

Николай Николаевич Горькавый  
Звездочёты. 100 научных сказок

Библиотека вундеркинда. Подарочная –

БИБЛИОТЕКА ВУНДЕРКИНДА ➡ 100 НАУЧНЫХ СКАЗОК



Ник. Горькавый

ИСТОРИИ О КОЛУМБАХ, ИССЛЕДУЮЩИХ ПРОСТОРЫ ВСЕЛЕННОЙ

«Звездочёты»:  
ISBN 978-5-17-110738-3

## Аннотация

*Огромную Вселенную невозможно понять, не изучив устройство крошечных атомов и квантовые законы звёздного света.*

*Наука астрофизика исследует космос с помощью как телескопов, так и микроскопов. А космические сыщики – новая профессия, родившаяся на стыке микромира и космоса. Многие считают, что это самая интересная профессия в мире. Хотите узнать о ней больше?*

*Тогда эта книга для вас!*

*Сказки – это всегда про Василис Прекрасных и Кощеев Бессмертных?*

*А вот и нет!*

*Перед вами – новая книга очень необычных «научных сказок», основанных на реальных событиях.*

*Юный читатель узнает:*

*– о Птолемея, который спрятал Землю в хрустальный шар; – о Копернике, остановившем Солнце и сдвинувшем Землю; – о Слайфере, открывшем, что галактики разбегаются от нас в разные стороны, и о других сказочно-увлекательных историях из жизни учёных и изобретателей, которые изучают просторы Вселенной.*

## Ник. Горькавый Звездочёты

© Ник. Горькавый, текст, 2018

© А. Кудрявцева, ил., 2015

© К. Гарин, ил., 2016

© ООО «Издательство АСТ», 2018

\* \* \*

## Небесные механики



Посвящается астрономам и другим настоящим небожителям

Автор благодарит учёных, чья помощь была неоценимой в доведении сказок до ума.

Научные консультанты:

Дмитрий Дмитриевич Беляев, кандидат исторических наук;

Андрей Вилхович Каява, кандидат биологических наук;

Антон Иванович Первушин, историк космонавтики, писатель, магистр технических наук;

Александр Сергеевич Сигеев, кандидат химических наук;

Владислав Вячеславович Сыщенко, доктор физико-математических наук;

Татьяна Александровна Тайдакова, астроном, кандидат физико-математических наук;

Дмитрий Евгеньевич Филиппов, историк, кандидат педагогических наук;

Евгений Леонидович Ченцов, астроном, доктор физико-математических наук

## Предисловие

Не все сказки толкуют о волшебниках, принцессах и драконах. Перед вами книга очень необычных современных научных сказок – не про выдуманные, а про реальные подвиги знаменитых астрономов и конструкторов ракет.

Впрочем, в книге есть принцесса Дзинтара и королева Никки, которые с удовольствием рассказывают эти научные истории детям.

Принцесса и королева, любящие рассказы о науке?

Они что – с луны свалились? Вообще говоря – да, с Луны. Кратко тут не ответишь, тут стоит прочесть книгу «Астровитянка», в которой описываются приключения Никки, необычной девочки с астероида, и её друзей-«лунатиков».

«100 научных сказок» – так в «Астровитянке» назывался сборник самых невероятных и самых правдивых сказок на свете.

Первая книга из шестнадцати таких сказок – «Звёздный витамин» – была опубликована в январе 2012 года и вызвала большой интерес у детей и родителей.

Книга, которую вы держите в руках, содержит семнадцать историй, повествующих о трёх тысячах лет развития астрономии.

Звучит как название научного труда? А читается как сказка!



### **Сказка об астрономе Птолемеи, который спрятал Землю в хрустальный шар**

Небо было великолепное – ясное, звёздное. Полная Луна сияла ярче любого ночника в детской спальне.

Младшая, Галатея, уже лежавшая в кровати, удивилась:

– Вчера Луна в это время была в центре окна. А сегодня она гораздо ниже и, кажется, стала круглее!

Старший, Андрей, согласился:

– Верно, а вот планету Марс я вижу в том же углу окна, что и вчера.

Королева Никки покосилась на принцессу Дзинтару, сидящую в соседнем кресле, и сказала:

– Раз вы уже такие умные и наблюдательные, то настала пора астрономических сказок. Сказок без волшебства не бывает. В научных сказках тоже есть настоящие волшебники. Как назвать человека, который по длине своей тени определяет размер всей Земли? А человека, который с помощью двух соединённых дощечек может узнать, насколько Солнце больше нашей планеты?

– По длине своей тени найти размер всей Земли?

Это невозможно! – воскликнула Галатея.

Никки усмехнулась, поудобнее устроилась в кресле и заговорила негромким, чуть ироничным голосом:

– И до вас на Земле случались сообразительные люди, которые замечали, что наш спутник – Луна – каждую ночь светит из нового места неба, то есть смещается не так, как звёзды. Планета Марс тоже плывёт по небу, но только гораздо медленнее. Древние люди



стали выделять на небе «неизменные» созвездия (на самом деле они меняются, но еле заметно) – и пять путешествующих по небу планет – Марс, Венеру, Меркурий, Юпитер и Сатурн. Знаете, почему в неделе семь дней?

– Нет! – хором ответили дети.

– Мы унаследовали от египтян обычай разбивать день на двадцать четыре часа, а от вавилонян, которые жили в Междуречье, в долине между реками Тигр и Евфрат, взяли привычку делить час на шестьдесят кусочков-минут, а минуту – на шестьдесят крошечных секунд.

Традицию жить по семидневной неделе мы тоже заимствовали у вавилонян, которые каждый из дней недели посвящали одному из беспокойных светил. В неделе семь дней, потому что по небосводу движутся пять планет плюс Солнце и Луна.

– Вот почему у людей пять «тёмных» рабочих дней и два «светлых» выходных! – догадалась Галатея.

– Интересная мысль, – улыбнулась королева. – Но день Солнца – это воскресенье, а день Луны – понедельник.

Во многих европейских языках до сих пор дни недели называются в соответствии с именами античных богов:

вторник соответствует Марсу, среда – Меркурию, четверг – Юпитеру, пятница – Венере, суббота – Сатурну.

– Точно! – закричал Андрей. – Суббота по-английски «сатур-дей»! Воскресенье – день Солнца – «сан-дей», а понедельник и в самом деле лунный день: «мун-дей».

Дзинтара поморщилась, услышав произношение Андрея, а Никки кивнула и добавила:

– Видимые планеты ползут по небу с разной скоростью. Самая медленная из них – Сатурн – описывает полный круг по небу за двадцать девять лет. Солнце проходит полный круг по звёздному небу за год, а Луна гораздо быстрее – за месяц.

– Никки, но ведь Солнце движется по небу очень быстро! – возразила Галатея. – Оно восходит на востоке утром и заходит на западе уже вечером.

Королева вздохнула:

– Гала, ты затронула вопрос, над которым тысячи лет ломали голову самые знаменитые мудрецы. Двигается ли Солнце по небу со скоростью один оборот в сутки или нам это только кажется из-за вращения Земли?

Никки задумалась на секунду.

– Помнишь, как ты сегодня каталась на карусели?

Ты сидела на лошадке, а что делали мы с твоей мамой?

– Всё вокруг меня кружилось! И вы тоже! – радостно засмеялась Галатея.

– И ты всё время видела, как мы очень быстро то появляемся, то исчезаем.

– Да!



– Мудрейший Платон считал, что наша Земля вращается как карусель, а звёзды и Солнце – неподвижны. Не менее мудрый Аристотель, наоборот, полагал, что Земля – неподвижный шар, а прочнейшая хрустальная сфера, к которой прикреплены звёзды, стремительно крутится вокруг нас, как невероятных размеров карусель.

– Никки, разве могут два очень умных человека придерживаться противоположных мнений? – удивилась Галатея.

– Ещё как могут! – рассмеялась королева. – Сегодня мы уже знаем, что Платон был прав – Земля действительно быстро вращается вокруг своей оси, которая «протыкает» Землю

с Южного по Северный полюс и «глядит» на Полярную звезду. Сутки уходят на то, чтобы вальсирующая Земля сделала один оборот. Мы стоим на её поверхности и не замечаем этого вращения. Нам кажется, что Земля неподвижна, а Луна и Солнце, планеты и звёзды – кружатся вокруг нас. Но если остановить вращение Земли, то станет понятно, что Солнце и Луна движутся по небу гораздо медленнее, чем нам кажется. Когда твоя карусель затормозила, то ты увидела, что мы с твоей мамой не бегаем, как сумасшедшие, а не спеша гуляем.

Раньше других народов регулярным наблюдением за звёздами занялись древние вавилоняне. Они веками записывали даты лунных и солнечных затмений, выдавливая острой палочкой клинописные знаки на табличках из сырой глины. Потом такие таблички обжигали на огне, и они становились очень прочными.

Вавилоняне определили, что период между лунными затмениями...

– Это когда Луна заходит в тень от Земли? – вклинился в рассказ Андрей.

Никки кивнула:

– ...период между лунными затмениями составляет 18 лет и 11 дней, что позволило им предсказывать такие затмения.

Солнечные затмения предсказывать гораздо сложнее, но Фалес Милетский, живший в седьмом веке до нашей эры, первым из греков предсказал время загораживания Солнца Луной. В то время лидийцы и мидяне вели жестокую многолетнюю войну. Подчиняясь расчётам Фалеса, 28 мая 585 года до нашей эры Солнце среди бела дня исчезло с небосклона, оставив вместо себя чёрное пятно с огненной короной, похожей на волосы разгневанной богини. Воюющие лидийцы и мидяне так испугались этого зрелища, что немедленно заключили мир.

– И правильно сделали! – поддержал Андрей внезапное миролюбие древних.

– Многие науки тогда только зарождались. Люди не знали ни алгебры, ни геометрии.

Андрей тихонько вздохнул. Он уже приступил в школе к этим наукам и находил их... мм... скучноватыми.

Дзинтара услышала вздох сына и сокрушённо покачала головой, а Никки сказала:

– Нет алгебры и геометрии – значит, нет удобных домов, нет быстрых самолётов и космических кораблей. Три тысячи лет назад люди начали учиться измерять углы и находить закономерности в природе. Фалес стал первым учёным, который понял, что исследовать мир и доказывать истину нужно с помощью математики. Фалес привёл в восторг египетского фараона тем, что измерил высоту огромной пирамиды с помощью простой палки.

– А как он это сделал? – заинтересовалась Галатея.

– В солнечный день Фалес дождался часа, когда длина тени человека стала равна его росту. В этот момент мудрец отметил самую дальнюю точку тени пирамиды и сказал фараону: «Высота пирамиды равна расстоянию от центра пирамиды до конца тени. Теперь эту высоту можно измерить по земле просто шагами».

– Зачем же Фалесу была нужна палка? – спросил Андрей. – Чтобы с её помощью определить расстояние?

– Нет, просто именно эту палку первый математик мира воткнул в конец тени!

Галатея засмеялась, а королева продолжала:

– Другой учёный, Аристарх Самосский, доказал, что Солнце гораздо больше Земли и во много раз дальше от нас, чем Луна.

– Как же он это сумел доказать? – спросил Андрей.

– Аристарх понимал, что Земля, Луна и Солнце обычно – когда нет затмений – образуют треугольник. Измерив углы этого треугольника, можно найти соотношение его сторон. Но как это сделать, если углы такого космического треугольника всё время меняются? Аристарх дождался времени, когда на небе Луна стала половинкой круга. Это означало, что Солнце осветило Луну сбоку, и угол между солнечными лучами, которые падают на Луну, и линией Луна – Земля стал равен девяноста градусам, или углу, который образует угол квадрата или комнаты.

– Значит, когда взрослые говорят нашалившему ребёнку: «Иди в угол!» – то они говорят неправильно, на самом деле нужно говорить: «Иди в прямой угол!» – пошутил Андрей.

Никки улыбнулась и продолжила:

– Таким образом, Аристарх нашёл угол между линиями Луна – Солнце и Луна – Земля. Как определить другие углы? Доказано, что сумма внутренних углов в любом треугольнике равна 180 градусам, или половине круга. Значит, сумма двух оставшихся неизвестных углов треугольника Луна – Солнце – Земля тоже равна 90 градусам. Если бы Солнце находилось от Луны на таком же расстоянии, как и Луна от Земли, то каждый из неизвестных углов был бы равен сорока пяти градусам – на такой угол Солнце и отстояло бы от Луны-половинки, с точки зрения земного астронома. Если Солнце было бы бесконечно далеко от Луны, то видимый угол между Луной и Солнцем достиг бы девяноста градусов.

Когда Аристарх измерил на небе угол между Солнцем и половиной Луны, то получил величину в восемьдесят семь градусов и понял, что Солнце гораздо дальше от Луны, чем Луна от Земли, а последний неизвестный угол в треугольнике Луна – Солнце – Земля равен всего трём градусам. Аристарх нарисовал прямоугольный треугольник с углами в три и восемьдесят семь градусов и измерил, что расстояние между Солнцем и Луной в девятнадцать раз больше расстояния от Земли до Луны. Но Аристарх неточно измерил угол между Луной и Солнцем, который на самом деле всего на  $1/6$  градуса меньше прямого угла в девяносто градусов, – и недооценил расстояние до Солнца в двадцать раз.

– Мы обязательно должны сами измерить угол между Солнцем и Луной тогда, когда видна только половина Луны! – оживилась Галатея.

– Хорошо, – спокойно согласилась принцесса. – Я попрошу разыскать какой-нибудь угломерный инструмент.

– Лучше самим его сделать! – предложил Андрей.

– Сделаем, – кивнула Дзинтара, а Никки продолжала:

– Аристарх не точно, но всё-таки сумел впервые оценить расстояния до Луны и Солнца.

После чего он стал рассуждать: видимые размеры Солнца и Луны примерно одинаковы, но это означает, что Солнце не только в девятнадцать раз дальше Луны, но в девятнадцать раз больше неё! При лунном затмении, наблюдая прохождение тени Земли по диску Луны, Аристарх оценил – по кривизне земной тени, – что Луна в три раза меньше Земли, а это значит, что Солнце превосходит Землю по размеру больше, чем в шесть раз! Солнце больше Земли – это было грандиозное открытие! До Аристарха верхом научной смелости было считать Солнце размером с... Грецию.

За свои труды Аристарх прослыл большим мудрецом, но не стал успокаиваться на достигнутом. Он размышлял дальше: Аристотель считал, что Солнце вращается вокруг Земли, но не логичнее было бы предположить, что это маленькая Земля вращается вокруг большого Солнца?

Вот эту гениальную идею Аристарха люди уже не смогли принять. За неслыханную ересь разгневанные жители изгнали астронома из города.

– Он оказался слишком умён, – философски заметил Андрей. – И как это древним учёным удавалось делать такие удивительные открытия практически без всяких инструментов?

– Учёные всегда были наблюдательными людьми.

Эратосфен, глава Александрийской библиотеки, сумел первым из людей определить размер Земли.

– Как он это сделал? Измерил шагами? – усмехнулась Галатея.

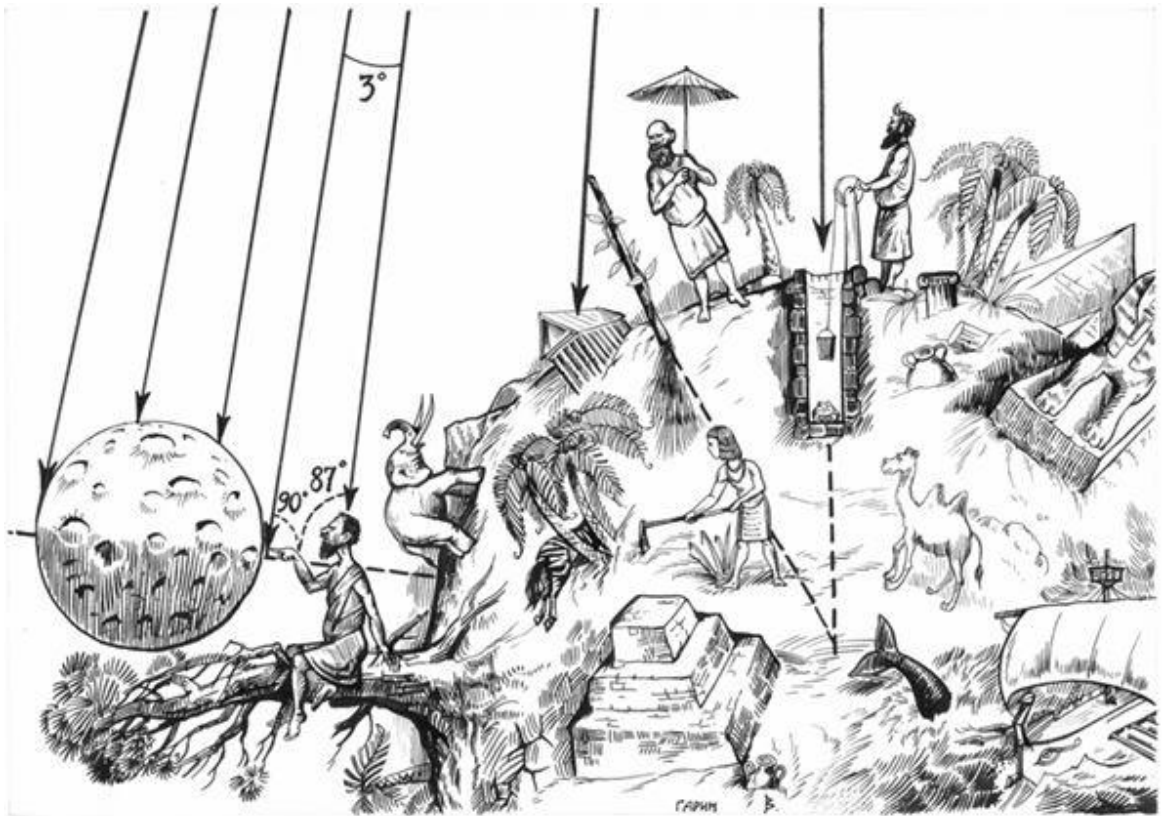
– В какой-то степени – да, – улыбнулась в ответ Никки, – но больше всего ему помогло измерение длины тени.

– По длине собственной тени Эратосфен нашёл размер всей Земли? – поразились Галатея.

Никки кивнула:

– Эратосфен жил на севере Египта, в городе Александрия, и знал, что на юге Египта есть город Сиена с интересной особенностью: в середине лета, в полдень, солнце освещает вертикальными лучами дно самых глубоких колодцев Сиены, – то есть солнце в полдень этого замечательного дня висит прямо над городом. Эратосфен дождался такого времени и измерил длину своей «александрійской» тени – она оказалась в восемь раз короче, чем сам Эратосфен. Согласно геометрии, длина окружности в 6,3 раза больше её радиуса. Значит, отклонение солнечных лучей от вертикали в Александрии составило в долях окружности одну восьмую, делённую на 6,3, или, примерно, одну пятидесятую долю окружности.

Дальше Эратосфен рассуждал так: Земля – шар, который освещается потоком почти параллельных лучей от очень далёкого Солнца. Сегодня Солнце висит вертикально над городом Сиена, а в Александрии его лучи отклоняются от вертикали на одну пятидесятую долю окружности. Но ведь солнечные лучи практически параллельны, значит, это не солнечные лучи отклонились от вертикали, а вертикаль к поверхности Земли в Александрии отклонилась от солнечных лучей на одну пятидесятую долю окружности. Другими словами, одна пятидесятая – это угол между вертикалями Сиены и Александрии – вертикалями, которые идут из центра Земли до её поверхности. Расстояние по земной поверхности между Сиеной и Александрией Эратосфен знал – его определили шагами египетские землемеры – гарпеданпты. Он умножил это расстояние на пятьдесят и определил, что окружность Земли близка к сорока тысячам километров. По тем временам это был очень точный результат!



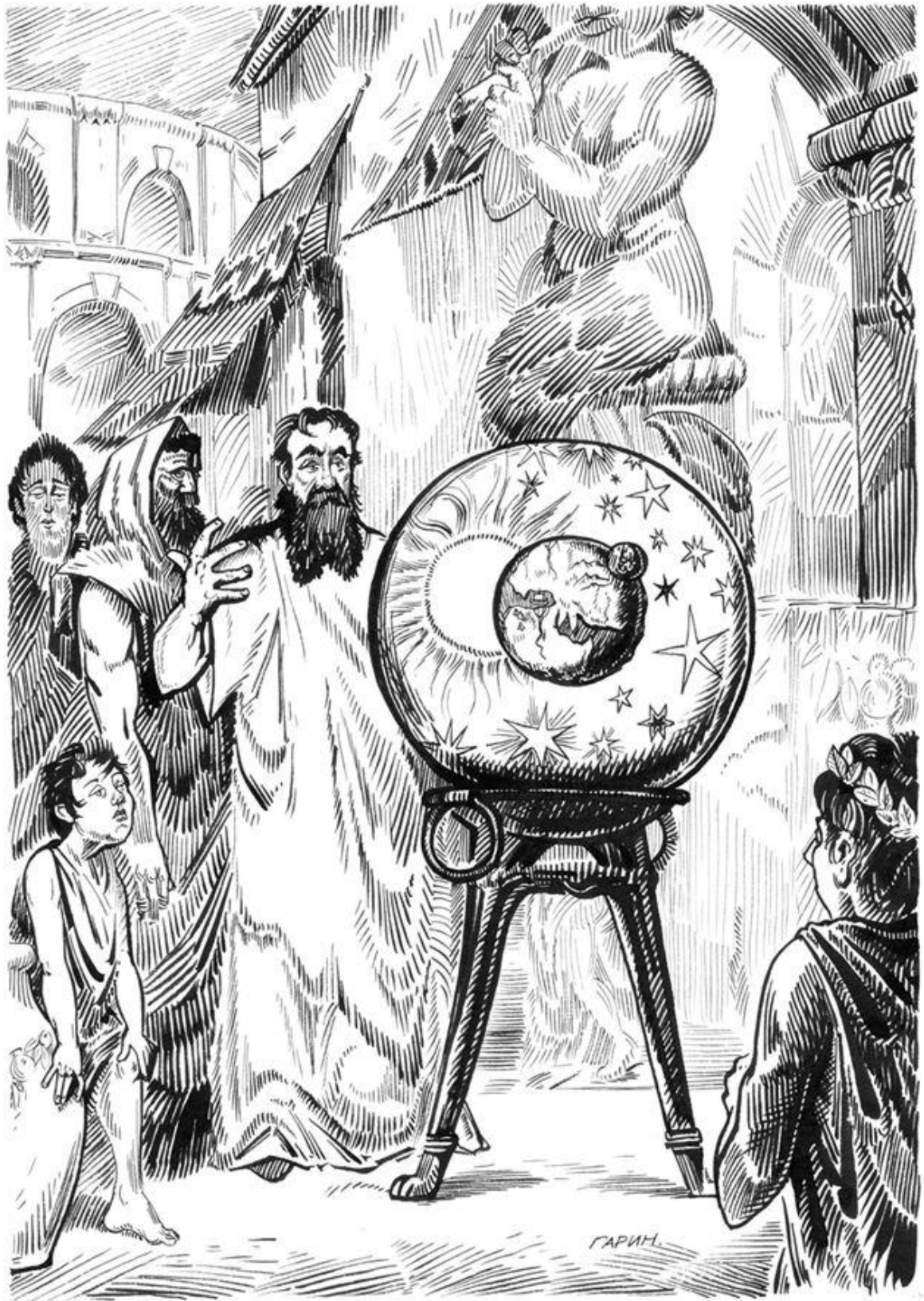
Тут Никки заметила, что Галатея уже крепко спит.

Тогда она понизила голос, обращаясь только к Андрею:

– Первую в истории математическую картину неба и мира сумел создать великий астроном Птолемей, который жил в Александрии во втором веке нашей эры. Он систематизировал результаты и идеи Аристотеля, Гиппарха и других греческих и вавилонских мыслителей, а также сам занимался астрономическими наблюдениями.

Птолемей был последователем Аристотеля. В тринадцатитомном сочинении, известном под названием «Альмагест», он изложил математическую модель геоцентрического мироздания, центром которого является Земля, или, по-гречески, Гея.

Согласно Птолемею, неподвижная Земля заключена во вращающийся хрустальный шар, к которому прикреплены Солнце и планеты. Эта система получила название птолемеевой, а «Альмагест» надолго остался высочайшим достижением древней астрономии.



Птолемеева модель мира неплохо предсказывала движения планет, Солнца и Луны на ближайшие десятилетия, хотя и была неправильна по сути: Земля не покоится в центре мира,



Солнце вовсе не кружится около Земли, а звёзды не прикреплены к прочному хрустальному шару, который стремительно вращается вокруг нас.

Модель Птолемея оставалась незыблемой почти полтора тысячелетия. Кто сумел разбить хрустальное небо древних астрономов и кто сдвинул с места неподвижную Землю – об этом я расскажу в другой раз.

Тут и у Андрея глаза закрылись, и он крепко заснул. Дзинтара негромко сказала:

– Спасибо, Никки, твои сказки всегда хороши, хотя, на мой взгляд, сложноваты.

– Ничего, у тебя умные дети, они поймут. Я уверена, что дети и взрослые должны думать о звёздах и о Вселенной, иначе их жизнь потеряет какой-то важный смысл. Если не думать о небе, которое смотрит на нас, то наступает звёздный авитаминоз души, она темнеет и упрощается.

Никки встала с кресла:

– Как насчёт чаю для пересохшего горла?

– Конечно, у меня есть изумительный чай с крымским чабрецом.

Обе женщины вышли из тихой комнаты, в которой остались только Луна, звёзды и дети.



### Примечания для любопытных

Названия семи дней недели во многих языках отражают название пяти видимых планет, а также Луны и Солнца. Конечно, каждой планете полагался свой бог (или наоборот).

Во французском языке, как и в других языках латинского происхождения, пять дней недели имеют прямое отношение к Луне и четырём планетам:

**Lundi** (понедельник) – день Луны,

**Mardi** (вторник) – день Марса,

**Mercredi** (среда) – день Меркурия,

**Jeudi** (четверг) – день Юпитера,

**Vendredi** (пятница) – день Венеры.

В английском языке названия всех дней недели имеют астрономическое происхождение, хотя и часто сильно измененное.

**Monday** (понедельник) – день (day) Луны (Moon).

**Tuesday** (вторник) – день планеты Марс и бога Марса в Средние века превратился в день Тиу (Tiw или Tug), бога войны в старогерманском языке.

**Wednesday** (среда) – день Меркурия в Средние века стал днём Водена (Woden), или Одина (Odin), старогерманского аналога Меркурия.

**Thursday** (четверг) – день громовержца Юпитера позже модифицировался в день бога Тора (Thor или Thunor), скандинавского метателя молний.

**Friday** (пятница) – на староанглийском «день Frigg или Freja», или день старогерманского аналога Венеры (на староиспанском «фрейя» – «дама», сравни с современным немецким «фрау»).

**Saturday** (суббота) – день Сатурна (Saturn).

**Sunday** (воскресенье) – день Солнца (Sun).

**Вавилоняне** – жители Вавилонии, древнего царства на юге Междуречья – области между реками Тигр и Евфрат.



Первое упоминание о вавилонских городах встречается за две тысячи лет до нашей эры. Царство утрачивает независимость в 539 году до н. э. Столица Вавилон была расположена в 90 км к югу от современного Багдада. Легенда о Вавилонской башне связана с постройкой высоких башен-зиккуратов, которые служили для астрономических наблюдений и религиозных обрядов. Например, высота башни Этеменанки достигала 91 метра. Вавилоняне внесли ценнейший вклад в астрономию, математику и архитектуру. В VI веке до н. э. вавилонский царь Навуходоносор построил висячие сады, позже названные садами Семирамиды, которые были расположены на четырёх ярусах и считались одним из семи чудес света.

**Лидийцы** – жители Лидии, древнего государства в Малой Азии. Существовало в VIII–VI веках до н. э.

**Мидяне** – жители Мидии, древнего государства на западе Ирана. Существовало в 670–550 годах до н. э.

**Египетские пирамиды** – гробницы фараонов Древнего Египта. Единственное сохранившееся из семи чудес света. Пирамида фараона Хеопса, построенная в XXVI веке до н. э., имеет высоту 139 метров.

**Александрия** – греческий город в устье многоводной африканской реки Нил, основана в 332 году до н. э. Александром Македонским, царем и полководцем. Семьсот лет Александрия была крупнейшим центром науки, культуры и торговли. После сожжения Александрийской библиотеки город пришёл в упадок.

**Сиена** (ныне Асуан) – город в Египте. Широта Сиены:  $24^{\circ}04' 29''$  северной широты. В период летнего солнцестояния на широте  $23^{\circ} 27'$  Солнце достигает зенита.

**Фалес Милетский** (640 или 624 – ок. 545 года до н. э.) – философ и математик из греческого города Милета, сохранившегося до сих пор и расположенного в Малой Азии (ныне, в Турции). Основатель милетской школы, с которой начинается европейская наука. Сочинений Фалеса не сохранилось.

**Платон** (ок. 428 – ок. 348 года до н. э.) – древнегреческий философ, житель Афин. Ученик философа Сократа (ок. 469–399 года до н. э.), учитель философа Аристотеля.

**Аристотель** (384–322 годы до н. э.) – древнегреческий философ. Ученик Платона, учитель полководца Александра Македонского.

**Аристарх Самосский** (310–230 годы до н. э.) – древнегреческий астроном, математик и философ. Жил на греческом острове Самос, расположенном рядом с Милетом. Доказал, что Солнце по размеру гораздо больше Земли, и предложил гелиоцентрическую систему мира, в центре которой находилось Солнце, или, по-гречески, Гелиос.

**Эратосфен** (276–194 годы до н. э.) – греческий математик, астроном и географ. В 235 году до н. э. стал главой Александрийской библиотеки.

**Гиппарх** (ок. 190 – ок. 120 года до н. э.) – первый астроном-наблюдатель (в современном понимании этого слова). Гиппарх измерил точное положение 850 звёзд на небе. Через триста лет его результатами воспользовался Птолемей для построения геоцентрической системы.

**Клавдий Птолемей** (ок. 87–165 года) – древнегреческий астроном, математик и оптик. В 127–151 годах жил в Александрии, где проводил астрономические наблюдения.

**Лунное затмение** – заход Луны в тень, отбрасываемую Землей. Жители ночной стороны Земли одновременно видят наступление затмения Луны.

**Солнечное затмение** – загораживание Солнца диском Луны. Наблюдается только в зоне лунной тени, закрывающей небольшую часть поверхности Земли. Движение тени Луны даёт возможность увидеть затмение Солнца людям, живущим вдоль линии движения тени. В разных точках Земли солнечное затмение наблюдается в разное время.

**Гипотенуза и катеты.** Возьмите прямоугольный лист бумаги и отрежьте ножницами его небольшой уголок. Линия разреза называется гипотенузой, а нетронутые стороны отрезанного прямоугольного треугольника – катетами. Поместите Луну в уголок между двумя катетами – и рассуждения Аристарха станут гораздо понятнее.

– *Только отрезать надо так, чтобы один уголок треугольника был очень острый – и на этот уголок надо повесить Солнце!*  
 – *Верно, Галатея, молодец.*

## **Сказка о смелой Гипатии и сожжённой Александрийской библиотеке**

Никки улетела к себе домой, и сегодня детям очередную историю, как обычно, должна была читать Дзинтара. Но детей так заинтересовали подвиги древних астрономов, что они захотели продолжения сказки об удивительных людях, которые с помощью простейших инструментов узнали о Земле и небе так много.

– Мама, вчера королева Никки рассказывала нам об Эратосфене, директоре Александрийской библиотеки. Что это был за странный библиотекарь, который по длине своей тени смог измерить окружность Земли? – поинтересовался Андрей.

Галатея слушала и пышнее взбивала подушки – чтобы в кровати было удобнее не лежать, а сидеть. А то ещё заснешь на половине истории...

Дзинтара объяснила:

– В Александрии ещё за триста лет до нашей эры был создан первый крупный научный центр и университет античного мира – Александрийский Мусейон, в котором одновременно работали несколько десятков учёных и обучались студенты из разных концов мира. Название Мусейон означало «дом муз» – откуда и пошло современное слово «музей». Библиотека была частью этого научного центра, и её возглавлял один из учёных Александрийского Мусейона.

В прославленном Мусейоне трудились величайшие греческие математики и астрономы: Евклид, создавший евклидову геометрию; Аристарх Самосский, предложивший гелиоцентрическую модель Солнечной системы; и Архимед – один из гениев античного мира. Во втором веке нашей эры в Александрии жил и создавал свой «Альмагест» великий астроном Клавдий Птолемей.

За шестьсот лет существования из Александрийского Мусейона вышли многие знаменитые астрономы, математики, философы и врачи. Это время было расцветом античной науки. В Александрийской библиотеке насчитывалось до семисот тысяч редчайших рукописных книг.

– А что случилось потом? – спросила Галатея.

– Римская империя, созданная трудом рабов, стала разрушаться. И наступили смутные времена в городе великой библиотеки и великих учёных. Часть Александрийской библиотеки сгорела в войнах, которые железным катком прокатывались через город. Но значительную часть папирусов александрийским учёным удалось сохранить в храме Серапеум, в котором они продолжали работать.

В это время у известного александрийского математика и механика Теона родилась дочь Гипатия. Теон сам занимался обучением любимой дочери – и стала она такой умной, что превзошла отца.

В то время Александрией правил епископ Феофил.

Не нравились ему учёные, наследники греческой культуры: они верили в разных богов, но были едины в том, что истины нужно доказывать. Епископ же стремился к власти над городом и людьми, и ему было безусловно понятно, что чем меньше человек знает, тем легче он верит в то, что ему говорят священные книги и епископ. Ведь вера не нуждается в доказательствах!

Епископа поддерживали толпы религиозных фанатиков. В 391 году нашей эры Феофил послал своих сторонников разрушить здание, где работали учёные, и сжечь библиотеку папирусов, которая накапливалась многие века.

Учёные и студенты с оружием в руках защищали свои инструменты и книги. Но силы были неравны: храм науки был разрушен, папирусные свитки вспыхнули – и сгорела знаменитая библиотека, собравшая в себя плоды тысячелетнего труда учёных и философов.

Многие рукописные книги библиотеки существовали в одном экземпляре и были утрачены навсегда. Например, до нас не дошли труды Аристарха Самосского о гелиоцентрической системе мира, а также книги, написанные астрономом Гиппархом и самой Гипатией.

– Значит, в Александрии больше некому было измерять окружность Земли и расстояние до Солнца? – спросил Андрей.

– Авторитет научного центра Александрии вернула Гипатия, которая занималась математикой, астрономией и философией. Она написала комментарии к трудам математика-астронома Аполлония Пергского и книгам математика Диофанта – именно он стал первым использовать буквенные обозначения в алгебраических уравнениях.

Гипатия стала учить студентов, и слава о ней прокатилась по всему Средиземноморью. Епископ Феофил не посмел тронуть Гипатию – слишком популярна она была среди своего народа и учёных всего мира: на её лекции съезжались люди из самых разных стран. Даже Кирилл, племянник Феофила, слушал её выступления.

Старый епископ, умирая, передал племяннику власть над городом. Новый епископ Кирилл удерживал своё господство в Александрии с помощью политических интриг и тех же толп религиозных фанатиков. Как и его дядя, Кирилл понимал, что знания опасны для веры, хотя в своих речах любил цитировать Платона и других древних мудрецов.

Гипатия обещала отцу не вмешиваться в политику, но с грустью и гневом следила, как умирает в Александрии античная наука и философия, как преследуются Кириллом иноверцы. И не выдержала смелая Гипатия, подняла свой голос в защиту науки и свободомыслия. На своих лекциях она стала доказывать ученикам, что жестокие действия епископа Кирилла против инакомыслящих противоречат постановлениям самой церкви, что его ссылки на Платона неверны и он неправильно толкует мнение древних философов.

Гипатия укоряла церковников: «Учить людей верить в суеверия – самое чудовищное и преступное дело, – и призывала своих студентов: – Сохраняй свое право на размышление – мыслить неправильно лучше, чем не думать совсем!»

В ответ епископ Кирилл объявил математику и астрономию «сатанинской хитростью». Занятия этими науками стали караться смертной казнью.



Так Кирилл победил учёных Александрии, последнего очага греческой мудрости. По всему Средиземноморью античное свободомыслие и учёность уступили место религиозному единомыслию и боязни «сатанинских хитростей». Европейцы забыли математику и астрономию, а книги Птолемея, описывающие движения планет, были утрачены. Но это была победа, которая обернулась поражением. Без механиков и математиков разрушились знаменитые римские водопроводы. Болезни принялись опустошать Европу, лишенную чистой воды, врачей и знаний.

...Через несколько веков никого не удивляло, что даже знаменитый император Карл Великий не умел читать и писать. И никому уже и в голову не приходило, что истины нужно доказывать.

Знание деградировало настолько, что в энциклопедии, составленной в седьмом веке испанским архиепископом Исидором, описывалась плоская Земля, населённая драконами и василисками!

Много веков прошло, пока люди не поняли, что без знаний жить нельзя. Стали они собирать уцелевшие книги греческих мыслителей, заново учиться математике, механике и астрономии. И назвали это время Возрождением, в буквальном смысле – эпохой возрождения знания и науки.

Властители Европы долго сопротивлялись возвращению науки. Инквизиция преследовала тех, кто имел смелость искать истину вне библейских заповедей. Тысячи костров горели по Европе, сжигая не преступников, а людей, сомневающихся в религиозных догмах или только заподозренных в этом. Если бы не суды инквизиции, то люди открыли бы антибиотики и полетели бы в космос на сотни лет раньше.

Эпоха Возрождения потребовала от людей победы над своим страхом – подвига, подобного тому, который совершила Гипатия, выступив против властителя Александрии. И наука вернулась к людям – искоренила страшные болезни, победила голод, дала умные книги и теплые жилища, удобные автомобили и быстрые самолёты. Александрийскую библиотеку восстановили. Сейчас в ней хранится восемь миллионов книг.

Даже церковь решила завязать дружбу с наукой – ведь епископы тоже летают на турбореактивных лайнерах, лечатся пенициллином, пользуются телефоном и Интернетом, а также проповедуют с помощью телевидения. Научные блага оказались нужны даже церкви.

Вот только учёным в их работе вера не нужна. Ведь священная истина заключается в том, что, чем больше у человека знаний, тем меньше ему нужна вера.

– Мама, а что же случилось с Гипатией? – спросила Галатея, чутко уловив недоговорённость в рассказе принцессы.

Дзинтара вздохнула. Как помягче рассказать детям, что епископ Кирилл посмел поднять руку на своего учителя, натравив толпу на умную Гипатию? Религиозные фанатики схватили Гипатию, затащили в церковь и – убили. Растерзанное тело Гипатии сожгли на костре.

Её последователи и ученики тоже были убиты или изгнаны из города.

Книги, написанные Гипатией, епископ Кирилл целеустремлённо уничтожал – в то время как его собственные богословские труды старательно размножались писцами.

Чтут и помнят учёные всего мира смелую Гипатию. Астрономы назвали в её честь кратер на Луне. Но и церковь чтит епископа Кирилла, убийцу Гипатии, – канонизировала его, причислила к святым.

До сих пор не закончен спор между наукой и религией. И каждый человек, вырастая, делает выбор между пытливым разумом и верой, которая не нуждается в доказательствах.

Так говорить или нет детям о том, какими жестокими делает людей фанатичная вера?

– Мама, так что же случилось с Гипатией? – снова затормошила Галатея принцессу. – Она умерла?

И принцесса Дзинтара сказала:

– Конечно, нет. Она стала бессмертной.



### Примечания для любопытных

**Евклид** (род. ок. 300 года до н. э. – год смерти неизвестен) – древнегреческий математик, создатель тринадцатитомных «Начал», где излагалась евклидова геометрия.

**Архимед** (287–212 годы до н. э.) – древнегреческий физик, математик и механик. Гений. Учился в Александрии, жил в Сиракузах на острове Сицилия.

**Диофант Александрийский** (III век до н. э.) – древнегреческий математик. Написал 13-томную «Арифметику», из которой сохранилось только шесть первых книг.

**Аполлоний Пергский** (262–190 годы до н. э.) – древнегреческий геометр, создатель восьмитомника «Конические сечения», содержащего 387 теорем. Предложил использовать особые дополнительные кружки – эпициклы – для объяснения видимых траекторий планет, которые на небе движутся неравномерно, периодически «сваливаясь» в странные петли и совершая попятные движения. Через триста лет эпициклы Аполлония послужили основой геоцентрической модели Птолемея.

**Теон Александрийский** (335–405) – математик и астроном из Александрии. Отец Гипатии.

**Гипатия** (Ипатия) (370–415) – первая в мире женщина-астроном. Математик и философ. Преподаватель, автор нескольких научных трудов по математике и астрономии, которые не дошли до нас. Погибла от рук религиозных фанатиков.

**Кирилл Александрийский** (376–444) – с 412 года епископ Александрии. Известен своими гонениями инакомыслящих. Причислен к лику святых и почитается в католической и православной церквях.

**Карл Великий** (742–814) – король франков и император Запада. Прославленный полководец огромного роста. Основатель династии Каролингов. Слово «король» произошло от имени Карла Великого. Согласно обычаям того времени, был неграмотен – и страдал от этого.

**Фанатизм** – слепое, безоговорочное следование убеждениям. Доведённая до крайности приверженность каким-либо идеям, верованиям или воззрениям, обычно сочетающаяся с нетерпимостью к чужим взглядам и убеждениям – вплоть до физического насилия над инакомыслящими.

**Инквизиция** – орган Римско-католической церкви, созданный в 1215 году для борьбы с ересью. Перед инквизицией трепетали даже короли; она преследовала еретиков, запрещала научные исследования и сжигала книги, противоречащие Библии, и самих инакомыслящих.

Историк Льоренте подсчитал, что только в Испании инквизиция в 1481–1809 годах осудила 341 021 человека; из них 31 912 были сожжены на костре, а 291 460 человек подверглись пыткам, тюремному заключению, ссылке на галеры и другим наказаниям. Церковь накопила гигантские богатства, отбирая имущество у осужденных и продавая купцам и вельможам освобождения от преследования (индульгенции). Инквизиция как институт была уничтожена лишь к XIX веку. Документы, опубликованные учёным Томасом Райтом, свидетельствуют, что, например, в XVII веке в Германии по обвинению в ереси и колдовстве на костёр отправляли девочек, мальчиков и даже младенцев. Сжигаемых детей было так много, что записывать их имена в судебных документах инквизиторам было лень. В протоколах заседаний религиозных судилищ германского города Вюрцбурга есть такие записи:

«В двадцатом сожжении – шесть человек.

Дитя Гебела, самая красивая девушка в Вюрцбурге. Два мальчика, каждому по двенадцать лет.

Маленькая дочь Степпера».

«В двадцать третьем сожжении – девять человек. Мальчик Давида Кротенса девяти лет. Два сына княжеского повара, одному четырнадцать, другому десять лет».

«В двадцать восьмом сожжении – шесть человек. Младенец, дочь доктора Шютца.

Слепая девушка».

## **Сказка о волшебном сундучке кардинала Виссариона, вундеркинде Региомонтане и хитроумном Колумбе**

– В обычных сказках непременно присутствует чудесный сундук или горшок, из которого можно извлечь что-нибудь ценное и даже драгоценное. Сегодня вы услышите научную сказку о волшебном сундучке, в котором хранилось самое ценное, что только есть на свете.

– Золото? – предположила Галатея.

Дзинтара отрицательно покачала головой.

– Алмазы! – решил Андрей.

Дзинтара усмехнулась и сказала:

– Сейчас расскажу всё по порядку. Когда Римская империя пала, то в Западной Европе настали «тёмные века». Общество погрузилось в невежество, пропитанное религиозными догмами. Казалось, что мифы навсегда вытеснили истину из людского сознания. Но сегодня вы узнаете, что истина неизбежно побеждает, заставляя служить себе даже тех, кто её ненавидит!

Дзинтара рассказывала, а дети слушали её, наострив уши: «Когда там будет про сундучок?»

– Когда епископы объявили математику и астрономию «сатанинскими хитростями», истина только усмехнулась и решила подождать. Вскоре церковь обнаружила, что ей самой никак не обойтись без этих наук. Математика оказалась нужна для такого священного занятия, как сбор церковных налогов. Все европейцы под страхом наказания – вплоть до смертной казни – должны были отдавать церкви одну десятую своего дохода. А как без математики рассчитать доход большого феодального поместья или площадь его земель? Проблема усугублялась тем, что за «тёмные века» европейцы забыли не только математику, они разучились даже читать и писать. Европа стала поголовно неграмотной! Люди, знающие грамоту, остались только в монастырях – где была, по крайней мере, хотя бы одна толстая книга для чтения и переписывания.

Кардиналы подумали и нашли такой выход: для сборов «церковной десятины» монастыри послали грамотных монахов к богатым феодалам. Монахи – или клирики – сами вели бухгалтерские книги и рассчитывали налоги. Таких монахов-бухгалтеров стали звать клерками.

– Так вот откуда они взялись... – пробормотал Андрей.

– Без астрономов тоже настала беда: через некоторое время церковь с беспокойством обнаружила, что её привычный календарь начинает безбожно врать. Согласно астрономии, весна, или день весеннего равноденствия, наступает 20 или 21 марта. В этот день солнце встаёт точно на востоке и заходит на западе, а день равен ночи.

Важные церковные праздники всегда рассчитывались относительно дня весеннего равноденствия. Но юлианский календарь, принятый полторы тысячи лет назад, стал ошибаться к пятнадцатому веку почти на две (!) недели, и расхождение между движением Солнца и церковным календарём продолжало накапливаться.

Римский папа понимал, что даже неграмотные люди разбираются в длительности дня и во временах года. Кардиналы могут сказать людям, что, согласно церковному календарю, весна ещё не настала, но весеннее солнышко окажется тем очевидным фактом, от которого репутация церкви будет таять и подмокать.

Папа пригласил к себе учёных и попросил их рассчитать правильную длительность года и создать новый церковный календарь.

Как известно – коготок увяз, всей птичке пропасть.

Проблема нового календаря неизбежно потребовала определённого уровня развития математики и астрономии.



В пятнадцатом веке произошло важное событие в истории Европы и Возрождения. В 1453 году, после долгой осады, турки захватили Константинополь, столицу ранее могучей Византийской империи, последнего обломка и наследницы греческой цивилизации и Древнего Рима. Империя погибла, а многие византийцы бежали в Италию, захватив самые ценные вещи.

Византийский кардинал Виссарион, учёный грек, мечтавший объединить православную и католическую церкви, вывез из гибнущего Константинополя в Западную Европу небольшой сундучок, в котором хранилось бесценное сокровище того времени. Я думаю, что этот сундучок оказался самой большой драгоценностью, вывезенной из горящего Константинополя.

– Да что же это может быть?! – с нетерпением воскликнула Галатея.

– Это был поистине волшебный сундучок, он нес в себе самое ценное, что есть на свете, – знание. В нем хранилась редчайшая драгоценность – тринадцать томов «Альмагеста», который был создан великим астрономом Птолемеем ещё во втором веке и суммировал астрономические знания Древней Греции, Рима и Арабского Востока.

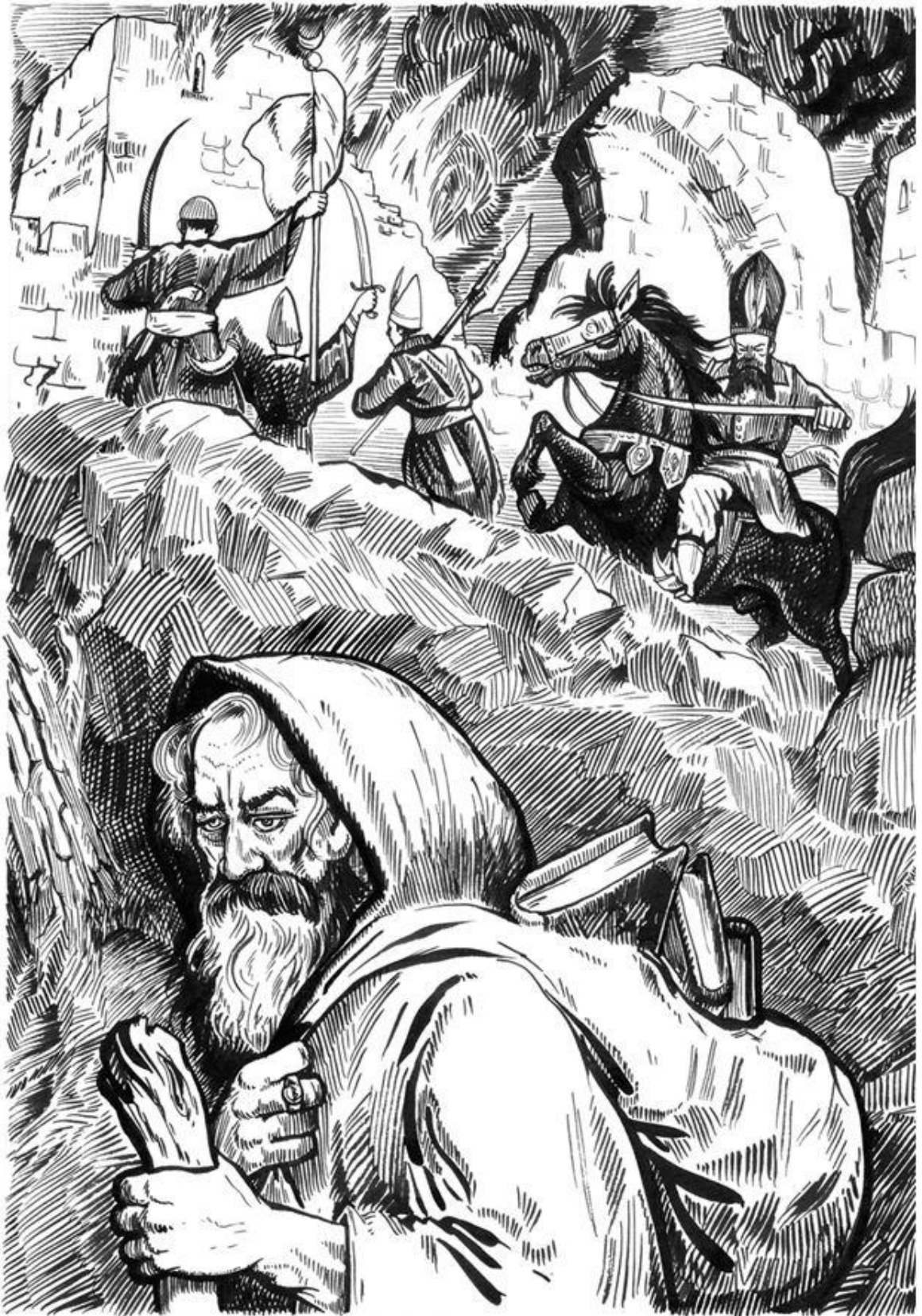
– Мама, ты шутишь? – недоверчиво сказала Галатея. – Книги не могут стоять так много.

– Все зависит от обстоятельств. Для Европы, которая прозябала во тьме невежества, этот сундучок оказался полон яркого света.

Истина засмеялась как дитя, глядя на бесценный сундучок с книгами по астрономии, едущий в багаже кардинала.

Этот сундучок сыграл важную роль в возрождении европейской науки.

И помог ему в этом вундеркинд, родившийся в Кёнигсберге (ныне – российский город Калининград) и известный под именем Региомонтан (это переведённое на латынь название города Кёнигсберг – «королевская гора»). Вундеркинд – это не преувеличение и не метафора. Уже в одиннадцать лет Региомонтан стал студентом Лейпцигского университета, а в пятнадцать – поступил в Венский университет. В год падения Константинополя Региомонтан стал учеником венского математика и астронома Пурбаха.



Долго путешествовал сундучок с драгоценным «Альмагестом» в багаже Виссариона, пока кардинал, проезжая через Вену, не нанёс непоправимый вред своей церкви, подарив «Альмагест» астроному Пурбаху для перевода с греческого на латынь — язык тогдашней европейской науки.

Истина хохотала уже во весь голос над этой ужасной ошибкой кардинала Виссариона, которая в скором времени привела к разрушению привычной для церкви картины

мироздания. Казалось бы, что тут такого – кардинал церкви вручает астроному книгу Птолемея, одобренную церковью. Ведь Земля, по Птолемею, неподвижна и прочно закована в хрустальный шар, а Солнце и планеты послушно летают вокруг – всё в строгом соответствии с библейскими воззрениями.

– Действительно, мама, что тут такого? Птолемея модель была же неправильной! – удивился Андрей.

– Наука не требует правильности идей, ей достаточно потребовать их проверяемости и заменяемости. Правильность получится дальше автоматически! – рассмеялась Дзинтара. – Итак, Пурбах стал переводить с греческого «Альмагест». Но в возрасте тридцати восьми лет астроном скоропостижно умирает. Перед смертью он взял обещание со своего ученика, что тот закончит начатый им перевод «Альмагеста». И двадцатипятилетний Региомонтан взвалил на себя этот тяжёлый труд.

Вот когда гениальность Региомонтана проявилась наиболее ярко. Он не только переписал «Альмагест» на латыни, но и провёл собственные наблюдения положения звёзд и планет. Модель Птолемея, хотя и основывалась на неправильном предположении о покоящейся Земле, использовала сложный, но удачный математический приём Аполлония: к круговым орбитам планет добавлялся дополнительный кружок-эпицикл, что позволяло вычислять будущие положения планет с неплохой точностью. Используя уравнения «Альмагеста» и собственные наблюдения, Региомонтан пересчитал все птолемеяевские предсказания!

– Что это значит? – спросила Галатея.

– Это значит, что, благодаря Региомонтану, перед средневековыми учёными предстала первая математическая модель космоса. Она была невиданна и великолепна, она могла предсказывать движение планет, прикреплённых к небесным хрустальным сферам, на десятилетия вперёд! Это казалось тогдашним астрономам чудом, хотя это была просто первая математическая научная модель мира.

– Вот такая волшебная игрушка хранилась в сундучке кардинала... – пробормотал Андрей.

– Там хранилось больше, чем просто научная модель, там лежал катализатор будущего.

Пока геоцентрическое учение было общим неконкретным убеждением, оно было непобедимо. Но как только птолемеяевская система мира предстала перед учёными в виде математической модели, которая предсказывает небесные события на многие годы вперёд – а значит, легко проверяема, – то ситуация резко изменилась. Восхищаясь возможностью предсказывать положения планет, учёные наблюдали за движениями светил и убеждались, что модель Птолемея не очень точна. И астрономы начинали размышлять об её улучшении. Так волшебный сундучок Виссариона запустил механизм возрождения науки – пока только в одной области, в астрономии, но это было НАЧАЛО.

Для широкого распространения первой научной модели мира было важно и то, что Региомонтан, на основании своих наблюдений и расчётов, выпустил первую печатную книгу по астрономии: «Эфемериды», или таблицы координат звёзд, положений планет и времена солнечных и лунных затмений на каждый день с 1475 по 1506 год. Триста тысяч чисел было приведено в «Эфемериде», а ведь тогда не знали ни калькуляторов, ни компьютеров!

Региомонтан встречал в греческих книгах упоминание об Аристархе Самосском, согласно которому мироздание устроено совсем не так, как думал Птолемей, и что это Земля и планеты вращаются вокруг Солнца, а не наоборот.

Обладая столь ярким математическим талантом, Региомонтан мог бы проверить – насколько соответствует наблюдениям гелиоцентрическая модель мира, но гению не дали спокойно поработать: папа, глава католической церкви, вызвал его в Рим для подготовки нового календаря. Через год Региомонтан, в возрасте сорока лет, умер в Риме. Вероятно, он умер от чумы, но ходил слух, что он был отравлен врагами.

Как и многие люди Средневековья, астрономы Пурбах и Региомонтан умерли сравнительно молодыми людьми, но они успели сделать главное дело своей жизни: вернуть в

обиход науки математическую астрономическую модель Птолемея.

Пурбах и Региомонтан стали первыми средневековыми учёными, которые не были при этом священниками.

– Я слышал, что древние астрономы, включая Региомонтана, были ещё и астрологами! – сказал Андрей.

– Да, раньше люди с трудом различали астрологию и астрономию, но всё переменялось с приездом в Европу чудесного сундучка византийского кардинала Виссариона.

После «Альмагеста» Птолемея и «Эфемерид» Региомонтана пути астрономии и астрологии разошлись: астрономы отправились вперёд по дороге точности, а астрологи свернули в сторону – на тропинку туманности.

Астрономия, в отличие от астрологии, стала развивать только такие концепции и модели, которые можно проверить наблюдениями. И чем дальше, тем точнее становились предсказания астрономии. Небольшие отклонения планеты от расчётного пути вызывали тревогу учёных – они искали причину отклонений и строили более правильную теорию.

Астрология же отвергала путь проверки своих выводов на опыте. Не важно, по каким правилам строится гороскоп, главное, что это жуликоватое учение избегает сравнений полученных выводов с реальностью.

Астрологи хорошо запомнили урок геоцентрической системы Птолемея, которая рухнула вскоре после того, как стала делать проверяемые астрономические предсказания. Поэтому они продают людям гороскопы, полные расплывчатых откровений и никогда не подтверждают статистикой верность своих посулов. Проверить любое конкретное утверждение гороскопа довольно просто, но астрологи боятся таких проверок как чумы и любят делать максимально туманные предсказания – так же поступают и гадалки, предсказывающие будущее по линиям руки, кофейной гуще или картам. Учёные многократно доказывали, что гороскопы не подтверждаются фактами. Но современная астрология непобедима рациональными доводами – она существует вне поля науки и собирает денежную дань с невежественных людей, далёких от логического мышления.

Наблюдение – лучший друг истины. Кто не сравнивает свои теории с опытом, тот никогда не узнает правды, а будет довольствоваться лишь иллюзиями.

– Да, а что случилось с опаздывающим календарём? – спросил Андрей.

– Средневековые астрономы создали новый календарь, и он был принят в конце шестнадцатого века, во время правления папы Григория.

– Мама, если Региомонтан так рано умер, кто же проверил его таблицы и модель Птолемея? – спросил Андрей.

– Другие люди: астрономы и моряки. «Эфемериды» Региомонтана стали использовать в своих путешествиях прославленные мореплаватели: Колумб, Васко да Гама и Америго Веспуччи.

Адмирала Колумба, открывателя Америки, книга Региомонтана очень выручила, а может, даже спасла.

В своём последнем, четвёртом, путешествии в Америку жарким летом 1503 года мореплаватель посадил свой корабль на рифы возле острова Ямайка в Карибском море. Колумб послал гонца на индейской пироге с поручением прислать за ним и его людьми корабль и остался на зимовку на Ямайке.

Вместе с Колумбом зимовали его брат и тринадцатилетний сын. Долгие месяцы ожидания привели к тому, что испанцы начали голодать. Аборигены были настроены недружелюбно и отказывались кормить незваных пришельцев.

Тогда Колумб пошёл на хитрость. Согласно астрономическим таблицам Региомонтана, 29 февраля 1504 года должно было состояться лунное затмение, время наступления которого на долготу немецкого Нюрнберга было указано в «Эфемеридах» с точностью до минуты.

Лунное затмение начинается одновременно для всех земных наблюдателей, но, в зависимости от долготы, оно наступает в разное местное время. Если в Нюрнберге оно наступает в час ночи, то на Ямайке в это время будет всего семь вечера, потому что разница

долгот между этими двумя точками наблюдений близка к девяноста градусам, а каждый час смещения местного времени соответствует пятнадцати географическим градусам.

Предприимчивый Колумб решил снять две шкуры с одной февральской луны и созвал на берег индейцев.

Когда аборигены собрались, то Колумб заявил, что сейчас луна будет погашена его могучим богом, недовольным индейцами и их скупостью. И действительно, как и предсказывал Региомонтан, Луна зашла в тень Земли, и вместо обычного сияющего диска в небе повисла кроваво-красная сердитая рожа. Индейцы пришли в ужас: они, конечно, даже не догадывались, что это лунное затмение было предсказано ещё тридцать лет назад Региомонтаном по формулам Птолемея.



Пока индейцы плакали и заламывали руки, по движению ямайского солнца Колумб определил местное время начала затмения, сравнил его с табличными данными и вычислил примерную разницу долгот между Нюрнбергом и Ямайкой. То ли политические переговоры с индейцами мешали наблюдениям Колумба, то ли он считал, что настоящая Индия должна быть подальше, но адмирал промахнулся и значительно переоценил расстояние между Европой и Америкой.

– Верни нам Луну, мы принесём тебе взамен много корзин с едой! – умоляли Колумба

простодушные индейцы, не знавшие астрономии. Адмирал едва успел согласиться вернуть Луну, как затмение и кончилось.

– Какой хитрец был этот Колумб! – удивилась Галатея.

Принцесса кивнула:

– Благодаря вундеркинду Региомонтану и хитроумному Колумбу, выгодно обменявшему Луну на мешок кукурузы, проблем с провиантом у испанской экспедиции больше не было. В июне за людьми Колумба пришёл корабль, и первооткрыватель Америки благополучно вернулся в Испанию из своего последнего заокеанского путешествия.

Весть об открытии Колумбом новых земель пролетела по Европе. В Польше эти новости услышал и студент Краковского университета Николай Николаевич Коперник.

...Но это уже совсем другая история.



### Примечания для любопытных

**Римский папа** – глава католической церкви. Избирается пожизненно из группы влиятельных кардиналов. Резиденция расположена в Ватикане, в центре Рима.

**Константинополь** – столица Византии, или Византийской империи, которая возникла на месте Восточной Римской империи. Ныне – Стамбул, крупнейший город Турции.

**Кардинал Виссарион** (1403–1472) – учёный-грек и гуманист, много сделавший для возрождения в Европе интереса к греческой культуре и науке. В 1461 году подарил оригинал птолемеевского «Альмагеста» венскому астроному Пурбаху.

**Георг Пурбах** (1423–1461) – австрийский астроном и математик, учитель Региомонтана. Участвовал в переводе «Альмагеста» Птолемея с греческого на латынь.

**Региомонтан** (Иоганн Мюллер) (1436–1476) – немецкий астроном и математик. Вместе с Пурбахом перевёл на латынь «Альмагест» Птолемея. В 1474 году издал на основе теории Птолемея «Эфемериды» – первые астрономические таблицы, напечатанные типографским способом и большим тиражом.

**Христофор Колумб** (1451–1506) – испанский мореплаватель (родился на о. Корсика), который считается официальным открывателем Америки. В 1492 году Колумб переплыл Атлантический океан и открыл новую землю, включая острова Кубу, Гаити и Тортугу. Всего совершил четыре плавания к новому континенту (начало путешествий в 1492, 1493, 1498, 1502 годах).

**Америго Веспуччи** (1454–1512) – итальянский путешественник и картограф первых трансатлантических экспедиций (в 1499, 1501, 1503 годах) к новому континенту, который тогда назывался Индией или Новым Светом. Америго Веспуччи придумал множество географических названий для нового континента, например южноамериканский индейский посёлок на сваях он назвал Венесуэлой, что означает «маленькая Венеция». Карты новых земель, составленные Америго Веспуччи, и дневники его путешествий широко распространились в Европе, и вскоре имя Америго с карт перешло на континент, который стал называться Америкой. Колумб же недооценил силу печатного слова, популярных сочинений не оставил, поэтому открытый им континент называли именем другого человека.

**Васко да Гама** (1460 или 1469–1524) – португальский путешественник, который в 1498 году стал первым европейским мореплавателем, добравшимся до Индии.

**Долгота и широта** – географические сферические координаты, определяющие расположение точки на поверхности Земли. Долгота измеряется с запада на восток от –180



градусов до 180 градусов, нулевым выбран меридиан (линия одинаковой долготы), проходящий через Гринвичскую обсерваторию в Англии. Широта измеряется с юга на север, от –90 градусов (Южный полюс) до 90 градусов (Северный полюс), экватор имеет нулевую широту. Линии одинаковой широты называются ещё и параллелями, потому что они параллельны друг другу и никогда не пересекаются. А меридианы, идущие от полюса к полюсу, похожи на полосы на арбузе.

**«Эфемериды»** – таблицы заранее вычисленных положений (небесных координат) астрономических объектов: планет, Луны, Солнца, звёзд и, в настоящее время, искусственных спутников.

**Юлианский календарь** – календарь, разработанный астрономами Александрии и введённый в 45 году до н. э. Юлием Цезарем (102–45 годы до н. э.), властителем Древнего Рима.

**Григорианский календарь** – современный календарь, разработанный европейскими астрономами и введённый в католических странах указом папы Григория XIII в 1582 году. Протестантские страны присоединились к григорианскому календарю в XVII–XVIII веках, Россия – в 1918 году, Греция – в 1923 году. Православная церковь до сих пор придерживается юлианского календаря, который отличается от григорианского уже на 13 дней.

**Астрология** – лженаучная теория о воздействии звёзд и планет на характер и будущее людей. Существует благодаря продажам гороскопов (предсказаний будущего).

### **Сказка о священнике-еретике Копернике, остановившем Солнце и сдвинувшем Землю**

– Краковский университет в Польше гудел как улей: испанский капитан Колумб открыл новые диковинные земли за Атлантикой!

Молодой голубоглазый студент Николай Коперник с восторгом слушал эти удивительные новости и привыкал к изменившемуся миру. Пятнадцатый век был на исходе. Непокойный век, смутный. Время в нём словно убыстрилось... – Никки рассказывала детям про далёкое Средневековье, а тем чудилось, что она сама жила в древнем Кракове и всего лишь припоминает события тех лет. – В этом веке, благодаря Пурбаху, Региомонтану и другим учёным-переводчикам, в Европе снова появились давно забытые труды древнегреческих математиков и астрономов.

В пятнадцатом столетии Гутенберг научился печатать книги, и сейчас любой студент мог купить себе печатный экземпляр астрономических таблиц Региомонтана, составленных на основе теории Птолемея. Николай Коперник тоже приобрёл «Эфемериды» Региомонтана.

В этом веке неправильность церковного календаря стала очевидной, и Николай Кузанский призвал Ватикан к его исправлению.

Николай Кузанец, хотя и является почтенным священником и уважаемым богословом, высказывает в своём сочинении «Об учёном незнании» удивительно крамольные мысли о том, что Земля вовсе «не покоится», как утверждает Птолемей. «Наша Земля в действительности движется, хоть мы этого не замечаем, воспринимая движение только в сопоставлении с чем-то неподвижным. В самом деле, если бы кто-то на корабле среди воды не знал, что вода течёт, и не видел берегов, то как бы он заметил движение судна?»

Кузанец даже полагает, что на звёздах живут разумные обитатели.

Это очень необычные взгляды.

– Что в них необычного? – удивилась Галатея.

– Это для нашего времени они общеприняты, а для тех времен это была ересь чистой воды, фантастически смелое опровержение общепринятых догм, – пояснила королева Никки. – И это несмотря на то, что в пятнадцатом веке инквизиция свирепствует как никогда. Испанский инквизитор Торквемада сжигает еретиков тысячами, но никак не может остановить новые веяния, проникающие со всех сторон. Вот и Колумб привёз из-за океана

потрясающие новости о новой земле.

Николай, как и его тёзка Кузанец, тоже интересуется звёздами, тем более что за четыре года, проведённых в Краковском университете, небо щедро показало студенту три солнечных затмения, комету и соединение Юпитера с Сатурном. Коперник даже сам наблюдал затмение звезды Луной!

– Это когда диск Луны наползает на звезду? – спросила Галатея.

– Да, и сразу становится понятно, что звёзды расположены гораздо дальше Луны. Когда астроном Региомонтан умер в Риме, Николаю Копернику, сыну Николая, польского торговца медью («медь» – это «корег» на голландском или «соррег» на английском), было всего три года. Но именно ему выпало продолжить дело возрождения астрономии в Европе и совершить наиболее поразительный переворот в головах жителей планеты Земля.

Николаю было десять лет, когда его отец умер от чумы, и юного Коперника взял к себе его дядя, управляющий церковным хозяйством.

Коперник любил учиться: после Кракова он поехал в итальянский университет Болоньи, где, следуя своему увлечению звёздами, поселился в доме, где жил профессор-астроном.

– Жаль, что мы не можем услышать те вечерние беседы о космосе, которые вёл юный Коперник со своим соседом-профессором! – воскликнул Андрей.

Никки кивнула:

– Историки многое бы отдали, лишь бы поприсутствовать на тех дискуссиях. Ведь система небес по Птолемею, которую излагали тогдашние профессора, казалась Копернику слишком сложной и некрасивой. Ему же хотелось, чтобы небесная механика была совершенной!

После окончания Болонского университета Коперник не возвращается домой, а едет в Рим, потом в университет Падуи – изучает медицину, впитывает интеллектуальное богатство Италии, первой вступившей на путь возрождения европейской науки.

Его дядя, уже ставший епископом и подготовивший племяннику место каноника, зовёт Коперника домой, но тот остаётся ещё на три года в Падуе для занятий медициной.

Закончив три университета, Коперник не стал получать в них учёную степень – по той лишь причине, что друзья-студенты ожидали от каждого выпускника шумного застолья, разорительного для небогатого человека. Только в тридцать лет Коперник сдал экзамены на учёную степень в университете Феррары (где его никто из студентов не знал) и вернулся в Польшу.

Уже в те годы Коперник пришёл к мысли о гелиоцентризме и начал распространять среди друзей свои рукописи о новом взгляде на мироздание.

Вернувшись в Краков, Коперник становится помощником своего дяди-епископа, читает лекции в университете и занимается астрономическими наблюдениями.

После смерти дяди Николай Коперник, которому уже исполнилось тридцать девять лет, переезжает в маленький городок Фромборк, где начинает выполнять обязанности священника. (В этом глухом уголке Польши Коперник остался до конца жизни.) В одной из башен собора каноник-астроном оборудовал обсерваторию и продолжил работать над своей главной книгой.

Слухи о новом выдающемся астрономе распространились по Европе, и римский папа пригласил Коперника в Рим – для работы над новым календарём. Но, в отличие от Региомонтана, Коперник вежливо отказался и остался в своей польской глухомани – не спеша готовить величайшую революцию человеческой мысли.

Последнюю тысячу лет образование было доступно практически только священнослужителям, но истина настолько притягательна, что для ниспровержения религиозных догм она вербует сторонников даже среди священников.

Читатель, топни ногой по земле!

Надёжная и непоколебимая.

Для достижения небесной гармонии смелый польский каноник покусился на покой

нашей земной тверди. Коперник остановил Солнце, взял твёрдой рукой Землю за шкуру и бросил её в годовой космический полёт вокруг светила, вдобавок придав нашей планете быстрое суточное вращение!

В пятьдесят восемь лет Николай Коперник ушёл в отставку с поста священника и полностью сосредоточился на своей книге, в которой он собрал все доводы в пользу гелиоцентрической системы. Над этой книгой Коперник работал полжизни. Николай не забывал своё медицинское образование и продолжал бесплатно лечить людей.

– А почему Коперника обычно называют священником? – спросил Андрей. – Ведь он был им лишь часть своей жизни?

– Верно, это довольно распространенное и не совсем правильное мнение. Коперник был в первую очередь учёным. За свою жизнь он проявил себя выдающимся мыслителем и астрономом, а также умелым врачом и юристом, губернатором и дипломатом, экономистом и священником. Он знал кроме польского немецкий, итальянский, латынь и греческий языки, поэтому был ещё и переводчиком.



Коперник влюбился в красивую девушку, но не смог на ней жениться, следуя суровым догмам католической церкви. И подлинной страстью Коперника стала астрономия. Он создал новую систему мира и написал об этом книгу, но не знал, как её опубликовать.

Кроме того, Коперник прекрасно понимал, какую бурю негодования вызовет его труд

среди религиозных догматиков: «...как только некоторые узнают, что в этих моих книгах, написанных о вращении мировых сфер, я придал земному шару некоторые движения, они тотчас же с криком будут поносить меня...» Он так отзывается о своих противниках: «...пустословы, которые, будучи невеждами во всех математических науках, всё-таки берутся о них судить». Священник Коперник с гордостью заявил: «Математика пишется для математиков...»

– Значит, он считал себя математиком! – решила Галатея.

– В те времена издание книги было предприятием примерно такой же сложности, как постройка океанского корабля. Копернику перевалило уже за шестьдесят пять, и ему начало казаться, что его книга никогда не увидит свет. Но тут к нему приехал молодой энергичный австриец Ретик, услышавший о новых идеях польского астронома.

Ретик сразу принял гелиоцентрическую точку зрения Коперника, став его единственным учеником.

В течение двух лет Ретик опубликовал краткое изложение системы мира по Копернику, подготовил шеститомный труд учителя к печати и договорился с герцогом Пруссии о поддержке издания книги великого астронома.

Книга начала превращаться в реальность: Коперник получает из типографии Нюрнберга корректуру – предварительно напечатанные листы, – проверяет, исправляет и отправляет её назад. Но в декабре 1542 года престарелого учёного разбивает паралич. На много месяцев Коперник остаётся прикованным к постели. За выпуском книги следит Ретик.

24 мая 1543 года полностью изданная книга была вложена в руки парализованного Коперника. Мы не знаем, что почувствовал и что подумал учёный в этот момент. Но вечером того же дня великий астроном Николай Коперник умер, выполнив свой долг учёного до конца и войдя в историю как создатель гелиоцентрической системы мира.

– Я знаю, что он подумал, – вдруг заявила Галатея. – Он понял, что он свободен.

Никки с задумчивым удивлением посмотрела на маленькую девочку, сказавшую такие мудрые слова, и продолжила:

– Коперника похоронили в соборе Фромборка, в котором он провел вторую половину своей жизни.

А его книга стала началом научной революции в Европе.

Не сразу католическая церковь осознала радикальность и «еретичность» идей Коперника: с одной стороны, ей хватало проблем с протестантской ересью, с другой – церковь нуждалась в новом календаре и перестала запрещать занятия астрономией. Римский папа даже благожелательно выслушал лекцию одного учёного кардинала о гелиоцентрической системе, хотя, видимо, папа просто не понял новизны коперниканской модели небес.



– Не «видимо», а очевидно! – Андрей запальчиво перебил рассказчицу.

– Лишь семьдесят лет спустя церковь, осознав взрывоопасность гелиоцентризма, запретила учение Коперника и потребовала уничтожить его книгу или вычеркнуть из неё самые еретические места. Вдобавок церковь попыталась представить коперниканскую

систему мира не как реальную модель, а просто как математический приём, полезный для вычислений движения светил.

Книга Коперника к тому времени вышла уже третьим изданием и распространилась по всей Европе. Многие владельцы этой книги были вынуждены выполнить указ церкви и сжечь труд Коперника или замазать чёрной краской указанные страницы.

Но было поздно: истина обладает удивительным свойством притягательности. Запретить истину какими-либо указами или закрасить её чёрным цветом попросту невозможно.

– Раз велели замазать, значит, теория правильная, – подытожил Андрей. – А неправильную теорию без толку замазывать – она и так неправильна и никому не интересна.

Никки кивнула:

– На памятнике Копернику написано:

«Остановивший Солнце, сдвинувший Землю». Благодаря Копернику, Земля сорвалась с места, закружилась вокруг Солнца, и затормозить её уже было никому не по силам.



### Примечания для любопытных

**Николай Кузанский** (1401–1464) – немецкий философ и математик. Кардинал католической церкви.

**Томас Торквемада** (1420–1498) – Великий инквизитор Испании. Лично ответственен за гибель многих людей.

**Николай Коперник** (1473–1543) – великий польский астроном и математик. Автор современной гелиоцентрической системы мира.

**Ретик** (Георг Иохим фон Лаухен) (1514–1574) – немецкий астроном и математик. Единственный ученик Коперника. В 1540 году опубликовал первое изложение коперниканской системы.

**Каноник** – священник католической церкви.

**Протестантизм** – широкое христианское течение, отделившееся от католической церкви. Возникло в XVI веке при Реформации и представляет собой множество ответвлений: лютеранство, кальвинизм, англиканство, квакерство, баптизм и т. д. Доминирует в США и Северной Европе, в том числе – в Англии и Скандинавии.

### Сказка об аристократе Тихо Браге с золотым носом и стальной астролябией

– В сказках злые колдуны часто обманывают людей, попавших в беду в дальней дороге: обещают им помощь в обмен на то, про что они ещё не знают. Легкомысленные путешественники соглашались, а вернувшись домой, узнают, что у них родился сын, которого и нужно отдать колдуну.

– Это слишком сказочные сказки, – заявила Галатея. – В жизни таких людей не найти.

– Хм... – лукаво прищурилась Дзинтара. – Я расскажу вам реальную историю, которая невероятней любой сказки. Здесь есть и человек, который пообещал подарить своего нерождённого сына; и запретная любовь принца и простолюдинки; и король, который тонул в холодном море и был спасён ценой жизни своего друга; и даже редкий случай, когда знаки неба оказали на земную судьбу человека реальное влияние.



– И это всё в одной истории? – удивился Андрей.

– Кроме того, здесь будет кража ребёнка и кровавая дуэль; запрет глядеть на звёзды и подземная астрономическая обсерватория; пьяный домашний лось и ссора с королём, которая закончилась бегством в чужую страну.

– Мама, ну начинай уже скорее свою историю! – нетерпеливо воскликнула Галатея.

– Хорошо. Я начну её с одного декабрьского вечера 1546 года. Это было через три года после смерти Коперника.

Вечерело. Серые волны Балтийского моря с шумом забегали на пологий берег, выплескивали янтарные камушки и сползали назад. Снег покрывал поля Датского королевства, собирался на крышах хижин и дворцов, обитатели которых уже укладывались спать. Но в большом замке из красного кирпича царила суматоха, в окнах метались многочисленные огни.

Только что у богатого аристократа Отте Браге родились двое сыновей-близнецов!

Очень обрадовались родители новорожденным близнецам. Ещё больше радовался им флотский адмирал Йерген Браге, бездетный брат Отте, живший в замке по соседству. Ведь Йерген заранее уговорил Отте отдать ему сына-первенца, по обычаю древних викингов.

– В момент этого договора братья были наверняка пьяны, как эти самые викинги! – заметил с мудрой усмешкой Андрей.

Дзинтара пожала плечами и продолжила рассказ:

– Вскоре один из близнецов умер, и Отте отказался от своего опрометчивого обещания и не отдал адмиралу своего другого сына, которого назвал Тюге. Но Йерген, так долго мечтавший о сыне, не смирился – он улучил момент, когда родителей Тюге не было дома, украл уже полуторагодовалого племянника и заперся с ним в своём замке.

– Какое безобразие! – возмутилась Галатея.

Дзинтара подтвердила:

– Родители Тюге тоже негодовали! Но они, конечно, понимали, что Йерген со своей женой Ингер, не чаявшие в Тюге души, не сделают ему ничего плохого. Вскоре у родителей Тюге появился ещё один сын, и они смирились со сложившейся ситуацией. Всего же в семье Отте было пятеро мальчиков и столько же девочек.

– Транжиры! – непонятно прокомментировала Галатея.

– Тюге стал единственным наследником богатого адмирала и рос окружённый заботой и вниманием. Ингер вышла из интеллектуальной семьи, и, благодаря приёмной матери, Тюге получил хорошее образование и не стал, как другие аристократы, придворным или дипломатом.

– Тогда это были неинтеллектуальные профессии для необразованных аристократов? – удивился Андрей.

– Уже в двенадцать лет, после великолепного домашнего обучения (оно было исключительным для того времени, например, его родные братья дома латынь не изучали) – мальчик поступил в Копенгагенский университет, назвавшись на латинский манер – Тихо Браге.

И тут небо активно вмешалось в судьбу Тихо.

В один прекрасный августовский день, выйдя из университетского здания, Тихо увидел, что всё вокруг потемнело, словно день внезапно сменился сумерками. Прошло несколько минут – и дневное небо преобразилось, стало чужим и незнакомым. На нём появились звёзды! А посередине небес вместо Солнца повисло странное светило – чёрное, с белой растрёпанной короной.

Рыжеволосому юному Тихо было всего четырнадцать, его сердце было открыто для тайн и мечтаний. Затмение Солнца произвело на него неизгладимое впечатление. Небо оказалось не застывшей декорацией земной жизни, оно существовало по своим загадочным законам, которые ускользали от человеческого понимания. И у Тихо появилась мечта – узнать таинственные законы небес.

Несколько последующих лет Тихо Браге обучался в европейских университетах,

особенно интересуясь звёздами и планетами. Интерес к астрономии подогревался запретом: приёмные родители Тихо хотели, чтобы он учил юридические, а не небесные законы.

Чтобы юноша не занимался астрономическими глупостями и не глазел попусту на звёзды, к нему приставили специального гувернёра, который следил за расходом денег и запрещал покупку любых астрономических инструментов.

– Лучшего стимула для занятий астрономией не придумаешь! – удовлетворенно воскликнул Андрей.

– Ночь, лишь под окнами бредёт запоздалый гуляка, стуча каблуками по булыжной мостовой. Тсс, не шумите! Шестнадцатилетний Тихо Браге тайно, пока гувернёр храпит, – хорошо, что астрономией занимаются ночами! – с помощью примитивного деревянного циркуля измеряет угол между сближающимися в небе Юпитером и Сатурном.

Тихо восхищён, что астрономы научились предсказывать небесные события заранее на много лет, но недоволен точностью их предсказаний: он сверяется с «эфemerидными» таблицами Региомонтана и узнаёт, что геоцентрическая теория Птолемея ошиблась в предсказании сближения Юпитера и Сатурна на месяц. Гелиоцентрическая теория Коперника, в которую Тихо не очень верит, предсказывает время сближения двух этих планет заметно точнее, но всё равно ошибается на несколько дней. Юноша размышляет: «Чтобы детально изучить механику движения небес, нужна программа долгого наблюдения звёзд и планет из одной точки земной поверхности!»

Но пока Тихо ещё учится – вместе с сотнями других молодых людей, съехавшихся в университет из многих городов и стран. Однажды Тихо заспорил со студентом-датчанином о правильности одной математической формулы. Потом эти двадцатилетние юнцы не сошлись во взглядах – кто должен пригласить на танец самую красивую девушку на свадебном празднестве в доме знакомого профессора. И после шумной рождественской пирушки, не в силах иначе доказать свою правоту, юнцы устроили дуэль на фамильных мечах. Дуэль в тёмном переулке привела к тому, что противник перерубил мечом нос у Браге. Крови было море!

– Но это же не означает, что Браге был неправ! – возмутилась Галатея кровавым обычаем средневековых студентов.

– Конечно, нет. Противник Тихо станет потом его другом и видным политиком Дании. Но всю оставшуюся жизнь Тихо Браге будет носить золотой протез, скрывающий его перерубленный нос. Кое-кто полагает, что повреждённое лицо отвратило аристократа Браге от придворной жизни и склонило его к наукам и уединению.



В это время жизнь Тихо резко изменилась из-за того, что горячая лошадь датского короля встала на дыбы и упала с копенгагенского моста в холодную воду. Король — в тяжёлой одежде и опоясанный мечом — стал тонуть. И тут в ледяную воду на помощь прыгнул адмирал Йерген. Король был спасен, но пятидесятилетний адмирал получил

воспаление легких и вскоре умер.

Тихо становится владельцем большого состояния и, поселившись в Германии, без помех заказывает астрономические инструменты и вволю наблюдает звёздное небо.

Болезнь родного отца Отте заставляет Тихо вернуться в Данию. Вскоре и Отте умирает, завещая Тихо половину фамильного замка.

Двадцатипятилетний Тихо в растерянности: астрономия зовёт его в Германию с её ясными ночами, а хозяйственные заботы о замке удерживают его в туманной Дании.

И тут в жизнь Тихо вмешался могущественный земной фактор. На сельском празднике Тихо встретил красивую веселую Кирстен и сразу влюбился в неё, хотя она была обычной сельской девушкой, дочкой местного священника.

Любовь, как известно, никаких сословных предрассудков не признаёт.

Но сословные законы шестнадцатого века, наоборот, сентиментальностью не отличались и категорически запрещали браки между влюблёнными аристократами и прекрасными простолюдинками.

– Безобразие! – рассерженно прошипела Галатея.

– Но Тихо нашёл юридическую лазейку: в датском законе говорилось, что если женщина открыто живёт три зимы в доме мужчины и носит ключи от его дома на своём поясе, то она может называться его женой, хотя не может появляться с ним на публике, носить его фамилию и наследовать его имущество – как и их дети.

\* \* \*

Тихо и Кирстен преодолеют все препятствия и проживут вместе тридцать лет. Кирстен родит Тихо восьмерых детей и умрет вскоре после смерти мужа. Тихо и Кирстен будут похоронены вместе – как они и жили.

\* \* \*

Но не будем забегать вперёд.

Семейная жизнь Тихо и Кирстен только началась. Тихо забывает о небе, забрасывает астрономию, устраивает в имении стекольный и бумажный заводы, занимается алхимией в своей лаборатории, надеясь с помощью философского камня получить золото.

Тут небо забеспокоилось и послало красавицу Кассиопею вмешаться в размеренную земную жизнь Тихо. Это хорошо известное созвездие в виде буквы W изменило своё лицо в 1572 году. В Кассиопее вспыхнула новая звезда – да такая яркая, что она стала видна в полдень!

Тихо Браге, увидев небесную Кассиопею, украшенную такой необычной драгоценностью, просто не поверил собственным глазам и позвал на помощь свою земную Кирстен. Жена подтвердила, что тоже видит звезду, сияющую днём.

Тихо словно очнулся от земных дел. Он так восхищён новой звездой, что любуется ею постоянно, вызывая ревность Кирстен.

Новая звезда Кассиопеи окончательно изменила судьбу Браге и связала её с небом.

По результатам собственных наблюдений Тихо публикует книгу «О новой звезде» и получает широкую известность как астроном. Он путешествует по Европе и снова думает о реализации своей мечты и об организации в Германии обсерватории, которая заложила бы, по мысли Тихо, «фундамент для возрождения астрономии».

Король Дании, узнав, что видный астроном собирается покинуть страну, дарит тридцатилетнему Тихо Браге в пожизненное владение остров Вен размером в несколько километров, чтобы астроном мог устроить там свою обсерваторию. При этом король Фредерик высказал надежду, что своими трудами Тихо Браге «прославит страну, короля и самого себя». Король был совершенно прав, так впоследствии и получилось. На постройку и содержание обсерватории король выделил значительное количество золота. На свои

астрономические занятия Браге тратил до одного процента доходов всей Дании.

– Это же так мало – всего один процент на звёзды! – не утерпела Галатея.

– По тем временам это были огромные суммы, – ответила Дзинтара. – На постройку и содержание обсерватории Тихо Браге ушло больше тонны золота, включая почти всё состояние самого Браге. Уже через год Тихо Браге приступает к наблюдениям на новом месте и не прекращает их в течение двадцати одного года. За это время на острове вырос целый научный городок – Ураниборг. Интересно, что часть помещений обсерватории располагалась под землей – чтобы защищать наблюдателей от холодного ветра и дать астрономическим инструментам надёжную опору.

– Но ведь крыша этих зданий все равно была открыта? – не утерпела Галатея.

– Конечно, иначе звёзды не увидишь. Но наблюдать звёзды в течение долгих морозных ночей было настолько холодно, что астрономы использовали любую возможность укрыться от ветра.

За двадцать лет Тихо Браге на своём острове сделал десятки тысяч наблюдений звёзд и планет (Тихо помогала дюжина учеников и помощников). Наблюдения каждого года составляли целую книгу, которая публиковалась в собственной типографии обсерватории. Ураниборг стал первой астрономической обсерваторией современного образца.

Большое внимание Тихо уделял Луне, планетам и кометам. В 1577 году, наблюдая движение яркой кометы, Браге приходит к важному выводу, что нет никаких хрустальных сфер, к которым, как думали древние астрономы, прикреплены планеты. Он писал: «Движением комет четко доказано, что небесная машина – это не твёрдое тело, непроницаемое, составленное из различных реальных сфер, как до сих пор думали многие, но текучее и свободное, открытое во всех направлениях, которое не чинит абсолютно никаких препятствий свободному бегу планет».

– Верно, иначе комета побила бы в своём движении весь небесный хрусталь! – засмеялся Андрей.

– Но особенно интриговал астронома Марс – яркая планета, которую так удобно наблюдать и которая так странно ведёт себя – то замедляется, то ускоряется и даже делает на небе огромные петли. Модель Коперника описывала движение Марса с невысокой угловой точностью – около одного градуса, или двух диаметров Луны. А в 1593 году вообще случилась «астрономическая катастрофа» – Марс резко отклонился от предсказаний теории Коперника на четыре с лишним градуса! Теория Птолемея давала значение, отличающееся от реального положения планеты на пять с лишним градусов!

Предсказание модели Коперника было настолько неточным, что аккуратный наблюдатель Тихо потерял веру в гелиоцентрическую теорию и придумывает свою систему мира, в которой Земля неподвижна, но остальные планеты вращаются не вокруг неё, а вокруг Солнца, которое само было спутником Земли. Тихо наблюдал небо, надеясь, что накопленные наблюдения позволят подтвердить не коперниканскую, а его систему мира. Но аккуратные наблюдения тем и ценны, что не зависят от желания наблюдателя.

Тут Дзинтара нахмурилась, видимо вспомнив что-то своё. Потом вздохнула и продолжила:

– В то время на обсерваториях ещё не было телескопов.

– Как? – не поверила своим ушам Галатея. – Обсерватория – и без телескопов?

– Да, тогда ещё телескоп не изобрели, и астрономы пользовались лишь своими глазами и угломерными инструментами. Тихо Браге построил несколько многометровых стальных и латунных угломеров – астролябий, квадрантов и армиллярных сфер – и совершил революцию в наблюдательной астрономии, повысив точность измерения положения светил на небе в десять раз и составив каталог из более чем тысячи звёзд, положение которых было измерено с необычайной аккуратностью.

\* \* \*

Тихо Браге был одновременно и астрономом, и аристократом шестнадцатого века. Он жил в своём феодальном замке на собственном острове. Замок имел редкий в те времена водопровод на всех этажах. В Ураниборге кипела жизнь: повседневные роскошные ужины на две дюжины человек; музыка, песни и стихи; карлик, играющий роль шута; любимые собаки и огромный домашний лось, который однажды выпил слишком много пива на приёме в честь заезжего вельможи, упал на лестнице и расшибся насмерть.



В гости к Тихо приезжали учёные и аристократы.

В замке были специальные покои для датского короля, который был личным другом астронома и мог в любой момент навестить его. Шотландский король Яков с королевой Анной тоже побывал в Ураниборге, восхитился и воспел Тихо в поэме, написанной латынью.



София, младшая сестра Тихо Браге, увлеклась астрономией и помогала своему брату в наблюдениях, часто посещая его обсерваторию. Но остальные родственники осуждали Тихо и Софию, считая науку занятием, недостойным людей благородного происхождения.

\* \* \*

Но долгие годы расцвета Ураниборга подходили к концу: датский король Фредерик, расположенный к Тихо, умирает. Его наследник, юный король, собирает деньги на войну и постепенно прекращает финансирование обсерватории. Новый король возмущается «греховным» – то есть не освящённым церковью – браком Тихо и вскоре отбирает у аристократа-астронома крупное норвежское поместье, дававшее доход для поддержания Ураниборга. Тихо пытается объяснить с королём, но это приводит лишь к окончательной ссоре. Надменный и набожный король рассматривает астронома Браге лишь как своего слугу, который должен подчиняться королевским приказам. В конце концов король попросту запрещает Тихо астрономические занятия, «полные опасной любознательности».

– А король-то – глупый! – воскликнула маленькая девочка Галатея. – Как его звали?

– Не думаю, что он стоит упоминания в нашей истории о знаменитом Тихо Браге. Это был всего лишь обычный король... – пожала плечами Дзинтара. – После ссоры с новым датским властителем Тихо Браге понимает, что настало время уезжать. Продав брату свою часть фамильного замка и собравшись в одну ночь, он отплывает с семьёй с острова Вен.

Тихо поселяется в Праге и становится придворным астрономом императора Рудольфа II.

Вместе с собой он привозит архив своих наблюдений, а потом переправляет и главные инструменты с Ураниборга, включая металлические угломерные инструменты. Но прочно обосноваться на новом месте Тихо Браге не пришлось.

В возрасте пятидесяти четырёх лет аристократ и астроном Тихо Браге скончался от внезапной болезни. Умирая, он прошептал: «Жизнь прожита не напрасно!»

Тихо был прав: своей выдающейся и длительной деятельностью астронома-наблюдателя он заслужил благодарность потомков. Именем Тихо Браге назван один из самых примечательных кратеров на Луне и кратер на Марсе.

Тихо Браге выполнил свою мечту – он точно измерил ход космических светил и фактически узнал законы неба. Они были собраны в его многочисленных таблицах и ждали теоретического осмысления и превращения в точные математические формулы.

Император Рудольф велел похоронить протестанта Браге с рыцарскими почестями в главном католическом соборе Праги, что по тем временам было немыслимым нарушением обычных правил. На совместном надгробии Тихо Браге и его жены Кирстен высечен девиз жизни астронома:

«Не власти, не богатства, а только скипетры науки вечны»

Перед самой смертью Тихо успел сделать то, что позволило делу всей его жизни получить блестящее завершение: аристократ-наблюдатель передал записи своих бесценных наблюдений бедняку-математику Иоганну Кеплеру, сопровождая свой подарок наказом подтвердить систему мира, придуманную Тихо Браге.

Но это уже другая история с другим героем.

### Примечания для любопытных



**Тихо Браге** (1546–1601) – знаменитый датский астроном и аристократ. Основатель крупнейшей обсерватории Европы XVI века.

**София Браге** (1556–1643) – младшая сестра астронома Тихо Браге. Самостоятельно изучала астрономию и помогала брату в его работе. Занималась химией, медициной и генеалогией.

**Король Фредерик II** (1534–1588) – король Дании и Норвегии с 1559 года.

**Император Рудольф II** (1552–1612) – король Германии, с 1576 года – император Священной Римской империи.

**Король Яков VI Шотландский** (он же – король Яков I Английский) (1566–1625) – король Шотландии, а с 1603 года – король Шотландии и Англии.

**Королева Анна** (1574–1619) – дочь датского короля Фредерика II, жена короля Якова I (VI), королева Англии и Шотландии.

**Сверхновая звезда 1572 года** – звезда, взорвавшаяся на расстоянии 7500 световых лет от Солнечной системы – то есть за 7500 лет до того, как её заметили на Земле. Сейчас эту звезду называют «Сверхновая Тихо Браге».

**Комета 1577 года** – яркая долгопериодическая комета, более не возвращавшаяся к Земле. Длина кометного хвоста достигала 30 градусов.

### **Сказка о бедняке Кеплере и эллипсе из немецкой сосиски**

– Жил-был несчастный мальчик по имени Иоганн. – Подражая дребезжащему голосу старухи-сказочницы, королева Никки, приехавшая в гости к принцессе Дзинтаре, рассказывала Галатее и Андрею новую историю: – Родился мальчик Иоганн в зимнюю стужу в бедняцком доме и в четыре года чуть не умер от оспы. Его отец был злобным и сварливым человеком, который бросил семью, ушёл в солдаты-наёмники и исчез навсегда. Мать тоже была тяжёлого нрава, неграмотна и кое-как зарабатывала траволечением.

Короче, это была очень несчастная и бедная семья.

И сам мальчик ходил, повесив голову и глядя под ноги.

Однажды ночью мать разбудила Иоганна, которому уже исполнилось шесть лет, и вывела его на улицу, засыпанную снегом.

– Смотри! – И мать ткнула пальцем в небо.

Иоганн поднял голову и оцепенел от восторга.

По небу летела жар-птица – огромная, с сияющим хвостом. Она остановилась прямо над головой Иоганна, свесила по-русалочьи свой полыхающий хвост и лукаво рассмеялась – словно множество хрустальных колокольчиков запело. На улице стояла толпа людей – они все смотрели на небо, но небесная жар-птица пела песню только ему одному, Иоганну.

– Хм... – сказала скептически Галатее.

Никки вернула себе обычный голос:

– Не смейся, так оно и было на самом деле. Хотя надо признать, что комета 1577 года произвела немалое впечатление и на датчанина Тихо Браге, который следил за ней со своего острова.

Комета осветила трудную жизнь мальчика Иоганна.

– Откуда она прилетела? – расспрашивал он мать. – Там есть ещё... такие красивые?

Та лишь пожимала плечами – откуда неграмотной женщине знать тайны неба?

Три года спустя мать Иоганна снова разбудила его ночью.

Он вышел на улицу, поднял голову к небу и ужаснулся. Круглая Луна была больной. Она светила гораздо слабее обычного и была кроваво-красной!

Это было лунное затмение.

Мальчик твёрдо решил – он обязательно должен узнать законы загадочного неба, таинственные правила внутренней жизни космоса, которые управляют движением комет и Луны.

Для этого нужно было хорошо учиться, поэтому Иоганн стал первым учеником в монастырской школе. После её окончания городские власти дали ему стипендию для обучения в Тюбингенском университете. Профессор астрономии Местлин, который преподавал на уроках официальное учение Птолемея, втайне был приверженцем теории Коперника. Местлин рассказал своему ученику Иоганну о гелиоцентризме – и юноша был покорён красотой запретной теории неба.

Закончив университет, Кеплер стал учителем математики в гимназии города Грац и вскоре женился на местной вдове, дочке мельника Барбаре, о которой саркастический Кеплер впоследствии вспоминал как о «простушке и толстушке».

– Хм! – тут уже слегка шокированно отозвался Андрей.

Никки вздохнула:

– С обычной точки зрения, и повзрослевшего Кеплера трудно было назвать счастливым человеком: он был болезненным, страдал фурункулами, желудком и головными болями. Он не любил мыться, и у него была сильная близорукость: Луна в его глазах попросту расщеплялась на несколько изображений. Семейная жизнь Кеплера не складывалась, финансовые дела были не блестящи...

– Да уж, баловнем фортуны его никак не назовёшь! – отозвалась Галатея.

– Но в душе Кеплера горело яркое желание познать гармонию космоса. Он нашёл загадочные математические соотношения между размерами орбит планет и опубликовал книгу «Тайна мира». В ней проявились его глубокие знания астрономии и впечатляющий математический талант. Кеплер послал свою книгу Тихо Браге и Галилею. С Галилеем у Кеплера завязалась многолетняя переписка.



Через шесть лет католики захватили город Грац и выгнали из него протестанта Кеплера. У католиков и протестантов один бог, но любят они его по-разному, отчего часто ссорятся и даже убивают друг друга.

– Интересно, что по этому поводу думает их общий бог... – пробормотал Андрей.

– Тихо Браге к этому времени переехал в Прагу и стал придворным астрономом

императора Рудольфа. Для обработки своих многолетних наблюдений пожилой Тихо нуждался в молодом помощнике-математике. Браге вспомнил о присланной ему книге и пригласил 29-летнего учителя математики к себе на работу.

В 1600 году Кеплер прибыл в Прагу, где началось самое плодотворное десятилетие его жизни.

Трудно представить более разных людей: властный и громогласный аристократ-наблюдатель Тихо Браге и немногословный худой школьный учитель математики Кеплер. К тому же Кеплер был приверженцем теории Коперника, а Тихо Браге верил в свою систему мира, в которой Солнце вращалось вокруг Земли, а остальные планеты – вокруг Солнца.

Кеплеру и Браге не удалось поработать вместе: Тихо Браге через несколько месяцев после их встречи внезапно умирает. Кеплер становится придворным астрономом, обладателем всех наблюдательных данных Тихо Браге и приступает к решению задачи, которая с незапамятных времён мучила астрономов: он пытается распутать тысячелетнюю загадку запутанных орбит планет.

Действительно, если проследить за движением Марса среди звёзд, то мы с удивлением обнаружим, что Марс ведёт себя очень странно. Примерно раз в два года он перестаёт двигаться в обычном направлении, останавливается и пятится! За несколько месяцев Марс делает петлю или зигзаг на небе, лишь потом успокаивается и продолжает своё обычное движение.

Что за странные танцы в небе?

Аналогичные «кривули» на небе описывают и другие планеты, но петля Марса самая заметная.

Птолемей объяснял такое попятное, или петлеобразное, движение тем, что Марс движется по маленькому кругу – эпициклу, а сам центр эпицикла движется вокруг Земли по гораздо большему кругу и в противоположную сторону. Разнонаправленные движения по двум кругам складываются так, что планета может пятиться в небе.

Коперник считал, что планеты двигаются вокруг Солнца, но всё равно был вынужден сохранить два круговых разнонаправленных движения для каждой планеты, кроме самой Земли, которая равномерно летела по простой и совершенной круговой орбите.

Кеплер был коперниканцем, но видел, что теория Коперника не совпадает с наблюдениями Тихо Браге, хотя и меньше, чем птолемея система мира.

– А почему он не отказался от теории Коперника, как это сделал Тихо Браге? – спросил Андрей.

– Искать новую теорию или улучшать старую – эту проблему решает каждый учёный, столкнувшийся с несовершенством теории, – сказала Никки. – Истина может лежать в обоих направлениях. В данном случае Кеплер верил, что можно улучшить теорию Коперника.

Иоганн был полон решимости найти такие коперниканские орбиты планет, которые бы точно согласовывались с наблюдениями Тихо Браге.

Но как это сделать?

Кеплер был первым учёным в мире, который задумался не над тем – КАК движутся планеты, а над вопросом – ПОЧЕМУ они так движутся? Он прочитал книгу англичанина Вильяма Гильберта, который объяснял поведение стрелки компаса тем, что Земля сама является огромным магнитом. Кеплер задумался: может быть, в космосе действует магнитная сила Солнца, которая и заставляет планеты двигаться по своим орбитам?

Идея космической силы, связанной с Солнцем, была поистине гениальной и продвигала Кеплера в его рассуждениях. Он думал так: Меркурий расположен ближе всего к Солнцу, источнику силы, и движется быстрее остальных планет. Чем дальше планета от Солнца, тем медленнее она движется. Так, может, это правило работает и для одной планеты? Ведь она движется по некруговой орбите то ближе к Солнцу, то дальше.

И Кеплер делает смелый шаг – отказывается от древнего принципа равномерного движения планеты по орбите. Теперь в его расчётах и Марс, и Земля движутся по своим

орбитам, меняя скорость, – ускоряясь возле Солнца и замедляясь вдали от него. Прodelав все необходимые вычисления, Кеплер увидел, что новая теория гораздо лучше совпадает с наблюдениями.

Он на верном пути! Но новая теория всё ещё отклонялась от точных наблюдений Тихо Браге. Может, наблюдения плохи? Нет, Кеплер знал, что Браге был самым аккуратным наблюдателем за всю историю астрономии. Он заставлял своих помощников одновременно наблюдать одну и ту же планету из разных башен своей обсерватории, а потом проверял совпадение их данных.

– И он сразу замечал по этим данным, если кто-то из его помощников задрёмывал и делал неточные наблюдения! – хихикнул Андрей. – Вот им, наверное, попадало после этого!

Никки согласилась:

– Браге отбирал только надёжные наблюдения и усреднял их, добиваясь невиданной точности измерения орбит. Поэтому теоретик Кеплер решил поверить не в свою новую теорию, а в аккуратные наблюдения Тихо Браге.

И принялся искать другое теоретическое решение.

Прошло два года. Кеплер напряжённо думал. Предположение о круговых основных орбитах и дополнительных эпициклах той же «совершенной» формы сковывало его по рукам и ногам.

Тысячи лет круг считался самым «священным» вариантом для орбит небесных светил. Но природа – насмешливый еретик, она не следует святым людским правилам, и карманы её полны сюрпризов...

За ужином Кеплер был рассеян. Напряжённо раздумывая о небесных орбитах, он положил на свою тарелку толстую немецкую сосиску и разрезал её поперек ножом. Вот, даже срез сосиски – круг. Да, но если придавить сосиску вилкой... вот так... то круг превращается в овал. Может быть, попробовать использовать для формы орбиты овал или эллипс? Это крамольная мысль, но если она будет согласовываться с наблюдениями Браге, то...

Кеплер вскочил из-за стола, забыв про ужин, и приступил к расчётам.

Нужно было решить – где поместить Солнце в орбитальном эллипсе – в его центре или в его фокусе?

Кеплер проверял все варианты.

И вот настал знаменательный день: когда Кеплер поместил Солнце в точку, которая была одновременно фокусом эллиптических орбит и Марса, и Земли, то все наблюдения Тихо Браге, как по волшебству, улеглись на теоретическую кривую!

Новая теория избавилась от эпициклов, полностью объяснила попятное движение Марса и других планет по небу и заодно низвела Землю до обычной планеты с некруговой орбитой – как и у остальных небесных тел, вращающихся вокруг Солнца.

Такие ослепительные моменты выпадают раз в жизни – и то далеко не в каждой. Кеплер был счастлив до слёз.

\* \* \*

В 1609 году Иоганн Кеплер публикует книгу «Новая астрономия», в которой содержатся два закона небесной механики, известных сейчас как первый и второй законы Кеплера:

1. Форма планетной орбиты – эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце.



2. Скорость движения планеты по орбите меняется так, что линия, соединяющая планету с Солнцем, заметает одинаковую площадь за каждую единицу времени. (Другими словами, скорость орбитального движения планеты больше возле Солнца и меньше вдали от него.)

– Что такое «заметает»? – спросила Галатея.

– Возьми линейку и проведи её ребром по пыльной поверхности. Всё, что станет



почище, – это и есть площадь, которую «замела» твоя линейка, – пояснила Никки.

– Линейка у меня есть, но где мне взять такую пыльную поверхность? – задумалась Галатея.

– Я легко помогу тебе в этом, – успокоил брат сестру, и Никки продолжила:

– «Новая астрономия» содержала 900 страниц трудоёмких математических вычислений. В середине этого математического моря Кеплер оставил плавать такое эмоциональное замечание: «Если этот утомительный метод вызывает в вас отвращение, то пусть он также вызовет ваше сочувствие ко мне, потому что я проделал эти выкладки не менее семидесяти раз...»

Благодаря точнейшим наблюдениям Браге и математическому гению Кеплера, гелиоцентрическая система Коперника всего за шестьдесят лет обрела совершенное математическое воплощение и превосходное наблюдательное подтверждение, чего теория Птолемея не смогла достичь и за полторы тысячи лет.

Коперниканская теория сумела прекрасно объяснить движение Земли и пяти видимых планет, известных с незапамятных времён.

Кеплер не смог выполнить завещание Тихо Браге и подтвердить его теорию строения планетной системы. Но он восславил своего старшего коллегу не как теоретика, а как великого наблюдателя.

Девятью годами позже Кеплер добавил к двум первым законам небесной механики ещё и третий закон, связавший среднее расстояние и период обращения планеты.

Никки обратилась к детям:

– Хотите самостоятельно открыть третий закон Кеплера?

– Хотим! – воскликнул Андрей.

– Э-э-э... да! – поддержала его Галатея.

Никки кивнула и принялась писать на листке бумаги цифры, по ходу дела поясняя:

– Если принять среднее расстояние от Земли до Солнца за единицу (она называется астрономической единицей и обозначается – а. е.), то средние расстояния от Солнца и периоды обращения шести планет, известных во время Кеплера, будут таковы:

Меркурий: 0,387 а. е., 0,241 года;

Венера: 0,723 а. е., 0,615 года;

Земля: 1,000 а. е., 1,000 год;

Марс: 1,524 а. е., 1,881 года;

Юпитер: 5,203 а. е., 11,862 года;

Сатурн: 9,539 а. е., 29,458 года.

Никки протянула листочек детям и сказала:

– Завтра вооружитесь калькулятором и попробуйте обнаружить изумительную закономерность, спрятанную в приведённых выше числах.

*(Вы тоже это можете сделать, читатель. Если же вам недосуг открывать законы неба, и вы просто хотите проверить закон, найденный Кеплером, то вычислите куб среднего расстояния планеты от Солнца и разделите его на квадрат периода обращения планеты – и вы получите, что у ВСЕХ планет Солнечной системы эта величина практически одинакова – даже если рассчитать эту величину для Урана и Нептуна, неизвестных во времена Кеплера, или для любого из сотен тысяч открытых ныне астероидов!)*

Никки, озадачив ребят, продолжила:

– С помощью своих законов Иоганн Кеплер сумел точно предсказать положения всех планет на небе на сотни лет вперёд. Кеплер, основываясь на наблюдениях Тихо Браге, опубликовал за свой счёт «Рудольфовы таблицы», которые пользовались огромной

популярностью и были надёжным инструментом астрономов и моряков в течение двухсот лет.

Достижения Кеплера этим далеко не исчерпываются. Например, переписываясь с Галилеем, он предложил новый тип телескопа, который вскоре вытеснил схему телескопа самого Галилея.

Многие из этих научных достижений пришлось не на пражский период, а на заключительную и очень беспокойную часть жизни Кеплера.

\* \* \*

В 1611 году спокойная жизнь императорского астронома Кеплера закончилась: его старший сын умирает от оспы, а жена – от эпилепсии. В это же время император теряет корону, и Кеплер переезжает в Линц – столицу Верхней Австрии, где женится второй раз на дочери столяра.

Жизнь продолжает испытывать Кеплера на прочность.

Мать Кеплера, живущая в Леонберге, обвиняется в колдовстве, её сажают на железную цепь у городских ворот.

– Пожилую женщину сажают на цепь у ворот? – переспросила недоверчиво Галатея.

– Обвинение в колдовстве было смертельно опасно в семнадцатом веке: только за одну зиму в Леонберге сожгли шесть женщин, объявленных ведьмами. Тётка матери Кеплера была сожжена по тому же обвинению.

Кеплер защищает свою мать и добивается её оправдания. Но, измученная долгой неволей, Катарина Кеплер умирает через год после освобождения.

Позже Линц попадает в осаду восставших крестьян-протестантов и сгорает в пламени религиозной войны.

Кеплер снова переезжает – уже в немецкий город Ульм. Он не подозревает, что через двести пятьдесят лет в этом местечке родится Эйнштейн – человек, который сможет уточнить законы Кеплера и вывести небесную механику на уровень небесной физики.

Финансовые дела у Иоганна Кеплера идут всё хуже.

Он всё ещё является придворным астрономом, но зарплату ему уже многие годы не выплачивают: у нового императора слишком много военных расходов.

Вся Европа охвачена кровопролитной Тридцатилетней войной.

Осенью 1630 года Кеплер отправляется к императорскому двору, надеясь получить хотя бы часть жалованья. Стоит слякотный холодный ноябрь. По дороге Иоганн Кеплер сильно простужается и умирает...

На его могиле высечены латинские строки, написанные самим Кеплером:

Я небеса измерял;  
Ныне тени Земли измеряю.  
Дух мой жил на небе;  
Здесь же тень тела лежит.

\* \* \*

Наследникам Кеплера досталась поношенная одежда, двадцать два флорина наличными, тридцать тысяч флоринов невыплаченного жалованья и архив научных рукописей, большая часть которых в восемнадцатом веке была приобретена Петербургской академией наук.

Через несколько лет после смерти Кеплера была опубликована последняя и неожиданная книга великого учёного: научно-фантастическое повествование об астрономе, который летит на Луну и наблюдает небо с гораздо более выгодной точки, чем Земля.

Видимо, это было первое в истории научно-фантастическое произведение (с ударением на «научное»).

– Эй, хочу почитать эту книгу! – воскликнул Андрей. Никки задумчиво сказала:

– Кеплер был болезненным и небогатым человеком. Он сам и его семья страдали от войн и эпидемий, религиозных преследований и инквизиции. Но одновременно он был очень счастливым учёным, который открыл истинные законы механики неба.

Кеплер сумел преодолеть все трудности и вывести точные законы, которые до сих пор используют астрономы и небесные механики. Именем Кеплера названы кратеры на Луне и Марсе, астероид номер 1134 и сверхновая звезда, университет в Линце и станция венского метро, а также космический телескоп НАСА, созданный для поиска планет возле других звёзд – и действительно открывший многие сотни новых планет. Но самое главное – стоит вам зайти в обсерваторию или в астрономический институт – и вскоре вы услышите привычное среди астрономов выражение: «Согласно закону Кеплера...» Для настоящего учёного это высшая из наград.

Андрей сказал:

– Да, «согласно закону Андрея Шихина» звучало бы здорово.

Никки улыбнулась и встала с кресла, собираясь покинуть детскую спальню.

– В 1609 году, когда Кеплер опубликовал свою книгу и совершил переворот в небесной механике, произошла революция и в наблюдательной астрономии – был изобретен телескоп. Совершил эту революцию Галилей, один из основателей современной науки. Но это тема для другой истории, которую я вам расскажу в следующий раз.

Никки вышла и аккуратно затворила за собой дверь.



### Примечания для любопытных

**Вильям Гильберт** (1544–1603) – английский физик и придворный врач. Изучал магнитные явления. Ввел термин «электрический».

**Иоганн Кеплер** (1571–1630) – выдающийся немецкий астроном, математик и оптик. Открыл точные законы движения небесных тел.

**Галилео Галилей** (1564–1642) – великий итальянский учёный, создавший первый телескоп.

**Альберт Эйнштейн** (1879–1955) – знаменитый учёный, создавший общую теорию относительности, заменившую в двадцатом веке теорию гравитации Ньютона.

**Фокус эллипса.** Забейте два гвоздика в плоскую поверхность. Привяжите к ним верёвку, которая будет немного длиннее расстояния между гвоздями. Возьмите карандаш и натяните им верёвку так, чтобы получился треугольник. Проведите кривую линию этим карандашом, следя за тем, чтобы верёвка все время была натянута и свободно скользила по карандашу. Перебросьте верёвку и карандаш на другую сторону гвоздиков и снова опишите кривую, которая должна соединиться с первой кривой и образовать замкнутую фигуру, которую называют **эллипс**.

Два гвоздика – это два **фокуса** этого эллипса, а точка на середине расстояния между гвоздями – это **центр** эллипса.

Чем длиннее верёвка, тем ближе становится эллипс к окружности (другими словами, эксцентриситет, или сплюснутость, эллипса уменьшается до нуля).

**Флорин** – монета, распространённая в средневековой Европе. Чеканилась из золота

или серебра.

**НАСА** – Национальное управление США по авиации и исследованию космоса. Создано в 1958 году в ответ на запуск советского спутника и отвечает за космические исследования, разработку ракет и спутников. Все фотографии космоса и Земли, полученные НАСА, являются общественным достоянием и могут свободно копироваться (со ссылкой на источник).

### **Сказка о заключённом Галилее и физическом принципе вагона-ресторана**

– Иногда дети совершают удивительные открытия, – задумчиво сказала Никки.

– Иногда? – возмутилась Галатея. – Да мы каждый день делаем это!

– К сожалению, взрослые редко признают детские открытия. Но однажды на берегу тихого голландского канала дети играли со стеклянными линзами. Это очень увлекательное занятие: ведь так интересно собирать лупой солнечные лучи в жгучие яркие точки или рассматривать в увеличительные линзы свои пальцы и чужие носы, зелёные листья и чёрных букашек.

– Я тоже люблю увеличительные стёкла! – сказала Галатея.

Андрей недовольно посмотрел на младшую сестру, перебившую рассказ королевы Никки.

– Ребятишки, конечно, пытались смотреть и вдаль, прикладывая линзы к глазам, но в этом случае они ничего не видели, кроме тумана.

Но сегодня самый шустрый мальчонка приложил к глазу одну линзу, держа другую в вытянутой руке. И закричал от восторга. О чудо! Оказывается, если смотреть в две линзы, то они приближают крыши далёких зданий и даже паруса кораблей, плывущих у горизонта!

– А вот этого я не догадалась сделать! – потрясённо прошептала Галатея.

– Дети немедленно рассказали о своём открытии отцу – оптику Липперсгею. Липперсгей сам посмотрел в принесённые стекляшки, восхитился результатом и поместил обе линзы в длинную трубку – чтобы не держать стёкла руками.

Так была изобретена подзорная труба.

Весть о диковинном инструменте, который позволял далёкое сделать близким, мгновенно разнеслась по всей Европе.

В 1609 году эту новость услышал итальянский учёный Галилей и сразу понял огромное значение такой трубы для астрономии.

В это время он жил в Венецианской республике, известной своими искусными стекольными мастерами. С их помощью Галилей создаёт собственный телескоп, направляет его в небо – и открытия посыпались с неба как из рога изобилия! Галилей обнаруживает, что:

– Луна неровная и покрыта горами и кратерами!

– Вокруг Юпитера вращаются четыре спутника!

– Млечный Путь вовсе не туман, а скопление многочисленных звёзд!

Галилей немедленно публикует о своих открытиях книгу «Звёздный вестник». Весь тираж книги, пятьсот пятьдесят экземпляров, продан неслыханно быстро – за неделю. Европа потрясена звёздными новостями, и даже короли заказывают себе телескопы.

– И всё это благодаря детям! – гордо сказала Галатея.

– А открытия продолжаются!

Галилей:

– Находит на Солнце тёмные пятна и узнаёт, что Солнце вращается вокруг своей оси!

– Замечает, что Сатурн имеет по краям выступы (которые впоследствии – в более сильном телескопе Гюйгенса – превратятся в кольцо Сатурна)!

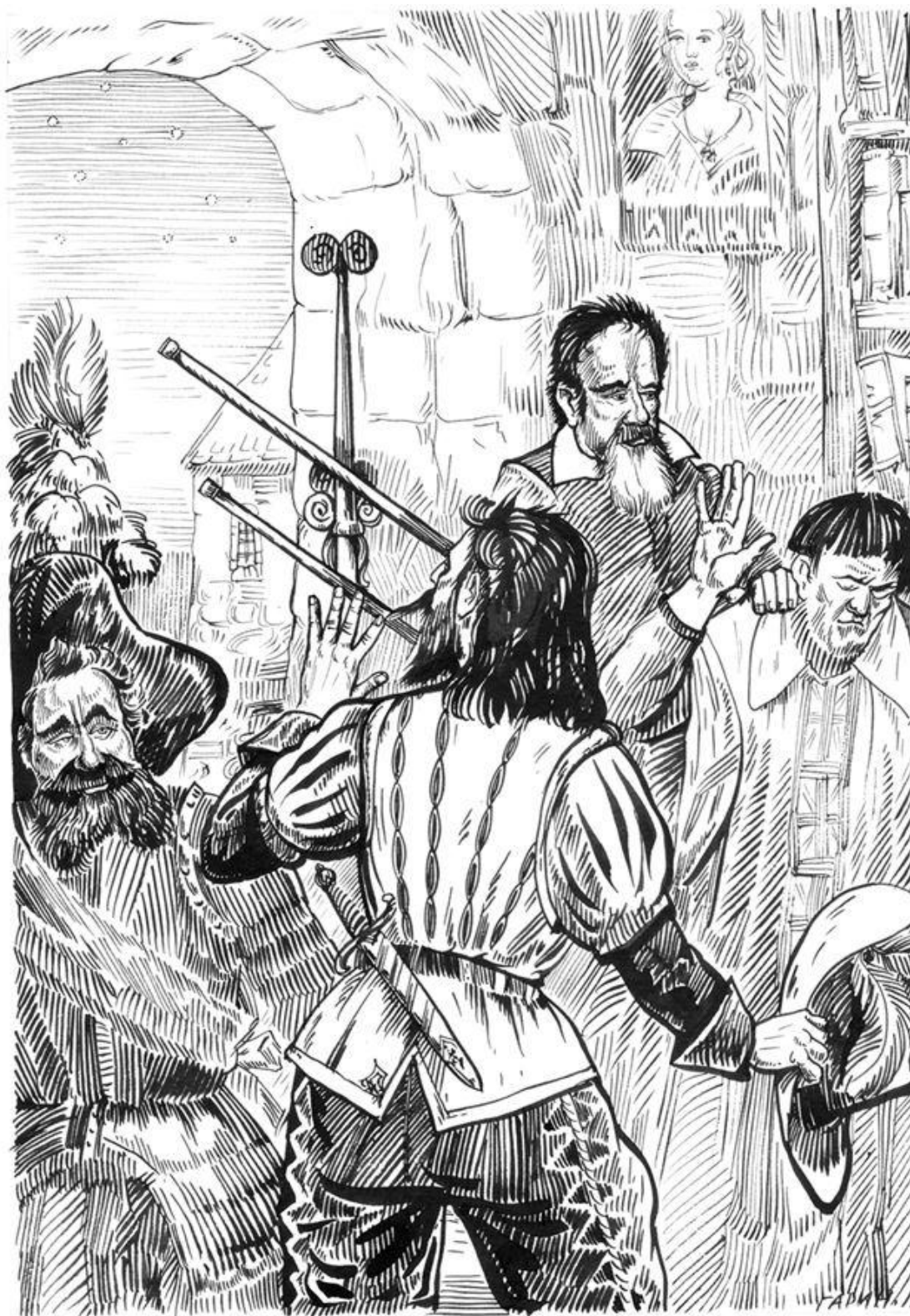
– Обнаруживает, что планета Венера имеет фазы:

как и Луна, она становится то светлым серпиком, то сияющим кругом! Причём и серпиком, и кружком Венера становится при приближении к Солнцу.

Галилей понимает, что последнее открытие исключительно важно, ведь поведение фаз Венеры доказывает, что она вращается не вокруг Земли, а вокруг Солнца и близко к нему. Если бы Венера вращалась согласно теории Птолемея: вокруг Земли и ближе к ней, чем Солнце, – то при приближении на небе к Солнцу она всегда становилась бы серпом – как Луна. Значит, прав был Коперник, а не Птолемей с Аристотелем. А вот Марс никогда в серп не превращается – значит, Марс от Солнца дальше, чем Земля.

– Постой, Никки, я хочу проверить! – закричала Галатея. Она немедленно взяла красное яблоко из вазы, Андрей вооружился жёлтым плодом – и дети стали кружить вокруг лампочки-солнца, пытаясь понять логику Галилея.

Действительно, освещённая часть далекого красного «яблока»-Марса, летающего вокруг лампочки и наблюдателя, никогда не становилась ни серпом, ни даже половинкой, зато превращалась в освещенный круг как раз тогда, когда планета была дальше всего от Солнца. Зато светлая часть жёлтого «яблока»-Венеры, летающего вокруг лампочки ближе кресла наблюдателя, превращалась то в узкий серпик, то в полный круг – когда яблоко проходило мимо «лампочки»-Солнца.



– Всё, можно рассказывать дальше! – наконец наигралась в космос Галатея.

А Андрей проворчал:

– Странный человек был этот Птолемей. Как он мог считать, что Венера и Солнце по отдельности вращаются вокруг Земли, если Венера никогда не отдаляется от Солнца и никогда не видна в полночь?

Никки терпеливо продолжила:

– Галилей был коперниканец, и телескоп дал ему в руки мощное оружие против

Аристотеля, с которым он давно воевал.

Эту войну Галилей начал с молодых лет.

Галилео Галилей происходил из обедневшей семьи венецианских дворян и музыкантов. Он родился в один год с Шекспиром, был моложе Тихо Браге на восемнадцать лет, но старше Кеплера на семь лет.

В семнадцать лет Галилей поступил в Пизанский университет. В университете Галилей был отчаянным спорщиком, обо всём имеющим собственное мнение. Отец Галилея хотел, чтобы он изучал медицину. Но юноша тянулся к маятникам, механике и математике. Отец негодовал: «Врачи всегда богаты, а математики – сплошь бедняки!» К счастью, дети редко слушаются родителей в выборе жизненного пути.

Андрей и Галатея хитро переглянулись.

– Галилей добился своего и стал профессором математики Пизанского университета. Правда, отец всё-таки оказался прав: зарплата новоиспечённого профессора математики оказалась в тридцать раз меньше, чем зарплата тогдашнего профессора медицины!

Изучение физики и механики в семнадцатом веке заключалось в зазубривании трудов Аристотеля, без каких-либо сомнений и проверок. Такое бездумное обучение внушало отвращение Галилею. И он начал борьбу с системой непогрешимого Аристотеля.

Галилей был честолюбив и смел, иначе бы он не объявил войну Аристотелю, чей тысячелетний авторитет был освящён церковью и охранялся суровой инквизицией.

Недоверчивый Галилей решил проверить известное утверждение Аристотеля, который считал, что скорость падения тел зависит от их веса.

Очевидно, что такой закон Аристотель сформулировал, наблюдая медленное, по сравнению с камнями, падение листьев или перьев. Значит, если одно тело в два раза тяжелее другого, оно и падать должно в два раза быстрее. В течение двух тысяч лет никто из учёных или обычных людей не пробовал проверить это мнение авторитетного Аристотеля.

– Никто-никто не пробовал проверить такую простую вещь? – потрясённо прошептала Галатея. – За две тысячи лет?!

Никки кивнула:

– Таково было состояние невозмутимых умов к семнадцатому веку. Но не таков был скептик Галилей. Он взял два железных шара – один весом в тридцать килограммов, а другой – триста граммов. Согласно Аристотелю, поскольку первый весит в сто раз больше, чем второй, и падать должен в сто раз быстрее. Но Галилей быстро убедился, что если сбрасывать шары разного веса с башни или если скатывать их по ровной горке, то скорость их падения или скатывания практически одинакова! Так Галилей опроверг одно из главных положений Аристотелевой физики.

– Но ведь перья падают медленнее ядер! – воскликнула Галатея.

– Галилей понял, что отличие в скоростях падения лёгкого пера и тяжёлого железного шара связано с трением о воздух. Во времена Галилея вакуум не умели получать, но учёный на основе логических заключений пришёл к поражающему современников выводу, что в пустоте лёгкое перо и тяжёлый шар будут падать одинаково быстро.

Почти четыреста лет спустя, в 1971 году, космонавт Дэвид Скотт, стоя на Луне перед телекамерой и миллиардом землян-зрителей, одновременно выпустил из рук тяжёлый геологический молоток и лёгкое перо. Телезрители своими глазами убедились, что в вакууме перо падает с быстротой молотка, а космонавт сказал землянам: «Галилей был прав!»

– Хотел бы я посмотреть, как в вакууме осыпается пушистый одуванчик... – пробормотал Андрей.





— Аристотель также учил, что тело движется, пока на него действует какая-нибудь сила, а в отсутствие силы движение прекращается.

— Мне тоже так кажется... — неуверенно сказала Галатея.

— Галилей провёл опыты и доказал обратное: шар равномерно катится по ровной поверхности очень долго и без всякой подталкивающей силы. И останавливается шар лишь

от силы трения! Так Галилей сформулировал первый закон механики:

В отсутствие силы тело покоится или равномерно движется по инерции.

Аристотель провозглашал, что Солнце летает вокруг неподвижной Земли. С помощью телескопа Галилей старался убедить людей, что Аристотель ошибался и что справедлива гелиоцентрическая система Коперника: Земля быстро вращается вокруг своей оси и вдобавок стремительно летит по орбите вокруг Солнца.

*Академик Кремонини воскликнул: «Если мы перестанем следовать Аристотелю, кто будет нашим проводником в науке?» Галилей ответил: «Только слепым нужны проводники. Кто имеет глаза и мозг, должны научиться их использовать».*

– Мозг упрям, заставить его работать не просто! – усмехнулся Андрей.

– Галилей обладал большим литературным талантом и писал так, чтобы увлечь, а не уморить своего читателя, – полная противоположность трудам Кеплера! Он создавал свои сочинения не только на древней латыни, языке учёных, но и на итальянском, чтобы все жители Италии могли прочитать его книги. Галилей учил своих читателей, что все теории должны проверяться на практике.

Воодушевлённый успехом телескопических наблюдений, Галилей пытается убедить кардиналов в том, что учение Коперника верно и не противоречит Библии. Бесплодные попытки! В это время северные европейские страны стремились избавиться от подчинённости католическому Риму и трактовали священные тексты по-своему. Беспокоясь из-за потерь паствы и церковных налогов, Рим боролся с еретиками-протестантами силой оружия и одновременно жестоко подавлял любые попытки свободно интерпретировать Библию. Всё что там сказано, сомнению не подлежит!

Галилей, выступая за учение Коперника, публично заявил, что «ни одно изречение Писания не имеет такой принудительной силы, какую имеет любое явление природы», и что «при обсуждении естественных проблем мы должны отправляться не от авторитета текстов Священного Писания, а от чувственных опытов и необходимых доказательств...»

Но в глазах церкви любые очевидные факты и тысячи страниц математических доказательств – ничто по сравнению со строчкой Библии, где сказано, что Иисус Навин остановил Солнце – значит, именно оно двигалось, а не Земля. В 1616 году Ватикан официально определяет учение Коперника как опасную ересь:

«Утверждать, что Солнце стоит неподвижно в центре мира, – мнение нелепое, ложное с философской точки зрения и формально еретическое, так как оно прямо противоречит Св. Писанию. Утверждать, что Земля не находится в центре мира, что она не остаётся неподвижной и обладает даже суточным вращением, есть мнение столь же нелепое, ложное с философской и греховное с религиозной точки зрения».

– В жизни не слышала ничего более нелепого! – рассмеялась Галатея.

– Книги Коперника были запрещены, и по Европе был распространён суровый приказ церкви, послушаться которого было смертельно опасно:

«...Чтобы никто отныне, какого бы он ни был звания и какое бы ни занимал положение, не смел печатать их или содействовать печатанию, хранить их у себя или читать, а всем, кто имеет или впредь будет иметь их, вменяется в обязанность немедленно по опубликовании настоящего декрета представить их местным властям или инквизиторам».

– Запрещать книги! – воскликнула Галатея. – Какое варварство!

Никки кивнула, соглашаясь.

– Один из римских кардиналов специально встретился с Галилеем и запретил ему поддерживать учение Коперника.

– И он подчинился?! – насторожилась Галатея.

– Нет, Галилей ослушался. У Галилея были друзья в Ватикане, и в один прекрасный

день одного из его друзей избрали папой. Галилей очень обрадовался и за дружеским столом попытался убедить нового римского папу Урбана VIII, что Земля вращается вокруг своей оси и вокруг Солнца. Римский папа возражал и выдвигал распространённые аргументы – например, если Земля вращается, то почему мы этого не замечаем? И почему люди не слетают с быстро крутящейся Земли? Галилей приводил контраргументы, но римский папа их не воспринимал.

Хотя глава церкви не согласился с аргументами Галилея, учёный выпустил в 1632 году книгу «Диалоги», где собеседники обсуждают коперниканскую и птолемееву системы. Персонажа-коперниканца звали Сальвиати, а устаревшую геоцентрическую систему мира защищал персонаж по имени Простак.

Когда самолюбивый папа Урбан VIII обнаружил, что глуповатый Простак излагает те же самые аргументы, которые в своё время сам папа приводил Галилею, то страшно разъярился. Его дружба с Галилеем была немедленно забыта, а сам учёный был вызван на суд инквизиции.

В 1633 году Галилея заключили в тюрьму и, видимо, пытали.

– Эти негодяи-инквизиторы пытали старого учёного? – не поверила своим ушам Галатея. – Держали его в тюрьме?

– Письма Галилея из тюрьмы, проливающие свет на методы инквизиции, были уничтожены его врагами.

Но сохранилось письмо, в котором семидесятилетний учёный пишет дочери, что не может встать с тюремной лежанки из-за «ужасной боли в бедре».

Угрожая пытками и смертью на костре, инквизиция потребовала от Галилея отречься от «гелиоцентрической ереси». Угроза была реальной: несколько дней назад очередную троицу еретиков сожгли на площади Цветов, широко известной как место сожжения философа и коперниканца Джордано Бруно.

Престарелый Галилей встал на колени и произнёс требуемую формулу отречения.

Это спасло ему жизнь, но не вернуло свободы – он был приговорён к бессрочному тюремному заключению, а его книга была запрещена.

Инквизиторы постановили:

«Вследствие рассмотрения твоей вины и сознания твоего в ней, присуждаем и объявляем тебя, Галилей, за всё вышеизложенное и исповеданное тобою под сильным подозрением у сего Св. Судилища в ереси, как одержимого ложною и противною Священному и Божественному Писанию мыслью, будто Солнце есть центр земной орбиты и не движется от востока к западу, Земля же подвижна и не есть центр Вселенной.

Также признаем тебя ослушником церковной власти, запретившей тебе излагать, защищать и выдавать за вероятное учение, признанное ложным и противным Св. Писанию... Дабы столь тяжкий и вредоносный грех твой и ослушание не остались без всякой мзды и ты впоследствии не сделался бы ещё дерзновеннее, а, напротив, послужил бы примером и предостережением для других, мы постановили книгу под заглавием „Диалоги“ Галилео Галилея запретить, а тебя самого заключить в тюрьму при Св. Судилище на неопределённое время».

– Этих инквизиторов самих надо было посадить в тюрьму за такой суд! – расвирепела Галатея.

– Решение этого судилища, конечно, испугало многих. Коперниканец Рене Декарт, имя которого мы вспоминаем всегда, когда говорим «декартова система координат», писал своему другу об осуждении Галилея: «Это так меня поразило, что я решил сжечь все мои бумаги, по крайней мере никому их не показывать...»

Еретическая книга Галилея была сожжена.

Каждый экземпляр первых изданий «Диалогов», сохранившийся до нашего времени, стоит сейчас целое состояние.

Отречение Галилея до сих пор будоражит умы. Кто-то видит в нём слабость, кто-то хитрость, кто-то покорность католика по отношению к главе церкви.

Всё это не важно.

Отречься можно от веры – от истины отречься невозможно.

Она равнодушна к нашему мнению о ней, она непоколебимо существует сама по себе. Если ты её познал, то никогда с ней не расстанешься. Ты можешь кричать под пытками, что ты её забыл и даже никогда не знал, но это будет ложь.

Истина простит тебе эту вынужденную ложь: она знает себе цену и уверена, что её, истину, забыть невозможно.

Истина простит тебе сомнение, потому что сомнение губительно для веры и лжи, а истина от сомнения только укрепляется.

Истина не любит лишь бездумности и фанатизма. Ей служат осознанно и осмысленно.

Учёный, открывающий её миру, счастлив, потому что увидеть истину может только смелый и умный.

Истина – самое ослепительное и неослепляющее зрелище на свете.

Отрёкся ли Галилей от истины?

Конечно, нет. И он докажет это своей дальнейшей жизнью.

\* \* \*

Суд инквизиции был суровым испытанием для семидесятилетнего учёного. По просьбе влиятельных друзей инквизиция заменила Галилею тюрьму на домашний арест, но старого учёного продолжали держать взаперти и под надзором, запрещая переписку, визиты друзей и врача и угрожая за малейшее неповиновение отправить старика в тюремную камеру.

Вскоре новое потрясение – умирает любимая дочь Галилея. Учёный стал терять зрение.

И что же? Галилей не сдался. Даже слепота не смогла остановить работу могучего мозга.

Галилей диктует ученикам свои последние труды.

Учёный хочет выпустить анонимную книгу в защиту гелиоцентрической системы мира, но прежде он решил написать книгу о механике. Он успел опубликовать только её одну, знаменитые «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению».

«Беседы» стали ещё более могучим ударом по догматизму, чем «Диалоги».

Непокорность Галилея проявилась и в том, что он пренебрег запретом инквизиции на публикацию своих трудов и тайком переправил рукопись книги в протестантскую Голландию, где она и была напечатана. Протестантский север Европы становился всё более независимым от официальной католической церкви. На севере легче возникали новые научные теории и новые научные имена.

\* \* \*

В «Беседах» учёный установил принцип относительности, ставший одним из главных принципов современной физики. Через двести пятьдесят лет галилеевский принцип относительности станет основой теории относительности Эйнштейна.

Принцип относительности Галилея гласит, что человек, сидящий в равномерно движущейся комнате без окон, ни за что не догадается, что он движется, а не находится в покое.

Этот принцип современному человеку понять легко – на нём основана работа любого вагона-ресторана. Люди сидят в быстро движущемся поезде, спокойно едят свои котлеты и пьют чай. Официант ловко двигается с подносом в руке, на котором стоят блюда с едой и бутылки с минералкой. Никто в ресторане не заботится о том, что тарелки с супом несутся со

скоростью сто километров в час относительно железнодорожного полотна, станций и деревьев. Только взгляд в окно или неровности рельсов могут выдать движение поезда.

– Поезда ходят и со скоростью в триста километров в час, а мы всё равно успеваем съесть котлету из стремительной тарелки! – отметил Андрей.

– Но принцип – на то он и принцип: он больше, чем видимая и часто очевидная часть утверждения. Принцип относительности утверждает: какие бы хитрые и сложные физические опыты мы ни проводили в нашем стремительно и плавно несущемся вагоне с закрытыми окнами, мы всё равно не смогли бы заметить этой скорости. Для нас, сидящих в вагоне, ни световые волны, ни электроны, ни сверхпроводимость – никакие объекты или явления не зависят от скорости движения поезда, даже если он будет мчаться с почти световой скоростью.

\* \* \*

Последняя книга Галилея, не затрагивающая запрещённый инквизицией вопрос о движении Земли, несла в себе гораздо большее, чем спор об одной теории, даже если это теория строения целого мира. Новая книга Галилея учила, что истину нужно искать не в священных книгах, а в опытах и их осмыслении. И эта безусловная истина взорвала цивилизацию, пребывавшую полторы тысячи лет в оцепенении.

Последняя книга Галилея содержала в себе основы современной науки, которая вскоре перевернёт всю человеческую цивилизацию.

Галилео не смог увидеть напечатанные «Беседы» своими глазами, так как к тому времени он уже полностью ослеп.

Но он держал эту могучую книгу в своих руках и ясно понимал, что победил и инквизицию, и свою слепоту.

Церковь объявила Галилея преступником, но время расставило всё по своим местам. Кто сейчас помнит имя римского папы в эпоху Галилея?

Лишь триста шестьдесят лет спустя церковь признала ошибочность суда над учёным и согласилась с гелиоцентрической системой мира.

– Немало времени потребовалось папе и кардиналам, чтобы уразуметь то, что было очевидно для Галилея уже в семнадцатом веке! – воскликнул Андрей.

Никки задумчиво тряхнула головой:

– Под влиянием церкви единственный внук Галилея постригся в монахи и сжёг хранившиеся у него бесценные рукописи деда как «богопротивные». Он был последним представителем рода Галилеев.

Но идеи Галилея пережили века и переживут тысячелетия.

Все мы – дети Галилея и его ученики.



### Примечания для любопытных

**Джордано Бруно** (1548–1600) – итальянский монах, философ и поэт. Приверженец коперниканства. Прозорливо полагал, что звёзды – это далекие солнца и что вокруг Солнца могут обращаться и другие планеты, кроме известных пяти. Католической церковью признан еретиком и сожжен на римской площади Цветов. Перед смертью гордо сказал: «Сжечь – не значит опровергнуть!» Триста лет спустя на месте гибели философа воздвигнут памятник.

Джордано Бруно до сих пор не реабилитирован церковью.

**Чезаре Кремонини** (1552–1631) – безусловный приверженец Аристотеля, профессор Падуанского университета.

**Вильям Шекспир** (1564–1616) – великий английский драматург и поэт.

**Папа Урбан VIII** (1568–1644) – римский папа в эпоху Галилея. Известен организацией инквизиционного процесса над Галилеем.

**Иоганн Липперсгей** (ок. 1570–1619) – голландский оптик, считающийся изобретателем телескопа.

**Рене Декарт** (1596–1650) – французский математик, философ, физик и физиолог.

**Дэвид Скотт** (р. 1932) – один из двенадцати американских астронавтов, побывавших на Луне в двадцатом веке. В 1971 году вместе с Джеймсом Ирвином (1930–1991) высадился у подножия лунных Апеннин, где и провёл опыт с пером и молотком.

### **Сказка о фермере, открывшем во время чумы законы неба**

– Жил-был в Англии, на ферме Вулсторп, молодой человек двадцати с небольшим лет. На его ферме было пастбище с овцами, коровник и яблоневый сад. Молодой английский фермер любил сидеть на лавочке под раскидистой яблоней. Фермер из молодого человека, нужно признаться, был никудышный – за обширным хозяйством присматривала мать. А сам юный фермер читал книги и смотрел на солнечные лучи, играющие в яблоневой листве.

В свободное качание листьев на ветерке и в жужжащее мельтешение пчёл часто вмешивалось движение падающих яблок. Они вели себя деловито и одинаково – быстрый полёт к земле и глухой стук. Видно, что они не могли отвлекаться на всякие легкомысленные глупости – у них был приказ, и они его беспрекословно выполняли.

Кто отдаёт им приказ о падении? Ясно, что земной шар с силой притягивает оторвавшиеся от ветки увесистые яблоки. Но как далеко простирается притягивающая воля Земли?

Над яблоневым садом в вечернем небе висит бледная Луна. Притягивает ли Земля Луну на таком расстоянии?

Вот такие странные вопросы задавал себе молодой фермер.

Галилей, чьи книги лежали у фермера на столе, считал, что Земля притягивает яблоки на любых расстояниях и с одинаковой силой. Великий итальянец вычислил, что с высоты Луны яблоко будет падать до Земли три часа и двадцать минут. Но он считал, что Земля не действует на Луну, и наш спутник движется по своим законам. Фермеру эта теория не нравилась – в конце концов, что такое Луна, как не Очень Большое Яблоко? В предположении, что притягивающая сила Земли без ослабления простирается до орбиты Луны, фермер тоже сомневался: ведь воздействие тела – например, магнита – обычно падает с расстоянием.

Вокруг фермы простиралось поле – или пастбище, – сочная трава которого так притягивала соседских коров. Фермер предположил, что вокруг Земли тоже простирается особое поле, которое воздействует на соседние тела. Фермер назвал его гравитационным полем, или полем притяжения, которое действует и на яблоки, и на Луну.

Молодой фермер понимал, что движение Луны сбалансировано (ведь она не падает!), значит, сила притяжения Земли должна уравниваться центробежной силой.

Фермер разработал специальный метод математического исчисления и сумел найти выражение для центробежного ускорения Луны – оно оказалось равно квадрату скорости Луны, делённому на радиус лунной орбиты.



Эта простенькая формула для центробежной силы, известная сейчас любому школьнику, была получена английским фермером как раз для движения Луны.

Сегодня сказку детям рассказывала королева Никки, а она не стеснялась в выражениях, особенно – в математических. Рассказывая, она набрасывала на специальной пластине формулы:

– Фермер приравнял центробежную силу к гравитационной – и у него получилась формула, которая вычисляла притяжение Земли по скорости движения и радиусу орбиты Луны.

Кеплер уже давно установил соотношение между периодом обращения тел и радиусами



их орбит. Поэтому фермер взял формулу Кеплера, выразил период обращения через скорость движения по орбите и получил третий кеплеровский закон в таком виде:

*Квадрат скорости орбитального движения спутника падает с ростом радиуса орбиты (математики говорят – обратно пропорционален). То есть, чем больше радиус орбиты спутника, тем медленнее он движется по орбите.*

С помощью формулы Кеплера фермер исключил квадрат скоростей из своего уравнения для гравитационной силы.

Никки обратилась к детям:

– Вы знаете третий закон Кеплера и сами легко можете проделать это исключение. У фермера в результате получилось, что притяжение планеты падает с расстоянием как квадрат радиуса орбиты спутника: когда расстояние от планеты вырастает в два раза, сила её притяжения падает в четыре.

Значит, если Луна располагается от центра Земли в 60 раз дальше яблока, то притяжение Луны к Земле должно быть слабее в  $60 \times 60 = 3600$  раз. Фермер сравнил известное ускорение, с которым двигалась Луна по орбите ( $0,272 \text{ см/сек}^2$ ) с ускорением падения яблока возле поверхности Земли ( $981 \text{ см/сек}^2$ ) и с восхищением понял, что они действительно отличаются в 3600 раз!

Английский фермер был поражён красотой и могуществом закона гравитации, который описывал притяжение Солнца и Земли и подчинял себе движение яблока, Луны и всех планет.

Так молодой фермер открыл знаменитый закон всемирного тяготения.

Ещё он понял, что если бросить яблоко с большой скоростью параллельно Земле, то оно облетит вокруг Земли как маленький спутник. Тем самым английский фермер заложил основы будущей космонавтики.

За два года сельской жизни фермер не только основал теорию гравитации и небесную механику, но и разработал новый раздел математики – дифференциальное и интегральное исчисление, а также открыл сокровенную тайну солнечного света, разложив его белый луч на разноцветную радугу.

Молодой фермер открывал одну за другой тайны природы, не думая о публикациях и соперниках, о карьере или инквизиции. Он был беззаботен и увлечён, как мальчик, играющий на берегу океана с красивыми раковинами.

– Что же это за фермер такой, который открывал новые законы один за другим? – спросила удивлённая Галатея.

– Сейчас расскажу о нём подробнее, – Никки хитро улыбнулась. – Его звали Исаак Ньютон, он был сыном фермера и родился в тот год, когда умер Галилей.

Ньютон был нелюдимым, молчаливым мальчиком и в школе учился не очень хорошо, но любил конструировать сложные механизмы, особенно мельницы: водяные, ветряные и даже такие, в которых работали мыши. Но с одной девочкой Ньютон всё-таки подружился. У той было двое хулиганистых братьев, которые ходили в один класс с Ньютоном. После очередной стычки с этими братцами Ньютон решил отомстить и стать им назло самым лучшим учеником класса.

И он добился своей цели!

Благодаря этому в девятнадцать лет Ньютон сумел поступить в колледж в Кембридже и за четыре года обучения стал очень образованным и умным молодым человеком.

В колледже Ньютон увлечённо занимался оптикой, астрономией и математикой, забывая про сон и часто оставляя еду на своей тарелке, поэтому молодой Ньютон был очень худым, а его кошка – очень упитанной.



Студент Ньютон составил себе список из сорока пяти нерешённых проблем в науке и готовился штурмовать их.

Но после получения степени бакалавра Ньютон не стал учёным или преподавателем. Помешала эпидемия чумы, поразившая Лондон. Кембридж попросту закрыли до лучших времен.

23-летнему Ньютону пришлось уехать в деревню, на свою родительскую ферму Вулсторп и стать обычным фермером.

Ферма приносила доход, достаточный для жизни, и оказалась отличным местом для занятий наукой. За два года, проведённых в сельской глуши, очень молодой человек, только что закончивший колледж, совершил революцию в науке.

Открыв закон гравитации, Ньютон и не подумал опубликовать его – молодой Ньютон был слишком нелюдим и слишком мало заботился о славе.

– Тогда он – точно фермер! – решил Андрей.

– После чумы фермер Ньютон вернулся в Кембридж и стал профессором, обучающим студентов. Но и тогда он не подумал опубликовать результаты, полученные им в фермерские годы.

Прошло пятнадцать лет, и в 1682 году в небе появилась яркая комета. Она вызвала живейшие споры среди учёных. Особенно хорошо запомнил год кометы учёный Эдмунд Галлей – ведь его медовый месяц пришёлся как раз на этот год. Вскоре Галлей, размышляя о своей «свадебной» комете, пришёл к правильному выводу, что гравитация падает с расстоянием, но не смог вывести из этого закона эллиптическую форму орбит, которую Кеплер предложил для планет и комет.

Но до Галлея дошли слухи, что этими вопросами занимался Ньютон, и он отправился в Кембридж для встречи с ним.

И как же он был потрясён, узнав, что тот уже давным-давно решил эту задачу: вывел закон гравитации и согласовал его с кеплеровскими законами!

В отличие от нелюдимого Ньютона, Галлей был дипломатом. Он сумел уговорить учёного написать книгу о механике небесных тел.

Выпуск книги в те времена всё ещё оставался дорогостоящим делом, и Галлей собирался просить у Королевского научного общества денег на публикацию труда Ньютона.

Но Королевское общество только что выпустило «Историю рыб», которую никто не стал покупать. В результате научное общество осталось без денег.

Галлей был богат и уверен в важности труда Ньютона – и он вложил личные деньги в публикацию книги Ньютона. Королевское общество оказалось настолько бесцеремонным, что предложило Галлею компенсацию в виде пятидесяти экземпляров залежавшейся «Истории рыб»!

В 1687 году трёхтомник «Математические начала натуральной философии» Ньютона увидел свет.

С этой великой книги мировая наука начала новый отсчёт времени. Наступила эпоха математического описания природы. Уравнения пришли в механику и астрономию и превратили их из описательных наук – в точные.

Не только яблоки и планеты, но и кометы подчинились ньютоновской механике.

Ньютон собрал наблюдения о двух дюжинах комет и вычислил орбиту одной из них. Без компьютеров определение орбиты каждой кометы занимало шесть недель расчётов! И нетерпеливый Ньютон сказал Галлею:

– Эдмунд, забирай эти данные и вычисляй остальные орбиты сам!

Галлей был одним из первых астрономов, кто стал применять теорию Ньютона для описания движения небесных тел. Галлей провёл все необходимые расчёты и опубликовал орбиты всех двадцати четырёх комет. При этом он обратил внимание, что орбита кометы, которую он наблюдал вместе со своей молодой женой в 1682 году, очень похожа на орбиты комет, замеченных в 1531 и 1607 годах. Галлей предположил, что кометы 1531, 1607 и 1682 года – не три разные кометы, а одна и та же комета, периодически возвращающаяся к Солнцу. Значит, она должна появиться в следующий раз через 76 лет – в 1758 году.

Предсказание учёного блестяще подтвердилось:

комета вернулась в 1758 году, уже после смерти астронома, и была названа кометой Галлея. Её открытие стало триумфом ньютоновской теории тяготения, которая оказалась надёжным инструментом познания мира.

Вот только одну небесную проблему великий Ньютон не решил: он не смог рассчитать движение Луны, на которую действует притяжение не только Земли, но и Солнца.

Между прочим, проблема движения Луны вовсе не была скучной и академической проблемой: она волновала моряков, королей и даже придворных дам.

– Придворные дамы интересовались движением Луны? – удивилась Галатея.

– Да, но об этом вы узнаете из другой истории.

\* \* \*

Катятся санки с горы, взлетают ракеты с космодромов, вращаются планеты вокруг Солнца – движение всех этих и миллионов других тел рассчитывается по уравнениям Ньютона, опубликованным им свыше трёхсот лет назад с помощью Галлея.

Ньютон прожил долгую и плодотворную жизнь учёного, был вознаграждён и научной славой, и высокими должностями. Но он всегда считал своими лучшими годами те, когда он был просто молодым фермером и открывал тайны природы беззаботно и увлечённо.

«Я не знаю, чем кажусь миру; мне же самому кажется, что я был только мальчиком, играющим на берегу моря и развлекающимся тем, что время от времени находил более гладкий камешек или более красивую раковину, чем обыкновенно, в то время как великий океан истины лежал передо мною совершенно неразгаданный».



### Примечания для любопытных

**Кембриджский университет** – один из четырёх старейших университетов мира. Возник в 1209 году на основе собрания учёных города Кембриджа. Представляет собой сообщество многих колледжей. Ньютон учился в Тринити-колледже.

**Исаак Ньютон** (1642–1727) – великий английский физик, математик, астроном и философ. Его считают самым влиятельным учёным за всю историю земной цивилизации.

**Эдмунд Галлей** (1656–1742) – английский астроном, открывший периодичность кометы Галлея.

**Дифференциальное исчисление** – раздел математического анализа, где используется и изучается понятие производной, которое характеризует скорость изменения функции. Процесс вычисления производной называется дифференцированием.

**Интегральное исчисление** – раздел математического анализа, где используется и изучается понятие интеграла функции, который характеризует площадь, лежащую под графиком функции. Процесс нахождения интеграла называется интегрированием.

### Сказка о том, как астрономы и часовщики спасали моряков

Сегодня сказку детям Дзинтары рассказывал Майкл, взрослый сын королевы Николь. Он приехал к Дзинтаре по делам, а Галатея с Андреем, привыкнув получать в каждый приезд королевы Николь новую сказку, бесцеремонно потребовали её у Майкла, хотя ещё было скорее утро, чем вечер. Гость покорно согласился, но – увы! – он сказок не помнил. Зато Майкл хорошо знал историю мореплавания, которая интереснее всяких сказок!

– Жили-были на свете трое мальчишек. Они были бедны, но, как и все другие подростки, мечтали о дальних путешествиях, славе и богатстве. Одного звали Клодсли, другого – Джон, третьего – Тобиас. У них не было денег на учёбу, и они рано начали работать. В четырнадцать лет Клодсли поступил юнгой на корабль, Джон начал помогать отцу-плотнику,

а Тобиас стал подмастерьем у сапожника. Все парни были упорными и талантливыми самоучками.

Клодсли плавал на английских военных кораблях и скоро проявил себя смелым и умным моряком. Он участвовал во многих сражениях, воюя с врагами Англии и пиратами. Клодсли самостоятельно изучил морскую навигацию и сделал блестящую карьеру. Он стал знаменит и богат, пройдя путь от юнги – до адмирала, командующего флотом.

Однажды эскадра сэра Клодсли Шовелла, состоящая из восемнадцати кораблей, возвращалась на зимовку в Англию после тяжёлых сражений с французским флотом в Средиземном море. Все двенадцать дней пути от Гибралтара, британских моряков сопровождали штормы и частые туманы. Берегов не было видно, но по навигационным расчётам адмирала выходило, что флот держит курс в безопасную середину пролива Ла-Манш. Но расчёты сэра Шовелла были неточны – тогдашняя навигация ещё не знала надёжных способов определения координат корабля в море.

Тёмной октябрьской ночью 1707 года адмиральский флагман Клодсли Шовелла и ещё три корабля эскадры напоролись на рифы возле южной оконечности Англии.

Увидев буруны на скалах перед самым кораблём, адмирал приказал выстрелить из пушки, чтобы предупредить другие суда об опасности. Но четыре корабля разбились о камни и затонули, унеся с собой жизни адмирала Шовелла и двух тысяч матросов.

Ошибка в расчётах широты и долготы корабля обернулась настоящей трагедией. Смерть Клодсли и его матросов изменила жизни и Джона и Тобиаса.

Галатея не выдержала:

– Майкл, неужели адмиралу было так сложно понять, где находится его корабль?

В ответ на вопрос Галатеи Майкл вздохнул и сказал:

– Очень сложно. Когда корабль выходил из порта и оказывался в безбрежном океане, то главной проблемой морских путешественников становилась неизвестность их положения. На воде не оставишь меток; течения и ветер непредсказуемо сбивают корабль с курса. Как определить координаты корабля в открытом море?

Я сам опытный яхтсмен и люблю совершать далекие переходы на своей парусной лодке. Однажды я вышел из порта Сан-Диего и взял курс на Гавайи. Плавание должно было продолжаться около двух недель, и я решил испытать на себе навигационные трудности Средневековья. Поэтому я вооружился бумажной картой, старинным компасом и отключил на своей яхте спутниковую систему навигации. Я захватил с собой прибор для измерения высоты Солнца и звёзд и маятниковые морские часы, которые занял в одном из музеев.

Погода немедленно обрадовалась и ещё больше усложнила мою жизнь – на океан навалилась густая облачность – не стало видно ни солнца, ни звёзд. Я плыл только по карте и компасу, измеряя скорость яхты простым устройством и пытаюсь учесть направления ветра и течений.

Прошли две недели. Я уже должен был увидеть какие-нибудь из островов Гавайского архипелага, но вокруг меня по-прежнему расстилалось пустынное море под серыми тучами.

Я включил навигационные приборы и обнаружил, что отклонился от маршрута на сто восемьдесят километров к югу! Хорошо ещё, что вокруг меня был просторный океан, а не туманный пролив с опасными рифами.

Так я на себе понял, какой непростой была жизнь штурманов Средневековья.

С широтой, которая определяет положение корабля относительно экватора или полюса, проще, – широту можно определить достаточно точно, зная календарную дату и измерив высоту подъёма звёзд или Солнца над горизонтом.

– Когда нет туч! – педантично уточнил Андрей.

– Верно. Но самого ясного неба недостаточно для определения долготы, показывающей расстояние корабля от Гринвичского меридиана, идущего с севера на юг и разделяющего земной шар на Западное и Восточное полушария.

Трудность определения долготы в открытом море настолько мешала мореплаванию, что ещё в шестнадцатом веке испанский король Филипп II назначил огромную награду за

решение «проблемы долготы». Вознаграждение обещали также Голландия и Португалия, Венеция и Россия. За долготу брались учёные и изобретатели, моряки и купцы, но безуспешно.

В Англии тоже искали решение «проблемы долготы».

В этом приняла участие даже Луиза де Керуаль, фаворитка британского монарха Карла II, которая посоветовала ему привлечь астрономов для решения этой проблемы.

– Какая умная Луиза! – прищурился Андрей.

– Она покровительствовала молодому французскому астроному, который думал, что сумел решить «проблему долготы». По крайней мере он сумел убедить Луизу поговорить с королём.

Под давлением Луизы и других советчиков в 1674 году Карл II учредил Гринвичскую обсерваторию, которая должна была найти решение сложнейшей задачи – определение долготы в открытом море. Чтобы раздобыть денег, которых в казне монарха было мало, Карл II велел использовать для постройки обсерватории кирпичи от своего старого замка, а также продал сотню бочек испорченного пороха.

– Кому нужен испорченный порох? – удивился Андрей.

Майкл пояснил:

– Предприимчивый купец, купивший эти бочки, не остался внакладе – он высушил испорченный порох, восстановил его горючесть и снова продал правительству – но уже дороже.

Итак, первым королевским астрономом стал Джон Флемстид. Он приступил к наблюдению движения звёзд и Луны, но ещё не нашёл метод нахождения долготы, когда трагедия эскадры адмирала Шовелла потрясла всю нацию и привлекла общее внимание к задаче точного определения координат. Парламент назначил слушание по «проблеме долготы» и пригласил на него известных астрономов Ньютона и Галлея.

Ньютон в своём выступлении описал три наиболее реальных метода определения долготы.

Первый из них был придуман великим Галилеем, который открыл четыре крупных спутника Юпитера и решил использовать их как небесные часы. Наблюдая в небольшой телескоп за движением спутников вокруг Юпитера, можно было найти долготу места, откуда производится наблюдение. За разработку этого метода правительство Голландии наградило Галилея золотой цепью, но инквизиторы, державшие астронома под домашним арестом, не позволили учёному принять награду. Способ Галилея французские учёные успешно применили к сухопутным наблюдениям и получили в конце XVII века гораздо более точную, чем раньше, карту Франции. (Король Людовик XIV был недоволен новой картой, так как она значительно уменьшила площадь Франции. Он воскликнул: «Эти учёные отняли у меня земли больше, чем завоевала моя армия!»)

Но наблюдать за движением спутников Юпитера с качающегося корабля трудно, да и Юпитер виден на небе не во все месяцы.

Второй способ был основан на движении Луны. Она гораздо удобнее для наблюдений – если небо не затянуто тучами, то Луну можно видеть в любой день года.

Но Луна – очень капризные небесные часы. Сам Ньютон занимался теорией движения Луны, но понял, что использовать наше ночное светило в качестве ориентира для моряков можно только при сложных вычислениях на основе очень точных наблюдений Луны в течение десятков лет. Таких наблюдений в начале восемнадцатого века ещё не было.

Третий способ был прост сам по себе – сравнение времени местного полдня со временем на часах, показывающих полдень в точке с известной долготой, например Гринвичской обсерватории.

Но такой способ требовал, чтобы у моряков были на корабле очень точные часы, которые аккуратно «хранят» гринвичское время долгие месяцы. Насколько точные нужны были часы? Чем точнее, тем лучше: ошибка в одну секунду во времени давала ошибку в четыреста метров в координатах плывущего судна.

Проблема была в том, что во времена Ньютона корабельные часы были с маятником. В условиях морской качки такие хронометры могли отставать на десять минут в сутки. Если корабль находился в плавании долгие месяцы, то ошибка в показаниях часов накапливалась огромная.

Для «часового» метода определения долготы нужно было создать часы, которые выдерживали бы качку и перепад температур и аккуратно работали везде – от жарких океанских тропиков до морей, покрытых льдами.

Парламент выслушал доклад Ньютона, почесал затылки, вспотевшие под традиционными английскими париками, и постановил объявить награду в двадцать тысяч фунтов стерлингов за решение «проблемы долготы» в море с точностью в полградуса (или 56 километров). По тем временам это были огромные деньги – примерно пять миллионов нынешних долларов!

Рассмотрением предлагаемых методов и присуждением премии должно было заниматься Бюро долготы, которое было учреждено парламентом.

Новость о невероятной по размерам премии, которая получила название «долготная премия», быстро разнеслась по Англии и всему миру. Множество людей принялись ломать головы в поисках метода, который позволил бы морякам определить свое место в море.

\* \* \*

В эти годы наш второй герой, Джон, был молодым йоркширским плотником, с удивительным хобби – он делал часы, причем свои первые часы умелец Джон сделал полностью из дерева.

– Что совершенно логично! – хихикнул Андрей.

– Узнав про огромную награду, обещанную парламентом, плотник Джон Харрисон решил построить точные морские часы новой конструкции.

Больше двадцати лет Джон конструировал свой хронометр, используя в нём не обычный маятник, сбивающийся с ритма при качке, а грузы на пружинах.

Первый морской хронометр плотника Харрисона был испытан во время путешествия в Лиссабон в 1736 году и показал отличный результат. Но эти часы весили 35 килограммов и достигали в высоту полутора метров! Парламентская комиссия дала деньги часовщику на изготовление более компактного хронометра. И ещё тридцать лет совершенствовал Джон свои часы, пока те не стали уместаться... в ладони.

Часовщик Джон Харрисон потратил всю свою длинную жизнь, чтобы создать точный хронометр, который спас жизнь многим морякам. После того как было подтверждено, что хронометр Харрисона можно копировать и делать серийно, английский парламент в 1773 году выдал часовщику заслуженную награду.

Первые морские хронометры были очень дорогими и стоили в треть от цены постройки целого военного корабля. Но вскоре они подешевели и стали доступны даже для небольших купеческих шхун.

\* \* \*

В то время как первый громоздкий хронометр Харрисона уже проходил морские испытания, третий мальчишка – Тобиас Майер, живший в Германии, – был ещё подмастерьем и набивал кожаные подметки на прохудившиеся ботинки горожан. Но в бедняке Тобиасе жили мечта и упорство, роднившие его с Клодсли и Джоном. Тобиас поступает подмастерьем к картографу – и начинает самообразование в области математики и астрономии. Он сам изготавливает астрономические приборы и наблюдает звёзды и Луну. И конечно, Тобиас тоже знает о «долготной премии»...

Нужно сказать, что в глазах общества того времени «проблема долготы» стала синонимом неразрешимости. В вышедшем в то время «Путешествии Гулливера» Свифт высмеивал изобретателей методов определения долготы, считая это таким же нереальным



делом, как создание вечного двигателя. Чтобы приняться за такую проблему, нужно было обладать независимым мышлением и смелостью.

Астрономы разных стран давно накапливали наблюдения Луны и усовершенствовали теорию её движения – так, чтобы любой штурман, измерив положение Луны относительно звёзд и сверившись с лунными таблицами, мог определять положение корабля в открытом океане.

Королевский астроном Флемстид в Англии сделал многое для решения проблемы долготы, но умер, не закончив дела. На посту его сменил Галлей. Новый наблюдатель Гринвичской обсерватории знал, что Луну нужно наблюдать, как минимум, восемнадцать лет, чтобы улучшить теорию её движения. Галлею было больше шестидесяти лет, и он понимал, что шансов закончить работу у него было немного, но взялся за неё с энтузиазмом. Звёзды были благосклонны к астроному: Галлей наблюдал Луну свыше двадцати лет, пока не умер в возрасте восьмидесяти шести лет, сидя в своём любимом кресле в Гринвичской обсерватории и держа в руке бокал красного вина.

Луной занимались и следующий королевский астроном Брэдли, и француз Клеро, и многие другие. Но это был крепкий орешек. Когда мальчишка Тобиас вырос, теория Луны всё ещё не была построена; штурманские лунные таблицы всё ещё не были созданы.

Тобиас Майер своим трудолюбием, талантом и точными астрономическими наблюдениями настолько быстро завоевал авторитет в научных кругах, что его, никогда не учившегося в университете, в возрасте двадцати восьми лет приглашают профессором математики в Геттинген!

Тобиас берётся за дело создания лунных таблиц для моряков. Он переписывается с великим математиком Эйлером, который живет в это время в Германии и занимается математической теорией движения Луны.

Молодому астроному-самоучке Тобиасу Майеру удаётся великое предприятие: основываясь на своих наблюдениях, на данных других астрономов, а также на формулах Эйлера, он создает самые точные в мире таблицы положения Луны и Солнца. Он не успевает отправить свою рукопись в английское Бюро долготы из-за внезапной кончины на сороковом году жизни. Перед смертью Тобиас просит свою жену отослать рукопись в Англию.

Жена выполнила его просьбу. Английское Бюро долготы получило рукопись и поручило астрономам проверить таблицы Тобиаса Майера.

Невил Маскелайн успешно испытал таблицы Майера в путешествии к острову Барбадос в Карибском море. После чего британский парламент премировал и Эйлера, и вдову Майера за астрономическое решение «проблемы долготы».

\* \* \*

Маскелайну, который стал королевским астрономом в тридцать три года, повезло донести астрономическое решение «проблемы долготы» до каждого штурмана.

Основываясь на трудах Майера, молодой астроном задумал и издал в 1766 году «Морской альманах и астрономические эфемериды на 1767 год» – книгу таблиц, в которых предсказывалось положение Луны на год вперёд, с периодом через каждые три часа. Это позволило штурманам с помощью Луны всего за полчаса наблюдений и расчётов определять точное положение корабля в море.

Девяносто тысяч астрономических наблюдений сделал за свою жизнь Маскелайн. Он почти полвека, до самой смерти, выпускал ежегодный «Морской альманах». Этот альманах долгие годы верно служил морякам, спасая их от рифов и мелей, и издаётся до сих пор.

\* \* \*

Так «проблему долготы» удалось решить и астрономам, и часовщикам. От этого соревнования выиграли все моряки мира. Отправляясь в 1768 году в своё первое кругосветное путешествие, капитан Кук взял и копию хронометра Джона Харрисона, и

астрономические таблицы Тобиаса Майера. Кук успешно использовал оба способа определения координат. Плавание кораблей в океане стало намного безопаснее.

– Майкл! – воскликнул Андрей. – Как ты можешь говорить о безопасности, если капитана Кука в его третьем путешествии съели туземцы Гавайских островов?

– Ну, – сказал Майкл, – это была не научная, а...

э-э-э... дипломатическая проблема.

– Он неправильно себя повёл? – заинтересованно спросила Галатея.

Майкл пожал плечами и сказал:

– Астрономы и часовщики сделали так, чтобы моряки всегда знали, ГДЕ они находятся. ЧТО и КАК делать в этом месте – моряки должны решать сами.

– Астрономы за людоедов не отвечают! – согласилась Галатея. Потом она глубоко вздохнула, набралась смелости и выпалила: – Я не понимаю, как с помощью часов можно измерить долготу!

Андрей помедлил, а потом согласно кивнул головой.

(Между прочим, на признание в собственном непонимании у многих даже взрослых людей часто не хватает духу.)

В комнату зашла Дзинтара и позвала всех обедать. – Где накрыт стол? – поинтересовался Майкл.

– На веранде, – ответила принцесса.

– Отлично! – обрадовался чему-то Майкл и выглянул в окно. Солнце пыталось добраться до зенита.

\* \* \*

Когда все уселись за круглый стол, в центре которого торчал длинный нераскрытый зонтик, Майкл сказал:

– Сейчас я покажу вам, как, имея часы, можно измерить свою широту и долготу.

– Как же? – заинтересовался Андрей, а Галатея, уже успевшая набить рот едой, лишь энергично закивала в знак того, что её это тоже очень интересует.

– Мы это сделаем с помощью зонтика и... – Майкл осмотрел стол, – ветки винограда!

Глаза детей немедленно загорелись. А Майкл оторвал виноградную лозу от фиолетово-дымчатой кисти и положил её на белую скатерть, на конец тени, которую отбрасывал зонтик. Потом он посмотрел на часы и сказал:

– 12 часов 18 минут. Пока мы обедаем, Солнце пройдёт высшую точку на своём пути. В этот момент тень будет самой короткой, и мы должны засечь это время. Будем измерять длину тени каждые четыре минуты.

Они принялись обедать, не забывая выкладывать по скатерти длинный ряд виноградин. Кое-где чашкам и тарелкам пришлось потесниться, но все, включая Дзинта-ру, энергично расчищали путь астрономическим ягодам, которые образовали плавную дугу, огибающую зонтик. Майкл прищурил глаз, потом поколдовал с ниткой, привязанной к основанию зонтика, используя её как циркуль, – и указал на одну из виноградин:

– Вот – она ближе всех к зонтику.

Он подсчитал номер этой виноградины от начала наблюдений – одиннадцатая – и заключил:

– Солнце достигло максимальной высоты в двенадцать часов и пятьдесят восемь минут.

– И что дальше? – спросила Галатея, доедая жаркое с картофельным пюре.

– А вот что, – сказал Майкл и взялся за телефон. – Я позвоню своему сыну, Роберту. Он сейчас в Лондоне и, думаю, не откажется нам помочь.

Роберт откликнулся почти сразу.

– Привет, сын, ты сейчас где?

– Гуляю с друзьями по Кембриджу.

– А не мог бы ты съездить в Гринвичскую обсерваторию. Это недалеко от тебя.

– Конечно, могу. А зачем?

– Я прошу тебя засечь время самой короткой тени от какой-нибудь заостренной длинной палки, а также измерить угол тени – вернее, отклонение Солнца от вертикали в этот момент. У нас время самой короткой тени было в 12 часов 58 минут.

Роберт заинтересовался, задал несколько вопросов и замолчал на пару минут. Потом он громко сообщил, что все его приятели, оказывается, давно хотели посмотреть на легендарную Гринвичскую обсерваторию – и что они, все как один, горят желанием принять участие в эксперименте по измерению тени.

Галатея едва дождалась конца разговора Майкла с сыном и нетерпеливо воскликнула:

– Но ведь они опоздали! Время короткой тени уже прошло!

Майкл отрицательно покачал головой:

– Оно прошло на нашей долготе. На долготе Лондона Солнце ещё не забралось на вершину своей траектории.

– Ах, вот оно что... – протянул Андрей и стал горячо объяснять сестре, почему лондонцы отстают от них.

– Давайте измерим угол тени, – сказал Майкл. Он вынул из кармана ключи с брелком и вытянул из брелка тонкую измерительную нить. – Определяем высоту зонтика над поверхностью стола, потом – длину кратчайшей тени. Если длину тени поделить на высоту зонтика, то получим тангенс верхнего угла в треугольнике, образованного зонтиком, тенью на столе и солнечным лучом, который скользнул по концу зонтика. С помощью калькулятора легко вычислим, что угол отклонения солнечного луча от вертикали – 29 с половиной градусов.

– Я не знаю, что такое тангенс! – насупилась Галатея.

– Тангенс – это очень простая штука, я сейчас объясню, – сказал Майкл. – Вот смотри, предположим, что длина нашей тени равна длине зонтика. Чему равен верхний угол в таком треугольнике?

– Это я знаю, – облегченно сказала Галатея. – Такой треугольник стал половиной квадрата, значит, верхний угол стал равен половине прямого угла, или 45 градусам.

– Верно! – просиял Майкл и быстро написал на листке бумаги слева 45 градусов, а справа единицу – результат деления тени на зонтик. – А если длина тени стремится к нулю, то и угол равен нулю! – И Майкл добавил два нуля в таблицу – только в самый низ страницы. – Теперь будем задаваться другими значениями отношения длины тени и зонтика – от единицы до нуля, а потом станем измерять получившиеся углы. Так мы заполним все строчки в таблице. Например, для длины тени вползонтика мы можем измерить верхний угол – и он окажется равным 26,6 градуса. Можешь ли ты, Галатея, заполнить такую таблицу сама, если я дам тебе линейку для черчения треугольников и угломер для измерения углов?

– Конечно, могу, – заявила Галатея. – Это и кошка смогла бы сделать.

– Прекрасно! – улыбнулся Майкл. – Теперь представь, что какой-то древний математик сделал это впервые, посмотрел на получившуюся таблицу и сказал: «Отношение горизонтальной и вертикальной сторон в таком прямоугольном треугольнике является функцией верхнего угла. Отныне пусть эта функция называется тангенсом!»

– Вот так просто? – не поверила ушам Галатея. – Взять составить таблицу примитивных измерений и объявить это тангенсом?

– Да, только надо сделать это первым. А потом надо ввести эту таблицу во все калькуляторы. И теперь, когда я сообщаю калькулятору, что верхний угол в моём треугольнике равен 29 с половиной градусам, то он сразу сверяется с таблицей тангенсов и отвечает, что длина тени составляет... э-э-э... примерно 56,5 процента от длины зонтика.

– Если я возьму и составлю таблицу верхнего угла и отношений горизонтальной тени не к длине зонтика, а к длине наклонной линии в этом треугольнике, это ведь будет другая функция? – спросила недоумевающая Галатея.

– Конечно! – воскликнул Майкл. – Это будет функция, которая называется синусом! Ты самостоятельно переоткрыла новую тригонометрическую функцию!

Галатея польщённо хмыкнула и напряжённо впиалась взглядом в таблицу.

– Неужели до сих пор не понятно? – поддел её Андрей. – Кошка бы уже поняла!

Потом он повернулся к Майклу и спросил:

– Значит, арктангенс – это наша таблица, только читаемая в другую сторону?

Майкл согласился:

– Да, я могу сначала посмотреть на отношение длины зонтика и тени, а потом найти по таблице величину верхнего угла. Эта процедура будет называться вычислением арктангенса.

– Постойте-постойте! – воскликнула Галатея. – Объясните мне вот что...

Дети спорили про синусы и тангенсы до тех пор, пока не принесли вкуснейшие пирожные и душистый чёрный чай с мятой. А Дзинтара наклонилась к Майклу и тихо сказала:

– Спасибо за то, что открыл для детей тангенс!

Пока то да сё – время пролетело, и позвонил Роберт. – У нас Солнце достигло максимальной высоты в 1 час и 2 минуты!

Майкл уточнил:

– По гринвичскому времени, которое отстаёт от нашего на целый час, так как располагается в другом часовом поясе?

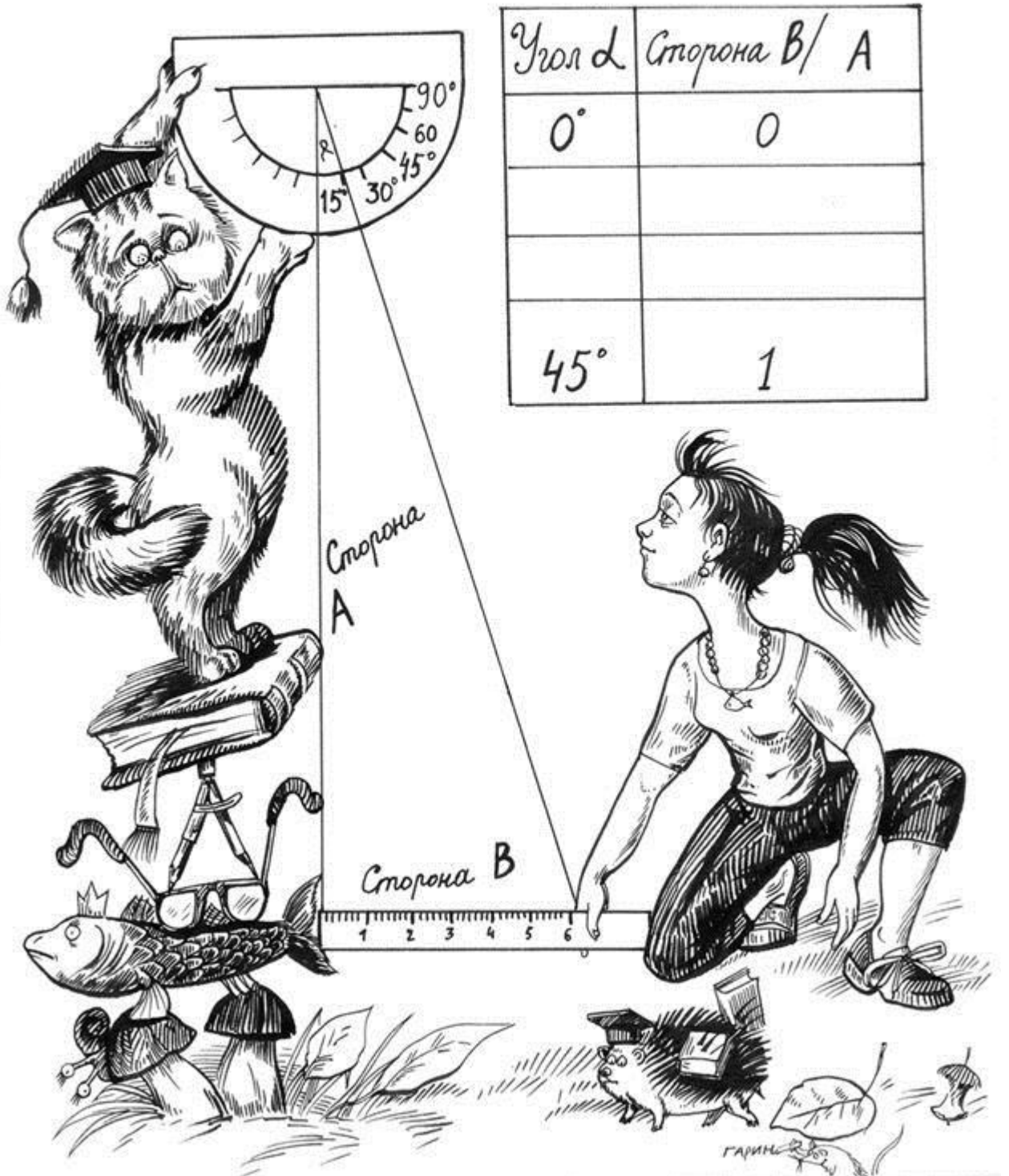
– Да.

– Итак, гринвичский полдень настал позже нашего на 1 час и 4 минуты. Земля делает оборот в 360 градусов за 24 часа. Следовательно, запаздывание максимального подъёма Солнца на один час соответствует смещению по долготе на 15 градусов, а запаздывание на 4 минуты – на один градус. Значит, между нами и Гринвичским меридианом расположено примерно 16 градусов. А так как долгота Гринвичского меридиана, по взаимному соглашению, – ноль, то это означает, что наша долгота – 16 градусов восточной долготы. Роберт, а какой угол отбрасывала ваша тень в этот момент?

– 41,5 градуса отклонения от вертикали.

– А у нас 29,5. Значит, разница в широтах между нами и Гринвичем – 12 градусов. Каждый моряк знает, что широта Гринвича – 51,5 градуса, и легко найдёт нашу широту – 39,5 градуса северной широты. Если бы у меня были таблицы, в которых было бы указано время достижения максимальной высоты Солнца в Гринвиче каждый день, то я бы смог определить свои координаты без звонка Роберту. Такими таблицами, предсказывающими положение Солнца на год вперёд, и пользовались моряки прошлых веков, замеряя по своим часам время максимальной высоты Солнца в неведомых краях, куда их заносила судьба моряка.

Хочешь открыть тангенс?



— Здорово! — восхищённо сказал Андрей.

А Галатея недоверчиво покачала головой, попросила принести карту Европы и поползла — или поплыла? — по ней, пытаясь, как древний паровой буксир. Потом спросила:

– Предположим, что мы перелетели из Бельведере-Маритtimo в Валенсию, которая расположена на нашей широте, но возле нулевой долготы. Солнце в Лондоне и в Валенсии достигнет максимальной высоты одновременно?

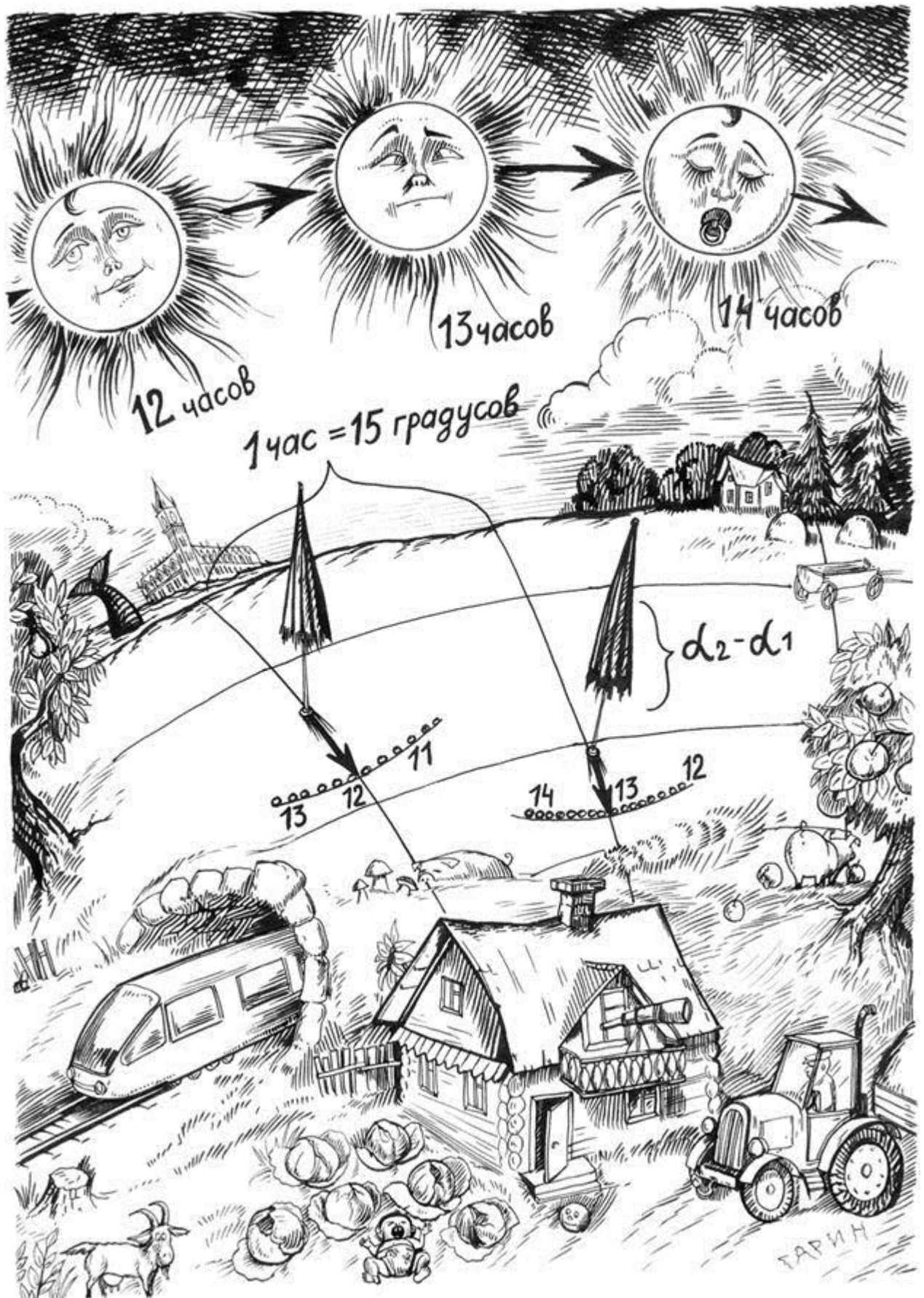
– Да, между этими городами существует лишь разница в широте. Кстати, ты можешь определить по карте расстояние между Валенсией и Лондоном?

Галатея с помощью линейки и Андрея измерила расстояние между английским Лондоном и испанской Валенсией:

– 1335 километров!

– Отлично! – обрадовался Майкл. – А вот теперь догадайтесь, как можно определить длину окружности Земли, зная, что между широтами Лондона и Валенсии разница в 12 градусов, а расстояние между этими городами составляет 1335 километров? Такую задачку в своё время решил Эратосфен – для двух египетских городов, расположенных примерно на одной долготе.

Дети задумались. Первым сообразил Андрей:



– 12 градусов – это одна тридцатая окружности в 360 градусов! Значит, длина земной окружности в 30 раз больше, чем расстояние между Лондоном и Валенсией. Это будет... 1335 умножить на 30... это будет 40 тысяч километров и ещё... ещё 50 километров!



Майкл восхитился:

– Прекрасный, очень точный результат!

Галатея немедленно надулась на Андрея. А тот сказал:

– Оказывается столько интересного можно узнать, всего лишь измеряя длину тени!

Майкл, кивнув, сказал:

– Астрономическая обсерватория не обязательно должна оснащаться телескопом. Даже с помощью простейших приборов можно сделать ценные астрономические измерения. Если определять длину тени на земле в течение года, как это делали древние, то можно вычислить важнейшие астрономические параметры Земли – например, узнать наклон её оси вращения.

– Как это сделать? – заинтересованно спросила Галатея.

– Зимой верхний угол тени от зонтика будет самым большим, летом – самым маленьким. Половина разницы между большим и маленьким углами будет равна углу наклона земной оси.

Галатея была потрясена:

– Я замерю половину угла между зимней и летней тенями от своего зонтика, и это и будет наклон всей нашей огромной Земли? Вот какой я угол найду, таким и будет наклон всей планеты?!

– Да, планета послушается тебя беспрекословно, улыбнувшись, – подтвердил Майкл.

Галатея так и села, распахнув голубые глаза шире некуда.

– А что ещё можно определить по тени?

– Тень – ценнейший астрономический инструмент.

С её помощью можно вычислить и период обращения Земли вокруг Солнца.

– То есть – определить длину года? – переспросил Андрей.

Майкл кивнул.

– А зачем её определять? – поинтересовалась Галатея. – Календарь же есть – в году 365 дней.

– Но ведь кто-то составил ПЕРВЫЙ календарь на земле – и этот кто-то был астрономом, наблюдающим за движением Солнца и теней от предметов. Кстати, точная длина года НЕ РАВНА 365 дням, и в этом-то и заключается вся трудность составления календаря. Наблюдая за местом восхода и захода солнца – то есть отмечая направления тени на рассвете и закате, можно определить и дату равноденствия, когда день равен ночи.

– Что ещё? – вошла во вкус Галатея. Майкл задумался.

– Теоретически, научившись ОЧЕНЬ точно определять длину тени, можно находить и небольшие колебания оси Земли – так называемые колебания Чандлера. Тень – или наклон солнечного луча – может дать информацию и об изменении расстояния Солнце – Земля, то есть об эксцентриситете – или несферичности – земной орбиты. Но я тут не специалист и не уверен, что можно с такой точностью измерить длину расплывчатой тени от Солнца.

– Мама, мы должны забрать наш обеденный стол под астрономические наблюдения с тенью! – решительно заявила Галатея, повернувшись к матери.

– Не отдам! – не менее решительно потрясла головой Дзинтара. – Это мой любимый стол. Я лучше вам покажу ровную бетонную площадку возле фонтана, где вы сможете установить свое оборудование и ловить уползающую тень в своё удовольствие. Но если вы хотите отмечать тень каждые четыре минуты, то вам придется проводить на площадке весь день. А уроки и школа?

– Действительно! – огорчилась Галатея. – Что же делать?

– Не волнуйся, – сказал Андрей. – Я установлю возле зонтика фотоаппарат и запрограммирую его на фотографирование тени каждые полминуты. А после уроков мы просмотрим эти фотографии. Их можно даже превратить в фильм про движение тени. А с процессором в фотоаппарате я договорюсь – и он сам будет измерять нужные углы.

– Молодец! – одобрила изобретательность сына Дзинтара.

Потом Майкл спросил у Галатеи:

– Теперь тебе понятно, как аккуратные часы, которые ходят одинаково в разных точках мира, могут помочь в определении широты и долготы?

– Ну зачем ты спрашиваешь, Майкл! – укоризненно сказала Галатея. – Это же так просто! Проще может быть только тангенс.



### *Примечания для любопытных*

**Гибралтар** – заморская территория Англии, расположенная на берегу Гибралтарского пролива, отделяющего Европу от Африки.

**Ла-Манш**, или **Английский канал**, – пролив между Англией и Францией.

**Карл II** (1630–1685) – король Англии и Шотландии с 1660 года.

**Людовик XIV** (1638–1715) – французский король, прозванный «король-солнце». Царствовал 72 года – дольше всех европейских монархов.

**Джон Флемстид** (1646–1719) – королевский астроном, первый директор Гринвичской обсерватории.

**Луиза де Керуаль** (1649–1734) – фаворитка короля Карла II.

**Клодсли Шовелл** (1650–1707) – английский адмирал. Погиб при крушении флагманского корабля.

**Джеймс Брэдли** (1692–1762) – английский королевский астроном с 1742 года.

**Джон Харрисон** (1693–1776) – талантливый английский часовщик, который более пятидесяти лет потратил на создание точного морского хронометра.

**Леонард Эйлер** (1707–1783) – знаменитый математик. Родился в Швейцарии, работал в России и Берлине. Автор более 800 научных работ.

**Алесси Клеро** (1713–1765) – французский математик и астроном.

**Тобиас Майер** (1723–1762) – немецкий астроном, известный своими исследованиями Луны.

**Невил Маскелайн** (1732–1811) – английский астроном, с 1765 года – директор Гринвичской обсерватории. В 1766 году основал британский астрономический ежегодник, публикующий точные эфемериды планет и Луны.

**Джеймс Кук** (1728–1779) – английский капитан, совершивший два кругосветных путешествия. Открыл Гавайские острова и был убит туземцами в своём третьем плавании вокруг земного шара.

**Сет Чендлер** (1846–1913) – американский астроном, открывший колебания оси Земли с периодом в 430 дней и размахом в несколько метров. Причина существования таких колебаний до сих пор неизвестна.

### **Сказка о музыканте Гершеле, который расширил космос вдвое**

Ньютон, основатель современной науки и ее математических методов, умер в 1727 году, но джинн научного и технического прогресса, которого выпустил на волю фермер Ньютон, продолжал раскручивать маховик истории, всё ускоряя и ускоряя его. Каждый год приносил какое-нибудь яркое достижение в науке и технике:

**1728** – английский часовщик Джон Харрисон (1693–1776) сконструировал пружинный маятник с частотой качания, не зависящей от температуры.

**1729** – англичанин Джеймс Брэдли открыл аберрацию – смещение звёзд из-за движения Земли и конечности скорости света.

**1730** – французский хирург Георг Мартин (1702–1741) сделал первую трахеотомию – операцию с разрезом дыхательного горла.

**1731** – английский астроном Джон Бэвис (1695–1771) открыл звёздную туманность Краб (обозначенную позже как объект М1 в каталоге Мессье).

**1733** – англичанин Джон Кей (1704–1764) запатентовал «летучий челнок», который революционизировал ткацкую промышленность.

**1734** – французский учёный Рене Реомюр (1683–1757) опубликовал книгу о насекомых, основав тем самым науку энтомологию.

**1735** – шведский химик Георг Брандт (1694–1768) впервые в истории открыл металл, ранее полностью неизвестный людям, – кобальт. В этом же году английский учёный Джордж Гадлей (1685–1768) догадался, что в земной атмосфере существуют две огромные ячейки циркуляции (ныне ячейки Гадлея): воздух, нагретый на экваторе, поднимается вверх и растекается на большой высоте на север и на юг. На северной и на южной широтах в 30 градусов остывший воздух снова опускается и возвращается к экватору – погреться.

**1736** – француз Шарль Мари де ла Кондамин (1701–1774), математик и путешественник, во время своего путешествия по джунглям Амазонки увидел, как индейцы собирают и изготавливают каучук.

**1738** – швейцарец Даниил Бернулли (1700–1782) заложил основы теории газов, предположив, что они состоят из мелких и быстрых частиц материи.

\* \* \*

1738 год был отмечен и тем, что у немецкого музыканта Гершеля, который увлекался звёздным небом, родился сын Вильгельм. Мальчик был музыкально одарён и к четырнадцати годам уже профессионально играл на скрипке и гобое. Вильгельм служил музыкантом в военном оркестре. Ему было всего девятнадцать, когда его полк послали в Англию. Его младшая сестра Каролина Лукреция Гершель была двенадцатью годами моложе Вильгельма и очень любила своего старшего брата. Когда он уезжал за море, в далёкую страну, девочка безутешно плакала. И Вильгельм поклялся сестре, что он обязательно вернётся за ней.

Клятвы, данные детям, никто из взрослых не держит – чего только не скажешь второпях, чтобы ребёнок не плакал?

– Это неправда! Мама, ты всегда выполняешь свои обещания! – возмутилась Галатея.

– Я стараюсь, но так написано в сказке, которую я читаю, – улыбнулась Дзинтара и продолжила: – Война, сотрясавшая Европу, развеяла по разным странам всех братьев Каролины. Отец семейства умер, и повзрослевшую Каролину ждало безрадостное будущее. В восемнадцатом веке девушкам из бедных семей не полагалось думать о серьёзной профессии. Их обычным уделом были мечты о замужестве, кухня и шитьё.

– Р-р-р! – зарычала Галатея. Она не хотела прерывать маму, но не высказаться не могла.

– Такая судьба была не по сердцу Каролине, и девушка, которой уже исполнилось двадцать два, впала в отчаяние.

К тому времени Вильгельм стал Вильямом и известным музыкантом в английском городе Бате.

В ненастный, холодный день Каролина получила из далёкой Англии письмо от любимого брата. Девушка открыла конверт и не поверила своим глазам: брат звал её к себе! Вильям купил трёхэтажный дом в Бате и предлагал Каролине переехать к нему и начать карьеру певицы сопрано.

Никогда ещё Каролина не была так счастлива. Брат не забыл своего обещания, данного совсем маленькой девочке!

И вот Каролина стоит на палубе парусного корабля, плывущего в Англию. Плеск волн и хлопанье парусов наполняют девушку новой, неслыханной раньше музыкой.

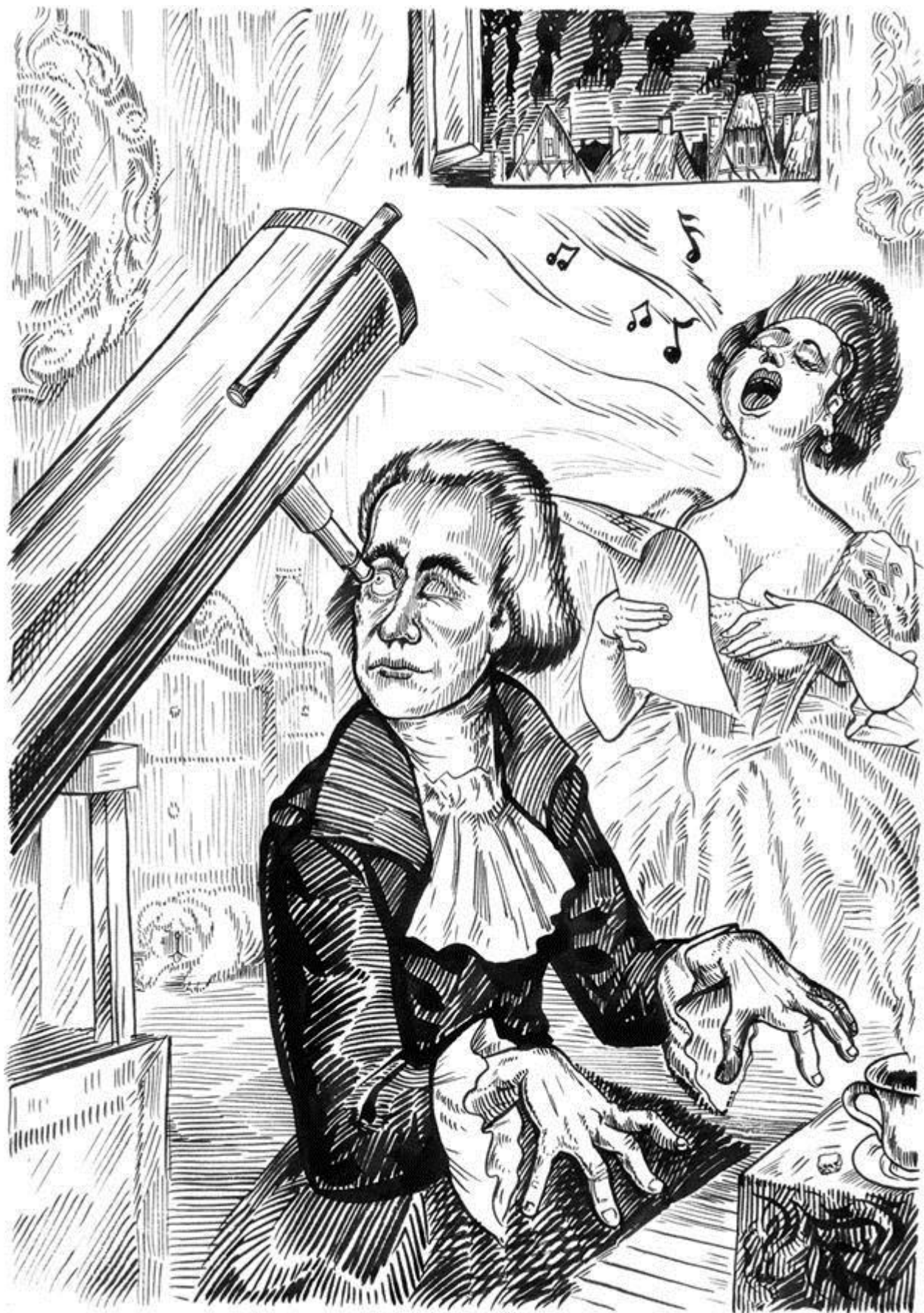
На пристани, к которой причалил корабль, Каролину ждал её брат. Только увидев заплаканное и сияющее лицо сестры, Вильям понял до конца, какое правильное письмо он ей послал.

– Молодец! – одобрил Гершеля Андрей.

– Каролина стала вести хозяйство в доме холостого брата и с успехом выступать с его оркестром. Её начали приглашать оркестры других городов. Вильям стал не только известным музыкантом, но и композитором, написавшим за свою жизнь двадцать четыре симфонии.

Но звёзды имели другие виды на музыканта Вильяма Гершеля и певицу Каролину Гершель.

В детстве Вильям, кроме музыки, увлёкся сначала математикой, потом оптикой, а затем беспамятно влюбился в астрономию! Став взрослым, Вильям даёт уроки музыки днём, вечером отливает и шлифует бронзовые зеркала для телескопов системы Ньютона, а ночью наблюдает звёздное небо. «Когда он спит?» – спросите вы. Лучше не спрашивайте!



Часть дома была превращена в литейную мастерскую. Каролина ужасалась, глядя на усталого брата, который задыхался от едких испарений и жары: плавить медь в домашних

условиях было делом не только грязным и трудным, но и опасным. Плавильная печь однажды лопнула, и расплавленная бронза хлынула на каменные плиты пола, которые стали трескаться с ужасным шумом.

Но Каролина была верным ассистентом Вильяма:

она помогала ему в наблюдениях звёзд и даже кормила брата с ложечки, когда он не мог отвлечься от шлифовки бронзовых зеркал. Однажды Вильям шестнадцать часов не отрывал рук от полировки огромного зеркала.

– Никогда не думала, что астрономы могут быть такими героями! – сказала Галатея.

– Тридцатишестилетний Вильям Гершель построил телескоп с 500-кратным увеличением и начал систематические наблюдения неба – без зарплаты, просто по просьбе души, которая не могла жить без звёзд. Сестра ассистировала ему и вела записи.

Так прошло семь лет.

Ночью 13 марта 1781 года Гершель заметил среди ярких точечных звёзд туманное пятнышко.

«Какая необычная звезда!» – удивлённо подумал музыкант-астроном и записал координаты нового светила в журнал наблюдений, отметив, что обнаружил «или любопытную туманную звезду, или, возможно, комету».

Взволнованный Гершель оторвался от телескопа лишь тогда, когда небо посветлело и новый объект стал невидим.

Следующая ночь была облачной, и, к досаде Вильяма, увидеть странную звезду не удалось.

15 марта развиднелось. Гершель поспешил к телескопу и, удивлённый, обнаружил, что новый объект за два дня сместился относительно звёзд.

«Значит, это комета!» – решил астроном и сообщил о своём открытии в Гринвичскую обсерваторию. Круг наблюдателей нового объекта значительно расширился, а королевский астроном Маскелайн высказал предположение, что, возможно, это новая планета.

К лету накопилось значительное количество наблюдений новой «кометы». Петербургский академик Лексель провел расчёты орбиты нового светила и сообщил, что оно находится на почти круговой орбите с радиусом в девятнадцать раз большим, чем расстояние от Земли до Солнца и в два раза большим, чем орбита Сатурна. Период обращения нового тела вокруг Солнца был 84 года.

Значит, Гершель действительно обнаружил не комету, а целую новую планету?!

Это была сенсация!

Тысячелетиями люди видели пять планет,двигающихся по небу. Птолемей думал, что они вращаются вокруг Земли. Коперник доказал, что эти планеты вращаются вокруг Солнца, как и наша Земля. Поэтому Земля оказалась обычной планетой в Солнечной системе – одной из шести. Но во всех научных системах мира Сатурн, расположенный от нашего светила в девять с половиной раз дальше, чем Земля, был самой дальней планетой, краем Солнечной системы. В этом были уверены все – Аристотель и Платон, Птолемей и Коперник, Кеплер и Ньютон, астрономы и епископы. Все знали, что за Сатурном располагались лишь звёзды! Весть об открытии огромной планеты, в четыре раза большей, чем Земля, и почти в пятнадцать раз массивнее её, пронеслась по Европе и Америке, потрясая умы людей и меняя привычную картину мира.





Каролина была горда за своего брата и радовалась, что в его открытиях есть часть и её труда.

Новую планету Гершель открыл неожиданно, но было ли это открытие случайным? Он пишет: «Сложилось мнение, будто Уран привёл в поле зрения моего телескопа счастливый случай, но полагать так – явная ошибка. Ведь я последовательно рассматривал каждую звезду... а потому в ту ночь настал её черёд быть открытой... Если бы в этот вечер мне помешало какое-нибудь дело, я нашёл бы её в следующий, а телескоп мой был так хорош, что при первом же взгляде на неё я различил диск планеты».

Действительно, открытие Урана было неожиданным, но закономерным итогом трудолюбивых и кропотливых наблюдений неба Гершелем.

В том же году Гершель был избран членом Королевского общества учёных, а годом позже английский король назначил музыканта Гершеля своим личным астрономом. Вильям вместе с Каролиной переезжают ближе к королю. Бывший музыкант, а ныне знаменитый астроном строит всё более и более крупные телескопы, самый большой из которых имеет диаметр зеркала в метр и двадцать сантиметров.

– Вот так музыкант! – восхитилась Галатея.

– Открытия следуют одно за другим: за несколько лет Гершель обнаруживает два спутника Урана: Титанию и Оберон, а потом и два новых спутника Сатурна: Энцелад и Мимас.

Гершель измерил период обращения Сатурна, определил направление движения Солнца среди соседних звёзд, заметил сезонные изменения полярных шапок Марса, открыл двойные звёзды и выпустил первый каталог таких звёзд с исследованием их орбит. Изучая солнечный спектр, Гершель открыл невидимое инфракрасное излучение.

– А как он это сделал? – спросил Андрей.

– С помощью призмы Гершель разложил в радугу солнечный свет, падающий на его стол. И вдруг заметил, что термометр, лежащий в тени, но рядом с пятном света, стал быстро нагреваться. Гершель понял, что за пределами видимого солнечного спектра есть невидимое излучение, которое нагрело градусник.

– Какой он был умный, этот Гершель! – сказала ревниво Галатея.

– С помощью своего телескопа Гершель обнаружил тысячи звёздных туманностей и галактик. Он первый понял, что наша Галактика – **остров из звёзд**, окружённый сравнительной пустотой, и оценил размер Млечного Пути в семь тысяч световых лет. Эта оценка, на самом деле занизившая реальный размер нашей Галактики больше чем в десять раз, потрясла современников Гершеля и показалась им чудовищно огромной.

Многие открытия музыканта-астронома были неожиданны, но случайными их, действительно, никак назвать нельзя – Гершель вел наблюдения неба каждую ясную ночь свыше тридцати лет.

Лишь тяжёлая болезнь заставила семидесятилетнего астронома наблюдать звёзды реже.

\* \* \*

Главным достижением Гершеля является, конечно, обнаружение новой планеты. Гершель доказал, что эпоха великих открытий в Солнечной системе ещё не закончилась, что в ней могут быть и другие планеты.

Вдохновлённые открытием Урана астрономы бросились искать новые планеты в Солнечной системе. В первую очередь, они стали искать их между Юпитером и Марсом. Известно правило Тициуса – Боде, по которому радиус орбиты у каждой планеты в полтора-два раза больше, чем у её внутренней соседки. Новичок Уран подтвердил это правило, двигаясь вокруг Солнца ровно в два раза дальше Сатурна.

Исключением являлся лишь Юпитер, который в три с лишним раза дальше Марса. Поэтому астрономы давно подозревали, что в пустоте между Марсом и Юпитером что-то прячется. И действительно, в 1801 году итальянский астроном Пиацци открыл в этой зоне

небольшую планетку Цереру. За шесть лет было открыто ещё три планетки с похожими орбитами.

По предложению Гершеля эти планетки стали называть астероидами, так как при наблюдениях они были «звездopodobны» – то есть не имели диска, типичного для больших планет при телескопическом наблюдении. За двести лет в поясе астероидов были открыты сотни тысяч тел!

Открыв Уран, Гершель расширил размер Солнечной системы вдвое. На могиле астронома-музыканта написано: **«Он разбил преграды неба»**.

Певица Каролина Гершель сама превратилась в опытного астронома: открыла четырнадцать туманностей, а также восемь новых комет, став первой в мире женщиной-открывательницей комет.

После смерти брата Каролина завершила работу по составлению каталога из двух с половиной тысяч звёздных туманностей, которые наблюдал Вильям.

За это Королевское астрономическое общество наградило Каролину золотой медалью. В её честь назван 281-й астероид – Лукреция.

– Какой замечательный человек, эта Каролина Гершель, я так рада за неё! – не утерпела Галатея.

Дзинтара кивнула головой:

– Жизненный путь Каролины был долгим и полным событиями. Она вошла в историю как одна из самых знаменитых женщин-астрономов. Каролина прожила девяносто семь лет и стала свидетелем не только открытия Урана, но и того, как он вызвал волнение среди астрономов и указал им дальнейшую дорогу на неведомые окраины Солнечной системы.

Но это уже совсем другая история.



### *Примечания для любопытных*

**Световой год** – расстояние, которое свет проходит за год в вакууме без учёта гравитационного поля. Диаметр Млечного Пути составляет 100 тысяч световых лет. Расстояние от Солнца до Земли свет проходит всего за 500 секунд.

**Вильгельм (Вильям) Гершель** (1738–1822) – знаменитый астроном и музыкант, открыватель планеты Уран.

**Каролина Лукреция Гершель** (1750–1848) – астроном, сестра Вильяма Гершеля.

**Андрей Иванович Лексель** (1740–1784) – русский астроном, специалист по кометам.

**Джузеппе Пиацци** (1746–1826) – итальянский астроном, монах и открыватель Цереры.

**Иоганн Тициус** (1729–1796) – немецкий физик и математик. В 1766 году установил правило Тициуса – Боде.

**Иоганн Боде** (1747–1826) – немецкий астроном. Опубликовал в 1772 году правило Тициуса – Боде.

**Правило Тициуса-Боде:** радиусы орбит планет можно вычислить по простой формуле

$0,4 + 0,3 \times 2^n$  (расчёты ведутся в а. е. – астрономических единицах). Получим (слева от черты – вычисленное по правилу Тициуса – Боде значение, справа – реальный радиус орбиты):

0,4/0,39 а. е. Меркурий ( $n = -$ )  
 0,7/0,72 а. е. Венера ( $n = 0$ )  
 3481,0/1,00 а. е. Земля ( $n = 1$ )  
 1,6/1,52 а. е. Марс ( $n = 2$ )  
 2,8/2,9 а. е. (Церера) ( $n = 3$ )  
 5,2/5,20 а. е. Юпитер ( $n = 4$ )  
 10,0/9,54 а. е. Сатурн ( $n = 5$ )  
 19,6/19,2 а. е. (Уран) ( $n = 6$ )  
 38,8/30,1 а. е. (Нептун) ( $n = 7$ )

В скобках указаны планеты, не открытые на момент формулировки правила Тициуса-Боде. Природа этого правила точно неизвестна. Видимо, такой порядок расположения планет отражает условия их формирования в газопылевом облаке.

### **Сказка об Адамсе и Леверье, поймавших Нептун на математический крючок**

Дзинтара уселась в кресло и открыла книгу. Кресло было просторным, поэтому принцесса уютно устроилась в нём прямо с ногами. Дети уже лежали в своих постелях, но сна у них не было ни в одном глазу. Ничего, сейчас мы это поправим...

– Молодой студент Кембриджа Джон Адамс очень любил рыться на полках книжных магазинов. Такие магазины даже лучше библиотеки – в них можно не только читать, но и покупать самое интересное.

...Тихо шелестят страницы. В солнечном луче золотятся бумажные пылинки. Каждый том на полке сгустил в себе и тайну, и знание. Книжная обложка – это дверь в другой мир. Ты открываешь её и окунаешься в новое захватывающее приключение...

Вдруг студент увидел на полке брошюру, написанную главным астрономом Англии – королевским астрономом Эйри. Адамс открыл её и узнал об интригующей космической загадке.

Планета Уран, открытая Гершелем с помощью личного телескопа, оказалась очень строптивой планетой.

Она плохо подчинялась ньютоновскому закону гравитации! По сравнению с вычисленным положением, эта непокорная планета то забегала вперёд, то резко отставала.

Мнения учёных разделились. Одни заявили, что Ньютон вывел неточный закон. Другие сочли, что в орбите Урана неправильно учтена гравитация Юпитера и Сатурна.

«Хм!» – Адамс недоверчиво покачал головой. Он доверял теории Ньютона и знал, что знаменитые математики и механики – Эйлер, Даламбер, Лагранж, Лаплас и Гаусс – к девятнадцатому веку развили ньютоновскую теорию движения планет до очень высокого уровня. Она работала прекрасно для всех планет – за исключением Урана.

Молодой человек снова уткнулся в книжку Эйри.

Астроном Бувар, исследовавший аномальное поведение Урана, выдвинул гипотезу, что на Уран влияет неоткрытая внешняя планета.

Но где её искать?

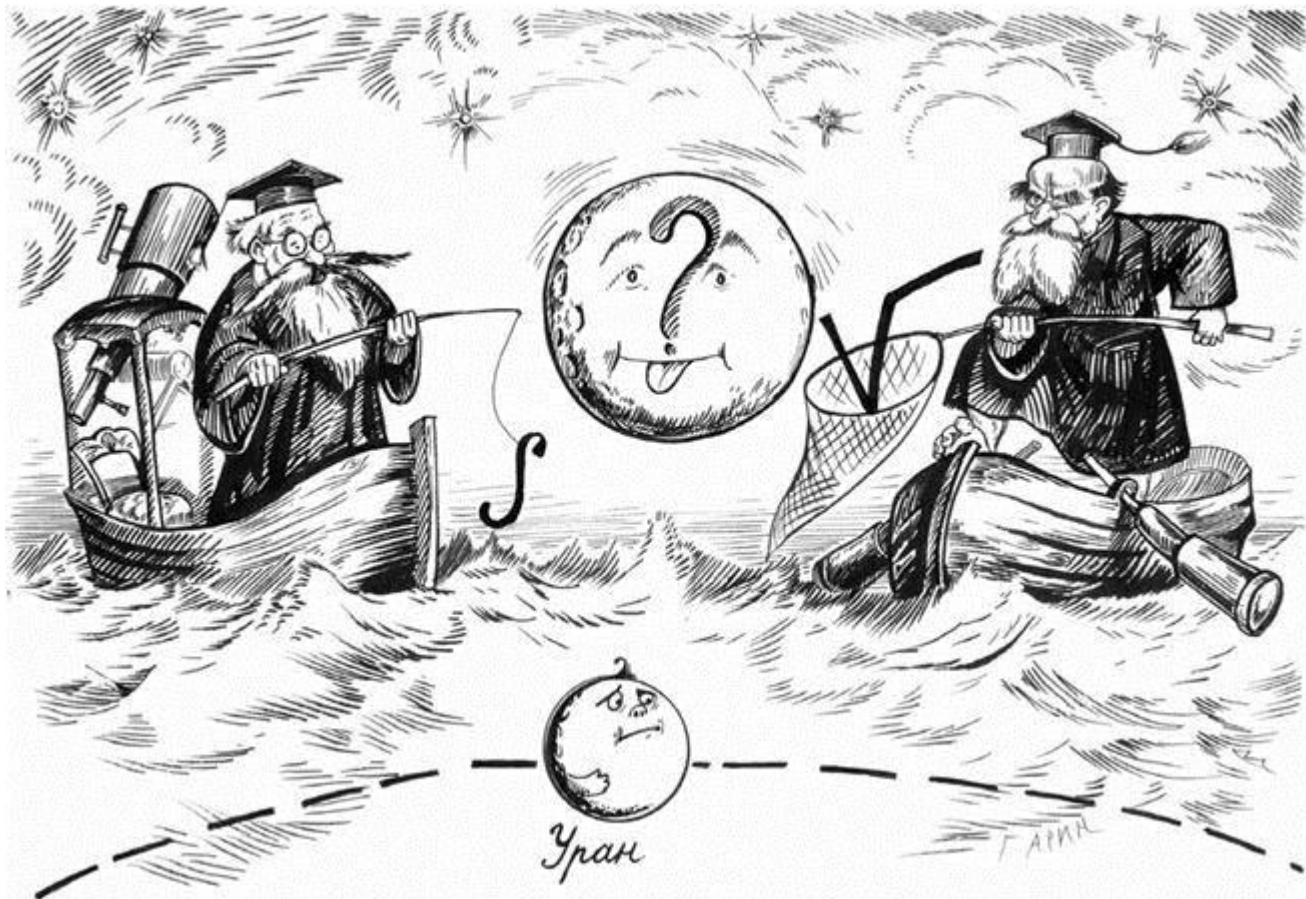
Учёные стали обсуждать возможность теоретического вычисления положения невидимой планеты. Но знаменитый Джордж Эйри, который тогда возглавлял Гринвичскую обсерваторию, скептически рассматривал такие идеи как совершенно нереальные. Это охлаждало многие горячие головы.

Проблема строптивого Урана так захватила воображение Адамса, что он твёрдо решил сам взяться за неё и определить координаты планеты, которая так возмущает движение Урана.

И конечно, уходя из лавки, он купил книгу Эйри.

Адамс был загружен учёбой до предела, но часто думал о невидимой планете. Она, должно быть, расположена дальше Урана и движется по орбите медленнее, чем он. Когда Уран догоняет невидимку, то испытывает сильное притяжение к ней. Земной наблюдатель видит в это время, что Уран движется быстрее обычного. Потом Уран обгоняет более медленную соседку – и она начинает тянуть его назад. Астрономы в это время замечают, что Уран тормозится, нарушая кеплеровские законы движения космических тел по орбите.

Адамс понимает – чтобы из наблюдений Урана найти координаты невидимки, нужно провести множество сложных расчётов. Он занят учёбой, но следит за публикациями об Уране. Из научных журналов Адамс узнаёт, что Эйри не верит в возможность решения этой задачи, но известный математик Бессель решил-таки определить координаты невидимой планеты (правда, Бессель был уже пожилым человеком, и болезнь не дала ему провести нужные расчёты).



Блестяще окончив Кембриджский университет, летом 1843 года 24-летний Адамс уезжает к родителям на каникулы и получает, наконец, возможность приступить к расчётам координат невидимой планеты. К октябрю Адамс уже находит первое решение, в котором основные проблемы теории движения Урана хорошо объяснялись наличием внешней планеты, которая располагалась в два раза дальше Урана (это значение орбиты невидимой планеты Адамс выбрал, следуя правилу Тициуса – Боде).

Адамс был скромным и робким молодым человеком. Он никому не сообщил о полученных результатах, считая их предварительными, и принялся уточнять свою теорию – в частности уменьшать радиус орбиты планеты-невидимки, чтобы достичь лучшего

совпадения с наблюдениями. Два года он упорно работал и получил к сентябрю 1845 года уже пятое решение для параметров невидимой планеты, включая её небесные координаты.

Последнее, самое точное решение Адамс решил показать двум знаменитым астрономам – директору Гринвичской обсерватории Эйри и директору Кембриджской обсерватории Чэллису. Он надеялся, что эти астрономы проверят его предсказание с помощью своих телескопов.

Ну и какая была реакция пожилых и маститых учёных на столь сенсационное сообщение свежеиспечённого и никому не известного выпускника колледжа?

– Пф! – фыркнула Галатея.

Дзинтара согласилась:

– Верно – предельно скептическая. Чэллис позже признался, что «постановка вопроса о проведении наблюдений только на основании теоретических выводов представлялась новой и необычной». Короче, Чэллис, директор Кембриджской обсерватории, получив письмо от Адамса, вовсе не бросился к своему прекрасному телескопу с диаметром зеркала в тридцать сантиметров и не навёл его на указанный Адамсом участок неба.

Адамс испытывал глубокое уважение к Эйри и поехал к нему лично, чтобы рассказать о своих результатах. Он не застал его дома и передал через слугу визитку и письмо с кратким изложением своих результатов. На словах он сказал, что зайдёт попозже. Но когда через некоторое время Адамс вернулся к резиденции Эйри, то величественный дворецкий не впустил молодого человека в дом, заявив, что королевский астроном обедает, и тревожить его нельзя.

Оскорблённый Адамс решил, что ему отказано в приёме, и вернулся в Кембридж.

Надо ли говорить, что после своего длинного обеда Эйри, получивший от Адамса письмо с координатами новой планеты, тоже не бросился к своему телескопу, чтобы проверить идеи какого-то молокососа? Да этот парень мог сделать кучу ошибок в своих вычислениях! Надо сказать, что консерватизм и скептицизм Эйри были просто выдающимися: он был одним из немногих астрономов, которые к середине девятнадцатого века всё ещё сомневались в теории Ньютона!

– Почти двести лет прошло после опубликования теории Ньютона, а Эйри всё ещё не верил в неё?! – не поверил своим ушам Андрей.

– Через пару недель королевский астроном всё-таки написал Адамсу письмо с каким-то не очень серьёзным вопросом о расчётах, который показывал, что Эйри поверхностно понимал небесную механику. То ли обиженный холодным приёмом, то ли удивлённый несущественностью вопроса, Адамс не ответил королевскому астроному.

Не найдя понимания у ведущих учёных, робкий Адамс не решается опубликовать своё решение в научном журнале и начинает работать над очередным, более точным решением – уже шестым по счёту.

А великие астрономы Эйри и Чэллис выбросили эту историю из своих утомлённых голов.

Но ненадолго – потому что вскоре началось второе действие этой драматической истории.

В июне 1846 года во Франции вышла подробная статья астронома Леверье, который независимо от Адамса провёл необходимые математические расчёты и тоже определил координаты невидимой планеты, влияющей на движение Урана!

Эти координаты были близки к тем, которые нашёл Адаме, но никто в мире ещё не слышал про работу Адамса – кроме астрономов Эйри и Чэллиса.

Прочитав статью француза Леверье, английский королевский астроном Эйри сразу понял, что сел в глубокую лужу.

29 июня он встречается с Чэллисом, чей кембриджский телескоп был гораздо лучше гринвичского, и предлагает ему начать поиски новой планеты – ведь если планету откроют французские наблюдатели, то лужа станет просто бездонной.

Чэллис не отказывается, но не горит. Он занят, и ему не хочется начинать новую программу наблюдений. Эйри настаивает и пишет Чэллису ещё два письма – 9 и 13 июля, предлагая план поиска новой планеты.

Только 29 июля Чэллис раскачивается и начинает искать новую заурановую планету.

План наблюдений, который составили Эйри и Чэллис, ясно показывает: хотя статья Леверье и подтвердила принципиальную правоту молодого нахала Адамса, в его конкретные числа они верят очень мало.

Адамс дал Эйри и Чэллису наиболее вероятное положение планеты на небе. Вместо того чтобы начать наблюдение вокруг этой точки, Эйри и Чэллис выделяют вдоль эклиптики огромную полосу размером десять на тридцать градусов – и собираются дважды перебрать тысячи звёзд в этой полосе, чтобы найти планету по смещению среди неподвижных звёзд.

Адамс оценил размер и яркость новой планеты, откуда понятно, что она должна иметь – в отличие от звезды – заметный диск. Эйри и Чэллис и этому не верят – поэтому Чэллис не ищет объекты с диском, а захватывает при наблюдении гораздо более слабые и точечные звёзды, увеличивая список просматриваемых объектов во много-много раз.

Итак, Чэллис наконец-то двинулся вперёд с методичностью трактора, пахущего огромное поле. За два месяца он просмотрел три тысячи звёзд – и все они оказались на месте! Так он и знал – нет здесь планеты, предсказанной этим юнцом!

29 сентября Чэллис прочитал очередную статью теоретика Леверье, который прямо советовал тугодумам-наблюдателям искать новую планету по диску. Чэллис, ворча, начинает искать планету новым способом – просто высматривая диск среди звёзд. Всего лишь после трёх часов поисков он замечает объект с небольшим диском и говорит об этом своему ассистенту. Чтобы проверить – планета ли это? – нужно просто надеть на телескоп окуляр с большим разрешением.

Но Чэллис не горит. В эту ночь он не стал монтировать новый окуляр, который подтвердил бы наличие диска.

В следующую ночь Чэллис решил вообще не ходить на наблюдения, так как Луна переместилась и стала, по его мнению, засвечивать нужный участок неба.

А вдруг засвечивает недостаточно и планета ещё видна? Может, стоит проверить?

Но Чэллис спокойно ложится спать.

Утром 1 октября он встаёт и с аппетитом завтракает, читая новую лондонскую газету «Таймс».

И вдруг его аппетит напрочь пропадает – он узнаёт, что новую планету уже открыли в Европе!!

В Европе – но не во Франции. Франция, как оказалось, стоит Англии. Когда француз Леверье опубликовал свою работу с предсказанием координат новой планеты – сколько французских наблюдателей бросились проверять указанное место неба?!

– Ни одного? – догадалась Галатея.

– Правильно! Справедливости ради нужно сказать, что молодежь Парижской и Вашингтонской обсерваторий рвалась к инструментам, но почтенные руководители этих учреждений, проявив замечательное интернациональное единодушие, быстро указали этим молодым сверчкам на их шестки.

В отличие от робкого и неопытного Адамса, Леверье был матёр, горяч и нетерпелив. Не найдя отклика у французских наблюдателей, он обращается к зарубежным астрономам, предлагая им поискать новую планету. В конце июня Леверье пишет королевскому астроному Эйри, в Англию, предлагая тому... заняться поиском новой планеты.

– Неправильный ход! – захохотал Андрей.

– Верно. Ввиду «близкого отъезда в Европу» Эйри отклоняет предложение Леверье, который готов прислать детальные данные для наблюдений. Эйри попросту врёт – до его поездки ещё полтора месяца. Хитрый Эйри уже сам пробует организовать поиски планеты по данным Адамса и, из патриотических убеждений, не хочет принимать помощи от француза Леверье.

Леве́рье начинает понимать, что с этими стариками, сидящими во главе обсерваторий, никакой каши не сваришь. Теперь он делает умный ход. Леве́рье вспоминает, что в Берлинской обсерватории работает молодой астроном Иоганн Галле, приславший ему год назад свою диссертацию. Леве́рье пишет ему письмо, где сначала хвалит диссертацию Галле (хорошая она или плохая – какая сейчас разница!), а потом излагает главное дело – просьбу о поиске новой планеты. Леве́рье приводит в письме её координаты и оценку размера диска.

Иоганн Галле получил письмо днём 23 сентября.

Галле загорелся!

– Наконец-то! – облегчённо перевёл дух Андрей.

– Если бы Леве́рье написал напрямую директору Берлинской обсерватории – пожилому и заслуженному Энке, – то получил бы обычный пшик. Энке был против новых наблюдений вне утверждённого плана – и когда ассистент Галле пришёл к нему с просьбой разрешить поиск новой планеты, то он ему отказал. Но Галле – не письмо, его в мусорную корзину просто так не выбросишь. Галле был настойчив, а директору хотелось спать – и он махнул рукой на этих молодых безумцев.

В ту же ночь Галле садится за 23-сантиметровый телескоп. Ему вызвался помогать доброволец – молодой студент Генрих д'Аррест, который тоже мгновенно увлёкся идеей поиска новой планеты.

Галле стал просматривать звёзды в указанной Леве́рье области, но диска нигде не обнаруживалось – увеличивающей силы окуляра телескопа было недостаточно.

Что делать?

Студенту Генриху приходит в голову замечательная мысль – воспользоваться только что напечатанным и очень детальным берлинским атласом звёзд. Он предлагает сравнить небо с каталогом, чтобы проверить – не затесалась ли среди неподвижных звёзд лишняя – то есть подвижная планета.

Сказано – и сразу сделано. Галле смотрел в телескоп и называл координаты видимых светил, а д'Аррест искал их в каталоге. Уже в полночь Галле назвал координаты довольно яркой звезды, но д'Аррест не нашёл её в каталоге!

Эврика!

Всего за несколько часов энергичных наблюдений Галле и Аррест нашли предсказанную Леве́рье планету! Её наблюдаемое положение отстояло от вычисленного всего на один градус.

Студент Генрих немедленно побежал будить директора. Неслыханная дерзость! Но даже старые лошадки вскидываются, когда слышат такие новости.

Энке поспешил к телескопу – и три астронома наблюдали новое светило до утра. Чтобы исключить ошибку каталога, они продолжили наблюдение на следующую ночь. Ошибки не было – более сильный окуляр показал, что объект имеет заметный диск и сместился за ночь среди неподвижных звёзд как раз на предсказанную Леве́рье величину.





Прямо завидуешь этим астрономам – Галле, д'Арресту, да и Энке. Они получили исключительное наслаждение за эти две ночи наблюдений, став участниками и свидетелями изменения картины мира.

Утром 25 сентября Галле пишет письмо Леверье с победным известием. Почтовые лошади, подгоняемые запыхлённым курьером, быстро доставили письмо Галле из Берлина в Париж. Получив его, Леверье, без сомнения, испытал самый звёздный момент жизни. Порадуемся же и мы за него!

Узнав об открытии новой планеты в Германии, английские и французские наблюдатели очень расстроились. В Англии и Франции разразился политический скандал о подмоченном национальном престиже.

Что же Чэллис и Эйри?

Чэллис залез в свои записи и с ужасом обнаружил, что он за два последних месяца наблюдал новую планету уже трижды, но не понял этого!

– Почему?! – удивилась Галатея.

– Из-за невнимательности: он плохо сравнил данные наблюдений разных дней. Злые языки говорили, что жена астронома не вовремя позвала Чэллиса к чаю, из-за чего он не смог открыть новую планету. Кстати, если бы он исследовал 30 сентября замеченный накануне диск – было доказано, что небо это позволяло, – то стал бы, по крайней мере, независимым открывателем новой планеты.

Но Чэллис не горел на работе, он на ней уныло пахал.

Английские газеты яростно напали на королевского астронома Эйри и на директора Кембриджской обсерватории Чэллиса, требуя от них ответа – почему они не открыли новую планету по координатам Адамса – зная о них целый год?!

Эйри, к его огромному сожалению, не мог заткнуть рот прессе с помощью дворецкого, который бы заявил, что королевского астронома нельзя беспокоить.

От Чэллиса и Эйри полетели пух и перья!

– Ха-ха-ха! – злорадно засмеялась Галатея.

– Французская пресса тоже не церемонилась с наблюдателями Парижской обсерватории. Тратата и тратата, почему планету француза Леверье открыли в Германии?!

Эйри и Чэллис написали много статей и мемуаров, логично объясняя, почему они долго чихали на теоретическую работу Адамса. Эйри даже находчиво заявил в свою защиту, что открытие новой планеты не входит в обязанности королевского астронома.

Но, как победителей не судят, так и оправдательные аргументы людей, севших в глубокую лужу, звучат всегда неубедительно – с каким-то бульканьем.

\* \* \*

Математик и астроном Эйри за свою долгую жизнь не раз демонстрировал удивительный консерватизм и редкую неудачливость. В 30-х годах девятнадцатого века он не поверил инженеру Расселу, открывшему солитон. В 40-х годах он не поверил Адамсу, предсказавшему Нептун. В 70-х годах Эйри был консультантом при строительстве железнодорожного моста и недооценил уровень ветрового давления. Штормовым вечером 28 декабря 1879 года мост рухнул вместе с проходящим по нему поездом. Все пассажиры – семьдесят пять человек – погибли, а Эйри вызвали в суд для дачи показаний. В 80-х Эйри предложил новую теорию движения Луны, но уже после публикации обнаружил, что в сложные вычисления в самом начале вкралась ошибка, обесценившая всю теорию. Директор Кембриджской обсерватории Чэллистоже вошёл в историю, в основном, благодаря своим неудачным поискам Нептуна.

\* \* \*

Открытие Нептуна стало полезным уроком для многих астрономов и триумфом для ньютоновской механики, которая оказалась исключительно точным и полезным инструментом науки.

Адамс получил свою порцию славы – его роль в открытии Нептуна была отмечена, а работа была опубликована. Адамс провёл свои вычисления орбиты невидимой планеты раньше Леверье, но независимые расчёты Леверье оказались заметно точнее – и именно они привели к открытию новой планеты.

Сам Леверье прославился мгновенно и на весь мир – настолько, что, предложив сначала традиционно божественное название для новой планеты – Нептун, астроном потом передумал и предложил назвать планету просто Леверье. Тут он погорячился, и астрономическое сообщество эту идею отклонило. Так Леверье и остался главным открывателем планеты Нептун, а не планеты Леверье.

Ещё одним важным научным достижением Леверье стала теория движения Меркурия. В 1859 году, будучи уже сам маститым директором Парижской обсерватории, Леверье открывает аномальную прецессию (см. примечания) орбиты Меркурия – её кеплеровский эллипс смещается (дрейфует, как по-моряцки говорят небесные механики) чуть быстрее, чем следует из ньютоновской теории.

Леверье глубоко верил в ньютоновскую теорию и предположил – как и в случае с Ураном, – что существует невидимая планета Вулкан, летающая вокруг самого Солнца и влияющая на Меркурий. Но здесь уже Леверье оказался неправ – никакого Вулкана возле Солнца не было, просто астроном обнаружил пределы применимости теории Ньютона.

– Ну прямо наваждение какое-то! – удивился Андрей, которого, в отличие от младшей сестры, так и не удалось усыпить длинной историей. – Старики-то всегда неправы?!

Дзинтара улыбнулась и негромко сказала:

– Даже крохотные несоответствия между наблюдениями и теорией часто оказываются очень перспективными. Через шестьдесят лет из этой аномальной прецессии Меркурия родится теория гравитации Эйнштейна, которая сменит теорию гравитации Ньютона на посту управителя небес.

Эпоха небесной механики уступит дорогу эпохе небесной физики, а новое время всегда рождает новые сказки...



### *Примечания для любопытных*

**Жан Даламбер** (1717–1783) – французский учёный-энциклопедист, известен как философ, механик и математик.

**Жозеф Лагранж** (1736–1813) – итальянский математик и механик, работавший после 1766 года в Берлине, а с 1787 года – в Париже.

**Пьер-Симон Лаплас** (1749–1827) – французский математик, физик и астроном.

**Алексис Бувар** (1767–1843) – французский астроном. Исследовал неравномерности в движении Урана и выдвинул гипотезу о существовании заурановой планеты.

**Йоганн Гаусс** (1777–1855) – великий немецкий математик, астроном и физик. Его зовут «королём математиков».

**Фридрих Бессель** (1784–1846) – немецкий математик и астроном. В честь него названы функции Бесселя. Основатель Кёнигсбергской обсерватории.

**Иоганн Энке** (1792–1865) – немецкий астроном, директор Берлинской обсерватории с 1825 по 1862 год. Исследовал комету Энке и открыл пробел в кольцах Сатурна (щель Энке).

**Джордж Эйри** (1801–1892) – английский математик и астроном. Директор Гринвичской обсерватории с 1836 по 1861 год.

**Джеймс Чэллис** (1803–1882) – английский астроном, директор Кембриджской обсерватории.

**Урбан Леверье** (1811–1877) – французский небесный механик. В 1846 году опубликовал статью с предсказанием траектории невидимой внешней планеты. С помощью его расчётов Галле и д'Аррест открыли планету Нептун. С 1853 года – директор Парижской обсерватории.

**Иоганн Галле** (1812–1910) – немецкий астроном, открывший вместе с д'Аррестом планету Нептун. С 1835 года работал помощником Энке, директора Берлинской обсерватории. Открыл три кометы и внутреннее кольцо Сатурна.

**Джон Адамс** (1819–1892) – английский астроном и математик, первым рассчитавший траекторию невидимого Нептуна.

**Генрих д'Аррест** (1822–1875) – немецкий астроном. Соавтор открытия планеты Нептун. Работал в Лейпцигской обсерватории, где в 1851 году открыл периодическую комету (комета 6P/д'Арреста), а в 1862 году – крупный астероид 76 Фрея.

**Эклиптика** – круг на небе, по которому движется Солнце, или круг, образованный сечением небесной сферы плоскостью орбиты Земли.

**Аномальная прецессия Меркурия** – аномальное смещение эллипса, по которому движется Меркурий. Теория Ньютона предсказывает определённую скорость поворота эллипса вокруг Солнца – из-за воздействия других планет, – но в реальности орбита Меркурия прецессирует быстрее. Эта аномальная скорость прецессии была объяснена лишь в теории Эйнштейна, которая установила искривление пространства возле Солнца.

### **Сказка о том, как русские, немцы и американцы мечтали о ракете**

– Когда усталость и суета захлестывают меня с головой, то я выхожу под ночное небо и смотрю на звёзды. И они сразу успокаивают меня, помогают расставить жизненные приоритеты. Многие тревоги оказываются пустяками... Вот такая звёздная психотерапия... – Сидевшая в кресле Дзинтара замолчала.

Галатея в пижаме соскочила с постели и широко распахнула окно детской спальни, которое выходило в сад. Над деревьями висела четвертинка луны и сверкала стая крупных звёзд. Девочка уставилась на звёзды и замерла. Наступила тишина, подчёркнутая цикадным стрекотом. Звёзды мерцали, окружая девочку, и в какой-то момент они перестали быть просто огоньками на плоском фоне. Небо стало объёмным и распахнулось. Крупные звёзды приблизились – рукой подать, а звёздочки поменьше отдалились в галактический горизонт, в неимоверную глубину, от одного взгляда в которую начинала кружиться голова и восторженно стучать сердце.

– Какой он большой, этот космос! – потрясённо сказала Галатея. – Какой он странный!

– Космос поднимает людей над земными проблемами, заставляя их мечтать. Он действует на всех, кто смотрит на небо, но иногда он потрясает человека настолько сильно, что тем овладевает фантастическая мечта о полёте к звёздам. И он посвящает жизнь этой мечте!

– Ну хорошо, захотел человек полететь в космос, а ракет ещё нет, что же он может сделать? – удивился Андрей.

– Самую сильную мечту ничто не остановит. Именно так и были созданы первые ракеты. Ещё в семнадцатом веке Ньютон рассчитал, что если сказочный богатырь бросит яблоко со скоростью восемь километров в секунду (её называют первой космической скоростью), то оно вылетит в космос и станет искусственным спутником Земли – то есть будет летать в космосе не падая!

– Да где же найти такого богатыря?! – взмахнула руками Галатея.

– Верно, – согласилась Дзинтара, – красивая идея Ньютона оставалась умозрительной целых триста лет: для запуска космического спутника никак не могли найти подходящего силача.

Самыми быстрыми изделиями человеческих рук до двадцатого века были ядра, пули и снаряды. Обычно они вылетали из дула под давлением пороховых газов со скоростью несколько сот метров в секунду. Скорость снарядов дальнобойной немецкой пушки, которая обстреливала Париж во время Первой мировой войны, достигала двух километров в секунду – то есть была в четыре раза меньше первой космической скорости.

Но ничего быстрее пушечного снаряда никак не могли изобрести, и даже фантаст Жюль Верн в своём романе «Из пушки на Луну» описал космический полёт... пушечного снаряда, в котором находились люди. После чтения книги Верна многие захотели полететь в космос. Фантазия учёных шагнула дальше воображения писателя: они показали, что, придав достаточную скорость космическому аппарату, его можно вывести не только на орбиту вокруг Земли или отправить к Луне, но и послать к другим планетам.

Вот только как придать ему такую скорость?

Жюль-верновская пушка для полётов в космос не годилась.

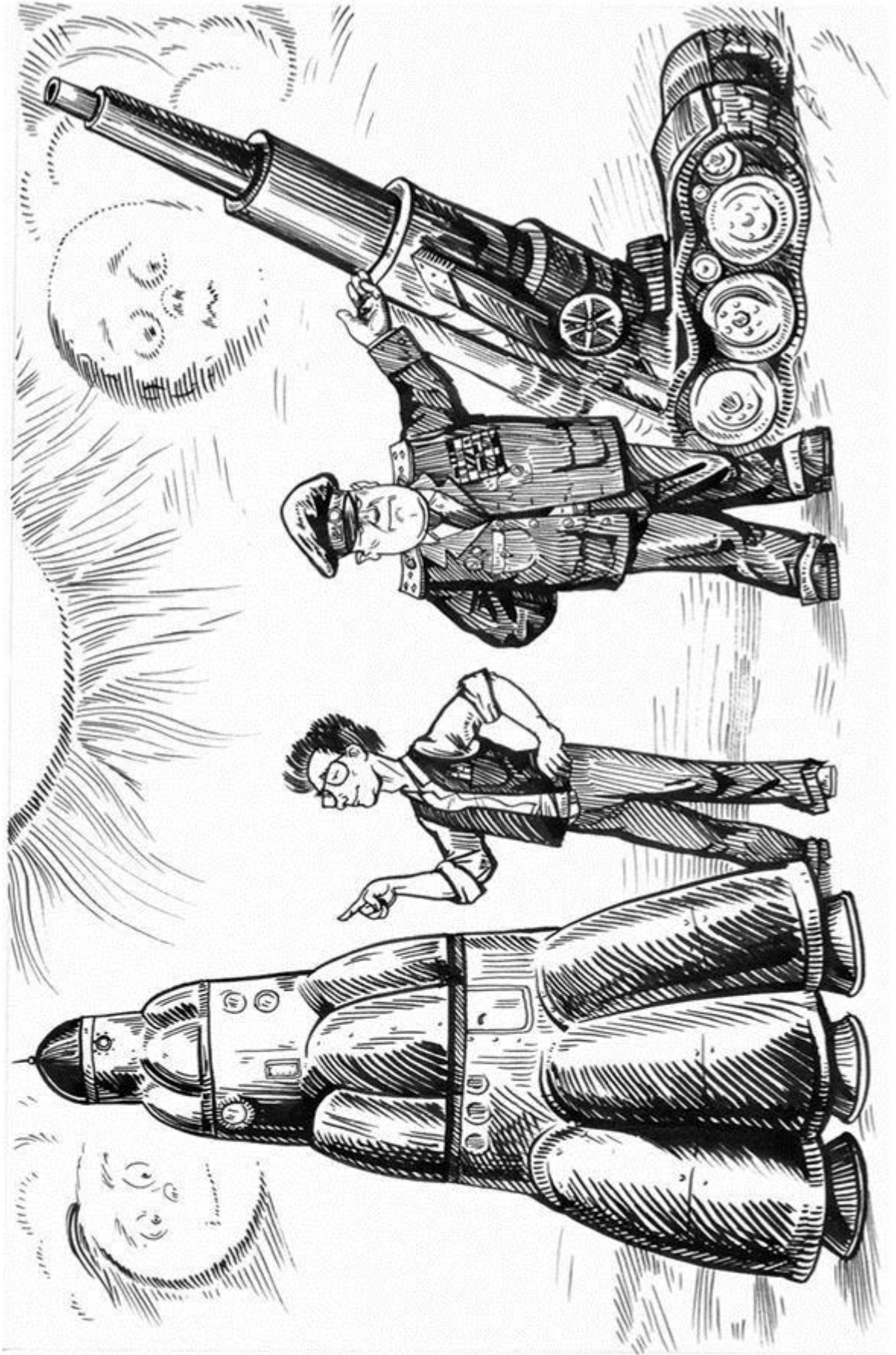
А что годится? Ау, богатырь!

На роль богатыря вызвалась ракета.

\* \* \*

Константин Эдуардович Циолковский был очень интересным человеком: страстным изобретателем, учёным-самоучкой, популяризатором науки. Да, и ещё – школьным учителем. Он доказывал, что в космос можно подняться с помощью РЕАКТИВНЫХ ракет. Циолковский записал уравнения для динамики ракеты с изменяющейся массой и выдвинул концепцию многоступенчатой ракеты.

– Постой, мама, – крикнула Галатея. – Как это – ракета с изменяющейся массой? Она что – худеет в космосе?



— Галатея, старинные ракеты несли с собой столько горючего, что, сжигая его, быстро становились всё легче и легче, — Андрей опередил мать и сам объяснил сестре новое понятие.

– А что такое многоступенчатая ракета? Она похожа на лестницу? – не отстала Галатея.

– Это просто ракета, которая сбрасывает пустые баки. Израсходовала горючее из нижней своей половины – и отстегнула её, чтобы не тащить на себе лишнюю тяжесть и лететь дальше налегке.

– Верно, – одобрила Дзинтара объяснения сына. – Все эти соображения Константин Эдуардович развил в своём классическом труде «Исследование мировых пространств реактивными приборами», опубликованном в 1903 году. Тогда ещё не было самолётов, а Циолковский уже мечтал о ракетах!

И он зажёл своей мечтой многих.

\* \* \*

Книги мечтателей Жюль Верна и Циолковского стали толчком для мечтателей нового поколения, которые с энтузиазмом взялись за создание ракет.

В США ракетами стал заниматься Роберт Годдард. В Германии – Герман Оберт, а потом его ученик Вернер фон Браун.

Во Франции создать ракету решил Робер Эсно-Пельтри.

В СССР ракеты увлекли Сергея Королёва, Фридриха Цандера, Михаила Тихонравова и других инженеров.

Мечта – мечтой, но ракета оказалась машиной сложной и капризной. Для её создания понадобились немалые деньги. Правительство – это такой орган общества, который должен финансово поддерживать мечтателей, если они обещают сделать что-то полезное для общества. К сожалению, правительство состоит из большого количества умных людей, которые думают и действуют очень по-разному. Поэтому правительство как коллективный орган нередко страдает своеобразным слабоумием.

Поэтому судьба создателей ракет в разных государствах оказалась очень разной.

В Америке мечтатель Роберт Годдард не получил существенной поддержки ни от государства, ни от общества. В 1920 году «Нью-Йорк таймс» высмеяла в редакционной статье абсурдные ракеты Годдарда – ведь в вакууме не от чего отталкиваться! – и заявила, что профессор не знает школьного курса динамики.

– Невежды часто обвиняют других в невежестве! – авторитетно заявил Андрей.

– Извините меня, а от чего действительно отталкиваются ракеты в пустоте, где нет воздуха? – прошептала смущённо Галатея.

– Ракета отталкивается от атмосферы, которую сама создает! – сказал Андрей. – Ведь ракетное топливо при сгорании превращается в газ – именно от него ракета и отталкивается! Так птицы отталкиваются от воздуха.

Галатея развела руками, пытаясь то ли расправить крылья, то ли измерить длину ракеты.

– Значит, ракета – это птица, которая носит с собой воздух для полета?

Дзинтара призадумалась над комментариями детей, но возражать не стала и продолжила чтение:

– С 1926 года Годдард запускает небольшие ракеты, которые изготавливает в одиночку или с помощью немногочисленных помощников. В каждом запуске отрабатывались важные принципы управления ракетным полётом, но сама ракета взлетала невысоко – на пару километров. После очередного эксперимента Годдарда местная газетка разразилась ехидным заголовком: «Лунная ракета промахнулась на 380 тысяч километров!»

Так американцы, в том числе администрации пяти подряд президентов – Вильсона, Гардинга, Кулиджа, Гувера и Рузвельта, возглавлявших США в то время, фатально недооценили своего учёного, который мог бы возглавить национальную ракетную программу. В результате американское ракетостроение не получило должного развития до середины сороковых годов.

Мечтатель Робер Эсно-Пельтри несколько лет безуспешно пытался привлечь внимание французского правительства к ракетной технике, а потом начал экспериментировать сам. В результате взрыва потерял четыре пальца на левой руке. Получил всё-таки небольшую



субсидию и одного ассистента; благодаря этому разработал и испытал реактивный двигатель. Потом Франция была захвачена Германией, а Эсно-Пельтри эмигрировал. Так умерла французская ракетная программа.

В Советском Союзе ракетами занимаются Королёв с Цандером, Тихонравовым и другими инженерами. Молодые ракетчики запускают свою первую ракету в 1933 году. К 1936 году Королёв с друзьями создает крылатые ракеты с пороховым и жидкостным двигателями, но его карьера ракетостроителя прерывается в 1938 году. Правительство оказалось неумным настолько, что Королёва арестовывают по ложному обвинению и отправляют на золотые прииски Колымы. Сергей Павлович Королёв чудом выживает в сталинских лагерях, но до конца войны он уже не занимается космическими ракетами.

Так советское правительство чуть не убило гениального учёного, который мог активно развивать национальную ракетную программу. Развитие ракетостроения в СССР было задержано на десятилетие.

Фон Браун, частично опираясь на известные ему результаты Роберта Годдарда, запустил первые ракеты одновременно с Королёвым. Потом их пути разошлись: заключенный Королёв отправился в тюрьму, а 25-летний аристократ, барон Вернер фон Браун, состоявший в родстве с несколькими королевскими династиями, включая Карла Великого, был поддержан правительством гитлеровской Германии и стал главой ракетного центра. Через пять лет Вернер Браун создал первую в истории баллистическую (или суборбитальную) ракету «Фау-2» с дальностью в 320 км, сумевшую взлететь на высоту в 190 км.

Немецкая ракетная программа вырвалась вперёд.

Германия наладила серийный выпуск баллистических ракет – и три тысячи «Фау-2», каждая из которых несла тонну взрывчатки, были выпущены немцами по Лондону, Антверпену, Парижу, Маастрихту и другим городам. Для производства самых передовых ракет в мире режим Гитлера использовал труд рабов. На фабриках по производству «Фау-2» умерли десятки тысяч узников концлагерей. А вот от взрывов запущенных «Фау-2» людей погибло гораздо меньше, так что ракеты фон Брауна не оказали на ход войны существенного воздействия.

– Как им было не стыдно приказывать делать эти ужасные ракеты! – покачала головой Галатея.

Дзинтара грустно добавила:

– Ракеты возникли из мечты человека о космических полётах, но правительства разных стран единодушно финансировали лишь военное применение ракет. Мнение самих учёных и инженеров не принималось в расчёт. Фон Браун, узнав о ракетном ударе по Лондону, с горечью сказал: «Мои ракеты приземлились не на ту планету». Самого же ученого гестапо арестовало из-за доноса, что фон Браун и его инженеры в своих разговорах сожалеют о том, что занимаются созданием военных, а не исследовательских ракет. Действительно, в кругу своих коллег фон Браун заявлял, что ему «наплевать на победу фюрера» и что «лично ему нужна Луна». Но мечты барона фон Брауна власти Германии тоже игнорировали.

Конец войны принёс существенные изменения в расстановку сил в мировой космонавтике: в 1945 году немецкая ракетная программа скончалась вместе с нацистским рейхом. В этом же году в Америке умер Годдард, а в Европе фон Браун сдался в плен войскам США вместе с полусотней ведущих ракетных инженеров. Американцы вывезли в США и сотню готовых ракет «Фау-2».

Власти СССР освобождают Королёва, велят надеть форму капитана артиллерии и посылают изучить ракеты «Фау-2», захваченные советскими войсками на немецком ракетном полигоне Пенемюнде.

– А зачем ему велели надеть форму капитана? – спросила Галатея.

– Просто сержанта или лейтенанта никто слушаться не будет! – авторитетно пояснил Андрей.



– Немецкие трофеи доказали и русским, и американским военным перспективность ракетной техники. Военные обеих стран решили заставить космических мечтателей создать боевую ракету, которая могла бы перебросить через океан атомную бомбу. Конечно, каждая страна захотела первой создать космическое оружие – и на такую задачу правительства денег не пожалели. Началась гонка между американскими инженерами, включая фон Брауна, и советскими ракетчиками (вместе с той частью немецких специалистов, которые попали в СССР).

В СССР бывший заключённый Королёв изучает старые «Фау-2» и создаёт новые ракеты, пользуясь щедрой поддержкой правительства. Королёв быстро делает следующий шаг по сравнению с ракетами фон Брауна и создаёт красивую многоступенчатую ракету. Королёв взял и сложил пять отдельных ракет в пучок – одна в центре и четыре по краям. Четыре боковые ракеты сжигали топливо и отсоединялись, выталкивая центральную часть всё выше и выше. Именно центральная ракета выводила свою верхнюю часть на орбиту вокруг Земли.

А в США барон и бывший нацист фон Браун не находит достаточной поддержки. Его работа тормозится. Правительство предпочитает финансировать альтернативную ракетную программу Военно-морского флота США.

В августе 1957 года Королёв успешно испытывает новую ракету-носитель под обозначением «Р-7», или, как прозвали её ласково, «семёрка». Военные были счастливы – у них есть желанная ракета! Королёв, набравший весомый авторитет, не забывает о своих космических мечтах и предлагает запустить с помощью созданной боевой ракеты вполне мирный спутник Земли. Правительство соглашается.

4 октября этого же года в СССР с помощью ракеты «Р-7» запускается в космос первый искусственный спутник Земли. Неожиданно для политиков планетарный резонанс от этого мирного запуска оказался оглушительным.

\* \* \*

Стивен Кинг, известный американский писатель, вспоминает, что в этот вечер он, ещё школьник, сидел в кинотеатре. Вдруг фильм прервали, включили свет и сообщили зрителям, что русские запустили спутник, который летает сейчас над Америкой и вообще над всем миром.

Когда свет выключили и фильм возобновили, интерес зрителей к кино полностью пропал. У всех возникло ощущение если не конца света, то конца старой эпохи.

В английском языке появилось новое слово – sputnik.

\* \* \*

Появление советского спутника массой свыше восьмидесяти килограммов – прямо над головой американских конгрессменов! – произвело на них эффект гораздо больший, чем взрыв реальной бомбы того же веса.

Бум!

Не успели члены администрации Эйзенхауэра опомниться, как...

БУМ!!!

...и через месяц после первого спутника над Капитолием промчался второй русский спутник весом более полутонны, с живой собакой Лайкой на борту.

В правительстве США началась настоящая паника.

Известный американский историк Бурстин писал о реакции в Америке на первый советский спутник: «Никогда ещё столь малый и столь безобидный объект не вызывал такого ужаса».

Американские ракетчики и учёные мгновенно стали персонами номер один, а ракетные программы США были предельно ускорены. Пытаясь догнать СССР, сделавший научно-технический рывок и первым вышедший в космос, в 1958 году США создаёт космическое агентство НАСА, военно-научное агентство ДАРПА, а также запускает

программу поощрения образования в стратегически важных науках. Запуск первого спутника стал катализатором научно-технической революции во второй половине XX века. Некоторые историки полагают, что запуск спутника стал главным событием двадцатого века и оказал на жизнь человечества наибольшее влияние.

Фон Браун по-прежнему не пользуется поддержкой в правительстве, поэтому первый контракт на запуск искусственного спутника Земли правительство США отдало военным морякам. В декабре 1957 года, при попытке выведения на орбиту спутника весом чуть больше килограмма, десятилонная флотская ракета «Авангард» взорвалась, оторвавшись от земли лишь на метр.

Тогда правительство США, наступив на горло национальным чувствам (или предрассудкам?), разрешило запуск спутника группе «чужака» фон Брауна.

1 февраля 1958 года фон Браун успешно запускает первый американский спутник «Эксплорер», весом в четырнадцать килограммов. Новый спутник Земли, снабжённый научными приборами, открывает радиационный пояс вокруг нашей планеты.

\* \* \*

Правительства СССР и США осознали, что национальный престиж может быть достигнут не только через кровавые военные победы, но и с помощью запусков мирных ракет и научных спутников. Благодаря общественному вниманию космические проекты получили могучий импульс.

Между СССР и США развернулась настоящая космическая гонка.

В 1958 году США выводят на орбиту первый спутник связи.

В 1959 году советские аппараты достигают Луны и фотографируют её обратную сторону.

В 1960 году США запускает первый разведывательный спутник и метеоспутник с телекамерой.

В 1961 году СССР отправляет межпланетную станцию к Венере.

Выводя спутники в космос и совершенствуя ракетные технологии, обе страны спешно готовятся к запуску человека на орбиту.

Темп международной гонки был настолько высок, что первый отряд советских космонавтов подготовили к полёту всего за год.

Королёв торопился – по агентурным данным, Америка весной 1961 года готовит пилотируемый полёт.

Русские успели первыми: 12 апреля 1961 года СССР запускает в космос ПЕРВОГО в истории человечества космонавта – Юрия Гагарина. Максимальная высота орбиты первого пилотируемого корабля – 328 км, минимальная – 178 км.

Это был ещё один грандиозный успех советской космической программы, который произвёл на весь мир огромное впечатление. До сих пор в США и в десятках других стран 12 апреля широко празднуется «Yuri's Night» – «Ночь Юрия».

Спустя три недели США тоже запускает в космос человека – 5 мая 1961 года американец Алан Шепард на ракете «Редстоун», разработанной группой фон Брауна, совершает суборбитальный полёт – то есть полёт без совершения полного витка вокруг Земли. Максимальная высота полёта – 187 км.

В августе этого же года второй советский космонавт, Герман Титов, совершает суточный полёт вокруг Земли.

20 февраля 1962 года американец Джон Гленн на ракете «Атлас», разработанной фирмой «Локхид-Мартин», совершает первый в истории США полноценный орбитальный полёт.

Американцы понимают, что они значительно отстают от русских, – и это служит сильнейшим стимулом для дальнейшего развития американской космонавтики. Фон Браун не забывает своей мечты о Луне. Америка хочет взять реванш в соревновании с советской космонавтикой, поэтому президент Джон Кеннеди объявляет приоритетной программу «Аполлон» с задачей послать космонавтов на Луну. Такой сложнейшей задачи ещё никто в мире решить не мог.

\* \* \*

Президент Кеннеди встречается с фон Брауном, обсуждает с ним планы достижения Луны. Для программы «Аполлон» группой фон Брауна была в короткий срок создана самая мощная ракета двадцатого века – «Сатурн-5», весящая три тысячи тонн и выводящая на околоземную орбиту космический корабль весом в сто сорок тонн. С помощью этой ракеты корабль «Аполлон-11» с тремя американскими астронавтами достиг Луны, и двое исследователей – Нил Армстронг и Эдвин Олдрин – 21 июля 1969 года ступили на её поверхность.

Весь мир, затаив дыхание, смотрел прямую телетрансляцию с Луны, как человек, впервые в истории, шагает по поверхности нашего спутника.

– Это так удивительно, – сказала Галатея, глядя на луну, висящую над садом. – Словно кто-то прошёл по радуге или облаку.

Дзинтара кивнула:

– Это был мощный рывок американской космонавтики. В пилотируемой лунной программе советские инженеры отстали. Среди них уже не было Королёва, который умер в 1966 году. Всего в двадцатом веке на Луне побывало шесть американских экспедиций, и на поверхность естественного спутника Земли высадились двенадцать астронавтов США. Заключительная экспедиция состоялась в декабре 1972 года. Только из последнего путешествия астронавты привезли на Землю сто десять килограммов лунного грунта. Фон Браун исполнил свою мечту – его ракеты побывали на Луне. К сожалению, добившись престижного успеха, правительство США решило свернуть дорогостоящую лунную программу и велело НАСА заняться созданием многоразовых космических кораблей, которые захотели иметь военные.

Возмущённый фон Браун ушёл в отставку.

\* \* \*

Советский Союз, потерпев неудачу с испытанием тяжёлой ракеты для лунной программы, ответил на американскую пилотируемую программу «Аполлон» посылкой на Луну серии автоматических станций и управляемых роботов. Первый раз СССР осуществил возврат лунного грунта на Землю с помощью автоматического аппарата в 1970 году. Самоходные телеуправляемые «Луноходы» были доставлены на Луну в 1970 и 1973 годах и проявили себя превосходно. В эти же годы СССР сосредоточился на создании орбитальной станции, накапливая бесценный опыт длительного пребывания человека в космическом пространстве. Десятилетия спустя создание орбитальных станций стало главным направлением в пилотируемой космонавтике, в то время как многоразовые космические корабли, разработанные в США, оказались слишком дорогими и ненадёжными.

Советские проекты отправки автоматов на Луну не получили в двадцатом веке дальнейшего развития и были остановлены вместе с американской лунной программой – а жаль, потому что они были очень перспективными. Вскоре в исследовании планет наступила эра роботов-разведчиков.

– Так кто же победил в космической гонке? – полюбопытствовала Галатея.

Дзинтара ответила:

– Все участники этой гонки победили, потому что приобрели бесценный опыт в ракетостроении. Позже космическую гонку сменило космическое сотрудничество – например, несколько стран сообща построили крупнейшую орбитальную станцию.

– Молодцы! – одобрила космическую интернациональную дружбу Галатея.

Дзинтара задумчиво сказала:

– Космическая эра началась с несбыточной мечты мыслителей-одиночек, но обрела реальность через военные заказы. Потом случилось неожиданное – боевые атомные ракеты, ради которых правительства давали деньги космическим мечтателям, оказались людям неинтересны. Зато людей поразили и восхитили первый искусственный спутник и первый

космонавт; первые люди, высадившиеся на Луну, а также космические пейзажи, которые транслируют на Землю орбитальные телескопы и роботы, высадившиеся на Луну и Марс, на Венеру и Титан.



Военные хитрецы думали, что это они эксплуатируют космических мечтателей, заставляя их работать над новым оружием. На самом деле мечта победила войну, сделала генералов с их агрессивными намерениями средством для мирной исторической цели: изучения и освоения космоса. Неиспользованные боевые ракеты сотнями списывались и резались на куски, а пилотируемые космические полёты и научные межпланетные станции неизменно оказывались в центре внимания всех людей, потому что все люди любят смотреть на звёзды.

Космические мечтатели не сомневаются:

будущее человечества — на дороге к звёздам. А мы-то с вами знаем, что мечтатели всегда правы...



*Примечания для любопытных*

**Жюль Верн** (1828–1905) – французский писатель-фантаст, популяризатор науки. Миллионы людей увлеклись наукой и космосом именно после чтения его романов.

**Константин Эдуардович Циолковский** (1857–1935) – российский мыслитель и популяризатор науки. Пропагандировал идею полётов в космос с помощью реактивных ракет. Выдвинул концепцию многоступенчатой ракеты. Опубликовал в 1903 году классическую книгу «Исследование мировых пространств реактивными приборами».

**Робер Эсно-Пельтри** (1881–1957) – французский пионер космонавтики, автор работы «Исследование верхних слоев атмосферы при помощи ракеты и возможность межпланетных сообщений» (1928), разработчик реактивного двигателя с тягой в 126 килограммов (1937).

**Роберт Годдард** (1882–1945) – американский пионер ракетостроения. В 1914 году запатентовал многоступенчатую ракету и ракету на жидком топливе. В 1919 году опубликовал классическую монографию о ракетах, способных взлетать на большие высоты: «Метод достижения экстремальных высот». Запустил первую ракету на жидком топливе в 1926 году. Вместе со своей группой до 1941 года запустил 34 ракеты. Максимальная достигнутая высота – 2,7 км.

**Фридрих Артурович Цандер** (1887–1933) – российский и советский изобретатель и разработчик ракет. Мечтал о полёте на Марс.

**Михаил Клавдиевич Тихонравов** (1900–1974) – советский конструктор космической техники, разработавший первую ракету 1933 года.

**Сергей Павлович Королёв** (1907–1966) – выдающийся конструктор ракет, возглавлявший в 1946–1966 годах космическую программу СССР. Руководил первым удачным запуском ракеты (1933), запуском первого спутника Земли (1957) и первого космонавта (1961). Создатель самой надёжной в мире ракеты-носителя.

**Вернер фон Браун** (1912–1977) – выдающийся конструктор ракет; в 1937–1945 годах возглавлял немецкую ракетную программу, а с 1945 по 1972 год – участник и лидер американской ракетно-космической программы. Ученик Германа Оберта (1894–1989), который в 1929 году демонстрировал своим студентам работающий жидкостный двигатель. Запуск первых ракет – 1932–1933 годы. Создатель первых суборбитальных ракет «Фау-2» (1942), достигших в 1944 году высоты 188 км, и мощной ракеты-носителя «Сатурн-5», доставившей человека на Луну.

**Юрий Алексеевич Гагарин** (1934–1968) – лётчик-космонавт СССР, первый человек, совершивший полёт в космическое пространство 12 апреля 1961 года на корабле «Восток-1». Этот день объявлен в России Днём космонавтики и широко празднуется во всём мире.

**Герман Титов** (1935–2000) – второй человек, совершивший орбитальный полёт в космос. Продолжительность полёта составила 25 часов (17 оборотов вокруг Земли). Космический полёт Титов совершил в возрасте 25 лет, надолго став самым молодым космонавтом в истории.

**Алан Шепард** (1923–1998) – американский астронавт, первым в США совершивший суборбитальный полёт. Контр-адмирал Военно-морских сил США.

**Джон Гленн** (род. 1921) – первый американский астронавт, совершивший орбитальный космический полёт.

**Радиационный пояс** – скопление заряженных частиц солнечного ветра (протонов и электронов) вокруг планеты с магнитным полем. Мощные радиационные пояса есть у Земли и у всех планет-гигантов.

**Первая космическая скорость** – скорость, необходимая для вывода на орбиту искусственного спутника. Для Земли она равна 7,9 км/сек. Вторая космическая скорость (или скорость убегания) – скорость вылета аппарата в межпланетное пространство (на орбиту вокруг Солнца). Для Земли эта скорость составляет 11,2 км/сек. Третья космическая скорость – скорость, необходимая для выхода в межзвёздное пространство. Минимальное значение третьей космической скорости для Земли – 16,6 км/сек.

**Сказка о небесных механиках, заставивших планеты играть в футбол**

– Среди тысяч светил на нашем небе есть семь особенно интересных – это планеты. Звёзды – безжизненные раскалённые сгустки плазмы, зато вокруг них часто вращаются гораздо более комфортабельные шарики, на которых жизнь возможна. Планеты Солнечной системы наиболее привлекательны для изучения – ведь, по крайней мере, на одной из них жизнь существует!

– Подтверждаю этот факт! – важно заявила Галатея.

– Как только астрономы доказали, что семь маленьких дисков, движущихся по небу, являются настоящими планетами – как и наша Земля, – то сразу возникли жгуче-интересные вопросы: «Есть ли жизнь на Марсе? Растут ли джунгли на Венере? Похожи ли многочисленные спутники Юпитера и Сатурна на нашу сухую и безжизненную Луну или там кто-нибудь живёт?»

– Да-да, мама! – воскликнула Галатея. – Эти вопросы интересны не только астрономам, но и тем людям, кто ещё не успел стать астрономом!

– Земные телескопы мало помогали в изучении планет: даже на Марсе, который лучше всего виден с Земли, в телескоп различались лишь полярные шапки, а насчет остальных деталей – существования марсианских каналов или сезонных изменений цвета марсианской растительности – велись ожесточённые споры.

Дзинтара покачала головой:

– Мы, биологи, привыкли изучать живых существ, размещая их в поле зрения своих микроскопов. В этом смысле космобиологам не позавидуешь – они долгое время пытались изучать свои объекты издали, с помощью телескопов. Запуски космических аппаратов открыли возможность для прямого исследования поверхности планет-соседей, о чём астрономы мечтали уже давно. Какая планета интереснее всего для исследований? Солнечная система содержит четвёрку внутренних небольших и твёрдых планет: Меркурий, Венера, Земля и Марс, и четвёрку внешних газовых планет-гигантов: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

– В нашей системе есть ещё астероиды и кометы! – педантично уточнил Андрей.

Дзинтара кивнула.

– А что такое газовые планеты? – спросила Галатея, хитро прищурившись. – Они надуты газом, как воздушные шары?

– Нет, но эти планеты почти полностью состоят из водорода. Когда-то его собралось так много, что он поймал себя в ловушку собственной гравитации и не смог улететь в космос из-за своего поля тяжести. Так и образовались планеты, которые представляют собой вращающиеся шары из газа. Камни, падающие на такие планеты, проваливаются сквозь их мощную водородную атмосферу, потом попадают в океан из жидкого водорода и тонут в нём – и в конце концов собираются в небольшое каменное ядро, которое есть в центре каждой газовой планеты.

– Ага, значит, там всё-таки есть твёрдая поверхность! – воскликнула Галатея.

– В центре этих газовых планет так жарко, что всё твёрдое, что туда попадает, быстро плавится. Но мы пока мало знаем о строении этих планет. В двадцатом веке русские и американцы запустили полсотни межпланетных научных аппаратов, и почти все они нацеливались на ближайшие к Земле планеты – на Венеру и Марс, потому что внешние планеты-гиганты были слишком труднодоступны.

Земля сидит в середине гравитационной ямы, из которой так трудно выбираются спутники и космонавты. Солнце тоже окружено гравитационной ямой, ещё более глубокой и обширной. Чем дальше от Земли располагается внешняя планета, тем выше по склону гравитационной солнечной ямы приходится забираться аппарату-исследователю.

Поэтому даже Юпитер, который в пять раз дальше от Солнца, чем Земля, труднодостижим, что уж тут говорить о Нептуне, летающем на орбите в тридцать раз больше земной!

Но исследование внешних планет сулило самые невероятные открытия: ведь каждая из планет-гигантов обладала целой системой спутников, а широкие и плоские кольца Сатурна

сотни лет интриговали астрономов, являясь одним из самых загадочных объектов нашей планетной системы.

Отправка робота-исследователя на самые окраины Солнечной системы требовала мощной ракеты-носителя. Такие ракеты уже существовали, но любопытным планетологам они были не по карману.

Общество берёт у науки полными горстями, а отдает скупой щепотью.

Понимая, что много денег им не дадут, астрономы пошли на хитрость. Они решили, что договориться с древними богами легче, чем с современными бюрократами.

Учёные решили заставить могущественных античных богов, небесных гигантов – Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун – сыграть с ними в футбол. В качестве «мяча» должен был выступить космический аппарат весом в восемьсот килограммов. Вбросить «мяч» на космическое футбольное поле учёные предполагали с помощью недорогой ракеты среднего класса.

В 1977 году планеты располагались очень благоприятно – не с точки зрения мутной астрологии, а с точки зрения точной астродинамики. Поэтому учёные смогли рассчитать такую траекторию полёта «мяча», чтобы Юпитер-громовержец послушно пнул подлетающий к нему космический аппарат весом почти в тонну и направил его к Сатурну, покровителю земледелия. Сатурн должен был отфутболить «мяч» к Урану, властителю неба, этот – отпасовать его к Нептуну, богу моря.

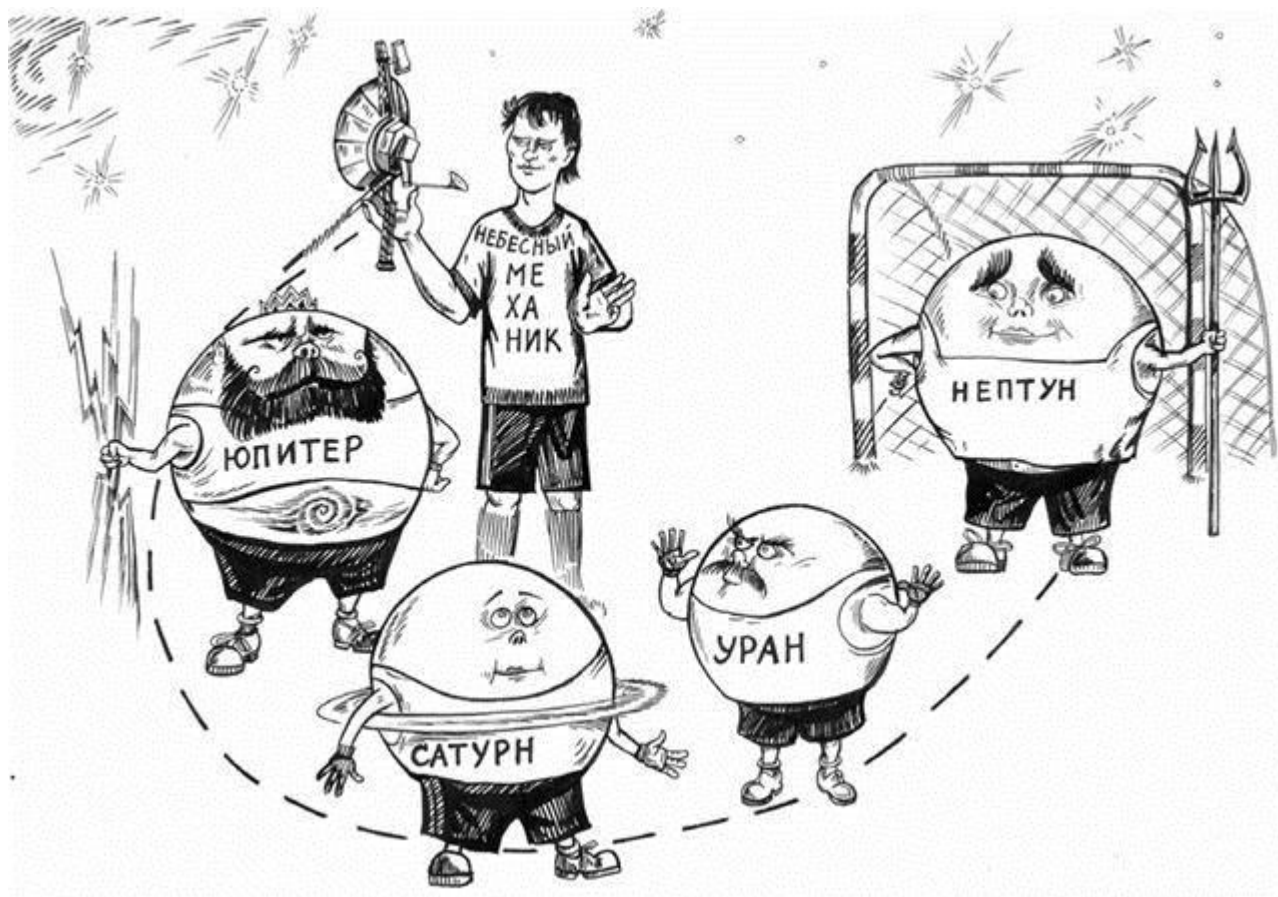
– А зачем? – полюбопытствовала Галатея.

– Каждая встреча аппарата-«мяча» с очередной планетой-гигантом не только добавляла скорости космическому роботу, но и изменяла направление его полёта в нужную сторону. Практически не затрачивая горючего, робот мог посетить четыре планеты подряд. Футбольная игра космических гигантов должна была сократить время полёта аппарата до Нептуна с тридцати лет до двенадцати!

Конечно, точно рассчитать такую сложную траекторию аппарата с помощью небесно-механических уравнений Ньютона было исключительно трудно.

– Сам Ньютон не справился бы с этой задачей! – воскликнул Андрей.

Дзинтара утвердительно наклонила голову:



– Решить её можно было только с помощью современных компьютеров. Любая ошибка могла привести к тому, что аппарат отклонился бы от оптимального маршрута, и запасов топлива у его маневровых двигателей было бы недостаточно для исправления траектории.

На основе идеи «космического футбола» небесные механики разработали проект посылки двух одинаковых космических роботов. Один из них должен был исследовать Юпитер, Сатурн и Плутон, другой – сразу четыре планеты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Проект оценивался в семьсот пятьдесят миллионов долларов. Учёные очень надеялись, что на такой сравнительно недорогой космический проект им дадут денег.

Денег учёным, действительно, дали, но... в три раза меньше, чем они просили!

– Здравствуйте, приехали! – удивилась Галатея. – Это что, денег дали только на полдороги?

Дзинтара невозмутимо согласилась:

– Верно, урезанный проект ограничивался лишь двумя самыми близкими планетами-гигантами: каждый из аппаратов должен был исследовать только Юпитер и Сатурн.

Учёные очень расстроились: ведь у Юпитера и Сатурна уже побывали межпланетные аппараты «Пионер». Они были лёгкими, и у них было мало научного оборудования, но учёные уже получили несколько хороших снимков этих планет. А вот мимо Урана и Нептуна ещё ни один робот не пролетал, поэтому исключение этих планет из проекта очень опечалило астрономов.

И тогда учёные пошли на очередную хитрость – фактически устроили межпланетный заговор!

– Какие они находчивые! – обрадовалась Галатея. – Сразу видно – учёные!

– Учёные и инженеры стали готовить аппараты, которые назвали «Вояджер» (что значит «Путешественник»), к разрешённому полёту до Юпитера и Сатурна. Это означало, что аппараты должны гарантированно работать в течение четырёх лет с момента старта.



Хитрость заключалась в том, что аппараты готовились из таких деталей и устройств, которые могли прослужить дольше, чем четыре года, хотя и без гарантии. И запуск роботов был запланирован на время, которое было оптимальным для полёта ко всем четырём планетам.

«Вояджер–2» был запущен 20 августа 1977 года, «Вояджер–1» – 5 сентября того же года. Аппарат, стартовавший позже, получил первый номер, потому что он раньше брата-близнеца добрался до Юпитера – 5 марта 1979 года.

«Вояджер–2» долетел до самой массивной планеты Солнечной системы только 9 июля. «Вояджер–1» первым побывал и у Сатурна – 12 ноября 1980 года, после чего сильно отклонился от эклиптики (плоскости, где вращаются планеты) и устремился в межзвёздное пространство. Второй аппарат долетел до окольцованной планеты лишь в августе 1981 года.

Возле Юпитера и Сатурна планетологов ожидали бесчисленные сюрпризы. Они увидели поразительные по красоте и разнообразию картины, которые разрешили множество старых загадок, но задали ещё больше новых проблем, над которыми стали ломать голову сотни учёных.

\* \* \*

Самая крупная планета Солнечной системы – оранжевый Юпитер обладает буйной атмосферой, в которой бушуют могучие ураганы. Пятна самых крупных и долгоживущих юпитерианских ураганов можно рассмотреть даже с Земли. Под толстой водородно-аммиачно-метановой атмосферой Юпитера кипит океан из жидкого водорода. Вокруг планеты-гиганта кружится прозрачное кольцо из каменной пыли и вращаются десятки крупных и мелких спутников, включая четыре огромных спутника, открытых ещё Галилеем. Они называются Ио, Европа, Ганимед и Каллисто, и их можно увидеть даже в самый маленький телескоп. Ио оказалась богата мощными серными вулканами и украшена чёрными озёрами расплавленной серы. А Европа покрыта потрескавшимся льдом, под которым спит океан обычной воды. Учёных очень волнует вопрос – есть ли там подводная жизнь?

Широкие кольца желтоватого Сатурна оказались расслоенными на тысячи более узких колечек. Некоторые из узких колечек имеют форму круга, другие – эллипса, а края третьих похожи на зазубренную пилу. У его спутника Энцелада ледяная кора на поверхности водяного океана так тонка, что из-под неё бьют фонтаны воды и пара. Титан, самый крупный спутник Сатурна, оказался вообще уникальным: с более плотной, чем у Земли, оранжеватой атмосферой, в которой плавают метановые облака. Часть поверхности Титана покрыта холодным морем из углеводородов.

– Я видел фотографию песчаных дюн на Титане – значит, там дует сильный ветер! – сказал Андрей.

Дзинтара пояснила:

– Да, только дюны там не из кремниевого песка, как на Земле, а из мириадов крошечных льдинок. Интересно, что Титан – это единственное, кроме Земли, тело в Солнечной системе, где человек может находиться без скафандра!

– Но там же очень холодно и нечем дышать! – удивился Андрей.

– Конечно, на Титане тёплый комбинезон с электроподогревом совершенно необходим, как и кислородная маска. Но герметичный скафандр не нужен – давление в две атмосферы человек переносит легко.

\* \* \*

Итак, летом 1981 года космические аппараты-близнецы выполнили поставленную перед ними задачу. И тут хитрые учёные обратились в правительство с идеей: «Вояджер–2» находится в хорошем техническом состоянии и способен продолжать полёт дальше. Он как раз движется в нужном направлении...

– Ха-ха-ха! – рассмеялась Галатhea. – Мы-то знаем – почему!

– ...и небольшой корректировки достаточно, чтобы он продолжил лететь к Урану – и далее к Нептуну.

Конечно, риск отказа каких-либо систем «Вояджера» заметно больше, чем обычно, но для продолжения полёта необходимо не так уж много средств, и такой риск оправдан...

Хитрость удалась: учёные получили деньги на расширение проекта и продолжили работу с «Вояджером-2», который устремился к Урану. Встреча с ещё ни разу не исследованной вблизи планетой, открытой музыкантом Гершелем, была запланирована в начале 1986 года.

– А зачем учёным понадобились деньги, если аппарат уже был запущен? – поинтересовалась Галатея.

– С летящим аппаратом нужно всё время связываться с помощью крупных радиопередатчиков; надо получать и сохранять на компьютерах космическую информацию, обрабатывать её, а также усовершенствовать программы, которые работают в электронном мозгу межпланетной станции. Над этими задачами работает большая группа учёных, и вы сейчас узнаете, сколько хлопот доставляет уже запущенный аппарат.

На долю «Вояджера-2» и его земной команды выпало немало испытаний.

Космический робот – это не просто летающий автоматический фотоаппарат, у него есть своеобразный интеллект и разные соображения на многие случаи жизни. Из-за самостоятельности космического робота и его реакции на человеческую забывчивость произошла первая неприятность с «Вояджером-2».

Она случилась, когда аппарат находился ещё в поясе астероидов. Оператор, отвечающий за радиокontakt с аппаратом, как-то не вышел на связь с «Вояджером-2»...

– Он заснул, что ли, этот оператор?! – возмутился Андрей.

– ...совершив серьёзную ошибку: бортовой компьютер аппарата, не получив сигналов с Земли, решил, что основной приёмник сломался, и переключился на запасной. Попытки заставить робота снова пользоваться главным приёмником не увенчались успехом.

Беда была в том, что запасной приёмник оказался не вполне исправен: в нём сгорел один из конденсаторов, из-за чего диапазон радиоволн, в которых была возможна связь с аппаратом, сузился в тысячу раз и стал «плавать» – меняться, – например, от температуры и скорости межпланетной станции. Для устойчивой связи пришлось точнейшим образом рассчитывать все факторы, смещающие частоту связи.

Потом на «Вояджере-2» заклинило силовой привод, поворачивающий платформу с приборами. Учёным пришлось разрабатывать методы наблюдения с помощью разворота всего аппарата.

Вследствие долгого полёта мощность бортовой ядерной электростанции «Вояджера-2», работающей на оксиде плутония, упала – и количество одновременно включённых научных приборов пришлось строго дозировать.

– Ух, как, наверное, спорили учёные – чьи приборы надо выключать из-за недостатка энергии! – отметил Андрей.

– Чем ближе подлетал «Вояджер-2» к Урану, тем напряжённее становилась атмосфера в центре управления полётом и среди учёных, обрабатывающих данные межпланетной станции. И тут случилось непредвиденное. За шесть дней до долгожданного пролёта возле Урана изображения, получаемые с борта «Вояджера», исказились сильными помехами! Учёные схватились за голову: что могло случиться в самый неподходящий момент?!

Тесты, проведённые на компьютере «Вояджера», летящего на таком гигантском расстоянии, что радиоволна от аппарата до Земли идёт почти два с половиной часа, показали: в памяти компьютера «Вояджера» из-за удара космической частицы появился неправильно работающий участок. Весь проект оказался под угрозой, и учёные стали думать – как можно его спасти.

– Что же можно предпринять, если компьютер испортился? Ведь его невозможно починить на расстоянии! – расстроилась Галатея.

– Учёные и инженеры трудились днём и ночью и всего за двое суток сумели починить компьютер «Вояджера», не прикасаясь к нему: они нашли ошибочный элемент памяти и написали программу, обходящую его.

– Вот молодцы! – воскликнула девочка.

– Учёные не только справились с неполадками робота, но и оптимизировали его компьютерные и исследовательские программы. Работоспособность аппарата, летящего за многие сотни миллионов километров от Земли, фактически улучшилась за время полёта.

Когда «Вояджер-2» вплотную приблизился к Урану, никем ещё вблизи не исследованному, то волнение учёных достигло предела.

Голубой Уран давно был загадкой для астрономов.

Во-первых, в отличие от других планет, Уран лежит на боку, и кольца со спутниками вращаются вокруг него, как колесо обозрения. Во-вторых, за несколько лет до визита «Вояджера-2» Уран вызвал настоящий переполох среди научного мира.

10 марта 1977 года Уран, медленно ползущий по небу, должен был загордиться собой маленькую звездочку в созвездии Весов. Астрономы решили это событие наблюдать не с Земли и не из космоса.

– А откуда же ещё можно наблюдать? – удивился Андрей.

– Из атмосферы. У американских астрономов была летающая обсерватория: огромный самолёт, оборудованный телескопом с почти метровым зеркалом. Учёные поднялись на этом самолёте на максимально возможную высоту – где воздуха было уже мало, и он почти не мешал наблюдениям, – и приготовились увидеть затмение звезды Ураном. Они надеялись получить какую-нибудь информацию об атмосфере этой далёкой планеты. Но неожиданно приборы зафиксировали несколько коротких затмений звезды ещё до захода её за планету, а потом такое же количество миганий – после выхода звёздочки из-за Урана.

Удивлённые учёные сделали неизбежный вывод, что Уран окружён девятью кольцами – тонкими, как струны, и очень непохожими на широкие кольца Сатурна. Теоретики стали ломать головы: как возникли такие узенькие колечки и что удерживает их от расплывания?

Одни астрономы придерживались гипотезы «дымного следа»: в кольцах сидят небольшие спутники, которые «дымят» и оставляют за собой узкую полосу.

– Как след в небе после самолёта? – спросил Андрей.

– Примерно так. Согласно этой гипотезе, внутри колец Урана должно было существовать девять (!) неоткрытых спутников.

Два американских теоретика выдвинули гипотезу, по которой каждое узкое кольцо было зажато между парой спутников-«пастухов», которые «пасут» частицы кольца своими гравитационными полями, как кнутами, и не дают им разбредаться. Значит, подсчитали американцы, внутри зоны колец может находиться до 18 спутников. Эта гипотеза завоевала максимальное количество сторонников, потому что на внешнем краю колец Сатурна «Вояджеры» уже нашли узкое колечко, очень похожее на урановское и окружённое двумя спутниками-«пастухами» – Пандорой и Прометеем.

Ещё одну модель предложили два московских теоретика, предположивших, что невидимые спутники должны располагаться не внутри зоны колец, а снаружи – между кольцами и спутником Мирандой, самым близким из известных тогда пяти спутников Урана. Образование и стабильность колец должно было контролироваться такими спутниками издали, с помощью резонансов.

– Это что ещё за зверьки? – не поняла Галатея.

– Если частицы кольца вращаются вокруг планеты за десять часов, а спутник совершает оборот за двадцать часов, то учёные называют такое соотношение резонансом 1: 2. Пусть частица, двигаясь по эллиптической траектории вокруг планеты, встречает в верхней точке своей орбиты внешний спутник, который притягивает к себе частицу. Если орбиты частицы и спутника находятся в резонансе 1: 2, то в каждый свой второй пролёт по верхней части орбиты частица встретится со спутником. В результате таких встреч – всегда в одном месте орбиты – влияние резонансного спутника быстро накапливается. Под воздействием

резонансного спутника орбита частицы может, например, вытянуться, увеличивая свою эллиптичность.

– Раскачиваясь на качелях, ты используешь для этого резонанс 1: 1, – блеснул эрудицией Андрей. – Это когда период движений твоего тела совпадает с периодом самих качелей.

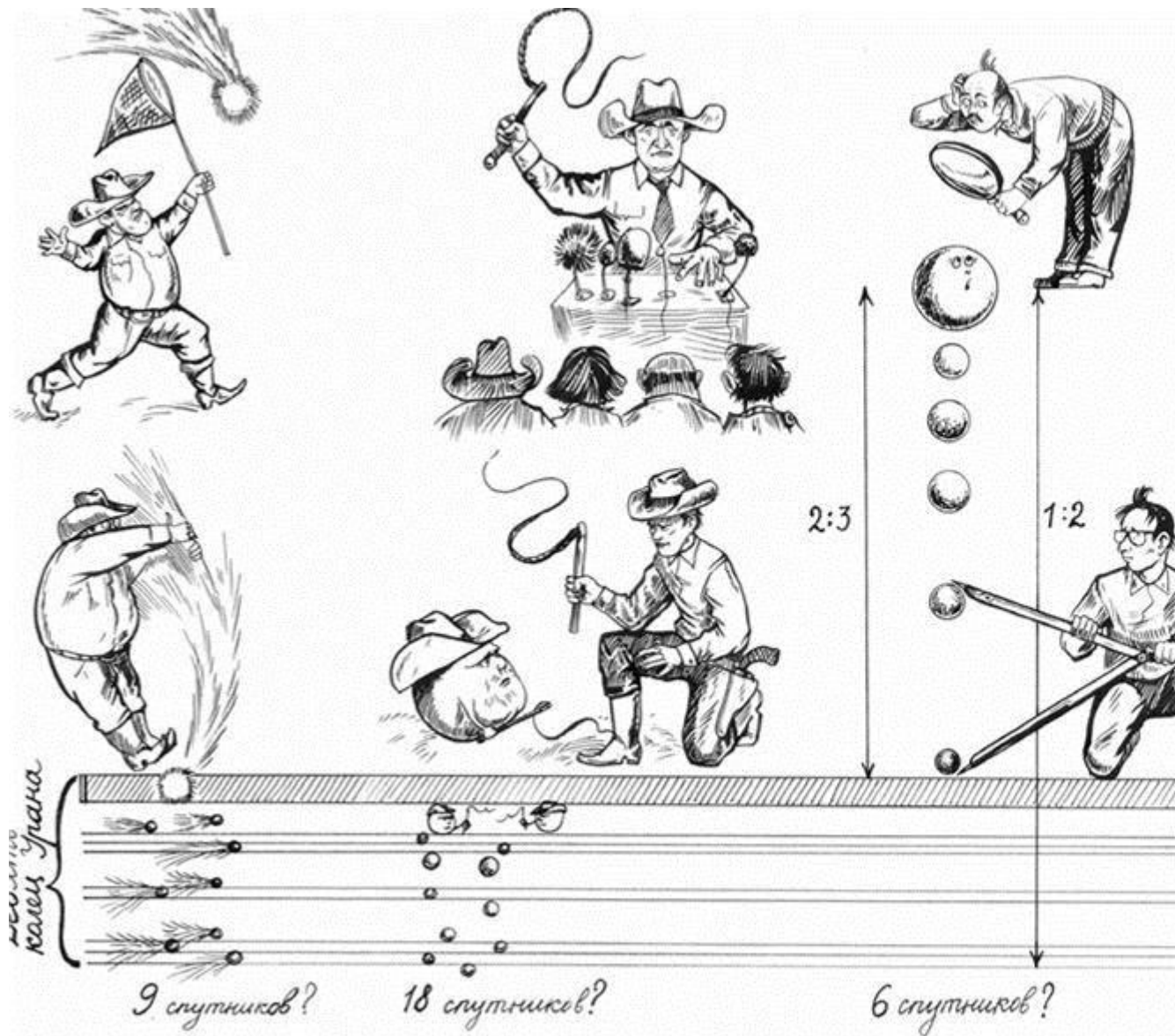
– Умный, да? – покосилась на него Галатея.

– Московские учёные открыли, что каждая пара колец Урана имеет два резонанса с внешней пустой орбитой между кольцами и Мирандой.

– Это как? – спросила Галатея, наморщив лоб.

– Если период обращения частиц одного кольца 6 часов, а другого – 8 часов, то у этих двух колец есть общая внешняя резонансная орбита с периодом в 12 часов, которая с одним кольцом имеет резонанс  $6:12 = 1:2$ , а со вторым  $8:12 = 2:3$ .

Советские теоретики в 1985 году опубликовали статью, в которой утверждали, что на этих, ещё пустых, резонансных орбитах «Вояджер-2» и должен найти новые спутники Урана. Всего московские теоретики сумели вычислить радиусы орбит шести таких невидимых спутников.



Когда «Вояджер-2» пролетел возле Урана 24 января 1986 года, то действительно открыл возле планеты десять ранее неизвестных спутников. Только один, самый маленький, спутник

забрался внутрь зоны колец, отчего самое внешнее из колец Урана оказалось окруженным спутниками-«пастухами». Остальные девять спутников располагались именно там, где и предполагали московские теоретики, – между Мирандой и кольцами. Например, согласно расчётам, самый дальний из предсказанных спутников должен иметь орбиту в 66 450 км. «Вояджер–2» действительно открыл на орбите в 66 100 км крупный спутник диаметром в 140 километров. Его назвали Порция – в честь умной героини одной из пьес Шекспира.

За предсказание системы новых спутников Урана двое советских учёных получили Государственную премию СССР. Виталий Гинзбург, лауреат Нобелевской премии, отметил: «Это, по-видимому, второй случай в истории астрономии предсказания орбит новых небесных тел на основании теоретических расчётов (после происшедшего 140 лет назад вычисления Леверье и Адамсом орбиты неизвестной планеты, открытой затем в 1846 году Галле и названной Нептуном)».

Нептун тоже оказался планетой, полной сюрпризов. Вокруг Нептуна «Вояджером–2» были найдены «арки», нанизанные на прозрачное кольцо, как связка сосисок. Управляет расположением и устойчивостью этой связки арок спутник Нептуна – Галатея. Крупнейший спутник Нептуна, Тритон, примечателен тем, что вращается вокруг планеты в обратном направлении. Тритон обладает полярной шапкой из застывшего азота, из которой весной бьют многочисленные гейзеры жидкого азота.

– Словно фонтаны из земли? – спросила Галатея.

– Да, но только очень мощные – ведь высота гейзеров на Тритоне достигает восьми километров!

– Эх, хотел бы я попасть на экскурсию по Тритону!.. – мечтательно сказал Андрей.

– Пролёты «Вояджера–2» возле Урана и Нептуна оказались очень успешными. Количество информации, переданной «Вояджером–2», было фантастическим. Он послал на Землю двадцать тысяч фотографий из системы Юпитера и восемнадцать тысяч видов Сатурна, его колец и спутников. При пролёте Урана было получено шесть тысяч фотографий, из окрестностей Нептуна «Путешественник» переслал девять тысяч изображений.

«Вояджер–2» первым исследовал две самые дальние планеты нашей системы.

– Он стал Колумбом нашей планетной системы! – заявил Андрей.

– Оба «Вояджера» вместе открыли три десятка новых спутников и показали людям удивительные миры, расположенные на окраине Солнечной системы. Эти миры полны космических тайн и неземной красоты. Учёные радовались как дети, изучая результаты путешествия «Вояджера–2»!

Вскоре после «Вояджеров» возле Юпитера и Сатурна появились искусственные спутники – «Галилео» возле Юпитера и «Кассини-Гюйгенс» в системе Сатурна, но легендарный полёт «Путешественника–2» к Урану и Нептуну не был повторен очень долго. После пролёта возле Нептуна «Вояджер–2» долго сохранял свою работоспособность. Через тридцать лет после запуска он отдалился от Солнца настолько, что попал в межзвёздное пространство и ещё долгие годы передавал учёным важные данные из таинственной темноты, отстоящей от Солнца в сто раз дальше, чем Земля!

– А что же дальше? «Вояджеры» открыли все тайны в Солнечной системе, значит, больше нам нечего делать? – спросил Андрей.

– Впереди у человечества, которое сумело выйти в космос, много тайн и множество дел, включая устройство поселений на Луне, Марсе и других планетах и спутниках Солнечной системы, а также изучение планет возле других звёзд и отправка к ним автоматических зондов.

– Автоматических зондов? – недовольно спросила Галатея. – Без людей?

– Роботы-разведчики должны найти самые симпатичные планеты возле других звёзд, а потом туда обязательно отправятся транспорты с людьми-колонистами. Любопытное человечество, вышедшее в космос, никому не остановить. Скучно жить на Земле, не мечтая о звёздах...



### *Примечания для любопытных*

**Виталий Лазаревич Гинзбург** (1916–2009) – известный советский и российский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии по физике (2003).

«**Галилео**» – автоматический аппарат НАСА, созданный для исследования системы Юпитера. Запущен в 1989 году, вышел на орбиту вокруг Юпитера в 1995 году, где и проработал до 2003 года.

«**Кассини-Гюйгенс**» – автоматический аппарат НАСА и Европейского космического агентства, созданный для исследования системы Сатурна. Запущен в 1997 году, вышел на долгоживущую орбиту вокруг Сатурна в 2004 году. Спускаемый зонд «Гюйгенс» приземлился на Титан, спутник Сатурна, в 2005 году, и полтора часа передавал уникальные данные, включая изображения поверхности Титана, в месте посадки, усеянной округлыми валунами.

### **Сказка о скромном Слайфере, который открыл разбегание Вселенной**

Никки поудобнее уселась на мягком диване и сказала детям, которые делали вид, что они собираются спать (но на самом деле у них сна не было ни в одном из четырёх широко раскрытых глаз, которыми они смотрели на Никки):

– Сейчас вы услышите сказку про одного удивительного мальчика Весто, который сумел полностью изменить наше понимание Вселенной.

– Как это сделал Коперник? – высказала догадку Галатея.

– Коперник перевернул наше представление о строении Солнечной системы. Весто совершил революцию в масштабе всей Вселенной. Итак...

Жил-был мальчик Весто в фермерском штате Индиана. Скучно было жить в штате Индиана в конце девятнадцатого века. Электричество и телефон уже изобрели, но до американской сельскохозяйственной глубинки они ещё не дошли. Автомобили с их шумом, вонью и яркими фарами тоже ещё не появились, поэтому дороги и улицы тихих городков и ферм Индианы после заката солнца погружались в бархатную душистую тьму – лишь огоньки свечей и керосиновых ламп мерцали за занавесками.

И главным зрелищем ночи американских прерий становились звёзды, которыми Весто без усталости любовался.

Они тысячами полыхали над бескрайними полями кукурузы и пшеницы. Млечный Путь, не различимый в небе современных городов, простирался от горизонта до горизонта – ясный и великолепный. А уж когда всходила луна, то дыхание мальчика просто замирало от восторга.

– Значит, электрическое освещение наших городов погасило много звёзд на небе! – огорчился Андрей.

– Много астрономов вышло из прерий Среднего Запада именно благодаря незамутнённому первозданному небу над ними, – отметила Никки. – Весто Мел-вин Слайфер тоже решил посвятить себя звёздам и в 1901 году с отличием закончил университет Индианы сразу по двум специальностям – астрономии и математике.

Но в начале двадцатого века, как, впрочем, и во все времена, найти работу астроному было гораздо сложнее, чем получить образование.

Весто Мелвину Слайферу, или В. М., как его называли, повезло – университетский профессор, высоко ценивший успехи В. М., порекомендовал его Персивалю Лоуэллу.

Лоуэлл был легендарной и колоритной фигурой. Он был выходцем из богатой бостонской династии, известной с семнадцатого века. Бизнесмен, дипломат и востоковед, Персиваль Лоуэлл, приближаясь к сорокалетнему возрасту, резко изменил свою жизнь и решил посвятить её астрономии, которой интересовался с детства. В 1894 году он создаёт свою обсерваторию в Аризоне, на горе высотой более двух километров над уровнем моря, и становится её директором, а также активным наблюдателем Марса. Лоуэлл считал, что на Марсе существует высокоразвитая цивилизация, и сделал пятнадцать тысяч зарисовок геометрически правильных марсианских каналов, которые он якобы видел в телескоп с диаметром в двадцать четыре дюйма (больше шестидесяти сантиметров).

Другие астрономы ему не верили, из-за чего Лоуэлл очень переживал.

Симпатичного фермерского паренька Весто Слайфера он нанял временно, поддавшись на уговоры знакомого профессора...

– Временно? – спросила Галатея. – На какой срок? Никки рассмеялась:

– В. М. удержался на этой временной работе больше пятидесяти лет! Лоуэлл поручил В. М. заниматься спектрами планет и заодно... выращивать кабачки и прочие овощи на огороде при обсерватории. Лоуэлл был часто в отъезде, поэтому слал В. М. телеграммы с научными указаниями, а также с просьбами прислать свежих кабачков экспресс-почтой.

В. М., фермерский сын, никаких проблем с выращиванием кабачков не имел, но вот незнакомое искусство спектрографии доставило ему немало мучений. Но он был очень упорным и в конце концов овладел секретами получения спектров планет. Он измерил скорости вращения Марса, Юпитера, Сатурна и Урана и доказал, что Венера вращается очень медленно, а Марс имеет в атмосфере слабые следы водяного пара...

Андрей воскликнул:

– Вот, наверное, Лоуэлл обрадовался этой новости – значит, вода в его марсианских каналах ещё не пересохла!

– В 1909 году Лоуэлл пишет В. М. письмо, в котором предлагает получить спектры светлых спиральных туманностей, видимых среди звёзд нашей Галактики. Спирали в них нашёл ещё граф Росс, но природа этих облачков оставалась до конца неясной. Некоторые учёные полагали, что облачка являются очень далёкими внегалактическими объектами, другие считали, что это внутrigалактические туманности, закрученные спиралями вокруг отдельных звёзд.

Лоуэлл поставил перед В. М. очень сложную задачу!

Свет таких туманностей был слишком слаб, чтобы его можно было поймать обычным спектрографом и разложить в радугу, запечатлев её на фотопластинке. Чтобы получить обычное изображение такой туманности, требовалась тридцатичасовая выдержка фотопластинки, а спектрограф, с его несколькими призмами, отбирал столько света, что получение спектра таких слабых объектов становилось просто нереальным!

– Тридцать часов! – поразила Галатея. – А наши фотоаппараты делают любое фото за долю секунды!

– Кэмпбелл, директор Ликской обсерватории, был специалистом в области измерения радиальных скоростей космических объектов. Кэмпбелл даже на крупном телескопе Ликской обсерватории не смог ещё измерить спектры спиральных туманностей и всюду говорил, как хорошо бы научиться определять скорости движения этих таинственных объектов. Ликская обсерватория была давним соперником Лоуэлловской обсерватории, и Весто Слайферу, патриоту своей обсерватории, очень хотелось утереть нос Кэмпбеллу на его собственном поле.

Невозможное часто становится возможным – но только если хорошенько подумать!

Начинать охоту нужно было, конечно, с туманности Андромеды – она самая яркая из туманностей. Но она не компактна, её свет распределён по большой площади – и накопить его непросто.

Для того чтобы поймать свет Андромеды, В. М. решил переделать спектрограф и выбросил все призмы, кроме одной, а также поставил в шесть раз более светосильную фотокамеру.

– А что такое призма? – спросила Галатея.

– У тебя есть стеклянный кубик? – спросила Никки.

– Есть! – утвердительно отозвалась Галатея.

– Его можно рассматривать как две соединённые призмы. Такой кубик тоже может раскладывать солнечный спектр в радугу. Как и алмазы в украшениях, которые тоже обточены так, что представляют собой большое количество призмочек, хорошо раскладывающих и отражающих свет. Потому-то алмазы так красиво сверкают.

– А почему стекло так не сверкает? – спросила Галатея.

– У него другие оптические свойства, поэтому оно не может преломлять свет так, как алмазные призмы.

Вернёмся к спектрографу Слайфера. После радикальной переделки количество света на пластинке значительно увеличилось, но спектральные полосы оказались такими слаборазличимыми, что их можно было изучать только в специальный микроскоп. Зато в итоге получился спектрограф, который работал в двести раз быстрее оригинального инструмента!

17 сентября 1912 года В. М. фотографирует первый спектр туманности Андромеды. Экспозиция (выдержка) снимка занимает почти семь часов! Исследовать получившуюся пластинку Слайфер пока не мог – в обсерватории не было микроскопа.

Наблюдения за пролетающей кометой отняли весь наблюдательный октябрь, но в середине ноября Слайфер возвращается к Андромеде и снимает ещё один спектр, накапливая свет в течение двух ночей: в первую – восемь часов, во вторую – шесть. Потом вмешалась Луна, засветившая небо.

В начале декабря Слайфер снимает ещё одну фотопластинку со спектром Андромеды, с экспозицией в тринадцать с половиной часов. Чтобы измерить смещение спектра космических элементов в Андромеде, Слайфер должен получить спектр этих же элементов и на Земле – для этого он раскаляет эти элементы в высоковольтной дуге, отчего в астрономической башне часто пахнет озоном.

В середине декабря на обсерваторию прибывает микроскоп и Слайфер приступает к изучению полученных спектров и убеждается, что они значительно смещены в фиолетовую сторону. Если это смещение вызвано скоростью Андромеды и эффектом Доплера, то это значит, что Андромеда движется в сторону Земли с большой скоростью!





Слайфер был удивлён и одновременно взволнован – не вкралась ли какая-нибудь ошибка в измерения? Он решает провести ещё один сеанс наблюдений и приступает к ним 29 декабря. Из-за плохой погоды в первую ночь удалось поработать лишь часа четыре.

Слайфер плотно закрыл пластинку в спектрографе и продолжил наблюдения в следующую ночь, семь часов собирая свет Андромеды. Он был недоволен общим временем экспозиции и вернулся к телескопу и в новогоднюю ночь 31 декабря. Все люди собирались за праздничными столами, а Слайфер, забыв о празднике, накапливал на пластинке нежный отпечаток звёздного света... К полуночи погода испортилась. Слайфер с досадой закрыл телескоп и вернулся на землю к людям – пить с ними шампанское и делать всё, что полагается обычным хомо сапиенс в Новый год.

– Значит, астрономы уже не совсем обычные хомо сапиенсы, они уже немного хомо галактикусы! – сказал Андрей.

– Возможно, – улыбнулась Никки и продолжила: – В январе 1913 года Слайфер начинает детально исследовать все четыре полученных спектра туманности Андромеды.

Результат потряс астронома.

– А что ожидал получить Слайфер? – спросила Галатея.

– Обычно скорость движения звёзд относительно Земли составляет около десяти километров в секунду. Такие же скорости должны иметь спиральные туманности, если они являются «украшением» вокруг звёзд. Если же туманность Андромеды – большое внегалактическое скопление звёзд, то таким космическим объектам по общему мнению, ещё медленнее плавать в пространстве – как крупным китам в океане.

А по расшифрованным спектрам Слайфера выходило, что туманность Андромеды летит к Земле с сумасшедшей скоростью в триста километров в секунду – или больше миллиона километров в час!

– Какую крупную космическую рыбу поймал Слайфер своей стеклянной пластинкой! – воскликнул Андрей.

А Галатея забеспокоилась:

– А что случится с нашей Землей, когда Андромеда долетит до нас?

– Пока этого никто не знает, – пожала плечами Дзинтара.

– И как же по спектрам можно определить скорость галактики? – поинтересовался Андрей.

– Эффект Доплера устанавливает прямую связь между скоростью движения тела к нам или от нас и величиной смещения его спектра. Поэтому смещение спектра Андромеды в фиолетовую сторону означало, что она очень быстро движется к нам. Если же такая скорость реальна, то туманность Андромеды не могла принадлежать к нашей Галактике, потому что гравитационное поле нашего Млечного Пути не способно удержать в своих пределах такие быстрые объекты.

Но если туманность Андромеды – внегалактический объект, то такая его стремительность переворачивала все традиционные представления о космосе! Слайфер, понимая, что ошибка тут недопустима, отправляет копию полученных спектров в Ликскую обсерваторию, астроному Фэссу, который тоже занимался изучением космических спектров.

Когда Фэсс получил данные Слайфера с просьбой о независимом измерении, то он испытал горчайшее разочарование – ведь ещё в 1908 году он снял на крупнейшем, 36-дюймовом, Ликском телескопе спектр Андромеды и обнаружил в нём сильное синее смещение линий! Но Фэсс даже не допускал, что Андромеда может иметь такую скорость движения, и без колебаний отнёс этот результат к неисправности спектрографа. И вот он смотрит на аналогичный, но гораздо более убедительный результат, полученный Слайфером на меньшем телескопе, – и понимает, что упустил свой звёздный шанс!

Приходит февраль, и приходит уверенность Слайфера в полученных результатах. Он публикует в бюллетене Лоуэлловской обсерватории краткую заметку на девять абзацев.

Новость о мчащейся к Земле туманности Андромеды производит в астрономическом обществе впечатление разорвавшейся гранаты!

Сразу находятся скептики – вроде директора Ликской обсерватории Кэмпбелла, который считает, что ошибка наблюдений Слайфера должна быть очень велика. Но вскоре Кэмпбелл был посрамлён в своём скептицизме данными собственных сотрудников: скорость движения Андромеды подтвердилась и наблюдениями на Ликской обсерватории.

Слайфер раскопал «золотую жилу» и не думает останавливаться: он берётся за получение спектров других туманностей. Но эта задача ещё труднее, потому что эти спиральные облачка слабее туманности Андромеды.

Слайферу всё-таки удаётся измерить спектр туманности Сомбреро. Весто находит, что она движется со скоростью тысяча километров в секунду – в три раза быстрее Андромеды и в противоположном направлении – от Земли!

К лету 1914 года Слайфер измерил спектры пятнадцати туманностей. Это был научный подвиг. Каждая пластинка требовала суммарной экспозиции 12–14 часов, что означало наблюдение в течение нескольких ночей. Современные телескопы имеют точные электрические моторы, которые медленно поворачивают телескоп вслед за наблюдаемым объектом, компенсируя вращение Земли, ведь если не менять положение телескопа, то выбранная звезда или туманность быстро покинет поле зрения инструмента.

Телескоп Лоуэлловской обсерватории не имел современной системы постоянного слежения за движущимся звёздным небом. Слайфер не мог отойти от телескопа и спектрографа, постоянно следя за направлением инструмента.



– Как вы смогли так долго стоять у телескопа? – поражённо спрашивали Слайфера другие астрономы. Он сухо отвечал:

– Я прислонялся к нему.

Галатея восхищённо сказала:

– Он настоящий герой!

– Наблюдения пятнадцати туманностей были ещё более впечатляющи, чем первые наблюдения за Андромедой и Сомбреро. Слайфер не любил публичности и конференций, но в августе 1914 года он выступил на собрании Американского астрономического общества с докладом о своих исследованиях скоростей туманностей. Результат всех потряс: только три туманности, включая Андромеду, приближались к Млечному Пути; остальные двенадцать туманностей двигались от Земли – РАЗБЕГАЛИСЬ в разные стороны.

После окончания доклада весь зал встал и устроил Слайферу овацию. Вместе с другими астрономами ему аплодировал и Эдвин Хаббл – молодой студент, которого только что приняли в ряды Астрономического общества.

Знаменитый Герцшпрунг и другие астрономы, включая Кэмпбелла, поздравляли Слайфера с важным открытием и привыкали к новому видению мира. Стало понятно, что туманности – это такие же галактики, как и наш Млечный Путь. Но оставалось непонятным, что заставляло их разбегаться в разные стороны?

В апреле 1917 года Слайфер выступил на конференции в Филадельфии. К тому времени он измерил скорости 25 галактик, и только 4 из них двигались к Солнцу – остальные разбегались. Слайфер сказал, что это выглядит так, словно галактики отчего-то рассеиваются в пространстве.

В это время в Европе происходили важные события:

в 1915 году Эйнштейн записал свои уравнения гравитации. В ноябре 1917 года голландский астроном де Ситтер показал, что при некоторых условиях уравнения Эйнштейна имеют решение, согласно которому Вселенная нестационарна, и галактики в ней могут разбегаться в разные стороны, как искры фейерверка. Де Ситтер первый употребил термин «разбегающаяся Вселенная».

Астроном Артур Эддингтон в своей книге 1923 года обсуждает теорию де Ситтера и подтверждающие её наблюдения Слайфера. К тому времени тот измерил уже скорости 41 галактики, и только 5 из них двигались к Солнцу. Эддингтон связывает теорию де Ситтера и наблюдения Слайфера и делает замечание, что скорость движения галактик должна возрастать с увеличением расстояния до них. Леметр, ученик Эддингтона, в 1927 году предложил уравнение, связывающее скорость разбегания галактик с расстоянием до них. Но определить реальные расстояния до других галактик из наблюдений было очень трудно.

И здесь астрономии помогла группа талантливых женщин из Гарварда. Эдуард Пикеринг, директор Гарвардской обсерватории, пошел против обычаев девятнадцатого века и создал для обработки многочисленных фотографий звёзд группу из женщин-астрономов.

– Молодец Пикеринг! – одобрила Галатея.

Никки согласилась:

– С одной стороны, Пикеринг был молодец, потому что открыл женщинам дорогу в современную астрономию, с другой стороны – он оказался экономным директором, потому что в конце девятнадцатого века зарплата женщин была в два раза меньше зарплаты мужчин, делавших ту же работу.

– Вот это безобразие! – немедленно возмутилась девочка.

– Гарвардские дамы-астрономы разработали современную спектральную классификацию звёзд O, B, A, F, G, K, M.

– Как-как? – переспросила Галатея.

– Эта последовательность букв запоминается английской фразой «Oh be a fine girl, kiss me!» – «О, будь хорошей девочкой, поцелуй меня!». Русская фраза для запоминания не так интересна: «Один Бритый Англичанин Финики Жевал Как Морковь». Одна из гарвардских

дам-астрономов, Генриетта Ливитт, совершила фундаментальное открытие, которое позволило определить расстояния до других галактик.

В конце восемнадцатого века Джон Гудрайк, двадцатилетний любитель астрономии, ставший из-за детской скарлатины глухонемым, открыл переменность звезды дельта Цефея, яркость которой колебалась с периодом в несколько дней.

– А почему эта звезда меняет свою яркость? – поинтересовалась Галатея.

– Причиной пульсаций таких ярких переменных звёзд – цефеид – является накопление световой энергии под поверхностью звезды. Накопленный свет раздувает звезду и прорывается наружу – мы видим яркую вспышку. Потом внешние слои звезды остывают, сжимаются, становятся более непрозрачными, снова начинают перехватывать свет, идущий из центра светила, – и яркость звезды падает.

– Ага, – сказал Андрей. – Примерно так ведёт себя крышка кипящей кастрюли. Когда пара в кастрюле много, крышка подпрыгивает и выпускает пар, а потом снова возвращается на место.

– Очень похоже! – согласилась Никки. – До открытия антибиотиков люди часто болели. В детстве Генриетта Ливитт, как и Гудрайк, тоже потеряла слух из-за болезни, но биение звёзд и музыку космических сфер они оба слышали превосходно.

Генриетта Ливитт на фотопластинках, сделанных в Перу, в Южной Америке, обнаружила две с половиной тысячи цефеид и заметила, что средняя яркость цефеид Малого Магелланова Облака растёт с периодом их пульсаций. Значит, измеряя периодичность цефеид, можно найти их истинную яркость! Учитывая, что наблюдаемый блеск звёзд падает с расстоянием, легко было найти дистанцию, с которой светит нам цефеида.

Так и был найден замечательный способ измерять межгалактические расстояния. Цефеиды стали для астрономов настоящими межгалактическими маяками!

Слайфер, Гудрайк, Ливитт – эти упорные и умные люди умели расспрашивать звёзды и слышать их тихие ответы.

Конечно, очень непросто обнаружить и исследовать цефеиды, расположенные в других галактиках. Лишь в 1929 году Эдвин Хаббл на 100-дюймовом телескопе Маунт-Вилсона сумел найти нужное количество внегалактических цефеид и измерить расстояние до ближайших галактик. Он сравнил скорости разбегания галактик, найденные Слайфером и другими исследователями, с расстояниями до цефеид в этих галактиках и доказал, что между ними существует линейная зависимость: чем дальше от нас располагается галактика, тем быстрее она от нас убегает. Сейчас эта зависимость известна как закон Хаббла.

– Как это понять? Галактика знает, как далеко она от нас находится, – и старается бежать побыстрее? – поинтересовался недоверчиво Андрей.

– Возьми воздушный шарик, надуй его немного и нарисуй на нём побольше пятнышек. Одно из них выбери в качестве нашей Галактики. А теперь начни надувать шарик с постоянной скоростью. Присмотрись к любому пятнышку – и легко увидишь, что, чем дальше оно от выбранной тобой Галактики, тем быстрее растёт расстояние между ними – то есть больше скорость расширения.

– Завтра я попробую... – недоверчиво сказал Андрей.

Никки кивнула:

– И правильно сделаешь. История склонна к упрощению – во многих популярных книгах и даже в учебниках астрономии можно прочитать о том, что разбегание галактик открыто Хабблом. Это неверное утверждение.

Фундаментальный факт разбегания галактик открыт и исследован Весто Мелвином Слайфером – скромным и упорным тружеником науки. Хаббл же показал, что скорость разбегания галактик растёт с расстоянием до них.

Слайфер был директором Лоуэлловской обсерватории в течение тридцати шести лет, открыл не только разбегание галактик, но и их вращение, руководил успешным поиском Плутона и умер в возрасте девяноста четырёх лет счастливым человеком. Потому что если человек много сделал, то ему умирать не страшно.

Кстати, Андромеда, изученная Слайфером первой, расположена к нам ближе всех, притягивается нашей Галактикой и поэтому не подчиняется закону космического расширения.

– То есть Андромеда попросту падает на нас? – удивился Андрей.

– Да. Согласно расчетам астрономов, через пять миллиардов лет туманность Андромеды должна столкнуться с нашей Галактикой. Когда это случится, то в небе Земли появится перекресток двух млечных путей.

Что произойдёт с Солнцем и Землей в тот момент, когда туманность Андромеды налетит на нашу Галактику? На этот вопрос ответа ещё нет. Чтобы его найти, нужен упорный человек, влюблённый в звёзды, способный расспросить их о космических тайнах – и расслышать ответ.

– Вот этим я точно сама займусь! – решительно заявила Галатея. – У меня прекрасный слух.



### *Примечания для любопытных*

**Ликская обсерватория** – одна из первых горных обсерваторий (высота над уровнем моря – 1283 метра). Построена в 1887 году на деньги миллионера-мецената Джеймса Лика.

**Джон Гудрайк** (1764–1786) – молодой астроном, открывший и объяснивший переменность звёзд Алголь (бета Персея) и Шелиак (бета Лиры). В 1784 году открыл первую пульсирующую звезду-цефеиду – дельту Цефея, с переменностью блеска в пять дней и девять часов. Избран членом Лондонского королевского общества (1786) и награждён его высшей наградой – медалью Копли.

**Эдуард Пикеринг** (1846–1919) – американский астроном, директор Гарвардской обсерватории с 1877 года.

**Персиваль Лоуэлл** (1855–1916) – дипломат, востоковед и бизнесмен. С 1893 года – астроном, основавший Лоуэлловскую обсерваторию. На основании возмущений Урана вычислил положение невидимой девятой планеты и организовал её поиски, которые привели к открытию Плутона в 1930 году К. У. Томбо (1906–1997).

**Уильям Кэмпбелл** (1862–1938) – американский астроном, спектроскопист. Директор Ликской обсерватории в 1900–1930 годах.

**Генриетта Ливитт** (1868–1921) – астроном, работала в Гарвардской обсерватории с 1893 по 1921 год. Открыла 4 новых и 2400 переменных звёзд. В 1908 году обнаружила особый класс звёзд-гигантов – цефеид, позволивших измерять галактические и межгалактические расстояния.

**Виллем де Ситтер** (1872–1934) – голландский астроном и математик. Получил важные нестационарные космологические решения эйнштейновских уравнений («пространство де Ситтера», «вселенная де Ситтера»).

**Весто Мелвин Слайфер** (1875–1969) – астроном Лоуэлловской обсерватории (с 1916 по 1952 год – её директор). Определил скорость движения Андромеды и открыл разбегание галактик.

**Эдвард Фэсс** (1878–1959) – американский астроном, работавший в Ликской обсерватории.



**Артур Стэнли Эддингтон** (1882–1944) – выдающийся английский астрофизик. Директор Кембриджской обсерватории с 1914 года. Знаток и популяризатор теории относительности Эйнштейна. В 1919 году при полном затмении Солнца подтвердил предсказание Эйнштейна об отклонении света звезды в искривлённом пространстве. Создатель теории строения звёзд. В 1920-х годах выдвинул теорию о термоядерном источнике светимости звёзд. Высказал правильное предположение о причине пульсаций звёзд-цефеид.

**Эдвин Хаббл** (1889–1953) – юрист по образованию, ставший астрономом обсерватории Маунт-Вилсон. Предложил классификацию галактик по форме (диаграмма Хаббла). Нашёл цефеиды в туманности Андромеды и оценил расстояние до неё в 900 тысяч световых лет (по современным данным – два с половиной миллиона световых лет). Показал, что скорость разбегания галактик пропорциональна расстоянию до них (закон Хаббла).

**Жорж Леметр** (1894–1966) – бельгийский астроном, математик и католический священник. Внес важный вклад в разработку теории расширяющейся Вселенной.

**Цефеиды** – пульсирующие жёлтые звёзды-гиганты, которые меняют свой размер и блеск с периодом в несколько дней. Ближайшей к нам цефеидой является Полярная звезда. Период пульсации цефеид зависит от их массы и тем самым связан со средней светимостью звезды. Физическую модель пульсаций цефеид построил российский астроном Сергей Владимирович Жевакин (1916–2001).

**Туманность Андромеды** (M31 по каталогу Мессье) – спиральная галактика, ближайшая к Млечному Пути. Расположена в созвездии Андромеды на расстоянии 2,5 миллиона световых лет от Земли.

**Галактика Сомбреро** (M104 по каталогу Мессье) – спиральная галактика в созвездии Девы на расстоянии 28 миллионов световых лет от Земли.

**Малое Магелланово Облако** – карликовая галактика, спутник Млечного Пути. Расположена в созвездии Тукана на расстоянии 200 тысяч световых лет.

### **Сказка о Королевстве Кривых Пространств и дневных звёздах**

Королева Никки пришла на ужин к принцессе Дзинтаре. Дети Дзинтары – Андрей и Галатея – обрадовались и после ужина сразу потребовали:

– Расскажи сказку!

Королева давно знает: идёшь в гости к принцессе – неси сказку в зубах, а то принцессы... то есть принцессыны... дети живой не выпустят.

– Ох и хитрую сказку вам сейчас поведаю, сразу все ваши извилины в узелок завяжутся.

– Не завяжутся! – смело воскликнул Андрей.

– А мы маму попросим – она потом развяжет, – осторожно сказала Галатея. – Она даже мои шнурки ухитряется развязывать.

И Никки начала сказку:

– Жил-был мудрый учёный Эйнштейн. И любил он ставить мысленные эксперименты. Они очень удобны – ведь для них никакого оборудования не надо, кроме самого важного прибора – головы.

Придумал Эйнштейн такой мысленный эксперимент: «Найдём огромный гладкий пустырь. Поставим на пустыре пушку, которая стреляет круглыми ядрами параллельно земле, то есть – горизонтально. Посадим рядом с пушкой невысокую яблоню с большими яблоками. Когда пушка выстрелит, с яблони одновременно сорвётся яблоко. И полетят с одной высоты два предмета: ядро – над землей по пологой кривой, а яблоко – вниз по прямой. Кто быстрее достигнет земли – ядро или яблоко?»

Провёл мысленный эксперимент Эйнштейн и получил удивительный результат: ядро и яблоко ударятся в землю одновременно, только очень далеко друг от друга.

Много выстрелов из своей мысленной пушки сделал Эйнштейн – его соседи даже забеспокоились и стали жаловаться в полицию на странные вибрации дома.

Какое бы тело ни брал Эйнштейн – свинцовое ядро, деревянное яблоко, лебединое перышко – все они падали на землю одинаково. Конечно, без влияния воздуха – в



мысленном эксперименте весь воздух с планеты можно было откачать одним движением мысли.

«Почему все тела разного веса так одинаково себя ведут?» – задумался Эйнштейн. И думал он десять лет, десять месяцев и десять дней.

Наконец он понял, что объяснить поразительно одинаковое поведение разных предметов в гравитационном поле можно, если предположить, что каждое тело во время падения катится по невидимой искривлённой поверхности, как по рельсам. А рельсы – они прочные, им всё равно, кто по ним катится – тяжёлый поезд или лёгкая дрезина.

Тем самым открыл Эйнштейн новый закон: тяготение – это движение в искривлённом пространстве вокруг массивных тел. Как санки с горы катятся вниз, так и все тела падают в искривлённом пространстве Земли или Солнца.

Галилей открыл закон, по которому тела любят двигаться по самым прямым линиям без всякого ускорения. Эйнштейн подтвердил – именно так всё и происходит даже в искривлённом пространстве возле Земли, да вот только самая прямая линия в кривом пространстве тоже кривая и называется геодезической. Попробуйте нарисовать прямую линию на поверхности глобуса – у вас не получится ничего прямее кривого меридиана.

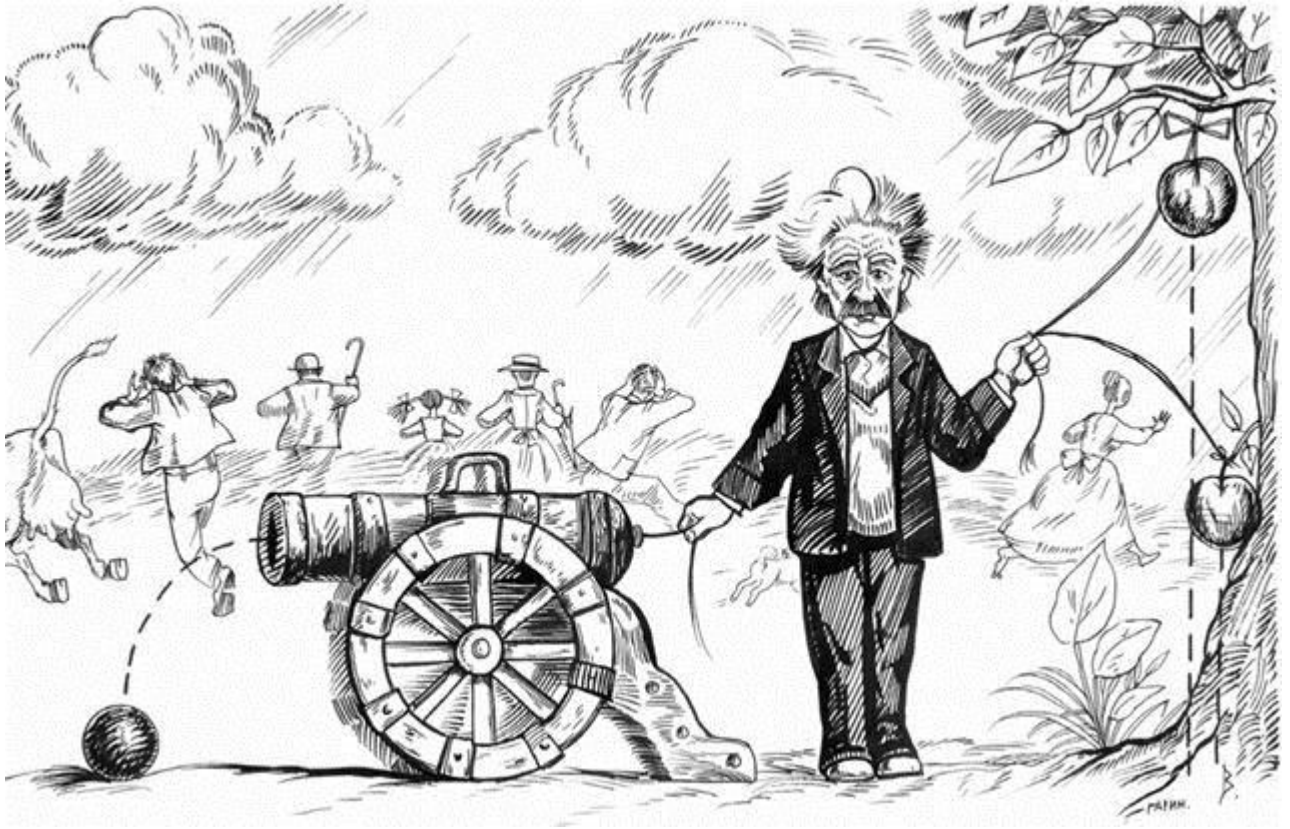
Когда поезд едет между Москвой и Петербургом, то пассажирам кажется, что их дорога пряма как стрела, на самом деле они движутся по дуге на поверхности земного шара. Обитателям геодезической линии их жизнь и движение кажутся прямыми и равномерными, но их пространство искривлено, поэтому никому из его обитателей верить нельзя – только Мистеру Тензорному Анализу. Сами жители Кривландии не замечают, как они ускоряются возле Земли. Они при падении испытывают невесомость – летят, нежатся, а потом – хлоп! – прибыли, вылезай: рельсы закончились на земной поверхности. Кто ушибся – Эйнштейн не виноват.

– Готово дело, у меня ни одной незапутанной извилины не осталось! – воскликнула Галатея.

– Не мешай, – нетерпеливо сказал Андрей. – Потом я сам тебе всё распутаяю.

Королева улыбнулась:

– Представить себе искривлённое пространство непросто. Люди тысячелетиями жили в прозрачном пространстве Евклида. Его легко описать тремя координатами, оно похоже на комнату со своей высотой, длиной и шириной. Отдельно от пространства существовало время, которое равномерно течёт сквозь наш мир – или несёт его вперёд, в будущее. В своей теории гравитации Эйнштейн связал три пространственные координаты и время в единое четырёхмерное пространство – и показал, что оно должно быть искривлено возле звёзд и планет! Такое искривлённое пространство описал ещё математик Риман, а Эйнштейн сумел доказать, что именно риманово пространство отвечает за ньютоновскую силу притяжения. Это была ошеломляющая мысль: таинственное время и неуловимое пространство оказались столь реальными и осязаемыми, что их странные свойства стали влиять на жизнь людей!



– Всё равно не понимаю... – жалобно сказала Галатея.

Никки пояснила:

– Я лично представляю искривлённое пространство в виде простой модели. Возьмите большой таз – или обруч. Натяните на него резиновую плёнку – например, от надувного шарика. Положите в середину плёнки тяжёлый металлический шарик. Он растянёт плёнку и образует вокруг себя воронку. Теперь запустите по плёнке лёгкий шарик – например, от настольного тенниса. Он покатится по кривой – словно металлический шар его притягивает. Лёгкий шарик может даже выйти на спутниковую орбиту вокруг тяжёлого тела. Это прекрасная модель эйнштейновской теории гравитации.

– Хочу такой таз с плёнкой! – заявила Галатея.

– Сделаем! – уверенно кивнул Андрей.

А Никки продолжала:

– За десять лет упорных трудов Эйнштейн сумел вывести математические уравнения, которые описывают движение в искривлённом пространстве самых разных тел: маленьких девочек и огромных планет, тяжёлых пушечных ядер и обычных яблок-ранеток.

Впрочем, Ньютон тоже неплохо с яблоками справлялся.

«Надо бы проверить мою теорию на том случае, который Ньютон не смог объяснить», – подумал Эйнштейн.

Вот, например, планета Меркурий, которая движется ближе всех к Солнцу, давно доставляла хлопоты астрономам, двигаясь немного быстрее, чем нужно по законам Ньютона. Эйнштейн мысленно поймал Меркурий, засунул его в мясорубку своих уравнений, покрутил, посчитал – и доказал, что орбита этой горячей планеты не ладит с законом Ньютона, зато охотно подчиняется его, Эйнштейна, уравнениям. Значит, они правильны! Обрадовался Эйнштейн и опубликовал свои уравнения и закон, по которому гравитация – это не сила, а искривление пространства. Вернее, искривление пространства-времени, что означает ещё и замедление времени возле Солнца и Земли.

Что тут началось! Шум, гам, обиды, крики.

«Как так пространство может быть кривым? Сомнительное дело!»

Уж больно хитрый закон открыл Эйнштейн. Кто не верит, те бурчат, а кто верит, те молчат. Доказательства искривлённости пространства нужны, да такие прямые, чтобы никто не посчитал их извилистыми.

Тогда Эйнштейн сказал: «Искривление пространства можно увидеть своими глазами возле Солнца. Наше светило двигается и искривляет пространство – будто линза по небу плывёт. И звёзды вокруг Солнца начинают раздвигаться, словно огни далёкого города приближаются в бинокль. Понаблюдайте за звёздами возле Солнца, тогда и увидите искривлённость пространства!»

Королева Никки развела руками:

– Ох, непростое условие поставил мудрый Эйнштейн. Как же увидеть звёзды возле самого Солнца, если днём светло и звёзд не видно?! Долго ломали голову учёные, но всё-таки придумали. Ну-ка, кто из вас догадается, какой есть способ увидеть звёзды днём, да ещё возле самого Солнца?

– Из колодца звёзды видны днём! – воскликнул Андрей.

– Нет, это миф: не научная, а простая сказка.

– А если в телескоп посмотреть? – спросила Галатея.

– Тоже не получится. Голубое небо светит ярче звёзд, поэтому они и не видны днём. Есть только один способ: дожидаться времени, когда солнце днём не светит.

– Когда же солнце днём может не светить? – удивился Андрей.

Никки ответила зловещим голосом:

– Есть такое страшное время, когда солнце днём становится чёрным-чёрным, оно висит над нашей головой, но не светит... И небо тоже превращается из голубого в чёрное-чёрное... и даже в полдень на таком чёрном небе видны все звёзды. И называется такое ужасное время...

Голос королевы стал вкрадчивым, завывающим, страшным как привидение:

– ...такое жуткое время называется... называется такое кошмарное время.....ПОЛНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ!

– Ой! – взвизгнула Галатея.

– А-а-а... – разочарованно сказал Андрей, ожидавший какого-нибудь дракона или волшебника. – Это когда Луна загораживает от нас Солнце.

– Да, и тогда на Земле наступает тьма среди бела дня. Солнечное затмение длится несколько минут, и за это время нужно успеть замерить положение звёзд возле Солнца. Вызвался решить такую непростую задачу знаменитый астроном и математик, английский лорд Артур Эддингтон. Он поплыл на корабле в далёкую Западную Африку, где ожидалось полное затмение Солнца. Много приключений пережила экспедиция Эддингтона в южных морях, но сумела сфотографировать чёрное Солнце и звёзды возле него.

– И как – удалось лорду Эддингтону увидеть искривлённое пространство? – нетерпеливо спросил Андрей.

– Да, учёные обнаружили, что хорошо известный рисунок звёздного неба вокруг чёрного Солнца действительно изменился, словно к Солнцу была приклеена большая прозрачная линза.

– Вот здорово! – сказала Галатея. – Так, значит, мы все – жители Королевства Кривых Пространств!

Андрей спросил:

– А есть какой-нибудь способ попроще, чтобы увидеть искривлённое пространство? Не дожидаясь солнечного затмения?

– Сейчас уже есть такой способ. Когда появились крупные телескопы, то выяснилось, что вид далёких галактик искажается на искривлённом пространстве возле более близких галактик. Поэтому изображения далёких звёздных скоплений могут двоиться, троиться и даже размазываться в кольцо. А хитроумные физики сумели проверить теорию Эйнштейна об искривлении пространства и времени возле Земли. Они смогли показать, что на втором

этаже любого здания время течёт чуть быстрее, чем на первом, – в точном согласии с формулами Эйнштейна.

– В долинах время течёт медленнее, чем в горах? – недоверчиво спросила Галатея.

– Да. А если взять не нашу рыхлую планету, а очень сильно сжатую звезду, то на её поверхности время вообще останавливается, а пространство искривляется до максимума. Такой объект называют чёрной дырой – и их немало открыто в космосе. Например, в центре нашей Галактики.



– То есть Солнце, Земля и мы сами вращаемся вокруг чёрной дыры, где время остановилось?! – с восторгом спросила Галатея.

– Да, это хорошо известный факт. Но в начале двадцатого века искривление пространства и замедление времени можно было обнаружить только по смещению звёзд возле Солнца.

Эддингтон послал из Африки телеграмму о том, что Эйнштейн оказался прав. И все мировые газеты опубликовали эту телеграмму.

В мире только что закончилась – а кое-где ещё даже не закончилась – большая война. Очень устали люди от этой войны, устали каждый день открывать газеты и читать про смерти и ужасы. В один прекрасный день открыли люди утренние газеты и узнали, что учёные нашли искривлённое пространство вокруг Солнца. Обрадовались люди тому, что встречаются такие чудеса на этом грустном свете. Альберт Эйнштейн сразу стал самым знаменитым учёным в мире, хотя многие всё равно не понимали – что такое кривое пространство, которое на вид такое прямое, и как оно заставляет землю притягивать к себе все предметы?

«Неужели нам после ужина так трудно вставать только из-за искривлённого пространства? – думали люди, почёсывая затылки. – Вот если штанами зацепиться за искривлённый гвоздь в стуле – то это как-то понятнее...»

Даже став самым знаменитым в мире учёным, Эйнштейн продолжал жить в скромном домике на тихой улице в университетском городке Принстоне.

Как-то раз у домика Эйнштейна собралась большая толпа.

«Ты очень умный! Стань нашим президентом!» – закричали люди мудрому Эйнштейну, который выглянул в окошко.

«Извините, не могу, – сказал Эйнштейн. – Я сейчас обдумываю удивительную идею. Оказывается, если взять искривлённое пространство из пяти измерений, то можно написать уравнения, которые будут описывать не только гравитацию возле ветки, но и электричество в розетке...»

Послушали-послушали Эйнштейна люди, ничего не поняли, и в сон их потянуло. Подумали люди: «Ох уж этот Эйнштейн, часы всем перепутал, пространство искривил, энергию с массой перемешал, а всё никак не успокаивается...» – и разбрелись по своим домикам, улеглись в мягкие кровати и забылись мирным сном.

Может, и вам, дети, спать пора?



### *Примечания для любопытных*

**Евклидово пространство** – плоское пространство, введённое великим греческим математиком Евклидом (ок. 325–265 гг.

до н. э.), жившим в Александрии.

**Риманово пространство** – искривлённое пространство, открытое выдающимся немецким математиком Бернхардтом Риманом (1826–1866).

**Тензорный анализ** – раздел математики, который широко используется в физике и в общей теории относительности при изучении искривлённых пространств. Тензоры очень полезны в описании инвариантных свойств объектов – то есть свойств, которые не зависят от геометрических координат и движения наблюдателей.

### **Сказка о мирном рыцаре Эддингтоне, узнавшем главную тайну звёзд**

– Люди часто мечтают попасть в сказку, вырваться из серых скучных будней в мир могучих героев и подвигов, невероятных приключений и побед. Мечты о двери в чудесный мир, о магическом даре или волшебной палочке свойственны не только детям, но и многим взрослым.

...Только учёные не мечтают о волшебном альтернативном мире.

– Они не умеют мечтать? – удивилась Галатея.

Королева Никки покачала головой:

– Просто они уже нашли свою дверь в мир чудес.

Учёные смогли вскрыть жестяную поверхность консервированной повседневности, научились видеть невидимое или незамечаемое другими людьми. Учёные много лет осваивают это умение проникать в чудесную суть вещей и явлений, используя вместо волшебной палочки телескопы, микроскопы и математические уравнения.

– Никогда бы не подумала, что учёные имеют свои волшебные палочки! – воскликнула Галатея.

Никки улыбнулась:

– Телескоп будет помощнее волшебной палочки – это настоящее окно в другие миры, мост через глубины пространства и даже времени!

– Телескоп – это ещё и машина времени? – поразилась Галатея.

– Конечно, телескоп – это подлинная машина времени, которая видит далёкое прошлое звёзд и галактик.

Так и получилось, что все учёные живут двойной жизнью. Одна из них обычная и всем понятная, а другая – невидимая, загадочная и – да, по-настоящему волшебная.

Такой двойной жизнью жил и Артур Стэнли Эддингтон.

Внешне он вел спокойное, размеренное существование профессора Кембриджа, прерываемое лишь научными экспедициями и поездками на конференции. Книжки и беседы, трубка и камин, прогулки на велосипеде – на непосвящённый взгляд простак ничего примечательного в жизни Эддингтона не было.

На самом деле Эддингтон в своей главной жизни был ТИТАНОМ, супергигантом в яростной битве с другими титанами. Он совершал подвиги, которые никто другой не мог совершить. Он рассчитывал жизнь и смерть звёзд, изгибал само пространство и время, определял судьбы Вселенной и создавал миры, предписывая им законы бытия...

– Здорово! – восхитился Андрей.

– Уже в детстве Эддингтон выделялся среди своих сверстников. В футбол он играл как все, но вдобавок он обладал явным математическим талантом и выучил таблицу умножения до 24 на 24 раньше, чем научился читать. Родители Эддингтона были глубоко религиозными людьми, поэтому Библия попала в руки к мальчику очень рано. Юный Эддингтон взял и... пересчитал все буквы в первой главе Библии. В возрасте четырёх лет, когда его выводили на вечернюю прогулку, он пробовал сосчитать звёзды на небе.

Увлечённость большими цифрами останется у Эддингтона на всю жизнь – став учёным, он подсчитает даже общее число элементарных частиц во Вселенной!

Кроме математики, юный Стэнли, как звали его домашние, увлекался астрономией и с десяти лет много времени проводил у небольшого телескопа, который ему дал учитель. За школьные годы Стэнли написал тринадцать рефератов по астрономии. Мальчик следил за экспедицией Нансена на Северный полюс и обсуждал со своей старшей сестрой газетные сообщения об огромном метеоре, который с ужасным грохотом взорвался над Мадридом в апреле 1896 года. Этот метеор был виден даже на фоне яркого дневного неба.

В пятнадцать лет Эддингтон выиграл стипендию для обучения в колледже Манчестера, чем смутил администрацию колледжа – с их точки зрения, мальчик был слишком юн для студента.

– Знай наших! – радовалась Галатея рассказу Никки.

– Эпидемия тифа унесла отца Эддингтона, когда Стэнли было всего два года. Семья жила очень небогато, но Стэнли проявлял столь яркие таланты, что зарабатывал всё новые и новые стипендии для обучения – и даже поступил в легендарный Тринити-колледж в Кембридже, где учились в своё время Ньютон и Максвелл.

Эддингтон не был затворником, живущим в научной башне из слоновой кости. Ещё в студенчестве он выучил французский, немецкий и итальянский языки и читал Мольера, Гёте и Данте в подлиннике. Он увлекался шахматами и велосипедом. Из его записных книжек следует, что за рекордный 1905 год он проехал на велосипеде свыше четырёх тысяч километров, а в возрасте пятидесяти пяти лет Эддингтон проехал за один день двести километров между Донкастером и Кембрижем. Ездил он чаще всего в одиночестве – эти длинные велосипедные путешествия явно были для Эддингтона ещё одним способом размышления над чудесами Вселенной, которые остаются невидимыми простым смертным.

– Что-то мы давно на велосипеде не катались... – вспомнил Андрей.

– Студентом Эддингтон посещал математические семинары, но друзья нередко замечали его читающим на заседаниях статьи по гравитации: обычного потока информации Стэнли явно не хватало – он успевал следить за происходящим на семинаре и изучать сложные научные труды.

Эддингтон становится профессором Кембриджа, много наблюдает в телескоп и публикует книгу о звёздах и строении Вселенной. Эта монография приносит ему заслуженную славу среди учёных.

В это время Эйнштейн в Германии создаёт свою общую теорию относительности. Европа охвачена войной, научные связи между Англией и Германией прерваны, но космолог де Ситтер, живущий в нейтральных Нидерландах, переправляет Эддингтону отписки своих статей и трудов Эйнштейна.

Эддингтон, обладающий блестящими математическими способностями, быстро осваивает теорию Эйнштейна, построенную с помощью тензорного анализа, и в 1918 году публикует первое в мире англоязычное изложение теории гравитации Эйнштейна.

В том же году британское правительство пробует призвать Эддингтона в армию – европейский фронт требовал всё новых солдат. Эддингтон, принадлежавший по религиозным убеждениям к протестантам-квакерам, которые проповедовали пацифизм, отказался брать в руки оружие, но выразил готовность работать в Красном Кресте или на сборе урожая, если страна сочтёт это более полезным занятием, чем быть профессором астрономии.

– Странные эти правительства! – удивился Андрей. – Простые солдаты им нужнее, чем знаменитые профессора астрономии.

– Профессору была дана отсрочка от призыва, а через несколько месяцев война закончилась.

Эддингтон быстро становится признанным экспертом в теории относительности Эйнштейна и приобретает в этой области авторитет, сопоставимый с авторитетом самого автора теории.

Один из учёных, считавший себя знатоком теории Эйнштейна, как-то подошёл к Эддингтону и сказал с прозрачным намёком на себя:

– Вы – один из трёх человек в мире, которые понимают теорию Эйнштейна!

Эддингтон погрузился в раздумья.

– Не скромничайте, Артур!

– Я просто пытаюсь понять – кто же третий? – кротко ответил Эддингтон.

\* \* \*

Теория Эйнштейна предсказывала искривление света звёзд возле Солнца. Наблюдать звёзды возле диска Солнца можно было только в случае полного солнечного затмения – и именно Эддингтон возглавил экспедицию на остров Принсипи возле западного берега Африки, чтобы проверить это предсказание Эйнштейна.

– Никки, я помню, ты уже об этом упоминала, в сказке о Королевстве Кривых Пространств, – обрадовалась Галатея.

– Молодец, – улыбнулась Никки, и продолжила: – Приезд научной экспедиции во главе с английским лордом вызвал изрядный переполох на острове. Губернатор оказал всяческое содействие и помог астрономам выбрать для наблюдений самый безоблачный берег острова. Местный владелец плантаций какао даже отложил поездку в Европу, чтобы иметь возможность гостеприимно пригласить Эддингтона с коллегами остановиться в его доме. Плантатор предоставил носильщиков, которые прорубали экспедиции путь по джунглям и несли астрономическое оборудование. Телескоп был установлен на специально сооружённом постаменте. Все научные инструменты были готовы к наблюдениям, но вот беда – 29 мая, в день затмения, на острове Принсипи разразился ливень. Лишь перед самым затмением небо очистилось – и то не до конца. Эддингтону некогда было любоваться великолепной короной Солнца – он в стремительном темпе менял фотопластинки в приборе. За несколько минут затмения он успел сделать шестнадцать фотографий Солнца и его окрестностей.

Звёзды оказались видны лишь на шести проявленных пластинках.

Эддингтон приступил к измерениям смещения звёзд.

Пять из шести получившихся снимков оказались слишком низкого качества. Эддингтон принялся исследовать последнюю, лучшую пластинку, которая запечатлела в облачных просветах пять звёзд. Он сравнил результаты с контрольной фотографией данного участка неба, полученной несколько месяцев назад. Измерив положение пяти звёзд, Эддингтон получил смещение, хорошо совпавшее с предсказанием Эйнштейна.

Эддингтон вспоминал этот день как самый впечатляющий момент своей жизни!

Он получил прямое подтверждение того, что пространство нашего мира искривляется возле звёзд и планет. Он держал в руках не стеклянную пластинку, покрытую фотоэмульсией, а разгадку тайны земного тяготения и силы, которая управляет судьбой Вселенной!

– Только учёные могут так радоваться ничтожным смещениям маленьких точек! – подумала вслух Галатея.

– Потому что учёные, в отличие от других людей, понимают – ЧТО ОЗНАЧАЕТ это смещение! – ответил Андрей. – В этом и состоит секрет их волшебства.

Никки продолжила:

– Эддингтон сообщил об успехе экспедиции телеграммой. Весть о том, что Эйнштейн оказался прав, разнеслась по первым страницам главных газет во всём мире: «НАШЕ ПРОСТРАНСТВО ИСКРИВЛЕНО!»

Люди измучились от бессмысленной войны, и удивительные вести из космоса позволили им заглянуть в иной, чудесный мир, где живут звёзды и учёные. Эйнштейн стал мгновенно и всемирно знаменит. Его предыдущая известность в научных кругах не шла ни в какое сравнение с нынешней славой. Среди учёных, конечно, оказалось немало скептиков, указывающих на недостаточность полученных данных.

Через три года в Австралию отправилась экспедиция из Ликской обсерватории во главе с её директором Кэмпбеллом – чтобы ещё раз сфотографировать звёзды возле Солнца в момент затмения. Новые данные полностью подтвердили результат экспедиции Эддингтона. Пожилой Кэмпбелл не относился к числу сторонников Эйнштейна и надеялся (как он потом сам признался), что звёзды откажутся подтверждать эту странную теорию об искривлении пространства.

Но звёзды оказались с характером и не послушались Кэмпбелла.

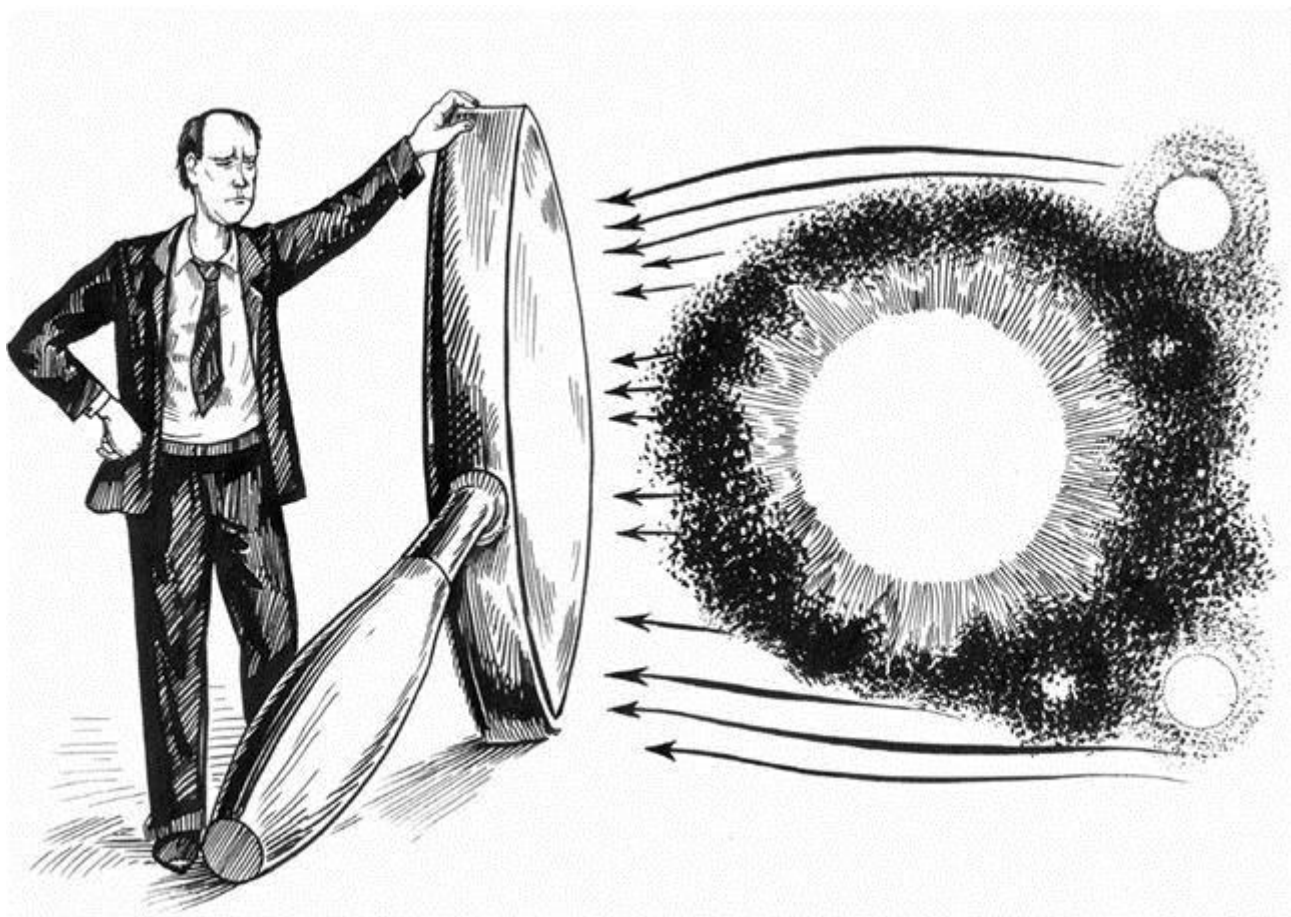
Вселенная окончательно соскользнула с евклидовой неподвижной плоскости и погрузилась в изогнутые и волнующиеся пространства Римана.

– Мы плывём по Морю Искривлённого Пространства! – воскликнула Галатея.

– Эддингтон публикует научную монографию «Математическая теория относительности», о которой сам Эйнштейн отозвался так: «Наилучшее изложение предмета!»

В этой книге Эддингтон, глубоко проникший в суть теории Эйнштейна, сделал еретический вывод: энергия в общей теории относительности не сохраняется, зато подчиняется более общему закону изменения, что «является с нашей новой точки зрения более простым и значительным, чем простое сохранение».





Эйнштейн был согласен с Эддингтоном и работал над единой теорией поля, которая должна была уничтожить не только сохраняющуюся энергию, но и саму материю – оставив вместо неё лишь сложным образом искривлённое пространство.

– Как это? – не поняла Галатея. – То есть я сама как бы состою из искривлённого пространства?

– Да, Эйнштейн полагал, что может описать элементарные частицы – из которых состоишь и ты, и мы – как некие сгустки искривлённого пространства.

– Все равно непонятно! – настаивала Галатея.

– Возьми носовой платок – когда ты разгладил его на столе, то получишь ровное пространство. А если свяжешь в узел, то получишь нечто вроде частицы.

– То есть, по Эйнштейну, частицы – это такие кульки или узлы из пространства-времени? – переспросил Андрей.

– Образно говоря, да. Но Эйнштейну не удалось построить такую теорию – возможно, он где-то свернул в непроходимый тупик – такое бывает даже с самыми умными учёными. Большинство учёных скептически воспринимали попытки Эйнштейна свести весь мир к узелкам из свернутого пространства. Учёные использовали общую теорию относительности Эйнштейна, но недоверчиво отнеслись к крамольной точке зрения Эддингтона и Эйнштейна на закон сохранения энергии.

\*\*\*

Эддингтону было не привыкать сталкиваться со скептицизмом и непониманием со стороны других учёных.

Среди астрономов он был известен как создатель теории строения звёзд, о которой он опубликовал книгу, ставшую классической. Одна из моделей звёзд так и называется: «модель Эддингтона». Учёный доказал, что равновесие звезды зависит не только от гравитации и

давления газа, но и от светового давления – на Солнце оно достигает одной десятой от давления солнечного газа.

– Постой, Никки! – воскликнула Галатея. – Как это свет может что-то удерживать? Это же свет! Солнечный зайчик! Он только освещает и греет!

– Свет в больших количествах совсем непохож на милого зверька. Эддингтон подсчитал, что на Землю каждый день выпадает 160 тонн солнечного света. Именно эта энергия питает растения, животных и нас самих, а также создаёт ветер, дожди и реки.

– Ух ты! – потрясённо сказала Галатея. – Сто шестьдесят тонн света – каждый день!

– Запертый внутри звезды могучий свет начинает вести себя как газ в упругом мяче, пытаясь раздуть мешающую ему оболочку. В массивных звёздах давление излучения вообще становится главной причиной, удерживающей звезду от быстрого сжатия или падения в саму себя.

Постоянным оппонентом сэра Эддингтона был сэр Джинс, авторитетнейший астроном.

Современники вспоминали споры Эддингтона и Джинса, как «битвы титанов». А в теории звёзд было о чём поспорить. Динамический баланс раскалённых гравитирующих звёзд был парадоксален. Эддингтон часто говорил: «Чтобы звезду охладить, её надо нагреть!» – и был совершенно прав.

– Непонятно, но замечательно! – обрадовался Андрей.

– Эддингтон оценил температуру в центре звезды в сорок миллионов градусов и первый предположил, что звёзды светят благодаря ядерному превращению элементов – говоря современным языком, из-за термоядерных реакций водорода и гелия.

Его опять не поняли – Эддингтон опередил своё время лет на двадцать. Скептицизм физиков и астрономов был понятен: согласно тогдашним теоретическим представлениям, реакции ядерного синтеза требовали гораздо больших температур. Больше всех спорил сэр Джеймс Джинс.

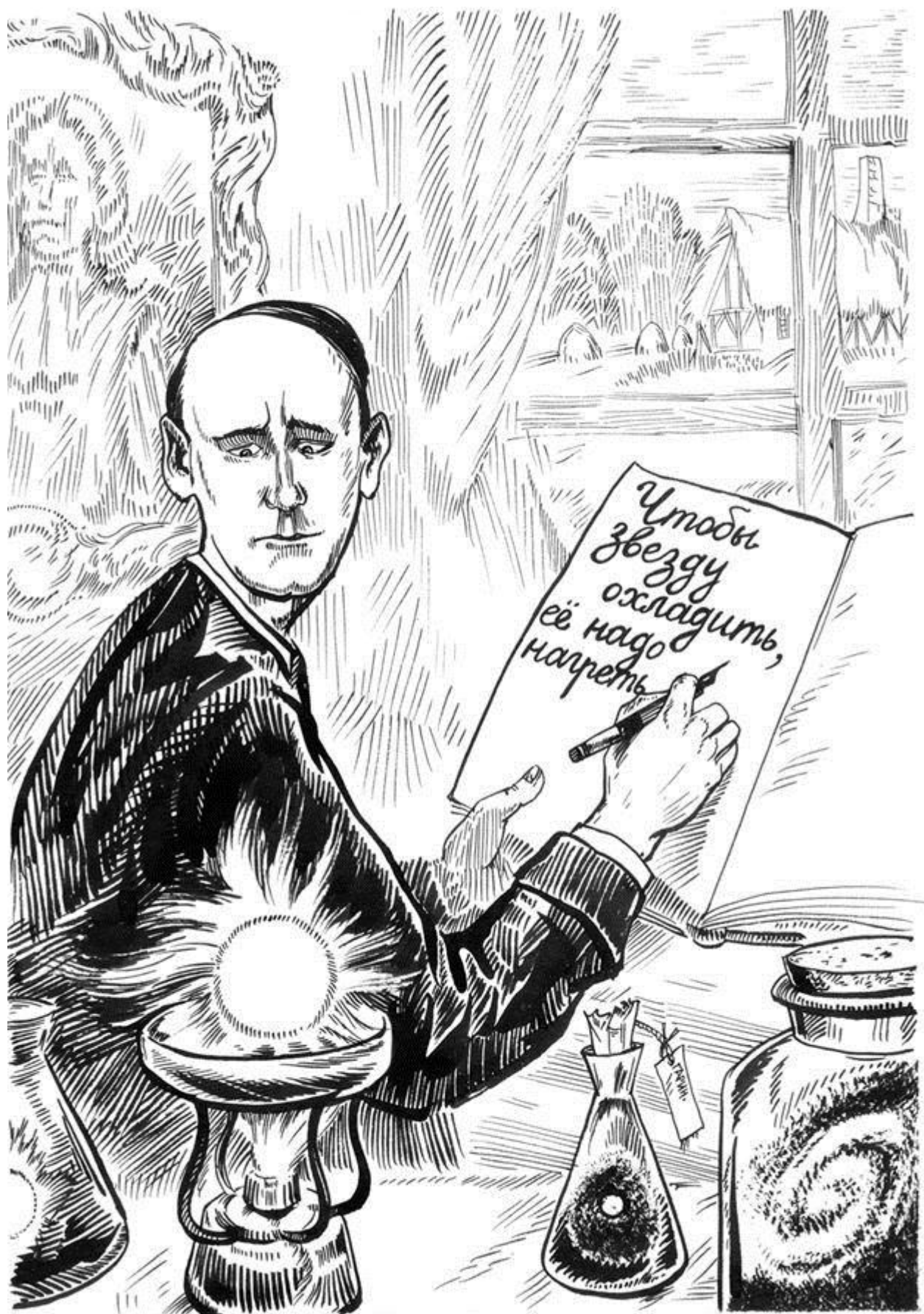
Эддингтон ядовито говорил скептикам и сэру Джеймсу:

– Вам недостаточно сорока миллионов градусов?

Идите поищите местечко погорячее! – что означало: «Идите в ад!» или «Идите к чёрту!»

\* \* \*

Как рассказывал сам Эддингтон, вечером того дня, когда он сделал это открытие – догадался об атомном источнике энергии звёзд, – он сидел на скамейке со своей девушкой. Она сказала: «Посмотри, как красиво светят звёзды!» На что он ответил: «Да, и в данный момент я – единственный человек в мире, которые знает, ПОЧЕМУ они светят».



– Наверное, это очень приятное чувство! – сказал Андрей.

– Это и есть главная тайна звёзд, которую узнал лорд Эддингтон? – спросила Галатея.

Дзинтара кивнула:

– За научные успехи Эддингтона пожаловали рыцарским званием, он был выбран президентом Королевского общества и Международного астрономического союза. Но мировая слава, открытие главного секрета звёзд и звание лучшего знатока общей теории относительности не остановили учёного от дальнейших поисков. Последнюю часть жизни он посвятил проблеме, которую иначе как Проблемой и не назовёшь.

Эддингтон стал искать теорию происхождения мировых физических констант, например скорости света и гравитационной постоянной. Почему они имеют именно эту величину? Замысел Эддингтона – найти мировое уравнение, решение которого дало бы нужные численные константы, – превосходит по масштабности и дерзости все другие. Изменение мировых констант даже на небольшую величину приводит к полному изменению картины мира, поэтому Эддингтон, пытаясь ответить на вопрос: почему численные величины мировых констант именно такие, а не другие? – на самом деле искал ответ на вопрос: ПОЧЕМУ наш мир устроен именно таким образом?

Пока никто из учёных не нашёл какого-либо реалистичного подхода к решению этой проблемы. Насколько опередил Эддингтон развитие физики – на двести или на триста лет?

Он не смог решить поставленную проблему, но сформулировать задачу часто не менее важно, чем её решить.

Примечательно, что в конце жизни оба учёных – и Эйнштейн, и Эддингтон – остались одиноки в своих интеллектуальных поисках.

– Но ПОЧЕМУ так устроен мир? – расстроилась Галатея.

Никки ответила:

– Люди, идущие впереди всех, всегда одиноки. Эти ТИТАНЫ, создатели миров, светил и пространств, слишком опередили своё время.

Негромкий голос из полумрака добавил:

– Эддингтон в физике был настоящий поэт. В своей книге «Пространство, время и тяготение» он написал следующие задумчивые и остроумные строки: «Мы нашли странный отпечаток ноги на берегу Неизвестного. Мы создали, одну за другой, много глубоких теорий для того, чтобы объяснить его происхождение. В конце концов нам удалось реконструировать то существо, которому принадлежит этот след. И оказалось, что это мы сами».

– Я тоже хочу оставить свой след на берегу Неизвестного! – сказала решительно Галатея.

Невидимый собеседник подумал, что Эддингтон имел в виду нечто другое, но не стал спорить с мечтой девочки. Детские мечты наивны, но обладают огромной силой.



### *Примечания для любопытных*

**Световое давление** – давление света, падающего на поверхность тела. Идея светового давления была высказана Кеплером для объяснения поведения кометных хвостов. Максвелл теоретически обосновал давление света в рамках своей электродинамики, а российский

физик Пётр Николаевич Лебедев (1866–1912) в 1899 году экспериментально открыл давление света, измерив его с помощью крутильных весов.

**Джеймс Максвелл** (1831–1879) – великий британский физик и математик. Заложил основы современной электродинамики (уравнения Максвелла) и кинетической теории газов (распределение Максвелла).

**Джеймс Джинс** (1877–1946) – британский физик и астроном. Открыл один из законов излучения (закон Релея – Джинса) и нестабильность гравитирующей среды (неустойчивость Джинса). Посвящён в рыцари в 1928 году.

**Титаны** – в древнегреческой мифологии боги второго поколения, дети Урана (бога неба) и Геи (богини земли).

**Пацифизм** – учение, осуждающее любые войны и насилие.

**Мировые физические константы** – к ним относятся, например, следующие:

**Скорость света в вакууме** – физическая константа, равная 299 792 458 м/сек.

**Постоянная Планка** – основная константа квантовой теории. Впервые введена выдающимся немецким физиком, основателем квантовой теории Максом Планком (1858–1947) в 1900 году.

**Гравитационная постоянная** – физическая константа, используемая в уравнениях гравитации Ньютона и Эйнштейна. Характеризует силу гравитационного притяжения между телами.

**Космологическая постоянная** – постоянная, введённая Эйнштейном, которая, как сейчас считается, определяет скорость расширения Вселенной.

**Заряд электрона. Электрон** – одна из самых распространённых стабильных элементарных частиц, играющая важную роль в структуре атомов, в химии, в явлении электрического тока и т. д. Масса и заряд электрона – физические константы, от которых зависят многие феномены нашего мира. Заряд электрона служит единицей измерения электрического заряда других элементарных частиц и ионизированных атомов.

### **Сказка о метеорологе Фридмане, выигравшем спор с великим Эйнштейном**

– Я устал от этого кошмара... – пробормотал Александр, зябко кутаясь в громоздкий тулуп и поднимая голову.

Небосвод был переполнен яркими летними звёздами, а на востоке разгоралось зарево – наступал новый жаркий день. Часть неба над головой была загорожена огромным серым шаром. Аэростат медленно плыл между сияющими звёздами и цветущей землей, и в его гондole было очень холодно.

– Как бы я хотел заниматься звёздами и Вселенной и никогда больше не смотреть вниз, на землю! – шепнул сам себе Александр Фридман, но он не услышал себя – потому что всё утонуло в страшном грохоте.

Над зелёными рощами и полями с созревающей пшеницей поплыли клубы дыма: началась артподготовка к наступлению, и огонь артиллерии нужно было корректировать. Александр глубоко вздохнул, поднёс к глазам бинокль и посмотрел вниз...

– Почему люди настолько глупы, что готовы воевать друг с другом? – удивилась Галатhea.

Сегодня сказку детям читала Дзинтара. Она сама любила эту историю, потому что гордилась её героем.

– В начале двадцатого века мир был охвачен ужасной войной, кровавой и бессмысленной. Это было настоящее бедствие, умноженное эпидемиями, голодом и разрухой.

Но именно в это время человеческая мысль особенно рвалась в космос, в звёздные глубины Вселенной – туда, где не было войн и смерти.

Именно тогда Эйнштейн создал величайшую теорию пространства и времени – общую теорию относительности.

Ньютон сумел понять – КАК Земля притягивает к себе Луну и другие тела. Эйнштейн объяснил – ПОЧЕМУ Земля обладает этим удивительным свойством, доказав что гравитационное притяжение – это проявление искривлённого пространства.

Теория гравитации Эйнштейна сумела объяснить аномальную прецессию Меркурия, а также обещала решить проблему строения Вселенной.

Мыслители разных веков предлагали свои космологические модели: мироздание взгромождали и на спины черепах и слонов, и в хрустальную сферу его заковывали. Но ничего не получалось: слоны и черепахи разбегались, хрустальные небеса лопались.

– Никто же черепах не кормил! – развеселилась Галатея. – Вот они и расползлись!

– Но сейчас у Эйнштейна были его замечательные уравнения, которые описывали Вселенную, а значит – все шансы на успех. Он, как и астрономы его времени, верил в вечную и неподвижную Вселенную и приступил к созданию математической модели такого прекрасного стабильного мира.

Но он быстро понял, что у него ничего не получается.

Неудачу Эйнштейна легко поймёт любой мальчишка, который любит бросать камни в воду. Ведь когда запускаешь камень в небо, то он может находиться только в двух состояниях – или лететь вверх, или падать вниз. Зависнуть неподвижно над водой ни один камень не может.

– Абсолютно верно! – авторитетно заявил Андрей.

– А именно этого ожидал Эйнштейн от модели неподвижной Вселенной.

– Зря! – хмыкнул Андрей.

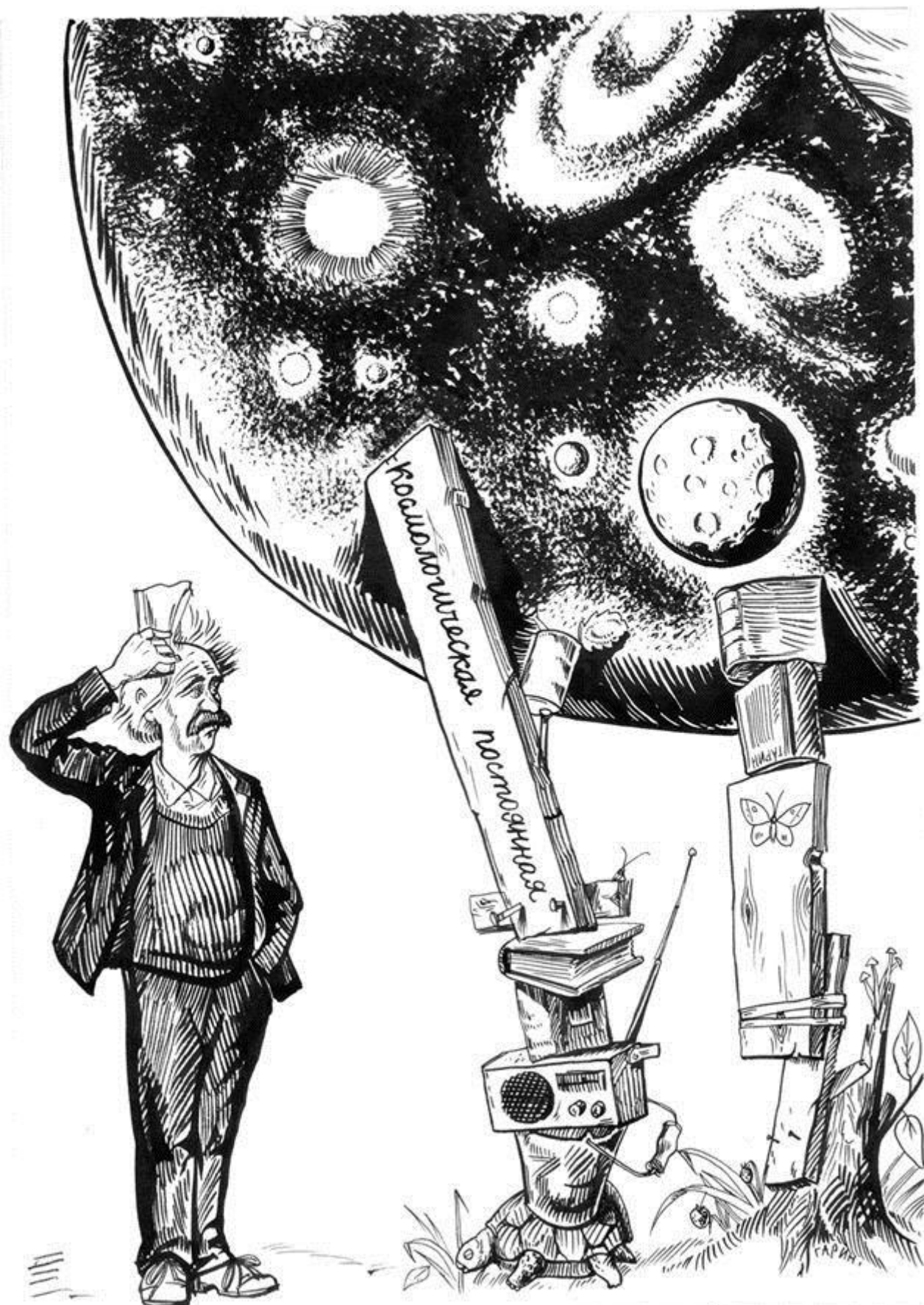
– Тогда учёный решил, что ему нужна подпорка для падающих камней – вернее, для Вселенной. Такой опорой, обеспечивающей неподвижность мира, может служить какая-нибудь отталкивающая сила, которая противодействовала бы гравитационному притяжению и обеспечила бы Вселенной необходимый покой.

Эйнштейн ввел такую антигравитационную силу в свои уравнения, отчего в уравнениях появилась новая «космологическая постоянная», а Вселенная стала круглой и конечной по размеру.

Когда шар Вселенной замер в неподвижности, то Эйнштейн обрадовался и вытер трудовой пот со лба. Всё-таки далеко не каждый день получаешь модель целого мира, да ещё такую красивую: неподвижную и без черепах со слонами.

– Вселенная не в зоопарке – это уже хорошо! – одобрила Галатея.





— Отдохнув, довольный Эйнштейн опубликовал работу по космологии Вселенной в своём любимом физическом журнале.

Но через некоторое время почтальон принёс ему журнал со статьей русского математика и метеоролога Александра Фридмана. Он утверждал, что эйнштейновская модель Вселенной нестабильна – как карандаш, стоящий на острие. Да, все силы, действующие на него, уравновешены, но стоит только отпустить руку, удерживающую карандаш, как он упадёт. Так и мир Эйнштейна не может находиться в равновесии – он должен или сжиматься, или расширяться, или пульсировать. Наблюдения Слайфера уже доказали, что галактики – разбегаются. Значит, Вселенная расширяется и не вечна, а имеет вполне определённый возраст: время, прошедшее с начала расширения. Фридман оценил возраст Вселенной в десять миллиардов лет.

Космолог Эйнштейн расстроился, прочитав статью метеоролога Фридмана, – всё-таки не каждый день твою любимую модель мира хотят разрушить. Но самым могучим оружием теоретиков является математика – и Эйнштейн, вооружившись ею, стал искать ошибку в расчётах русского учёного.

И он её нашёл!

В следующем же номере физического журнала Эйнштейн опубликовал заметку, где заявил, что результат Фридмана кажется ему подозрительным и основанным на ошибке.

Фридман прочитал ответ Эйнштейна, тоже расстроился (а кому понравится, что его ловят на ошибке?!) и тоже достал своё главное оружие – ручку и листок бумаги (голова у теоретика и так всё время с собой) – и стал искать ошибку в расчётах Эйнштейна.





И он её нашёл!

– Если они оба нашли ошибку в расчётах друг друга, то кто из них оказался прав? – обеспокоилась Галатея.

– А вот сейчас узнаешь. Фридман был очень хорошим математиком – первую свою научную статью в престижных немецких «Математических анналах» он опубликовал сразу после школы. Когда он в 1910 году закончил математическое отделение Петербургского университета, то был оставлен на кафедре математики для подготовки к профессорскому званию. Фридман был прикладным математиком – он активно «прикладывал» свои математические знания к метеорологии, атмосферным течениям и турбулентности. Он летал на дирижаблях и воздушных шарах, а во время войны – участвовал в боевых вылетах русской авиации. После революции Фридман работал в Главной геофизической обсерватории и был редактором «Журнала геофизики и метеорологии».

Вскоре Эйнштейна посетил физик из России Крут-ков, который передал ему письмо Фридмана, где тот доказывал, что Эйнштейн ошибся в своих контррасчётах.

Эйнштейн был настоящим учёным, который не боится признаться в своей неправоте. Убедившись в своей ошибке, он опубликовал в журнале заметку, что он ошибся, а Фридман прав.

– Какой честный человек, этот Эйнштейн, ради правды не побоялся разрушить свою красивую модель Вселенной! – с удовольствием отметил Андрей.

– Да, это означало, что прежняя стационарная космология неверна. И на свет из уравнений Эйнштейна стараниями Фридмана появляется новая, динамическая Вселенная – молодая и нестабильная. И оценка Фридманом её возраста оказалась очень близка к современным данным! Более того, Александр Фридман показал, что в разлетающейся Вселенной, чем дальше галактика, тем быстрее она улетает от земного наблюдателя. Именно этот факт позже доказал Хаббл.

Это была подлинная революция в миростроении! Фридман доказал, что наблюдаемая Вселенная не вечна, беспокойна и находится в полёте.

– Аналогичную революцию совершил Коперник, толкнув неподвижную Землю! – напомнил Андрей.

– Верно, – согласилась Дзинтара.

– Фридман заболел и умер в 1925 году в возрасте тридцати семи лет, успев внести в мировое здание науки неоценимый вклад. У Фридмана остался ученик Георгий Гамов, которому тоже будет суждено сделать важное усовершенствование модели Вселенной. Но это уже совсем другая история.

После работ Фридмана учёные долгое время думали, что окончательная модель расширения Вселенной найдена, и космологии осталось только уточнить возраст Вселенной. Но звёзды – особенно сверхновые звёзды – посмеялись над этими людскими надеждами. Сверхновые, эти вспыхивающие маяки космоса, позволили расшифровать свои сигналы, и в 1998 году сразу две группы астрономов – под руководством Шмидта и Перлмуттера – объявили, что Вселенная не просто расширяется, а расширяется с ускорением.

«Кошмар!» – не поверили им теоретики.

Эта новость наблюдателей противоречила общим теоретическим представлениям, по которым следовало, что разлёт Вселенной замедляется – как движение камня, подкинутого вверх.

Кто из мальчишек, швыряющих камни в пруд, предполагает, что брошенные булыжники будут ускоряться и улетать в космос?

– Таких идиотов я ещё не встречал! – рассмеялся Андрей.

– Но именно такое неприличное поведение демонстрирует насмешливая Вселенная.

Космологи забыли спокойные времена и углубились в новую проблему. Как ведёт себя ускорение Вселенной? Уменьшается ли оно со временем или растёт? Будет ли Вселенная разлетаться вечно или она в какой-то момент остановится?

Особенно измучил астрономов вопрос: ЧТО заставляет Вселенную ускоряться?

Кто-то для объяснения этого эффекта вводит новые физические силы или пространственные размерности. Кто-то предполагает, что сам вакуум – вернее его странная отрицательная энергия – вмешалась в жизнь Вселенной и изменила её.

– Что такое отрицательная энергия? Энергия, на которой можно заморозить чайник? – спросила Галатея, высоко подняв брови.

– Физического смысла отрицательной энергии никто не знает, но ею должно обладать гравитационное поле, если мы хотим спасти закон сохранения энергии. А может быть, трудности в понимании мироздания возникли из-за того, что учёные-гравитационисты отвергли смелую трактовку Эддингтона – Эйнштейна, в которой они отказались от закона сохранения энергии?

Нет окончательного ответа на эти вопросы. Наблюдатели ловят в телескопы всё более далёкие сверхновые звёзды, которые должны со временем прояснить вопрос об изменении ускорения далёких галактик. Теоретики терзают свои головы и компьютеры в поисках причины ускорения разлёта нашего мира.

Кроме того, Эйнштейн доказал, что гравитационное притяжение – это лишь проявление искривлённого пространства, но до сих пор нет ответа на вопрос следующего уровня: ПОЧЕМУ возле Земли и других гравитирующих тел пространство искривляется?

Ответы на многие загадки нашего мироздания ещё не найдены.

Может, их найдёшь ты, читатель?

– Я их первая найду! – заявила Галатея и погрозила кому-то крепким розовым кулачком.



### *Примечания для любопытных*

**Турбулентность** – квазибеспорядочное, часто вихревое движение жидкости или газа: например, плывущий корабль оставляет за собой турбулентную дорожку. Это явление описывается очень сложными математическими моделями и до сих пор плохо изучено.

**Александр Алексеевич Фридман** (1888–1925) – петербургский математик и метеоролог. Показал, что уравнения Эйнштейна описывают нестационарную Вселенную, и получил знаменитые решения этих уравнений.

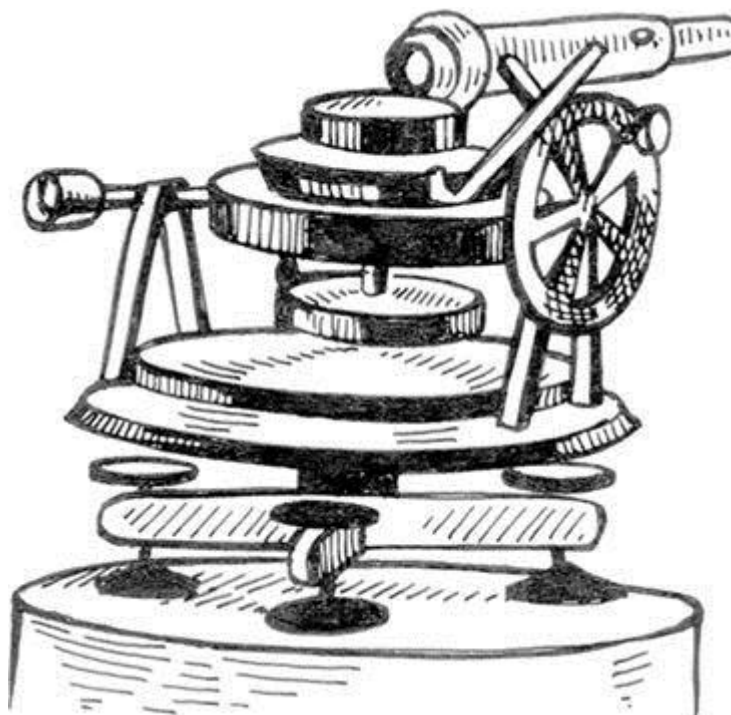
**Юрий Александрович Кругов** (1890–1952) – физик-теоретик. В 1922 году получил стипендию Рокфеллеровского фонда для поездки в Европу и встретился там с Эйнштейном, передав ему письмо Фридмана.

**Георгий Антонович Гамов** (1904–1968) – физик-теоретик. Родился в Одессе, уехал из СССР в 1933 году. Автор теории Большого взрыва и ряда других известных концепций в физике, астрономии и биологии. Известный популяризатор науки.

**Саул Перлмуттер** (род. 1959) – американский астрофизик. Один из открывателей феномена ускоренного расширения Вселенной, получивший за это в 2011 году Нобелевскую премию.

**Брайен Шмидт** (род. 1967) – австралийский астрофизик. Один из открывателей феномена ускоренного расширения Вселенной. За это он получил в 2006 году престижную премию Шау в миллион долларов, а в 2011 году заработал Нобелевскую премию вместе с Перлмуттером и американцем Адамом Рисом (род. 1969).

## **Космические сыщики**



Книга посвящается моему сыну Илье

Специально для читателей «Космических сыщиков» – напутственные слова ДЖОНА МАЗЕРА, лауреата Нобелевской премии и конструктора крупнейшего космического телескопа:

«Every problem you see in the world has a basis in science, math, and engineering. Would you like to see the future?

Would you like to see the secrets underneath everyday life? Then look in here, and your eyes will open».

«Любое явление нашего мира можно рассмотреть с точки зрения науки, математики, техники.

Хотите заглянуть в будущее?

Хотите увидеть, какие тайны скрывает повседневная жизнь? Откройте эту книгу – и она откроет вам глаза».

Автор искренне благодарит научных консультантов, чьё пристальное внимание и высокая квалификация значительно уменьшили число ошибок и неточностей в данной книге.

Научные консультанты:

Александр Павлович Васильков, кандидат физико-математических наук;

Александр Юрьевич Исупов, кандидат физико-математических наук;

Андрей Вилхович Каява, кандидат биологических наук;

Юрген Рюдигер, медицинский физик, кандидат физико-математических наук;

Владислав Вячеславович Сыщенко, доктор физико-математических наук;

Татьяна Александровна Тайдакова, астроном, кандидат физико-математических наук;

Евгений Леонидович Ченцов, астроном, доктор физико-математических наук.

Автор благодарит Юргена Рюдигера, специалиста в области приёмников рентгеновского излучения, – за полезные дополнения в историю про Рентгена, Сергея Андреевича Бокова – за замечания к сказке про супругов Кюри и переводчика Александру Глебовскую – за перевод напутствия Джона Мазера.

### **Предисловие о космических сыщиках**

– Почему книга называется «Космические сыщики»? – спросила девочка Галатея, указав на книжку в маминых руках. – Ведь сыщики расследуют преступления на Земле.

Дзинтара<sup>[1]</sup>, которая днём работала принцессой и биологом, а вечером была просто мамой, ответила:

– Сыщики исследуют таинственные события, которые отделены от них временем, то есть случились в прошлом. Они собирают следы прошедших событий, всесторонне исследуют эти скудные следы и стараются воссоздать полную картину давнего преступления.

Работа учёных, исследующих космос, похожа на работу детективов, только интереснее: обычные сыщики ищут то, что кому-то уже известно, но скрывается, а космические сыщики – то, чего ещё никто не знает.

Астрофизики исследуют таинственные явления, происходящие на колоссальных расстояниях от Земли, преодолеть которые человек пока не в силах. Из-за этого в руки учёных попадают лишь ничтожные следы далёких космических событий, например отпечаток слабого света на фотопластинке. Учёные анализируют такие следы всеми возможными способами и стараются понять, что же произошло в космической дали, уходящей гораздо дальше, чем земной горизонт. В этом смысле астрофизиков или физиков, исследующих Вселенную, можно назвать космическими сыщиками. Единственное отличие от земных коллег – они ищут не земных преступников, а ответы на космические загадки.

– Какие, например? – спросил Андрей, старший брат Галатеи, но не настолько старший, чтобы потерять интерес к научным сказкам, которые по вечерам рассказывала мама.

– Например, в XIX веке известный французский социолог и философ науки Огюст Конт считал, что звёзды навсегда останутся загадкой: «Мы никогда не сможем ничего узнать об их химическом и минералогическом составе».

Дзинтара подняла книгу, которую держала в руках:

– Из этой книжки мы сейчас и узнаем, сумели ли космические сыщики раскрыть тайну химического состава звёзд и другие секреты далёкого космоса.

### **Сказка о космическом путешественнике Канте, которого все считали философом-домоседом**

Дзинтара подождала, пока дети устроятся поудобнее, и сказала:

– Я хочу рассказать вам о человеке, который, с одной стороны, был просто домашним учителем, а с другой – был выдающимся космическим сыщиком, разгадывающим самые скрытые тайны Вселенной.

– Что значит «домашний учитель»? – спросила Галатея.

– Это учитель, который ходит по домам и учит детей из богатых семей разным наукам.

– Значит, сам такой учитель беден, раз ему приходится работать в домах богачей? – в свою очередь спросил старший Андрей.

– Верно. Наш герой, которого звали Иммануил Кант, был беден. Мать умерла, когда мальчику исполнилось тринадцать лет, а отец был ремесленником и изготавливал седла для лошадей. Но Иммануил вырос очень смышлёным: закончил хорошую гимназию и в шестнадцать лет поступил в Кёнигсбергский университет. Однако доучиться в университете юноше не удалось: когда ему исполнилось 22 года, умер отец, и пришлось оставить учебу, чтобы содержать семью – младшего брата и трёх сестёр. Ради заработка Кант десять лет работал домашним учителем, обучая детей помещиков, пасторов и графа Кайзерлинга. Из него вышел замечательный преподаватель: сам Иммануил никогда не путешествовал и прожил всю жизнь в родном Кёнигсберге, но на уроках географии так увлекательно рассказывал о горных хребтах, будто лично на них взбирался.





Однако Иммануил не только учил ленивых юнцов арифметике и физике. Поздним вечером он заканчивал урок с очередным учеником и выходил на ночную улицу: если на небе не было облаков, усталость от длинного дня и раздражение от непонятливости учеников улетучивались. При виде небосклона, мерцающего тысячами звезд, Канта охватывал восторг, острое желание проникнуть в тайны этого прекрасного и далёкого великолепия.

Иммануил записал в своих бумагах: «Звёздное небо... связывает меня сквозь необозримые дали с мирами и системами миров в безграничном времени их вращения, их начала и продолжительности».

Обдумав взаимодействие Земли с Луной и существование океанских приливов, вызванных последней, Кант пришёл к выводу, что Земля замедляет вращение – то есть Луна удлиняет земные сутки. Этот вывод он изложил в научной статье, которая получила премию Берлинской академии наук и сейчас является основополагающей работой в той области геодинамики, которая изучает изменение длины суток в зависимости от времени года, землетрясений и других факторов.

– Я тоже замечала, что день имеет разную длину! – с энтузиазмом заявила Галатея. – Во время летних каникул он так быстро кончается, а зимой, на школьных уроках, тянется так медленно...

– Напиши на эту тему научную работу, – сказал Андрей. – Станешь основоположником нового направления в науке.

Дзинтара улыбнулась и сказала:

– Молодой учитель смело размышлял о великих загадках неба: возникновении планет и Млечного Пути, строении колец Сатурна и природе зодиакального света – загадочной полосы вдоль созвездий зодиака, которую моряки видят тёмными экваториальными ночами. Он думал о быстро летающих кометах и таинственных неподвижных туманностях, открытых астрономами с помощью телескопов, и аккуратно записывал свои размышления. В 31 год Иммануил Кант опубликовал книгу по астрономии под названием «Всеобщая естественная история и теория неба», где выдвинул и развил удивительно смелые положения о возникновении и движении небесных тел и Вселенной в целом.

Книга была написана простым и ясным языком, не на латыни, известной лишь учёным, врачам и священникам, а на немецком, на котором говорили все жители Кёнигсберга. В начале книги Канта стоял эпиграф – высказывание философа Сенеки: «Идти не тем путем, по которому идут все, а тем, по которому должно идти». Книга вышла из печати весной 1755 года. К сожалению, издатель обанкротился, склад опечатали, и её не успели привезти на весеннюю ярмарку. Тем не менее это сочинение стало событием в истории науки. Скромный учитель из Кёнигсберга Иммануил Кант обогнал ведущих учёных Европы даже не на десятилетия, а на века.

Галатея поинтересовалась:

– Как ему это удалось? Ведь он сам не наблюдал небо в телескоп и не сделал никаких космических открытий.

– Нет, он просто внимательно читал труды других наблюдателей, сопоставлял их результаты, проводил математические вычисления и делал выводы. Усилиями ума ему удалось продвинуться в решении космических тайн так далеко, как никому из современников.

– И как он объяснил загадочное зодиакальное свечение? – не могла успокоиться Галатея.

– Кант пришёл к выводу, что светится «рассеянная материя», которая «расположена в одной плоскости с солнечным экватором». И этот вывод оказался совершенно правильным.

– А какие тайны он ещё раскрыл? – спросил Андрей.

– Например, Кант внимательно изучил природу колец Сатурна. К тому времени наблюдатели разглядели, что вокруг этой планеты располагается плоское широкое кольцо со щелью посередине. Кант сделал смелое предположение, что кольцо состоит из мелких частиц или спутников, которые вращаются вокруг планеты по круговым орбитам: «кольцо Сатурна представляет собой скопление частиц, которые... свободно совершают своё

круговое движение». Кант понимал, что частицы движутся согласно закону Кеплера: «На различных расстояниях от центра данные частицы имеют разные периоды обращения; эти периоды относятся между собой, как квадратные корни из кубов их расстояний...» По расчётам Канта, частицы на внутреннем крае кольца совершали оборот вокруг Сатурна за 10 часов, на внешнем – за 15. Учёный не остановился на простых небесно-механических расчётах, он проанализировал даже такой тонкий и сложный эффект, как взаимные соударения частиц, и заключил, что они должны разрушить кольцо. Затем Кант пошёл дальше, сделав следующий гениальный вывод: столкновения, которые должны разваливать кольцо, на самом деле его спасают, приводя «в устойчивое состояние; это достигается тем, что кольцо разделяется на несколько концентрических круговых полос, которые из-за разделяющих их промежутков теряют связь друг с другом». Кант полагал, что расслоённые кольца более устойчивы, чем однородный диск.

– Этот вывод Канта может быть правильным, но почему ты называешь его гениальным? – спросил Андрей.

– Хороший вопрос. Гениальность человека определяется не только правильностью и важностью его выводов, но и тем, насколько они опережают своё время. Великий французский математик и физик Лаплас в 1787 году – на 32 года позже Канта – выдвинул другую модель колец Сатурна: он утверждал, что они состоят из огромного количества твёрдых колец, окружающих планету. Модель Лапласа была попросту неверна, хотя и была популярной многие десятилетия. В 1859 году шотландец Максвелл показал, что твердые лапласовские кольца вокруг Сатурна не могут быть стабильными – такие кольца будут смещаться с круговой орбиты и падать на планету. В конце XX века московский астроном А. М. Фридман с соавторами показал, что Максвелл тоже не совсем прав: твёрдое кольцо не упадёт на планету как единое целое. Даже созданное из сверхпрочной стали, оно ещё до падения будет разломано на орбите на отдельные куски – из-за неустойчивости в виде быстро растущего волнообразного изгиба.

– Значит, нельзя создать орбитальную станцию в виде металлического кольца вокруг Земли? – огорчённо сказал Андрей.

– Нельзя, – подтвердила Дзинтара, – такое кольцо всё время будет норовить искривиться и разломаться. Набор отдельных спутников на одинаковой орбите будет гораздо устойчивее.

Итак, кантовская модель колец Сатурна, состоящих из отдельных частиц, опередила своё время на века. Сделав смелый вывод о расслоённости колец Сатурна на отдельные колечки, Иммануил Кант записал: «Я питаю надежду, и это дает мне немалое удовлетворение, что действительные наблюдения когда-нибудь подтвердят моё предположение».

Предсказание Канта, сделанное в середине XVIII века, прочно забыли на двести с лишним лет. Но гениальный учёный всё-таки оказался прав: в конце XX века американские космические аппараты «Пионер» и «Вояджер» сфотографировали кольца Сатурна вблизи, и оказалось, что они состоят из сотен более мелких колечек.

Так подтвердился вывод Канта, сделанный за 235 лет до пролёта космических станций. Именно поэтому его труд можно назвать гениальным: в середине XVIII века домашний учитель, основываясь лишь на логических умозаключениях, опередил науку до конца XX века, обставив теоретиков, вооружённых компьютерами, но не сумевших предсказать расслоённость колец Сатурна.

Лишь после получения снимков с межпланетных станций теоретики создали математическую модель, которая подтвердила правоту Канта: расчёты показали, что взаимные соударения частиц порождают своеобразную вязкость колец, то есть приводят к обмену моментом импульса между их частями, которые вращаются с разной скоростью. Такой обмен вроде бы должен подталкивать кольца к расползанию, но в реальности эта вязкость порождает неустойчивость, разделяющую широкое кольцо на множество узких.

Проза Канта звучит как стихи. Он так описывает поверхность Солнца, на которую предлагает перенестись читателю: «Мы увидим обширные огненные моря, возносящие своё пламя к небу; неистовые бури, своей яростью удваивающие силу пламени, заставляя его то



выходить из своих берегов и затоплять возвышенные местности, то вновь возвращаться в свои границы; выжженные скалы, которые вздымают свои страшные вершины из пылающих бездн и то затопляются волнами огненной стихии, то избавляются от них, благодаря чему солнечные пятна то появляются, то исчезают...»

– Мама, а разве на Солнце есть скалы? – спросила Галатея.

– Нет, здесь воображение Канта нарисовало не очень верную картину. На поверхности Солнца слишком жарко – там плавится любой камень или металл, превращаясь в плазму. Рассуждения Канта не были лишены ошибок, но во многом он оказывался прав и заложил основы современной теории образования планет из газопылевых околозвёздных дисков. Эту теорию называют теорией Канта – Лапласа, но на самом деле домашний учитель Кант был гораздо точнее в своих представлениях о формировании планет, чем знаменитый француз Лаплас. В качестве подтверждения проницательности немецкого учёного можно назвать следующий факт. Изучив расположение и эксцентриситеты орбит (то есть их эллиптичность), Кант ещё в 1755 году предположил, что «будут открыты новые планеты за Сатурном, более эксцентрические, чем Сатурн, и, следовательно, более близкие по свойствам к кометам... Последней планетой и первой кометой можно было бы... назвать ту, у которой эксцентриситет был бы настолько велик, что она в своём перигелии пересекала бы орбиту ближайшей к ней планеты...»

Лишь в 1781 году Уильям Гершель открыл за орбитой Сатурна новую планету – Уран, что для астронома и мировой общественности стало полной неожиданностью.

– Но это открытие не удивило Канта! – развеселилась Галатея.

– Верно. В 1846 году при драматических обстоятельствах<sup>[2]</sup> была открыта ещё более удалённая планета-гигант Нептун, предсказанная в теоретических расчётах Адамса и Леверье. А в 1930-м, благодаря систематическому поиску, открыли крошечный Плутон, который из-за сильной эллиптичности своей траектории пересекает орбиту ближайшей к нему планеты – Нептуна. Так подтвердилась ещё одна гипотеза Канта: нашлась планета, похожая на комету по эллиптичности орбиты. Действительно, сначала Плутон считали планетой, но после того как в конце XX века за Нептуном обнаружили транснептуновые объекты – многочисленные крупные планетоиды, по размерам сравнимые с Плутоном, его понизили в звании и стали рассматривать как крупное кометное тело или транснептун – в полном соответствии с кантовским предсказанием.

Домашний учитель из Кёнигсберга был настолько смел, что не побоялся взяться даже за главную тайну космоса.

– Что это за тайна? – спросила Галатея.

– Кант размышлял над проблемой, как произошла наша Вселенная, изменяется ли она и что её ждет впереди. Опередив общее мнение на 170 лет, он не сомневался, что Млечный Путь – одна из многих галактик: «...разве не могут возникать... ещё иные млечные пути в безграничном мировом пространстве?» Кант указал, что эти галактики можно обнаружить с помощью телескопа: «Мы с изумлением увидели на небе фигуры, которые представляют собой не что иное, как именно подобные системы неподвижных звезд, ограниченные общей плоскостью, – млечные пути... в виде эллиптических образований, мерцающих слабым светом из-за бесконечной удалённости от нас...»

Философ не ограничивал границы Вселенной Млечным Путём, предположил, что Вселенная бесконечна, и ввёл понятие о центре Вселенной как месте наибольшей плотности вещества, хотя заметил: «Правда, в бесконечном пространстве ни одна точка, собственно говоря, не имеет больше права называться центром, чем любая другая...»

По мнению Канта, миры во Вселенной находятся в состоянии непрерывного образования и гибели. Волна образования миров идет от центра Вселенной к её периферии: «Таким образом, сформировавшийся мир находится между развалинами уже разрушенной и хаосом ещё не сформировавшейся природы;...несмотря на все опустошения, беспрестанно производимые брэнностью, размер Вселенной в общем-то будет увеличиваться».

Кант получал величайшее наслаждение от размышлений над тайной образования Вселенной. Он занимался вопросом, что будет, когда хаос разрушения поглотит весь мир? Гениальный мыслитель оптимистично утверждал: «Есть ли основание не верить, что природа, сумевшая перейти из хаоса к закономерному порядку и стройной системе, способна с такой же легкостью восстановить себя из нового хаоса, в который её ввергло уменьшение её движений, и возобновить первоначальную связь?»

Таким образом, для Канта Вселенная была бесконечной, заполненной множеством млечных путей или галактик, нестационарной и даже расширяющейся. Она характеризуется как самоорганизацией, так и ростом хаоса, обладает способностью к самовосстановлению после разрушения и потому бесконечна во времени: «Через всю бесконечность времён и пространств мы следим за этим фениксом природы, который лишь затем сжигает себя, чтобы вновь возродиться юным из своего пепла».

Прозорливый Кант предвидел даже космическое будущее человечества. Он писал: «Кто знает, не для того ли вокруг Юпитера обращаются его спутники, чтобы когда-нибудь светить нам?»

Кант был невысокого роста – 157 см и слабого здоровья. Он никогда не отъезжал от Кёнигсберга более чем на сотню километров, не был женат и не имел детей. На первый и очень поверхностный взгляд его жизнь была скучна и размеренна. Он ел раз в день (правда, обильно и долго) и подчинял свой распорядок дня жёстким правилам, которые позволили ему прожить длинную творческую жизнь. А во Вселенной, где учёный путешествовал ежедневно, он был титаном, присматривающим за рождением и гибелью миров. «Дайте мне материю, и я построю из неё мир», – кто, кроме титана, мог такое сказать?

Кант был гением, опередившим своё время, и революционером самого трудного толка – совершившим революцию в умах людей. Это очень неподатливая материя. Он доказал, что не важно, где ты живёшь и кем работаешь, гораздо важнее, насколько ты образован и смел. И тогда у тебя есть шанс открыть самые важные тайны космоса. Кантовские предсказания актуальны до сих пор. В своей первой книге Иммануил Кант писал:

«А нельзя ли вообразить, что и Земля, подобно Сатурну, когда-то имела кольцо?»

Соглашаясь с учёным, современные модели образования Луны свидетельствуют: Земля в давние времена обладала массивным кольцом, из которого выросла Луна.

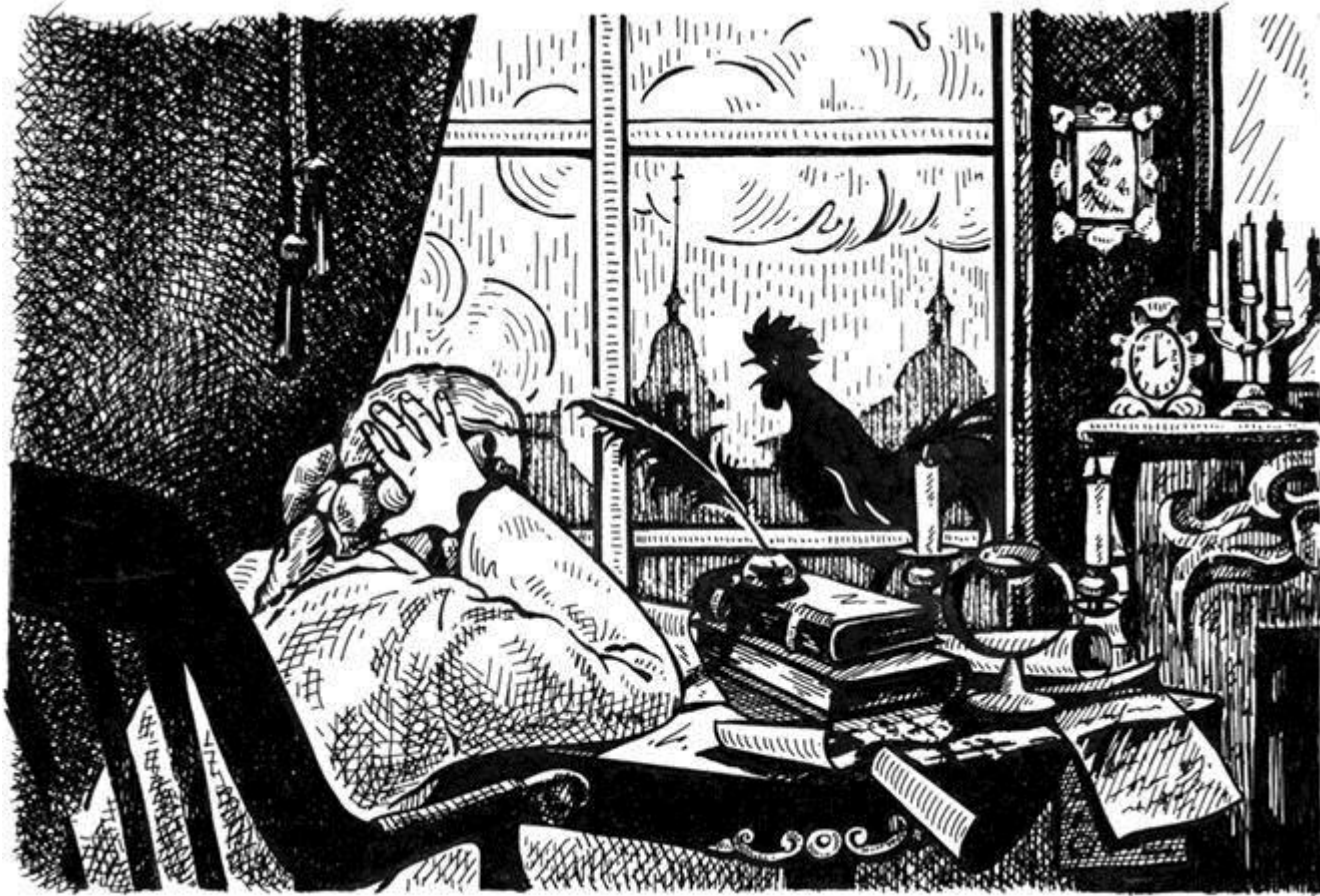
– И здесь Кант оказался прав! – удивился Андрей.

– Да, этот скромный человек, живший в провинциальном Кёнигсберге, своим могучим интеллектом проник в самые далёкие уголки космоса. Может, именно из-за своих мысленных космических странствий он не стал любителем обычных путешествий. Кант любил родной город и не уезжал из него, несмотря на самые лестные предложения других университетов. Из окна своего дома он видел церковь и так привык к этому, что, когда тополя, выросшие у соседа, загородили любимый вид, потерял покой и успокоился, только уговорив соседа подрезать деревья.

Кант сам был достопримечательностью Кёнигсберга. Учёный совершал ежедневные послеобеденные прогулки, по которым жители города сверяли часы; его обычный маршрут называли «философской тропой». Только однажды, увлечшись чтением книги Жан-Жака Руссо «Эмиль», Кант не вышел на свою прогулку. Книга Руссо была сожжена палачами во Франции и Швейцарии – зато в далёком Кёнигсберге произвела огромное впечатление на Канта. Он говорил, что Руссо стал для него «вторым Ньютоном» – в области человеческой души, а не физики.

Кант писал, что его восхищают две вещи: «звёздное небо надо мной и моральный закон во мне». Неудивительно, что первую половину жизни мыслитель посвятил звёздам и естественным наукам, вторую – изучению человека и философии. Став профессором Кёнигсбергского университета в 46 лет, он посвятил себя созданию фундаментального философского труда «Критика чистого разума», которую опубликовал в 57 лет. Книга потребовала от Канта максимальной концентрации и умственного напряжения.

В разгар работы над книгой в жизнь философа вмешался горластый петух, живший у соседа. Его постоянное кукареканье досаждало учёному, который из-за шума не мог полноценно работать и нервничал. Кант предлагал любые деньги, лишь бы петуха зарезали, но сосед не согласился.



– Он его любил! – уверенно сказала Галатея.

– Да, для соседа петух оказался важнее философских трудов. Канту пришлось сменить квартиру и дописывать книгу уже на новом, более спокойном месте. Толстый том «Критики чистого разума», вышедший в 1781 году, начинался со строк: «На долю человеческого разума... выпала странная судьба: его осаждают вопросы, от которых он не может уклониться, так как они навязаны ему его собственной природой; но в то же время он не может ответить на них, так как они превосходят все его возможности».

Эта книга стала главным трудом философа Канта и одним из главных трудов мировой философии. Когда один из учеников Канта приехал в Гёттинген и заявил в кругу тамошних профессоров, что в письменном столе его учителя лежит труд, над которым господам философам «придётся попотеть», раздался смех: мол, от этого дилетанта в философии ждать нечего. Сегодня Кант по праву считается одним из величайших философов не только своего времени, но и всей истории человечества. А кто помнит насмешливых профессоров Гёттингена конца XVIII века?

Иммануил Кант был гением, намного опередившим своё время. Его считают великим философом, но если бы он не занялся философией, то вошёл бы в историю как выдающийся астроном.



### *Примечания для любопытных*

**Иммануил Кант** (1724–1804) – великий астроном и философ из Кёнигсберга (ныне – Калининград). Современная модель образования планет называется моделью Канта—Лапласа, но надо отметить, что от Канта в ней гораздо больше, чем от Лапласа.

**Луций Сенека** (4 год до н. э. – 65 год н. э.) – великий римский философ, воспитатель императора Нерона (37–68).

**Пьер-Симон Лаплас** (1749–1827) – знаменитый французский математик, физик и астроном, один из создателей небесной механики.

**Джеймс Максвелл** (1831–1879) – великий британский физик и математик, создатель электродинамики. Занимался задачей устойчивости колец Сатурна.

**Алексей Максимович Фридман** (1940–2010) – известный советский и российский учёный, академик Российской академии наук. Занимался динамикой и устойчивостью планетных колец. Лауреат Государственной премии СССР (1989) и двух Государственных премий России (2003 и 2008).

**Уильям Гершель** (1738–1822) – выдающийся английский астроном немецкого происхождения. Открыл планету Уран и два её спутника – Титанию и Оберон, а также инфракрасное излучение.

**Джон Адамс** (1819–1892) – выдающийся британский математик и астроном. Предсказал положение неизвестной планеты Нептун на основании анализа движения известной планеты Уран.

**Урбен Леверье** (1811–1877) – выдающийся французский математик и астроном. Независимо от Адамса вычислил положение невидимого Нептуна и 23 сентября 1846 года сообщил его координаты в Берлинскую обсерваторию немецкому астроному Иоганну Галле (1812–1910), который вместе с Генрихом д’Арре (1822–1875) в тот же день открыл новую планету.

**Млечный Путь** (наша Галактика) – спиральная галактика, в которой находится Солнце и все звёзды, видимые невооружённым глазом. В ясную ночь Млечный Путь виден как светлая полоса, пересекающая всё небо.

**Вселенная** – вся существующая совокупность галактик, звёзд и межзвёздной материи.

**Жан-Жак Руссо** (1712–1778) – знаменитый французский философ и писатель. Родился в Женеве (Швейцария). Разработал систему прямой демократии, которая используется в современной Швейцарии.

**Исаак Ньютон** (1643–1727) – великий английский физик и математик. Основатель современного естествознания, построенного на использовании математических моделей.

**Гёттинген** – университетский город в Нижней Саксонии (Германия). Гёттингенский университет основан в 1734 году и в XVIII веке считался одним из крупнейших университетов Европы.

### **Сказка о стекловаре Фраунгофере и таинственных пожирателях солнечного света**

В конце XVIII века в Баварии в семье бедного стекольщика родился мальчик Йозеф. Он был одиннадцатым ребенком и, хотя очень любил учиться, книг не имел. Да и времени на учёбу не оставалось: мальчик весь день трудился в мастерской отца. В те времена стекольное производство было очень вредным – работа возле раскалённой печи быстро сокращала жизнь стеклодувов. Отец умер, когда Йозефу исполнилось всего одиннадцать лет, и мальчик попал

в подмастерья к суровому владельцу стекольной фабрики. Тот запрещал ему заниматься чем-либо, кроме полировки линз, и загружал работой с утра до ночи.

Галатея удивилась:

– Мама, разве можно детям в одиннадцать лет работать? Ведь они должны только учиться!

– В конце XVIII века таких прав у детей бедняков не было. Они работали с юных лет и в ужасных условиях – на фабриках и даже в угольных шахтах. Жизнь подростков часто подвергалась смертельной опасности.

На стекольной фабрике жар от расплавленного стекла смешивался с ядовитыми парами соединений свинца. При полировке линз в легких оседала стеклянная пыль. Но стекло было для мальчика делом всей жизни: он родился и вырос в мире стекла, знал его секреты и ловко управлялся с цветной раскалённой патокой, которая, попадая в формы, послушно застывала и становилась похожей на разноцветные леденцы, иногда достававшиеся Йозефу на ярмарке.

Однажды утром четырнадцатилетний Йозеф, как обычно, пришёл на фабрику и стал разжигать стекольную печь, делать тысячу ежедневных дел. Вдруг раздался скрип, грохот, и ветхие стены фабрики обрушились, завалив мальчика тяжёлыми камнями и деревянными балками.

– Ой! – в страхе воскликнула Галатея.

– Город взволновался. К обрушившемуся зданию прибежали горожане, прибыл даже баварский принц Максимилиан I Иосиф, который стал лично руководить разборкой завалов, чтобы найти тело мальчика. Как обрадовались люди, когда из-под обломков извлекли чудом уцелевшего Йозефа!

Галатея облегчённо вздохнула, а потом проворчала:

– Какие добрые люди – спасли ребёнка, чтобы он и дальше тяжело работал...

Дзинтара добавила:

– Этот случай принёс мальчику удачу: принц стал ему покровительствовать, дал денег на книги и велел мастеру разрешить Йозефу учиться в свободное от работы время.

– Разрешил учиться в свободное от работы время? – не поверила своим ушам Галатея.



— Богатый горожанин Утцшнейдер, который присутствовал при разборе завалов стекольной фабрики и спасении Йозефа, тоже принял участие в судьбе мальчика. Когда

Йозефу исполнилось 19 лет, он помог ему устроиться в Оптический институт, созданный при монастыре бенедиктинцев. Благодаря таланту и трудолюбию бедный подмастерье превратился в известного мастера-оптика, изготовителя лучших в мире линз. Впоследствии Фраунгофер стал директором Оптического института и вместе со своим покровителем создал процветающую фирму «Утцшнейдер и Фраунгофер». Она, например, изготовила линзы для телескопа Берлинской обсерватории, с помощью которых была открыта планета Нептун. Йозеф Фраунгофер стал почётным доктором Эрлангенского университета и академиком Баварской академии наук, а король Баварии наградил его орденом Почёта и возвёл в дворянство.

Однако самым главным в жизни Фраунгофера оставалось стекло – властелин солнечного света. Оно заставляло свет приближать далёкие предметы, собирало звёздное сияние в стеклянные плоскости и направляло, отсеживало его в окуляр, к которому прикидал любопытный глаз астронома. Стекло раскладывало лучи солнца в яркую радугу, раскрывая его тайны. Благодаря высокому качеству созданных оптических приборов Фраунгофер, обладавший редким сочетанием таланта мастера-оптика и внимательности учёного, сделал ряд удивительных открытий. Самое важное из них относится к радуге.

Развитие науки знало периоды затишья и времена революционных прорывов. Последние были часто связаны с постепенным развитием приборов, в определённый момент приобретающих способность показывать нечто качественно новое. Микроскопы существовали и до Левенгука, но лишь он, создав более совершенный прибор, совершил прорыв и открыл мир микробов, ранее неизвестный людям. Такой же прорыв в науке посчастливилось сделать баварскому оптику Йозефу Фраунгоферу. Ещё древние римляне могли призмой разложить солнечный свет в радугу. Это занятие любил великий Ньютон, который назвал многоцветную полосу, выходящую из стеклянной треугольной призмы, спектром. Фраунгофер пошёл дальше всех и благодаря качеству своих призм создал совершенный спектрограф, позволивший открыть удивительную тайну солнечной радуги.

Когда Йозеф решил испытать новый прибор на солнечном свете, он не поверил своим глазам: на хорошо знакомой цветной радуге, полученной из солнечного света, появились странные тёмные полосы! Словно таинственные существа выгрызали в солнечном спектре тёмные щели, поедая свет с определённой длиной волн.

– Кем были эти таинственные существа? – заинтересованно спросила Галатея.

– Эти существа были атомами, которые обладали «аппетитом» к волнам определённой длины.

– А почему атомы интересовались только волнами конкретной длины?

– Об этом мы обязательно поговорим, но позднее, когда дойдём до изучения атомов, которое фактически началось с небольшого прибора, созданного Йозефом Фраунгофером. Обнаружив эти линии, учёный открыл дверь в мир атомов и одновременно – в мир звёзд.

Йозеф понимал, что полосы что-то говорят о химическом составе Солнца, но расшифровать световую тайнопись не мог. Зато он составил список из 574 линий, введя их классификацию. Фраунгофер показывал свой прибор другим оптикам и учёным, опубликовал статью о наблюдениях спектра – так его открытия стали достоянием науки.





– А почему Фраунгофер решил изучить спектр Солнца? Вряд ли такое желание возникало у других стекловаров! – сказал Андрей.

– Он был пытливым человеком. Всё началось с того, что с помощью своего прибора Фраунгофер изучил спектр свечи и заметил в нём яркую жёлтую линию натрия – вездесущего элемента, который спектроскописты в будущем назовут «проходимцем», потому что он встречался почти в каждом спектре.

– А почему он такой... распространённый? – удивилась Галатея.

– Двойная линия натрия очень сильная, а сам натрий входит в состав соли, которую можно найти везде. Даже солёный пот с рук исследователя вносит вклад в измеряемые спектры.

В работе 1815 года Фраунгофер написал: «Я решил выяснить, можно ли видеть подобную светящуюся линию в солнечном спектре. И с помощью телескопа я обнаружил не одну линию, а большое количество вертикальных линий, резких и слабых. Слабые оказались темнее остальной части спектра, а некоторые из них – почти совершенно чёрными...»

Одна из тёмных линий в спектре Солнца в точности совпала по длине волны с яркой жёлтой линией натрия в спектре свечи. Этот факт – что спектральная линия, в зависимости от условий, может быть и тёмной, и яркой – оказался очень важен. Работа Фраунгофера дала будущим исследователям возможность разгадать многие секреты звёздного света. Солнечный свет не только освещал и согревал – он был посланием, содержащим информацию о сокровенных тайнах Солнца и звёзд, и эта информация ждала своего расшифровщика.

Фраунгофер сумел выделить несколько сотен линий, а сейчас их известно несколько миллионов! Он снял спектр ярких звёзд и установил, что спектр Сириуса отличается от спектра Солнца. Тем самым Фраунгофер заложил основы звёздной спектроскопии.



С помощью своих волшебных стёкол Йозеф Фраунгофер заглянул в сердце звёзд, дал ключ к тайне, которую Огюст Конт считал неразрешимой, – к тайне химического состава звёзд. Через 45 лет учёные сумели соотнести основные линии Фраунгофера с конкретными химическими элементами. Эти линии стали основой измерения на расстоянии химического состава, температуры, массы и движения звёзд, наличия у них магнитного поля, планет и дисков.

Йозеф Фраунгофер умер в 39 лет из-за отравления парами тяжёлых металлов, унеся с собой в могилу самые ценные рецепты варки стекла. Но он навсегда остался в истории оптики и астрофизики: изучение линий Фраунгофера до сих пор является мощным инструментом изучения космоса.

Галатея спросила:

– Баварский принц дал Йозефу денег на книги. Но как же остальные мальчишки-бедняки, жившие в то время? Кто им помог с учёбой?

– Обычно – никто. История хранит рассказы лишь о тех, кому повезло.

– Это несправедливо! – разгорячилась Галатея.

– Это не только несправедливо, но и глупо. Страна, в которой дети хотят учиться, но не могут из-за отсутствия денег, обкрадывает себя. Деньги, которые принц дал Йозефу, принесли Баварии мировое лидерство в оптике на несколько веков. Благодаря многочисленным изобретениям Фраунгофера, Бавария обогнала Англию по качеству оптических линз. Учёный прославил свою страну. Сейчас в Германии есть Общество Фраунгофера, объединяющее 67 научных институтов в области оптики и прикладной физики, где работают более 20 000 человек.

Фраунгофер основал новую науку – спектроскопию, которая изучает спектры разных объектов. Серьёзный вклад в эту науку внесли немецкие учёные Бунзен (все химики знают горелку Бунзена) и Кирхгоф. Последний сформулировал три правила – так называемые правила Кирхгофа, ставшие основой спектроскопии:

1. Раскалённые твёрдые тела, жидкости и газы при большом давлении испускают непрерывный спектр.

2. Раскалённый газ при низком давлении излучает яркие, так называемые эмиссионные, линии.

3. Холодный газ при низком давлении, размещённый между горячим телом и наблюдателем, вызывает тёмные линии поглощения в непрерывном спектре горячего тела. (Именно такие тёмные линии, вызванные существованием в горячей атмосфере Солнца более холодного слоя, и обнаружил Фраунгофер.)

Кирхгоф родился в Кёнигсберге через 20 лет после смерти Канта и, кроме трёх правил спектроскопии, открыл широко известные сейчас законы для расчёта электрических схем (законы Кирхгофа). Если вспомнить, что этот город дал миру ещё и гения астрономии Региомонтана, можно сказать, что на мировой карте науки Кёнигсберг (современный Калининград) выделен крупным шрифтом.

Правила Кирхгофа отражают принципиальную разницу между излучением твёрдого тела и газа.

– А почему они отличаются? – поинтересовалась Галатея.

Дзинтара пояснила:

– Каждый атом – как крошечный гном с набором колокольчиков, каждый из которых звенит своей нотой. В твёрдом теле атомам-гномам тесно, они толкают друг друга и мешают колокольчикам звенеть. В результате наружу из твёрдого тела выходит не музыка, а шум. В разреженном газе колокольчики звенят свободно, и снаружи слышна гармоничная музыка из нескольких нот – регистрируются узкие спектральные линии.

Из правил Кирхгофа следует удивительный факт:

длины волны ярких эмиссионных линий и тёмных линий поглощения практически одинаковы для одного и того же газа.

– Значит, атомы-гномики не только звенят своими колокольчиками, но и ловят ими нужные ноты? – спросил Андрей.

– Да, эти колокольчики похожи на идеальные камертоны, звучащие в тон приходящему звуку и испускающие волны той же частоты. Фраунгофер открыл в солнечном спектре тёмные линии, вызванные поглощением света атомами, а в наземных спектрах позже были зарегистрированы аналогичные по длине волны яркие эмиссионные линии.

Шведский учёный Ангстрем в 1862 году показал, что в спектре Солнца есть водород, так что утверждение Огюста Конта о невозможности узнать состав звёзд оказалось неверным уже через двадцать лет. Линии водорода в спектре Солнца видны сквозь забор линий железа и других металлов.

Итальянский астроном Секки выделил на небе класс белых звёзд, в спектре которых виден практически один водород. То, что это именно водород, стало известно из эмиссионного спектра, полученного в лаборатории: в нём светлые линии располагались там же, где тёмные прорезы в звёздных спектрах. В 1868 году Ангстрем опубликовал свой атлас солнечного спектра, а Секки – первую спектральную классификацию звёзд, за что его назвали «отцом современной астрофизики».

Одним из первых спектроскопистов, изучившим спектры многих небесных объектов, стал английский астроном Уильям Хаггинс. Он наблюдал небо в своей частной обсерватории в Лондоне и обнаружил, что галактика Туманность Андромеды даёт сплошной радужный спектр, похожий на спектры звёзд. Когда в 1864 году Хаггинс навёл свой телескоп с присоединённым к нему спектроскопом на красивую туманность Кошачий Глаз в созвездии Дракона, к своему удивлению, получил на выходе не типичную светящуюся радугу, а тёмный фон с тремя яркими линиями. Это означало, что, в отличие от плотных звёзд, дающих сплошной спектр, туманности состоят из разреженного газа, который светится в отдельных линиях.

Позже Уильям Хаггинс женился на ирландской девушке Маргарет, которая с детства увлекалась звёздами и сама конструировала спектроскопы. Супруги Хаггинс выпустили каталог небесных спектров туманностей, звёзд и галактик, где показали отличие спектра галактики Туманность Андромеды от спектров отдельных звёзд.

Открытие спектров в видимой области света стало началом изучения космических спектров. Далее исследователи двинулись в области более длинных и более коротких волн. Загадки открываемых спектров множились. Как показали швейцарский математик Бальмер и шведский физик Ридберг, длины волн отдельных линий подчиняются простым числовым соотношениям. Эта загадка была решена, лишь когда физики построили правильную модель атома. Линии, открытые Фраунгофером, повели учёных и внутрь крошечных атомов, и вдаль, к огромным звёздам.



### *Примечания для любопытных*

**Йозеф Фраунгофер** (1787–1826) – знаменитый баварский оптик и механик. Открыл линии Фраунгофера и дифракцию Фраунгофера.

**Принц Максимилиан** (1756–1825) – принц Баварии (1799–1805), первый король Баварии Максимилиан I Иосиф (1806–1825).

**Спектр** (излучения) – зависимость интенсивности свечения объекта от длины волны. Спектр может быть линейчатым (состоящим из отдельных линий), полосатым (многочисленные линии сливаются в полосы) или сплошным (зависимость яркости объекта от длины волны представляет собой плавную линию), а для сложных объектов из нескольких компонент – сплошным с дополнительными тёмными и светлыми линиями.

**Антони ван Левенгук** (1632–1723) – знаменитый нидерландский натуралист, конструктор микроскопов, открывший мир микроорганизмов.

**Роберт Бунзен** (1811–1899) – известный немецкий химик-экспериментатор, вместе с Кирхгофом разработавший в 1860 году основы нового экспериментального метода – спектрального анализа.

**Густав Кирхгоф** (1824–1887) – знаменитый немецкий физик, родившийся в Кёнигсберге и оставивший след во многих областях физики. Основатель спектрального анализа.

**Региомонтан** (Иоганн Мюллер) (1436–1476) – выдающийся немецкий астроном, выходец из Кёнигсберга. Гений. Перевёл с греческого на латынь «Альмагест» Птолемея (100–170), заново рассчитал движения звёзд и планет, в 1474 году выпустил «Эфемериды» – первые напечатанные типографским способом астрономические таблицы, которые использовали Колумб, Васко да Гама и другие мореплаватели.

**Огюст Конт** (1798–1857) – выдающийся французский философ, основоположник социологии как самостоятельной науки.

**Андерс Ангстрем** (1814–1874) – известный шведский учёный-астрофизик, один из основателей спектрального анализа. Изучил 1000 спектральных линий. В 1862 году обнаружил водород на Солнце. Его именем названа единица «ангстрем» – одна десятимиллионная доля миллиметра.

**Анджело Пьетро Секки** (1818–1878) – выдающийся итальянский астроном, священник, директор обсерватории Папского Григорианского университета. Пионер звёздной спектроскопии.

**Камертон** – металлический инструмент в виде двузубой вилки для воспроизведения определённой частоты звука. Камертон изобрёл английский музыкант Джон Шор в 1711 году.

**Уильям Хаггинс** (1824–1910) – видный английский астроном, первым измеривший спектры многих космических объектов. Президент Королевского общества в 1900–1905 годах.

**Маргарет Хаггинс** (1848–1915) – ирландский астроном-спектроскопист, супруга Уильяма Хаггинса.

**Кошачий Глаз** – туманность в созвездии Дракона на расстоянии 3300 световых лет от Земли. Образована взрывом звезды 1000 лет назад (начало расширения для земного наблюдателя; в реальности взрыв произошёл  $3300 + 1000 = 4300$  лет назад).

**Туманность Андромеды** – ближайшая к нашей Галактике спиральная галактика. Двигается к нам со скоростью 110 км в секунду и столкнётся с Млечным Путём через 4 миллиарда лет. Только не надо паниковать – время у нас ещё есть!

### **Сказка о первом радиоприёмнике и физике Герце**

За семейным столом сидел новый гость – высокий мужчина со спокойным лицом. Галатея выждала удобную минуту и спросила его:

– Дядя Джерри, а вы знаете какую-нибудь сказку? Джерри усмехнулся и сказал:

– Я слышал про коварные обычаи этого дома: кто сюда войдёт без сказки, – живым не выйдет. Причем сказки нужны не обычные волшебные, а особенные – научные.

Галатея как истинная принцесса уверенно воскликнула:

– Тогда вы наверняка приготовили какую-нибудь историю! Вы же хотите выйти отсюда живым!

Джерри кивнул:

– Я готов рассказать вам историю про первый радиоприёмник. Кто-нибудь знает, как он был устроен?

Галатея заёрзала:

– Ой... радиотехника – это так сложно!

Дзинтара сказала одобрительно:

– Правильно, Джерри, заставь этих шалопаев шевелить мозгами!

Старший, Андрей, нахмурился и сказал:

– Первые приёмники были на специальных радиолампах. Их так и называли – ламповые приёмники.

Джерри покачал головой:

– Нет, первый радиоприёмник возник гораздо раньше радиоламп. Он выглядел... он выглядел как... чем объяснять, я его лучше соберу.

Мужчина порылся в карманах, достал кусок проволоки и пару металлических бусин. Он надел бусины на концы проволоки и согнул её кольцом – так, чтобы бусины располагались близко друг к другу, но не соприкасались.

– Вот таким был первый радиоприёмник в мире! Галатея широко раскрыла глаза:

– И это всё? Ни транзисторов, ни этих конди... конденсаторов... ничего такого?

Андрей удивлённо спросил:

– И как же он работал без динамиков?

Галатея поддержала брата:

– Да, как этот приёмник пел и разговаривал?

Джерри усмехнулся:

– Этот радиоприёмник не пел, а искрил. Когда он ловил радиоволну, в контуре-кольце возникал электрический ток, и между этими близкими шариками проскакивала искра.

Галатея удивлённо протянула:

– Оказывается, радиотехника – это просто! Первым радиоприёмником был радиоискрильник...

Андрей спросил:

– А каким же тогда был первый радиопередатчик?

– Он был посложнее – в нём имелись батарея, пара катушек и конденсатор. При генерации радиоволны он тоже создавал искру между двумя более крупными шарами, включёнными в электрическую цепь. На радиоприёмнике, не связанном проводами с передатчиком, возникала искра в тот же момент, что и на передатчике. Это означало, что между ними возникла беспроводная связь, или радиосвязь.

– Всё-таки обычно радиоприёмники поют или говорят... – не унималась Галатея.

– Дальнейшие усовершенствования радиоприёмника были принципиально несложными: слабый ток в антенне усилили, сделав его регулятором движения сильного тока...

– Это как? – спросила Галатея.

– Слабый ток в антенне может включать и выключать сильный ток в другой цепи, тем самым радиосигнал будет управлять гораздо более мощным процессом, чем он сам. Ребёнок не может сам выкорчевать пень, зато может ключом зажигания завести трактор, который это делает.

– Это понятно даже ребёнку! – заявила девочка.

– А сильный ток может делать сотни вещей, в том числе заставить мембрану динамика колебаться – вот усовершенствованный приёмник и зазвучал!

– В радиотехники, что ли, пойти, раз там всё так просто... – пробормотала Галатея.

– А кто сделал первый приёмник? – спросил Андрей.



Джерри откинулся на стуле и начал обо всём рассказывать по порядку:

– Великий шотландец Максвелл в 1865 году доказал с помощью математических уравнений, что должны существовать электромагнитные волны, вызываемые ускорением зарядов. Эти волны могут распространяться даже в пустоте и невидимы, но описываются теми же уравнениями, что и свет, являющийся колебанием электромагнитного поля более высокой частоты, а значит, электромагнитной волной с короткой длиной волны.

В 1879 году знаменитый физик Гельмгольц предложил своему ученику – двадцатидвухлетнему студенту Генриху Герцу – выбрать темой диссертации экспериментальное подтверждение теории Максвелла о существовании длинных электромагнитных волн, которые распространяются со скоростью света. После долгих раздумий Герц отказался от этой темы, выбрав задачу, которую он знал как решать.

– Как подтвердить теорию Максвелла, он не знал? – спросил Андрей.

– Да, Герц не понимал, какой прибор нужно сделать, чтобы поймать невидимые электромагнитные волны большой длины. Он полагал, что прибор будет сложным, это его пугало, и в итоге Герц защитил диссертацию по более понятной теме.

Прошло семь лет, Герц стал профессором в университете Карлсруэ. Однако настоящий учёный никогда не расстаётся с нерешённой проблемой. Как-то Герц заметил, что искры, вызываемые в контуре с источником энергии, неожиданно порождают слабые искры в соседнем контуре, который не связан с первым и не имеет источников энергии.

– Как этот приёмник из проволочного кольца? – указал Андрей на рамку.

– Да. Это наблюдение дало Герцу ключевую идею нового прибора, который мог доказать существование электромагнитных волн.

– Значит, его открытие было случайным? – протянула Галатея.

– Нет. Герц всегда помнил о проблеме, поставленной Гельмгольцем, и всегда, может и неосознанно, искал её решение. Возникновение искр во втором контуре было свидетельством электромагнитной связи между двумя контурами, но эту связь мог заметить лишь тот, кто её искал.

Герц создал простой генератор низкочастотных электромагнитных колебаний, излучавший электромагнитные волны с длиной волны в десятки сантиметров, и исключительно простой приёмник этих волн, который принимал сигнал на расстоянии трёх метров.

– Да уж, проще не бывает, – сказала Галатея, разглядывая проволочную рамку.

– С помощью этих простейших устройств Герц сделал целую серию фундаментальных открытий. Он измерил скорость распространения новой электромагнитной волны, которую впоследствии стали называть радиоволной, – она оказалась равной скорости света. Учёный показал, что радиоволна может отражаться металлическим отражателем, как свет – зеркалом.

Пытаясь улучшить видимость слабой искры в приёмнике, Герц поместил его в тёмную коробку и обнаружил, что искра от этого ещё больше слабеет. Он поэкспериментировал с разными коробками и узнал, что некоторые материалы не пропускают новые волны, другие пропускают, но ослабленными, третьи – отражают. Тем самым Герц заложил основы радиолокации. Его передатчик использовал конденсаторы, и в процессе опытов Герц открыл, что облучение ультрафиолетовым светом способствует разрядке конденсаторов. Тем самым Герц открыл фотоэффект, который позднее был объяснён Эйнштейном, получившим за это Нобелевскую премию.



– И всё это было сделано с помощью вот такой рамки?! – восхитилась Галатея.

– Герц умер от болезни в 36 лет, но оставил ярчайший след в науке и технологии. Из его простого прибора выросли радио и телевидение, авиационные радары и мобильные телефоны, радиотелескопы и межпланетная связь.

Интересно, что сам Герц скептически относился к возможностям практического применения своих открытий – считал, что его открытия интересны лишь для развития теоретической науки, как и теория Максвелла: «Это абсолютно бесполезно. Это только эксперимент, который доказывает, что маэстро Максвелл был прав. Мы всего-навсего имеем таинственные электромагнитные волны, которые не можем видеть глазом, но они есть». Когда Герца спросили: «И что же дальше?» – он пожал плечами и ответил: «Я предполагаю – ничего». На самом деле учёный совершил одно из важнейших открытий в истории человечества, которое вскоре изменило многие области технологии и науки, в том числе астрономию, где возникло новое направление – радиоастрономия.

Фраунгофер показал, что всем знакомый и хорошо видимый солнечный свет несёт информацию о химическом составе звёзд. Герц доказал существование гораздо более длинных электромагнитных волн – радиоволн и повёл наступление на загадки космоса с другой стороны, расширив электромагнитный спектр с видимого диапазона длин волн до более длинноволновой части спектра – радиодиапазона. Радиоволны тоже могут много рассказать о жизни звёзд и туманностей.

В конце короткой жизни Герц вместе со своим студентом Ленардом занялся катодными лучами.

– Это что за лучи? – поинтересовалась Галатея.

– В XIX веке учёные, исследовавшие прохождение электрического тока через воздух, столкнулись с загадкой: если включить в электрическую цепь стеклянную трубку или колбу с двумя электродами – отрицательно заряженным катодом и положительным анодом, – ток

по цепи продолжает идти. Правда, для этого нужно откачать воздух из баллона, что требовало от исследователя немалой физической силы.

– Физической силы? – удивилась Галатея.

– В те времена, чтобы получить хороший вакуум, требовалось много раз поднять и опустить сосуд с несколькими килограммами ртути – так был устроен тогдашний вакуумный насос.

Во время эксперимента с вакуумной разрядной трубкой наблюдалось таинственное свечение её стеклянных стенок. Свободный исследователь, англичанин Крукс, провёл в своей частной лаборатории ряд замечательных опытов, которые показали: с катода вылетают потоки таинственной отрицательно заряженной материи, которые стали называть «катодными лучами».

– А как он понял, что материя катодных лучей заряжена отрицательно? – спросил Андрей.

– Он поднёс к трубке магнит, и катодные лучи искривились в том направлении, в каком должны были отклониться отрицательные частицы. Крукс поместил в трубку легкую вертушку, и она закружилась, показав, что катодные лучи обладают механическим действием. Потом разместил в потоке этих лучей металлический крест и увидел, как на флуоресцирующей стенке колбы появилось его изображение. Точнее говоря, тень, потому что металл поглотил катодные лучи.

– Что же это были за лучи? – взмолилась Галатея. – Открой тайну, дядя Джерри!

– Хорошо, не буду вас больше интриговать: катодные лучи были потоком электронов, которые вырывались с поверхности катода и летели к аноду под воздействием электрического поля. Фактически Крукс заложил основы современного телевидения, показав, что потоком электронов, вызывающих свечение экрана, можно рисовать разные картины, управляя движением электронов с помощью магнитного поля. Но тогда учёные ещё не открыли такую частицу, как электрон. Это позднее, в 1897 году, сделал Джозеф Джон Томсон – с помощью усовершенствованной трубки Крукса.

А пока на дворе был 1892 год, и в команду исследователей катодных лучей включились Герц с Ленардом. Герцу удалось показать, что катодные лучи могут проникать сквозь тонкую алюминиевую фольгу. Ленард создал трубку, в которой часть стекла была заменена на алюминиевую пластинку, скорее алюминиевую фольгу толщиной в пять микрон или пять тысячных миллиметра. Из трубки с алюминиевым окошком катодные лучи могли выходить наружу, что было очень полезно в ряде исследований. Ленард заметил, что катодные лучи засвечивают фотопластинки, даже закрытые картоном. В 1894 году в берлинских «Анналах физики и химии» он написал: «Катодные лучи являются фотоактивными. При достаточно долгой экспозиции можно вполне наблюдать их действие на фотографическую пластинку. На пластинке, помещённой под листом картона, видны чётко очерченные зоны почернения. Над картоном помещались различные металлические пластины, которые в зависимости от степени их проницаемости для катодных лучей казались на фотопластинке более или менее тёмными. Только там, где металлическая пластина имела достаточную толщину, фотопластинка оказывалась незасвеченной. Таким образом, установлено, что катодные лучи проходят сквозь картон и металл».

Ленард ошибался.

– Как можно ошибаться в эксперименте? Это же факт! – удивился Андрей.

Джерри пояснил:

– Ленард неправильно интерпретировал свои, бесспорно верные, наблюдения, тем самым лишив их истинной ценности. На самом деле, сталкиваясь с веществом разрядной трубки, поток электронов порождал другое излучение – очень короткие, гораздо более короткие, чем свет, электромагнитные волны, в будущем ставшие не менее ценным источником информации о Вселенной. Именно эти лучи засвечивали фотопластинки Ленарда, но он этого не понял, и невидимые лучи получили название «рентгеновских», по имени человека, который год спустя правильно расшифровал их природу.



- А вы расскажете про этого человека? – с просительной интонацией сказала Галатея. – Вы же остаётесь у нас до завтра?
- Договорились. Расскажу! – улыбнулся гость.



### *Примечания для любопытных*

**Генрих Герц** (1857–1894) – великий немецкий физик, первооткрыватель радиоволн.

**Катод** – электрод, подсоединённый к отрицательному полюсу батареи.

**Анод** – электрод, подсоединённый к положительному полюсу батареи.

**Герман Гельмгольц** (1821–1894) – выдающийся немецкий физик и врач. Сформулировал закон сохранения энергии, открыл неустойчивость Кельвина – Гельмгольца, развивающуюся на границе двух взаимно движущихся сред (типичный пример: волны, растущие на границе воды и воздуха под воздействием ветра).

**Фотоэффект** – эффект выбивания электронов с поверхности вещества при облучении его светом или любым другим электромагнитным излучением.

**Альберт Эйнштейн** (1879–1955) – великий физик-теоретик, создатель специальной и общей теории относительности. Объяснил явление фотоэффекта и получил за это Нобелевскую премию (1921).

**Уильям Крукс** (1832–1919) – видный физик-исследователь, создатель разрядных трубок Крукса. Был президентом Королевского общества.

**Филипп Ленард** (1862–1947) – немецкий физик, исследовал катодные лучи в разрядных трубках. Лауреат Нобелевской премии по физике (1905).

**Джозеф Джон Томсон** (1856–1940) – видный английский физик, открыл электрон и создал первую модель атома. Лауреат Нобелевской премии по физике (1906).

### **Сказка о Рентгене, невидимых лучах и видимых костях**

На следующий вечер Галатея, едва дождавшись окончания ужина, сразу вцепилась в Джерри крепкой хваткой:

– Как же были открыты рентгеновские лучи? Меня недавно ими просвечивали!

Гость усмехнулся:

– Безусловно, каждый землянин знаком с рентгеновскими лучами. Они используются для диагностики многих заболеваний и спасли миллионы жизней. Эти лучи открыл очень скромный и честный человек – Вильгельм Конрад Рентген, который родился в Германии, в семье купца в 1845 году. Мать мальчика была родом из Амстердама, и когда Вильгельму исполнилось три года, семья переехала в Голландию. Мальчик любил бродить по лесам и мастерить мелкие механизмы. В 16 лет он поступил в Утрехтскую техническую школу, из которой его отчислили через два года – как раз за честность.

– Разве за это отчисляют? – удивилась Галатея.

– Кто-то нарисовал на преподавателя карикатуру.

Этот учитель зашёл в класс, когда Вильгельм рассматривал рисунок. Преподаватель потребовал выдать автора, но Вильгельм отказался назвать имя – за это его и отчислили.

– Действительно пострадал из-за честности! – хмыкнула девочка.

– Из-за этого Вильгельм не мог, как остальные школьники, получить аттестат о среднем образовании и поступить в университет. В течение двух лет он учился самостоятельно, ему разрешили сдать экзамен экстерном. Однако невезение продолжилось: экзамен принимал тот

самый обиженный учитель и он провалил Вильгельма, несмотря на его глубокие и обширные знания. В итоге юноша навсегда остался без аттестата зрелости и без права поступить в университет.

– Это несправедливо! – возмутилась Галатея.

– Став взрослым, Вильгельм Рентген написал:

«Школьные экзамены чаще всего не дают основания для оценки способности к определённому предмету: они – к сожалению – необходимое зло. Вообще экзамены! Они необходимы, чтобы уберечь некоторых людей от пожизненной профессии, для которой они были бы слишком ленивы или неумелы, да и то не всегда. В остальном экзамены являются мукой для обоих участников, которая позже часто вызывает страшные сны! Настоящую проверку способности к определённой профессии даёт только дальнейшая жизнь».

– Неужели Вильгельм так и не попал в университет? – спросил Андрей.

– Рентген год посещал лекции в университете Утрехта, не имея права сдавать экзамены. В это время он узнал, что без аттестата зрелости можно поступить в Швейцарский федеральный технологический университет города Цюриха. Для этого требовалось сдать строгий вступительный экзамен, что для Рентгена проблемой не являлось. Но от вступительных экзаменов юношу освободили – благодаря отличным отметкам в школьном табеле, посещению лекций в Утрехте и ввиду зрелого возраста.

Вильгельм получил университетское образование в Швейцарии и стал работать ассистентом профессора Кундта на кафедре физики в Цюрихе. У него была успешная научная карьера...

– Успешнее, чем у того мстительного учителя! – мстительно сказала Галатея.

– Вильгельм Рентген прославился как один из лучших экспериментаторов своего времени. Он преподавал в качестве профессора в Страсбургском, Гиссенском, Вюрцбургском и Мюнхенском университетах.

В 1894 году Рентген, работавший тогда в Вюрцбурге, заинтересовался опытами Ленарда и решил их повторить. Он написал два письма: Ленарду – с просьбой подсказать, где взять тонкую алюминиевую фольгу для встраивания в стенку газоразрядной трубки, и известному стеклодуву Мюллеру-Ункелю в город Брауншвейг – с заказом газоразрядного аппарата. Вскоре Рентген получил от Ленарда два кусочка алюминиевой фольги в подарок, а от стеклодува – новую «катодно-лучевую трубку по Ленарду».

Вильгельм сразу повторил опыты Ленарда и восхитился их красотой. Летом 1894 года его избрали ректором университета города Вюрцбурга, поэтому больше года у него не было времени заниматься научными экспериментами. В своей вступительной речи новый ректор процитировал своего предшественника – П. А. Кирхера, который занимал пост ректора Вюрцбургского университета в XVII веке: «Природа часто проявляет удивительные чудеса даже в самых обычных вещах, однако их замечают только те люди, которые с проницательностью и способной к исследованиям сообразительностью наводят справки у опыта – наставника всех дел».

Только осенью 1895 года Рентген смог вернуться к экспериментам с катодными лучами, где он стал использовать вакуумные трубки по Гитторфу и Круксу.

Ленард нашёл, что фотопластинки возле разрядной трубки засвечены. Внимательный исследователь, Рентген заметил, что катодные лучи в этом не виноваты: фотопластинки засвечивались, даже если бралась классическая стеклянная трубка без алюминиевого окошечка Ленарда, то есть катодные лучи не могли выходить за пределы трубки. Очевидно, речь шла о новом явлении.

Рентген был очень трудолюбив. Занимая пост ректора и являясь уже немолодым пятидесятилетним человеком, он оставался работать по вечерам, когда все лаборанты уходили домой. Поздним вечером пятницы 8 ноября 1895 года, работая в одиночестве, Рентген включил разрядную трубку Гитторфа, обернутую чёрным картоном, и вдруг заметил, что кристаллы платино-цианистого бария, лежавшие неподалёку, засветились зеленоватым светом. Стоило выключить трубку, гасли и кристаллы. Рентген снова включил

трубку – и увидел тот же свет. Это был звёздный час учёного! Рентген понял, что натолкнулся на что-то необычное и важное. Он сказал своему близкому другу, биологу Бовери: «Я обнаружил что-то интересное, но не знаю, верны ли мои наблюдения».

Рентген заперся в лаборатории, попросив установить там кровать и приносить ему еду. Семь недель он всесторонне исследовал обнаруженное явление. Огромным плюсом являлось то, что для анализа таинственных лучей не требовалось проявлять фотопластинки: свечение кристаллов платиноцианистого бария служило надёжным и быстрым индикатором невидимого излучения.

Рентген разместил рядом с трубкой бумажный экран, с одной стороны смоченный раствором платино-цианистого бария. При каждом разряде трубки на экране наблюдалось флуоресцирующее свечение, причём независимо от того, какой стороной к трубке повернут экран – смоченной или нет.

– То есть лучи Рентгена проходили и сквозь чёрный картон, и сквозь бумажный экран? – спросила Галатея.

– Да. И если на их пути встречалось какое-то тело, то оно задерживало часть лучей. Прозрачность по отношению к новому излучению зависела от материала тела. Тогда Рентген поместил между трубкой и экраном свою руку. Результат он описал в научной статье: «Если держать руку между разрядной трубкой и экраном, то видны тёмные тени костей на фоне более светлых очертаний руки». Это и было первое рентгеноскопическое исследование.

– Но Ленард делал практически то же самое, но брал не экран, а фотопластинку!

– Разница между опытами Ленарда и Рентгена заключалась в том, что Ленард не понимал происходящее и приписывал засвечивание фотопластинок катодным лучам, состоящим, как мы сегодня знаем, из электронов. А электроны легко задерживаются самыми незначительными препятствиями. Рентген сразу понял, что имеет дело с новым типом хорошо проникающих лучей, которые он назвал X-лучами, а мы называем рентгеновскими. Это электромагнитное излучение, только гораздо более короткое по длине волны, чем видимый свет.



Рентген попробовал воздействовать на поток X-лучей магнитом, но они на него не среагировали, показав принципиальное отличие от катодных лучей. X-лучи возникают в точке, где катодные лучи соударяются со стеклом разрядной трубки. Можно было варьировать конструкции трубок, заменить стекло на алюминий – X-лучи продолжали возникать.

Андрей задумался, потом сказал:

– Ленард не провёл контрольный эксперимент.

Если он полагал, что фотопластинку засвечивают катодные лучи, вырывающиеся из разрядной трубки через алюминиевое окошко, то он должен был повторить опыт с обычной стеклянной трубкой – из которой катодные лучи не выходят – и убедиться, что эффект исчез. Если бы Ленард провёл такой эксперимент, то обнаружил бы, что эффект засветки пластинок сохраняется, а значит, за него отвечает новое излучение, хорошо проникающее через разные материалы.

Джерри одобрительно кивнул:

– Верно. У тебя мышление учёного.

– Упустил Ленард свой звёздный час! – сказала Галатея. – Если бы не упустил, вместо рентгеноскопии в медицине использовалась бы ленардоскопия.

– За рождественские праздники Рентген написал своё историческое «О новом виде излучения (предварительное сообщение)» и 28 декабря передал его секретарю Физико-медицинского общества города Вюрцбурга. Несмотря на то что в рождественские праздники заседания общества не проводились, статью включили в «Отчёты заседаний», и через несколько дней она вышла в свет в печатном виде.



Уже 5 января 1896 года сенсационная новость об открытии Рентгена появилась в австрийских газетах и была передана во все концы света по телеграфу. 13 января немецкий кайзер Вильгельм II пригласил Рентгена к себе, чтобы тот продемонстрировал ему новое

явление. 16 января газета «Нью-Йорк таймс» опубликовала статью о лучах Рентгена, которые сулят переворот в хирургии.

23 января Рентген сделал первый и единственный официальный доклад о своём открытии перед Физико-медицинским обществом города Вюрцбурга, во время которого была изготовлена знаменитая рентгеновская фотография кисти руки известного анатома фон Кёлликера.

Во всех развитых странах исследователи – профессионалы и любители – бросились изучать новое явление. Уже в феврале 1896 года врачи начали использовать рентгеновские лучи для диагностирования опухоли на кости, нахождения пуль в предплечьях солдат и хирургических операций. За один год этой теме было посвящено более 1000 научных статей, не считая огромного количества газетных и журнальных заметок. Открытие рентгеновских лучей оказалось полезным для медиков и, кроме того, стало возбуждающе новым и ясным для широкой публики.

Перед людьми словно внезапно открылась дверь в волшебное царство. Мир присутствовал при настоящей технической революции. Очень редко какое-либо открытие так быстро меняло жизнь человечества! В том же 1896 году учёные и медики освоили и применили на практике все современные виды использования X-лучей; в дальнейшем, в основном, происходили технические улучшения и усовершенствования аппаратуры.

Открытие X-лучей взволновало не только учёных, но и обычное население. Физические лаборатории осаждали врачи и больные. Проводились бесчисленные публичные опыты с демонстрацией изображений скелетов живых людей. Это производило очень сильное впечатление на публику, вплоть до истерик и обмороков.

Открытие Вильгельма Рентгена дало мощный толчок для развития естествознания. Так, в феврале 1896 года, воодушевленный открытием Рентгена, Анри Беккерель открыл естественную радиоактивность. Но это уже другая история.

Рентген активно и бескорыстно способствовал распространению своего открытия, отказавшись от любых возможностей извлечь из него прибыль. Хотя разные фирмы, почуяв огромный доход от аппарата, просвечивающего человека насквозь, делали учёному очень выгодные предложения. Широкий интерес публики вместе с усилиями самого Рентгена, создавшего удобную для генерации рентгеновских лучей трубку с катодом из вогнутого алюминиевого зеркала, способствовал быстрому прогрессу рентгентехники, её применению в медицине и промышленности.

Слава Рентгена росла со скоростью снежной лавины, что ему, человеку скромному, очень не нравилось.

В 1901 году Рентген стал первым лауреатом Нобелевской премии в области физики. Премию ему вручили в Стокгольме, в большом зале Музыкальной академии, в присутствии наследного принца Швеции. После вручения награды скромный Рентген отказался от речи, а премиальные деньги передал Вюрцбургскому университету. Когда баварский принц наградил его высшей наградой Баварии, которая давала право на дворянство, Рентген не стал претендовать на титул и приставку «фон».

– Не думаю, что дворянство сделало бы Рентгена более уважаемым человеком, – сказал Андрей.

Джерри кивнул:

– Именем Рентгена назвали единицу дозы облучения – рентген, а рентгеновские лучи, которые используют миллиарды землян, являются лучшим памятником автору этого замечательного открытия. Рентген расширил электромагнитный спектр в коротковолновую сторону от видимого света – аналогично тому, что Герц сделал с длинноволновой частью спектра. Общеизвестный спектр электромагнитных колебаний, который тогда состоял из видимого света, обрамлённого по краям инфракрасным излучением и ультрафиолетом, распахнулся в обе стороны в тысячи раз, открыв для исследователей новые способы изучения и земных материалов, и космических объектов. Сейчас существуют спутники,

которые видят небо в рентгеновских лучах, и вид «рентгеновского» неба поражает своей красотой и информативностью.

– Значит, даже когда исследователи таинственных излучений не думали о космических исследованиях, они всё равно являлись космическими сыщиками? – спросила Галатея.

– Конечно, без их работ современные космические исследования были бы просто невозможны.



### *Примечания для любопытных*

**Вильгельм Конрад Рентген** (1845–1923) – немецко-голландский физик, открывший в конце 1895 года рентгеновские лучи. Первый лауреат Нобелевской премии по физике (1901). Научный руководитель Абрама Федоровича Иоффе (1880–1960), российского учёного, ставшего «отцом» советской физики.

**Рентгеновские лучи** – электромагнитное излучение с длиной волны от 0,005 до 10 нанометров – более короткой, чем у ультрафиолетового излучения (10–380 нанометров) и видимого света (380–780 нанометров). Нанометр – это  $10^9$  метра, или одна миллионная часть миллиметра.

**Август Кундт** (1839–1894) – известный немецкий физик, научный руководитель Вильгельма Рентгена и выдающегося российского физика Петра Лебедева (1866–1912).

**Страсбургский университет** – французский университет, расположен в Страсбурге и основан в 1538 году.

**Гиссенский университет** – старейший университет города Гиссена немецкого княжества Гиссен-Дармштадт, основанный в 1607 году.

**Вюрцбургский университет** – один из старейших немецких университетов, расположен в Вюрцбурге. Основан в 1402 году (первое основание) и 1582-м (повторное основание).

**Мюнхенский университет** – один из старейших университетов Германии, основанный в 1472 году.

**Иоганн Вильгельм Гитторф** (1824–1914) – немецкий физик и химик. Для своих исследований разработал специальную разрядную трубку – трубку Гит-торфа. Первым в 1868–1869 годах открыл катодные лучи и сравнил их с электрическим током, но его работы остались малоизвестными. Через 10 лет Крукс повторил открытие Гитторфа и более подробно изучил свойства катодных лучей.

**Томас Бовери** (1862–1915) – немецкий биолог, друг Вильгельма Рентгена. В 1904 году обосновал хромосомную теорию наследственности.

**Альберт фон Кёлликер** (1817–1905) – известный немецкий анатом и физиолог.

### **Сказка о таинственном излучении Сен-Виктора и Беккереля**

Уран – распространенный химический элемент: в земной коре его в 40 раз больше, чем серебра, и в 500 раз – чем золота. Уран можно найти практически везде – в минералах и почве, в воде рек и океанов.

Золотистая окись урана, находящаяся в рудниках и по берегам рек, использовалась как краска для узоров на глиняных вазах ещё две тысячи лет назад. Впоследствии минералы, содержащие уран, стали добавлять в расплав при варке цветного стекла. Оказалось, что урановое стекло красиво светится при воздействии ультрафиолетового излучения, и с конца XIX века начался настоящий бум в производстве праздничной посуды из стекла с примесью

урана. Забегая вперед, отметим, что, когда в 1940-х годах стало известно военное применение урана, власти США конфисковали все его запасы, в том числе тарелки и вазы из уранового стекла, хранившиеся на складах. В 1950-х годах производство светящейся урановой посуды возобновилось и было окончательно прекращено только в 1972 году, когда опасность радиоактивного облучения стала всем очевидна.

Впервые чистый уран – тяжёлый металл стального цвета – получил французский химик Пелиго в 1840 году. В XIX веке уран и его соединения привлекли внимание многих исследователей. В 1804-м немецкий химик Гелен заметил, что раствор хлорида урана на свету быстро меняет ярко-жёлтый цвет на зелёный. Этот факт решил использовать химик-экспериментатор Сен-Виктор, который в середине XIX века искал способ получить цветные фотографии с помощью светочувствительных солей металлов. В 1857 году он обнаружил, что его фотопластинки засвечиваются солями урана. Химик задумался: возможно, за этот эффект отвечает фосфоресценция или флуоресценция?

– Это что за зверьки? – не выдержала Галатея напора незнакомых терминов.

Дзинтара пояснила:

– Так называют нетепловое свечение вещества.

Флуоресценцией называют свечение, например, кристаллов платиноцианистого бария, облучённых рентгеновскими лучами, или уранового стекла под воздействием ультрафиолета. Некоторые предметы, занесённые с яркого света в темноту, светятся довольно долго – этот эффект называется фосфоресценцией. При исчезновении внешнего фактора флуоресценция прекращается за долю секунды; в случае фосфоресценции свечение длится до нескольких часов или дней.

Андрей сказал:

– У меня где-то есть фосфоресцирующие кубики: если подержать их на ярком солнце, они в темноте светятся зелёным из угла моей комнаты. Постепенно свечение слабеет, и к утру их почти не видно.

Дзинтара согласилась:

– Да, эффект ослабления свечения типичен для фосфоресцирующих веществ. Но Сен-Виктор обнаружил, что его пластинки засвечиваются даже образцами солей урана, которые полгода провели в темноте, то есть они никакие могли фосфоресцировать. В 1861 году учёный решил, что соли урана дают «радиацию, невидимую нашему глазу». Мишель Шеврель, видный учёный и руководитель Сен-Виктора, высоко оценил его работу, назвав её «фундаментальным открытием». В 1868 году французский физик Эдмонд Беккерель опубликовал книгу «Свет», где описал опыты Сен-Виктора с солями урана и фотопластинками.

– Значит, это Сен-Виктор открыл радиоактивное излучение?! – воскликнул Андрей.

Дзинтара вздохнула:

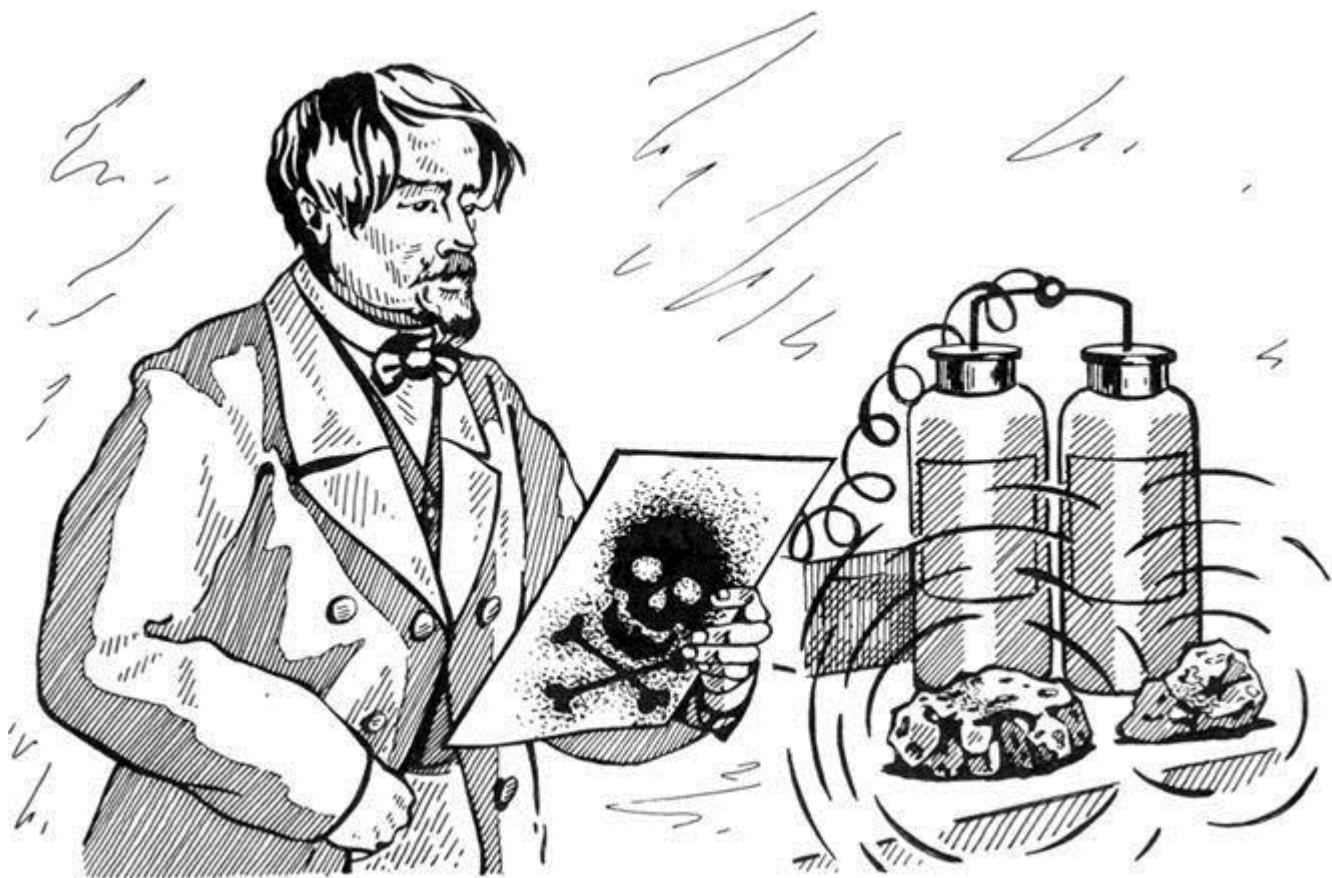
– И да и нет. Открытие делает не только учёный, но и всё общество. Мало открыть дверь в неизвестное, нужно, чтобы кто-нибудь согласился туда войти. Если учёный открыл что-то непривычное, значительно опережающее существующий уровень знаний, его открытие может не получить отклика у других учёных, не станет работать на развитие науки. Такое открытие «молчит» – так было с гелиоцентрической системой Аристарха Самосского, генетической работой Менделя и космогоническими идеями Канта. Через десятки, сотни, а то и тысячи лет «молчащее» открытие повторно открывают другие учёные, и оно начинает влиять на прогресс общества, встраиваться в общее здание науки. Чтобы открытие «прозвучало», цивилизация должна быть к нему готова. В середине XIX века природа света оставалась непонятной и тем более ничего не было известно о строении атома и существовании невидимых излучений. В подобных условиях работа Сен-Виктора оказалась почти незамеченной.

– Невидимой! – подала голос Галатея.

– За вторую половину XIX века произошли серьёзные изменения: в 1865 году Максвелл доказал электромагнитную природу света, в 1886-м Герц обнаружил невидимое



радиоизлучение, в эти же годы активно исследовались катодные лучи, а в конце 1895 года Рентген открыл невидимые X-лучи. Всё это качественно изменило отношение учёных к возможности открытия новых невидимых излучений.



Эдмону Беккерелю в его опытах со светом активно помогал сын Антуан, которому на момент публикации книги «Свет» было 14 лет. Впоследствии он сам стал учёным, занимался вопросами фотографии и люминесценции солей урана.

Династия Беккерелей дала миру четыре поколения учёных. Антуан Беккерель стал в семье третьим главой кафедры физики в Национальном музее естественной истории Франции. Как только он узнал об открытии рентгеновских лучей, то подумал, что они могут испускаться при фосфоресценции тел, которой он сам занимался. Учёный полагал, что, полежав на ярком солнечном свете, вещество может испускать не только обычный свет, но и X-лучи.

Антуан Беккерель был неправ, зато среди образцов фосфоресцирующих веществ у него были соли урана (сульфат уранила-дикалия). Однажды Антуан запланировал исследование на ярком солнечном свете, но из-за туч, закрывших небо, отложил эксперимент. Фотопластинки, завернутые в плотную чёрную бумагу, он положил в стол вместе с образцами солей урана.

На следующий день учёный обнаружил, что лежавшая в столе фотопластинка оказалась засвеченной, несмотря на то что была завернута в плотную чёрную бумагу. Существенной разницей по сравнению с опытами Сен-Виктора являлось то, что фотопластинки засвечивались сквозь плотную чёрную бумагу, которая задержала бы любое видимое излучение. Дальнейшие опыты Беккереля показали, что излучение не зависит от температуры и вызывает ионизацию воздуха, как и лучи Рентгена.

Антуан Беккерель правильно установил причину засветки – невидимое излучение от урана. В то время уже можно было достать металлический уран. Беккерель сравнил его радиоактивность с излучением от солей урана и выяснил, что чистый металл даёт в три с

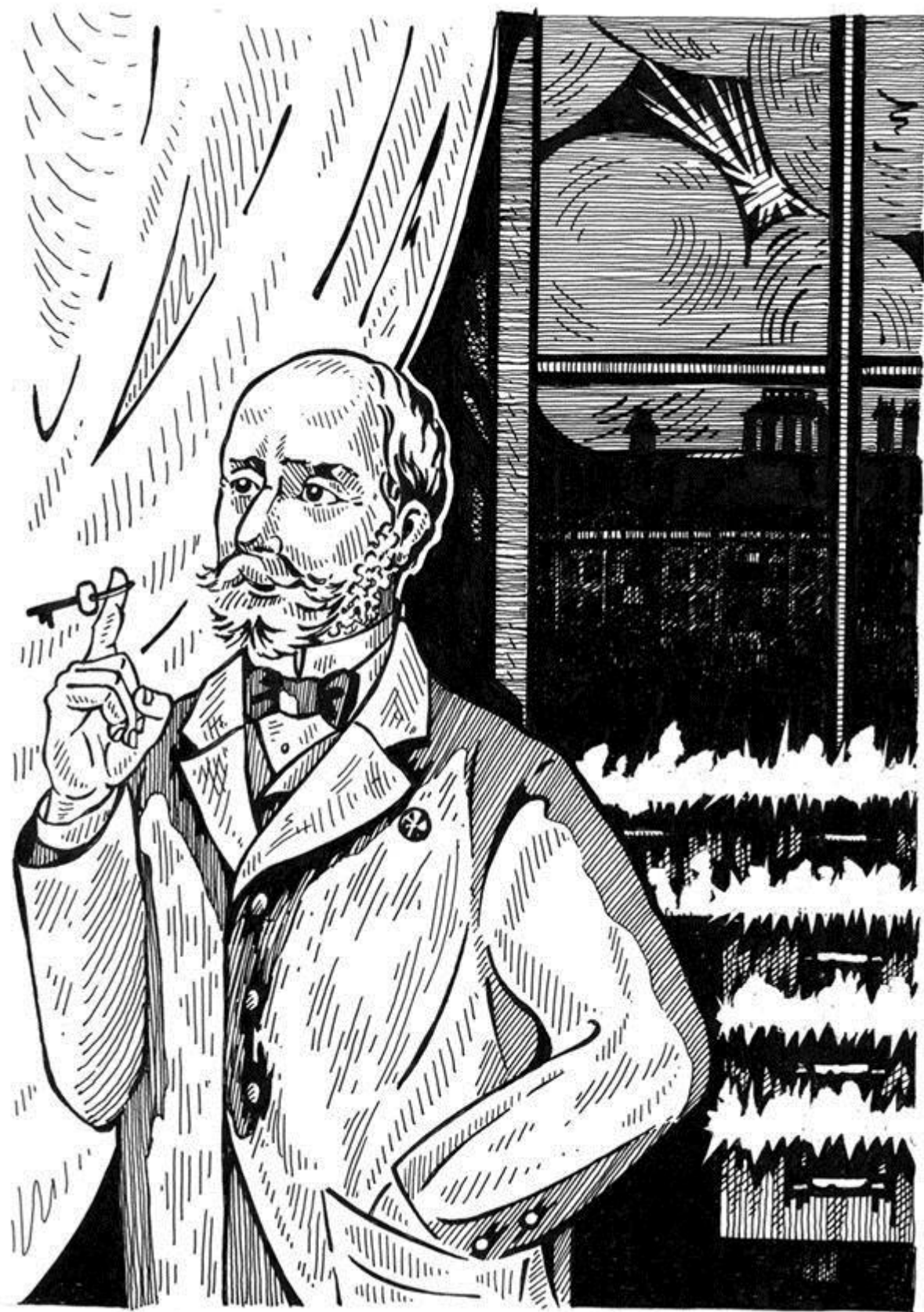
половиной раза более сильное излучение, нежели его соль, которая содержала и другие химические элементы. Значит, именно уран отвечает за засветку фотопластинок!

В своих статьях Антуан Беккерель сослался на работы Ленарда, ученика Герца, и Рентгена, в которых тоже исследовались невидимые излучения. Работа Беккереля считается классическим примером случайного открытия, которое было сделано хорошо подготовленным к этому учёным.

– Если он читал книгу своего отца, Эдмона Беккереля, то, конечно, он был хорошо подготовлен, – отметил Андрей.

Дзинтара продолжила:

– Общество восприняло открытие радиоактивности не только благодаря работам Герца, Ленарда и Рентгена, но и с помощью открытия Пьера и Марии Кюри, которые изучили радиоактивность тория и нашли новые радиоактивные химические элементы. О научных достижениях супругов Кюри мы поговорим в следующий раз.



Излучение, которое исследовал Беккерель, какое-то время называли «лучами Беккереля». За открытие радиоактивности в 1903 году Беккерель получил Нобелевскую премию по физике, разделив её с Пьером Кюри и Марией Склодовской-Кюри. Он стал знаменит, его

выбрали академиком Французской академии науки, а потом – даже её секретарём. Именем Беккереля названа единица радиоактивности – беккерель, лунный кратер и кратер на Марсе.



### *Примечания для любопытных*

**Уран** – химический элемент с обозначением U и атомным номером 92 (равным числу протонов в ядре) в Периодической таблице Менделеева. Тяжёлый металл стального цвета. Радиоактивен.

**Торий** – химический элемент с обозначением Th и номером 90 в Периодической таблице Менделеева. Серый мягкий металл.

Слабо радиоактивен.

**Эжен Пелиго** (1811–1890) – французский химик, получивший в 1840 году металлический уран.

**Адольф Гелен** (1775–1815) – немецкий химик, открывший светочувствительность солей урана.

**Абель Ньепс Сен-Виктор** (1805–1870) – французский исследователь, разрабатывавший метод цветной фотографии и открывший, что невидимое излучение солей урана засвечивает фотопластинку.

**Мишель Шеврель** (1786–1889) – французский естествоиспытатель, исследователь жирных кислот и процесса мыловарения. Прожил 102 года и в конце жизни изучал на себе процесс старения организма, внося вклад в науку геронтологию.

**Люминесценция** – эффект нетеплового свечения вещества под действием различных факторов: света, химических реакций, ионизирующих излучений, электрического тока, звука, трения и т. д.

**Флуоресценция** – частный случай люминесценции, связанный с облучением светом, ультрафиолетовым или рентгеновским излучением. Флуоресценция практически мгновенно прекращается, когда внешнее облучение исчезает.

**Фосфоресценция** – эффект, аналогичный флуоресценции, но с гораздо более длительным периодом затухания свечения – от секунд и дольше.

**Аристарх Самосский** (310–230 гг. до н. э.) – гениальный древнегреческий астроном и математик, создавший первую гелиоцентрическую модель мира. В честь Аристарха назван лунный кратер, астероид и аэропорт на его родине – острове Самос.

**Грегор Мендель** (1822–1884) – великий ботаник, основоположник учения о наследственности. Жил и работал в австрийском городе Брюнне (ныне – чешский город Брно).

**Эдмон Беккерель** (1820–1891) – французский физик, исследовавший эффекты флуоресценции. Отец Антуана Беккереля.

**Антуан Беккерель** (1852–1908) – французский физик, открывший радиоактивность урана. Один из первых лауреатов Нобелевской премии (1903).

### **Сказка о философском камне и гувернантке, получившей обе Нобелевские премии**

Философский камень – так в Средневековье называли гипотетическое вещество, которое превращало свинец в золото. Ему приписывали и многие другие волшебные свойства, но умение трансформировать дешёвые металлы в драгоценное золото было самым

привлекательным. Поэтому аристократы того времени часто финансировали работы придворных алхимиков, обещавших изготовить философский камень и принести своему господину несметные богатства.

– Они их обманывали! – засмеялась Галатея.

– Это не исключено, но многие алхимики искренне верили в возможность создания такого вещества и тратили на его поиски всю жизнь. Нельзя сказать, что поиски были бесплодными: попутно алхимики сделали немало замечательных открытий, которые стали основой современной химии, но, увы, создать философский камень им не удалось. Способ преобразования химических элементов был открыт заметно позже и не оправдал надежд на получение дешёвого золота.

– Неужели всё-таки нашли способ превращать обычные металлы в золото? – удивилась Галатея.

– Да, но давайте я расскажу обо всём по порядку, – сказала Дзинтара. – Эта история началась, когда одна бедная польская гувернантка приехала в Париж, чтобы стать физиком.

– Мама! – воскликнула девочка. – Ты уверена, что рассказываешь по порядку? Я уже ничего не понимаю!

– Ага, – призадумалась Дзинтара. – Тогда начнём историю пораньше. В семье варшавского учителя гимназии росли сын и четверо дочерей. Девушки мечтали учиться в университете, но семья была небогата, и, кроме того, в Польше, которая в конце XIX века являлась провинцией Российской империи, возможностей для получения женщинами университетского образования практически не было.

– Ужасная несправедливость! – пробурчала Галатея, большая поборница справедливости и равенства.

Дзинтара отметила:

– Младшая сестра Мария закончила в Варшаве подпольные женские курсы, называвшиеся «Летучий университет».

– Подпольные? – переспросил Андрей. – То есть они учились, нарушая закон?

– Скорее, нарушая традиции. Дипломы таких курсов никто не признавал. Чтобы преодолеть нехватку средств на обучение, две сестры – Мария и Бронислава, которая была старше Марии на два года, заключили дружеское соглашение: получить образование по очереди, финансово поддерживая друг друга. Мария стала работать гувернанткой и помогала деньгами Брониславе, давая ей возможность получить среднее образование в Варшаве, а потом уехать в Париж, чтобы там учиться медицине. Получив профессию медика и выйдя в Париже замуж за польского врача-эмигранта, Бронислава, в свою очередь, пригласила сестру в столицу Франции, пообещав помочь деньгами.

В 1891 году Мария Склодовская, уже опытная гувернантка в возрасте 24 лет, приехала в Париж, чтобы поступить в знаменитый парижский университет – Сорбонну.

– Теперь стало гораздо понятнее! – облегчённо вздохнула Галатея.

– Паровоз, пытая белым паром, подкатил пассажирские вагоны к длинному перрону парижского вокзала. Мария вышла из вагона, и для неё началась совсем другая жизнь. Париж покорила молодую полячку – это был огромный город со знаменитыми театрами, дворцами и университетами. Она поступила в Сорбонну и поселилась неподалёку в маленькой холодной мансарде Латинского квартала – традиционном месте обитания столичных студентов. Из мансарды открывался прекрасный вид на крыши и заросли каминных труб квартала.

Мария всегда отличалась трудолюбием и прилежанием к учебе и в Сорбонне проявила эти качества во всей полноте. Пренебрегая едой и сном, она училась так интенсивно, что закончила Сорбонну одной из лучших, получив сразу два диплома – физика и математика. Успехи Марии были настолько впечатляющими, что её оставили в университете для самостоятельной научной работы. Мария Склодовская стала первой в истории Сорбонны женщиной-преподавателем.

– Раньше там преподавали только мужчины? – не поверила своим ушам Галатея.

– Да, в конце XIX века во Франции образованию женщин тоже уделялось мало внимания, – сказала Дзинтара. – В это время Мария познакомилась с Пьером Кюри, который заведовал лабораторией в Школе промышленной физики и химии. Они поженились и стали работать вместе.

Когда супруги Кюри узнали об опытах Беккереля, Мария выбрала радиоактивность темой для своей диссертации. Она решила проверить, насколько одинаковой радиоактивностью обладают образцы урана из разных месторождений. В то время уже было известно, что излучение урана вызывает ионизацию воздуха и увеличивает его проводимость, которую можно измерить с помощью простого электрического прибора – электроскопа, чей заряд убывал при радиоактивном облучении.

– Это проще, чем всё время проявлять фотопластинки! – отметил Андрей.

– Верно, это облегчало работу. Но её всё равно было очень много. Измерив ионизацию от разных образцов урановой руды, Мария Кюри убедилась, что руда, доставленная из чешского месторождения Йоахимсталль (ныне – Яхимов), в четыре раза активнее, чем образцы из других месторождений. Супруги Кюри предположили, что в этой руде, кроме урана, присутствует ещё какой-то активный элемент. В 1898 году они открыли его и назвали полонием в честь Польши – родины Марии. Через несколько месяцев супруги Кюри обнаружили в урановой руде ещё один радиоактивный элемент. Спектральные исследования показали, что это новый элемент, который назвали радием. С 1898 по 1902 год в плохо приспособленном сарае, расположенном на улице Ломон, супруги Кюри переработали восемь тонн урановой руды – и в итоге получили образец радия, который обладал такой радиоактивностью, что светился в темноте.





В это же время было открыто и биологическое воздействие радиации. Произошло это так: Анри Беккерель попросил у супругов Кюри образец радиоактивного вещества для своего публичного выступления. Пробирку с образцом он положил в кармашек жилета и вечером обнаружил, что на коже под карманом образовалось покраснение. Пьер Кюри решил повторить опыт на себе и привязал на несколько дней пробирку к предплечью. В результате на предплечье образовалась язва, которая не заживала два месяца. Супруги Кюри стали замечать, что в процессе работы с радиоактивными препаратами руки тоже покрывались язвочками. Их это не остановило, и они продолжили исследования.



Супруги Кюри не стали патентовать свои открытия, желая сделать их достоянием всего человечества. За свои открытия Мария и Пьер вместе с Беккерелем получили Нобелевскую премию в области физики 1903 года «за выдающиеся заслуги в совместных исследованиях явлений радиации». На полученные деньги они купили необходимое оборудование для своей лаборатории и – наконец-то! – ванну для своей квартиры.

Когда Огюст Конт рассуждал о непостижимости химического состава звёзд, он, очевидно, полагал, что проблема изучения звёзд заключается в их невероятной удалённости. Работы Фраунгофера, Герца и Рентгена заложили основу для дистанционного химического анализа звёзд – по слабому свечению, улавливаемому на Земле. Но, как показали работы супругов Кюри, вещество звёзд можно потрогать и своими руками.

Известный физик Вайскопф так описал связь исследований супругов Кюри с космосом: «Когда Мария и Пьер Кюри выделили радий в знаменитом сарае в Школе промышленной физики и химии, когда их охватил трепет при виде сверхъестественного свечения этого вещества в темноте, они оказались созерцателями явления, выходящего за пределы обычного атомного мира окружающей нас среды. Теперь мы знаем, что супруги Кюри увидели нечто, дошедшее до нас из тех времен, когда земное вещество находилось в совсем иных условиях, внутри взрывающейся звезды. Естественные радиоактивные вещества являются последними



свидетелями, последними ещё тлеющими угольками, оставшимися от тех полных событиями времён, когда образовывались химические элементы».

По мнению Вайскопфа, работы Марии Склодовской-Кюри открыли новый этап в развитии науки: «Она сама, её сотрудники и преемники исследовали космические процессы на Земле: они воспроизвели подобные процессы в земных условиях... Физика вышла на новый рубеж, и это можно назвать прыжком в космос».

– То есть уран и радий тоже образовались в космосе? – спросила Галатея.

– Да, в момент взрыва сверхновой звезды элементарные частицы и ядра обычных, нерадиоактивных, элементов сталкивались с такой скоростью, что сливались, образуя все возможные тяжёлые химические элементы – включая уран, радий и другие химические элементы тяжелее железа. Эти элементы часто радиоактивны, потому что они отдают энергию, поглощённую в момент взрыва сверхновой.

– Значит, звёзды и оказались тем самым философским камнем, который искали алхимики? – спросил Андрей.

– По существу, ты прав: звёзды являются философским камнем, превращающим звёздное железо в земное золото, рассеянное в минералах и собранное в золотых жилах. Но я имела в виду нечто другое, то, о чём ещё не успела рассказать, – сказала Дзинтара.

– Так рассказывай же! – поторопила её Галатея.

– После получения Нобелевской премии Мария продолжила работу с радиоактивными элементами, к 1910 году выделив чистый металлический радий и доказав, что он является самостоятельным химическим элементом. В это время Марию Склодовскую-Кюри выдвинули кандидатом во Французскую академию наук. По этому поводу среди академиков разгорелись яростные споры.

– Почему? – удивилась Галатея. – Ведь она уже получила Нобелевскую премию!

– Французская академия наук была очень консервативной организацией, в неё никогда не избирались женщины.

– Ах, вот в чём дело, – протянула Галатея. – Но ведь когда-то надо начинать!

– К сожалению, кандидатура Марии Склодовской-Кюри была провалена на выборах в академию, не добрав всего пары голосов.

– Безобразие! – возмутилась Галатея. – Она была умнее многих этих академиков!

– Более того, в следующем, 1911, году Мария получила вторую Нобелевскую премию, уже по химии – «за выдающиеся заслуги в развитии химии: открытие элементов радия и полония, выделение радия и изучение природы и соединений этого замечательного элемента». Мария Склодовская-Кюри стала первой и до сих пор единственной женщиной в мире, дважды ставшей Нобелевским лауреатом.

– Тем самым она посадила в глубокую лужу своих противников, – с удовлетворением отметил Андрей.

– Академия сама себя посадила в лужу, не выбрав столь достойного учёного в свои ряды, – пожала плечами Дзинтара. – История супругов Кюри не заканчивается на Пьере и Марии. Старшая дочь Марии Кюри – Ирен – родилась за год до открытия радия и из-за активной научной работы матери выросла под присмотром бабушки-врача, Эжена Кюри. Ирен тоже закончила Сорбонну – с перерывом на несколько месяцев, когда помогала матери в работе над двадцатью фронтальными рентгеновскими аппаратами, созданными Марией Склодовской-Кюри. Шла Первая мировая война, и эти мобильные установки оказывали хирургам огромную помощь в поиске шрапнели и осколков у раненых бойцов, спасли много жизней. Однако они были небезопасны: работая с рентгеновскими установками, а также изготавливая лечебные радиоактивные препараты, Мария и Ирен получили значительные дозы радиации, которые впоследствии вызвали у них лейкемию.

– Они были героинями, спасали раненых и сражались с врагами! – выпалила Галатея.

– Позже Ирен стала работать ассистентом в Радиовом институте. Здесь она познакомилась с другим ассистентом – Фредериком Жолио. Они поженились в 1926 году и

начали работать вместе, выступая в науке и жизни как супруги Жолио-Кюри. Двойную фамилию носили оба.

– Полное равноправие! – удовлетворённо отметила Галатея. – Я тоже... – и она замолчала, решив не делиться своими планами на будущее.

– Супруги Жолио-Кюри сделали немало интересных открытий, но самая выдающаяся их работа стала современным вариантом философского камня.

– Наконец-то мы добрались до сути! – хлопнула в ладоши Галатея.

– К этому времени учёные научились видеть отдельные элементарные частицы...

– Мама, ты шутишь?! – засмеялась Галатея. – Даже мне ясно, что это невозможно. Элементарные частицы такие маленькие! Никто не может увидеть электрон.

– Не совсем так. В 1897 году шотландский физик Вильсон заметил, что в перенасыщенном водяном паре вокруг ионов образуются капельки воды – проще говоря, туман, который видим обычному глазу. На основе этого эффекта учёный сконструировал прибор, названный «камерой Вильсона». Он был настолько ценен, что в 1927 году Вильсон (вместе с Комптоном) получил за него Нобелевскую премию по физике: камера позволяла видеть движение отдельных элементарных частиц!

– Ух ты! – воскликнула Галатея.

– Элементарная частица влетала в камеру Вильсона, наполненную перенасыщенным водяным паром, и вызывала ионизацию молекул вдоль траектории своего движения – до тех пор, пока не расходовала всю энергию и не останавливалась. Расположенные вдоль траектории ионы начинали собирать на себе капельки воды, и в результате в камере появлялась туманная линия. Если камеру Вильсона помещали в магнитное поле, траектория иона загибалась, а то и закручивалась в спираль. Направление изгиба говорило о знаке заряда частицы, а кривизна траектории – о скорости и отношении её заряда к массе.

Таким образом, камера Вильсона позволяла увидеть траектории движения отдельных элементарных частиц. И хотя сами они, конечно, оставались невидимыми, камеру Вильсона называли «открытым окном в атомный мир».

– Хочу посмотреть в камеру Вильсона! – заявила Галатея.

– Фредерик Жолио-Кюри разработал усовершенствованную и очень чувствительную камеру Вильсона, что позволило провести тонкие опыты с использованием мощного источника излучения, сделанного из полония. В одном из опытов, когда супруги Жолио-Кюри облучали алюминиевую фольгу альфа-частицами или ядрами гелия, они обнаружили интересный эффект: после облучения обычный алюминий становился радиоактивным. Анализ показал, что, присоединив к себе альфа-частицу, алюминий превратился в радиоактивный фосфор. Так был открыт «философский камень», или способ превращения одних элементов в другие, то есть метод создания искусственных элементов.

– Так можно создавать и золото? – спросила Галатея.

– Да, но это слишком дорогой способ, чтобы с его помощью можно было набить карманы. Однако для науки, в том числе для медицины, метод превращения одних элементов в другие оказался бесценным. Ирен и Фредерик Жолио-Кюри создали много искусственных изотопов – радиоактивных разновидностей стабильных химических элементов и в 1935 году получили Нобелевскую премию по химии с формулировкой «за выполненный синтез новых радиоактивных элементов».

Ирен, будучи девочкой, присутствовала на вручении Нобелевской премии её матери, а потом и сама стала лауреатом.

– Значит, бедная гувернантка, приехав в Париж, через 12 лет получила одну премию, а через 20 лет – другую. А потом и её дочь получила Нобелевскую премию. Редкая удача! – сказал Андрей.

– Не удача, а трудолюбие и талант. Мария Склодовская-Кюри и её дочь Ирен Жолио-Кюри были пионерами атомного века, первыми открыли дверь в неизведанное и на себе испытали все сопряженные с этим опасности. Их работа принесла не только важные открытия, но и бесценный опыт работы с опасными веществами, позволивший следующим

поколениям учёных-атомщиков работать, не подвергая своё здоровье смертельной опасности.

В честь супругов Кюри назвали радиоактивный химический элемент «кюрий» и единицу радиоактивности, Университет Пьера и Марии Кюри, научно-исследовательский Институт Кюри и станцию парижского метро (7-я (розовая) линия, «Pierre et Marie Curie»). Мария Склодовская-Кюри стала символом, вдохновляющим женщин всего мира на научную работу и борьбу за равноправие.



### *Примечания для любопытных*

**Алхимик** – средневековый естествоиспытатель, который пытался создать философский камень или открыть средство для бессмертия.

**Философский камень** – гипотетическое вещество, которое должно было превращать обычные металлы в золото.

**Пьер Кюри** (1859–1906) – известный физик, вместе с женой Марией Склодовской-Кюри получивший Нобелевскую премию по физике (1903).

**Мария Склодовская-Кюри** (1867–1934) – великий физик и химик, за работы по радиоактивным элементам получила две Нобелевские премии: по физике (1903), вместе с мужем Пьером, и по химии (1911). Умерла от лейкемии.

**Полоний** – химический элемент с обозначением Po и номером 84 в Периодической таблице Менделеева. Мягкий металл серебристого цвета, активнее урана. Открыт супругами Кюри.

**Радий** – химический элемент с обозначением Ra и атомным номером 88. Блестящий серебристо-белый металл, активнее урана. Открыт супругами Кюри. В начале XX века радий был самым дорогим металлом: цена одного грамма радия равнялась стоимости 200 кг золота.

**Виктор Вайскопф** (1908–2002) – известный физик-теоретик. Родился в Австрии, работал с Бором в Дании, участвовал в американском «Проекте Манхэттен» по созданию атомной бомбы.

**Ирен Жолио-Кюри** (1897–1956) – известный физик, дочь Марии Склодовской-Кюри. Вместе с мужем Фредериком Жолио-Кюри получила Нобелевскую премию по физике (1935). Умерла от лейкемии.

**Фредерик Жолио-Кюри** (1900–1958) – известный физик. Лауреат Нобелевской премии по физике (1935), вместе с женой Ирен.

**Изотопы** – разновидности химического элемента, одинаковые по заряду ядра (количеству протонов в нём), но отличные по массе (количеству нейтронов в ядре). Изотопы имеют одинаковое строение электронных оболочек, близки по химическим свойствам и занимают одно и то же место в Периодической системе Менделеева. Термин предложен Ф. Содди в 1910 году: от греческого *isos* – одинаковый и *topos* – место. Изотопы кардинально отличаются по радиоактивности ядер: стабильный изотоп имеет определённое соотношение протонов и нейтронов в ядре, а нестабильный изотоп того же химического элемента имеет меньше или больше нейтронов.

**Чарльз Вильсон** (1869–1959) – известный шотландский физик, создавший камеру Вильсона для наблюдения траекторий движения элементарных частиц. Выходец из

крестьянской семьи. Лауреат Нобелевской премии по физике (1927) «за метод визуального обнаружения траекторий электрически заряженных частиц с помощью конденсации пара».

**Альфа-частицы** – вид радиоактивного излучения, состоящего из положительно заряженных ядер гелия.

### **Сказка о Планке, который в свете электролампы нашёл свою кривую и свою постоянную**

Однажды в кабинет Филиппа фон Жолли, профессора Мюнхенского университета, аккуратно постучавшись, вошёл аккуратный молодой человек:

– Я недавно поступил в этот университет и хочу заниматься теоретической физикой.

– Теоретической физикой? – удивился профессор. – Не советую. В этой науке все открытия уже сделаны, осталось подчистить пару дыр.

Шёл 1874 год, и профессора можно было понять:

теоретическая физика в то время достигла практически безукоризненного совершенства, прочно базируясь на механике Ньютона, электродинамике Максвелла, а также термодинамике.

Молодой человек скромно ответил:

– Я не собираюсь делать открытия, я просто хотел бы понять уже достигнутое в области теории.

– Ну что ж, я не буду вас больше отговаривать, можете посещать мои лекции. Как вас зовут?

– Макс Планк.

Молодой человек был выходцем из старинного дворянского рода, давшего Германии многих военных, юристов и учёных. Его семья жила в Мюнхене, а отец Планка занимал профессорскую должность в университете. В те времена в Германии лишь принцам да баронам оказывалось большее уважение, чем профессорам. Их семьи жили под сенью этого почёта. Стоило супруге профессора, которую уважительно называли «фрау профессор», зайти в магазин, как приказчик оставлял других посетителей и уделял ей всё своё внимание. Женщины из высшего общества Мюнхена часто встречались в кафе – посудачить и полакомиться сладостями. Когда фрау профессор входила, дама во главе стола немедленно уступала ей место, даже если была гораздо старше её.

– Видимо, это объясняет, почему тогдашняя Германия обладала самой передовой наукой в мире, – мудро изрёк Андрей.

Дзинтара согласно кивнула.

– Ещё в школе Макс полюбил физику. Однажды учитель сказал: «Представьте себе рабочего, который поднимает тяжёлый кирпич на верх строящегося дома. Затраченная им энергия не пропадает. Возможно, однажды, спустя много лет, кирпич расшатается и упадёт вниз на голову случайного прохожего».

Макс Планк был потрясён такой иллюстрацией закона сохранения энергии. Это потрясение выросло в глубокую заинтересованность теоретической физикой.

В университете Планк подготовил диссертацию по термодинамике. После университета у него не было постоянной работы, но это не могло удержать его от занятий наукой. Он читал статьи видных физиков Гельмгольца и Кирхгофа, самостоятельно занимался наукой и писал статьи. Благодаря этому Гельмголец заметил талантливого молодого учёного, и Планк стал быстро продвигаться по карьерной лестнице, в 30 с небольшим лет став профессором теоретической физики в Берлинском университете.

Молодой профессор Планк не был похож на обычных маститых профессоров с бакенбардами и бородами. Однажды, вскоре после приезда в Берлинский университет, он забыл, в какой аудитории должен читать лекцию. Планк зашёл в канцелярию и обратился к пожилому человеку, ведавшему канцелярией:

– Скажите, пожалуйста, в какой аудитории профессор Планк сегодня читает лекцию?

Старик похлопал его по плечу и сказал:

– Не ходите туда, юноша. Вы ещё слишком молоды, чтобы понимать лекции нашего мудрого профессора Планка.

В это время электрическая компания попросила профессора Планка выяснить, как при минимальных затратах энергии достичь максимальной светимости электрической лампочки. Планк откликнулся на просьбу и начал работу, из которой выросла новая эпоха в науке.

Давно было ясно, что от температуры тела (например, раскалённой проволоочки в электролампе) зависит интенсивность его свечения, а также цвет излучения (или длина его волны).

– Верно! – закричала Галатея. – Свечка горит жёлтым, а пламя очень горячей электросварки – синее.

– Для массового производства электроламп важен точный ответ, который позволит миллионам лампочек, горящих по всему миру, быть максимально яркими. Профессор Планк взялся за проблему определения спектра свечения раскалённых тел и за изучение вопроса, как этот спектр зависит от температуры. К тому времени были известны два закона для свечения тел как функции длины волны. Один – эмпирический закон физика Вина – хорошо описывал зависимость длины волны, на которую приходится максимум свечения, от температуры тела, а также яркость свечения в области коротких волн. Однако в длинноволновой части закон Вина сильно отличался от экспериментальных данных. Другой закон – теоретический закон Рэлея – Джинса – наоборот, совпадал с экспериментальными данными для длинных волн, но в области коротких волн безнадёжно врал, утверждая, что основная энергия излучения будет содержаться в самых коротких волнах.

Для начала Планк решил получить формулу, которая хорошо соответствовала бы наблюдаемой зависимости свечения от длины волны, не заботясь о её теоретическом основании. Может, физик-теоретик Планк пошёл по пути получения эмпирической формулы именно потому, что свечение ламп было практическим вопросом: производителей лампочек не интересовала теория – им требовалась работающая в реальности формула.

Планку удалось вывести математический закон, который давал правильные, совпадающие с экспериментом выражения для излучения лампы, как в длинных, так и в коротких длинах волн. Он рассказал об этой формуле на заседании Германского физического общества 19 октября 1900 года. На докладе присутствовал физик Генрих Рубенс, который проводил опыты с чёрным телом. Когда лекция закончилась, Рубенс отправился в свою лабораторию и большую часть ночи провёл за сравнением формулы Планка и экспериментальных данных. Формула работала прекрасно, о чём Рубенс утром сообщил профессору.

Планк был очень доволен. Оставалось понять, является ли полученная формула математическим трюком, не имеющим глубокого обоснования, или её можно вывести из первых принципов физики. Планк начал искать обоснование своему закону, опираясь на работы знаменитого Больцмана, который глубже всех современников понял термодинамику. После долгих усилий учёный выяснил, что его формула не получается из обычных принципов, зато прекрасно выводится, если предположить, что элементарный осциллятор может испускать волны только порциями, пропорциональными частоте волны  $\nu$ .



– Что такое осциллятор и почему он такой непонятный, хотя и элементарный? – озадаченно спросила Галатея.

– Герц открыл, что контур, в котором туда и обратно движется поток электронов, излучает радиоволны. Если упростить контур Герца до предела, мы получим элементарный, то есть самый простой из всех возможных, осциллятор – электрический заряд или электрон, колеблющийся под воздействием какой-то внешней силы. Термин «осциллятор» произошёл от латинского слова *oscillo* – «качаюсь» и означает любую систему, которая совершает колебания, периодически повторяя во времени своё положение. Например, электрически заряженный и качающийся маятник часов будет неплохим примером такого осциллятора. Условие, которое Планк был вынужден положить в основу своей формулы, утверждало, что осциллятор не может испускать волны как захочет, а должен испускать энергию лишь отдельными порциями, квантами. Планк записал энергию такой порции в виде:

$E = h\nu$ , где  $h$  – постоянная, которую впоследствии стали называть постоянной Планка.

Это было очень странное условие, которое не следовало из обычных законов.

– В чём его странность? – заёрзала Галатея.

– Качающиеся или осциллирующие заряженные тела или частицы всегда испускают электромагнитные волны. Теория Максвелла не накладывала ограничений на такое излучение, а Планку пришлось «приказать» осцилляторам испускать энергию только порциями, и никак иначе.

Планк опубликовал свою теорию в 1900 году, но ни он сам, ни его коллеги не спешили признавать реальность странного условия. Усилиями Эйнштейна и других учёных теория световых квантов стала завоёвывать своё место в физике, но этот процесс был очень неспешным.

Всё изменилось в 1913 году, вскоре после того как молодой датчанин приехал в английский город Манчестер, чтобы поработать в лаборатории новозеландца Резерфорда. Он

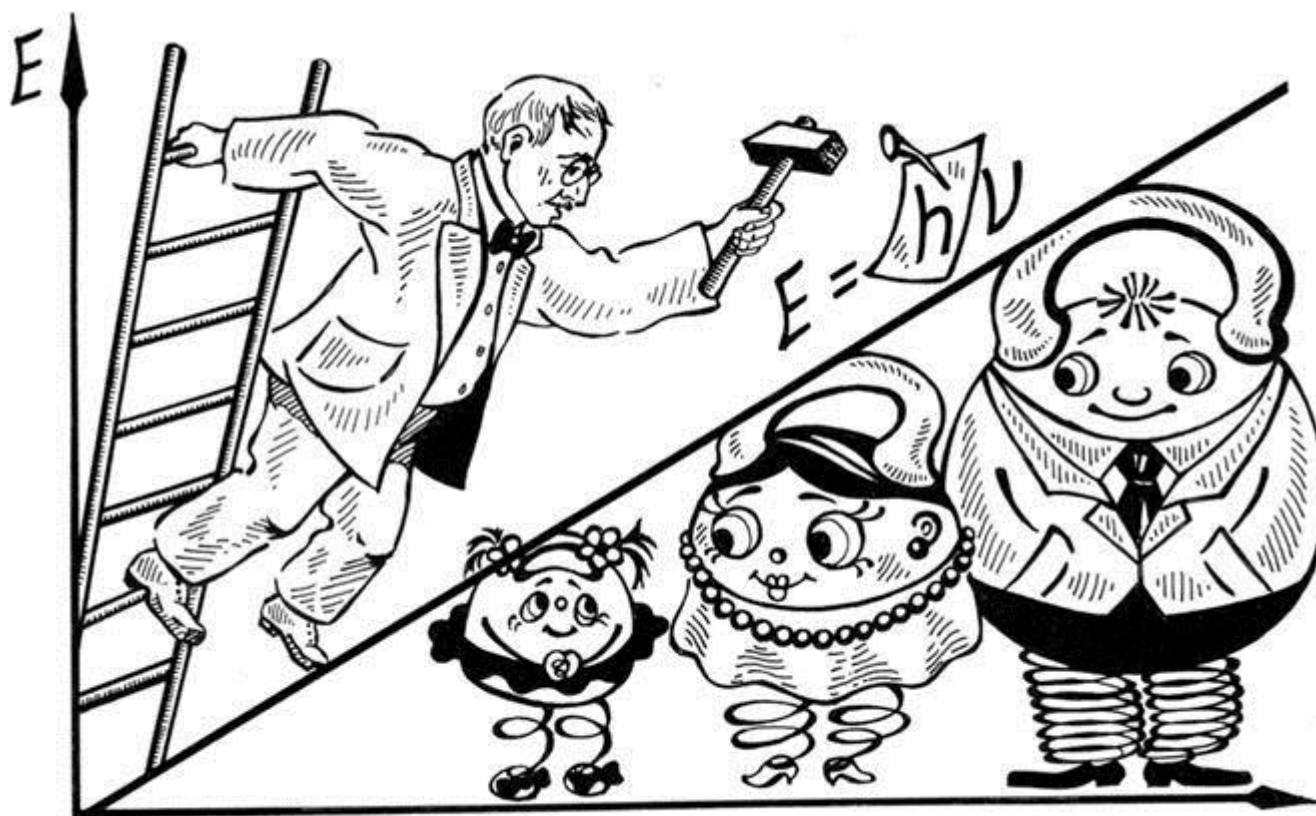
доказал, что кванты являются главным фундаментом строения материи, и с этого момента началась новая эпоха в науке. Об этом я расскажу в следующей сказке...

Главное, что аккуратный Макс Планк, который не собирался делать никаких открытий в физике, совершил открытие, полностью изменившее современную физику.

– Профессор Жолли был бы в ужасе! – засмеялся Андрей.

– Да, он не мог ожидать, что молодой человек, однажды постучавший в дверь его кабинета, полностью изменит здание мировой теоретической физики, которое было таким красивым и казалось профессору Жолли почти завершённым.

В 1918 году Планк получил за свои работы Нобелевскую премию. В настоящее время десятки научных учреждений Германии, которые занимаются фундаментальной наукой, объединены в Общество имени Макса Планка – как научные институты Германии, специализирующиеся на оптике и прикладных исследованиях, объединились в Общество Фраунгофера. Высшей наградой Германии за занятия теоретической физикой является медаль Макса Планка. Самое впечатляющее свидетельство его вклада в мировую науку – то, что среди пяти мировых фундаментальных констант: скорости света, заряда и массы электрона, гравитационной постоянной и постоянной Планка – лишь одна носит имя своего открывателя. Такая честь несопоставима даже с Нобелевской премией.



– Мама, – осторожно спросила Галатея, – а есть ещё какая-нибудь неизвестная и... неназванная мировая константа?

Дзинтара улыбнулась:

– Думаю, что есть. Но о существовании такой константы первым узнает тот, кто её откроет.

Галатея облегчённо вздохнула и заулыбалась.



### *Примечания для любопытных*

**Филипп фон Жолли** (1809–1884) – физик-теоретик, профессор Мюнхенского университета. Его лекции слушал Макс Планк.

**Макс Планк** (1858–1947) – знаменитый немецкий физик, открывший квантование энергии. В его честь названа фундаментальная постоянная – постоянная Планка. Лауреат Нобелевской премии по физике (1918).

**Вильгельм Вин** (1864–1928) – известный немецкий физик, лауреат Нобелевской премии по физике (1911).

**Генрих Рубенс** (1865–1922) – известный немецкий физик-экспериментатор, активно исследовавший тепловое излучение.

**Лорд Рэлей** (Джон Уильям Стретт) (1842–1919) – знаменитый британский физик. Открыл рассеяние Рэля, ответственное за голубой цвет неба. Лауреат Нобелевской премии по физике (1904).

**Джеймс Джинс** (1877–1946) – известный британский физик и астроном. Открыл гравитационную неустойчивость среды (неустойчивость Джинса).

**Людвиг Больцман** (1844–1906) – знаменитый австрийский физик, математик и философ, собиравший на свои лекции толпы народа. Развил статистическую механику атомов и молекул, которая легла в основу современной термодинамики и кинетической теории. Уравнение Больцмана – одно из самых известных уравнений статистической механики.

### **Сказка о Резерфорде, придумавшем космическую модель атома**

Дзинтара открыла книгу и прочитала:

– «История атомной физики сложилась бы иначе, не будь в Шотландии так мало пахотных земель».

– Ты уверена, что в этой фразе нет ошибки? – осторожно спросила Галатея. – Может, здесь случайно склеились две фразы из разных историй?

– Сейчас увидим, – сказала озадаченно Дзинтара и продолжила чтение:

– «Из-за нехватки сельскохозяйственной земли в Шотландии британское правительство стало раздавать безземельным фермерам бесплатные билеты на пароходы, плывущие в отдалённые и малонаселённые английские колонии, где бедняки могли получить собственный участок земли. Шотландскому семейству Резерфордов достался бесплатный билет не в Канаду, как многим другим, более удачливым фермерам, а в более далёкую Новую Зеландию, где глава семейства стал выращивать лён. В семье было 12 детей, из которых четвёртый – Эрнст Резерфорд обладал прекрасной памятью, богатырской силой и здоровьем. Ещё он отличался от своей фермерской семьи, жившей на окраине мира, тем, что увлёкся наукой и захотел вернуться в Англию, где фермерам приходилось туго из-за тесноты, а учёным было полное раздолье».

Сильное желание – главный источник успехов человека. Эрнст прекрасно закончил школу и получил стипендию для обучения в лучшем колледже Новой Зеландии. В те времена там учились всего 150 студентов и преподавали семь профессоров, а сейчас этот колледж стал Новозеландским университетом.

В 21 год Эрнст закончил колледж, защитив магистерскую работу по радиоволнам, несколькими годами ранее открытым Герцем. Для их регистрации новозеландский магистр придумал радиоприёмник нового типа, основанный на намагничивании железа при



высокочастотном разряде. Однако мечта об Англии по-прежнему оставалась мечтой. Что делать дальше?»

– Да, что дальше? – нетерпеливо спросила Галатея.

– Эрнст подал заявку на стипендию, позволявшую учиться в Англии. Но такая стипендия была всего одна на Новую Зеландию и выдавалась раз в два года. Резерфорд работал учителем в средней школе и с нетерпением ждал решения по своей заявке. К сожалению, стипендию выиграл другой человек.

– Эх! – расстроилась Галатея, болевшая за новозеландского фермера, увлечённого наукой.

– Но случилось неожиданное – выигравший отказался от стипендии и остался в Новой Зеландии. Вместо него в Англию поехал счастливый Резерфорд.

– Мечта сбылась! – засмеялась Галатея.

– Резерфорд прибыл в Кембриджский университет и приступил к работе в Кавендишской лаборатории, став аспирантом знаменитого Дж. Дж. Томсона.

– Чем же он был знаменит? – поинтересовался Андрей.

– Томсон был директором прославленной Кавендишской лаборатории Кембриджского университета и активно исследовал катодные лучи. Учёный доказал, что независимо от материала катода они состоят из одинаковых частиц с одним и тем же соотношением заряда к массе. Это отношение Томсон измерил по отклонению траекторий частиц в электрическом и магнитном полях и стал открывателем электронов – мелких заряженных частиц материи. В 1906 году он получит за это открытие Нобелевскую премию. Ленард, который тоже исследовал катодные лучи и был близок к доказательству того, что они состоят из частиц, упустил право называться открывателем электронов – и очень обиделся.

– Он и с рентгеновскими лучами опоздал! – удивился Андрей.

– Да, Ленарду хронически не везло. Хотя за исследование катодных лучей он получил Нобелевскую премию 1905 года, самые яркие открытия, связанные с этими лучами, уплыли из его рук.

Томсон не только открыл электроны, но и предположил, что они входят в состав вещества, то есть являются частичками атома. Раньше учёные рассматривали атомы как нечто целое и неделимое – Томсон первый попытался создать более детальную модель атома, которая должна была включать отдельные частицы – электроны. Но электроны, заряженные отрицательно, отталкиваются друг от друга. Значит, их взаимное отталкивание должно компенсироваться присутствием материи с положительным зарядом, чтобы атом в целом получился нейтральным. И Томсон выдвинул следующую гипотезу: атом – это массивное облако положительно заряженной материи, в котором, как изюм в пудинге, находятся лёгкие отрицательные электроны. Эту модель так и стали называть: «пудинговая модель атома».

– Звучит аппетитно! – одобрила Галатея.

– Таково было состояние дел в атомной физике и в Англии, когда туда прибыл крепкий новозеландский парень, сын фермера Эрнст Резерфорд. Приборов в лаборатории Томсона не хватало, учёные шутили: «В Кавендише, готовя эксперимент, надо было левой рукой собирать прибор, а правой держать обнажённый меч».

Уже в своих первых работах Резерфорд сделал важное открытие – обнаружил новый тип лучей. В 1898 году, используя естественный источник радиоактивного излучения, он показал, что в нём присутствует два вида частиц: положительно заряженные массивные альфа-частицы и отрицательно заряженные лёгкие бета-частицы, которые по-разному реагировали на магнитное поле, отклоняясь в разных направлениях.

– Что это за частицы? – спросила Галатея.

– Бета-частицы оказались электронами, которые открыл Томсон. Альфа-частицы были ядрами гелия, которые в тысячи раз тяжелее электрона. Через год физик Поль Виллар показал, что есть ещё и нейтрально заряженные частицы, которые не отклоняются в

магнитном поле, — их называли гамма-лучами. Эти гамма-лучи были электромагнитным излучением, только ещё более коротковолновым, чем рентгеновские лучи.

Работа молодого Резерфорда была очень успешной, но попасть в круг английских профессоров ему не удалось: осенью 1898 года ему предложили занять место профессора в канадском университете в Монреале.

— Он был вынужден снова уехать из Англии? — расстроилась Галатея.

— Да. Но Резерфорд доказал, что работать на мировом уровне можно даже в провинциальном университете. В Канаде он познакомился с младшим лаборантом Содди.



— Младший лаборант — это на одну ступеньку выше дворника? — спросил Андрей.

Дзинтара улыбнулась:

— За пять лет совместной работы, к 1903 году, Резерфорд и Содди создали теорию радиоактивного распада — так называемое правило Резерфорда — Содди. Тогда царило мнение о неделимости и неизменности атомов. Молодые исследователи опровергли это мнение, утверждая: «В результате атомного превращения образуется вещество совершенно нового вида, полностью отличное по своим физическим и химическим свойствам от первоначального вещества».

Одно из открытий Резерфорда началось с того, что сквозняк менял показания прибора. Один из сотрудников измерял радиоактивность тория с помощью электроскопа. Оказалось, что результаты эксперимента зависят от того, открыта или закрыта дверь в лабораторию.

— Какая-то мистика! — воскликнул Андрей. — Радиоактивность — явление на уровне атомного ядра, повлиять на него можно только с помощью... ну, например, атомного реактора. Сквозняк и радиоактивность никак не связаны!

— Не совсем так. Резерфорд начал исследовать «явление сквозняка» и догадался, что радиоактивный торий испускает газ — торон, тоже радиоактивный. Сдувая этот газ, сквозняк

менял показания прибора! В науке не бывает мелочей, учитывать надо всё, вплоть до случайного ветерка. Позже выяснилось, что торон является одним из изотопов радиоактивного инертного газа радона.

После этих открытий, уже через несколько лет, в 1910 году, младший лаборант Содди стал академиком, или членом Королевского общества, а потом – нобелевским лауреатом.

– Вот как помогла ему дружба с сыном новозеландского фермера! – засмеялась Галатея.

– Эрнст Резерфорд тоже приобрел широкую известность и был выбран академиком в 1903 году. После восьми с лишним лет работы учёный покинул Канаду и триумфально вернулся в Англию. Весной 1907 года он начал работать профессором в Манчестерском университете, получая в два с половиной раза больше, чем в канадском университете. В следующем, 1908 году ему присудили Нобелевскую премию «за проведённые им исследования в области распада элементов в химии радиоактивных веществ». Узнав о премии, которую присудили почему-то по химии, а не по физике, Резерфорд произнёс ехидную крылатую фразу: «Вся наука – или физика, или коллекционирование марок».

В Манчестерском университете Резерфорд создал новую лабораторию, которая затмила своими результатами Кавендишскую. Кто-то сказал профессору:

– Вы – счастливый человек... Всегда на гребне волны!

– Да, но я сам и поднимаю эту волну, не так ли? – откликнулся самоуверенный Резерфорд.

Учёный из России, Пётр Капица, который работал в лаборатории Резерфорда, дал ему прозвище Крокодил. Капица так объяснял придуманное им прозвище: «Это животное никогда не поворачивает назад и потому может символизировать резерфордовскую проницательность и его стремительное продвижение вперёд».

Свой главный научный результат Резерфорд получил уже после присуждения Нобелевской премии. По его предложению в 1908 году физики Гейгер и Марсден стали изучать процессы рассеяния альфа-частиц на тонкой золотой фольге и получили загадочный результат: примерно 10 000 альфа-частиц пролетали сквозь фольгу, слегка отклоняясь от своего пути, но одна из них отклонялась сильно – вплоть до того, что летела назад.

– А что здесь загадочного? – спросила Галатея.

– Согласно Томсону, атом представлял собой рыхлое, положительно заряженное облако с вкраплениями электронов. Облако должно быть размером с атом. Электроны, которые весили в семь тысяч раз меньше, чем альфа-частицы, никак не могли отклонить их назад. Ещё с меньшим успехом это могло сделать рыхлое облако с положительным зарядом. Эрнст Резерфорд писал про отражение назад альфа-частиц: «Это было почти столь же невероятно, как если бы вы стреляли 15-дюймовым снарядом в кусок тонкой бумаги, а снаряд возвратился бы к вам и нанёс удар».

– Что такое 15-дюймовый снаряд? – влезла Галатея с посторонним вопросом.

Андрей поднял глаза к потолку, вздохнул и сообщил:

– Это снаряд из пушки с диаметром дула почти в 40 сантиметров.

– Ого... – испуганно притихла Галатея.

Дзинтара невозмутимо продолжила:

– Томсона итоги эксперимента не обескуражили:

он полагал, что большое количество мелких отклонений может, суммируясь, развернуть некоторые альфа-частицы. Но его мнение не было подкреплено расчётом и не удовлетворяло цепкого и упрямого Резерфорда-Крокодила.

В 1904 году японский физик Нагаока предложил другую планетарную модель атома: в её центре находилось массивное положительное ядро, а вокруг, как кольца Сатурна вокруг планеты, вращались электроны. Резерфорд долго размышлял над результатами Гейгера и Марсдена и в 1911 году предложил свою планетарную модель атома, в которой крошечное положительное ядро было в десять тысяч раз меньше самого атома, но, благодаря своей массе и сильному электрическому полю, оно могло развернуть быстро летящие альфа-частицы.

– Верно! – просиял Андрей. – Ведь чем меньше радиус, тем сильнее поле. Это правило действует и для чёрных дыр, и для атомных ядер! Только поля у них разные – гравитационное и электрическое.

– Молодец, Андрей! – в свою очередь просияла Дзинтара. – Ты быстро соображаешь!

Галатея недовольно покосилась на брата.

– Не перебивай!

– Ничего, – успокоила её Дзинтара, – интересно же по ходу сказки обсуждать самые важные моменты. Итак, Резерфорд предложил свою модель атома. С одной стороны, он был ею очень доволен: «Теперь я знаю, как выглядит атом!» С другой – учёный рассматривал её как... рабочую модель, которая помогает объяснить интересные эксперименты, но которой далеко до настоящей теории. Однако среди учеников Резерфорда был человек, принявший всерьёз модель атома, созданную учителем.

– Кто это? – заинтересовалась Галатея.

– Это уже новая история, которую вы услышите завтра. А сегодня пора спать.

Дзинтара закрыла книжку, несмотря на протестующие голоса детей, и улыбнулась:

– Не надо спешить! Терпение нужно не только учёным.



### *Примечания для любопытных*

**Хантаро Нагаока** (1865–1950) – известный японский физик. В 1904 году предложил первую планетарную модель атома с массивным положительным ядром и вращающимися вокруг него, как кольца Сатурна, отрицательными электронами.

**Эрнст Резерфорд** (1871–1937) – знаменитый британский физик из Новой Зеландии. Лауреат Нобелевской премии по химии (1908). Экспериментально доказал наличие крошечного плотного и тяжёлого ядра внутри сравнительно большого и почти пустого (в остальных областях) атома. Создатель известной школы физики: 12 учеников Резерфорда стали нобелевскими лауреатами.

**Фредерик Содди** (1877–1956) – известный британский радиохимик, лауреат Нобелевской премии по химии (1921).

**Пётр Капица** (1894–1984) – знаменитый советский физик. Работал вместе с Резерфордом в 1921–1934 годах. Лауреат Нобелевской премии по физике (1978).

**Ганс Гейгер** (1882–1945) – известный немецкий физик, работавший с Резерфордом. Создатель счетчика Гейгера (или Гейгера – Мюллера).

**Эрнст Марсден** (1889–1970) – известный английский физик, работавший с Резерфордом.

### **Сказка о суперсыщике Нильсе Боре, который отыскал связь между атомом Резерфорда, линиями Фраунгофера и кривой Планка**

Тёмные полосы в солнечном спектре, открытые Фраунгофером, оказались супертайной. Всё было неизвестно: откуда они берутся; почему тёмные, а не светлые; чем обусловлена степень их темноты и что определяет их расположение в радуге спектра, то есть – что задаёт длину волны этих линий.

Длина волны стала практически единственной точной величиной, характеризующей спектральную линию. Сначала казалось, что тёмные полосы в солнечном спектре расположены случайно. Но постепенно выяснилось, что это не так. Длины волн линий, связанных с водородом, подчинялись простым закономерностям и могли быть описаны

несложной математической формулой, которая позволяла вычислить длины волн целой серии спектральных линий. Различные серии спектральных линий были открыты швейцарским математиком Бальмером, американским физиком Лайманом, немецким учёным Пашеном. Все известные серии водородных линий обобщил шведский исследователь Ридберг в красивой формуле:

$$1/\text{Длина волны} = R (1/N^2 - 1/K^2).$$

Длина волны зависела от целых чисел  $N$  и  $K$ . Если положить  $N = 1$ , то изменение  $K$  от 2 до  $\infty$  (в математике этот значок означает бесконечность) давало серию линий Лаймана. Для  $N = 2$  и  $K$  от 3 до  $\infty$  получалась серия Бальмера. А  $N = 3$  и  $K$  от 4 до  $\infty$  соответствовали линиям Пашена.  $R$  была константой, которая вычислялась при сравнении формулы Ридберга с реальным спектром.

Почему линии спектра водорода строго следуют простым числовым соотношениям? Это было загадкой. Её решением занялись физики-атомщики.

– Почему они? – удивился Андрей. – Какая связь между линиями Фраунгофера и радиоактивными веществами?

Дзинтара усмехнулась:

– Действительно, линии Фраунгофера – это солнечный свет и стеклянные призмы. Атомная физика Резерфорда – это высокое напряжение, гудящие вакуумные насосы и опасные радиоактивные вещества, от которых приходится отгораживаться свинцовыми пластинами, – ничего похожего на солнечные исследования Фраунгофера! Тем не менее между ними существовала тесная и таинственная связь, но, чтобы её раскрыть, понадобился не просто сыщик, а суперсыщик!

– Космический суперсыщик!

– Верно. Такой суперсыщик родился в семье академика Датской королевской академии. Его звали Нильс, и у него был брат Харальд. В доме отца Нильса собирались друзья-учёные и вели длинные беседы. Не многим детям посчастливилось слушать споры четырёх академиков: философа, биолога, лингвиста и физика. Может, именно благодаря этим беседам умных и разносторонних людей Нильс приобрёл удивительную широту взглядов и смелость мышления.

Нильс так хорошо учился по физике и математике, что уже в школе критиковал учебник физики – за то, что тот неправильно трактовал отдельные вопросы. Зато сочинения вызывали у него настоящую проблему. Бор был немногословен и иногда сдавал сочинение, состоящее из пары фраз.

В университете Нильс был «тяжёлым» студентом. Если по лаборатории прокатывался гулкий взрыв, преподаватель химии Бьеррум, даже не поворачивая головы в сторону виновника, сокрушённо говорил: «Это Бор».

Нильс Бор стал физиком и приехал в знаменитую Кавендишскую лабораторию к Томсону. Юноша был вдохновлён тем, что попал в легендарный Кембридж, где работали Ньютон и Дарвин, Максвелл и Рэлей. Но Бор не понравился Томсону: молодой датчанин начал с того, что дал своему новому руководителю отпечаток статьи самого Томсона, где Бор тщательно отметил все ошибки корифея физики.

– Плохой старт! – засмеялся Андрей.

– Через год Бор переехал в Манчестер – к Резерфорду, создателю планетарной модели атома. Там ему было гораздо интереснее, чем у Томсона. Бор отнесся к качественной, ещё не получившей математического описания модели атома Резерфорда серьезнее, чем сам Резерфорд. Бор считал, что на её основе можно создать детальную теорию атома. Сам же Резерфорд, чистый экспериментатор, полагал, что нужно ещё поднакопить экспериментальных данных.

В разгар этих споров и размышлений Бор должен был уехать из Манчестера, потому что в Копенгагене на 1 августа 1912 года была назначена его свадьба с прекрасной девушкой Маргарет. После свадьбы молодожёны планировали отправиться в путешествие по Норвегии. Бор решил совместить научные интересы с личными и уговорил Маргарет поехать

в свадебное путешествие в Шотландию, по дороге навестив Резерфорда. В результате молодые сначала остановились в Кембридже, где Нильс неделю доделывал статью, а Маргарет писала под диктовку и правила его английский. Затем они отправились в Манчестер, к Резерфорду, и вручили ему плод своего совместного труда. Сотрудники Резерфорда были потрясены тем, что их старый приятель, «простак датчанин», отхватил такую красавицу. Лишь после этого молодожёны отправились в двухнедельное свадебное путешествие по Шотландии.



– Все учёные такие... странные? – озадаченно спросила Галатея.

Дзинтра тяжело вздохнула, подняла глаза к потолку, что-то прикинула в уме и коротко ответила:

– Многие.

Она снова уткнулась в книжку.

– Осенью 1912 года Бор начал работать внештатным преподавателем в Копенгагенском университете. В течение года он написал и опубликовал три статьи, которые стали основой атомной физики и вехой в истории естествознания. Бор соединил не только строение атома и линии Фраунгофера, но и добавил в свою теорию, на первый взгляд совсем далёкую от них, плавную кривую Планка, которая описывала непрерывный спектр звёзд и электролампочек.

– Как он смог? – поразила Галатея. – Объединить атом Резерфорда, линии Фраунгофера и электроламповую кривую Планка?

– Вообще говоря, этого никто не знает – как учёному приходит в голову гениальная идея, объединяющая столько разнородных физических фактов. Но Бору это удалось: он взял модель атома Резерфорда для водорода, где был всего один электрон, и ввел два существенных отличия планетарной модели атома от реальной Солнечной системы. Одно предположение накладывало запрет на свободное расположение орбит: если в Солнечной системе планеты могут вращаться по любым орбитам, в атоме их набор стал жёстко заданным. Зато второе предположение давало электронам невиданную ранее свободу: если реальные планеты, выбрав в момент рождения какую-то орбиту, оставались прикованы к ней

навечно, то в атоме Бора электроны могли прыгать с орбиты на орбиту, словно птички по жёрдочкам.

– Птички на жёрдочках! – развеселилась Галатей.

– Да, трудно представить, что Юпитер скачет сначала на орбиту Марса, а потом прыгает в гости к Нептуну! – усмехнулся Андрей.

– Верно, способность к перемене орбит стала кардинальным отличием электрона в атоме от реальной планетной системы. Кроме того, Бор предположил, что в случае прыжка с верхней орбиты на нижнюю электрон выпускает порцию энергии в виде света или электромагнитного излучения. Перейти с нижней орбиты на верхнюю электрон может, только поглотив аналогичную порцию внешнего излучения. Частоту этого излучения Бор умножил на постоянную Планка и получил величину, которую счёл разницей в энергии между орбитами. Тем самым он неожиданно для самого себя объяснил существование серий спектральных линий Бальмера и Лаймана и даже вывел формулу Ридберга, выразив константу Ридберга через фундаментальные физические постоянные.

– Ой, для меня это тоже неожиданно! Как же он объяснил существование этих линий? – всполошилась Галатей.

– Представьте себе десяток жёрдочек. Нижняя имеет первый номер, верхняя – десятый. Пусть по этим жёрдочкам прыгают весёлые птички – синички. Каждый прыжок птички вниз дает излучение определённой длины волны – спектральную линию. Чем больше расстояние между жёрдочками, тем больше энергия излучения – и, по формуле Планка, меньше его длина волны. Пусть на жёрдочках с номерами от двух до десяти сидит по птичке. И пусть каждая из них спрыгнет на пустую нижнюю орбиту-жёрдочку с номером один. Это породит серию ультрафиолетовых линий – серию Лаймана. Если же птички, сидящие на орбитах с третьей по десятую, перескочат не на первую, а на вторую орбиту, энергия излучения будет поменьше – это серия Бальмера из видимого диапазона. А если заставить птичек с орбит четыре – десять перепрыгнуть на орбиту три, мы получим инфракрасную серию линий Пашена.



– Вот оно что! Это не планетарная, а синичная модель атома! – прошептала поражённая Галатея.

– Если мимо наших жёрдочек будет пролетать световой квант подходящей энергии, синичка сможет поймать его и перепорхнуть на более высокую жёрдочку. Такие пойманные в атоме кванты света приведут к появлению тёмных линий Фраунгофера на фоне сплошного спектра. Если посмотреть на формулу Ридберга в свете модели атома Бора, то станет понятно, что число  $N$  – это номер орбиты, на которую перепрыгивают синички-электроны, а  $K$  – номер орбиты, на которой они сидели раньше. Конечно, число электронных орбит не ограничивается десятью – их бесконечно много, поэтому число  $K$  может увеличиваться до бесконечности, но формула Ридберга и правила Бора по-прежнему будут выполняться.

Интересно, что ещё в начале 1913 года Бор писал Резерфорду и своему другу Хевеши, который был пионером в использовании радиоактивных изотопов в биологических исследованиях, что не занимается вычислением частот наблюдаемых спектральных линий. Но ранней весной 1913 года на глаза Бору попала книжка, где популярно объяснялись законы спектральных линий и приводилась формула Бальмера. Бора озарило – он понял, что закономерности расположения спектральных линий являются ключом к пониманию атома. Впоследствии он вспоминал, что, как только увидел формулу Бальмера, ему всё стало ясно.

– Вот так просто – увидел и понял? – недоверчиво спросила Галатея.

– Конечно, нет! Нужно долго и упорно думать над проблемой, чтобы она могла быстро решиться внезапным озарением. Новая теория Нильса Бора противоречила классической физике, потому что гласила: на стабильных орбитах электроны не излучают. А теория Максвелла утверждала, что заряженные частицы,двигающиеся по кругу, должны излучать. Бор утверждал: электроны могут испускать и поглощать только определённые порции энергии – световые кванты. Это тоже было странно и необычно для классических физиков, привыкших к непрерывным и ничем не ограниченным процессам. Но Бор знал о квантах Планка и показал, что атом и электронные структуры в нём построены на квантовании энергии. Теория Планка, созданная для свечения электролампочек, отвечала и за самые тонкие внутриатомные процессы.

Резерфорд отнесся к модели Бора с интересом, хотя заметил, что она не лишена противоречий, базируясь одновременно и на квантовой идее Планка, и на классической механике. Профессор написал Бору: «Ваши мысли относительно причин возникновения спектра водорода очень остроумны и представляются хорошо продуманным и, однако, сочетание идей Планка со старой механикой создает значительные трудности для понимания того, что же всё-таки является основой такого рассмотрения. Я обнаружил серьёзное затруднение в связи с Вашей гипотезой, в котором Вы, без сомнения, полностью отдаёте себе отчёт; оно состоит в следующем: как может знать электрон, с какой частотой он должен колебаться, когда он переходит из одного стационарного состояния в другое? Мне кажется, что Вы вынуждены предположить, что электрон знает заблаговременно, где он собирается остановиться».

Корифеи науки Томсон и Рэлей не приняли новые идеи Бора. Лорд Рэлей высказал такое мнение о работе молодого датчанина: «Я её просмотрел, но не вижу, чем бы она могла быть мне полезна. Не берусь утверждать, что открытия так не делаются. Может быть, и делаются. Но меня это не устраивает». Эйнштейн заявил: «Если всё это правильно, то здесь – конец физики». Тем не менее много позже тот же Эйнштейн напишет, отдавая должное модели Бора: «Мне всегда казалось чудом, что этой колеблющейся и полной противоречий основы оказалось достаточно, чтобы позволить Бору – человеку с гениальной интуицией и тонким чутьем – найти главнейшие законы спектральных линий и электронных оболочек атомов, включая их значение для химии. Это мне кажется чудом и теперь. Это – наивысшая музыкальность в области мысли».



Многие видные учёные, такие как Джинс и Лоренц, сразу заинтересовались новой теорией – уж очень изящно она объяснила спектральные линии водорода и водородоподобных атомов.

– Да, синички на жёрдочках – это красиво! – подтвердила Галатея.

– В середине сентября 1913 года в Англии проходила научная конференция, на которой присутствовали такие корифеи науки, как Томсон, Рэлей, Мария Кюри, Джинс и Лоренц. Дискуссия велась, в основном, вокруг только что опубликованных статей Бора.

Джинс во вступительном докладе отметил: «Доктор Бор пришёл к чрезвычайно остроумному, оригинальному и, можно сказать, убедительному толкованию законов спектральных линий».

В ответ на скепсис аудитории он решительно заявил:

«...важным подтверждением правильности этих предположений является тот факт, что они действуют на практике».

Интерес к теории Бора ничего не изменил в положении молодого преподавателя. В марте 1914 года Бор с горечью написал своему шведскому другу: «Занимаемая мною должность не предусматривает предоставления мне какой-либо лаборатории... Мои обязанности сводятся к преподаванию физики студентам-медикам и не имеют ничего общего с научными исследованиями; у меня нет никакой возможности получить учеников или ассистентов». Бор сообщил, что добивается открытия вакансии преподавателя по теоретической физике, но «факультет постоянно противится учреждению этой должности».

Бор оказался не только гениальным учёным, но и прекрасным организатором. За несколько лет он преодолел консерватизм датских научных кругов, стал профессором физики и добился выделения средств на создание современной лаборатории.

К 1920 году Нильс Бор сумел построить в Копенгагене Институт теоретической физики, который на многие десятилетия стал центром притяжения физиков-теоретиков и сейчас носит имя учёного. В 1922 году ему дали Нобелевскую премию по физике, а химический элемент номер 107, полученный в 1976 году в Дубне, назвали борием.

У Бора были свои представления о смелости научных теорий. Однажды он сказал знаменитому Паули про его новую теорию, которую тот изложил на семинаре: «Мы все считаем, что ваша теория безумна. Единственно, что нас беспокоит, – достаточно ли она безумна, чтобы быть правильной».

Ландау сказал про Бора: «У него была абсолютная безбоязненность нового, пусть самого невероятного и фантастического, на первый взгляд... У него был вечно молодой мозг».

Бор вошёл в историю как человек, сумевший проникнуть в главную тайну природы, связать строение крошечного атома и излучение огромных звёзд, перебросить мост между берегом старой классической физики и новой неизвестной землёй – квантовой физикой. По этому мосту устремилась армия молодых учёных, которые за несколько лет создали новую физику. Бурное время создания квантовой картины мира сейчас называют научной революцией.

Хотите узнать, что открыли учёные на новом берегу квантовой механики?

– Да! – воскликнула Галатея.

– Тогда поговорим об этом завтра.

### *Примечания для любопытных*



**Нильс Бор** (1885–1962) – гениальный датский физик, один из основателей современной науки. Лауреат Нобелевской премии по физике (1922).

**Иоганн Бальмер** (1825–1898) – швейцарский математик и физик. В 1885 году вывел формулу, описывающую расположение спектральных линий водорода в видимом диапазоне (серия Бальмера).

**Теодор Лайман** (1874–1954) – американский физик, вместе с Виктором Шуманом (1841–1913) открывший в 1906 году серию ультрафиолетовых линий водорода (серия Лаймана).

**Фридрих Пашен** (1865–1947) – немецкий физик, в 1908 году открывший инфракрасную серию линий водорода (серия Пашена).

**Иоганн Ридберг** (1854–1919) – шведский физик, который вывел общую формулу, описывающую длины волн для всех серий спектральных линий водорода и водородоподобных атомов.

**Дьёрдь де Хевеши** (1885–1966) – известный венгерский химик, один из открывателей химического элемента гафния. Лауреат Нобелевской премии по химии (1943).

**Хендрик Лоренц** (1853–1928) – нидерландский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии по физике (1902), вместе с Питером Зееманом.

**Вольфганг Паули** (1900–1958) – знаменитый немецкий физик, один из создателей квантовой механики. Лауреат Нобелевской премии по физике (1945).

**Лев Ландау** (1908–1968) – знаменитый советский физик-теоретик. Считал себя учеником Бора, с которым работал в Копенгагене. Лауреат Нобелевской премии по физике (1962).

### **Сказка о герцоге де Бройле, который открыл самые странные волны в мире**

Дзинтара открыла книгу и прочитала:

– «Что вы думаете, принц, об этих странных квантах господина Планка?

– Я решил посвятить все свои силы выяснению истинной природы этих таинственных квантов, глубокий смысл которых ещё мало кто понимает.

– Это смелый шаг, принц!»

Галатея вытаращила глаза:

– Ты что читаешь? Здесь сказки слишком перепутались с наукой! Разве принцы обсуждали квантовые проблемы?

– Да, по крайней мере один из них, – Луи де Бройль, рожденный в династии французских герцогов и носивший титул князя, или принца Священной Римской империи. Семья герцогов де Бройль была богата и влиятельна, и Луи, младшему из пятерых детей, прочили большое политическое будущее. Но юного принца не привлекала военная и дипломатическая карьера, привычная для представителей его рода. Вместо этого, прочитав записи дискуссии Сольвеевского конгресса 1911 года, где обсуждались кванты Планка, девятнадцатилетний принц решил посвятить себя теоретической квантовой физике.

– Видимо, он счёл это достаточно аристократическим занятием, – решила Галатея.

– Сестра Луи де Бройля, графиня де Панж, писала в своих мемуарах про превращение принца в учёного: «Дружелюбный и очаровательный маленький князь, которого я знала на протяжении всего детства, навсегда исчез. С решимостью и поразительной смелостью он постепенно, с каждым месяцем, превращал себя в строгого учёного, ведущего монашескую жизнь».

Луи закончил университет в 1913 году, но вскоре началась Первая мировая война, которая прервала его научные занятия. Луи отслужил шесть лет в армии и лишь после этого вернулся к любимой физике. В 1924 году он написал диссертацию «Исследование теории квантов», где высказал поразительную по смелости идею. Известно, что свет обладает не только характеристиками волны, но и свойствами частиц, или квантовыми свойствами. Де Бройль предположил, что и материальные частицы – например, электроны – тоже обладают как свойствами частиц, так и волн.

– Частицы обладают свойствами волн? – не поверила услышанному Галатея.

– Да, причём любые. Учёный приравнял энергию частицы к известному планковскому выражению  $h\nu$  и получил, что чем больше энергия частицы, тем больше частота её волны, а значит, длина волны меньше. Только волна эта не обычная, не похожая на электромагнитную.



Её нередко называют «волной вероятности»: она описывает вероятность нахождения частицы или любого тела в той или иной точке пространства.

– Я тоже обладаю волновыми свойствами? – удивился Андрей.

– Да, и ты тоже. Но волна, соответствующая такому большому телу, как твоё, очень короткая и не может быть измерена обычными методами, зато волновые свойства электрона засечь возможно.

– Я полагаю, что моя волна гораздо больше, чем волна Андрея, – заявила Галатея.

– Конечно, ведь твоя масса меньше, – согласился брат.

– Не только поэтому! – хитро улыбнулась сестра. – Ты ещё очень твёрдый и неподатливый. А я... а я... вся воздушная и волнистая!

Дзинтара продолжила:

– Ученик и сотрудник де Бройля Жорж Лошак писал о стиле работы своего учителя: «Для Луи де Бройля характерно интуитивное мышление посредством простых, конкретных и реалистических образов, присущих трёхмерному физическому пространству... Отдавая себе отчёт в силе и строгости абстрактных рассуждений, он вместе с тем убеждён в том, что вся суть всё-таки в конкретных образах, всегда неясных и неустойчивых, без конца пересматриваемых и чаще всего отвергаемых как более или менее ложные... Для де Бройля понимать – значит наглядно представлять».

В 1920-х годах диссертация де Бройля действительно выглядела необычной – в ней был минимум математики и гениальное понимание сути процесса вместе с его наглядным представлением. В это время в теоретической физике царили сложные математические теории вроде общей теории относительности. В середине 1920-х годов за развитие квантовой механики взялись такие люди, как Шрёдингер, который воспользовался идеей де Бройля для развития волновой теории электрона; Дирак, Гейзенберг и многие другие, применявшие в своих исследованиях самые разнообразные и очень сложные математические методы. Работа де Бройля оказалась, наверное, последней в теоретической физике, где важные выводы были достигнуты сочетанием скромной математики и смелого мышления.

Эйнштейн рекомендовал Макс Борну диссертацию де Бройля в таких выражениях: «Прочтите её! Хотя и кажется, что её писал сумасшедший, написана она солидно». Сам де Бройль писал в своей книге «Революция в физике»: «Но если осторожность – мать безопасности, то судьба улыбается лишь отважным».

Научная смелость де Бройля была в какой-то степени связана с его финансовой независимостью. Один из учёных начала XXI века, пожелавший остаться анонимным, сказал: «Жил бы де Бройль на гранты, чёрта с два он сказал бы, что „частица – это волна“!»

Де Бройль предположил, что раз электрон имеет свойства волны, то он должен быть подвержен явлению дифракции, типичной для световых волн. Верность вывода учёного о волновых свойствах частиц подтвердили эксперименты американских физиков Дэвиссона и Джермера в 1926 году. Они показали, что тонкий пучок электронов, падая на кристаллическую решётку никеля, отражается от неё точно так же, как рентгеновское излучение с той же длиной волн.

– То есть длина волны у электрона такая же заметная, как и у рентгеновского излучения? – уточнил Андрей.

– Да. Независимо от Дэвиссона и Джермера дифракционные свойства электрона продемонстрировал англичанин Джордж Томсон, сын знаменитого открывателя электрона Джозефа Томсона. К настоящему времени открыто немало примеров проявления волновых свойств электронов и других частиц. Сейчас волны де Бройля интерпретируются как волны вероятности, описывающие распределение частицы, например электрона, в пространстве. Положение электрона принципиально непредсказуемо, «размазано» по пространству. Такова современная интерпретация, но пока никто в мире не может утверждать, что это последнее слово в квантовой механике. Часть учёных продолжают думать вслед за Эйнштейном, что должна существовать детерминистическая теория движения электрона, избавленная от принципиальной случайности.



– Что такое детерни... детерминистическая теория? – спросила Галатея.

– Это такая теория, которая может точно вычислить будущее положение и скорость тел: например, небесная механика – детерминистическая: она способна с огромной точностью рассчитать, где будут располагаться планеты Солнечной системы через сто или тысячу лет. Эйнштейн полагал, что случайность и непредсказуемость присутствует в квантовой механике только из-за непонимания глубинных механизмов динамики квантовых систем.

Трудно сказать, кто окажется прав в данном споре.

Вероятно, квантовые случайности сохранятся и на следующем витке понимания в теоретической физике. Зато мы лучше поймём, что такое волна вероятности, в каком виде в ней существует частица и почему она с такой легкостью и скоростью может выныривать в любой точке волны де Бройля – словно дельфин из настоящей морской волны. Может, для того, чтобы ответить на эти вопросы, нужен новый де Бройль – учёный, который будет способен не только на математические выкладки, но и на глубокое и наглядное проникновение в суть физического процесса.

– Может быть... – загадочно ответила Галатея с горящими глазами, в которых совсем не было сна.



*Примечания для любопытных*

**Луи-Виктор-Пьер-Раймон де Бройль** (1892–1987) – знаменитый французский физик, принц и седьмой герцог де Бройль, выдвинувший концепцию волн материи, которая стала одной из основ квантовой механики. Лауреат Нобелевской премии по физике (1929).

**Сольвеевские конгрессы** – конгрессы по физике и химии, каждые три года проводимые в Брюсселе. Первый Сольвеевский конгресс состоялся в 1911 году по личной инициативе и на средства бельгийского учёного и промышленника Эрнста Сольве (1838–1922). Первый конгресс был посвящен теме квантов Планка: «Действительно ли нужно прибегать к квантовому описанию мира?» и стал поворотным пунктом в развитии физики XX века.

**Жорж Лошак** (1930) – французский физик, сотрудник де Бройля. Глава Фонда де Бройля.

Дифракция – огибание препятствия волнами. Благодаря дифракции свет проникает в зоны тени, куда идеальный прямой луч проникнуть не может.

**Клинтон Дэвиссон** (1881–1958) – известный американский физик, открывший дифракцию электронов на кристаллической решётке (опыт Дэвиссона – Джермера), что подтвердило существование волн де Бройля. Лауреат Нобелевской премии по физике (1937), вместе с Джорджем Томпсоном.

**Лестер Джермер** (1896–1971) – американский физик, соавтор Дэвиссона по открытию дифракции электронов, что доказало концепцию корпускулярно-волнового дуализма, предложенную де Бройлем.

**Джордж Томпсон** (1892–1975) – известный британский физик, подтвердивший на опыте волновые свойства электрона. Лауреат Нобелевской премии по физике (1937), вместе с Клинтоном Дэвиссоном.

### **Сказка об очень умном физике Гейзенберге, который ничего не знал наверняка**

Вечерние горы подёргивались прохладным туманом, по зелёным пологим пастбищам бродили коровы, позвякивая шейными колокольчиками и похрустывая свежей травой. На лугу высились стога сена, заготовленные на зиму. В одном из стогов лежал светловолосый подросток и читал книгу философа Канта. Где-то вдаль стреляли пушки и рвались снаряды, а мальчик лежал и читал про законы звёзд и про этические постулаты. Он не знал, что ждёт впереди его самого, его страну и весь мир. Но мы знаем, что скоро кончится эта война, но она будет далеко не последней; мы знаем, что в ближайшие десятилетия мир изменится до неузнаваемости – благодаря и тому, что мальчик по имени Вернер лежит и читает Канта для собственного удовольствия...

В конце XIX века жил-был в Германии учёный Август Гейзенберг, который занимался самым тихим и несовременным занятием в мире – изучал старые византийские рукописи, написанные на древнегреческом языке. Он ездил в Италию и Грецию для их исследования и преподавал историю студентам в университете.

У него было два сына – Эрвин, который стал химиком, и Вернер, увлечённый математикой и физикой. И надо же было такому случиться, что в семье человека, больше всего ценившего невозмутимость исторических событий, вырос бунтарь, который изменил ход истории в совсем юном возрасте.

Возможно, разгадка кроется в том, что юность Вернера Гейзенберга пришлась на бурный революционный период в истории Германии. Весной 1918 года Вернера с другими 16-летними школьниками отправили на ферму работать, помогая воюющей Германии. Вернер был не похож на других мальчиков и успевал после работы на ферме читать философов – Платона и Канта, очень трудных для понимания среднего человека. После Первой мировой войны в Германии наступил период политической нестабильности, общественного брожения и страстных митингов. В 1919 году Вернер посещал собрания молодёжного движения, где он выслушал немало горячих выступлений против общественных традиций и предрассудков. Но и сейчас он оказался не похож на остальных подростков – и в это революционное время увлёкся больше всего физикой и математикой.

Во время долгой болезни, ещё будучи школьником, Вернер Гейзенберг прочёл сложную книгу Германа Вейля «Пространство, время и материя» и впечатлился мощью описанных математических методов. Его выдающиеся знания были отмечены на выпускном экзамене гимназии.

В 1920 году Вернер поступил в Мюнхенский университет, став учеником профессора Зоммерфельда и окунувшись в мир современной теоретической физики. В 1923 году он подготовил диссертацию по теоретической гидродинамике, но не учёл, что для получения степени необходимо сдать экзамен и по экспериментальной физике. В результате он не смог ответить ни на один вопрос старого и дотошного профессора Вина – ни о разрешающей способности микроскопа, ни о принципах работы свинцового аккумулятора.

– Да, свинцовые аккумуляторы могут утопить любого теоретика! – хихикнул Андрей.

– Только заступничество профессора Зоммерфельда спасло диссертанта от полного провала. Получив степень, Вернер с головой погрузился в новую квантовую физику и стал ассистентом Макса Борна в Гёттингене – вместе с другим ассистентом, Паули. Борн вспоминал Гейзенберга: «Он был похож на простого крестьянского парня, с короткими светлыми волосами, ясными живыми глазами и чарующим выражением лица. Он выполнял свои обязанности ассистента более серьёзно, чем Паули, и оказывал мне большую помощь. Его непостижимая быстрота и острота понимания всегда позволяли ему проделывать колоссальное количество работы без особых усилий».

Гейзенберг поработал и у Нильса Бора в Копенгагене. Но скромный парень быстро перерос роль ассистента. В 1925 году в возрасте 23 лет Вернер создал новую квантовую механику на основе математических матриц. Она была уже совсем независима от классической физики и стала вехой в квантовой научной революции.

– В 23 года! – поразилась Галатея. – А что такое матрицы?

– Матрицами называют прямоугольные таблицы из чисел. Гейзенберг предположил, что любой физической величине, которую можно наблюдать в эксперименте, соответствует своя матрица. Молодой учёный сумел описать квантовые скачки в атоме Бора и любые изменения в состоянии квантомеханических систем с помощью математических операций над матрицами.

Через полтора года, в начале 1927-го, Гейзенберг вывел квантовое соотношение неопределённости, которое стало знаковым для современной науки. Соотношение гласило, что наш мир принципиально неточен: мы не можем знать одновременно с хорошей точностью импульс и положение любого объекта, например электрона. Если мы точно измерим его импульс, то утратим информацию о его положении. Если точно измерим координаты электрона, то потеряем возможность определить его импульс или скорость.

– То есть учёные ничего не могут знать наверняка? – поразилась Галатея. – Как бы они ни старались, в их измерениях всегда будут ошибки?!

– Да. Неопределённость в координатах электрона, умноженная на ошибку в его импульсе, равна постоянной Планка – и это соотношение неопределённостей Гейзенберга прекрасно дополнило концепцию де Бройля о частицах как о волнах. Если мы попробуем захватить частицу в хитрую ловушку-прибор, то есть точно зафиксировать её местоположение, ошибка в определении её импульса станет бесконечно большой.

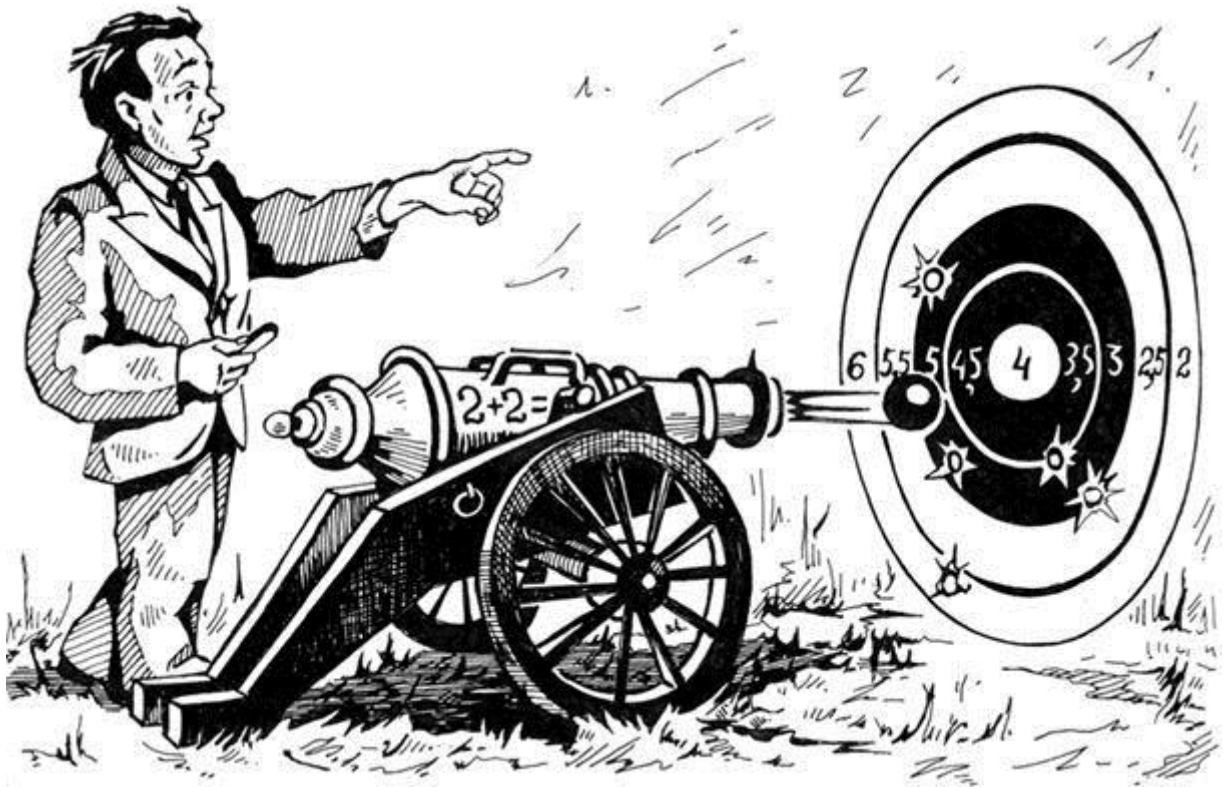
– Информация уходит сквозь пальцы, как волна! – хихикнула Галатея.

Андрей заявил:

– Очень похоже, что Галатея тоже подчиняется этому соотношению, – Дзинтара улыбнулась, глядя на возмущённую дочь:

– Соотношение неопределённостей Гейзенберга трактуют и так: для измерения параметров квантовой системы требуется вмешательство прибора в систему, и это вмешательство так искажает характеристики квантовой системы, что она забывает своё первоначальное состояние – и мы утрачиваем возможность его узнать.





Галатея, подчёркнуто игнорируя брата, обратилась к матери:

– Мама, судя по этим историям, учёные-теоретики делают свои работы в очень молодом возрасте. Но ведь с годами опыт и знания растут, и открытий должно становиться больше.

– Давно замечено, что самый плодотворный возраст теоретика – первые несколько лет после окончания университета. Для теоретических открытий важен не только опыт и знания, но и смелость молодости, свежий взгляд. Пожилой человек с трудом идёт на изменение истин, с которыми он долго жил.

Успехи Вернера Гейзенберга не остались незамеченными: университеты наперебой приглашали его занять профессорскую должность. В октябре 1927 года в возрасте 25 лет Вернер стал профессором теоретической физики в Лейпцигском университете.



– Теперь к нему никто не мог пристать со свинцовыми аккумуляторами! – удовлетворенно отметила Галатея.

– Гейзенберг был демократичным и весёлым человеком, после научных занятий с азартом играл в настольный теннис. Его первый ученик – Феликс Блох, впоследствии ставший лауреатом Нобелевской премии по физике за 1952 год, вспоминал: «Если я должен выбрать единственное из его великих качеств как учителя, то это было бы его необычайно позитивное отношение к любому прогрессу и его поощрение в этой связи... Одной из наиболее удивительных особенностей Гейзенберга была почти безошибочная интуиция, которую он проявлял в своём подходе к физической проблеме, и феноменальный способ, с помощью которого решения как будто падали с неба».

Биографы Гейзенберга – Мотт, лауреат Нобелевской премии по физике за 1977 год, и Пайерлс, ещё один его ученик, – в книге, посвящённой великому учёному, писали о периоде, когда он создал квантовую механику и стал молодым профессором: «Никто не осудил бы его, если бы он начал воспринимать себя серьёзно и стал слегка напыщенным, после того как предпринял, по крайней мере, два решающих шага, изменивших лицо физики, и после получения в столь юном возрасте статуса профессора, что заставляло и многих более старых и менее значительных людей чувствовать себя важными, но он остался таким, каким и был, – неофициальным и весёлым в обращении, почти мальчишеским и обладающим скромностью, граничащей с застенчивостью».

В 1933 году, в возрасте 32 лет, Гейзенберг получил Нобелевскую премию по физике «за создание квантовой механики». Он, безусловно, обрадовался, но, будучи скромным и справедливым человеком, выразил удивление тем, что его коллеги по созданию квантовой механики – Эрвин Шрёдингер и Поль Дирак – получили одну Нобелевскую премию на двоих, а Макс Борн вообще ею обойдён.

– Вернер так много работал, но была ли у него девушка или семья? – спросила Галатея. – Заниматься одной наукой, наверное, довольно скучно!

– В 35 лет Вернер женился на молодой девушке Элизабет Шумахер, дочери берлинского профессора-экономиста. Они жили долго и счастливо, и у них было семеро детей.

– Вот это настоящая сказка! – обрадовалась Галатея.

– Дочери Гейзенберга, Анна-Мария и Верена, стали учёными-физиологами, сын Мартин – генетиком, а Йохен пошёл по стопам отца и стал физиком-ядерщиком.

Гейзенберг умер в 1976 году. На его смерть Юджин Вигнер, лауреат Нобелевской премии по физике за 1963 год, написал: «Нет такого живущего физика-теоретика, который сделал больший вклад в нашу науку, чем он. В то же время он был доброжелателен со всеми, лишён высокомерия и составлял приятную компанию».



### *Примечания для любопытных*

**Византия** (Византийская империя, или Восточная Римская империя) (395—1453) – государство, сформировавшееся после раздела Римской империи на западную и восточную части. Через 80 лет после этого Западная Римская империя распалась на более мелкие и быстро деградировавшие страны, а Византия на тысячу лет осталась единственной наследницей древнегреческой и римской культуры.

**Вернер Гейзенберг** (1901–1976) – знаменитый немецкий физик-теоретик, один из основателей квантовой механики. Лауреат Нобелевской премии по физике (1932).

**Платон** (428 или 427–348 или 347 гг. до н. э.) – великий древнегреческий философ, ученик Сократа, учитель Аристотеля.

**Герман Вейль** (1885–1955) – известный немецкий математик и физик-теоретик. Автор знаменитой книги «Пространство, время и материя» (1918) – одного из первых изложений общей теории относительности Эйнштейна.

**Арнольд Зоммерфельд** (1868–1951) – известный немецкий физик-теоретик и математик. Учитель Гейзенберга.

**Макс Борн** (1882–1970) – известный немецкий и британский физик-теоретик, один из создателей квантовой механики. Лауреат Нобелевской премии по физике (1954).

**Феликс Блох** (1905–1983) – известный физик, ученик Гейзенберга. Лауреат Нобелевской премии по физике (1952).

**Невилл Мотт** (1905–1996) – известный английский физик. Лауреат Нобелевской премии по физике (1977), вместе с Филипом Андерсоном и Джоном ванн Флеком.

**Рудольф Пайерлс** (1907–1995) – известный английский физик немецкого происхождения. Ученик Гейзенберга.

**Юджин Вигнер** (1902–1995) – известный американский физик и математик венгерского происхождения. Лауреат Нобелевской премии по физике (1963) «за вклад в теорию атомного ядра и элементарных частиц».

### **Сказка о молчаливом Дираке, удвоившем мир и погрузившем нас в море Дирака**

Человеческий характер – будет ли человек молчаливым или разговорчивым, во многом зависит от детства. Так произошло и с Полем Дираком. Он родился в Англии, его отец, швейцарец, преподавал в Бристоле французский язык и требовал, чтобы дома все разговаривали только по-французски. Для англоязычных детей это было непросто, поэтому Дирак вырос молчаливым мальчиком, склонным к уединённым размышлениям.

В 16 лет Поль Дирак поступил на инженерный факультет Бристольского университета, хотя его любимым предметом была математика. В будущем он стал физиком-теоретиком, но всегда высоко ценил своё инженерное образование. Дирак писал:

«Раньше я видел смысл лишь в точных уравнениях.

Мне казалось, что если пользоваться приближёнными методами, то работа становится невыносимо уродливой, в то время как мне страстно хотелось сохранить математическую красоту. Инженерное образование, которое я получил, как раз научило меня смиряться с приближёнными методами, и я обнаружил, что даже в теориях, основанных на приближениях, можно увидеть достаточно много красоты... Я оказался вполне подготовленным к тому, что все наши уравнения надо рассматривать как приближения, отражающие существующий уровень знаний, и воспринимать их как призыв к попыткам их усовершенствования. Если бы не инженерное образование, я, наверное, никогда не добился бы успеха в своей последующей деятельности...»

В конце университетского обучения Поль прошёл практику в одной из инженерных фирм, но там не были впечатлены талантами инженера Дирака и не предложили ему работу.

– Я так понимаю, что это стало огромным благом для науки? – спросил Андрей.

– Полагаю, да. Если бы Дирак ушёл в инженерную деятельность, он мог быть потерян для фундаментальной науки.

Оставшись без работы, Дирак вольнослушателем изучал математику в Бристольском университете и в конце концов получил стипендию для продолжения учёбы в Кембридже.

Дирак увлекся общей теорией относительности. Он внимательно изучил знаменитую книгу по теории относительности, написанную Артуром Эддингтоном, – и даже беседовал с автором, признанным экспертом в данной области. Но, когда Дирак приехал в Кембриджский университет, его научным руководителем по аспирантуре стал профессор Фаулер – специалист по статистической механике. Сначала Дирак был разочарован, но это быстро прошло. Фаулер познакомил молодого человека с идеями Бора и концепциями зарождающейся атомной физики. Дирак увлёкся новой темой. Впоследствии он вспоминал: «Помню, какое огромное впечатление произвела на меня теория Бора. Я считаю, что появление идей Бора было самым грандиозным шагом в истории развития квантовой механики. Самое неожиданное, самое удивительное заключалось в том, что столь радикальное отступление от законов Ньютона дало такие замечательные плоды».

Свою диссертацию Дирак так и назвал: «Квантовая механика». Сильное впечатление на него произвела лекция Гейзенберга, которую тот прочёл в Кембридже. Дирак переписывался с Гейзенбергом, изучал его работы и позднее написал: «У меня есть наиболее веские причины быть почитателем Вернера Гейзенберга. Мы учились в одно время, были почти ровесниками и работали над одной и той же проблемой. Гейзенберг преуспел там, где у меня были неудачи. К тому времени накопилось огромное количество спектроскопического материала, и Гейзенберг нашел правильный путь в его лабиринте. Сделав это, он дал начало золотому веку теоретической физики...»

За несколько лет молодой Дирак опубликовал ряд статей, которые вместе с работами Гейзенберга и Шрёдингера стали основой новой квантовой механики. Один из результатов Дирака оказался особенно впечатляющим. Он пытался получить релятивистское уравнение для электрона...

– Что такое релятивистское уравнение? – спросила Галатея.

– Это уравнение, которое описывает движение тел при самых больших скоростях, хотя и меньших, чем скорость света. Ведь ни одному материальному телу, в том числе электрону, теория относительности не разрешает обгонять свет. Нерелятивистскими уравнениями являются уравнения, например динамики Ньютона, которые описывают движение тел со скоростями, гораздо меньшими, чем скорость света.

В то время релятивистского уравнения для электрона не существовало. Дирак вспоминал: «...при согласовании квантовой механики с теорией относительности возникли трудности. Я был очень озабочен ими в то время, но других физиков по какой-то непонятной мне причине эти проблемы совершенно не волновали».

Дирак долго не мог получить нужную формулу. Он писал: «В течение нескольких месяцев эта задача оставалась нерешённой, и ответ возник совершенно неожиданно, явив собой один из примеров незаслуженного успеха».

– Как это «неожиданно»? И почему этот успех Дирак называет незаслуженным? – спросила Галатея.

– Дирак скромничает. Неожиданный успех приходит лишь к тому, кто много знает и долго думает над задачей. Неожиданным бывает только конкретное решение, вдруг озаряющее проблему, когда все кусочки головоломки встают на свои места, приводя к совершенно новой картине мира. Незаслуженным такой успех может назвать только скромный человек, который испытывает глубокое благоговение перед красотой мира. А Дирак был именно таким. Когда природа открывает скромным учёным свои великолепные секреты, то они могут считать это счастье незаслуженным.

Дирак часто повторял, что уравнения должны быть красивыми и что красивая теория имеет гораздо больше шансов быть правильной. В итоге своих размышлений Дирак получил уравнение, которое сейчас называется уравнением Дирака. Это уравнение описывало электрон и его спин...

– Что такое спин? – перебила Галатея.

– Это одновременно и простой, и сложный вопрос.

Если рассмотреть электрон как обычный вращающийся шарик, то его вращение и называется спином.

– Это просто! – согласилась Галатея.

– Да, но если мы припишем шарiku-электрону обычный радиус электрона, то получится, что его экваториальные области вращаются быстрее скорости света.

– Что теория относительности запрещает! – вспомнил Андрей.

– Верно. Значит, представлять электрон как простой вращающийся шарик нельзя. Поэтому физики до сих пор плохо понимают, что и как в нём вращается.

– Это всё усложняет, – сказала Галатея и прищурилась, вглядываясь в глубины таинственно вращающегося электрона.

– Вернёмся к уравнению Дирака. Оно прекрасно описывало электрон со спином, но неожиданно дало дополнительное решение – с формально отрицательной энергией электрона. Можно было объявить такое решение нефизическим, но уравнение Дирака указывало на определённую вероятность перехода между состояниями с положительной и отрицательной энергиями. И тут перед Дираком, как перед любым учёным в таком положении, встала дилемма...

– Что такое дилемма? – не утерпела Галатея.

– Развилка дорог или необходимость выбора одного из двух вариантов. Одним из вариантов, который обдумывал Дирак, было отбрасывание уравнения, противоречащего традиционным взглядам, как неправильного – и поиск другого уравнения. Второй вариант предполагал, что уравнение правильно, а традиционные взгляды неверны. Такой подход требует от учёного смелости, и, как оказалось, Дирак ею обладал. Его кредо: «Посвящая себя исследовательской работе, нужно стремиться сохранять свободу суждений и ни во что не следует слишком сильно верить; всегда надо быть готовым к тому, что убеждения, которых придерживался в течение долгого времени, могут оказаться ошибочными».

Дирак смело решил, что его уравнение правильно и что существует новая частица – антипод электрона. Он интерпретировал своё решение так: в вакууме есть море частиц с отрицательной энергией – его впоследствии стали называть морем Дирака. Эти частицы невидимы и почти не влияют на второй мир частиц с положительной энергией. Если невидимому электрону из моря Дирака сообщить значительную энергию, то он перейдёт в видимое состояние с положительной энергией и станет обычным электроном. А на его месте в возмущенном море невидимых частиц появится «дырка», которая будет точной копией электрона, рождённого из моря Дирака, но, в отличие от него, заряженной положительно.

Если электрон столкнётся с «дыркой», они «аннигилируют» – уничтожатся, сбросив свою энергию в виде пары квантов света и оставив море Дирака невозмущённым.



Учёные отнеслись к концепции Дирака скептически. – Их можно понять! – заявила Галатея.

– Но их мнение резко изменилось, когда американец Карл Андерсон экспериментально обнаружил новую частицу – позитрон, во всём похожую на электрон, но заряженную положительно. Когда позитрон сталкивался с электроном, обе частицы исчезали, оставляя после себя два кванта света с энергией, которая была точно равна энергии аннигилировавшей пары частиц.

– То есть Дирак открыл новую частицу, посмотрев не в микроскоп, а на уравнение? – удивилась Галатея.

– Да. Более того, уравнение Дирака привело к новой картине мира, в котором каждая элементарная частица имеет свою античастицу, с которой она при соприкосновении аннигилирует, то есть уничтожается с выделением энергии. Обратное тоже верно: если приложить достаточное количество энергии, то из моря Дирака родится пара из обычной частицы и её античастицы. То есть Дирак удвоил число частиц в нашем мире, фактически открыл мир-двойник из античастиц.

– Значит, во Вселенной есть античастицы, антиатомы и антипланеты, на которых живёт анти-Галатея? – с восторгом спросила Галатея, которая уже стала прикидывать, как ей написать электронное – вернее, позитронное – письмо своему антиподу.

– Античастицы есть, антиатомы тоже. А вот с антимирами и антидевочками – проблема. Астрономы не нашли миры из антивещества! Редкий случай, когда законы микромира вроде бы диктуют симметричность рождения частиц и античастиц, а в космосе наблюдается резкая асимметрия в пользу обычного вещества. Теоретики пришли к выводу, что античастицы рождаются с немного меньшей вероятностью, чем частицы. Поэтому в процессе эволюции Вселенной появился избыток обычного вещества и именно из него сформировались звёзды, планеты и девочки.

В картине мира, по Дираку, утратила своё значение концепция элементарности частиц. Поиск самых маленьких и неделимых частичек материи стал бессмысленным. Гейзенберг писал: «Единственными процессами, в которых можно было бы ожидать расщепления элементарных частиц, являлись их столкновения при очень высоких энергиях...эксперименты показали, что при соударении двух частиц высокой энергии действительно может появиться множество других частиц; однако они совсем не обязательно являются более мелкими, чем частицы сталкивающиеся. Наоборот, оказывается, что независимо от природы последних рождаются частицы всегда одних и тех же типов. Более точно это явление можно описать следующими словами: большая кинетическая энергия соударяющихся частиц превращается в вещество, в появляющиеся частицы („множественное рождение частиц“»).

Вернер Гейзенберг писал: «Парадоксальная ситуация, с которой мы столкнулись, очень хорошо описывается широко известной формулой: „Каждая элементарная частица состоит из всех других частиц“».

Гейзенберг отмечает роль Дирака в создании новой парадигмы элементарных частиц: «Одной из главных причин, благодаря которой в физике элементарных частиц возникла эта новая ситуация, является возможность порождения пар, т. е. существование античастиц и антиматерии».

– А мы сами тоже родились из моря Дирака? – восторженно спросила Галатея.

– Полагаю, что да. Через год после открытия позитрона Дирак получил Нобелевскую премию, стал знаменитым, и у него появились ученики, хотя он занимался с ними без энтузиазма. Даже став преподавателем, Дирак остался молчаливым. Виктор Вайскопф вспоминал: «П. Дирак был великим человеком, но малополезным для любого студента. Беседовать с ним было нельзя, а если вы и разговаривали с ним, он только слушал и говорил: „Да“. С точки зрения студента, разговоры с П. Дираком были потерянным временем».

Учёные Кембриджа в шутку ввели новую единицу измерения – «дирак»: один дирак равнялся одному слову в час.

Дирак любил точность. Однажды после лекции он обратился к аудитории: «Вопросы есть?» «Я не понимаю, как вы получили это выражение...» – сказал один из присутствовавших. «Это утверждение, а не вопрос, – ответил Дирак. – Вопросы есть?»

Дирак любил путешествовать по разным странам и читать лекции. На их основе он опубликовал немало выдающихся в педагогическом отношении книг: по теории относительности, квантовой механике и квантовой теории поля. Книга Дирака «Принципы квантовой механики» стала учебником для нескольких поколений физиков. В этом смысле он оказался великим педагогом. В конце жизни Дирак обосновался во Флоридском университете в Таллахасси, где прожил пятнадцать лет, читая лекции и публикуя книги.





Лауреат Нобелевской премии Абдус Салам так написал об этом учёном: «Поль Адриен Морис Дирак, без сомнения, – один из величайших физиков этого, да и любого другого

столетия. В течение трёх решающих лет – 1925, 1926 и 1927 – своими тремя работами он заложил основы, во-первых, квантовой физики в целом, во-вторых, квантовой теории поля и, в-третьих, теории элементарных частиц... Ни один человек, за исключением Эйнштейна, не оказал столь определяющего влияния за столь короткий период времени на развитие физики в этом столетии».



### *Примечания для любопытных*

**Поль Дирак** (1902–1984) – выдающийся английский физик-теоретик, один из создателей квантовой механики. Лауреат Нобелевской премии по физике (1933).

**Артур Эддингтон** (1882–1944) – выдающийся английский физик-теоретик и астроном. Экспериментально подтвердил теорию гравитации Эйнштейна, измерив отклонение света звезды возле диска Солнца во время полного солнечного затмения в Западной Африке. Автор знаменитой монографии «Теория относительности».

**Ральф Фаулер** (1889–1944) – английский физик-теоретик, профессор Кембриджского университета. Учитель нобелевских лауреатов Дирака, Мотта, Чандрасекара и других выдающихся физиков. Близкий друг Резерфорда, был женат на его единственной дочери Эйлин Мэри.

**Карл Андерсон** (1905–1991) – известный американский физик, открыватель новой элементарной частицы – позитрона, античастицы электрона. Получил за это открытие Нобелевскую премию по физике (1936).

**Нейтрон** – тяжёлая элементарная частица, не имеющая заряда. Нейтроны вместе с протонами являются главными компонентами атомных ядер.

**Абдус Салам** (1926–1996) – известный пакистанский физик-теоретик. Лауреат Нобелевской премии (1979) «за вклад в единую теорию электромагнитных и слабых взаимодействий».

### **Сказка о всеволновом астрономе Шкловском и об инопланетных цивилизациях**

– Мы ждём от вас новой сказки! – выпалила Галатhea, увидев за обедом королеву Никки, давнюю подругу принцессы Дзинтары.

Дзинтара вздохнула и возвела глаза к небу. Гостья не удивилась:

– Есть один учёный, над проблемой которого я часто думаю, – и я с удовольствием вам о нём расскажу.

– И о его проблеме расскажете? – уточнила Галатhea.

– Конечно. Учёный неотделим от своих проблем. Вечером, когда шум в доме затих и наступило зыбкое время между бурным днём и тихой ночью, дети уселись слушать новую историю от королевы Никки.

– Астрономы тысячелетиями исследовали небо с помощью астрлябий или телескопов, но всегда в световом, видимом, диапазоне – с помощью глаз. Когда в конце XIX века Герц открыл невидимое радиоизлучение, а Рентген – невидимые рентгеновские лучи, стало понятно, что невооружённым глазом человек может видеть очень незначительную часть звёздного излучения, с длиной волны от 0,4 до 0,8 микрона (одной тысячной миллиметра). К середине XX века астрономические приборы стали совершеннее, появились космические телескопы, и астрономия стала «сволновою»: астрономы стали изучать небо в гигантском

интервале длин волн – от низкочастотных радиоволн (с длиной волны до 100 тыс. км) до гамма-лучей (с длиной волны меньше миллионной доли миллиметра).

Важную роль в создании всеволновой астрономии сыграл советский учёный Иосиф Шкловский. Он построил теорию радиоизлучения Солнца и даже лично участвовал в подтверждении своей теории. Учёный вспоминает в книге «Эшелон»: «Почти тридцать пять лет тому назад ослепительно-белый красавец теплоход „Грибоедов“ пересекал по диагонали Атлантический океан... Цель экспедиции – наблюдение полного солнечного затмения 20 мая 1947 года. Полоса затмения проходила через всю Бразилию...»

Шкловский сам плыл на этом теплоходе и с гордостью отмечал: «...плавание „Грибоедова“ было „вешкой“ в истории науки, в данном случае только начинавшей своё триумфальное шествие радиоастрономии...наблюдениями, выполненными во время солнечного затмения с борта нашего славного корабля, было убедительно доказано, что источником радиоизлучения Солнца на метровых волнах является корона, как и было предсказано за год до этого тогда ещё начинающими молодыми теоретиками...»

Этими молодыми теоретиками были Виталий Гинзбург, будущий нобелевский лауреат, и сам Шкловский.

Андрей внимательно слушал Никки и быстро сообразил:

– Они дождались времени затмения, когда Луна загородила диск Солнца, но не загородила его корону, которая больше диска, – и измерили солнечное радиоизлучение. Если радиолучами светит сам солнечный диск, затмение Луной полностью прекратило бы этот поток, а если радиосигнал испускает корона, то затмение просто уменьшает его. Видимо, это и обнаружили астрономы!

– Согласна с тобой! – кивнула Никки. – Шкловский занимался и знаменитыми линиями Фраунгофера, которые в видимом диапазоне волн являются тёмными, то есть в них свет поглощается. Шкловский показал, что на длинах волн меньше 0,15 микрона линии Фраунгофера в спектре Солнца становятся эмиссионными, то есть ярко светящимися, а не тёмными.

Всеволновая астрономия развивалась, и учёные всё больше разбирались в механизмах генерации разных излучений.

– Они разбирали эти механизмы по винтикам! – прокомментировала Галатея.

– Важное открытие Шкловский сделал в 1953 году.

Он вспоминает в книге «Эшелон»: «Я был молод и был готов в самом буквальном смысле штурмовать небо. Уже больше двух лет я мучительно раздумывал о природе ныне такой знаменитой Крабовидной туманности. Эта туманность оказалась к тому же ярчайшим источником радиоизлучения. Я пытался объяснить это радиоизлучение как „продолжение“ её оптического излучения. Никто тогда не сомневался, что последнее сводится к давно уже известному тепловому излучению образующих туманность горячих газов. Именно таким способом излучали все известные тогда астрономам газовые туманности. Увы, мои попытки потерпели фиаско – слишком интенсивным было радиоизлучение Крабовидной туманности, чтобы быть продолжением её оптического излучения».

Шкловский вспоминает и момент разгадки: «...я накануне нового... 1953 года понял природу радиоизлучения этой туманности. Всё дело – в космических лучах, которыми буквально „начинена“ Крабовидная туманность! Вернее, в электронах сверхвысоких энергий, которые, двигаясь в магнитных полях туманности, должны излучать электромагнитные волны».

Никки усмехнулась:

– Мозг учёного работает в любой обстановке. Окончательное решение природы излучения Крабовидной туманности пришло к Шкловскому в переполненном трамвае: «Тут подошёл набитый до отказа мой трамвай, куда я, что называется, „ввинтился“. Я висел на поручне в этой немыслимой тесноте... И вдруг молнией пронзила мысль... „Ведь если нельзя было объяснить радиоизлучение «Краба» продолжением его оптического теплового излучения, то почему бы не объяснить оптическое излучение этой туманности

продолжением её радиоизлучения, имеющего заведомо нетепловую природу? Значит, оптическое излучение «Краба» тоже нетепловое, оно порождается «релятивистскими» электронами, но с энергией ещё в сотни раз большей, чем у тех, которые вызывают радиоизлучение!»

Трамвай тащился до Останкино минут 45. Я был в каком-то сомнамбулическом состоянии. За эти 45 минут я в уме выполнил весь теоретический расчёт этого излучения. Приехав домой, я тут же без единой помарки написал статью в „Доклады Академии наук“. Думаю, что это лучшая моя работа. Она вызвала настоящий взрыв дальнейших исследований во многих странах. Круги от этого взрыва расходятся до сих пор».

– Вот так, в трамвае, можно написать научную работу? – удивилась Галатея.

Дзинтара, которая тоже слушала историю Никки, улыбнулась:

– Сделать научное открытие можно очень быстро, но только при условии, что ты думал над проблемой долгие годы.



– Даже в переполненном трамвае! – добавил Андрей. – Но мне не понятно, что такое нетепловое оптическое излучение?

Никки ответила:

– Тепловое излучение – это излучение нагретого тела. Его спектр описывается формулой Планка, по которой можно вычислить, в каком соотношении находится видимое свечение и радиоизлучение космического объекта. Наблюдаемое излучение Крабовидной туманности никак не вписывалась в формулу Планка. Шкловский предположил, что радиоизлучение и оптическое свечение этой туманности связано с электронами, которые вращаются вокруг линий магнитного поля и излучают не как нагретое тело Планка, а скорее как контур Герца. На них не распространяется формула Планка, поэтому Шкловскому удалось согласовать наблюдения со своей новой теорией.

Гостья продолжила:

– Шкловский исследовал самые разные излучения космических объектов: от радиоволн до рентгена. Например, он заинтересовался рентгеновским излучением космического объекта Скорпион X-1. В апреле 1967 года Шкловский опубликовал статью, в которой доказывал, что это излучение рождается при падении газа на нейтронную звезду.

Никки откинулась на спинку кресла и задумчиво, даже с некоторой мечтательностью заговорила:

– Нейтронная звезда – последняя ступенька перед чёрной дырой. Стоит звезде в несколько раз увеличить свою массу, и она сколлапсирует, сожмётся до радиуса чёрной дыры, который вычислил немецкий астроном Карл Шварцшильд. Уровень искривления пространства вокруг нейтронных звёзд и чёрных дыр сопоставим, но нейтронные звёзды с их излучениями гораздо легче исследовать, чем невидимые чёрные дыры.

Нейтронная звезда – изумительно красивый объект.

Его раскалённая поверхность состоит из полимерного железа, которое в миллион раз прочнее земной стали. Под этой корой простираются слои сверхтекучей нейтронной жидкости и сверхтяжёлых радиоактивных ядер, которые нестабильны в земных условиях. Ещё глубже нейтронная звезда представляет собой многокилометровый шар из ядерной материи или гигантское атомное ядро, которое не укладывается в обычную таблицу Менделеева.

Нейтронные звёзды относятся к чёрным дырам, как девушка с красивой причёской к лысой женщине. Физики так и говорят: «Чёрные дыры не имеют волос». В отличие от нейтронных звёзд, чёрные дыры – предельно вырожденные объекты, у которых для внешнего наблюдателя доступны лишь несколько параметров: масса, скорость вращения и электрический заряд.

Поэтому нейтронные звёзды, которые наблюдаются на небе как пульсары, надолго останутся главной природной лабораторией для изучения искривлённого пространства. Если в каждый момент мы наблюдаем только половину Солнца, пульсар посылает нам лучи с поверхности раза в полтора большей, чем передняя полусфера, – из-за искривления пространства мы видим не только переднюю половину пульсара, но и часть задней.

Тут Никки спохватилась:

– Вернёмся к Шкловскому. Когда он опубликовал свою статью о Скорпионе X-1, пульсары ещё не были открыты – только через несколько месяцев, в июне 1967 года, английская аспирантка Джоселин Белл поймала первый сигнал от пульсара. Сейчас изучение пульсаров является одним из самых интересных направлений в астрономии, и все исследователи согласны со Шкловским в том, что рентгеновские пульсары получают свою энергию из падения вещества на поверхность нейтронной звезды.

Но Иосиф Самуилович был не просто астрономом-исследователем. Он был человеком космической эры, который всерьёз размышлял об обитаемости Вселенной и инопланетных цивилизациях. Он вспоминал октябрь 1961 года: «За четыре года до этого был запущен первый советский спутник, и энтузиазм, вызванный этим памятным событием, не остывал. Тогда наши космические дела были на подъёме. Только что мир стал свидетелем феерического полёта Гагарина. Позади был восторг, вызванный зрелищем обратной стороны Луны. Неизгладимое впечатление произвёл наш первый успешный полёт к Венере. Постоянно во мне жило ощущение, что я участник грандиозных по своей значимости исторических событий. Гордость и восторг переполняли меня».

Шкловский активно участвовал в развитии космонавтики. Для наблюдения ракет, летящих к Луне, он предложил идею «искусственной кометы». Лунник в полёте должен был выпускать небольшие порции атомов натрия, светившиеся в лучах Солнца ярким жёлтым светом и показывавшие траекторию космического аппарата. Шкловский так описал испытание «искусственной кометы», которое он наблюдал с космодрома Капустин Яр после старта ракеты: «Светящаяся точка – ракета – перестала быть видимой. Неужели катастрофическая неудача? И вдруг прямо в зените блеснула яркая искра. А потом по небу, как чернила по скатерти, стало расползаться ослепительно-красивое, ярчайшее пятно апельсинового цвета. Оно расплывалось медленно, и через полчаса его протяженность достигла 20 градусов. И только потом оно стало постепенно гаснуть...»

– Наверное, это светилась знаменитая двойная линия натрия, так называемый «проходимец»! – блеснул эрудицией Андрей.

Никки кивнула, ничуть не удивившись:

– За проект «искусственной кометы» Шкловский получил Ленинскую премию – высшую научную награду Советского Союза.

В 1962 году, к пятилетию запуска первого спутника Земли, Иосиф Шкловский опубликовал книгу «Вселенная. Жизнь. Разум», в которой обсуждал возможность существования инопланетных цивилизаций и проблемы связи с ними. Книга быстро стала широко известной, выдержала несколько переизданий и была переведена на английский язык. В ней учёный пришёл к выводу, что высокоразвитых цивилизаций, подобных земной, в нашей Галактике может и не быть.

– Как так не быть?! – опешила Галатея.

– Логика Шкловского была убедительна. Он отмечал: «Отличительная особенность разума – необычайно короткая временная шкала его развития. У вида *Homo sapiens* эта шкала исчислялась вначале сотнями и десятками тысяч лет. Однако с наступлением технологической эры темп развития катастрофически ускорился. Вид, наделённый разумом, выходит из равновесия с биосферой и вступает в фазу взрывной экспансии. На этой фазе развития разум перестает быть одним из средств, обеспечивающих выживание вида. Он становится могучим самостоятельным фактором».

– Что это значит? – спросила озадаченная Галатея.

– Например, что разумный человек должен выйти в космос и начать неограниченное завоевание Галактики, – ответила Никки.

– Это же очевидно, – удивилась Галатея. – Мы так и поступим!

– Шкловский продолжал: «Но в таком случае мы наблюдали бы космические проявления разумной жизни, т. е. своего рода „космические чудеса“. И здесь мы подходим к основному пункту: несмотря на невероятно возросшую эффективность наших телескопов и приёмников радиации во всем диапазоне электромагнитных волн, никаких „космических чудес“ обнаружить не удалось. А ведь современная астрономия стала всеволновой! Не видно на небе никаких „сфер Дайсона“, не слышно позывных наших предполагаемых „братьев по разуму“, не наблюдаются следы космической строительной деятельности, никто никогда не посещал нашу старушку Землю...»

– Что такое сфера Дайсона? – спросил Андрей.

– Сейчас Земля перехватывает только ничтожную долю солнечного излучения, остальная световая энергия бесполезно улетает в космос. Сфера Дайсона названа по имени американского учёного Фримана Дайсона, который предложил данный астроинженерный проект. Это искусственная сфера вокруг звезды, которая перехватывает и использует всё её излучение. Сферы Дайсона должны светиться в инфракрасном диапазоне с нетипичным спектром, но таких объектов не было обнаружено.

– А если сверхцивилизациям вовсе не нужны сферы Дайсона? – спросил Андрей.

– Может быть. Нам трудно представить технологию и мышление цивилизации, которая опередила нас на тысячи или даже миллионы лет. Она может использовать другие источники энергии и совсем иначе, чем мы себе представляем. Кроме того, сфера Дайсона – весьма неустойчивый объект, строительство которого сопряжено с массой проблем.



Из отсутствия признаков деятельности сверхцивилизаций в космосе Иосиф Шкловский сделал вывод, что в обозримой Вселенной мы являемся практически единственной разумной расой с высоким уровнем технологического развития.

– Я не согласна! – воскликнула Галатея. – Не может быть, что мы одиноки во Вселенной! Такое космическое одиночество было бы странным... и даже ужасным...

– С Иосифом Шкловским многие не согласились, а известный польский фантаст Станислав Лем вступил с ним в публичную полемику. Лем и другие оппоненты Шкловского обоснованно считали, что нам трудно предсказать, какого рода астроинженерная деятельность будет присуща высокоразвитой цивилизации. Мы просто не знаем, что нам искать в космосе в качестве признаков инопланетян!

Шкловский настаивал: «„Молчание“ космоса представляет собой важнейший научный факт. Он требует объяснения, так как находится в очевидном противоречии с концепцией неограниченно развивающихся могучих сверхцивилизаций».

– Как сам Шкловский объяснял отсутствие других цивилизаций? – спросил Андрей. – Что произошло с другими живыми существами в нашей Галактике? Неужели никто из них не стал разумным видом?

– Шкловский предполагал, что разум в космосе может сам себя уничтожить – разрушая природу вокруг и создав ядерное оружие, способное уничтожить цивилизацию на планете. Он полагал, что разум из полезного изобретения природы, из признака, способствующего выживанию вида, превращается в фактор гибели разумных существ как вида. Он писал: «...не все „изобретения“ в конечном счете являются полезными для данного вида. Природа слепа, она действует „ощупью“, методом „проб и ошибок“. И вот оказывается, что огромная часть „изобретений“ не нужна и даже вредна для процветания вида. Так возникают „тупиковые ветви“ на стволе дерева эволюции. Количество таких ветвей неимоверно велико. По существу, история эволюции жизни на Земле – это кладбище видов. Характерным признаком эволюционного тупика у некоторого вида служит гипертрофия какой-нибудь функции, приводящая к прогрессивно растущему нарушению гармонии. Вспомним чудовищно гипертрофированные средства защиты и нападения (рога, панцири и пр.) у



рептилий мезозоя. Или, например, неправдоподобно развитые клыки саблезубого тигра. И невольно напрашивается аналогия: а не являются ли современные гипертрофированные в высшей степени противоречивые „применения“ разума у вида *Homo sapiens* указанием на грядущий эволюционный тупик этого вида? Другими словами, не является ли самоубийственная деятельность человечества (чудовищное накопление ядерного оружия, уничтожение окружающей среды) такой же гипертрофией его развития, как рога и панцирь какого-нибудь трицератопса или клыки саблезубого тигра? Наконец, не является ли тупик возможным финалом эволюции разумных видов во Вселенной, что естественно объяснило бы её молчание?»

– Очень мрачный взгляд! – сказал Андрей.

– Лучше знать мрачный прогноз заранее – это даёт шанс его избежать. Ведь Шкловский считал проблему «молчания» космоса актуальной не только для астрономии, но и для предсказания будущего земного человечества: «Речь идет о реальном анализе перспектив развития человечества на достаточно долгий срок. Отсюда следует, что проблема внеземных цивилизаций – проблема не только астрономическая, техническая и биологическая, но и социологическая, вернее футурологическая».

– Если мы узнаем, почему космос «молчит», то поймём, какие опасности грозят разумному виду на пути его быстрого развития? – спросил Андрей.

– Да, это наш шанс избежать таких опасностей, – согласилась Никки.

– Шкловский жил давно. Неужели мы до сих пор не знаем, почему космос «молчит»? – удивилась Галатея.

– Нет, не знаем. Это сверхзагадка, которая за последние десятилетия стала ещё загадочнее. Астрономы установили, что только в нашей Галактике существует 100 миллиардов планет и, как минимум, миллиард из них расположен в «обитаемой зоне» – на таком расстоянии от звезды, где есть комфортная температура и вероятно наличие жидкой воды. Поэтому в Млечном Пути существуют сотни миллионов планет, на которых может возникнуть жизнь. Отсюда следует, что в Галактике должны возникнуть тысячи, а то и миллионы разумных рас. Почему же они молчат? Я часто думаю над проблемой «молчащего» космоса, которую называю проблемой Шкловского. Может, лишь немногим дано выйти в космос и овладеть космической радиосвязью? Или биологические смертные организмы на определённой стадии становятся кибернетическими бессмертными конструкциями и теряют присущие живым существам любопытство, стремление завоевывать новые пространства? Или разум быстро переселяется в компьютеры и окукливается в виртуальном пространстве игровой жизни, где легко достичь воображаемого прогресса, и утрачивает интерес к реальному развитию? Полагаю, что проблема Шкловского исключительно важна – от её решения может зависеть судьба человечества.

– Мы тоже хотим думать над молчанием космоса! – заявила Галатея. – А ещё лучше – найти возле других звёзд братьев по разуму и подружиться с ними!

Никки вздохнула и сказала:

– Прежде чем искать дружбы с инопланетянами, хорошо бы научиться жить в мире с соседями по своей планете.



*Примечания для любопытных*



**Иосиф Самуилович Шкловский** (1916–1985) – известный советский астрофизик, исследователь космических радио- и рентгеновских излучений, популяризатор науки. Лауреат Ленинской премии и член-корреспондент Академии наук СССР.

**Крабовидная туманность** – туманность, возникшая на месте взрыва сверхновой звезды. Этот взрыв в 1054 году наблюдали арабские и китайские астрономы. Туманность расположена на расстоянии в 6500 световых лет от Земли и расширяется со скоростью 1500 км/сек.

**Виталий Лазаревич Гинзбург** (1916–2009) – выдающийся советский и российский физик-теоретик. Академик АН СССР и лауреат Нобелевской премии по физике (2003).

**Таблица Менделеева** – таблица химических элементов, созданная Д. И. Менделеевым (1834–1907) в 1869 году. В ней химические элементы рассортированы по заряду атомных ядер (по числу протонов в них).

**Скорпион X-1** – самый сильный источник рентгеновского излучения на нашем небе (не считая Солнца). Находится в созвездии Скорпиона, на расстоянии в 9000 световых лет от Земли.

**Радиус Шварцшильда** – радиус чёрной дыры, полученный при решении уравнений Эйнштейна выдающимся немецким астрофизиком Карлом Шварцшильдом (1873–1916). На этом радиусе сила гравитации так велика, что свет с поверхности чёрной дыры не может улетать в космос.

**Джоселин Белл** (р. 1943) – знаменитая английская исследовательница, открывшая пульсары. Она не получила за это Нобелевскую премию, хотя её соавтор и научный руководитель – получил.

**Фримен Дайсон** (р. 1923) – известный американский физик-теоретик английского происхождения, профессор Принстонского университета. Кроме работ в области квантовой электродинамики, известен проектом «Сфера Дайсона».

**Станислав Лем** (1921–2006) – знаменитый польский писатель-фантаст, философ и футуролог. В книге «Сумма технологии» он полемизировал со Шкловским о возможности существования инопланетных цивилизаций.

**Футуролог** – специалист, пытающийся на научной основе предсказать будущее цивилизации.

## **Сказка о весёлом физике Гамове и о холодном дыхании горячей Вселенной**

На следующий день Никки продолжила свои истории:

– Эта история началась в Одессе под артиллерийскую канонаду.

– Сегодня ты не пойдёшь в школу – опять стреляют. Как бы десант не высадили... – озабоченно сказал отец сыну.

Георгий Гамов, родившийся в Одессе в 1904 году в семье учителя гимназии, выросший во время Первой мировой войны и российской революции, впоследствии вспоминал: «Моё обучение носило спорадический характер, поскольку занятия часто отменялись, когда Одессу обстреливали вражеские корабли или когда греческие, французские, английские экспедиционные войска шли в штыковые атаки по главным улицам города на белые, красные и даже зелёные русские военные силы или когда русские войска различных мастей сражались между собой...»

Георгий увлекался физикой, астрономией и биологией; закончил школу в 1921 году. Одесский университет в те беспокойные годы не мог похвастать высоким уровнем обучения. Гамов решил поступать в Петроградский университет, где, как он слышал, возрождались физика после застоя в революционные годы. Его отец продал фамильное серебро, чтобы дать сыну деньги на дорогу.

Худой, длинный – ростом выше двух метров – и никогда не унывающий, как истинный одессит, Гамов добрался до хмурого Петрограда и в 1926 году закончил физико-математический факультет университета. Юноша проявил себя талантливым теоретиком, и его приняли в аспирантуру, а в 1928 году отправили на полугодовую

стажировку в Германию к Макс Борну. За эти шесть месяцев Гамов сделал своё первое серьёзное открытие, построив на квантовом принципе неопределённости теорию альфа-распада атомных ядер.

– Ничего не поняла! – воскликнула Галатея.

Никки объяснила:

– Атомные ядра состоят из положительно заряженных протонов и нейтральных нейтронов. Протоны отталкиваются друг от друга из-за одинакового электрического заряда, поэтому вроде бы ядро должно распадаться. Но этому препятствуют мощные ядерные силы, которые притягивают ядерные частицы друг к другу. Фактически вокруг ядра атома построена стена, которая не даёт его обитателям «разбежаться». Тем не менее экспериментаторы установили, что тяжёлые атомные ядра могут претерпевать альфа-распад, то есть выпускать альфа-частицу, состоящую из двух протонов и двух нейтронов и являющуюся ядром атома гелия. Теоретики не могли понять, как альфа-частица преодолевает барьер из притягивающих ядерных сил, пробивают эту, на первый взгляд непреодолимую, стену.

– Это так же странно, как если бы спутник на поверхности Земли преодолел земное тяготение и вышел в космос без ракеты-носителя! – сказал Андрей и вопросительно посмотрел на Никки.

– Очень точное сравнение. Для решения проблемы альфа-распада Гамов учёл недавнюю работу де Бройля, согласно которой каждая частица является волной. Он показал: так как альфа-частица одновременно является и волной де Бройля, то она может оказаться снаружи потенциального барьера.

– То есть волна де Бройля может перехлестывать через стену? – уточнил Андрей.

– Верно. Эта работа принесла Гамову известность.

Возвращаясь из успешной стажировки в Ленинград, Гамов на один день заехал в Копенгаген – повидаться с легендарным Нильсом Бором. После разговора с молодым учёным Бор предложил ему стипендию на годичное пребывание в своём институте. В результате Гамов пробыл в Европе до весны 1931 года, посетив Лейден, Кембридж и познакомившись со многими выдающимися учёными.

В Советский Союз Гамов вернулся в сиянии славы:

о нём писали советские газеты, ему посвящали стихи. В марте 1932 года учёный, которому на тот момент исполнилось всего 28 лет, был избран членом-корреспондентом АН СССР. Он навсегда остался в истории самым молодым членом Академии наук.

Гамов стал инициатором создания первого в стране циклотрона – ускорителя элементарных частиц.

В 1931 году он женился на Любе Вохминцевой, выпускнице физмата МГУ.

Одновременно Гамова перестали пускать за границу: европейцы пригласили его на международную конференцию в Рим, но советские власти не разрешили ему выезд.

Уже привыкшему к европейской вольности учёному запрет категорически не понравился, и он стал искать возможность нелегального выезда вместе с женой. Перебрав разные варианты, летом 1932 года супруги Гамовы решили переплыть на лёгкой байдарке Чёрное море – из Крыма в Турцию. Однако сильные волны и встречный ветер помешали этому отчаянно смелому мероприятию. Через два дня шторм пригнал байдарку с измученными путешественниками к крымскому берегу возле Балаклавской бухты.



В 1933 году знаменитые учёные Нильс Бор и Поль Ланжевен пригласили Гамова стать делегатом от СССР на Сольвеевском конгрессе, ему чудом удалось выехать за границу вместе с женой – и он больше не вернулся в Советский Союз, за что в 1938 году был исключён из членов Академии наук. Есть мнение, что именно невозвращение Гамова стало причиной запрета на выезд за границу другим советским учёным, включая Петра Капицу, который в это время работал в Англии под руководством Резерфорда: Капица 13 лет жил в Кембридже вместе с женой Анной и двумя сыновьями, в 1934-м на какое-то время вернулся в СССР, и назад его непустили.

Впоследствии Пётр Капица стал основателем Института физических проблем и Московского физико-технического института (МФТИ) – одного из сильнейших университетов мира. В 1937 году он открыл явление сверхтекучести гелия, за что в 1978 году получил Нобелевскую премию по физике. Его сын Сергей тоже стал физиком и профессором МФТИ, а кроме того, в течение 39 лет был телеведущим великолепной научно-популярной программы «Очевидное – невероятное».

В 1934 году Гамов переехал в столицу США, где возглавил кафедру теоретической физики в Университете Джорджа Вашингтона. Там он подготовил ряд важных научных работ и совершил два дальновидных дела: в 1935 году взял на работу Эдварда Теллера, с которым познакомился в институте Бора, и организовал ежегодную конференцию по теоретической физике, на которую приглашали 20–30 известных физиков.

Выдающийся физик Эдвард Теллер, переехавший в Америку по приглашению Гамова и впоследствии сыгравший ключевую роль в создании атомной и термоядерной бомбы в США, так вспоминал свои годы в Вашингтоне: «Я ценил Гамова. Он генерировал по новой теории каждый день, что делало его подобием какой-то природной стихии. Но, если теория была бессмыслицей, как в большинстве случаев и оказывалось, можно было сказать об этом Гамову прямо, без околичностей. В отличие от многих гениев, Джо отбрасывал свои теории так же легко, как и создавал. В редких случаях, когда я не мог опровергнуть его идею, мы писали совместную статью. Обычно она была хорошей, потому что Гамов имел отличный вкус в выборе тем».

На конференции Гамова приезжали такие звёзды физики, как Бор, Ферми, Чандрасекар и Бете. В конференции 1938 года, посвященной астрофизике и ядерным реакциям на Солнце, участвовали Критчфилд – студент Гамова – и уже видный физик Бете. Теллер вспоминал: «В результате конференции Критчфилд сделал верное предположение о реакции между протонами как источнике солнечной энергии... Вскоре после конференции он (Ганс Бете) опубликовал важную работу по обсуждавшимся темам, описывающим роль, которую играет углерод в цикле звёздных термоядерных реакций. Эта работа сыграла существенную роль в Нобелевской премии Ганса».

Гамов был знаком с Эйнштейном. Он с юности интересовался общей теорией относительности и даже был учеником А. А. Фридмана до его трагической смерти. Беседы с Эйнштейном способствовали росту интереса Гамова к космологии. Его самым выдающимся научным достижением является горячая модель Вселенной, над которой он начал работать в 1946 году. В 1948 году Гамов ввел понятие Большого взрыва как начала расширения Вселенной в виде горячего облака «улема» – так учёный назвал гипотетическое протовещество из смеси нейтронов, протонов, электронов и квантов света. Он разработал реалистичную схему образования химических элементов во время Большого взрыва.

Гамов придерживался простой и элегантной схемы динамики Вселенной, включающей предыдущий цикл сжатия. В своей книге «Создание Вселенной» он писал: «Мы можем задать себе два важных вопроса: почему наша Вселенная была в таком сильно сжатом состоянии и почему она стала расширяться? Простейший и математически наиболее корректный ответ состоит в том, что Большое сжатие, которое имело место в ранней истории нашей Вселенной, было результатом коллапса, который случился в ещё более раннюю эру, и что нынешнее расширение есть просто „упругий“ отскок, который начался, как только максимально возможная плотность была достигнута».

Концепция Вселенной, расширяющейся после сильного сжатия, безусловно красива, но механизм «упругого отскока» во времена Гамова был совершенно непонятен. Высказать соображение о таком отскоке до нахождения его реального механизма мог лишь такой смелый человек, каким был Гамов.

Роль яркой личности Гамова в космологии лучше всего характеризует знаменитый физик, нобелевский лауреат Альвен, известный противник теории Большого взрыва. С заметной досадой он отметил в своей книге «Космическая плазма»: «Эта „космология большого взрыва“ стала к настоящему времени общепринятой в основном благодаря энергичному характеру самого Гамова».

Некоторые учёные отвергали идею взрывного образования Вселенной, считая, что наблюдательный факт расширения Вселенной вовсе не означает того, что Вселенная раньше была маленьким и плотным объектом, впоследствии взорвавшимся. В том же 1948 году американские учёные Бонди и Голд выдвинули космологическую теорию, которая предполагала стационарное расширение Вселенной при постоянном равномерном возникновении материи без каких-либо взрывов (причина такого творения материи не указывалась).

Активным соавтором и пропагандистом этой теории был англичанин Фред Хойл, написавший в 1950 году, что наблюдаемое расширение Вселенной можно обеспечить, предполагая постоянное создание каким-то образом одного атома водорода в год в объеме «небоскрёба средних размеров». Интересно, что именно Хойлу принадлежит честь введения термина «Большой взрыв», хотя он использовал его с иронией и в отрицательном смысле: «Эта идея большого взрыва выглядит для меня неприемлемой...»

Теория Бонди – Голда потеряла своих сторонников после накопления новых наблюдательных данных, свидетельствовавших в пользу взрывного образования Вселенной, а броский термин «Большой взрыв» потерял ироничный оттенок.

Развивая теорию Большого взрыва, в 1948 году Гамов вместе со своим студентом Альфером и молодым учёным Херманом предсказал существование теплового излучения, оставшегося после остывания молодой и горячей Вселенной.

– А почему оно должно существовать? – спросила недоверчивая Галатея.

– Взрыв, породивший Вселенную, сопровождался вспышкой мощного электромагнитного излучения самых коротких длин волн. Это было очень горячее облако излучения – или облако излучения очень горячего тела – самой Вселенной. По мере своего расширения это облако остывало, а Вселенная превращалась в практически пустое тёмное место с островами из звёзд. Спустя миллиарды лет после Большого взрыва его тепловое эхо очень сильно остыло, и его стали называть «реликтовым», то есть «оставшимся от прошлых времён». Согласно оценкам Гамова, Альфера и Хермана, оно должно быть аналогично излучению чёрного тела с температурой всего в несколько градусов Кельвина.

Галатея задала уточняющий вопрос:

– То есть сейчас Вселенная светится как лампочка Планка, но очень холодная?

– Да. В 1950 году в популярной статье в «Физика сегодня» («Physics Today») Гамов назвал цифру в 3 градуса Кельвина, сделав тем самым необычайно точное предсказание.

Известный физик Стивен Вайнберг написал в своей знаменитой книге «Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной»: «Гамов, Альфер и Херман заслуживают колоссального уважения, помимо всего прочего, за то, что они серьёзно захотели воспринять раннюю Вселенную и исследовали то, что должны сказать известные физические законы о первых трёх минутах».

Джон Мазер, нобелевский лауреат 2006 года, получивший премию за исследования реликтового излучения, подробно обсуждает труды группы Гамова в книге «Самый первый свет», написанной вместе с Бослоу.

Во-первых, он отмечает его популярные книги:

«В 40-х годах Гамов, живя в Соединенных Штатах, стал хорошо известным за его популярные книги по физике и астрономии, такие как „Мистер Томпкинс в Стране чудес“, „Раз, два, три... бесконечность“ – книги, которые вдохновили многих юных, включая меня, стать астрономами и физиками».

Во-вторых, он говорит о том, что Гамов, Альфер и Херман были реальными кандидатами на Нобелевскую премию за предсказание реликтового излучения и оценку его температуры, и детально обсуждает, почему этого не произошло.

Никки отметила:

– Я специально изучала историю открытия реликтовых излучений, потому что меня очень интересует реликтовое гравитационное излучение, таящее немало загадок. Жаль, что группа Гамова не получила заслуженного признания за вклад в изучение древнейшего света Вселенной. Одной из причин этого была репутация Гамова, неутомимого шутника и любителя розыгрышей, далеко не всегда безобидных. Так, написав со своим студентом Альфером статью, он ради шутки вставил соавтором и физика Бете, чтобы первые буквы фамилий дали последовательность первых букв греческого алфавита: Альфер, Бете, Гамов. Более того, он уговаривал Хермана сменить фамилию на Дельтер и стать четвертым в статье, но тот почему-то наотрез отказался...



Когда Гамов избрали членом Американской академии наук, он прислал в журнал академии научную статью по биологии, соавтором которой указал мистера Томпкинса — юмористического персонажа своих научно-популярных книг. Академия под благовидным

предложением отклонила статью – кстати весьма интересную, вполне нобелевского уровня. Тогда Гамов убрал из соавторов вымышленного Томпкинса и опубликовал статью в докладах Датской академии наук, членом которой он тоже являлся.

В этой статье учёный обнаружил ещё одно яркое открытие: идею генетического кода, выдвинутую им в 1954 году. В то время было известно, что белки состоят из двадцати типов аминокислотных остатков, последовательность которых в длинной белковой цепи определяется ДНК или молекулой дезоксирибонуклеиновой кислоты – носителем генетической информации, тоже представляющей длинную цепь, но лишь из четырёх типов нуклеотидных остатков. Гамов предположил, что клетка использует генетический код, переводящий четырёхбуквенный текст ДНК в двадцатибуквенный текст белка. Согласно его гипотезе, этот код должен быть триплетным – набор из трёх разных соседних нуклеотидов на цепи ДНК определит какую-то аминокислоту белка.

– Караул! – закричала Галатея. – Я тону в нуклеотидах и аминокислотах!

Вмешалась биолог Дзинтара:

– Сейчас объясню. Все живые организмы сконструированы из множества белков различной структуры и назначения. Но все белки состоят из 20 типов аминокислотных остатков.

– Аналогия: толстые книги написаны при использовании всего тридцати трёх букв! – Андрей захотел помочь сестре в понимании генетики.

– Верно. В 1953 году Уотсон и Крик показали, что наследственная информация содержится в ДНК – молекуле, которая, несмотря на свою колоссальную длину, состоит всего из четырёх типов кирпичиков-нуклеотидов.

– Это была зашифрованная книга, в которой использовали всего четыре буквы! – снова помог Андрей.

– Гамов быстро понял, что должен существовать некий код, способ задания 20 аминокислотных остатков с помощью 4 нуклеотидов.

– Он понял, что нужен словарь для перевода слов с одного, четырёхбуквенного, языка на другой, двадцатибуквенный!

– Не совсем. Мне нравится твоя книжная аналогия, но во времена Гамова никто не мог прочесть эти генетические книги, и вопрос о переводе ещё не стоял. Пока сопоставлялись два алфавита. Представим, что нам в руки попали две зашифрованные книги, написанные с помощью разного алфавита, и мы знаем, что из четырёхбуквенного текста как-то можно получить двадцатибуквенный. Но как именно? Если бы один аминокислотный остаток в белке соответствовал одному типу нуклеотида в ДНК, тогда ДНК со своей четвёркой нуклеотидов могла бы программировать всего четыре аминокислотных остатка, а не два десятка. Если предположить, что каждый аминокислотный остаток кодируется парой из двух нуклеотидов, то получилось бы 16 возможных вариантов. Гамов предположил, что каждый аминокислотный остаток определяется триплетом из трёх нуклеотидов. Значит, получаем 64 комбинации нуклеотидных троек – их с лихвой хватит на 20 аминокислотных остатков. Таким образом, Гамов предложил «словарик» для перевода букв одного неизвестного языка в буквы другого неизвестного языка. Четвёрку нуклеотидов ДНК обозначают буквами А, Г, Ц, Т. Тройке нуклеотидов ЦАГ соответствует аминокислота глутамин, а триплету ААГ – аминокислота лизин. Именно так четырёхбуквенная ДНК программирует размещение двадцати аминокислот в белковой цепи.

– Сейчас понятно! – кивнула Галатея матери.

Никки продолжила:

– Важной макромолекулой – посредником между ДНК и белками является РНК, или рибонуклеиновая кислота. Гамов создал полушутливый «РНК-клуб» из двадцати (по числу известных тогда аминокислот) видных биологов и физиков, которые работали в генетике. Отличительным признаком члена РНК-клуба был специально изготовленный галстук с рисунком РНК и булавкой. Впоследствии гипотеза Гамова подтвердилась – в октябре 1968

года учёные Холли, Корана и Ниренберг получили Нобелевскую премию за установление генетического кода.

– То есть они установили, каким комбинациям из трёх нуклеотидов соответствуют двадцать аминокислотных остатков? – спросил Андрей.

– Верно. К сожалению, Гамов умер в августе 1968 года, за два месяца до присуждения Нобелевской премии за расшифровку кода. Один из открывателей спиральной структуры ДНК, нобелевский лауреат Дж. Уотсон, написал в 2001 году книгу о событиях тех лет под названием «Гены, девушки и Гамов. После двойной спирали». В ней он отметил роль Гамова в расшифровке механизма наследственности и привёл фотокопии писем учёного, написанные Крику и ему самому в 1960-х годах.

Известный астрофизик Иосиф Шкловский заявил: «Я считаю Г. А. Гамова одним из крупнейших русских физиков XX века. В конце концов, от учёного остаются только конкретные результаты его труда. Применяя футбольную аналогию, имеют реальное значение не изящные финты и дриблинг, а забитые голы. В этом сказывается жестокость науки. Гамов обессмертил своё имя тремя выдающимися „голами“: 1) Теория альфа-распада, более обще – „подбарьерных процессов“ (1928 г.), 2) Теория „горячей Вселенной“ и как следствие её – предсказание реликтового излучения (1948 г.), обнаружение которого в 1965 году ознаменовало собой новый этап в космологии, и 3) Открытие феномена генетического кода (1953 г.) – фундамента современной биологии».

Гамов не получил Нобелевскую премию ни за одно из своих великих открытий, и многие учёные считают это несправедливым.

В перечень «нобелевских» достижений Гамова можно добавить и гипотезу о том, что Большой взрыв – результат предыдущего Большого коллапса, а нынешнее расширение Вселенной является своеобразным упругим отскоком после достижения максимального сжатия. Эта гипотеза не получила достаточного теоретического и наблюдательного подтверждения, но, возможно, именно в этом направлении будет разгадана главная тайна образования нашего мира.

Гамов доказал, что астрофизики могут определить не только химический состав звёзд, но и химический состав самой Вселенной, а также заглянуть в первые минуты существования нашего мира. Никто раньше так смело не брался за решение этих сложных вопросов.

Если не считать премию Калинги за популяризацию науки, выдающийся учёный Гамов не получил никаких премий и наград за свои научные работы. Но о ком ещё писали книги нобелевские лауреаты?

Людмила Карачкина, астроном Крымской астрофизической обсерватории и знаменитый открыватель астероидов, назвала в честь учёного астероид номер 8816 (Гамов), который она обнаружила 17 декабря 1984 года.

Это название было официально принято Международным астрономическим союзом. Обоснование было следующее: «Назван в память об учёном Георгии Гамове (1904–1968). Его главные научные достижения включают создание теории альфа- и бета-распада и теорию взрывающейся Вселенной. Гамов был также первым в расшифровке генетического кода. Он работал в институтах по всему миру: в Одессе, Ленинграде, Геттингене, Копенгагене, Кембридже и в США. С помощью своих популярных лекций, статей и книг он способствовал подъёму общественного интереса к науке. В 1956 году он получил от ЮНЕСКО премию Калинги за популяризацию науки. Имя было предложено С. П. Капицей и поддержано открывателем».

Людмила Карачкина уточнила впоследствии, что предложение назвать астероид в честь Гамова было выдвинуто всей семьёй Сергея Капицы, включая Анну Алексеевну, супругу Петра Леонидовича Капицы.

Гамов стал легендой. Писатель Александр Иличевский, выпускник Московского физико-технического института, вспоминает на страницах журнала «Новый мир»: «В юности для нас, студентов МФТИ, фигура Гамова была овеяна ореолом дерзновенной смелости: как и положено для того, кто рискнул жизнью не столько ради свободы, сколько ради добычи



заветного руна. Мы знали, что Ландау сидел в тюрьме и из лап Берии его вытаскивал Капица. Мы знали, что Сахаров штудировал монографию Гейтлера на нарах в теплушке, по дороге в эвакуацию. Но прорыв Гамова на байдарке с любимой девушкой за горизонт, а потом и в будущее науки – был вне конкуренции. И остаётся таковым и сейчас».



### *Примечания для любопытных*

**Георгий Антонович Гамов** (1904–1968) – выдающийся физик-теоретик, работавший в России, Европе и США. Стал самым молодым в истории членом-корреспондентом АН СССР и России: избран в Академию наук в возрасте 28 лет. Автор ярких работ в области квантовой теории, космологии и биологии. Известный популяризатор науки.

**Эдвард Теллер** (1908–2003) – знаменитый американский физик венгерского происхождения. Один из создателей ядерного оружия в США.

**Ганс Бете** (1906–2005) – известный американский физик германского происхождения. Лауреат Нобелевской премии по физике (1967) за работы по термоядерным реакциям на звёздах.

**Поль Ланжевен** (1872–1946) – выдающийся французский физик, ученик Пьера Кюри.

**Энрико Ферми** (1901–1954) – выдающийся итальянский физик, один из создателей первого атомного реактора в США. Лауреат Нобелевской премии по физике (1938).

**Субраманьян Чандрасекар** (1910–1995) – известный американский астрофизик и физик-теоретик тамильского происхождения. Лауреат Нобелевской премии по физике (1983).

**Ханнес Альвен** (1908–1995) – известный шведский физик и астрофизик. Лауреат Нобелевской премии (1970) за работы в области магнитогидродинамики.

**Александр Александрович Фридман** (1888–1925) – выдающийся физик, основатель современной космологии. Решил уравнение Эйнштейна и показал, что наша Вселенная не стационарна и расширяется.

**Герман Бонди** (1919–2005) – известный американский астроном, соавтор теории стационарной Вселенной, согласно которой Вселенная расширяется без начального взрыва, а вещество в ней всё время рождается по неизвестной пока причине.

**Томас Голд** (1920–2004) – известный американский астроном, соавтор теории стационарной Вселенной.

**Фред Хойл** (1915–2001) – известный британский физик-теоретик, автор нескольких научно-фантастических романов. Автор термина «Большой взрыв» и соавтор теории стационарной Вселенной, которой в середине XX века придерживалась половина космологов.

**Ральф Альфер** (1921–2007) – известный американский физик-теоретик, ученик Гамова. Соавтор предсказания реликтового излучения и его температуры.

**Роберт Херман** (1914–1997) – известный американский физик-теоретик. Соавтор Гамова и Альфера по статьям, предсказывающим существование реликтового излучения с температурой в несколько градусов Кельвина.

**Стивен Вайнберг** (р. 1933) – известный американский физик-теоретик. Лауреат Нобелевской премии по физике (1979), вместе с Шелдоном Ли Глэшоу и Абдусом Саламом.

**ДНК** (дезоксирибонуклеиновая кислота) – макромолекулы, обеспечивающие хранение, передачу и реализацию генетической информации в живых организмах.

**РНК** (рибонуклеиновая кислота) – макромолекулы, которые участвуют в кодировании генетической информации и программировании синтеза белков и являются посредниками в передаче информации от ДНК к белкам.

**Джеймс Уотсон** (р. 1928) – знаменитый биолог, вместе с Фрэнсисом Криком (1916–2004) соавтор открытия в 1953 году структуры ДНК и лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине (1962).

**Пётр Леонидович Капица** (1894–1984) – знаменитый учёный, работавший в России и Англии. Лауреат Нобелевской премии по физике (1978).

**Сергей Петрович Капица** (1928–2012) – известный советский физик, профессор МФТИ, ведущий знаменитой научно-популярной телепередачи «Очевидное – невероятное». Лауреат Государственной премии СССР (1980). Сын П. Л. Капицы.

**Роберт Холли** (1922–1993) – известный американский биохимик. Вместе с Харом Кораной и Маршаллом Ниренбергом лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине (1968) «за расшифровку генетического кода».

**Хар Корана** (1922–2011) – известный американский и индийский биолог. Вместе с Робертом Холли и Маршаллом Ниренбергом лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине (1968) «за расшифровку генетического кода».

**Маршалл Ниренберг** (1927–2010) – известный американский биохимик и генетик. Вместе с Харом Ко-раной и Робертом Холли лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине (1968) «за расшифровку генетического кода».

**Людмила Георгиевна Карачкина** (р. 1948) – известный крымский астроном, открыватель 130 новых астероидов. Назвала три астероида в честь Георгия Гамова, Петра Капицы и Сергея Капицы.

## **Сказка о телефонистах Пензиасе и Вильсоне, расслышавших шёпот космоса**

– Как хорошо, что вы долго у нас гостите! – воскликнула Галатея сразу после ужина.

– Намёк поняла, – кивнула Никки. – Завтра я уезжаю, но сегодня успею рассказать об очень интересном событии в истории науки. И начну свою историю с вокзала.

Когда группа детей отправляется в заграничное путешествие, то обычно на перроне царят весёлый шум, напутствия от многочисленных взволнованных родителей и общая атмосфера ветра странствий. Однако в этот раз на железнодорожном вокзале собрались дети без сопровождающих взрослых. У каждого в руках был чемоданчик с вещами и одной фотографией, а в кармане – скромная сумма денег в десять немецких марок. Ни игрушек, ни книжек, ни родителей. Запрещено!

Среди детей и подростков стоял шестилетний мальчик, который без мамы и папы чувствовал себя совершенно потерянным. Его звали Арно, и он не понимал, почему в такую дальнюю поездку на поезде – а потом ещё на пароходе! – он должен ехать один, среди незнакомых детей, растерянных не меньше его.

Дело в том, что в 1933 году – год рождения Арно – к власти в Германии пришли нацисты, которые не отличались человеколюбием, – и особенно они не любили евреев. Мальчик Арно, родившийся в еврейской семье в немецком городе Мюнхене, рос – и с ним с каждым годом рос антисемитизм нацистов. Когда мальчику исполнилось два года, его вместе с другими евреями лишили права на гражданство Германии. Мальчику исполнилось пять лет, когда ночь с 9 на 10 ноября 1938 года стала «Хрустальной ночью» – в Германии начались еврейские погромы, после чего на следующий день городские тротуары были усыпаны осколками стекла от разбитых витрин магазинов.

В эти трагические дни и началась уникальная международная операция по спасению еврейских детей из Германии, Австрии, Польши и Чехословакии. Была создана «Организация детей-беженцев», которая добилась от Великобритании разрешения на пересечение британской границы детьми без виз и родителей. Нацисты согласились

выпустить детей из Германии, но запретили использовать немецкие порты. Поэтому дети выезжали поездами в нейтральную Голландию, а затем на паромах отправлялись в Англию. Нацисты составили список немногочисленных вещей, которые могли взять с собой маленькие беженцы, и, кроме того, запретили родителям провожать их на вокзальных перронах.

Первый пароход с детьми-беженцами прибыл в английский порт Харвич 2 декабря 1938 года. За девять месяцев, оставшихся до начала Второй мировой войны (1 сентября 1939 года), в Британию было вывезено около 10 000 детей. Именно таким ребенком-беженцем был Арно Пензиас, которого в шестилетнем возрасте вывезли из Германии в рамках операции «Киндертранс порт» («Детский транспорт»).

Обычно спасённые дети попадали в новые семьи, к опекунам. Немногие смогли увидеть своих родителей после войны, потому что огромное количество еврейских семей в Европе было уничтожено нацистами, озверевшими в ходе катастрофической для них войны. Арно повезло – его разлука с мамой и папой оказалась недолгой: спустя несколько недель после отъезда мальчика в Британию родители сумели сами бежать из Германии, и семья воссоединилась. Надо ли объяснять, какой радостной была эта встреча, особенно на фоне трагических событий тех лет.

Арно с родителями поселился в США, где вырос и закончил Колумбийский университет. В 1961 году, за год до защиты диссертации, молодой человек стал работать научным сотрудником в лаборатории компании «Белл» (Bell Telephone Laboratories). В те годы компания «Белл» специализировалась в области телефонной и радиосвязи, активно работала с NASA над проектом «Эхо» – запуском в космос два спутника, которые представляли собой надутые шары из металлизированной плёнки: один – диаметром в 30,5 метра, другой – в 41 метр. Эти огромные шары использовались для космической связи как пассивные отражатели радиоволн. Передающая станция с Земли посылала в направлении спутника-баллона радиоволну; она отражалась от него и улавливалась чувствительной приёмной антенной, сделанной в виде огромного рупора и установленной в другой точке Земли. Хотя возможность передачи радиосигнала этим способом была подтверждена, более перспективными оказались активные спутники-ретрансляторы, которые улавливали сигнал с Земли, значительно его усиливали и снова отправляли вниз. Спутник-ретранслятор «Тел-стар» был создан в лаборатории «Белл». Для приёма сигнала с него использовалась антенна-рупор, напоминавшая лежащий на земле огромный рог. После успешного завершения экспериментов с «Телстаром» антенна больше не использовалась.

Пензиас предложил руководству лаборатории «Белл» модифицировать антенну для радиоастрономических наблюдений. Руководство согласилось.

Весной 1963 года к Пензиасу присоединился американский физик Роберт Вильсон, выходец из Техаса. Вместе они стали превращать антенну-рупор в сверхчувствительный инструмент для радиоастрономических наблюдений.

С самого начала Пензиас и Вильсон знали, что в антенне есть заметный дефект – она «шумела», то есть ловила непонятный радишум. Инженеры, которые прежде работали на ней и регистрировали сигналы спутников, пытались избавиться от помех, но у них ничего не получалось.

Пензиасу и Вильсону тоже мешал этот постоянный шум в антенне, не связанный с каким-либо известным фактором. Сначала они рассмотрели все возможные причины шума – например, воздействие радиоизлучения огромного города Нью-Йорка, расположенного неподалёку. Однако все известные источники радишума располагались в определённых направлениях, а таинственный шум шёл отовсюду.



За 1964 год учёные безуспешно испробовали самые разные варианты избавления от шума, включая очистку антенны от голубиного помёта, который авторы научной статьи деликатно называли «белым диэлектрическим веществом», а также изгнание самих голубей.

Ничего не помогало! Антенна упорно регистрировала шум, который соответствовал радиоизлучению чёрного тела с температурой в 3,5 градуса Кельвина.

– Что это значит? – спросила Галатея.

– Как мы уже узнали из другой сказки, Планк вывел универсальную формулу излучения тела в зависимости от его температуры. Во-первых, эта формула задавала вид спектра тела – то есть зависимость интенсивности его свечения от длины волны. Планковский спектр описывался плавной кривой с одним «горбом», или максимумом, на определённой длине волны. Во-вторых, из этой формулы следовало, что при нагреве тела интенсивность свечения росла и одновременно максимум спектра смещался в сторону коротких волн. Умеренно нагретый кусок металла или холодная звезда слабо светятся красным, нагретые сильнее – жёлтым, а самые горячие звёзды оказываются самыми яркими и голубыми. Верно и обратное: если тело остужать, его спектр смещается в длинные волны: сначала до инфракрасного излучения, а потом до радиодиапазона. Радиоизлучение с температурой в 3,5 градуса по Кельвину означает, что такие радиоволны может излучать тело, имеющее температуру минус 270 градусов по Цельсию.



– Это температура ужасного мороза! – удивилась Галатея.

– Верно. Пензиас и Вильсон получили странный результат – их антенна шумела так, словно Вселенная была заполнена очень холодным веществом. Ещё страннее то, что интенсивность этого излучения не зависела от направления. Все известные обычные радиоисточники были локальными: отворачивая от них антенну, можно убрать и сигнал. Но странный шум шёл отовсюду, из любой точки на небе.

В начале 1965 года Пензиас узнал от знакомого физика, что в Принстонском университете, который находился всего в полусотне километров от их радиоантенны, группа знаменитого учёного Дикке работает над поиском остаточного излучения от взорвавшейся Вселенной – и они могут знать, что происходит с антенной-рупором, с которой возились Пензиас и Вильсон.

Пензиас набрался смелости и позвонил Дикке.

Роберт Дикке был известным профессором легендарного Принстонского университета. Кроме Гамова, другие учёные тоже приходили к мысли об осциллирующей Вселенной. Идею об её расширении как о фазе, следующей за предшествовавшим сжатием, разрабатывал и Роберт Дикке. Он отмечал: «...я боюсь говорить о „рождении“ Вселенной, ибо полагаю, что Вселенная не была „рождена“, а скорее эволюционировала из прежней коллапсированной фазы... Можно полагать, что во время коллапса Вселенной энергия электромагнитного поля и нейтринного излучения чрезвычайно возрастает аналогично излучению при... сжатии, пока, наконец, не достигается тепловое равновесие при температуре свыше десяти миллиардов градусов Кельвина. Неизвестным в настоящее время образом этот коллапс может быть обратим, т. е. Вселенная расширяется от этого очень горячего состояния».

Дикке понимал, что излучение горячей вначале Вселенной может до сих пор существовать в космосе. Летом 1964 года он пришёл к выводу, что это остаточное излучение можно зарегистрировать приборами.

Советские астрофизики А. П. Дорошкевич и И. Д. Новиков в этом же 1964 году рассчитали, насколько интенсивность гипотетического реликтового излучения должна превышать в сантиметровом диапазоне интенсивность излучения обычных радиоисточников. Этот расчёт показал возможность экспериментального обнаружения реликтового излучения.

Роберт Дикке привлёк своих сотрудников к проекту. Джим Пибблс занялся теоретическими расчётами интенсивности излучения. Питер Ролл и Дэвид Вилкинсон стали готовить эксперимент для обнаружения этого первичного космологического излучения.

В начале 1965 года Пибблс оценил, что температура остаточного излучения Вселенной не может быть больше 10 градусов Кельвина. Он послал эти результаты в научный журнал и включил их в свой доклад в Лаборатории прикладной физики в Мериленде. Слухи о планируемом эксперименте начали распространяться и достигли Пензиаса с Вильсоном. Когда Пензиас позвонил Дикке, тот обедал с Пибблсом, Роллом и Вилкинсоном. Дикке поднял трубку, и молодой человек, представившись, стал рассказывать о странном шуме, который они с другом регистрировали в своей антенне. Профессор задал несколько вопросов и назначил встречу. Положив трубку, он повернулся к коллегам и сказал полушутливо:

– Ребята, нас опередили!

Через несколько дней, в конце марта 1965 года, Дикке, Ролл и Вилкинсон приехали к Пензиасу и Вильсону. Пензиас рассказал об их с Вильсоном результатах, а потом гости осмотрели антенну. Пензиас вспоминал, что учёные из Принстона сначала решили, что приехали к паре «телефонистов», но, когда Дикке узнал, что измеренная температура радиошума равна 3 градусам Кельвина, он повернулся к своей команде и сказал: «Они получили то, что надо!»

Учёные из лаборатории «Белл» и астрономы из Принстона сумели договориться, и в американском журнале «Письма в астрофизический журнал» было опубликовано сразу две работы. Одна, статья Пензиаса и Вильсона, рассказывала об открытии постоянного радиошума в космосе, а другая – Дикке, Пибблса, Ролла и Вилкинсона – излагала теоретическую интерпретацию реликтового шума как холодного эха древнего горячего взрыва, а также сообщала о готовящемся эксперименте в группе Дикке. Пятистраничную статью группы Дикке в журнале почему-то разместили первой, а после неё поставили одностраничную заметку Пензиаса и Вильсона. Однако Нобелевский комитет расставил эти работы в ином порядке.

История с открытием остаточного излучения получила драматическое продолжение. Ранняя статья Пибблса была отвергнута журналом на основании того, что 90 % результатов были получены ранее – в группе Гамова, Альфера и Хермана. Рецензенты даже прислали Пибблсу список работ этой группы.

Тем не менее в статье Дикке – Пибблса – Ролла – Вилкинсона, которая была написана позже и опубликована вместе с заметкой Пензиаса и Вильсона, работы группы Гамова упоминались одной строкой как пример исследований в области нуклеосинтеза – без пояснений, что именно эта группа ещё 17 лет назад получила правильные теоретические оценки реликтового излучения. Впоследствии Пибблс клялся, что ни он, ни Дикке не знали работ группы Гамова.

Зная, что рецензенты заранее указали Пибблсу на работы гамовской группы, Альфер сказал: «Джим Пибблс знал о наших работах, если он не беспробудно туп!»

Никки нахмурилась:

– Учёные, которые сознательно не ссылаются на работы предшественников, подобны торгашам, которые изо всех сил стараются продать свой несвежий товар. Любой учёный должен заботиться о безошибочности обзора работ предшественников так же, как о безошибочности своих математических вычислений. Пожалуй, сделать математическую ошибку предпочтительнее, чем не сослаться на коллегу, который сделал что-то раньше тебя или которому твоя работа чем-то обязана.

Десяток статей, опубликованных в 1948 году Гамовым, Альфером и Херманом, а также диссертацию Альфера, защищенную тогда же, сейчас тщательно изучают историки науки и учёные. Ведь с них началась современная космология горячей расширяющейся Вселенной, которая победила две другие теории: модель стационарной Вселенной Бонди – Голда – Хойла и модель холодной Вселенной советского физика Якова Борисовича Зельдовича.

Одним из самых старательных исследователей работ группы Гамова стал Джим Пибблс, который до глубокой старости публиковал науковедческие материалы о легендарных статьях 1948 года.

В 1978 году Пензиас и Вильсон поделили половину Нобелевской премии по физике за случайное открытие реликтового излучения. Из теоретиков, предсказавших холодное эхо горячей Вселенной, премию никто не получил.

Никки добавила:

– Я не согласна с тем, что Пензиас и Вильсон сделали открытие случайно. Если учёные сконструировали очень чувствительную астрономическую радиоантенну, то совершенно закономерно, что их ждут «случайные» открытия!

Другую половину Нобелевской премии по физике за 1978 год получил советский учёный Пётр Капица – за работы в области низких температур и открытие сверхтекучести гелия.

Перед поездкой в Стокгольм за премией Пензиас пригласил к себе домой Альфера, чтобы тот помог ему с нобелевской речью. Альфер с горечью вспоминал, что Пензиас воспринимал его и Хермана как часть научного фольклора и не отдавал должного их вкладу в проблему реликтового излучения. После этого визита расстроенный Альфер слёг с сердечным приступом.

История открытия реликтового излучения полна упущенных возможностей.

В 1941 году канадский астроном Эндрю МакКеллар заметил, что межзвёздные линии молекулы CN (циана) возбуждены, будто космос имеет температуру 2,3 градуса Кельвина. Но правильная интерпретация его наблюдений была дана гораздо позже, после открытия Пензиаса – Вильсона.

Сам Дикке, работая в 1946 году в Массачусетском технологическом институте, зарегистрировал радиоизлучение из космоса с температурой меньше 20 градусов, но не придал ему особого значения. Он полагал, что на существующем оборудовании нельзя поймать сигнал из прошлого Вселенной. Выдающийся астроном Джон Мазер, специалист в области регистрации реликтового излучения, писал: «Я не согласен. Хотя такое измерение было трудно сделать с технологиями 1940-х и 1950-х годов, но это было возможно. Группа Дикке уже пыталась сделать это в военных 1940-х годах, но без сильной мотивации они сдались. Все необходимые части были доступны. Просто никто не пробовал».

Интересно, что в 1955 году аспирант-астроном Тигран Шмаонов в Пулковской обсерватории измерил фон неба в длине волны 32 см. Вывод из этих измерений был таков: «Оказалось, что абсолютная величина эффективной температуры радиоизлучения фона... равна  $4 + + 3$  К». Шмаонов отметил, что интенсивность излучения не зависит от направления на небо и со временем не меняется. Он опубликовал свою работу в неастрономическом журнале, и она не привлекла внимания.

– А если бы он опубликовал свою работу в астрономическом журнале, то получил бы Нобелевскую премию? – спросила Галатея.

– Возможно, но не обязательно. Шмаонов работал под руководством известных радиоастрономов Хайкина и Кайдановского, но они тоже не поняли значимости открытия своего аспиранта. Вот если бы это измерение было правильно интерпретировано – в свете уже опубликованных статей группы Гамова, то да – Нобелевская премия за открытие могла достаться совсем другим людям. Но лишь в 1965 году открытие реликтового излучения – следствия Большого взрыва – прозвучало, получило правильное истолкование и широкий отклик. После этого, революционного по значимости, открытия космология выдвинулась в число популярных направлений астрономии, а Большой взрыв перестал быть гипотетической концепцией и перешёл в ряд экспериментально подтверждённых фактов.

Астрофизик И. Шкловский вспоминает эти годы в книге «Эшелон»: «В январе 1967 года в Нью-Йорке собрался Второй техасский симпозиум по релятивистской астрофизике – пожалуй, наиболее бурно развивающейся области астрономии. За 4 года до этого были открыты квазары, и границы наблюдаемой Метагалактики невероятно расширились. Всего только немногим более года прошло после открытия фантастического реликтового

излучения Вселенной, сразу же перенёсшего нас в ту отдалённую эпоху, когда ни звёзды, ни галактики в мире ещё не возникли, а была только огненно-горячая водородно-гелиевая плазма. Тогда расширяющаяся Вселенная имела размеры в тысячу раз меньшие, чем сейчас. Кроме того, она была в десятки тысяч раз моложе. Я очень гордился, что сразу же получивший повсеместное признание термин „реликтовое излучение“ был придуман мною. Трудно передать ту атмосферу подъёма и даже энтузиазма, в которой проходил Техасский симпозиум».

Помолчав, Никки отметила:

– История реликтовых излучений не закончилась на обнаружении древних радиоволн. Существует ещё одно эхо Большого взрыва – остаточное гравитационное излучение, которым многие учёные пренебрегают, но ряд специалистов, включая Джона Уилера, считает его важной частью нашей Вселенной. Реликтовое гравитационное излучение обещает немало новых сенсаций.



### *Примечания для любопытных*

**Арно Пензиас** (р. 1933) – известный американский астроном. Вместе с Робертом Вильсоном лауреат Нобелевской премии по физике (1978) за открытие реликтового излучения.

**Роберт Вильсон** (р. 1936) – известный американский астроном. Вместе с Арно Пензиасом лауреат Нобелевской премии по физике (1978) за открытие реликтового излучения.

**Метагалактика** – часть расширяющейся Вселенной, принципиально доступная для наблюдений.

**Андрей Георгиевич Дорошкевич** – доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией ИКИ (Института космических исследований РАН).

**Игорь Дмитриевич Новиков** (р. 1935) – известный астрофизик-теоретик, соавтор Я. Б. Зельдовича. Член-корреспондент АН СССР.

**Яков Борисович Зельдович** (1914–1987) – знаменитый советский физик и астрофизик, один из создателей ядерного оружия. Академик АН СССР, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии и четырёх Сталинских.

**Роберт Дикке** (1916–1997) – известный американский астроном, разработчик ряда важных астрономических приборов. Член Национальной академии наук США.

**Джим Пибблс** (р. 1935) – известный канадско-американский космолог, профессор Принстонского университета.

**Дэвид Вилкинсон** (1935–2002) – американский астроном, известный своими работами в области космических телескопов и космологии. В его честь назван спутник WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe).

**Эндрю МакКеллар** (1910–1960) – известный канадский астроном, член Королевского общества и президент Канадского астрономического общества.

**Семён Эммануилович Хайкин** (1901–1968) – известный советский физик и радиоастроном, доктор физико-математических наук, профессор.

**Наум Львович Кайдановский** (1907–2010) – известный советский радиоастроном, доктор физико-математических наук, разработчик антенн для радиотелескопов.



**Джон Уилер** (1911–2008) – выдающийся американский теоретик, автор работ в области квантовой теории и теории относительности. Ввел в обращение термин «чёрная дыра». Вместе с Чарльзом Мизнером (р. 1932) и Кипом Торном (р. 1940) написал знаменитый учебник «Гравитация» (1977).

**Джон Мазер** (р. 1946) – выдающийся астроном-наблюдатель, создатель крупнейшего космического телескопа Уэбба. Лауреат Нобелевской премии по физике (2006).

### **Сказка о Джоне Мазере, который измерил сияние самого чёрного в мире тела**

Дзинтара вошла в комнату и сказала детям:

– Сегодняшнюю историю расскажет вам сам автор, которого вы уже знаете.

– Знаем! – воскликнула Галатея, приветствуя вошедшего человека.

Рассказчик поудобнее устроился на мягком диване, а Дзинтара поставила перед ним на столик большую кружку с душистым чаем.

– Я хочу рассказать вам об астрономе, который является для меня символом учёного. Его зовут Джон Мазер, он опытный наблюдатель и талантливый конструктор космических телескопов. Двадцать с лишним лет назад я был молодым учёным, работал в отдалённой Крымской обсерватории и не был знаком с Джоном. Но однажды со мной связался его сотрудник, который был моим соавтором по паре статей, и рассказал об одной сложной проблеме, с которой столкнулась группа Мазера при проектировании нового космического телескопа. Речь шла о зодиакальном свете – светлой полосе вдоль плоскости Солнечной системы. Это свечение вызвано рассеянием солнечных лучей на межпланетных частицах, его изучал ещё Иммануил Кант. Оно мешает астрономам исследовать как реликтовое излучение, так и излучение нашей Галактики.

Зодиакальное свечение было измерено спутником COBE, который вращался вокруг Земли, но какой эта засветка будет в поясе астероидов, где, по одному из вариантов, мог быть размещён новый телескоп? Ответа на этот вопрос никто не знал, поэтому стали искать теоретика, готового взяться за моделирование зодиакального света в разных точках Солнечной системы. Для этого надо было определить происхождение зодиакального света, что само по себе является интереснейшей задачей. Я взялся за эту задачу – и Джон Мазер стал моим научным руководителем. После продолжительных математических и компьютерных расчётов трёхмерная модель распределения межпланетной пыли была создана и карты зодиакального света в разных точках Солнечной системы были рассчитаны и опубликованы. Это стало началом моего длительного знакомства с Джоном Мазером – и я до сих пор с восхищением наблюдаю за этим учёным.

Меня всегда интересовало, как современные подростки влюбляются в науку, космос? Как увлекаются разгадыванием тайн природы? Детство Джона Мазера даёт ответ на эти вопросы. Он вырос на тихой ферме-лаборатории в штате Нью-Джерси, где его отец-генетик, выходец из Южной Африки, занимался выведением пород коров с хорошим удоём. Мать Джона была учительницей начальных классов.

Мазер пишет в своей книге: «Насколько я себя помню, всегда думал, что наука – самое интересное в мире занятие. Мои родители решили, что я стану учёным, когда в возрасте трёх лет я открутил в доме дверные ручки. Когда мне было пять, отец садился возле моей кровати и объяснял, что живые организмы сконструированы из мельчайших клеток с ядрами и хромосомами, которые загадочным образом контролируют нашу наследственность и таким образом – наше будущее».

– Значит, всё дело в дверных ручках! – воскликнула, улыбаясь, Галатея.

Гость кивнул:

– Не забудем и про научные истории на ночь! Так что у родителей, которые хотят видеть своих детей учёными, есть два способа достичь желаемого: первый – разрешить откручивать в доме всё, что прикручено, и второй – читать на ночь эти научные сказки. Они для того и написаны.

Гость усмехнулся, отпил чаю и продолжил:

– Конечно, в детстве Джона были и научно-популярные книги, и походы в научные музеи, и конструирование первого телескопа из старых военных линз. В результате, он твёрдо решил стать физиком либо астрономом. Джон закончил школу с отличными оценками, имея в своём активе победы на математических и физических олимпиадах. Но родители мудро говорили ему:

– Ты пока – большая рыба в маленьком пруду. Мир огромен, и добиться успеха в нём гораздо сложнее.

Джон четыре года проучился в колледже, расположенном недалеко от родительского дома.

– Значит, он не сразу решился на дальнейшее плавание, – сказал Андрей.

– Зато после колледжа Джон смело отправился на другой конец Америки – в Калифорнийский университет в Беркли. Там он вошёл в группу известного физика Чарльза Таунса, которая работала над актуальной темой – изучением реликтового излучения, открытого тремя годами ранее. Джон занялся созданием прибора для регистрации этого древнего эха Большого взрыва.

Вертолёт забрасывал на самый верх калифорнийской горы Джона и сконструированный им прибор; на этой вершине, продуваемой всеми ветрами, молодой учёный и делал свои измерения. Со временем он стал проводить эксперименты на стратосферных воздушных шарах, к которым прикреплялась разработанная им аппаратура.

В 1968 году лабораторию в Беркли посетила комиссия из NASA – молодой организации, образованной всего за 10 лет до этого. На семинаре Джон Мазер доложил результаты наблюдений реликтового излучения, полученные с помощью стратосферных воздушных шаров. И произошёл диалог, который во многом повлиял на судьбу Джона. Один из членов комиссии спросил:

– А можно провести измерения реликтового излучения с помощью космического спутника?

– Этому ничто не мешает, – ответил Джон Мазер.

– Тогда почему это не было сделано и почему вы этим не занимаетесь? – напористо спросил член комиссии.

– Кто – я? – растерялся Джон.

Молодой учёный защитил свою диссертацию и получил работу в Нью-Йорке в лаборатории NASA. И он запомнил этот разговор на семинаре.

В июле 1974 года NASA объявила конкурс новых космических проектов: собирали предложения по проведению экспериментов с помощью небольшого спутника и с использованием ракеты-носителя средней мощности «Дельта».

Джон, которому на тот момент было всего 28 лет, сформировал команду учёных и подготовил проект измерения реликтового излучения с помощью прибора, который был в тысячи раз чувствительнее его инструмента на воздушных шарах. Его проект победил 120 других предложений конкурирующих научных групп.

Проект стал развиваться в Центре космических полётов имени Годдарда (NASA), расположенном в штате Мэриленд, куда переехал Джон. Проект был долгим и непростым. Сначала прибор хотели присоединить к спутнику «ИРАС», но не получилось – на этом спутнике было слишком мало места. Тогда группа стала разрабатывать собственный спутник. Он получился довольно тяжёлым – и был запланирован к запуску на космическом челноке в 1988 году. Однако катастрофа космического шаттла «Челленджер» в 1986 году сорвала эти планы. Спутник был переориентирован на более легкую ракету «Дельта», но для этого аппаратуру пришлось перепроектировать, уменьшив её вес в два раза. Спутник назвали COBE (Cosmic Background Explorer Satellite). Имя группа выбирала долго – ведь при продвижении проекта играет роль даже звучность и меткость его названия.

Прошло 15 лет после начала проекта, и спутник наконец запустили. На нём было установлено три прибора. Джон Мазер стал руководителем прибора FIRAS (Far Infrared

Absolute Spectrophotometer), которому предстояло измерить чернотельность излучения Большого взрыва.

– То есть насколько излучение Большого взрыва соответствует кривой Планка? – прищурился Андрей.

– Верно, – слегка растерянно сказал гость и внимательно посмотрел на сообразительного мальчика.

– В вашей же книжке есть история про Планка и его кривую. Про Большой взрыв тоже, – пояснил тот.

– Да, конечно... – всё ещё удивлённо протянул гость, снова взглянул на мальчика и только после этого продолжил:

– В чернотельности, или черноте, Вселенной была масса сомнений: если длинные – в несколько сантиметров и десятков сантиметров – волны неплохо укладывались в планковскую кривую излучения чёрного тела, то в области коротких – субмиллиметровых, то есть в доли миллиметра – волн, где кривая Планка должна загигаться вниз после максимума, царил сумбур. Запущенный суборбитальной ракетой в 1968 году сенсор сообщил о 50-кратном превышении измеренного субмиллиметрового излучения над теоретическим чернотельным. Это стало одной из причин создания проекта COBE. Даже перед самым стартом спутника, в 1987 году, появилась наблюдательная работа, где говорилось о значительном превышении субмиллиметрового излучения над чернотельным спектром. Если эти наблюдения отклонения свечения Вселенной от кривой Планка были верны, теория Большого взрыва оказывалась под вопросом или требовала существенных изменений.

Спутник COBE стартовал 18 ноября 1989 года на ракете «Дельта». Теоретиков Альфера и Хермана пригласили на запуск спутника, который должен был точно измерить излучение, предсказанное ими пятьдесят лет назад. Они с радостью приехали и участвовали в пресс-конференции вместе с членами группы COBE, рассказывали о своей работе полувекковой давности. Всего в проекте участвовало свыше полутора тысяч учёных, инженеров и техников. Каждый космический проект выгоден втройне: он даёт важные научные результаты, позволяет развить новейшие технологии и готовит огромное число квалифицированных специалистов. Спутниковый проект заканчивается, а его научные результаты живут: технологические решения и классные специалисты переходят в другие научные и промышленные проекты, вызывая расширяющиеся круги положительного воздействия.

Спутник COBE быстро передал важные данные, которые позволили определить степень чернотельности Вселенной. Группа COBE, храня первые результаты в тайне, заявила доклад на ежегодную конференцию Американского астрономического общества, которая проходила недалеко от Вашингтона, в городе Кристал-Сити. Впрочем, в одном случае тайна была нарушена: участник группы Вилкинсон, работавший в Принстонском университете вместе с Пиблсом и Дикке, распечатал главный график, полученный с помощью нового спутника, и положил его перед Джимом Пиблсом. Тот онемел от изумления.

Доклад Джона Мазера поставили на 13 января 1990 года, на последний день конференции, поэтому Джон был уверен, что аудитория будет почти пуста – делегаты успеют разъехаться. Перед самым выступлением он сделал копию статьи, подготовленной группой COBE, запечатал её в конверт и, сопровождаемый Джорджем Смутом, перешёл улицу и бросил конверт в почтовый ящик: статья ушла в редакцию журнала.

Наступило время доклада. По иронии судьбы, председателем сессии был Джеффри Бербидж, который вместе с Фредом Хойлом являлся противником теории Большого взрыва.

Вопреки ожиданиям Джона, в аудиторию набилось две тысячи человек. Джон продемонстрировал теоретическую планковскую кривую с нанесёнными данными, которые были получены с помощью инструмента FRAS на спутнике COBE. Планковская кривая совпала с экспериментальными точками на всем диапазоне длин волн с фантастической точностью! Зал замер в молчании, осмысливая увиденный график, а потом разразился овацией, чего Джон Мазер никак не ожидал.

Так подтвердилась модель Большого взрыва и чернотельность реликтового излучения. Значит, результаты других экспериментов, фиксирующие сильные отклонения от чернотельности, были ошибочны. Вселенная оказалась превосходным чёрным телом!

На следующий день научная сенсация обсуждалась во многих газетах и журналах. Если Пензиас и Вильсон измерили фон неба как 3,5 градуса плюс-минус 1 градус, прибор FIRAS дал гораздо более точное значение – 2,735 с неопределенностью в 0,06 градуса. Следующие спутники уточнили эту фундаментальную величину – 2,7255 градуса Кельвина.

Группа Джона Мазера первая доказала, что самым чёрным телом в нашей Вселенной является сама Вселенная, а её холодное сияние – эхо давнего горячего взрыва – практически идеально совпадает с кривой, которую почти сто лет назад вывел педантичный учёный Планк для свечения электролампочек.

– То есть Вселенная светится как лампочка Планка, только очень холодная? – спросила Галатея. – Как это странно и красиво – «сияние черноты»!

– Не будем путать черноту с темнотой. Темнота безнадежна, а чернота загадочна. Физическая чернота может ослепительно сиять.

– Или шептать в телефон! – отметил Андрей.

– Верно! Чернота имеет спектр, это её главная характеристика. Прибор DMR (Differential Microwave Radiometer) – другой инструмент COBE – предназначался для исследования анизотропии реликтового излучения.

– Что значит «анизотропия»? – спросила Галатея.

– Открыв реликтовое излучение, Пензиас и Вильсон отметили, что оно изотропно, то есть приходит с одинаковой интенсивностью со всех участков неба. Другие наблюдатели подтвердили удивительную однородность реликтового излучения. Но теоретические работы говорили о том, что должна существовать анизотропия, то есть вариации свечения по небу. Эти вариации возникли вместе с первыми структурами Вселенной – галактиками и их скоплениями.

Спутник COBE, созданный Мазером и его коллегами, осуществил точнейшее сканирование всего неба. 23 апреля 1992 года подробная карта с анизотропией реликтового излучения, которая составляла всего одну стотысячную от фонового изотропного излучения, была показана на научной конференции Джорджем Смутом, руководителем прибора DMR. После выступления членов группы COBE ждала сотня репортёров с камерами. Смут сказал журналистам: «Мы словно увидели лицо Бога!» – и стал звездой газетных репортажей. А Стивен Хокинг сказал о карте анизотропии реликтового излучения так: «Научное открытие века, если не всех времён!»

За свою работу Джон Мазер и Джордж Смут получили Нобелевскую премию по физике 2006 года. В решении Нобелевского комитета отмечалась, что проект COBE стал «стартовой точкой для космологии как точной науки».

Но вернёмся во времена, когда двадцатилетний проект COBE едва завершился. В декабре 1994 года Джон Мазер выступил на семинаре в Годдардском центре NASA с идеей складного телескопа с двухметровым зеркалом, который можно было бы запустить на недорогой ракете; на орбите он раскрывался бы как зонтик. Джон вспоминает: «Мои коллеги громко рассмеялись. Боссы NASA никогда не согласятся запускать подобную абсурдно сложную конструкцию».

Рассказчик передохнул, снова отпил чаю и задумчиво продолжил:

– Джон Мазер – интеллигентнейший и мягкий человек. Но в нём есть стальное упорство исследователя, который ради нового научного достижения может свернуть горы. Идея раскладывающегося телескопа сулила невероятные перспективы и полностью захватила Джона. В это время он услышал о концепции «Миссии Эдисона». Обычный космический телескоп типа COBE использовал для охлаждения своих приёмников излучения сотни литров жидкого гелия, который постепенно испарялся – и это ограничивало срок жизни телескопа несколькими месяцами. Авторы «Миссии Эдисона» предложили вариант, по которому глубокое охлаждение приборов достигалось с помощью особого многослойного

экрана, защищавшего инструменты от прямого солнечного света и эффективно излучавшего в космос тепло, вырабатываемое приборами. NASA уже отвергла эту идею как слабо проработанную. Но усилиями Джона Мазера и других учёных идеи складного телескопа и многослойного экрана слились в грандиозный проект, который впоследствии был назван JWST (James Webb Space Telescope) – в честь Джеймса Уэбба, легендарного руководителя NASA в 1961–1968 годах.

Обладая складным зеркалом с максимальным диаметром в 6,5 метра, этот телескоп во много раз превосходил бы возможности телескопа «Хаббл»: только по площади золотого зеркала он перекрывал предшественника в пять раз, мог бы исследовать далёкие галактики и открывать планеты возле других звёзд. Многослойный экран, который тоже должен разворачиваться на орбите, мог охладить телескоп до 50 градусов Кельвина (минус 223 градусов Цельсия), что позволило бы проводить тончайшие наблюдения. Благодаря такому экрану, продолжительность работы телескопа не ограничивалась объёмом жидкого гелия на борту, который позволял охлаждать приборы считанные месяцы, а могла продолжаться пять или даже десять лет.



Для создания телескопа Уэбба пришлось решить множество задач. В проекте были задействованы учёные разных специальностей. В том числе я выполнил работу по созданию

модели зодиакального света, которая помогла определить оптимальную точку расположения будущего телескопа.

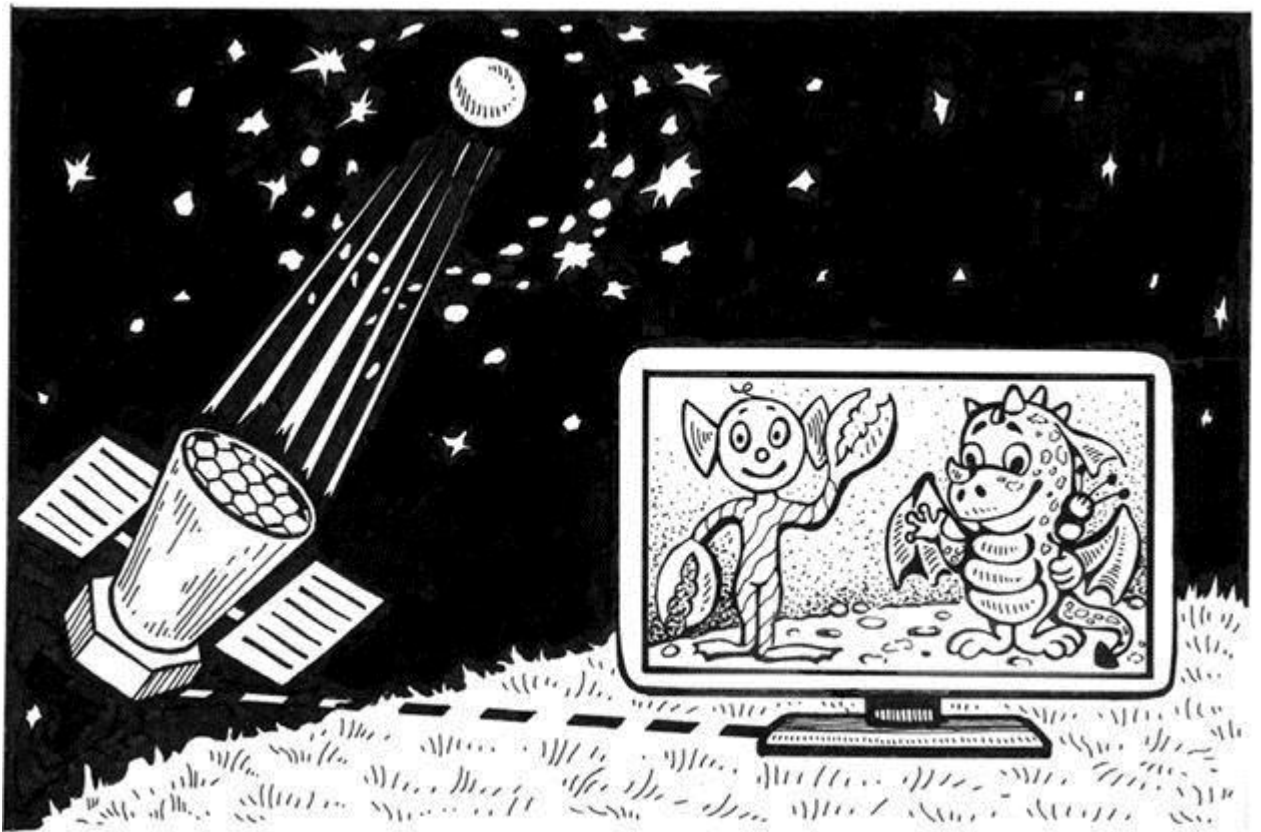
Телескоп Уэбба планировалось запустить в L2, точку Лагранжа Земли, в 2018 году.

– Что такое точка Лагранжа? – спросила Галатея.

– Между Солнцем и Землей есть точка, где силы притяжения Земли и Солнца уравниваются. Туда можно отправить спутник, и он будет висеть там неподвижно относительно Земли. Аналогичная равновесная точка есть и за Землей: в ней суммарная гравитация Земли и Солнца уравнивается центробежной силой. Именно туда, на расстояние полутора миллионов километров от нашей планеты, и планировалось отправить телескоп Уэбба.

– Понятно! – кивнула Галатея.

– В случае телескопа Уэбба от идеи до запуска прошло не 15 лет, как у небольшого спутника COBE, а 24 года. В 2003 году создание телескопа Уэбба оказалось под угрозой: его бюджет выходил за рамки запланированного, проект отставал от графика, и конгресс США проголосовал за его закрытие. Важную роль в спасении проекта сыграла реакция широких масс учёных и простых американцев, которые стали бомбить конгрессменов и сенаторов письмами в поддержку будущего космического сверхтелескопа. Джон Мазер находился в эпицентре борьбы за новый телескоп. В сенате США энергичным сторонником телескопа Уэбба стала сенатор от штата Мэриленд Барбара Микульски. Именно она поддерживала NASA в таких начинаниях, как международная космическая станция и создание двух телескопов – имени Хаббла и имени Уэбба. Благодарные учёные назвали в честь этого выдающегося политика глобальный архив данных космических телескопов: Barbara A. Mikulski Archive for Space Telescopes (MAST). 25 января 2012 года группа астрономов под руководством нобелевского лауреата Адама Райса открыла в данных телескопа «Хаббл» сверхновую звезду, вспыхнувшую на расстоянии в семь с половиной миллиардов световых лет. Учёные назвали её «сверхновой Микульски».



Строительство спасённого общественностью космического телескопа благополучно продолжили. Это стало важным уроком для научных сообществ многих стран: процветание науки в современном мире и способность к реализации крупных проектов требуют активной популяризации научных результатов, приобретения поддержки политиков, журналистов и широких масс. Иначе есть риск остаться один на один с кровожадными бюрократами!

– Они ужасны! – согласилась Дзинтара, вздрогнув.

– Не успел телескоп Уэбба выйти на орбиту, как Джон Мазер стал мечтать о новом сверхтелескопе – с диаметром зеркала 16 метров. Если сравнить телескоп Хаббла, телескоп Уэбба и будущий телескоп Мазера, окажется, что вес крупнейших космических телескопов сохраняется на уровне нескольких тонн, их стоимость примерно одинаковая, а вот способности к наблюдениям, благодаря новым технологиям, резко возрастают. Новый телескоп Мазера будет способен обнаруживать и изучать даже внеземную жизнь на планетах возле других звёзд.

Рассказчик поставил пустую кружку на стол и сказал:

– Я благодарен судьбе за своё знакомство и сотрудничество с Джоном Мазером. Он для меня – символ честного и беззаветного служения науке. Несмотря на все заслуги и награды, он живёт в скромном доме возле Годдардского центра NASA, а на деньги от своих премий – Нобелевской, Груберовской и других – создал Фонд поддержки талантливой молодёжи. На таких людях держится земная наука и цивилизация.

Андрей категорично заявил:

– Я тоже буду строить космические телескопы!

Обнаружив, что у неё из-под носа стащили самую интересную в мире профессию, Галатея растерялась, но быстро нашлась:

– А я с их помощью буду открывать жизнь на других планетах!



### *Примечания для любопытных*

**Чарльз Таунс** (1915–2015) – знаменитый американский физик, который изобрёл мазер (радиоаналог лазера) и вместе с советскими учёными, создателями лазера А. М. Прохоровым (1916–2002) и Н. Г. Басовым (1922–2001), получил за это Нобелевскую премию по физике (1964).

**NASA** – организация, созданная в 1958 году как американский ответ на запуск первых советских спутников. Организует космические исследования в США.

**Роберт Годдард** (1882–1945) – выдающийся учёный и инженер. Пионер американского ракетостроения.

**Джордж Смут** (р. 1945) – известный американский астроном, участник проекта COBE. Вместе с Джоном Мазером получил Нобелевскую премию по физике (2006).

**Джеффри Бербидж** (1925–2010) – известный англо-американский физик-теоретик, разработавший схемы синтеза тяжёлых химических элементов в звёздах. Сторонник теории стационарной Вселенной.

**Стивен Хокинг** (1942–2018) – знаменитый британский физик-теоретик, открывший квантовое испарение чёрных дыр.

**Джеймс Уэбб** (1902–1992) – директор NASA в 1961–1968 годах, сыгравший важную роль в осуществлении лунной программы «Аполлон» по высадке человека на Луну.

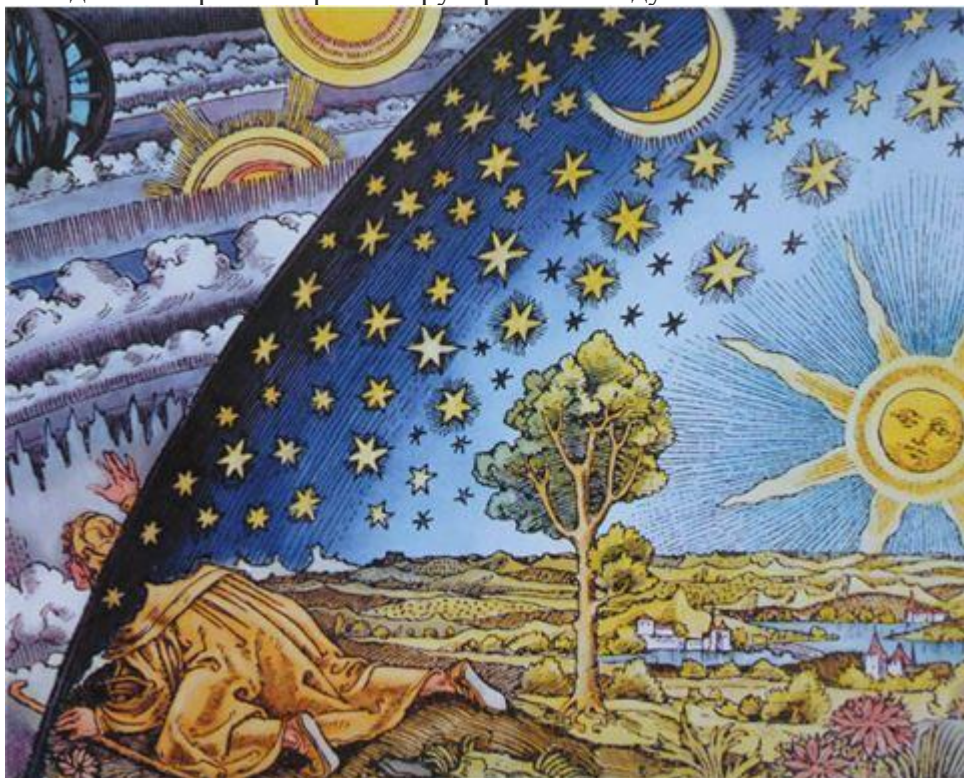


**Точки Лагранжа** – пять точек в небесномеханической системе из двух гравитирующих тел (например, Солнце и Земля), в которых третье, легкое, тело может находиться в равновесии. Точки Лагранжа 4 и 5 расположены вдоль орбиты планеты – именно в таких точках Юпитер держит две группы астероидов-«троянцев». Точки Лагранжа 1, 2 и 3 расположены на линии, проходящей через Солнце и планету. Тела в данных точках обладают неустойчивым равновесием и со временем покидают их. Космические обсерватории, размещённые в точке Лагранжа 2, удерживаются в равновесии с помощью небольших затрат топлива.

**Барбара Микульски** (р. 1936) – сенатор от штата Мэриленд. Женщина-сенатор с самым долгим сроком пребывания в конгрессе и сенате (около сорока лет). Отличается маленьким ростом и огромным политическим влиянием. Активно поддерживает NASA.

**Адам Райс** (р. 1969) – известный американский астроном, один из открывателей ускоренного расширения Вселенной. Лауреат Нобелевской премии по физике (2011).

**Груберовская премия** – научная премия в 500 000 долларов по пяти направлениям, основанная Фондом Питера и Патрисии Грубер в 2000 году.



Эта старая гравюра отражает представления средневековых людей о космосе: плоская земля, окружённая хрустальной сферой, к которой прикреплены звёзды и за которой расположены огромные шестерни и механизмы для движения небес

*Иллюстрация из книги «История астрономии» Х. Купера и Н. Хенбеста*



*Слева:* лунное затмение 9 ноября 2003 года. Луна, входя в тень от Земли, освещается красным светом земной зари и становится мрачно-багровой. Стоя в этот момент на Луне, мы будем видеть вокруг Земли ярко-красное кольцо солнечного заката, слившегося с рассветом. Но никто из землян ещё не наблюдал этого потрясающего зрелища. Может, вы станете первым человеком, увидевшим его?

*Фото Оливера Штейна*

*Справа:* астроном Региомонтан

*Старинная гравюра неизвестного художника*



Николай Коперник – великий мыслитель, сумевший сдвинуть с места Землю  
*Картина неизвестного художника XVI века (музей города Торуня)*





Тихо Браге – выдающийся астроном-наблюдатель  
*Картина Эдуарда Эндера*



Петля Марса. Яркий Марс совершает на небе эффектные петли, над которыми тысячи лет ломали головы астрономы. Цепь слабых звездочек рядом с петлей Марса соответствует движущемуся Урану. Обратите внимание на яркость Марса в нижней части петли, где он ближе всего к Земле.

*Фотография Тунка Тезеля*



Иоганн Кеплер – знаменитый учёный, сформулировавший основные законы движения планет

*Картина неизвестного художника, 1610 год*



Комета Хейла Боппа

Сфотографирована 4 апреля 1997 года Е. Колмхофером и Х. Раабом в обсерватории имени Иоганна Кеплера в городе Линц (Австрия)





Слева: Галилео Галилей

Портрет написан Оттавио Леони в 1624 году

Справа: Юпитер и спутники, открытые Галилеем. Так они выглядят в небольшой земной телескоп или бинокль



Первые в мире телескопы, созданные Галилеем  
*Фото Густаво Томсича*



Исаак Ньютон – величайший учёный последнего тысячелетия.

После Ньютона многие учёные стали считать настоящими науками только те, которые применяют математические уравнения

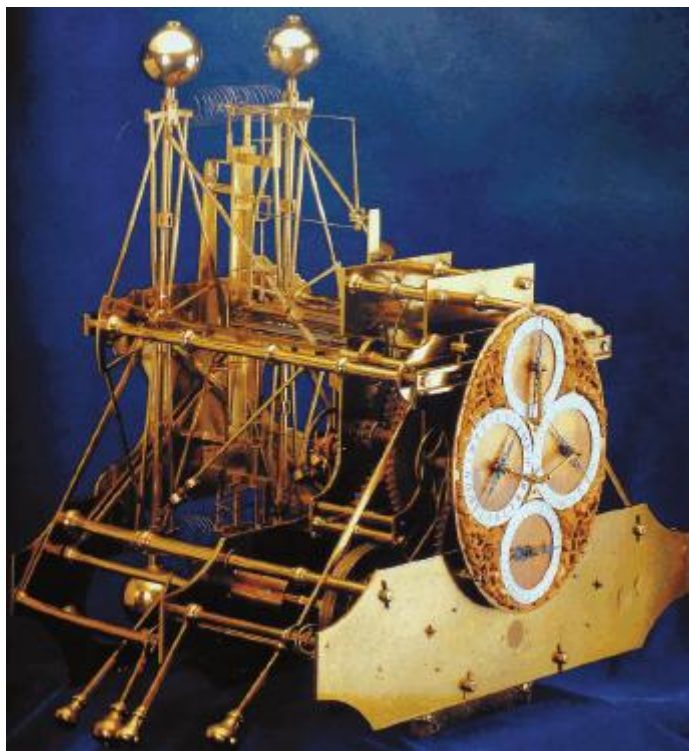
*Картина сэра Годфри Кнелера*



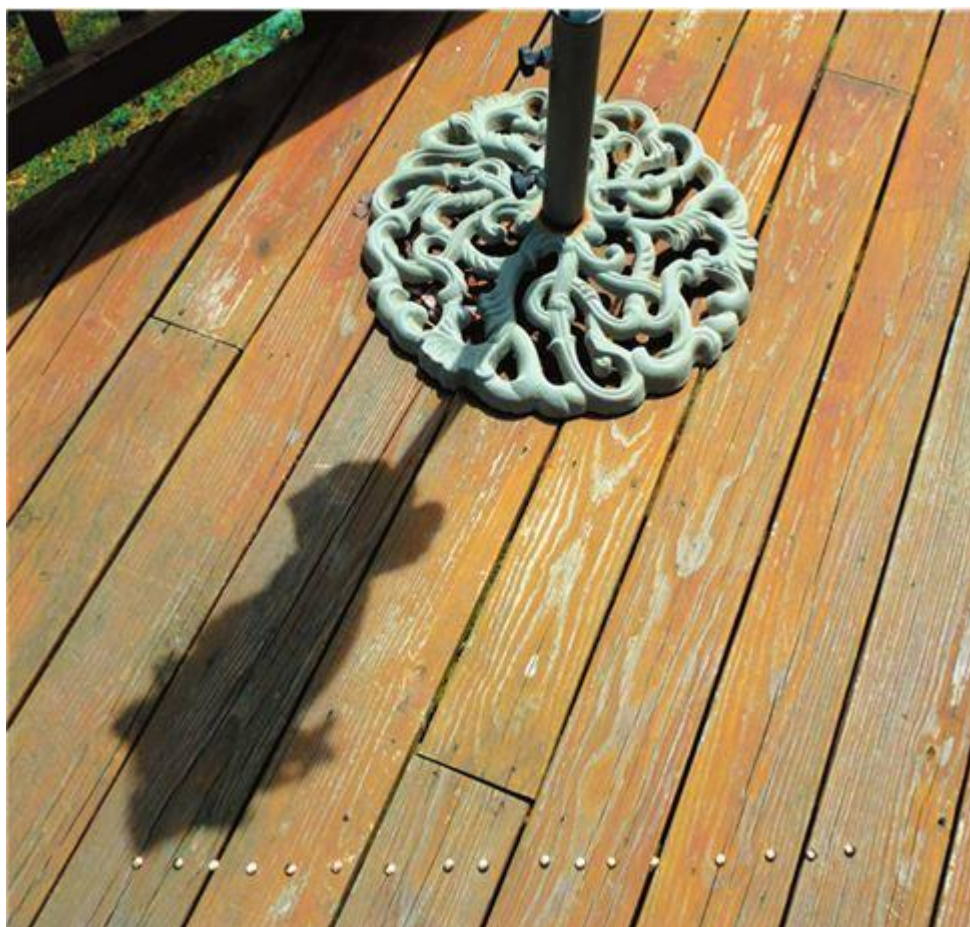


Ферма Вулсторп, где фермер Ньютон родился и сделал свои главные открытия. В саду за домом сохранились пни от о-о-очень старых яблонь...

*Фото Хел/Хама*

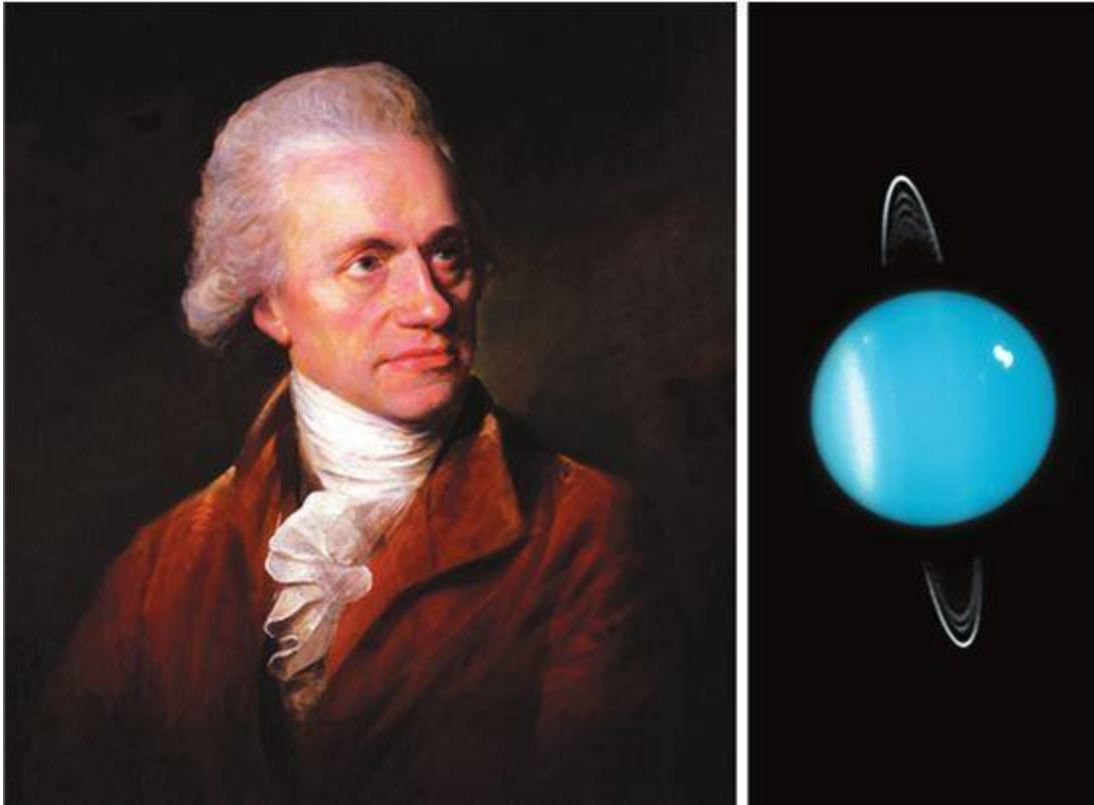


Первый морской хронометр Харрисона, весящий 35 килограммов  
*Фото и экспонат Национального морского музея (Лондон)*



Тень от зонтика может служить прекрасным астрономическим инструментом!  
*Фото автора*

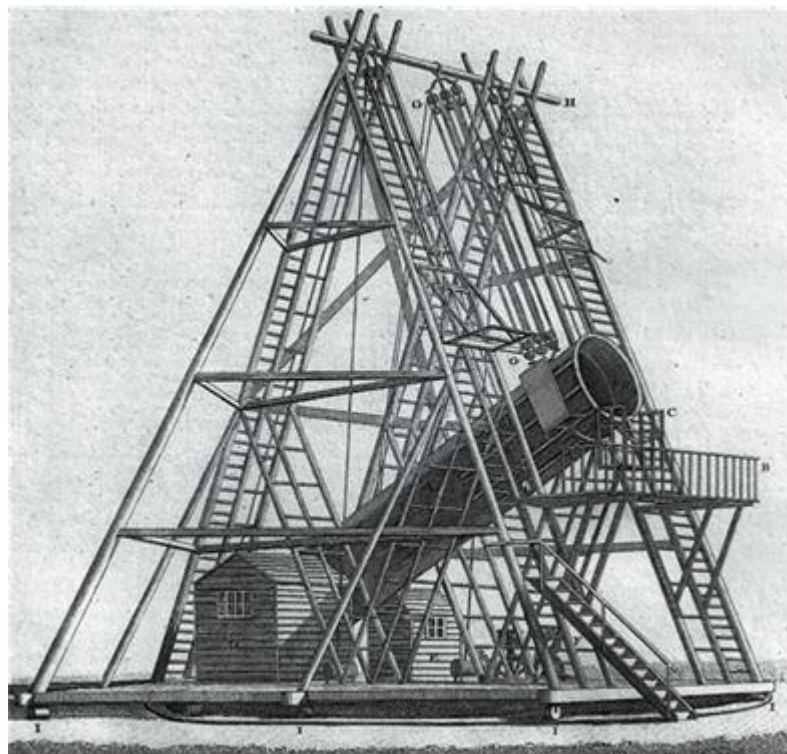




Слева: астроном и музыкант Вильям Гершель

Картина английского художника Л. Ф. Эббота (1760–1802)

Справа: Уран, открытый Гершелем. Единственная планета в Солнечной системе, которая вращается, лежа на боку, поэтому её спутники и кольца образуют что-то вроде колеса обозрения в городском парке Фото NASA/ESA и М.Шовальтера (Институт SETI), сделанное с помощью телескопа Хаббла в 2005 году



Самый большой в мире телескоп (12-метровый в длину; диаметр зеркала

20 см), построенный Гершелем в 1787 году.

Сотрудники, помогавшие астроному, называли наблюдения на этом телескопе «бритьем с помощью гильотины».

Более крупный телескоп – с диаметром зеркала 180 см – был построен графом и графиней Росс лишь в 1845 году (см. книгу «Звёздный витамин»)

*Иллюстрация из Британской энциклопедии, издание 1797 года*



Фау-2 (Германия).

Военная баллистическая ракета, взлетающая на высоту более 180 километров в 40е годы XX века.

Экспонат музея Пенемюнде

*Фото А. Эльфвина*



Шаттл «Дискавери» (США) вернулся на Землю из последнего полёта и готовится к транспортировке в аэрокосмический музей в Вирджинии

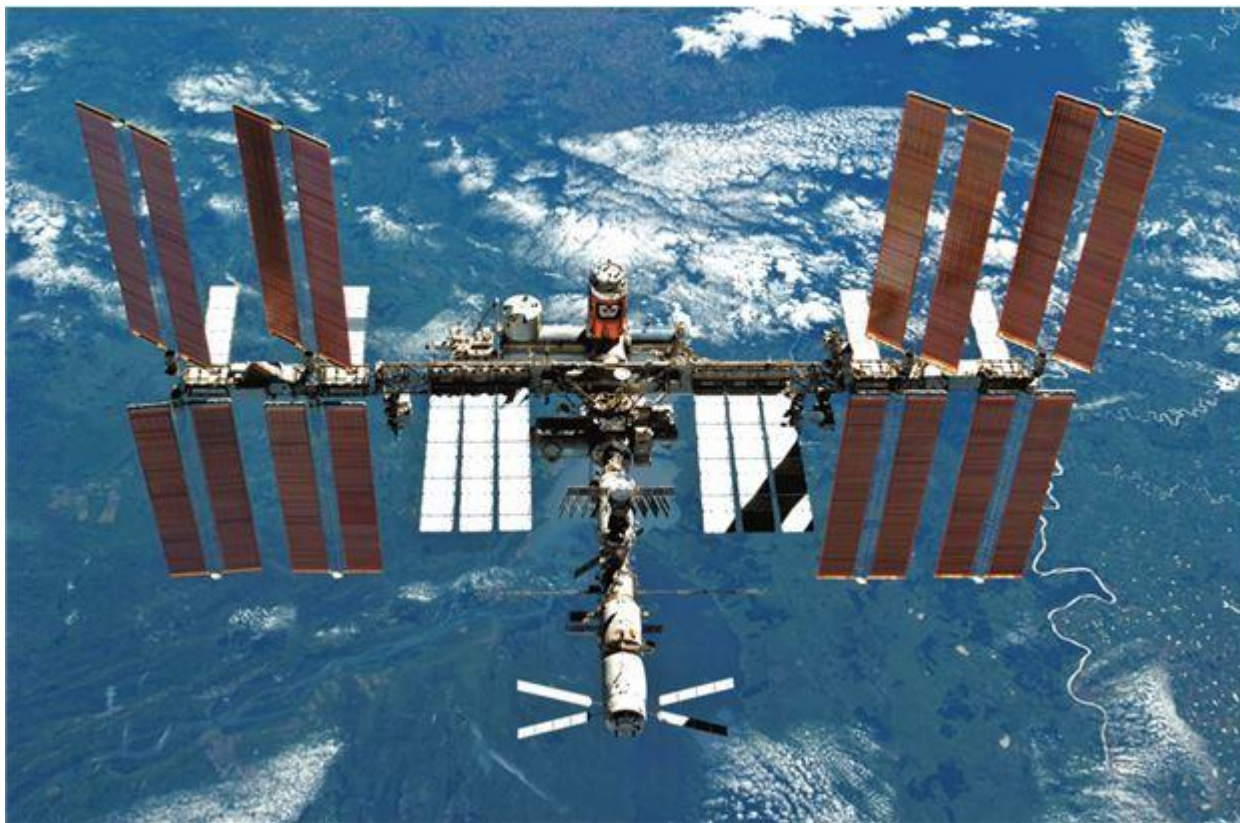
*Фото 2012 года Уолтера Скриптунаса II/Spaceflight Now*



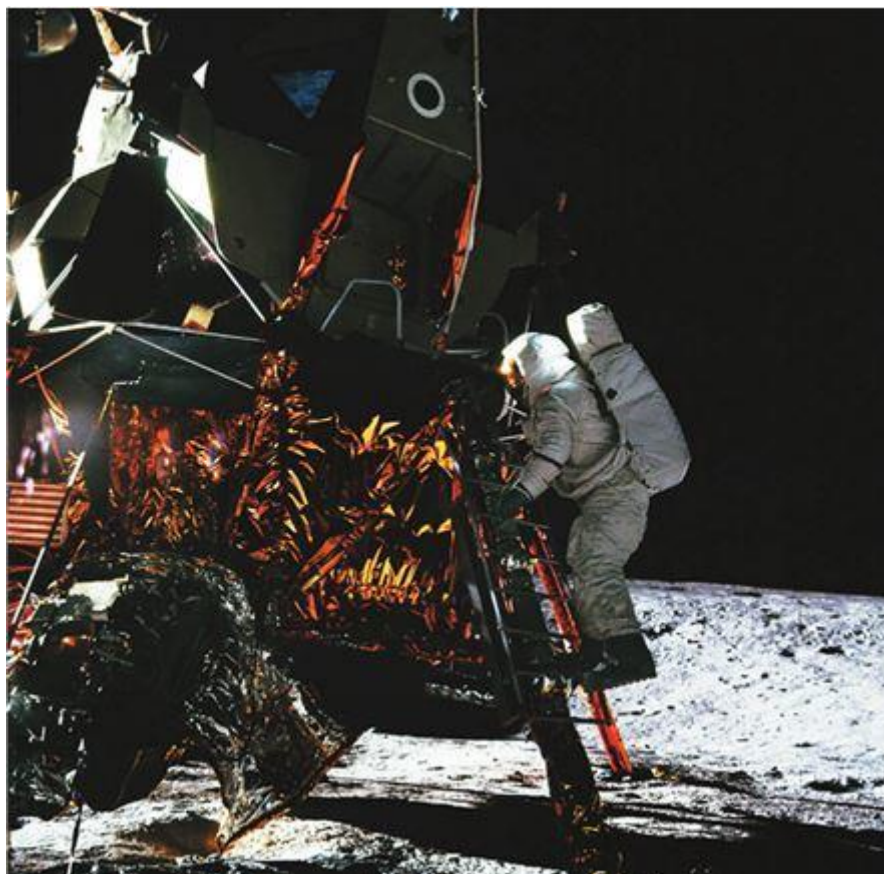


«Семёрка» – знаменитая ракета, созданная в СССР под руководством С. П. Королёва.  
Экспонат ВДНХ (Москва)

*Фото Сергея Арсеньева*

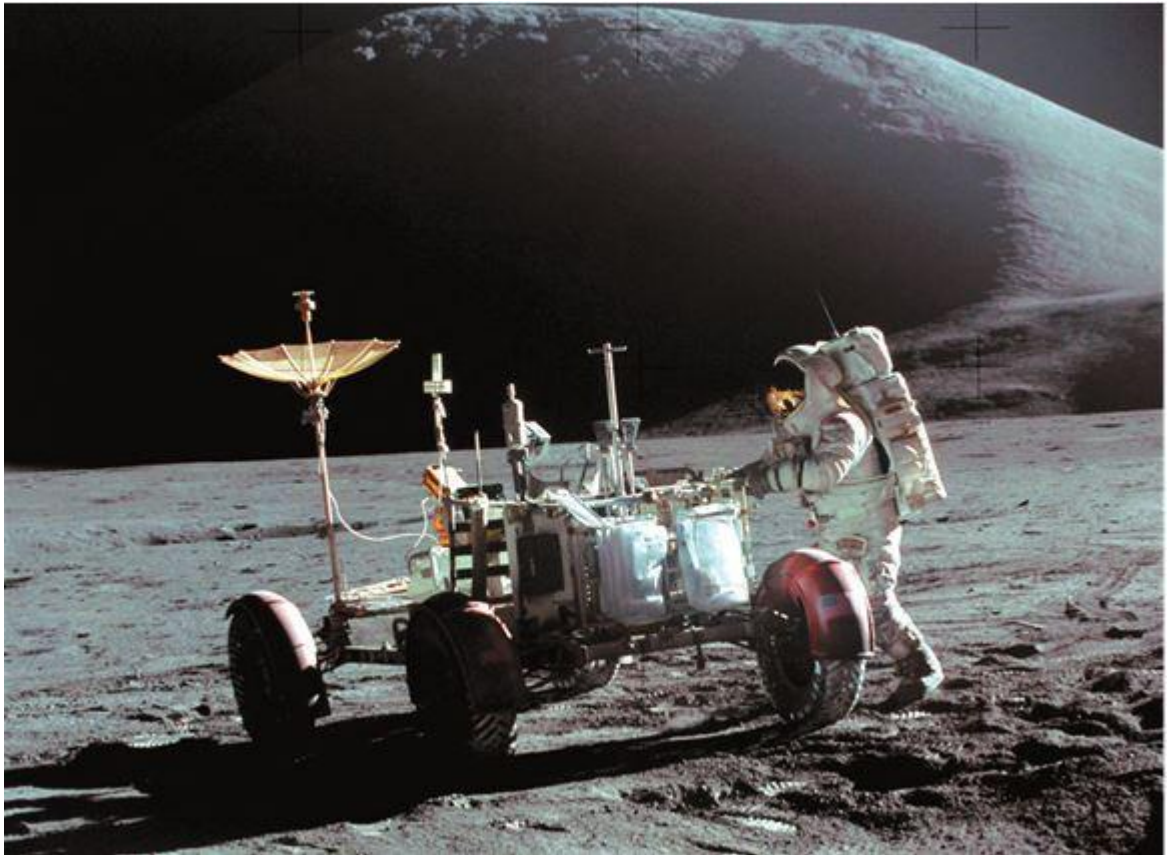


Международная станция над Землей  
*Фото NASA, сделано астронавтом шаттла «Дискавери»  
7 марта 2011 года*





Ноябрь 1969 года. Астронавт Алан Бин спускается из прилунившегося модуля «Аполлона-12»  
 Фото NASA

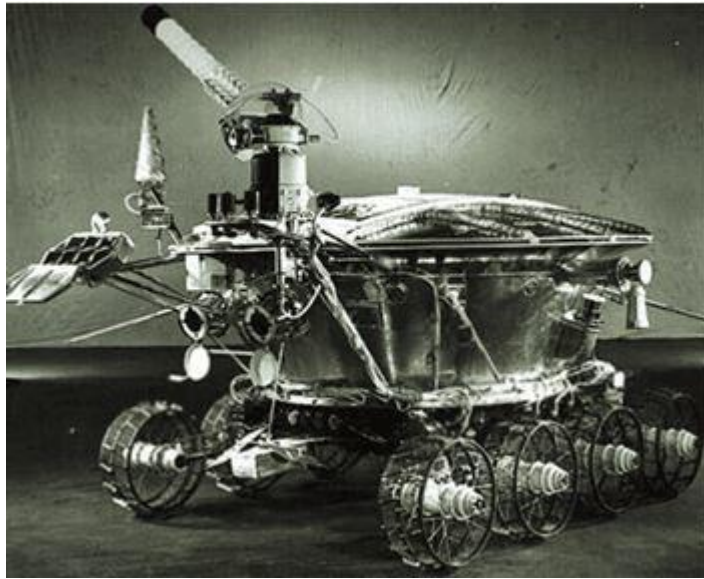


Первый автомобиль на Луне на фоне гор Гадлея. Фотограф – командир экспедиции Дэйв Скотт, водитель луномобиля – астронавт Джим Ирвин  
*Фото NASA сделано в ходе экспедиции «Аполлона-15» летом 1971 года*



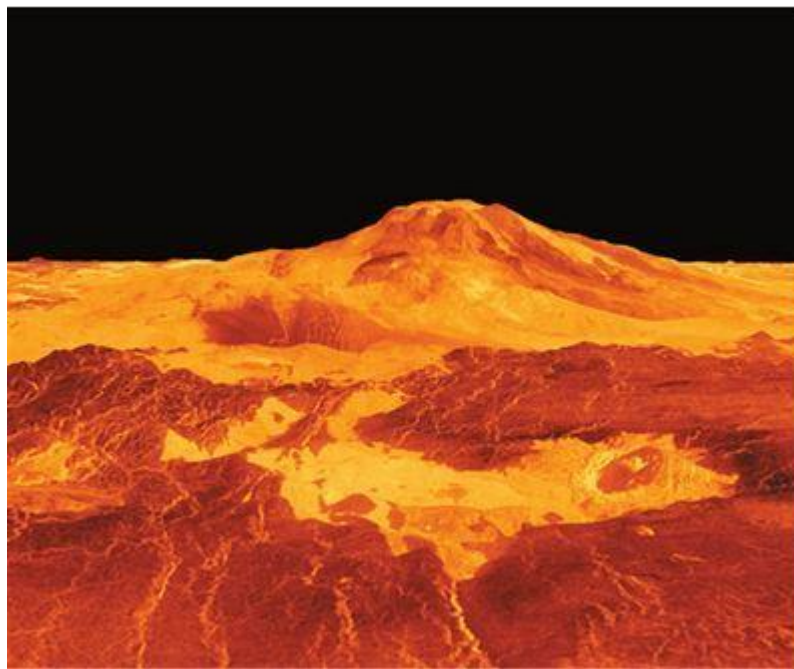
Панорама раскалённой Венеры в области Фебы. «Венера-13» впервые записала звук грома на другой планете. После 1982 года многие десятилетия ни один аппарат не садился на Венеру

*Фото «Венеры-13» (СССР), март 1982 года*



«Луноход» (СССР) – первый в мире телеуправляемый аппарат, высадившийся на другое космическое тело

*Фото из Википедии*

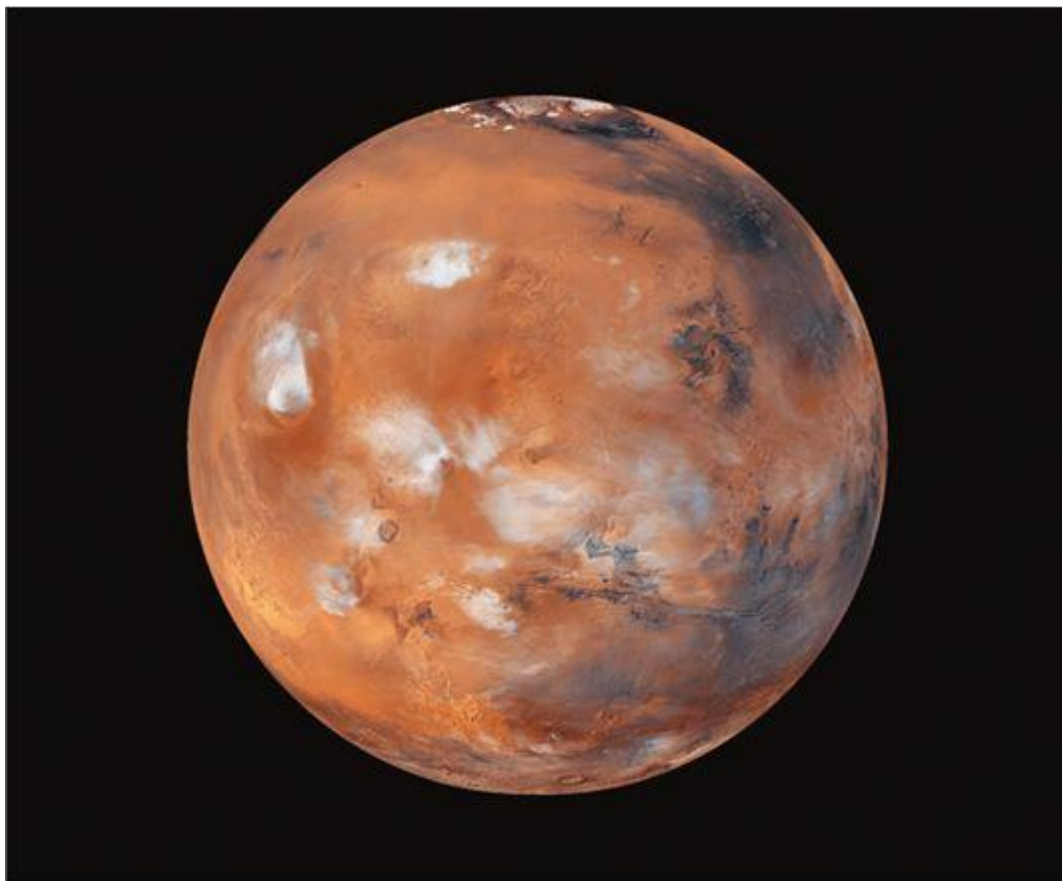


Венерианский вулкан Маат высотой 8 километров. Видны потоки лавы, растекающиеся на сотни километров.

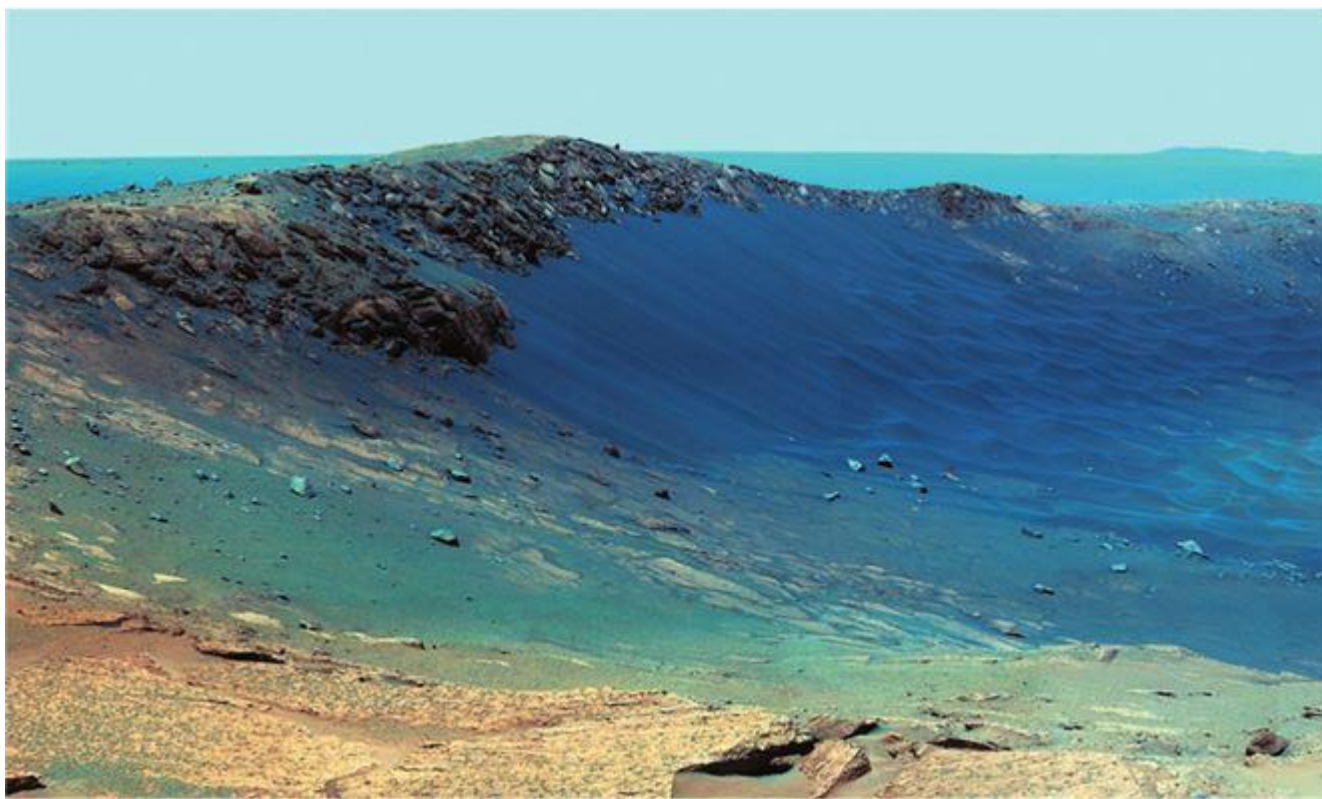
Трёхмерное изображение получено с помощью радара искусственного спутника Венеры «Магеллана» в 1996 году

*Фото NASA/JPL*





Марс с полярной шапкой и облаками  
*Фото NASA/JPL, 2011 год*



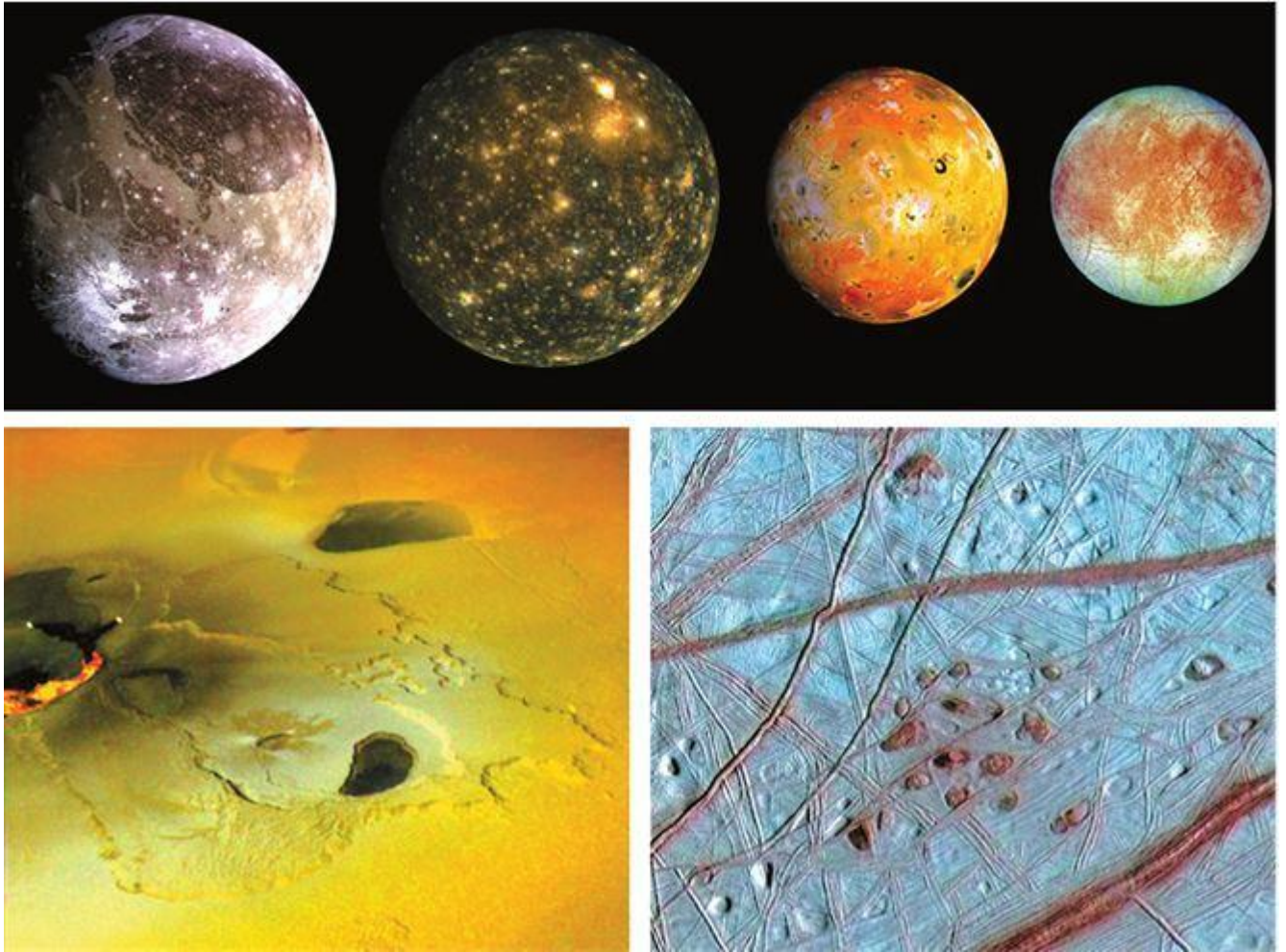
Марсианский кратер Санта-Мария

Для анализа различий в химическом составе поверхности ученые придали песку синеватый оттенок. Глядя на эту фотографию, легко поверить, что ты уже стоишь на Марсе...

*Фото NASA/JPL/Caltech/Cornell/ASU, сделано с помощью марсохода «Opportunity» в декабре 2010 года*



Юпитер с Большим Красным Пятном *Фото NASA/JPL/Space Science Institute, сделано с помощью искусственного спутника Юпитера «Кассини»*



*Вверху:* четыре галилеевских спутника (слева направо, в порядке уменьшения размера) – Ганимед, Каллисто, Ио и Европа

*Фото NASA/JPL*

*Внизу слева:* извержение сернистого вулкана на Ио (область Тавштар Катена, 2000 год). Застывшая сера имеет жёлтый цвет, а расплавленная сера образует чёрные озёра

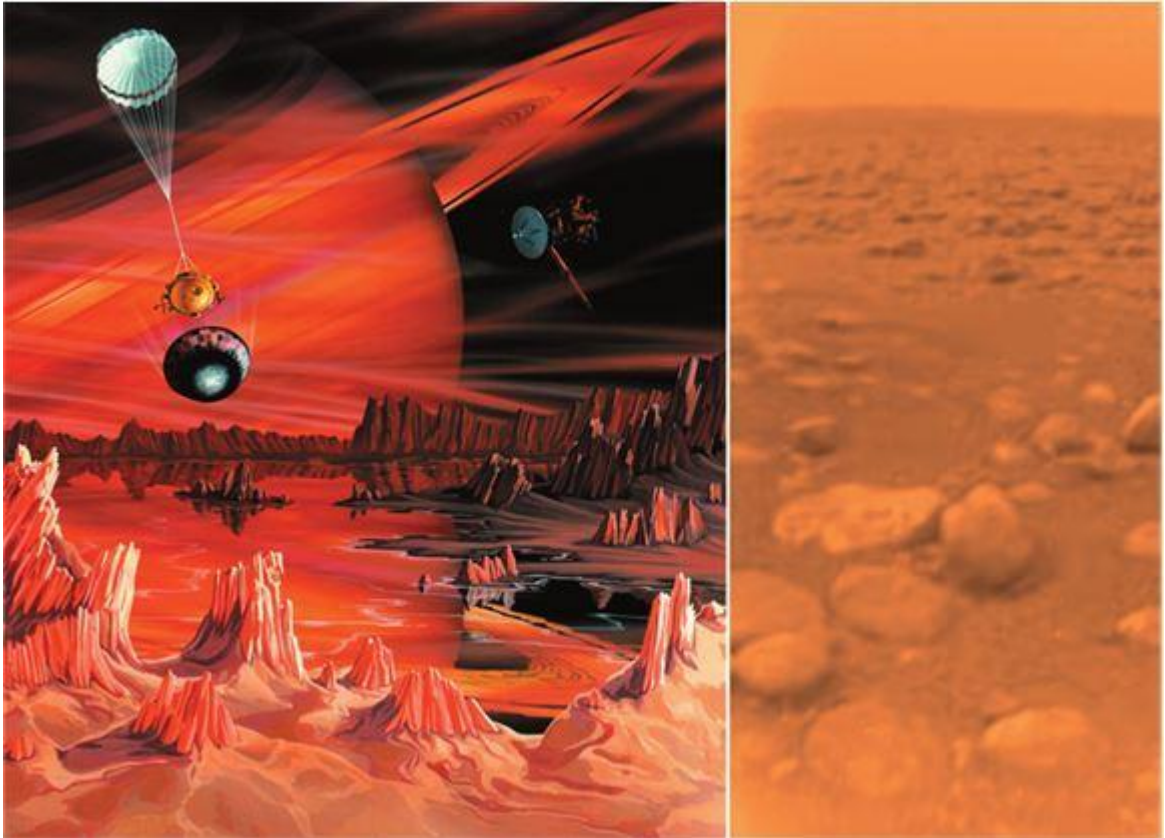
*Фото: Планетный фотожурнал NASA*

*Внизу справа:* причудливые трещины в ледяном панцире Европы.

Данные аппарата «Галилео», 1998 год

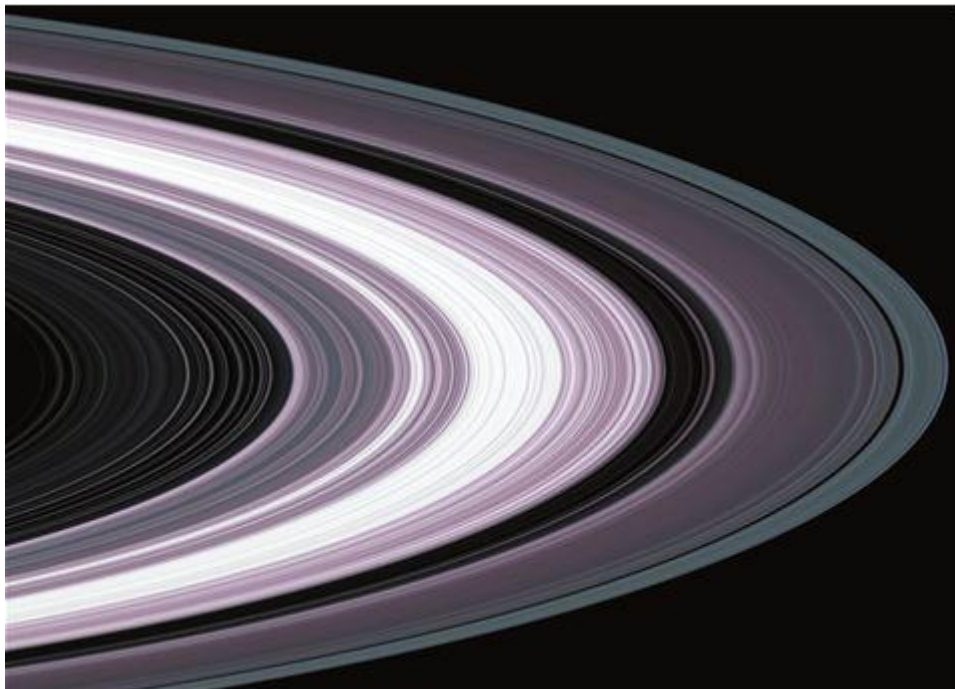
*Фото NASA/JPL/Аризонского университета и Колорадского университета*





*Слева: посадка на Титан зонда «Гюйгенс» по представлению художника Крейга Аттебери*

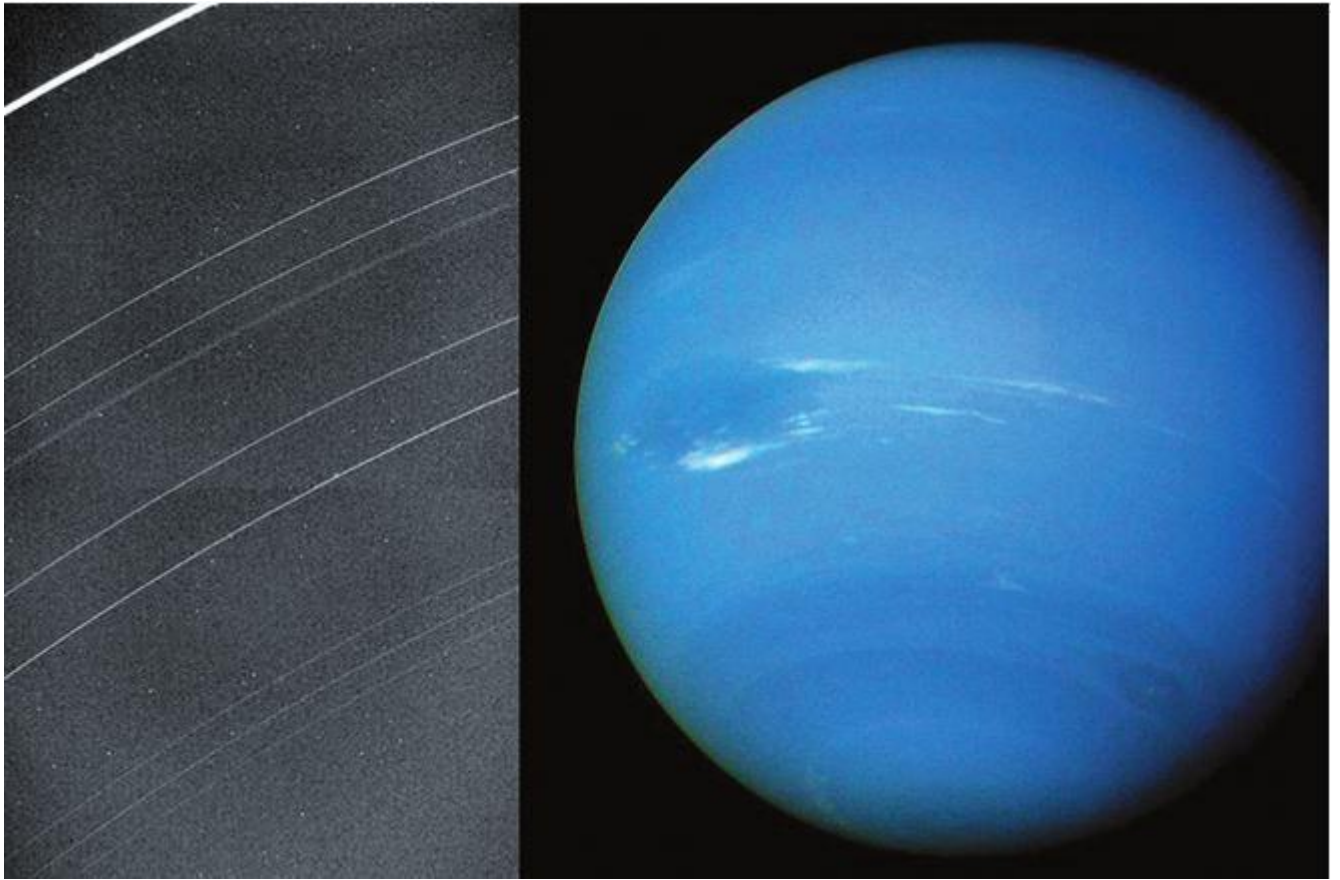
*Справа: реальная поверхность Титана с точки зрения прититанившегося зонда «Гюйгенс»  
Фото ESA/NASA/JPL/Аризонского университета, сделано 14 января 2005 года*



Кольца Сатурна

«Вояджеры» первыми сообщили, что широкие кольца Сатурна расслоены на тысячи узких колечек. Сатурнианские кольца — это зашифрованная книга, в которой записана история Солнечной системы. Автору потребовалось пятнадцать лет, чтобы прочитать лишь первую страницу этой увлекательной книги...

*Фото NASA/JPL, создано по радиопросвечиванию колец аппаратом «Кассини» в 2005 году*



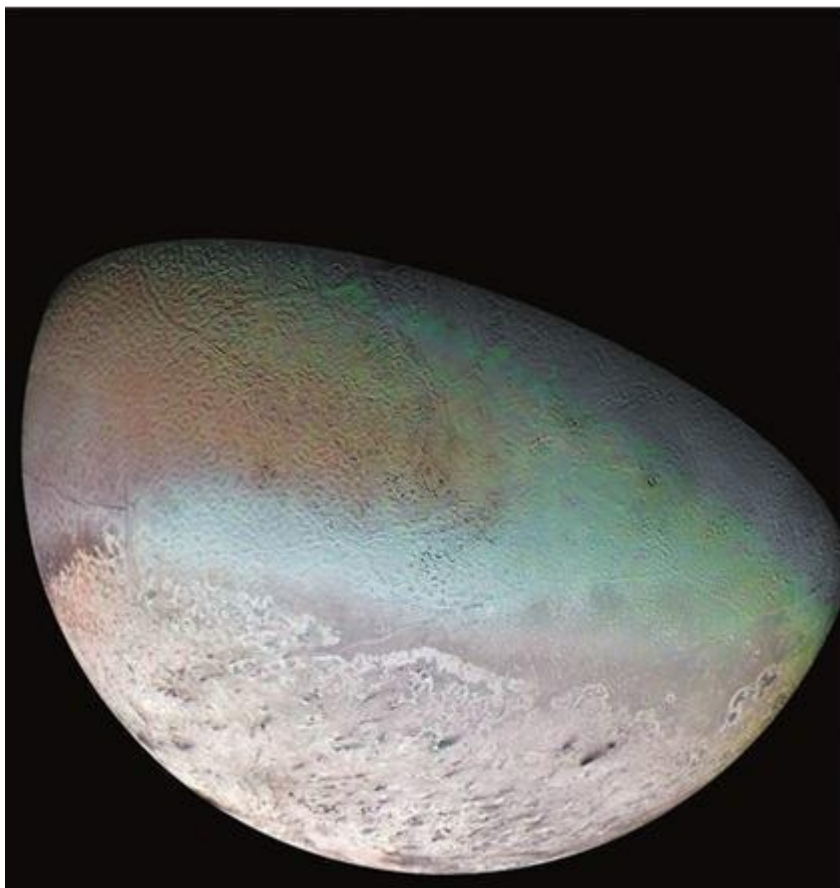
*Слева: девять колец Урана, тонких, как резонансные струны гитары*

*Фото «Вояджера-2», 1986 год, NASA/JPL*

*Справа: Голубой Нептун, самая дальняя планета Солнечной системы*

*Фото «Вояджера-2», 1989 год, NASA/JPL*





Крупнейший спутник Нептуна, Тритон, обладает полярной шапкой из застывшего азота, из которой весной бьют многочисленные гейзеры жидкого азота

*Фото «Вояджера-2», 1989 год, NASA/JPL*



Так будет выглядеть ночное небо Земли через четыре миллиарда лет, когда Андромеда столкнется с нашей Галактикой...

Перед учеными, которые могут заглядывать на миллиарды лет в прошлое и будущее, бледнеют любые волшебники... Что произойдет с Землей и ее обитателями при столкновении Галактики? Ученые этого еще не знают. Может, это выясните вы, читатель?

*Фото NASA, ESA и астрономов З. Левея, ван дер Мареля и А. Меллингера*

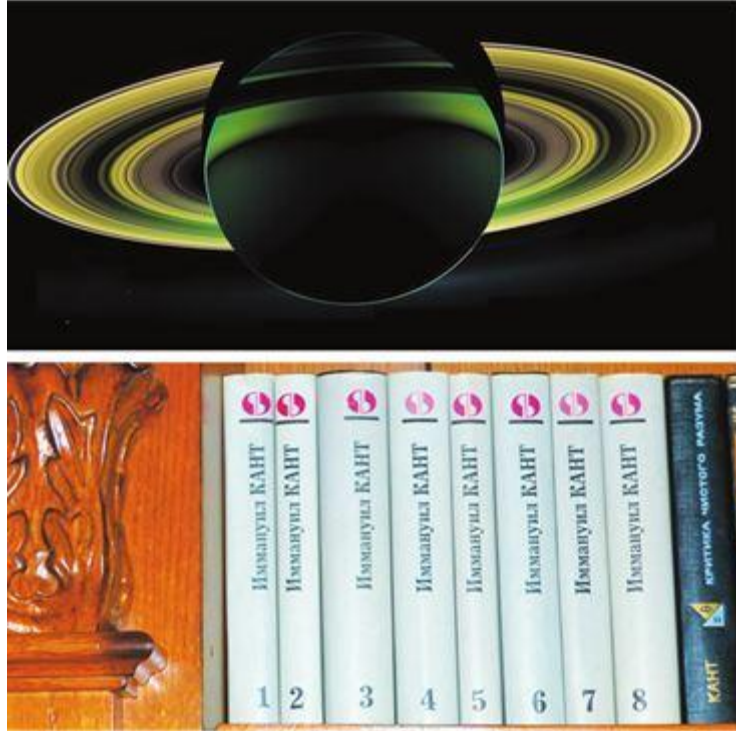


*Слева:* памятник Иммануилу Канту в Калининграде (бывший Кёнигсберг). Оригинал статуи, созданный Христианом Раухом, утрачен в 1945 году. Копию сделал Харальд Хааке

*Фото Андреаса Тоерля*

*Справа:* крупный лунный кратер Кант (внизу), диаметр – 31 км, глубина —3,7 км

*Фото экспедиции «Аполлон -16»/NASA*



*Вверху:* Кант первым догадался, что широкое кольцо Сатурна расслаивается на узкие колечки.

*Фото сделано зондом «Кассини» (NASA/JPL/Caltech) из тени Сатурна*

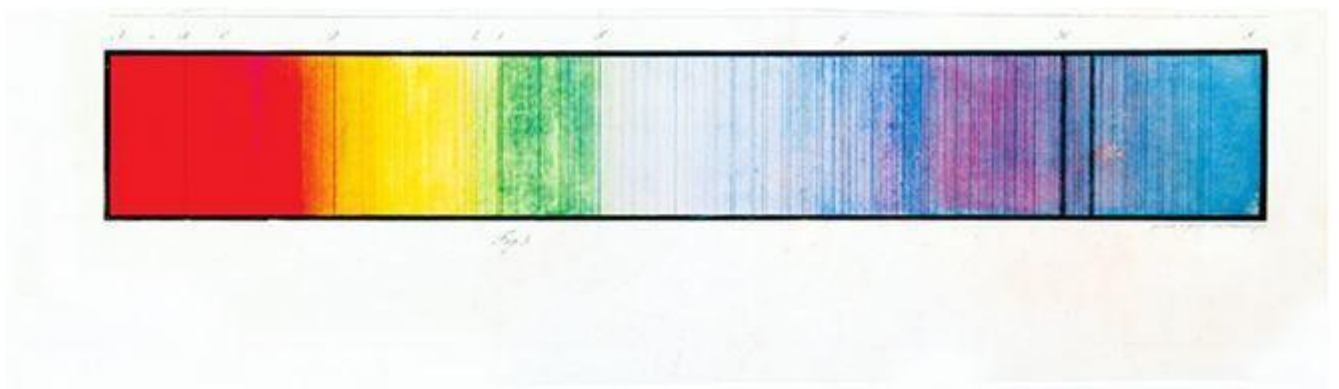
*Внизу:* Собрание сочинений Канта на русском языке и отдельное издание основного философского труда Канта «Критика чистого разума»

*Фото автора*





Фраунгофер демонстрирует свой спектрометр, держа в руке стеклянную призму  
*Иллюстрация: Общество Фраунгофера*



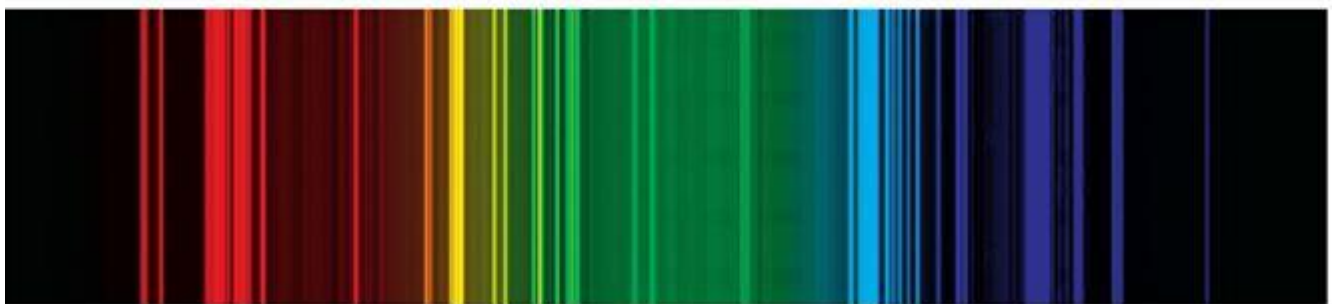
*Вверху: спектр солнечного света с тёмными линиями поглощения (линии Фраунгофера). Рисунок Фраунгофера*

Верхняя колоколообразная кривая показывает распределение интенсивности свечения в солнечном спектре

*Фото: Общество Фраунгофера*

*Внизу: спектр азота с яркими эмиссионными линиями*

*Фото из Википедии*



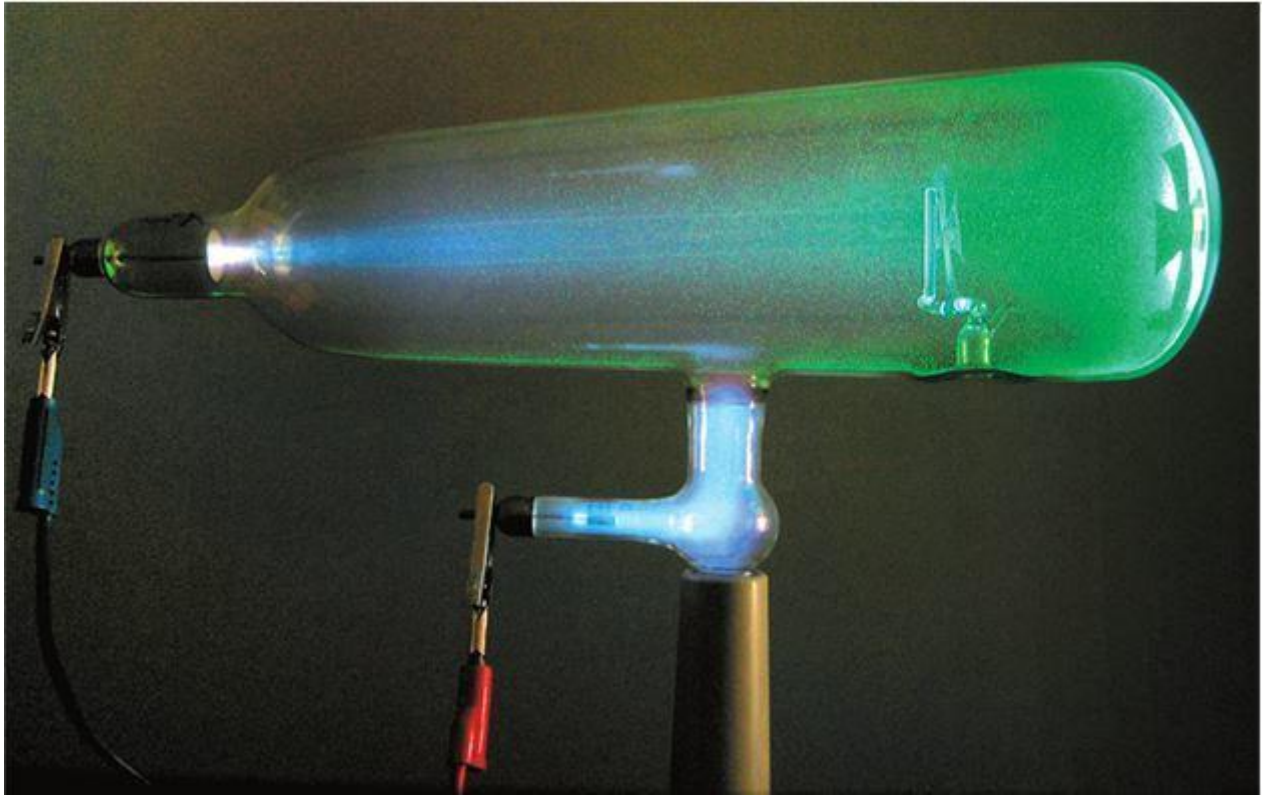


Почтовая марка, выпущенная в Германии в честь Генриха Герца  
*Фото из Википедии*



Радиоастрономическая обсерватория в Сокорро (США), состоящая из 27 радиоантенн  
 диаметром 25 м каждая  
*Фото из Википедии*





Трубка Крукса светится из-за потока электронов. Мальтийский крест отбрасывает тень, показывая направление полёта электронов из катода, расположенного слева

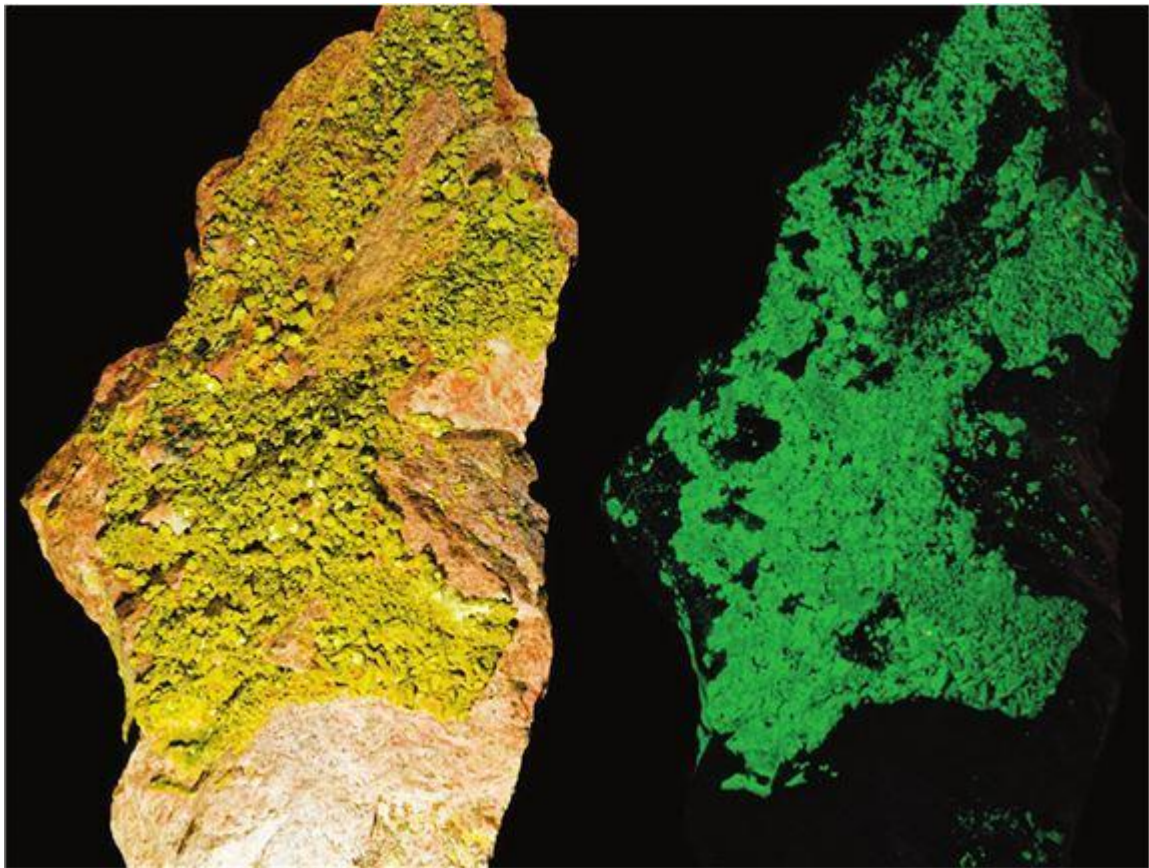
*Фото: Д. Куру, из Википедии*



Слева: Один из первых рентгеновских снимков, сделанных в феврале 1896 года в Колумбийском университете Нью-Йорка. Снимок показывает, что в кисти человека застряла охотничья дробь

Справа: Вильгельм Рентген, открыватель рентгеновских лучей

*Фото из Википедии*



Отенит – ураносодержащий минерал, водный уранил-ванадат кальция *Слева*: отенит при дневном свете *Справа*: он флуоресцирует при облучении ультрафиолетом

Фото: Д. Дискунс, из Википедии



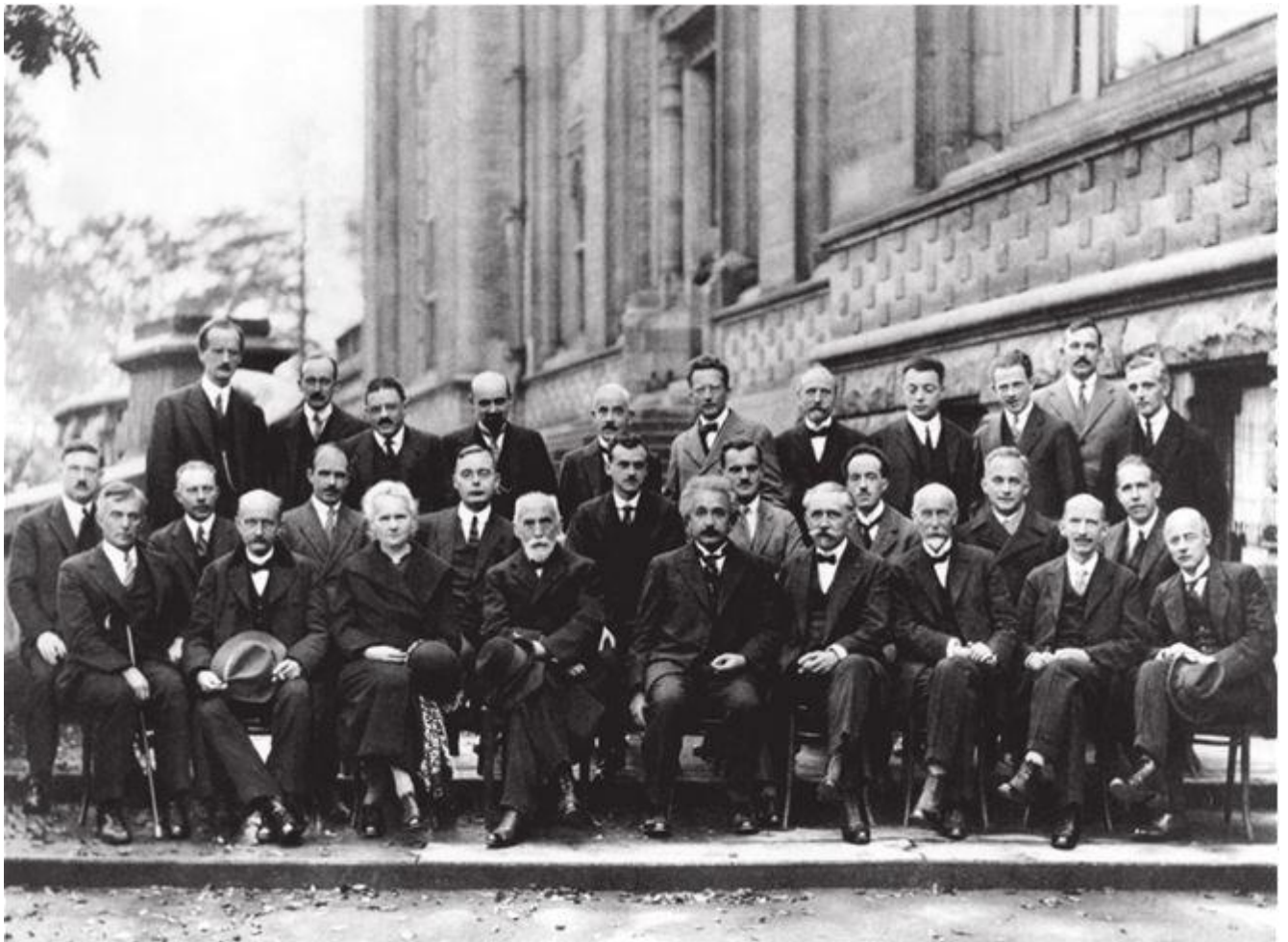
Ваза из уранового стекла светится при облучении ультрафиолетом

Фото из Википедии

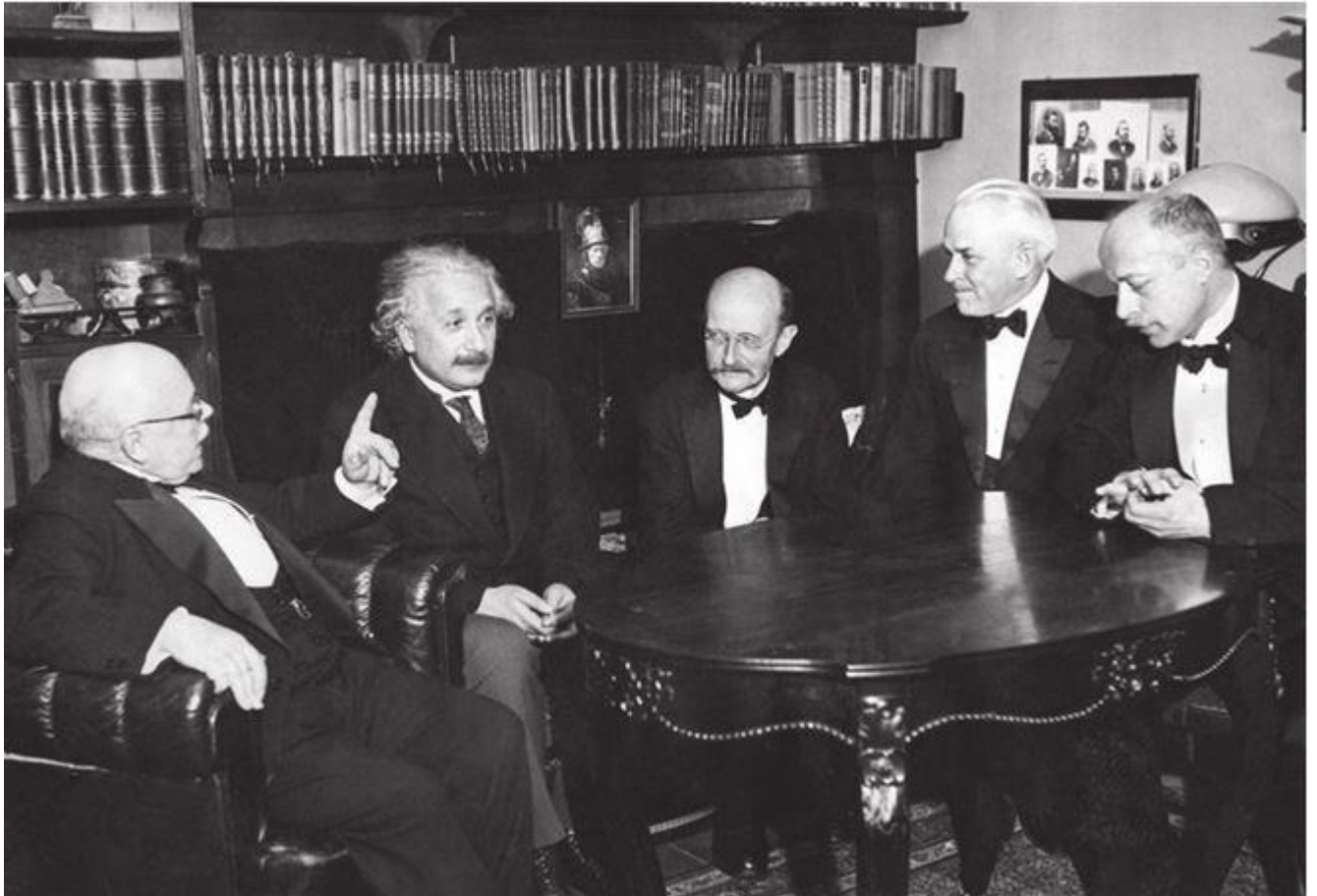




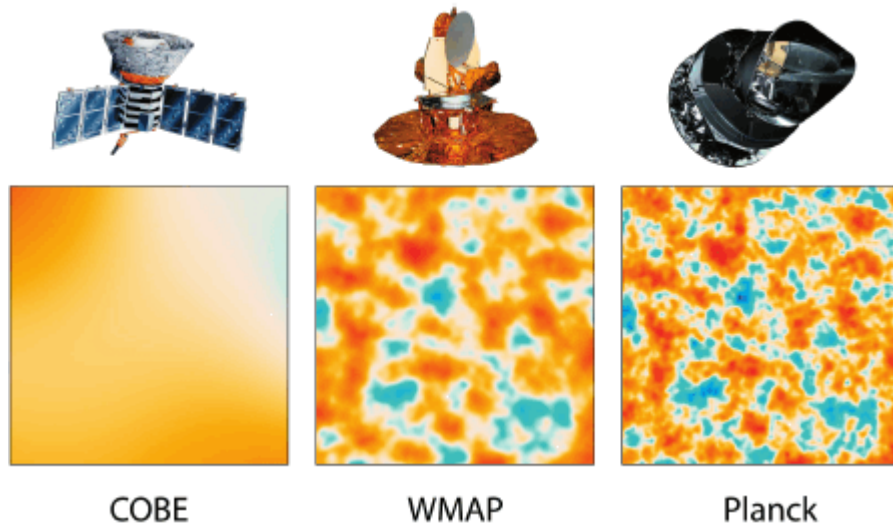
Мансарды Латинского квартала. В одной из таких мансард жила бедная студентка Мария Склодовская  
*Фото автора*



Блестящее собрание великих учёных на Сольвеевском конгрессе 1927 года. Среди них много нобелевских лауреатов и единственная женщина (слева в первом ряду) – Мария Склодовская-Кюри  
*Фото из Википедии*



Пять нобелевских лауреатов: *слева направо*: Вальтер Нернст, Альберт Эйнштейн, Макс Планк, Роберт Милликен и Макс фон Лауэ  
*Фото 1931 года*

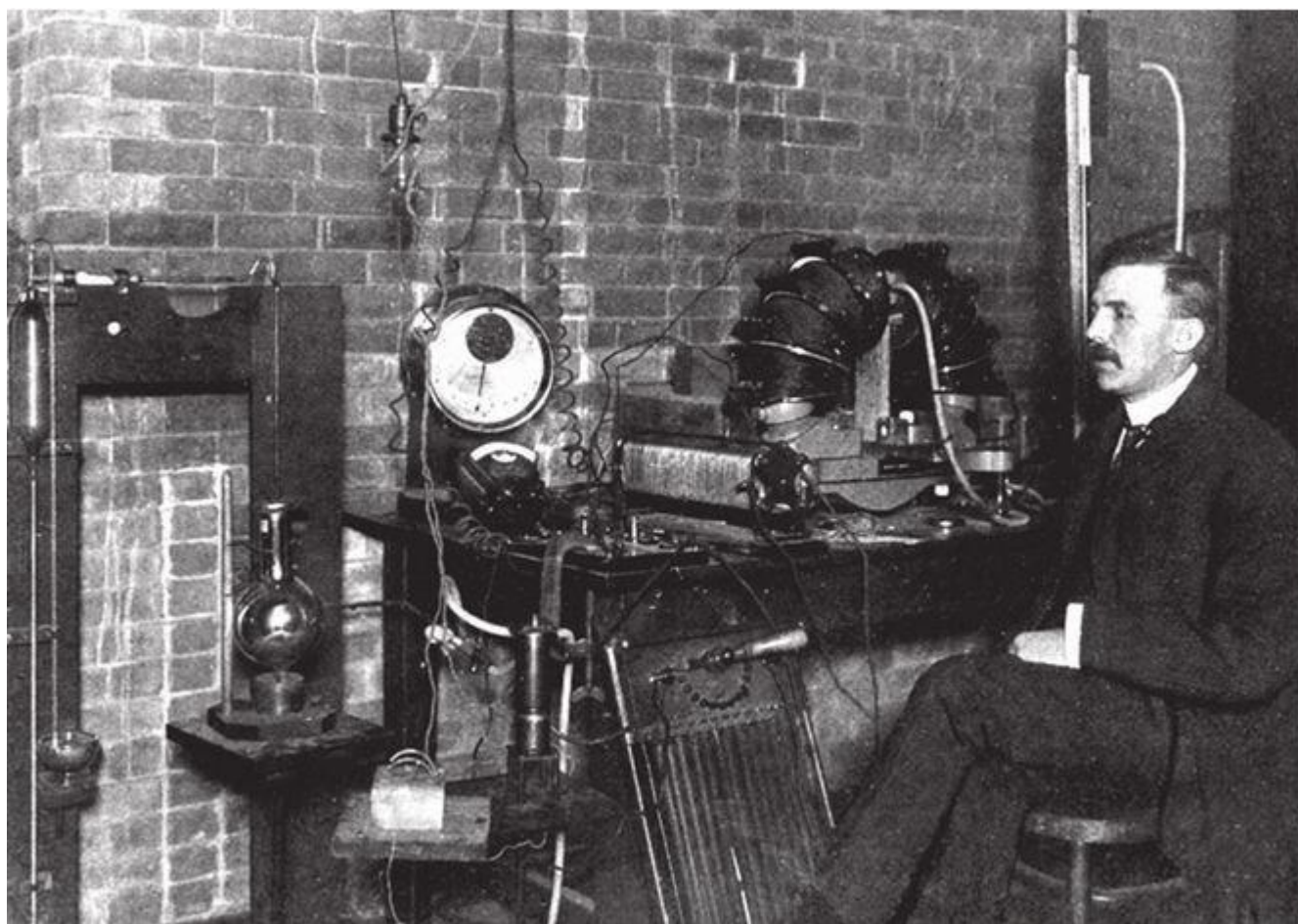


Три космические миссии: COBE, WMAP, «Планк» и карты анизотропии реликтового излучения, которые они получили для участка неба в 10 квадратных градусов  
*Фото NASA/JPL Caltech/ESA*





Статуя юного Резерфорда, установленная в Мемориале Резерфорда в его родном городе Брайтуотер (Новая Зеландия)



Эрнст Резерфорд в лаборатории канадского Университета МакГилла в 1905 году



Нильс Бор со своей невестой Маргарет во время помолвки (обручения), 1910 год  
*Фото архива института Нильса Бора*



Здание института Нильса Бора в Копенгагене  
*Фото из Википедии*





Герцог де Бройль, физик  
*Фото из Википедии*

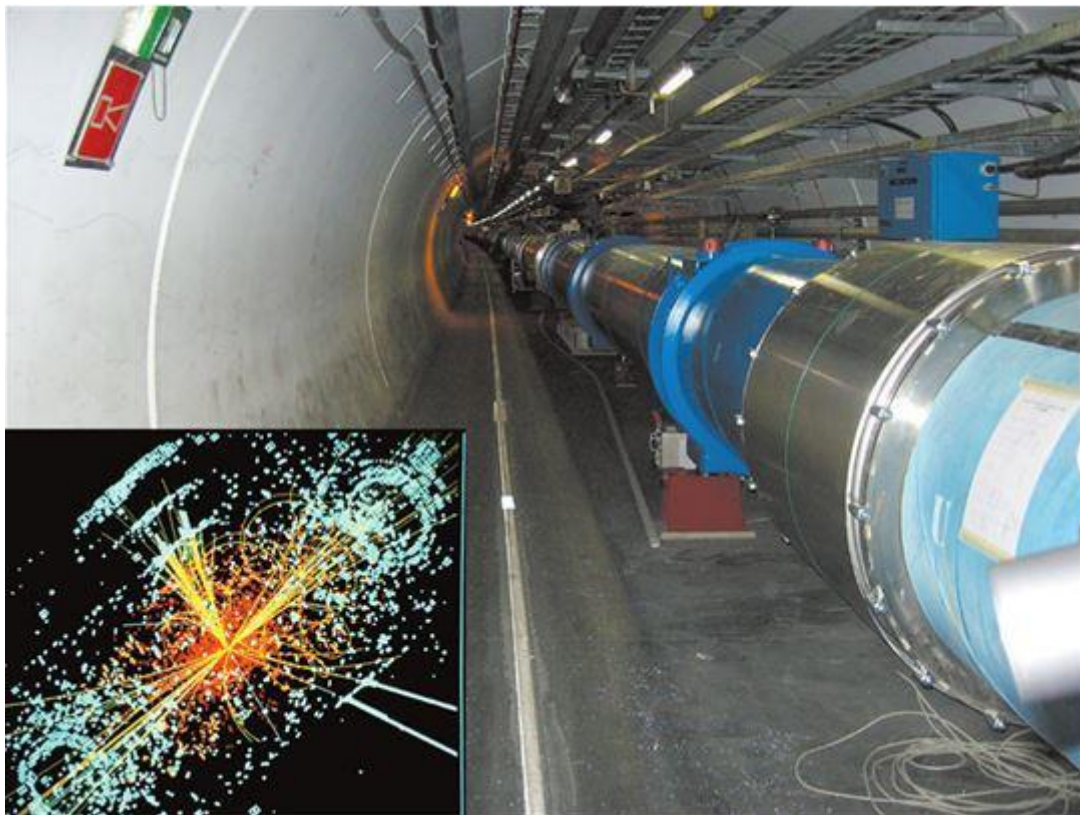


Естественный ускоритель элементарных частиц и плазмы: выброшенное из Солнца 31 августа 2012 года вещество движется со скоростью полторы тысячи километров в секунду. В этом феномене теснейшим образом переплетаются квантовые и классические эффекты, космическая и атомная физика

*Фото: Обсерватория солнечной динамики (NASA/GSFC)*



Слева: Гейзенберг в молодости (1927 год) и (справа) на марке ФРГ, вместе со своим знаменитым «Соотношением не определенности»

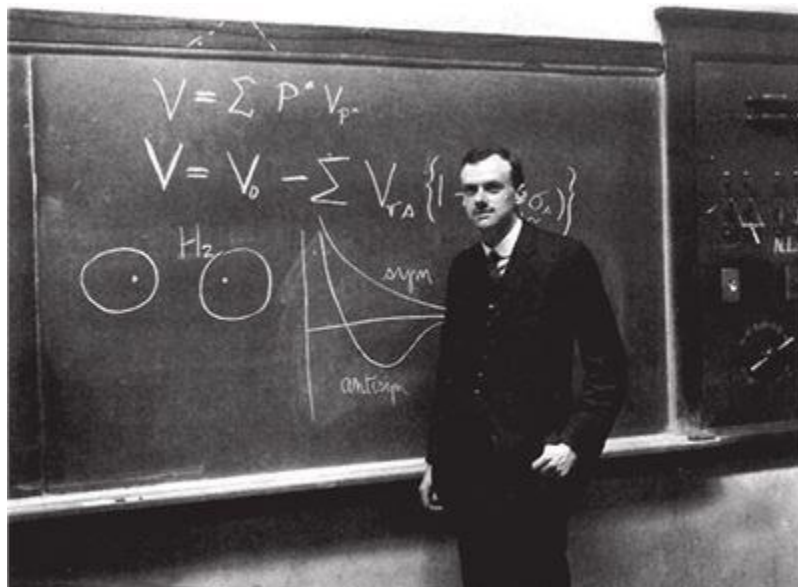


Большой адронный коллайдер для ускорения протонов и ионов, построенный на границе Швейцарии и Франции. Самая большая экспериментальная установка в мире: длина основного кольца – 26,7 км

Фото: Википедия/ЦЕРН

На врезке: моделирование взаимодействия сталкивающихся протонов, которые рождают множество других частиц

Фото: Лукас Тейлор/ЦЕРН



Поль Дирак у доски.

Фото из Википедии

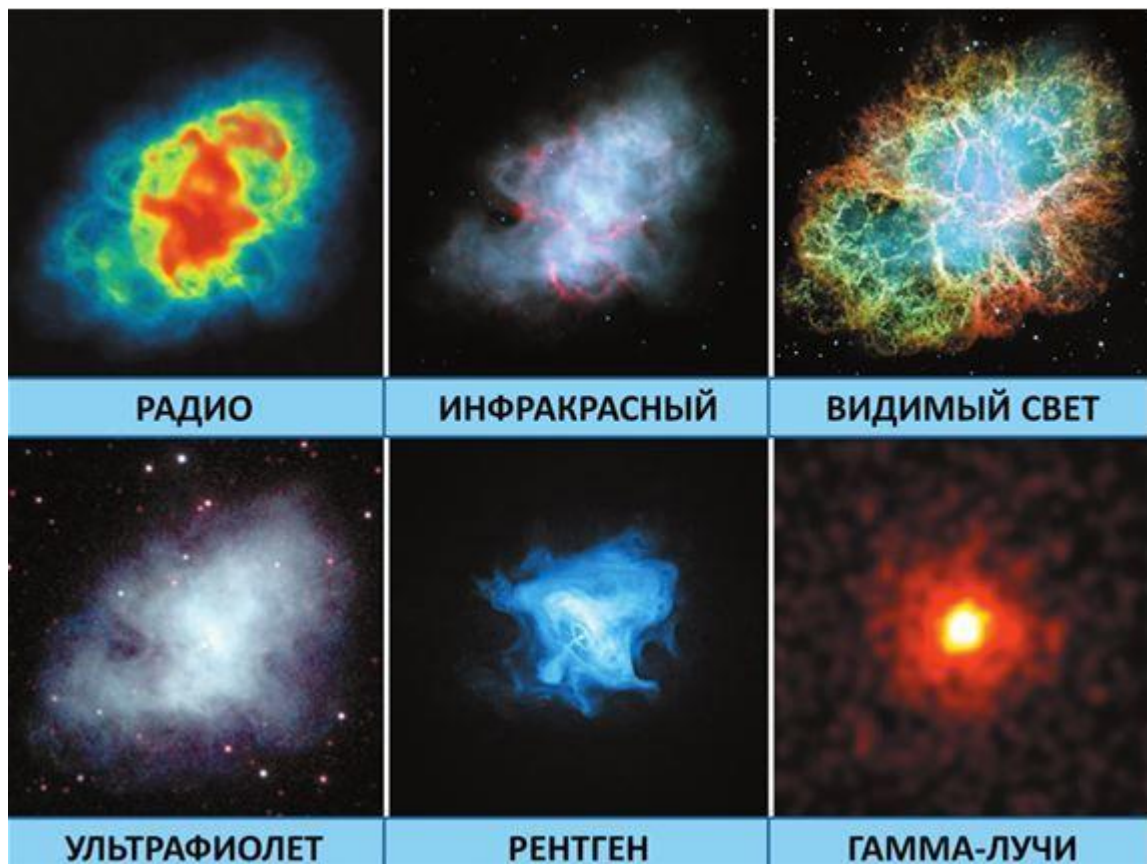




Неполная коллекция книг Дирака, переведённых на русский язык  
Фото автора

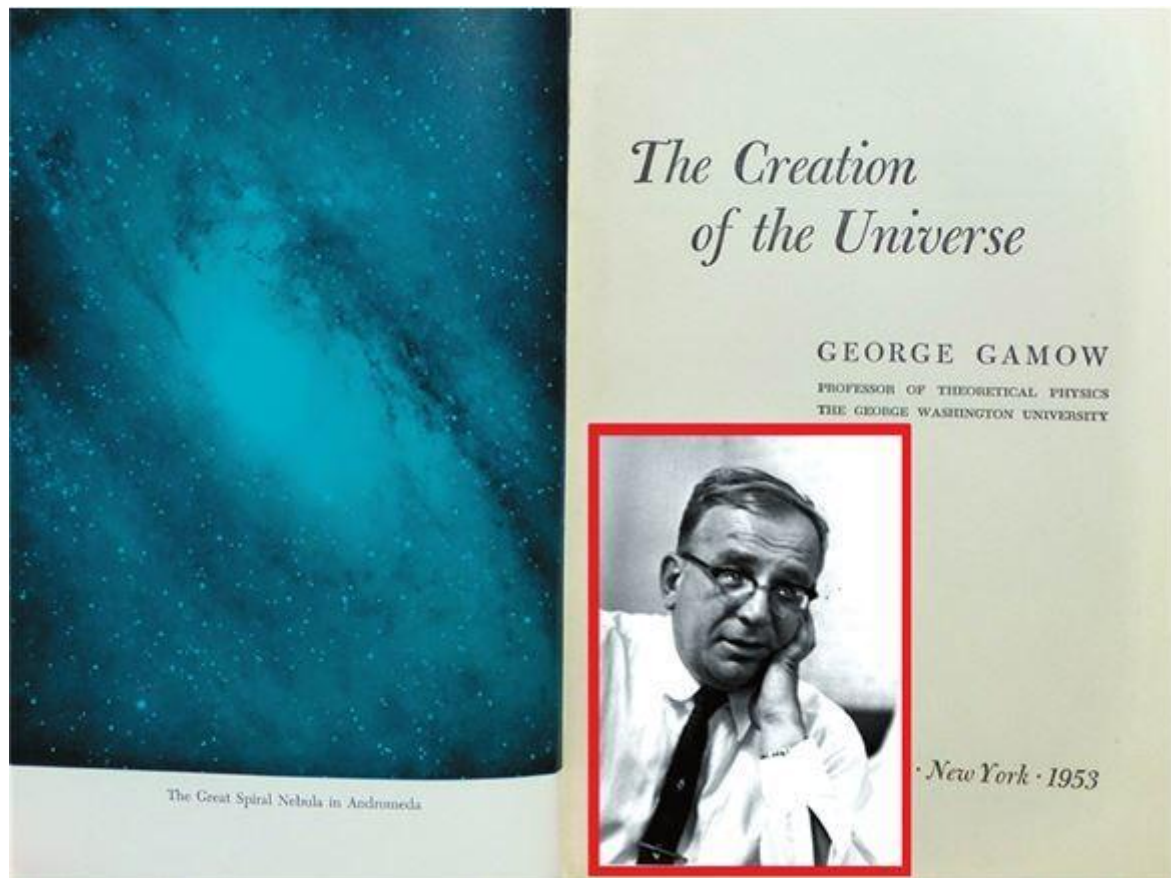


Слева: одна из первых книг в мире по радиоастрономии, автор И. Шкловский  
Справа: знаменитая книга мемуаров И. Шкловского «Эшелон»



Шкловский был одним из пионеров всеволновой астрономии, а также изучения Крабовидной туманности. На фото: изображение этой туманности в шести диапазонах электромагнитного излучения.

*Радио:* NRAO/AUI, М. Битенхольц, Дж. Усон, Т. Корнвелл; инфракрасный: NASA/JPL; Caltech/К.Герц; видимый свет: NASA, ESA, Дж. Гестер и А. Лолл; ультрафиолет: NASA/Swift/Е. Ховерстен; рентген: NASA/CXC/SAO/Ф. Севард и др.; гамма-лучи: NASA/DOE/Fermi LAT/Р. Бюхлер



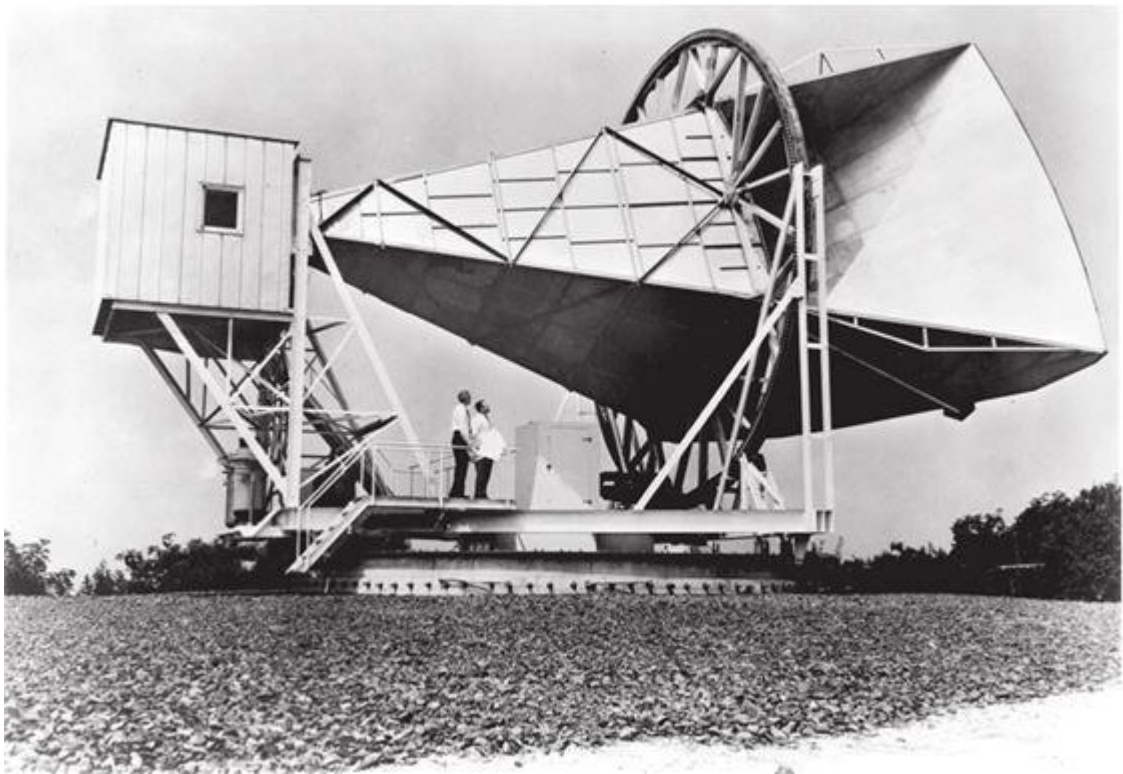
Популярная книга Гамова о горячей модели образования Вселенной, которая сейчас общепринята

*Фото автора*

*На врезке: Георгий Гамов*

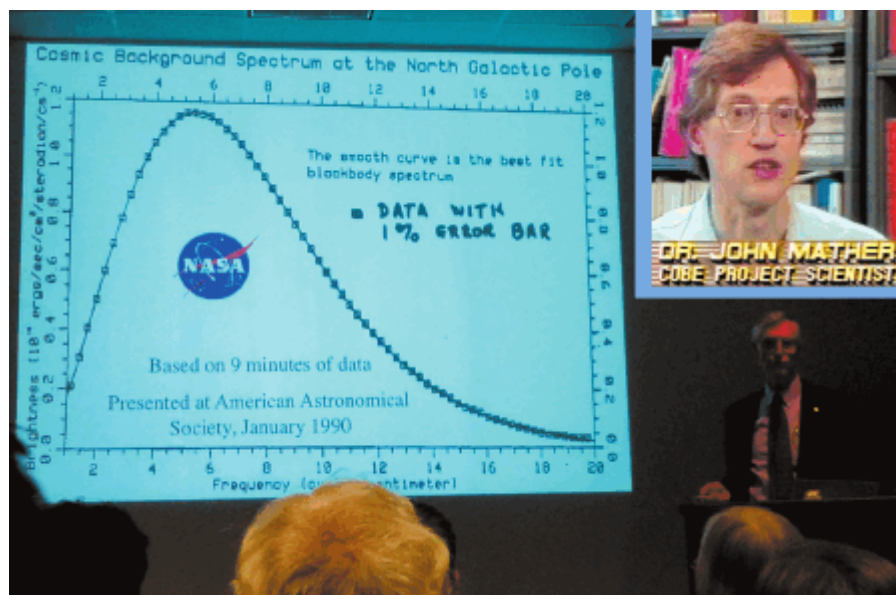
*Фото из Википедии*





Пензиас и Вильсон возле антенны-рога, с помощью которой они открыли реликтовое излучение, 1962 год

*Фото NASA*



На лекции 10 ноября 2013 года Джон Мазер показывает знаменитый слайд с данными спутника COBE, которые доказывают чернотельность излучения Вселенной. *Фото автора*

*На врезке: Джон Мазер в период подготовки запуска спутника COBE, 1980-е годы. Фото NASA*

# THE NGST AND THE ZODIACAL LIGHT IN THE SOLAR SYSTEM

Nick Gorkavyi<sup>1</sup>, Leonid Ozernoy<sup>2</sup>, John Mather  
NASA Goddard Space Flight Center

and Tanya Toidakova  
Computational Consulting Service

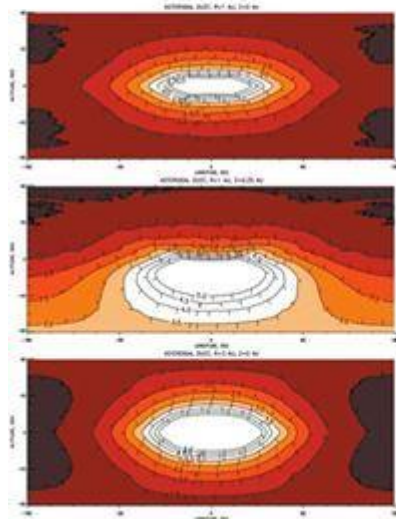
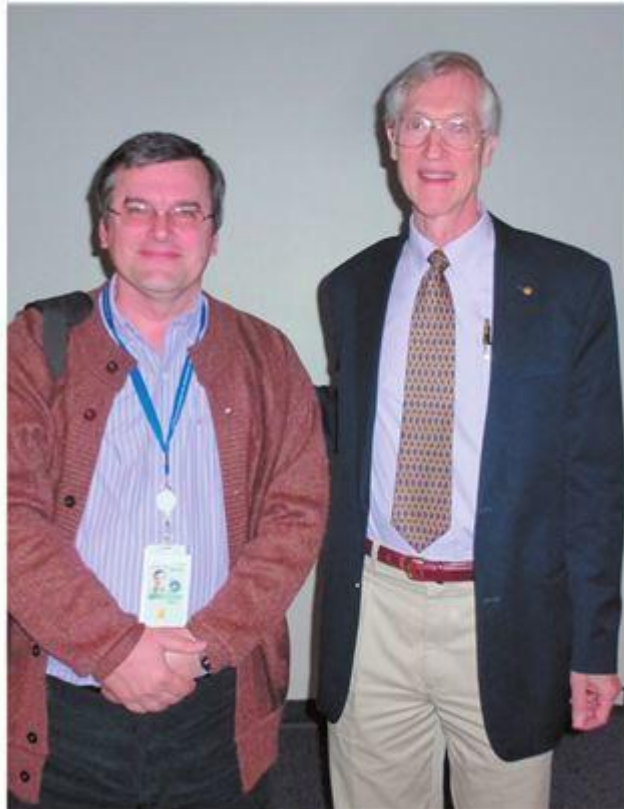


Figure 1. Evolution of a model ( $r = 1 - 1000$ ) zodiacal dust in the Solar System



Слева: статья 2000 года, посвященная моделированию зодиакального света  
Справа: соавторы статьи – Николай Горькавый (слева) и Джон Мазер, ноябрь 2013 года  
Фото Алёны Проворниковой



Сегмент золотого зеркала площадью 1,4 кв. м для телескопа Уэбба.

Зеркало телескопа состоит из 18 таких сегментов

*Фото NASA*





Макет телескопа Уэбба в Остине (штат Техас), март 2013 года  
*Фото NASA/Крис Гунн*

## Примечания

### 1

Прочсть о приключениях принцессы Дзинтары и её друзей можно в трилогии «Астровитянка».

### 2

Об истории этого открытия можно прочсть в книге научных сказок «Небесные механики».