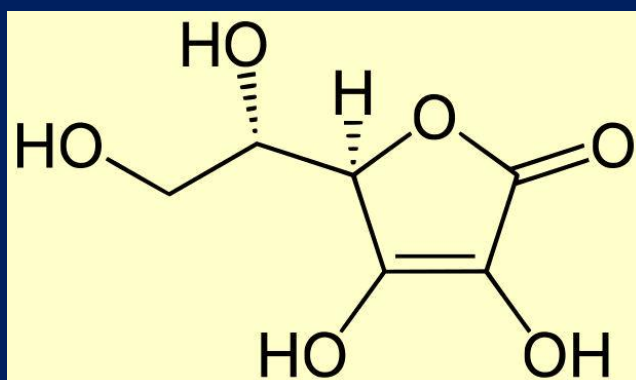


Определение содержания витамина С в цитрусовых

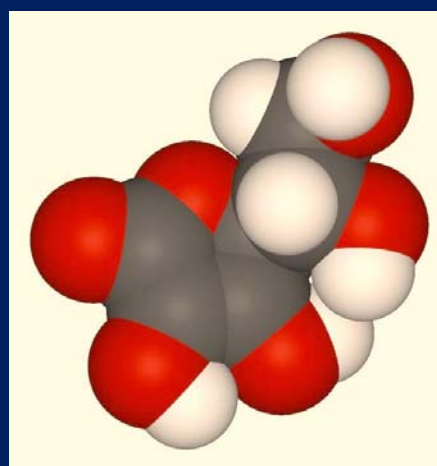
Н.К.Фролова¹



Витамин С или аскорбиновая кислота $C_6H_8O_6$ играет важную роль в жизнедеятельности человека и животных. Витамин С проявляет антиокислительные (антиоксидантные) свойства, участвует в регулировании обмена углеводов и свёртываемости крови, способствует регенерации тканей, повышает устойчивость организма к инфекциям, снижает потребность человека в некоторых других витаминах.



Аскорбиновая кислота wikipedia.org



В отличие от многих животных организм человека не способен синтезировать витамин С, поэтому мы должны постоянно получать его с пищей. Наиболее богаты аскорбиновой кислотой следующие продукты: киви, шиповник, красный перец, цитрусовые, чёрная смородина, лук, томаты, листовые овощи (салат, капуста, брокколи, брюссельская капуста, цветная капуста, и т.д.), печень, почки, картофель.

В результате дефицита витамина С наблюдается ослабление иммунной системы, замедление регенерации тканей, кровоточивость десен, выпадение зубов, варикозное расширение вен, излишний вес, повышенная утомляемость и раздражительность, плохая концентрация внимания, депрессии, бессонница, раннее образование морщин, выпадение волос, ухудшение зрения. Суточная потребность человека в витамине С - 100 мг. Витамин С легко разрушается при термической обработке продуктов и действии света. Курильщики и престарелые люди, а также люди в состоянии стресса, имеют повышенную потребность в витамине С. Одна выкуренная сигарета разрушает 25 мг витамина С.

¹ адрес для переписки: marina9999@inbox.ru, тел. 8 (347) 2382541

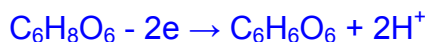
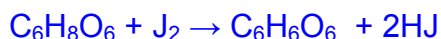
Таким образом, хорошее средство для поддержания бодрости, молодости и здоровья – употребление в пищу продуктов, богатых витамином С.

В рамках настоящего исследования мы задались вопросом, какое количество продуктов, содержащих витамин С, необходимо съесть, чтобы восполнить суточную потребность. В частности, нас интересовало, насколько увеличиваются потребности, к примеру, в цитрусовых, у курильщиков.

Целью данного исследования было определение содержания витамина С в цитрусовых – апельсинах, мандаринах и грейпфрутах.

Принцип метода

Йод легко окисляет аскорбиновую кислоту, при этом раствор йода быстро обесцвечивается. Данную реакцию можно применять для определения аскорбиновой кислоты в соке цитрусовых методом титрования. В качестве индикатора мы использовали крахмал. При добавлении избыточного количества йода в титруемый раствор, содержащий крахмал, раствор приобретает синюю окраску. При прямом титровании аскорбиновой кислоты раствором йода происходит следующая окислительно-восстановительная реакция:



Таким образом, 1 моль аскорбиновой кислоты (176,12 гр) реагирует с 1 молем йода (253,8 гр), при этом образуется 1 моль дегидроаскорбиновой кислоты и 2 моля иодид-ионов. Этот вывод потребуется нам для дальнейших расчетов.

Ход исследования

Анализ состоял из следующих этапов:

- приготовление растворов титранта (раствор йода) и индикатора (раствор крахмала);
- отбор проб цитрусовых;
- подготовка проб для анализа: взвешивание, очистка цитрусовых от кожуры, прямой ручной отжим, измерение объёма сока;
- титрование сока цитрусовых, запись результатов;
- обработка экспериментальных данных;
- обобщение результатов исследования

Выполнили: К. Спиридонова, С. Целёв, С. Яковлева.

Исходные данные

Для исследования нами были взяты следующие образцы плодов цитрусовых (табл. 1).

Таблица 1. Исходные образцы

образец цитрусового	$m_{\text{общ.}}, \text{ г.}$	$m_{\text{сок}}, \text{ г.}$	$V_{\text{сок}}, \text{ мл.}$
<u>Апельсины</u>			
Аргентина	169,6	84,1	64,0
Египет	153,7	72,0	57,0
ЮАР	166,7	82,2	60,5
Марокко	162,7	68,8	65,0
<u>Мандарины</u>			
Mr. Kinno	110,0	55,5	46,0
China	127,0	57,5	48,0
<u>Грейпфрут</u>			
«Розовый»	270,0	115,0	90,0

где: $m_{\text{общ.}}, \text{ г.}$ – общая масса плода цитрусовых

$m_{\text{сок}}, \text{ г.}$ – масса сока, полученного в результате прямого отжима одного плода

$V_{\text{сок}}, \text{ мл.}$ – объем сока, полученного в результате прямого отжима одного плода.



Приготовление раствора для титрования

Для проведения анализа мы использовали раствор иода с концентрацией $0,005 \text{ M}^2$ (что соответствует $0,01 \text{ N}$).

Для приготовления $0,005 \text{ M}$ раствора иода необходимо взвесить $M_{J_2} C_{J_2} V_{J_2} = 253,8 \cdot 0,005 \cdot 1 = 1,269$ гр кристаллов J_2 , количественно перенести его в мерную колбу на 1 л , добавить 2-3-х кратное количество иодида калия (по массе). Затем при перемешивании добавить воду, подождать, пока иод растворится, и довести уровень жидкости до метки.

К сожалению, кристаллический иод есть далеко не во всех школьных лабораториях, поэтому можно воспользоваться аптечной 5%-й настойкой иода. Объем настойки, необходимый для приготовления 1 л $0,005 \text{ M}$ раствора J_2 выражается формулой:

$$V_{\text{настойки}} = 100 \cdot m_{J_2} / (w_{\text{настойки}} \cdot \rho_{\text{настойки}}).$$

где m_{J_2} – масса иода, необходимая для приготовления раствора ($1,269 \text{ гр}$)

$w_{\text{настойки}}$ – концентрация иода в настойке, % масс.

$\rho_{\text{настойки}}$ – плотность иодной настойки, г/мл

Не трудно видеть, что в нашей формуле есть две неизвестные величины: точная концентрация иода в аптечной настойке и ее плотность. Плотность настойки можно определить, но с концентрацией иода дело сложнее. Нет ни какой гарантии, что концентрация иода именно 5%, поскольку для обработки ран не имеет большого значения, сколько действительно иода содержится в настойке: 4,5% или 6%.

В учебных целях можно принять, что концентрация иода равна точно 5%, а плотность настойки – 1 г/мл .

Тогда для приготовления 1 литра $0,005 \text{ M}$ раствора J_2 необходимо:

$$V_{\text{настойки}} = 100 \cdot 1,269 / (5 \cdot 1) = 25,4 \text{ мл}$$

Соответственно для приготовления 100 мл раствора иода нужно: $0,1 \cdot 25,4 = 2,54 \text{ мл}$ настойки.

Если под рукой нет мерной колбы, исходную настойку иода можно разбавить в 40 раз. Концентрация полученного раствора примерно соответствует $0,005 \text{ M}$. Конечно, результаты такого анализа будут приблизительными, но главное использовать для титрования один и тот же раствор – тогда результаты разных определений можно будет сопоставить между собой.

² Буква М означает моль/л, соответственно N – моль-экв/л. Такое обозначение часто используется в химической литературе.

Для данного анализа не обязательно использовать дистиллированную воду – подойдет и кипяченая.

Приготовление раствора крахмала: к 1 гр крахмала добавляют немного воды, перемешивают до образования суспензии, которую медленно выливают в 200 мл кипящей воды (при активном перемешивании).

Титрование

Бюретку заполнили раствором йода до нулевой отметки. В коническую колбу для титрования с помощью пипетки добавили пробу сока и 0,5 мл раствора крахмала. Титровали раствором йода при энергичном перемешивании до появления синей окраски, не исчезающей в течение 20 секунд. Для каждого образца цитрусового было проведена серия, состоящая из трёх титрований. Ориентировочный расход титранта определяли с помощью предварительного титрования. Результаты предварительного титрования в расчёте не использовались.

Расчет результатов

Расчёт концентрации витамина С в пробах сока цитрусовых проводили по формуле:

$$C_{\text{вит С}} = C_{\text{J}_2} \cdot V_{\text{J}_2} / V_{\text{сок}} = 0,005 \cdot V_{\text{J}_2} / V_{\text{сок}},$$

где $C_{\text{вит С}}$ - концентрация витамина С,

V_{J_2} - объем раствора йода, который пошел на титрование,

C_{J_2} - концентрация раствора йода,

$V_{\text{сок}}$ - объем пробы сока.

На основании результатов трех параллельных определений концентрации витамина С в соке мы вычислили среднее значение:

$$C_{\text{вит С ср}} = (C_{\text{вит С1}} + C_{\text{вит С2}} + C_{\text{вит С3}}) / 3, \text{ где}$$

$C_{\text{вит С1}}$, $C_{\text{вит С2}}$, $C_{\text{вит С3}}$ - данные 1-го, 2-го и 3-го параллельных анализов соответственно,

$C_{\text{вит С ср}}$ - среднее значение.

Результаты анализа приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты титрования аскорбиновой кислоты в соке цитрусовых

Цитрусовые, № пробы	$V_{\text{сок}}$, мл	V_{J_2} , мл.	$C_{\text{всм.С}}$,моль/л	$C_{\text{всм.С ср.}}$, моль/л
<u>Апельсины</u>				
<u>Аргентина</u>				
<u>№1</u>	15,0	21,0	0,0070	0,0072
<u>№2</u>	15,0	23,0	0,0076	
<u>№3</u>	14,0	20,0	0,0071	
<u>Египет</u>				
<u>№1</u>	15,0	12,0	0,0040	0,0041
<u>№2</u>	15,0	11,5	0,0038	
<u>№3</u>	12,0	10,5	0,004	
<u>ЮАР</u>				
<u>№1</u>	15,0	12,0	0,0040	0,0038
<u>№2</u>	15,0	11,5	0,0038	
<u>№3</u>	15,5	11,5	0,0037	
<u>Марокко</u>				
<u>№1</u>	15,0	13,5	0,0045	0,0044
<u>№2</u>	15,0	13,0	0,0043	
<u>№3</u>	10,0	9,0	0,0045	
<u>Мандарины</u>				
Mr Kinno				
<u>№1</u>	15,0	6,0	0,0020	0,0019
<u>№2</u>	15,0	5,0	0,0017	
<u>№3</u>	16,0	6,5	0,0020	
China				
<u>№1</u>	15,0	6,0	0,0020	0,0021
<u>№2</u>	15,0	6,0	0,0020	
<u>№3</u>	15,0	7,0	0,0023	
<u>Грейпфрут «Розовый»</u>				
<u>№1</u>	20,0	38,5	0,0096	0,0094
<u>№2</u>	20,0	38,0	0,0095	
<u>№3</u>	20,0	37,5	0,0094	

Далее мы произвели расчёт содержания витамина С в соке citrusовых (мг/100 мл сока) по формуле:

$$m_{\text{вит С}} = C_{\text{вит С ср}} \cdot 0.1 \cdot M_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} \cdot 1000 = 17612 \cdot C_{\text{вит С ср}}$$

где $M_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}$ молярная масса витамина С, $m_{\text{вит С}}$ - масса витамина С, мг/100 мл сока.

Результаты расчетов для каждого образца citrusового обобщены в таблице 3

Таблица 3. Масса витамина С в citrusовых в мг/100 мл сока

Цитрусовые	$C_{\text{вит.С ср.}}, \text{ моль/л}$	$m_{\text{вит.С}}, \text{ мг/100 мл}$
<u>Апельсины</u>		
Аргентина	0,0072	126,81
Египет	0,0041	72,20
ЮАР	0,0038	66,91
Марокко	0,0044	77,48
<u>Мандарины</u>		
Mr/ Kinno	0,0019	33,46
China	0,0021	36,97
<u>Грейпфрут</u>		
«Розовый»	0,0094	165,52

Выводы

Проведенные анализы позволили нам сделать следующие выводы.

1. Самое большое содержание витамина С отмечено в грейпфруте «розовый». Наименьшее содержание витамина С - в мандаринах. Апельсины занимают промежуточное положение.

2. Чтобы восполнить среднесуточную потребность витамина С в организме, достаточно съесть 3 мандарина, 1-2 апельсина или пол грейпфрута.

3. Каждая выкуренная сигарета должна быть компенсирована употреблением примерно 8/10 мандарина, 4/10 апельсина или 1/6 грейпфрута.



wordpress.com

Комментарий редактора

Прямое иодометрическое определение аскорбиновой кислоты – простой и наглядный метод, который позволяет познакомить юных химиков с принципами количественного анализа. Главное преимущество метода – простота. В химии лучше один раз попробовать, чем сто раз увидеть.

Для проведения такого анализа достаточно иметь пипетку, мерный стаканчик и аптечную настойку иода. За подробностями направляем читателей к книге [О. Ольгин](#) *Опыты без взрывов*.

Вместе с тем, метод имеет некоторые недостатки. Кроме аскорбиновой кислоты фрукты содержат и другие вещества, способные реагировать с иодом. В частности, кожура цитрусовых богата ненасыщенными соединениями и альдегидами. В процессе подготовки пробы они вполне могли попасть в сок.

Полученные данные по содержанию витамина С завышены по сравнению со справочными. Причин может быть несколько. Во-первых, содержание витамина С в соке очень сильно зависит от свежести фруктов, условий их хранения и способа пробоподготовки. Оно может значительно колебаться. Во-вторых, как уже отмечалось, кроме аскорбиновой кислоты цитрусовые содержат и другие вещества, способные реагировать с иодом. И, наконец, в-третьих – на результаты определения сильно влияет точность приготовления раствора титранта. Если предположить, что действительное содержание иода в настойке было меньше, чем 5%, то это вполне объясняет завышенные результаты – расход раствора титранта возрос, что соответствует увеличению концентрации определяемого вещества.

Приведенные замечания не имеют большого значения для проведения титрования в учебных целях. Метод может быть рекомендован для практического ознакомления учеников с основами объемного анализа.

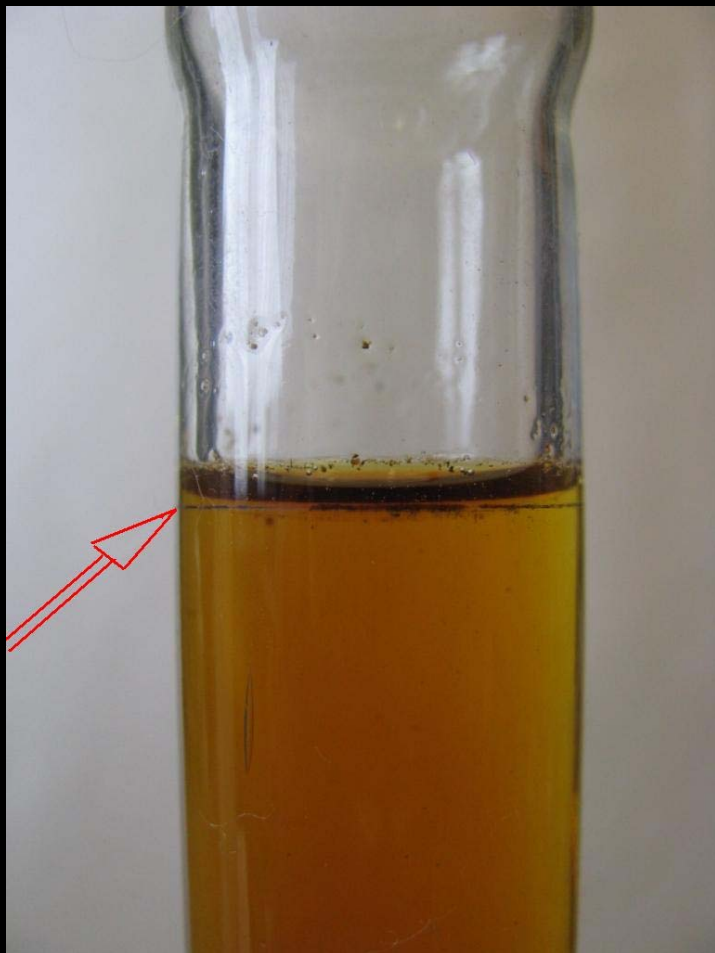
В.Н. Витер



Приготовления раствора иода из навески

Навеску иода количественно переносят в колбу, прилипшие частички смывают с поверхности стекла промывалкой.

Для растворения иода в мерную колбу на 500 мл добавили 4 гр KI (точное количество иодида калия не имеет большого значения). Иод плохо растворим в воде, но в растворе KI он растворяется значительно лучше – за счет образования комплекса KI_3 :

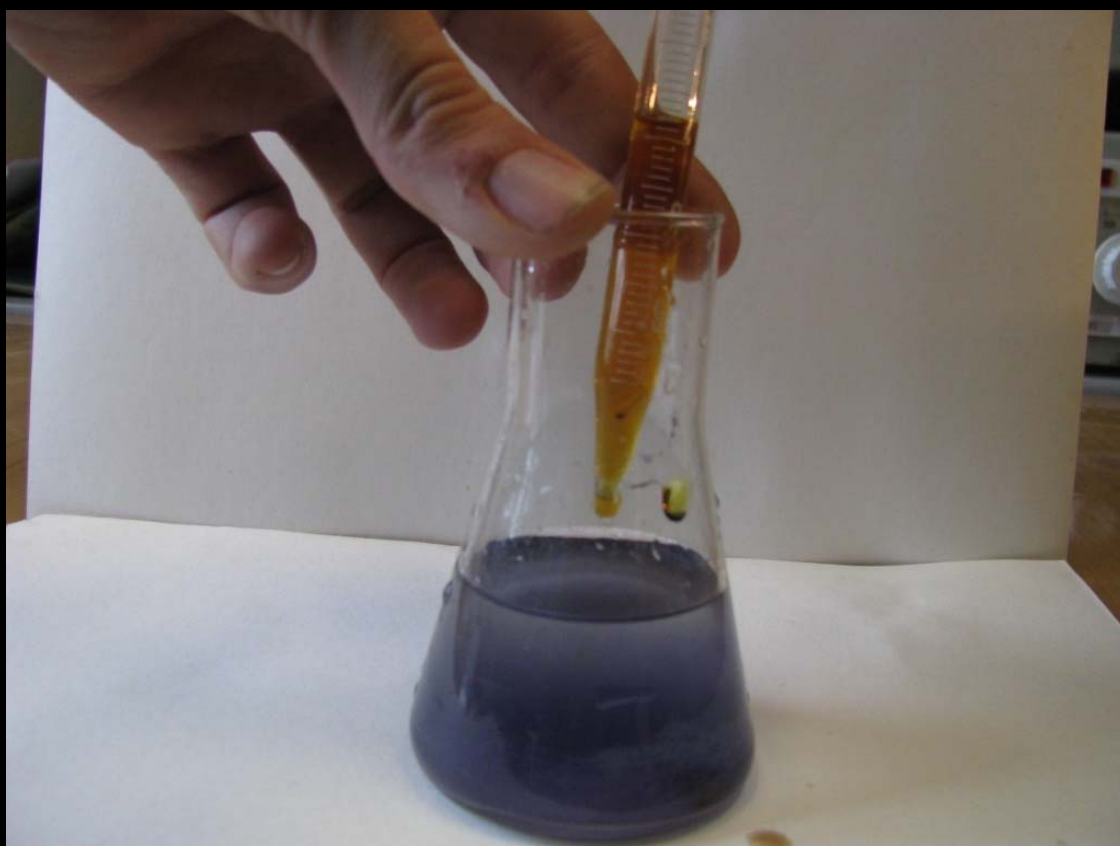
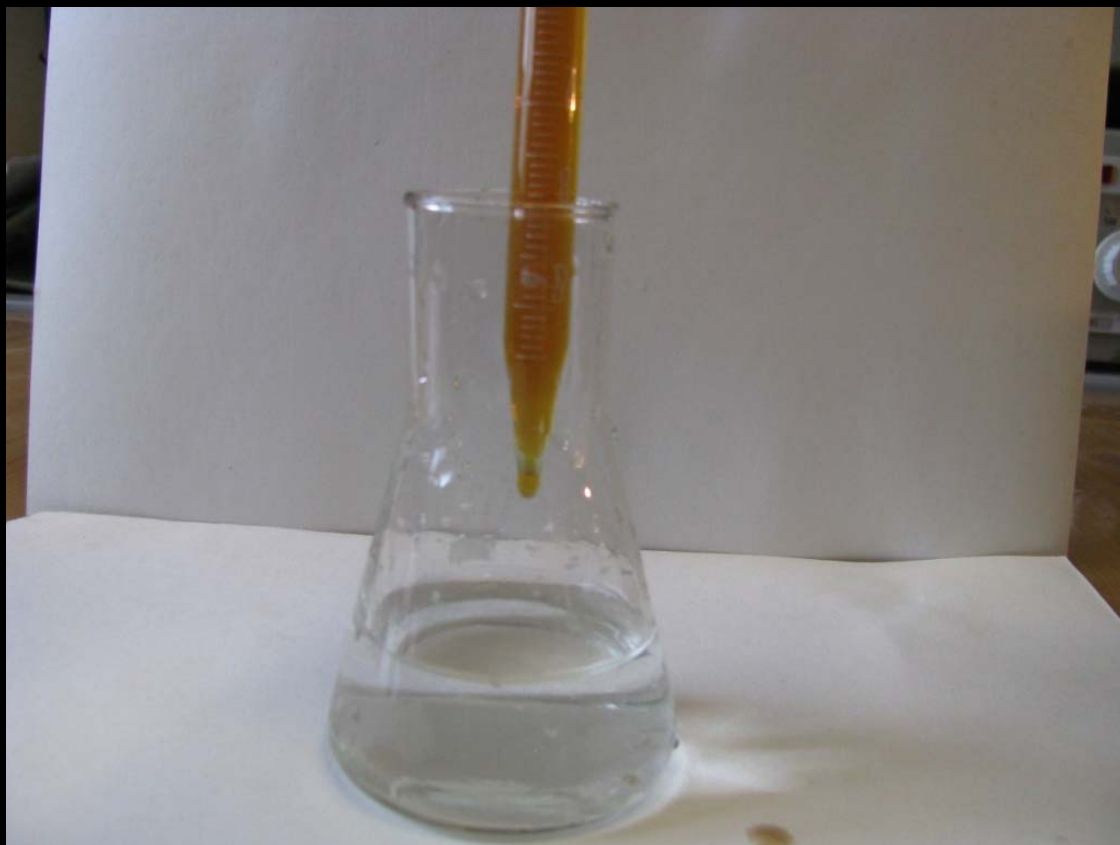


После полного растворения иода в мерную колбу добавляют ровно столько воды, чтобы мениск¹ раствора лежал точно на метке. Будьте внимательны: когда вы определяете уровень раствора, глаз должен находиться точно на одном уровне с меткой. Последние порции воды добавляют по капле. Эта операция называется «довести до метки».

(¹мениск – поверхность жидкости в вертикальных трубках или капиллярах).

Вместо бюретки для титрования можно использовать градуированную пипетку. Пипетку с титрантом держат в правой руке, колбу с титруемым раствором – в левой. Из пипетки медленно добавляют титрант, а содержимое колбы перемешивают круговыми движениями. Такой метод титрования требует предварительной тренировки.

При добавлении иода к раствору аскорбиновой кислоты он сначала обесцвечивается, потом появляется синяя окраска, которая исчезает при перемешивании. Наконец, в конце титрования появляется устойчивая синяя окраска.



Титрование раствора аскорбиновой кислоты иодом в присутствии крахмала

фото В.Н. Витер