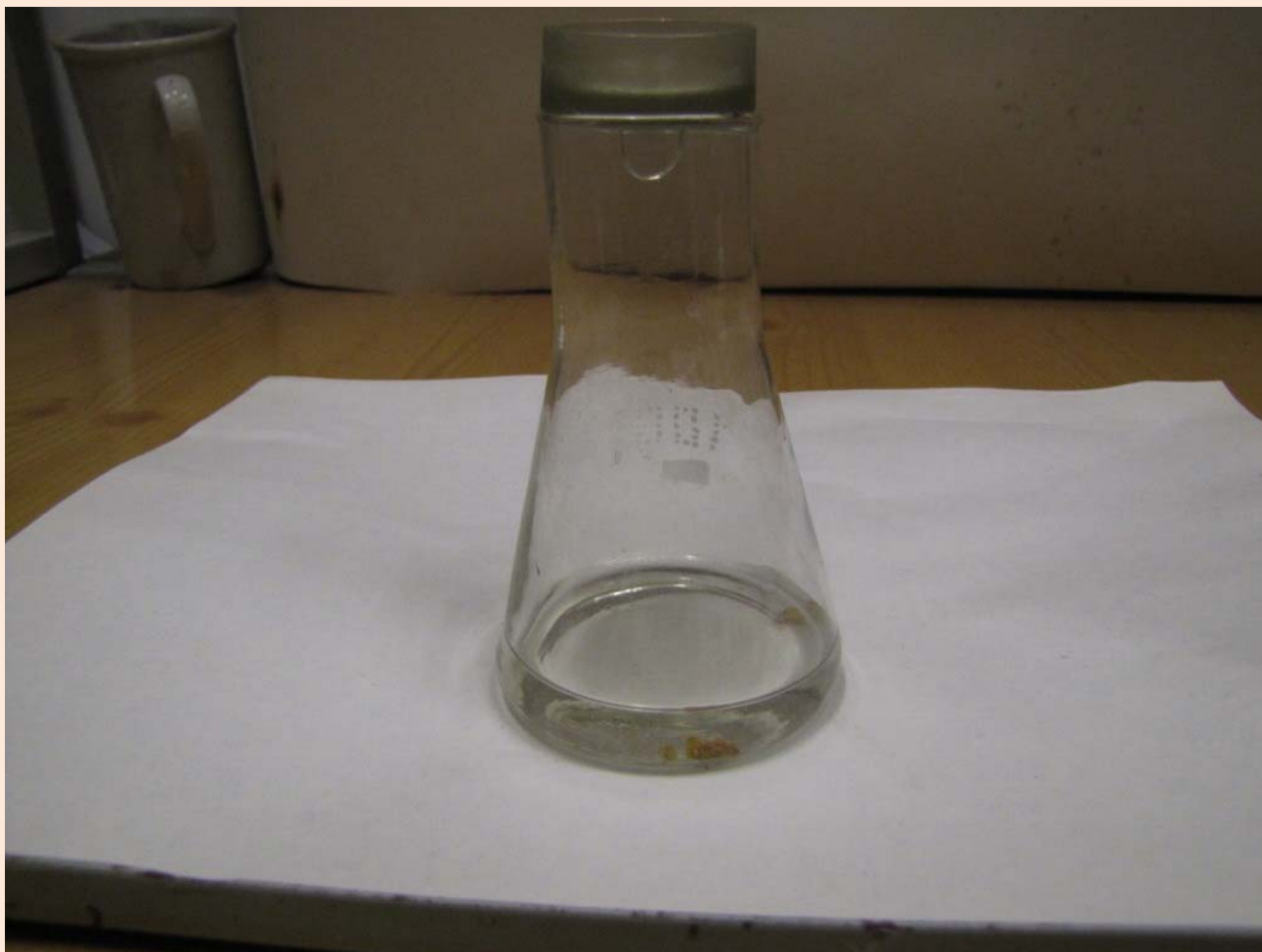


Раствор фосфора в циклогексане

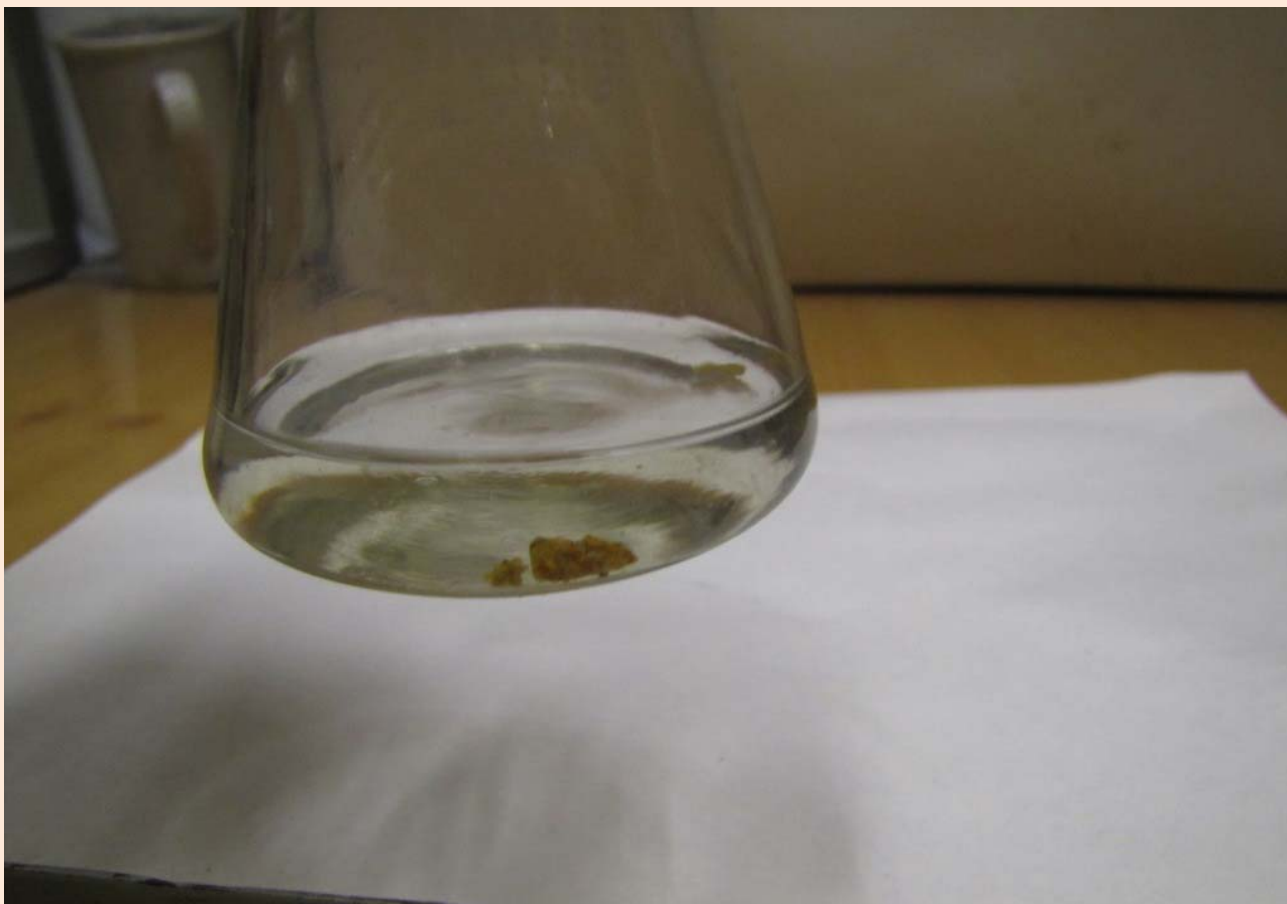
В.Н. Витер

Белый фосфор растворяется в некоторых органических и неорганических растворителях (данные по растворимости приведены в конце статьи). Растворы фосфора светятся в темноте. Для начала решил поработать с раствором фосфора в циклогексане.

В колбу налил 15 мл циклогексана и поместил в него кусочек белого фосфора размером с половину горошины. Кусочек фосфора на дне осторожно измельчил стеклянной палочкой. Большая часть фосфора сразу не растворилась, но это не имело особого значения.



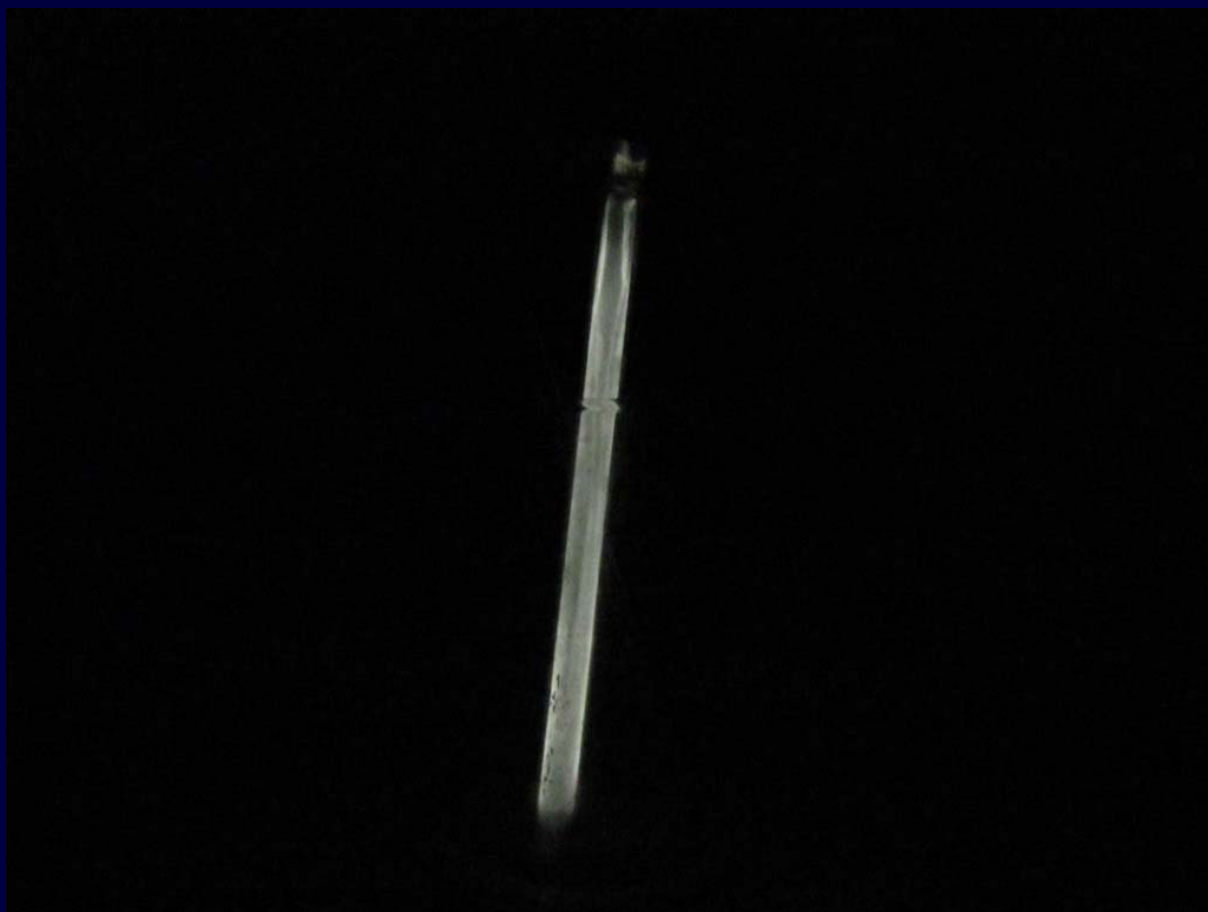
Растворение фосфора в циклогексане фото В.Н. Витер



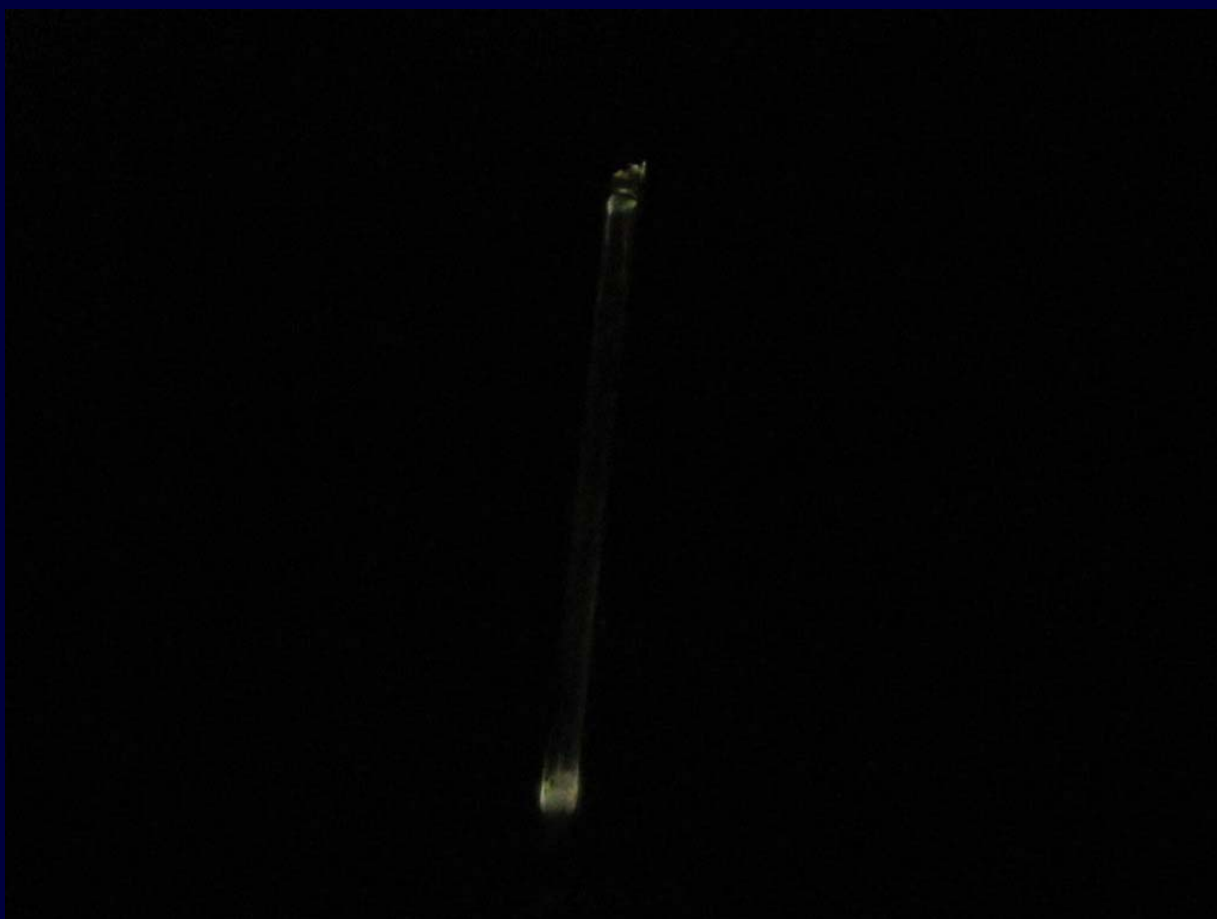
Первоначально жидкость не светилась в темноте, но когда опустил в нее стеклянную палочку, а потом вынул, остатки жидкости на палочке начали светиться. Встряхнул жидкость в закрытой колбе, потом открыл пробку. В результате горлышко колбы и пробка также начали светиться. Свечение было неравномерным, иногда мерцающим и вскоре гасло.

Опустил в колбу стеклянную трубку и осторожно продул воздух (в одних случаях трубка была выше уровня циклогексана, в других случаях трубка была опущена в жидкость). В колбе началось свечение жидкости и паров фосфора над жидкостью, иногда весьма ощутимое, иногда – слабое. Наиболее яркое свечение наблюдалось не во время подачи воздуха, а через несколько секунд после ее прекращения. Основная масса раствора (которая была на дне колбы) практически не светилась.

Неожиданно заметил, что свечение началось внутри самой трубки, по которой подавался воздух. Некоторое количество раствора попало в трубку и вызвало довольно яркое свечение. С помощью резиновой груши засосал раствор в трубку, после чего начал подачу воздуха. Вскоре трубка засветилась ярким, почти белым светом. По внешнему виду она напоминала люминесцентную лампу (с той разницей, что трубка была более тусклой). Иногда трубка светилась по всей длине, иногда свечение было сосредоточено на отдельных участках.



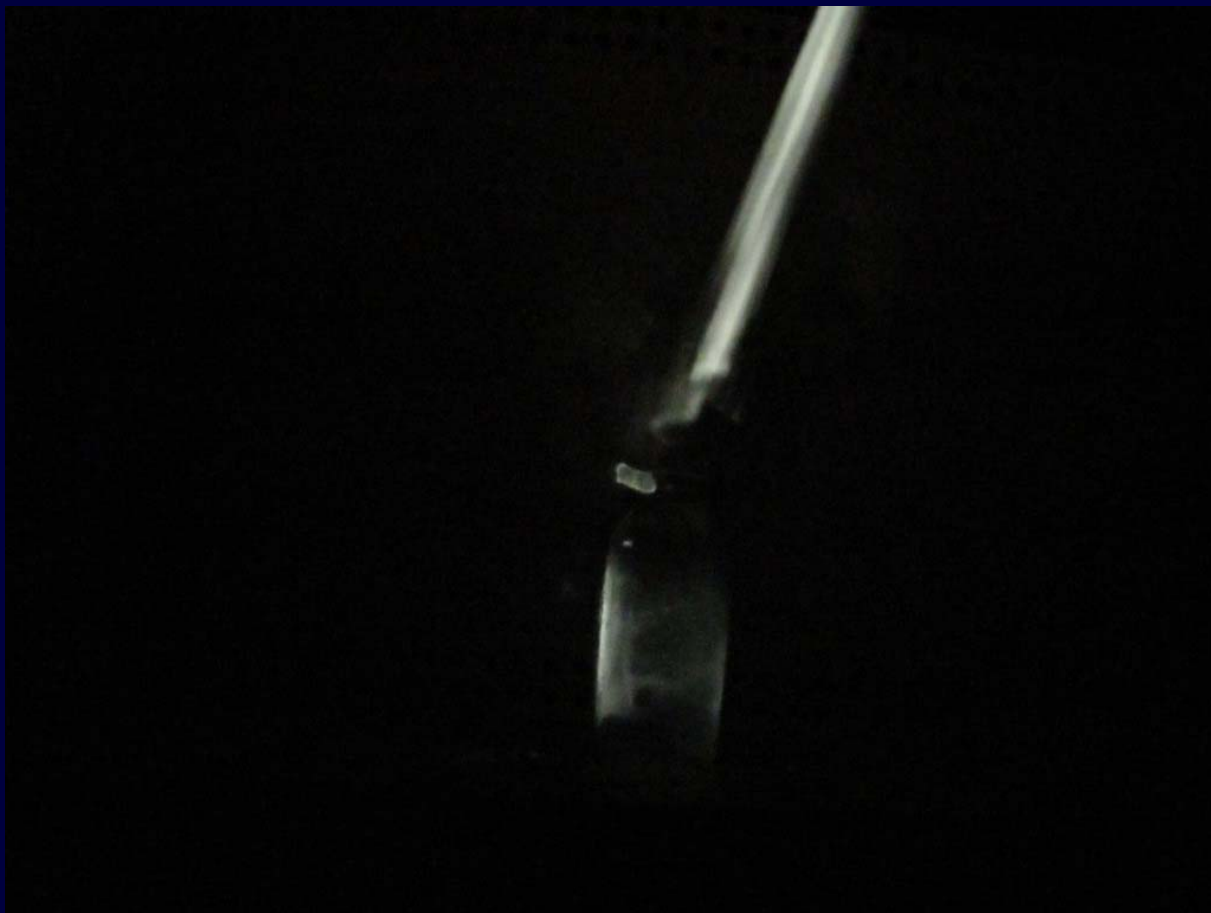
Свечение раствора фосфора (циклогексан) в трубке, колбе и бутылочке



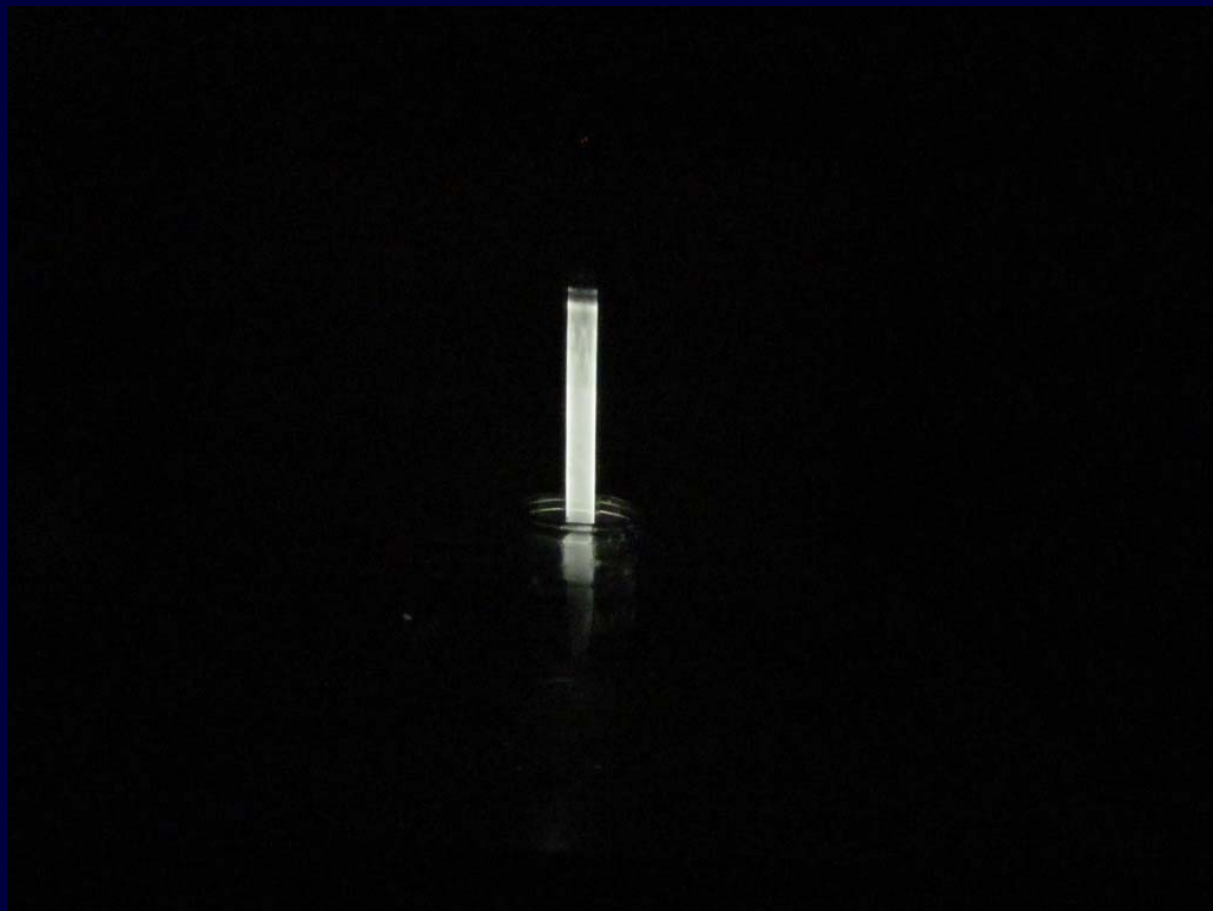






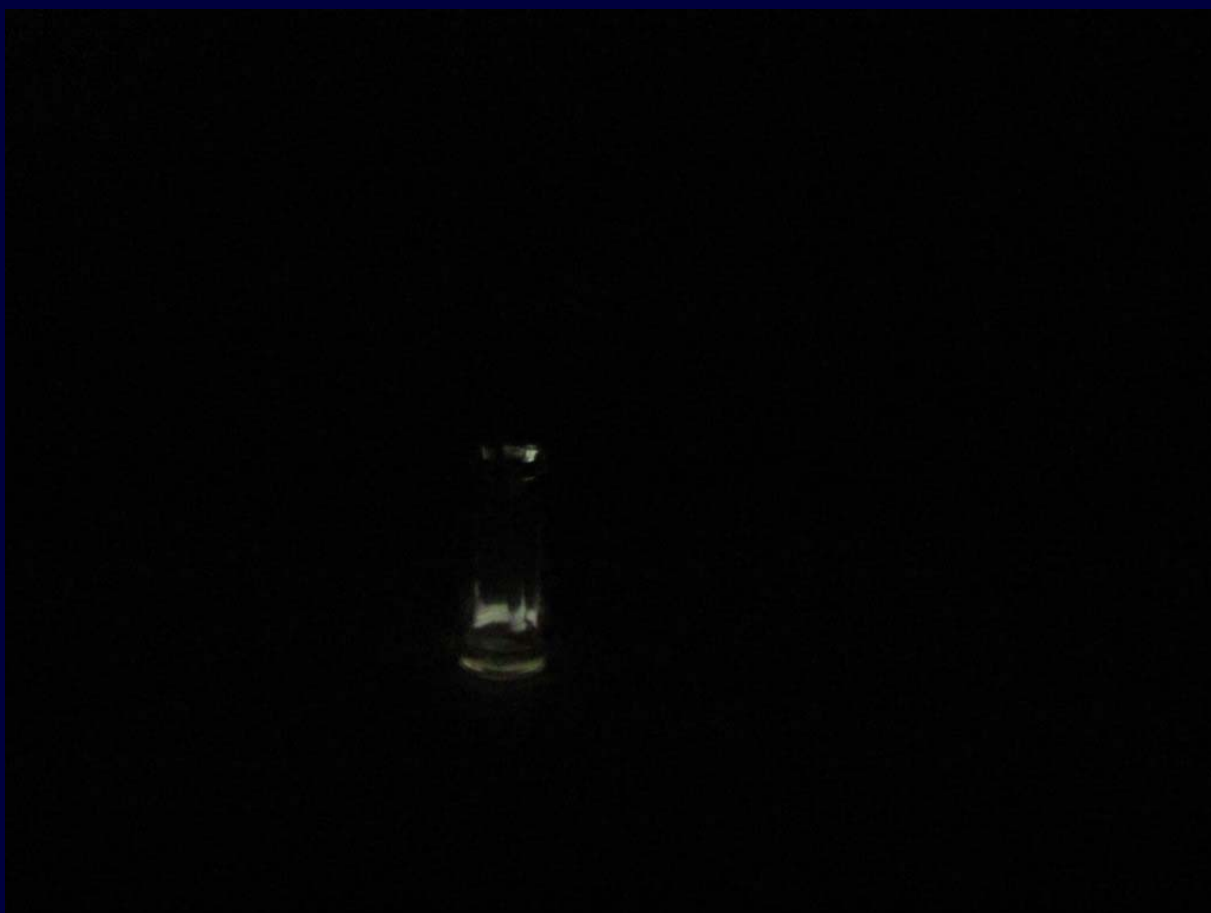














на верхней фотографии четко видно свечение паров фосфора









После этого вылил раствор фосфора в циклогексане на плотную бумагу (перфокарта). В первые секунды ничего не было видно. Потом по периметру пятна началось свечение, которое медленно распространялось к центру. Через пару минут почти вся перфокарта светилась белым, равномерным светом. Благодаря большой площади поверхности свет был довольно ярким. Со временем свечение стало тускнеть и мерцать, по нему пробежали волны. Потом бумага погасла.

После испарения циклогексана бумага могла загореться (вспомните эксперимент, в котором раствор фосфора в сероуглероде загорается через несколько минут после нанесения его на бумагу), но этого не произошло. Видимо, фосфора в растворе было недостаточно, чтобы поджечь перфокарту (и, слава Богу, поскольку в планы эксперимента это не входило).

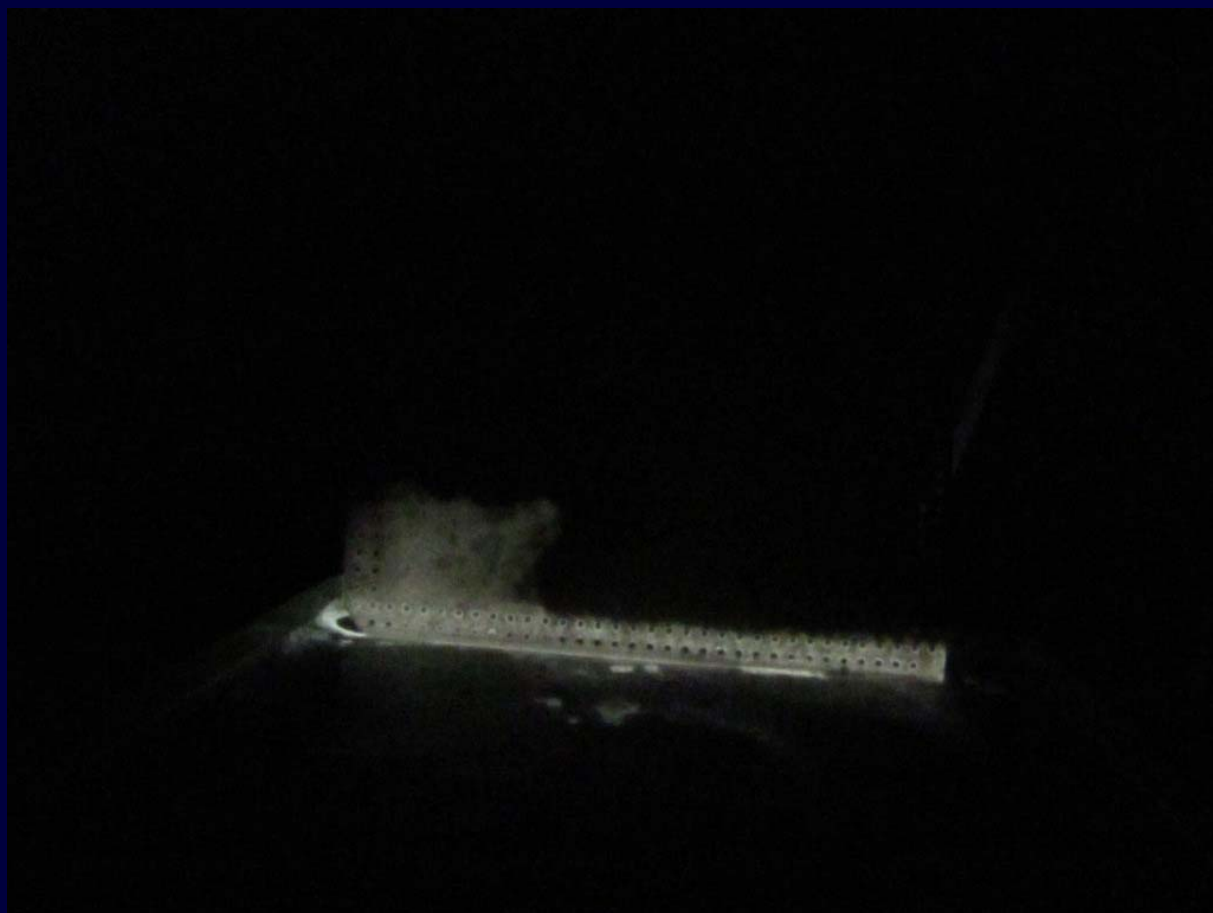


Бумагу (перфокарта) облили раствором фосфора в циклогексане. Бумага постепенно стала светиться, причем свечение распространилось от краев к центру пятна

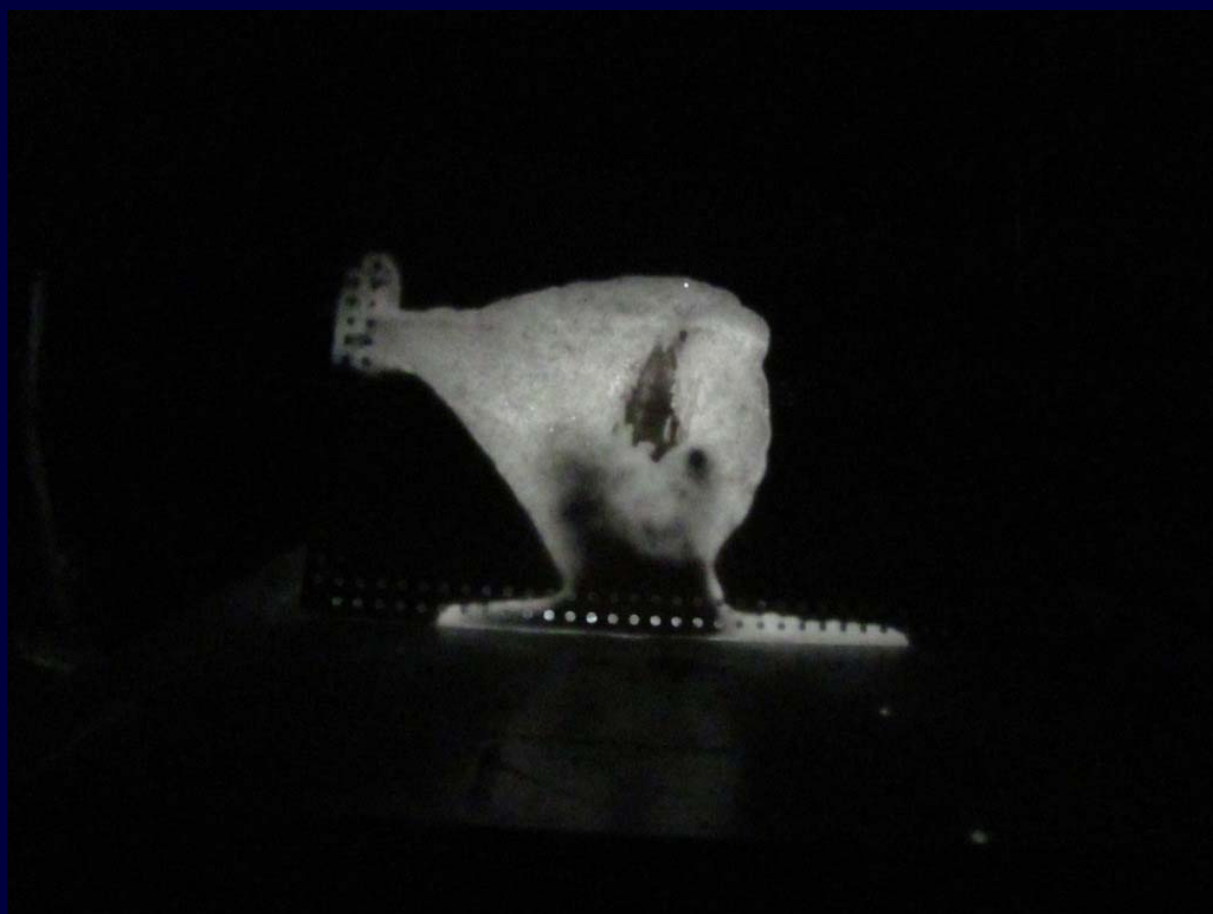








Второй эксперимент

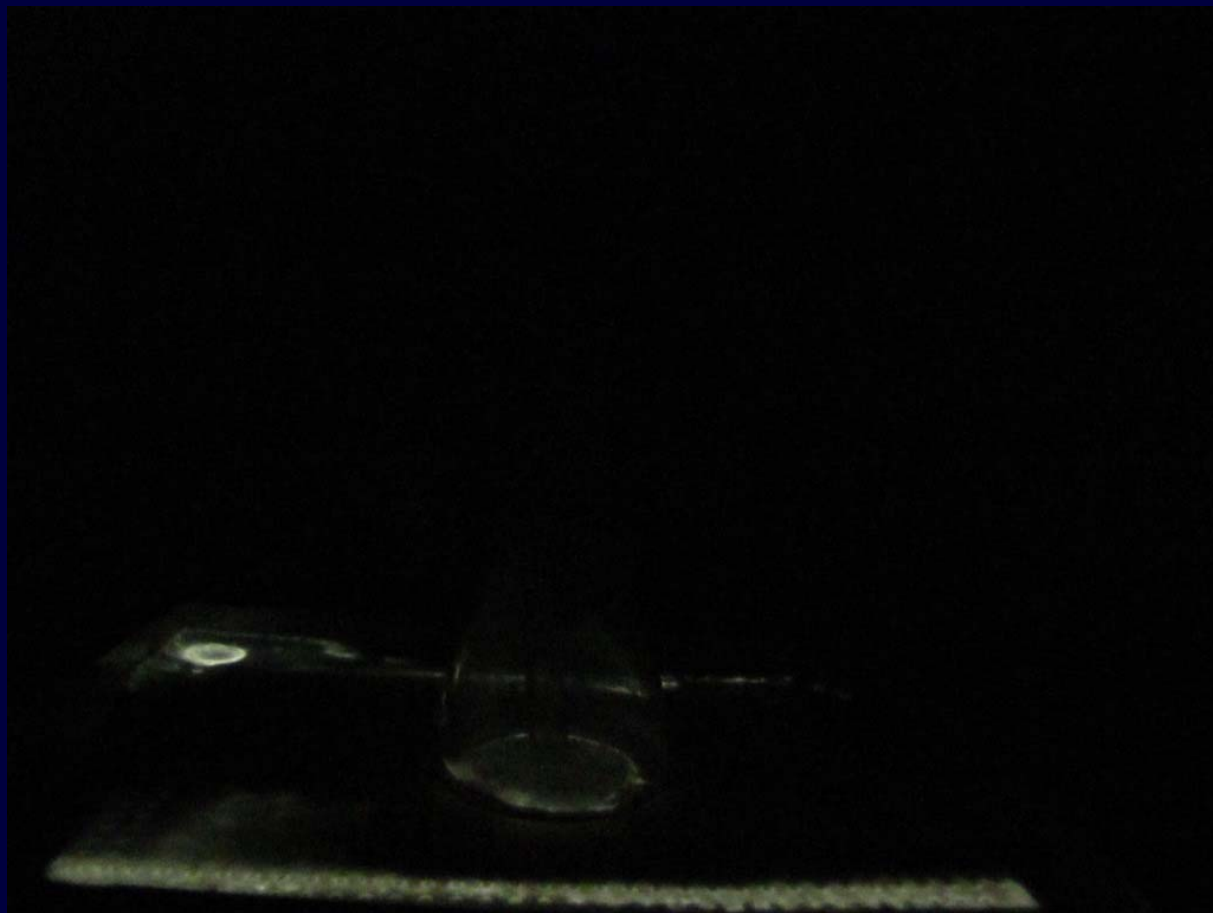








Свечение бумаги и колбы

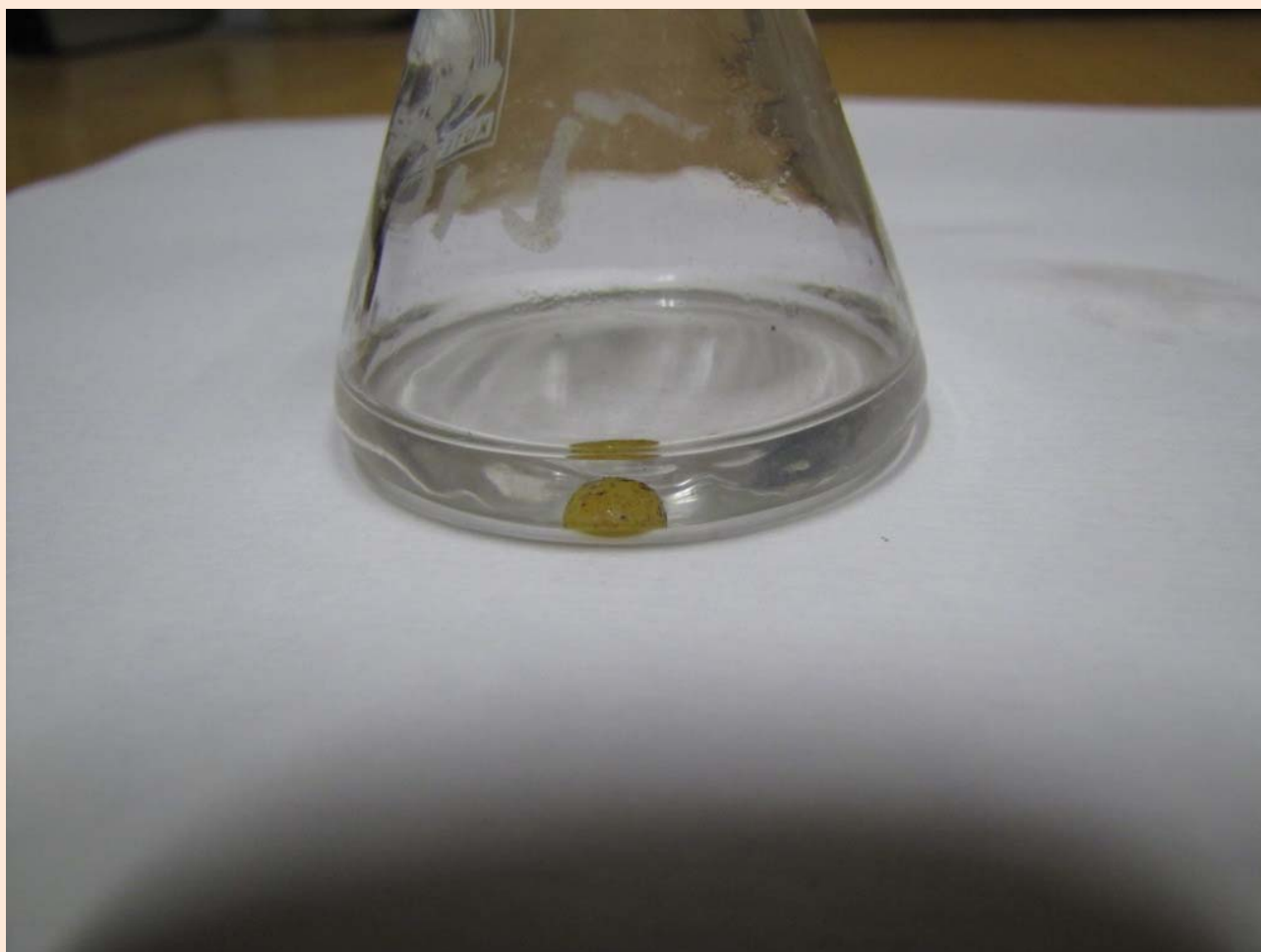






В результате экспериментов выяснилось, что налитый в колбу раствор фосфора в циклогексане сам по себе светился плохо, даже если пропускать через него воздух. С другой стороны, пленка этого раствора на стенках трубки, пробки или колбы, а также раствор, нанесенный на бумагу, светились довольно хорошо. Хорошо светились также брызги раствора, которые образовались при продувании воздуха.

Это навело на мысль, что фосфор начинает светиться после испарения основного количества циклогексана. До этого момента пары циклогексана, вероятно, препятствуют доступу воздуха. Чтобы подтвердить предположение, налил раствор фосфора в циклогексане в чашку Петри. Раствор почти не светился, зато небольшие количества жидкости, которые по неосторожности попали на пальцы, сразу же стали светиться. Когда перелил раствор из чашки Петри назад в колбу, остатки раствора в чашке начали ярко светиться. Таким образом, светиться не сам раствор, а пленка белого фосфора, которая остается после его испарения (а также пары фосфора).



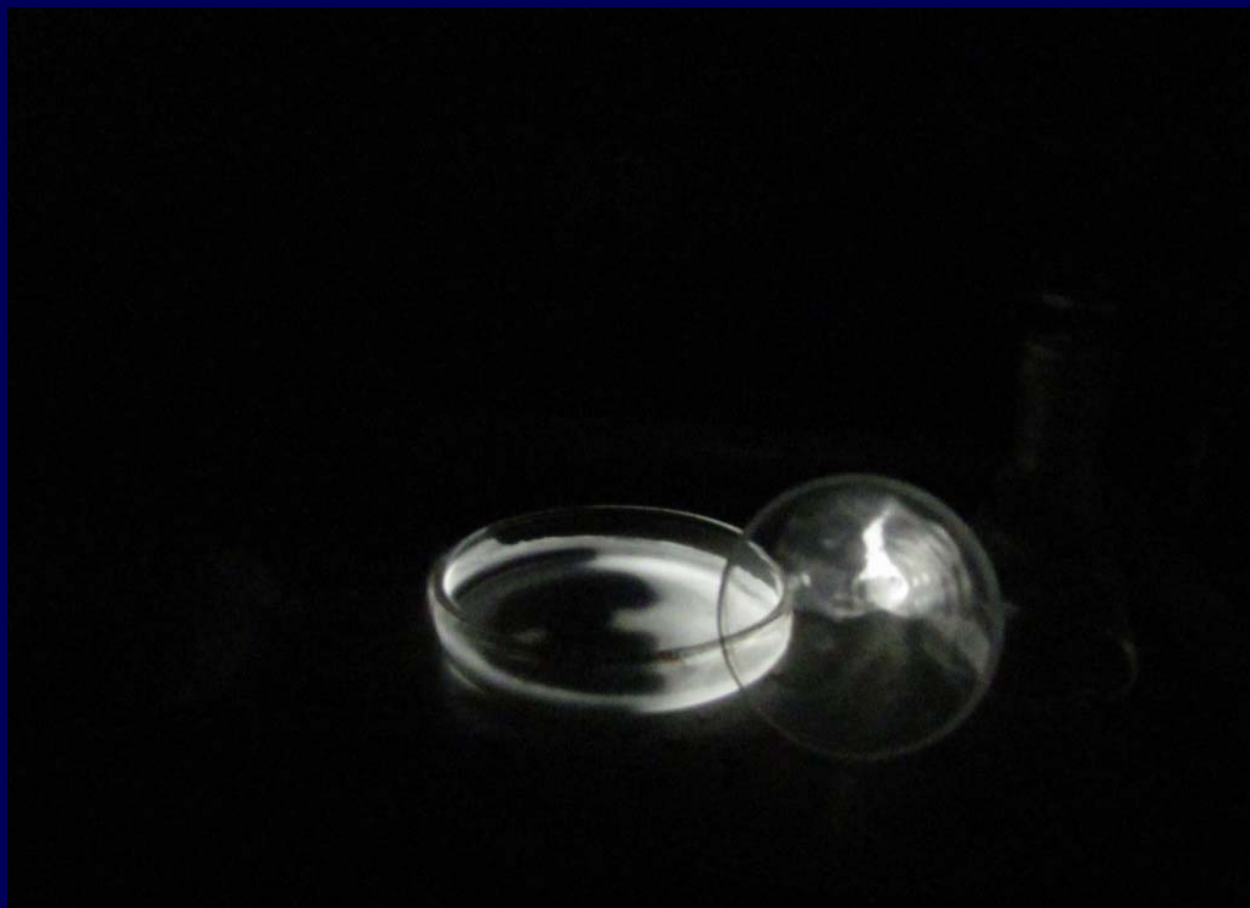
Растворение фосфора в подогретом циклогексане



Колба с раствором фосфора в циклогексане. Справа от колбы видно свечение пальцев, на которые попал раствор



Раствор налили в чашку Петри. Свечение почти незаметно



Раствор вылили из чашки Петри. Дно чашки начало ярко светиться

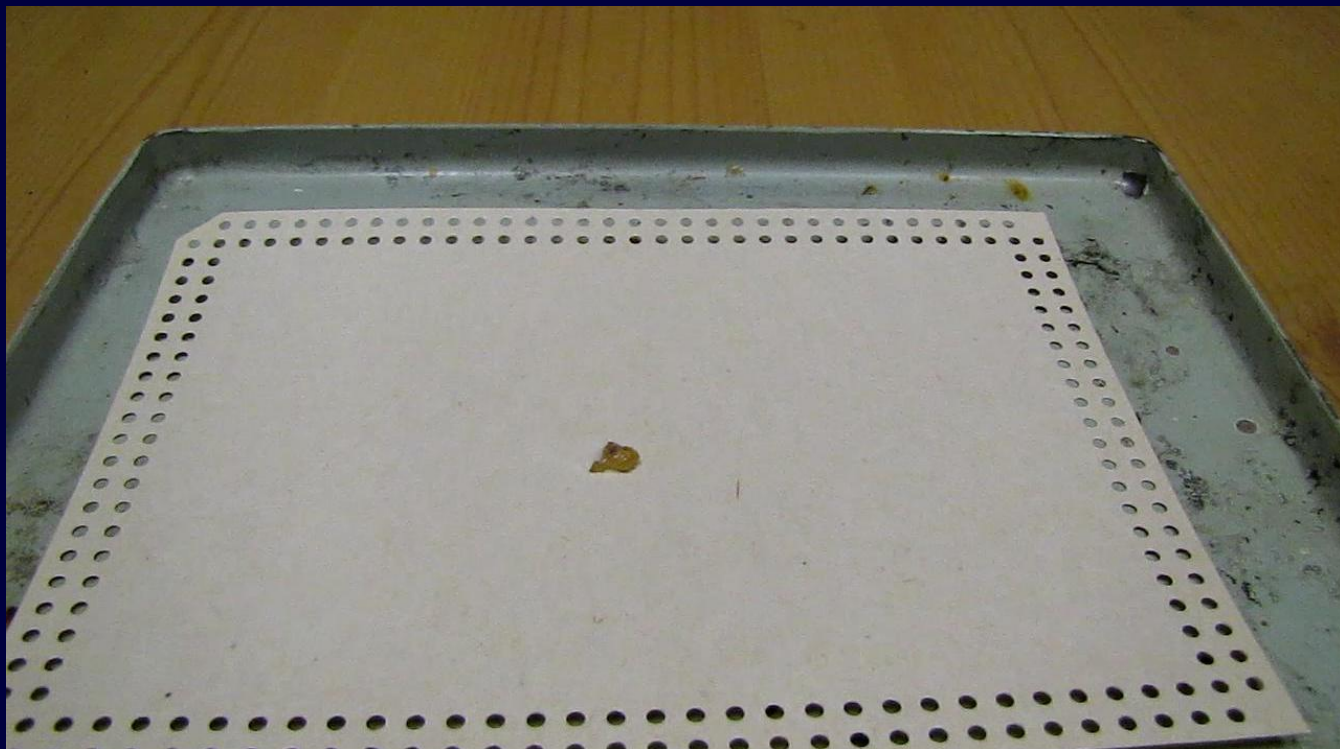




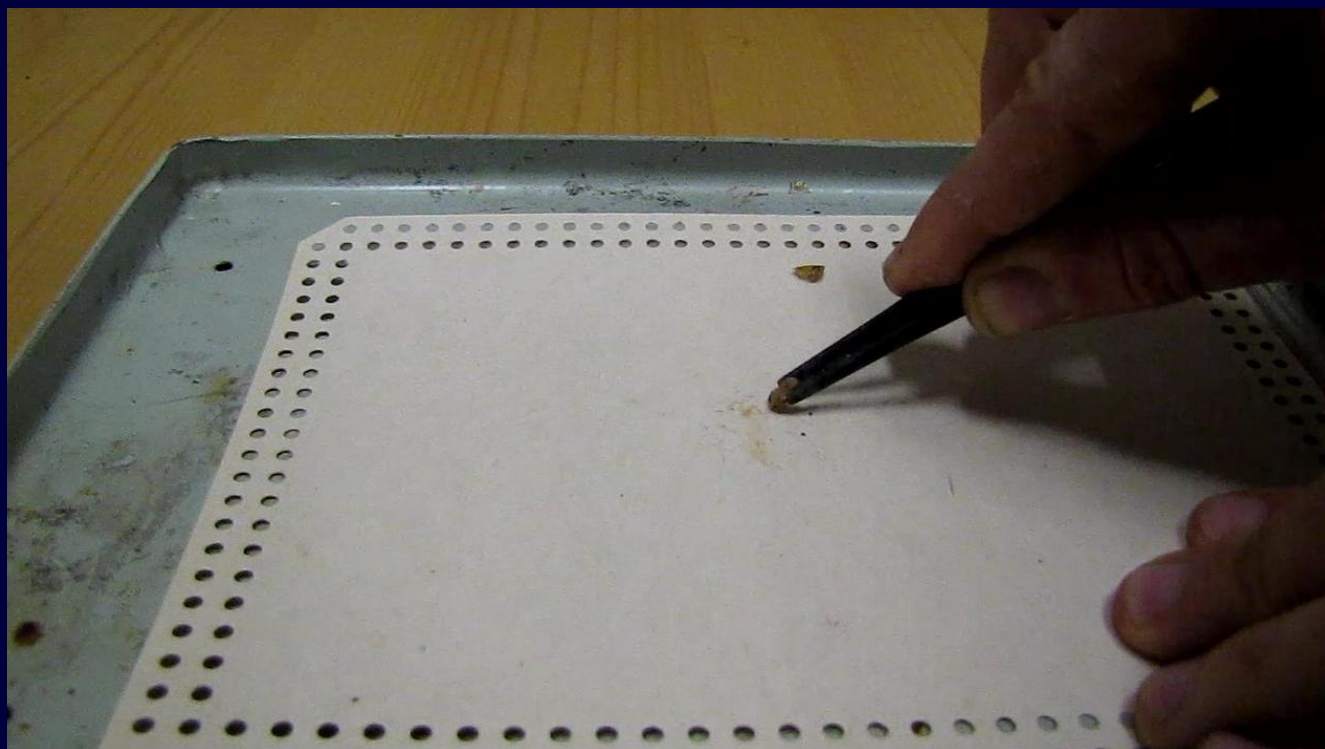
В заключении занялся свечением самого фосфора. Небольшие кусочки фосфора достал из-под воды, быстро промокнул фильтровальной бумагой и положил на перфокарту. Кусочки светились в темноте довольно ярко (зеленым светом), но их площадь была небольшой, и света было мало. Попробовал натереть фосфором лист бумаги. Натертая поверхность светилась настолько ярко, что зеленоватое свечение было видно даже при электрическом освещении (особенно в тени).

Сделал фосфором несколько надписей «P₄» на бумаге. Надписи получились далеко не каллиграфическими, поскольку фосфор тверже воска и постоянно выскальзывал из пинцета. Зато в темноте надписи ярко светились и практически не мигали (в отличие от раствора фосфора в циклогексане).

При нанесении надписей на бумаге приходилось помнить, что белый фосфор легко загорается даже от слабого трения. Во время эксперимента по получению белого фосфора самовоспламенение произошло, когда открыли колбу-приемник с осевшим на стенках фосфором. Однако в данном опыте воспламенение во время рисования фосфором по бумаге случилось лишь однажды. Позднее, я попробовал тереть белый фосфор о шершавую поверхность керамической плитки, чтобы заснять самовоспламенение фосфора, однако, ничего не произошло, зато натертая поверхность ярко светилась в темноте. Ее свечение было заметно даже при включенных лампах дневного света.



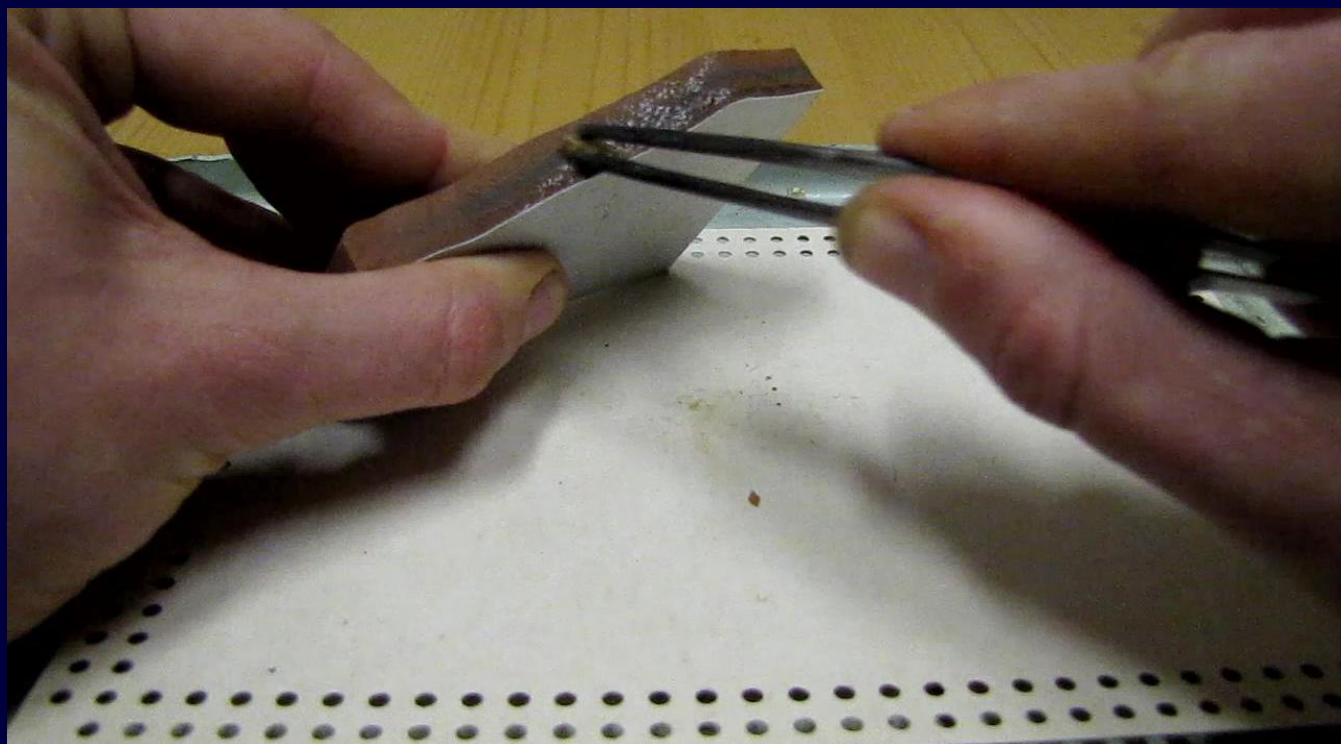
Свечение кусочка белого фосфора (а также бумаги и керамической плитки, натертой фосфором)



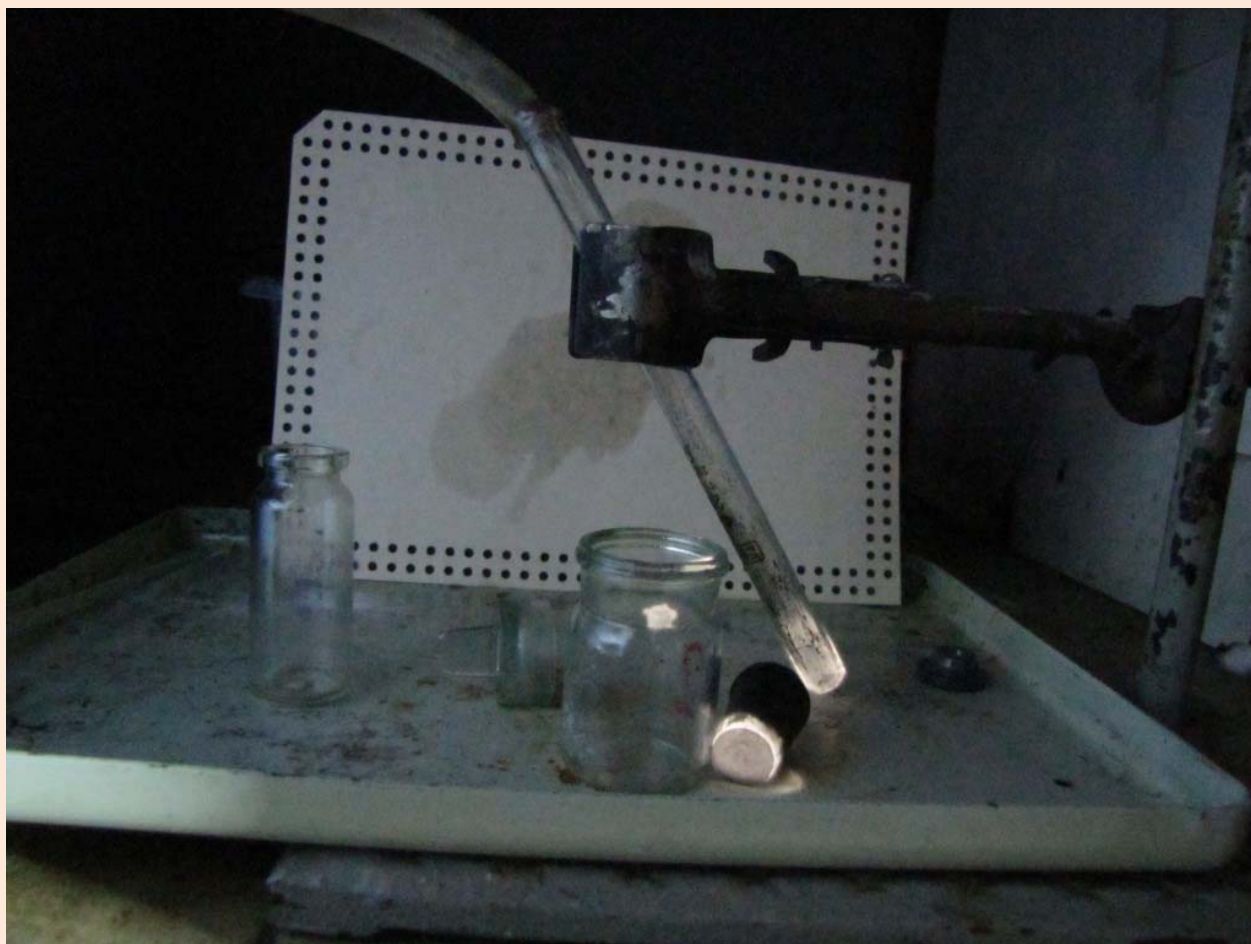












В темной комнате экспонировалась фотография свечения фосфора (выдержка 15 секунд). Неожиданно дверь открыл сотрудник и в комнату попал свет. Увидев в чем дело, сотрудник сразу же закрыл дверь. В результате во время съемки фотографии комната на пару секунд была освещена электрическим светом.

Получился комбинированный снимок. Свечение фосфора экспонировалось 15 секунд, а электрический свет проникал в комнату пару секунд. Благодаря этому яркость свечения фосфора и электрического света на фотографии выровнялась

Примечание: отображение фотографий зависит от установок монитора. В частности, яркость экрана не должна быть слишком низкой

РАСТВОРИМОСТЬ ФОСФОРА (БЕЛОГО) В РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Растворимость s выражена в граммах на 100 г растворителя.

Растворитель	$t, ^\circ\text{C}$	s
Ацетон	0	0,05
	25	0,14
	40	0,22
Бензол	0	1,51
	20	3,2
	40	5,75
	60	7,90
	81	10,03
Вода	15	$3 \cdot 10^{-4}$
Гептан	0	0,86
	25	1,49
	40	2,16
	100	5,66
Диэтиловый эфир	0	0,43
	20	1,04
	25	1,39
	35	2,00
Парафин	15	1,47
Серовуглерод	-10	45,8
	-5	72,3
	0	434
	5	630
	10	880
Уксусная кислота	15	0,105
Четыреххлористый углерод	0	0,64
	25	1,27
	40	1,82
	100	4,55
Этиловый спирт	~ 18	0,312

Б.П. Никольский (ред.) и др. Справочник химика, т. 3