

Получение белого фосфора из красного.

Свечение белого фосфора

В.Н. Витер

При нагревании красного фосфора в отсутствие воздуха он сублимируется. Пары фосфора конденсируются на холодных поверхностях, образуя белый фосфор. Технический белый фосфор представляет собой желтую массу, похожую на воск, за что его нередко называют желтым фосфором.

Для получения белого фосфора мы использовали технический красный фосфор, который покрылся при хранении вязкими полифосфорными кислотами. Прежде всего, было необходимо отмыть фосфор от полифосфорных кислот водой. С этой целью около 1 г красного фосфора поместили в стакан с дистиллированной водой, взмутили и отфильтровали. Порошок красного фосфора промыли несколько раз водой и оставили сушиться на фильтре. После сушки масса красного фосфора составляла 0.95 г.

Красный фосфор поместили в пробирку, которую соединили с конической колбой, игравшей роль приемника. Место соединения уплотнили обыкновенной ватой. Для сублимации фосфора желательно использовать соединения на шлифах и приемник меньших размеров, чем показанная на фотографиях колба. Колбу закрепили в штативе и начали нагревать в пламени газовой горелки: сначала осторожно и равномерно, потом сильно. В пробирке появились белые пары фосфора, которые оседали на стенках пробирки и колбы, образуя желтоватую массу. Первоначально пары загорелись, причем пламя приобрело форму фронта, который неторопливо прошелся из пробирки в колбу, однако, кислород скоро закончился и горение прекратилось. Только при замедленном повторе записи эксперимента удалось заметить, что во время продвижения фронта произошла короткая, но яркая вспышка. Через несколько минут сублимация фосфора закончилась. Возле дна пробирки осталось значительное количество темного порошка. Это примеси, которые содержались в красном фосфоре.

Большая часть желтого фосфора осела на стенках колбы. Часть желтого фосфора сконденсировалось в пробирке, его можно было отогнать в колбу, аккуратно

переместив в это место пламя горелки. Однако мы не стали этого делать, поскольку основной целью эксперимента было не получение белого фосфора, а наблюдение его свечения в темноте.

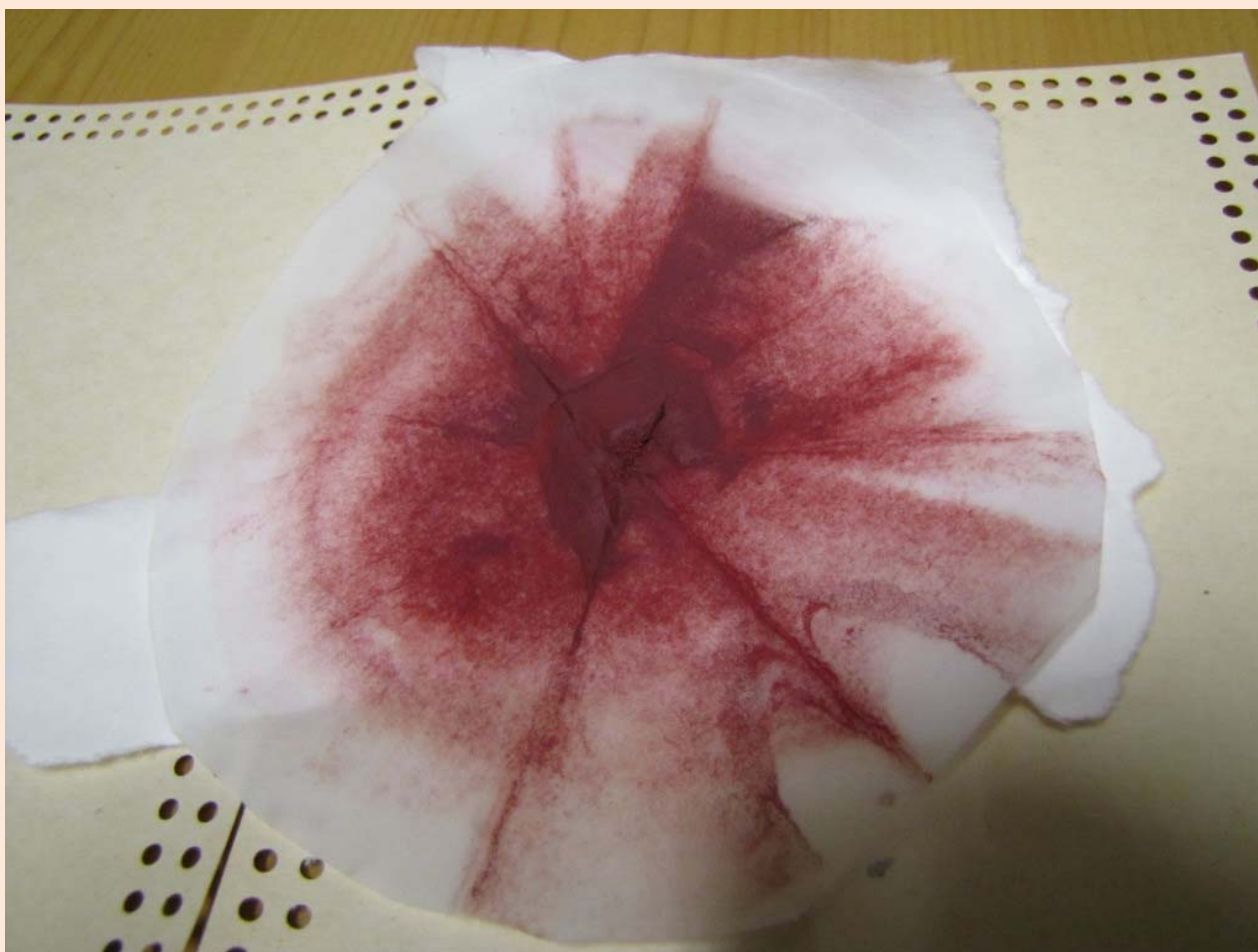
Во время эксперимента следует учитывать, что если пробирка треснет, может начаться пожар. Белый фосфор много лет с успехом используется как боевое зажигательное вещество. Поэтому в начале процесса пробирку следует нагревать медленно и равномерно.

Под установкой мы поставили металлический поддон на случай аварийных ситуаций. Наготове был большой кусок мокрой ткани – чтобы накрыть пламя. Не следует забывать, что белый фосфор очень ядовит и вызывает сильные ожоги при попадании на кожу.



Промывка красного фосфора фото В.Н. Витер



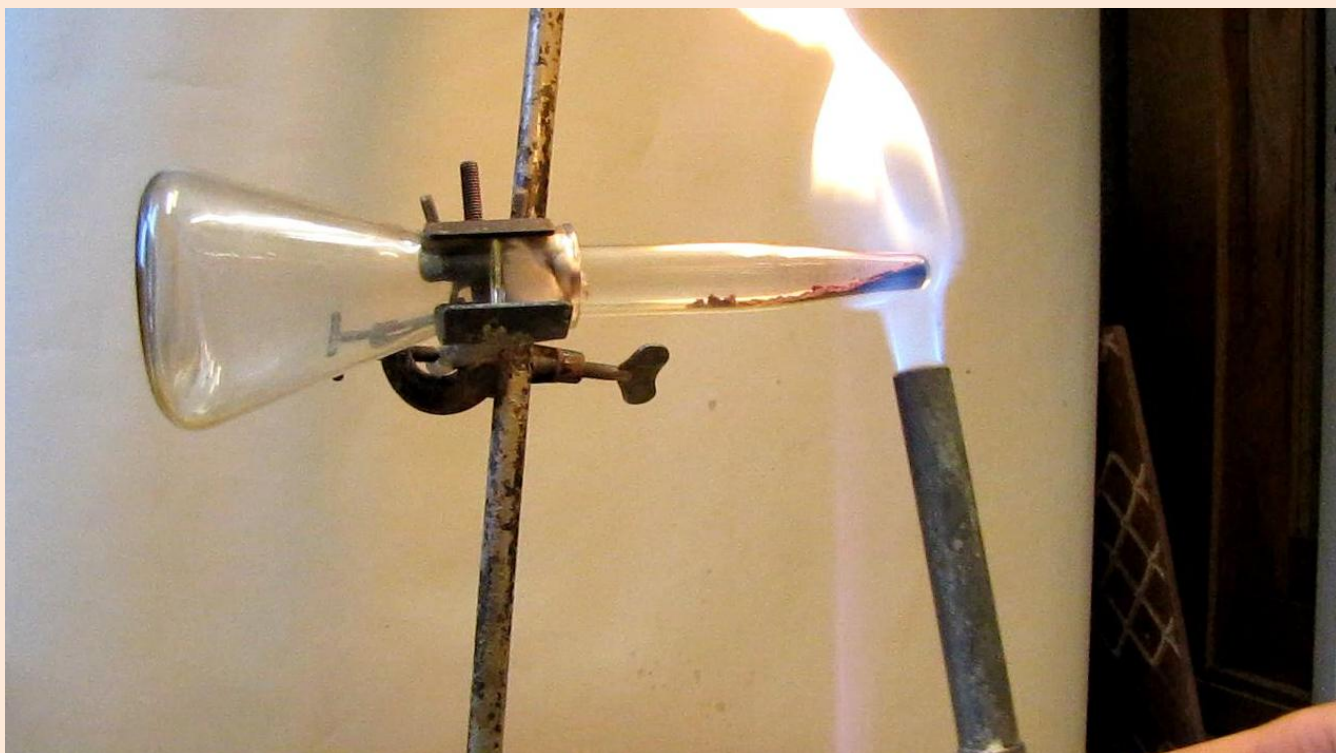


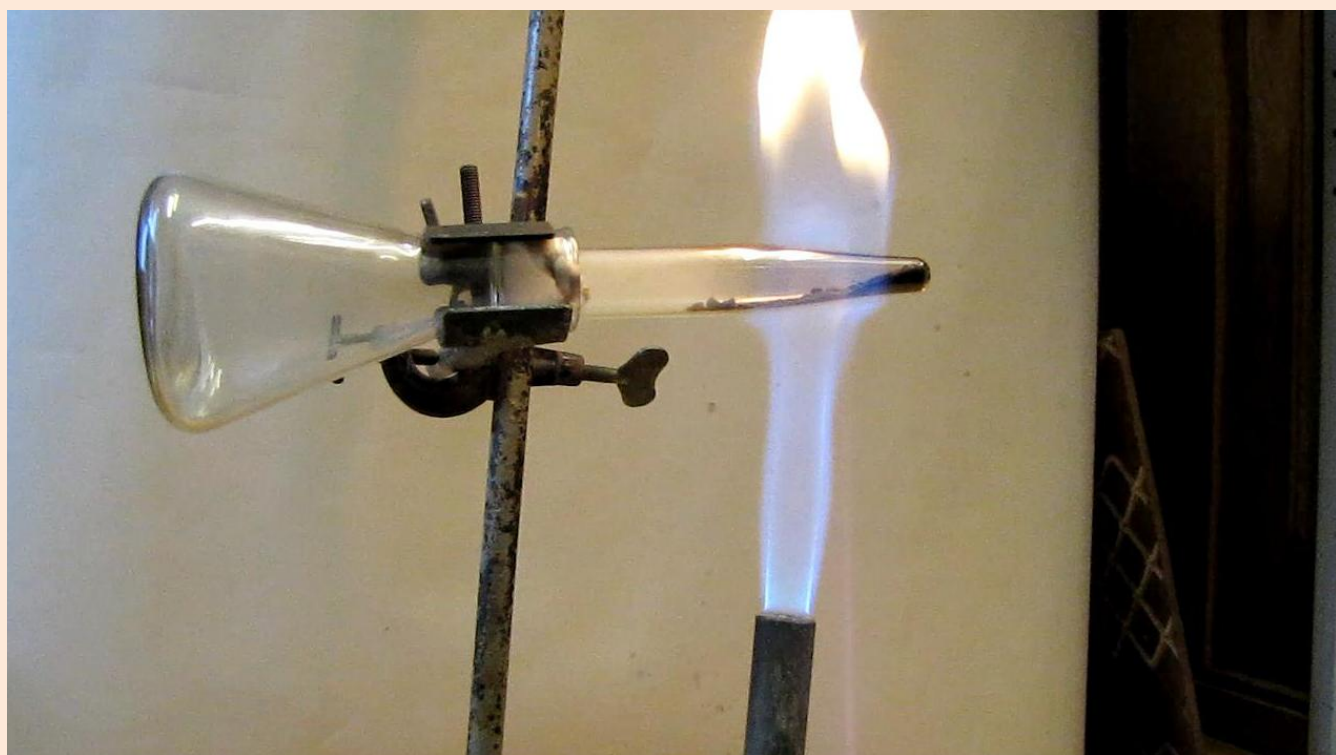
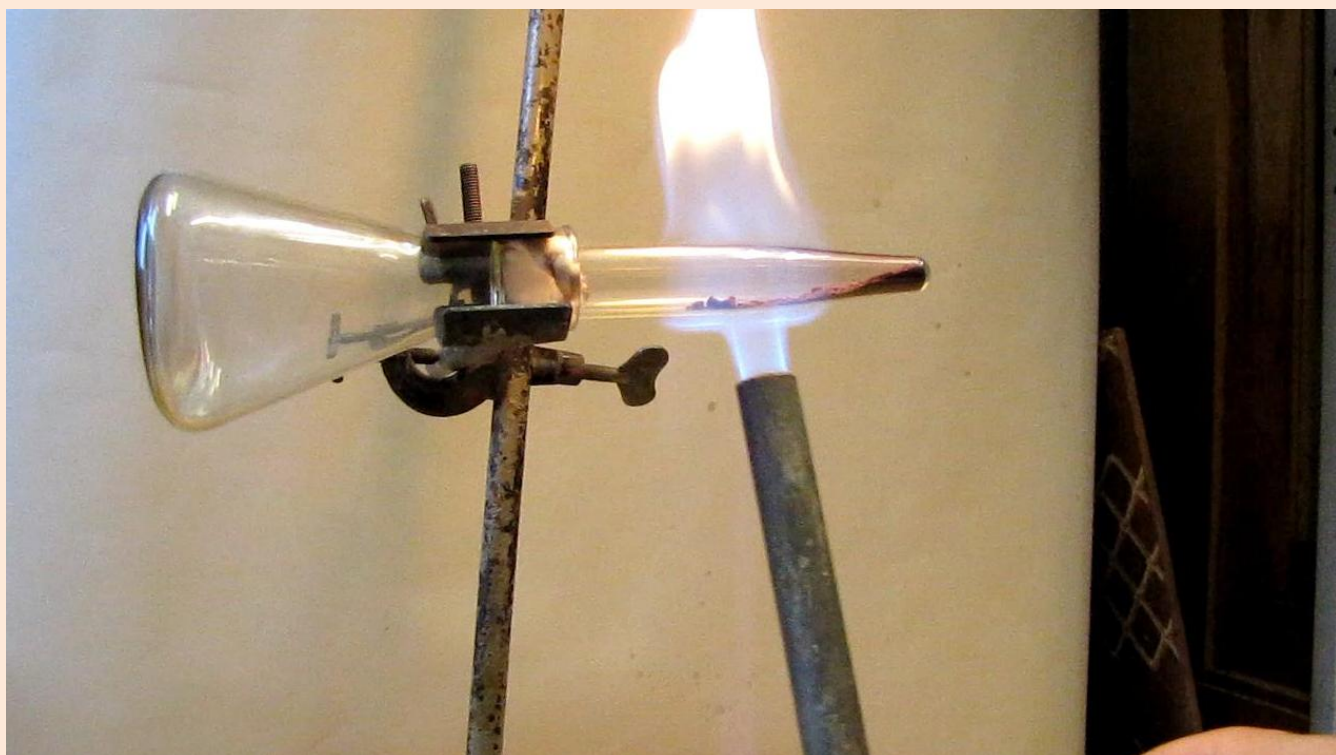


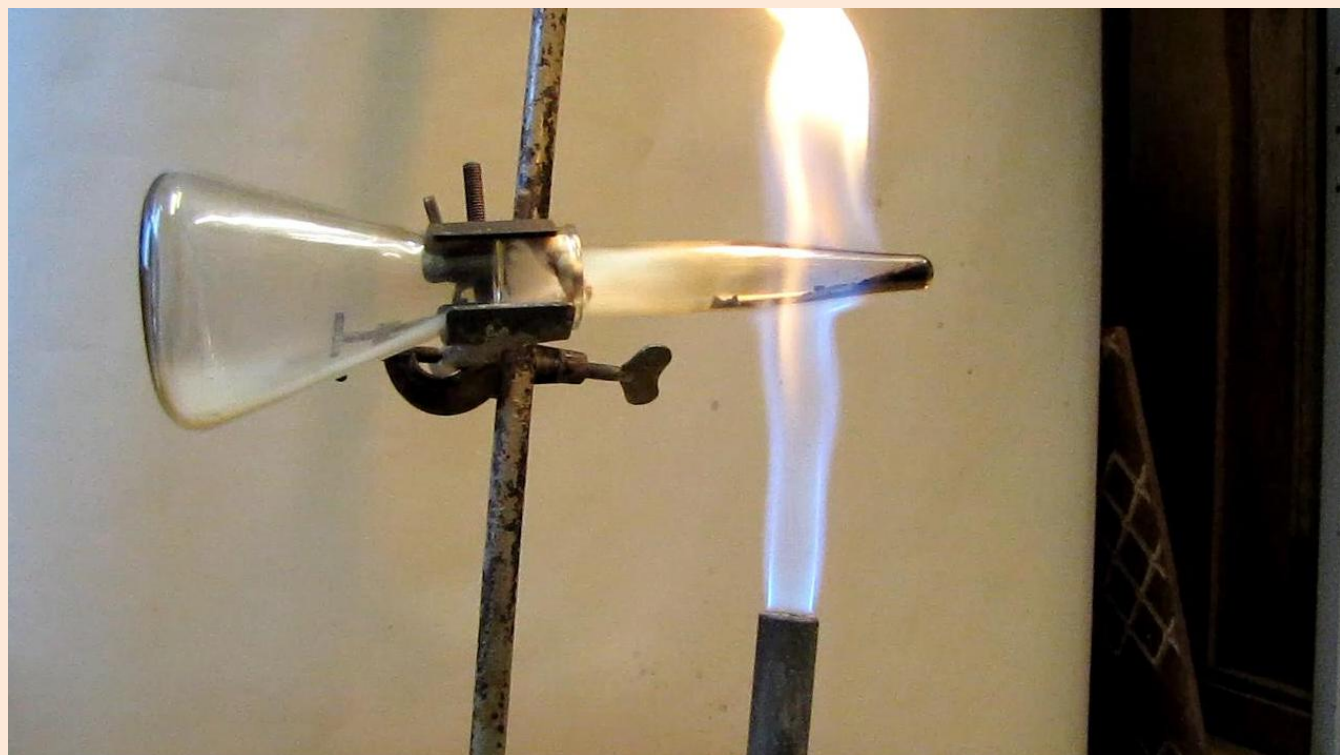
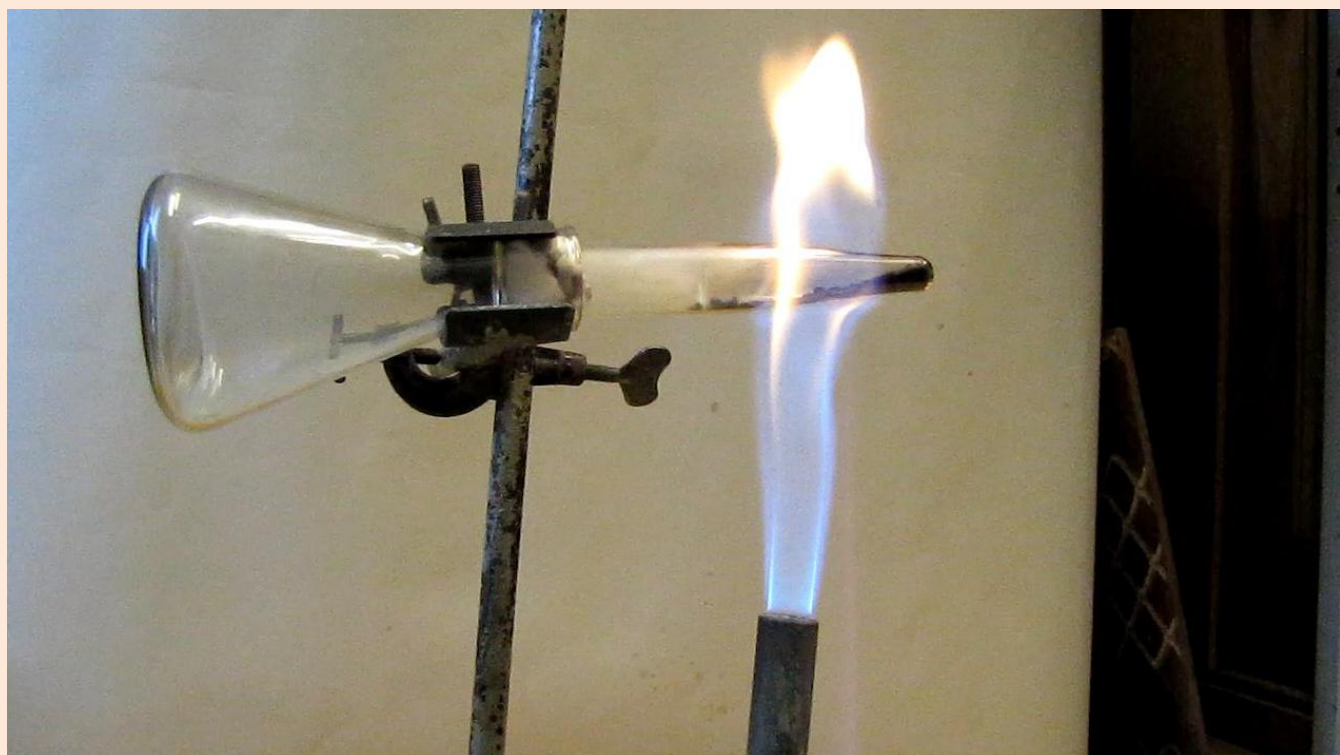


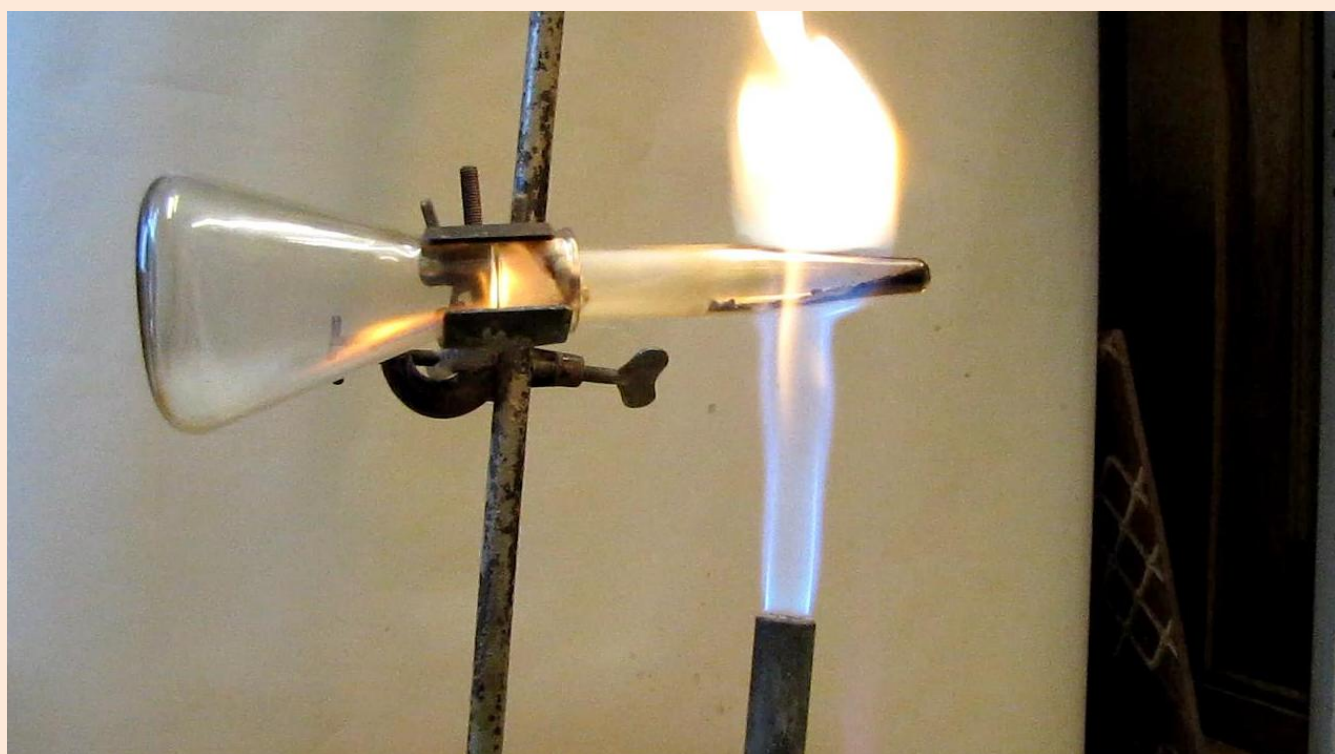
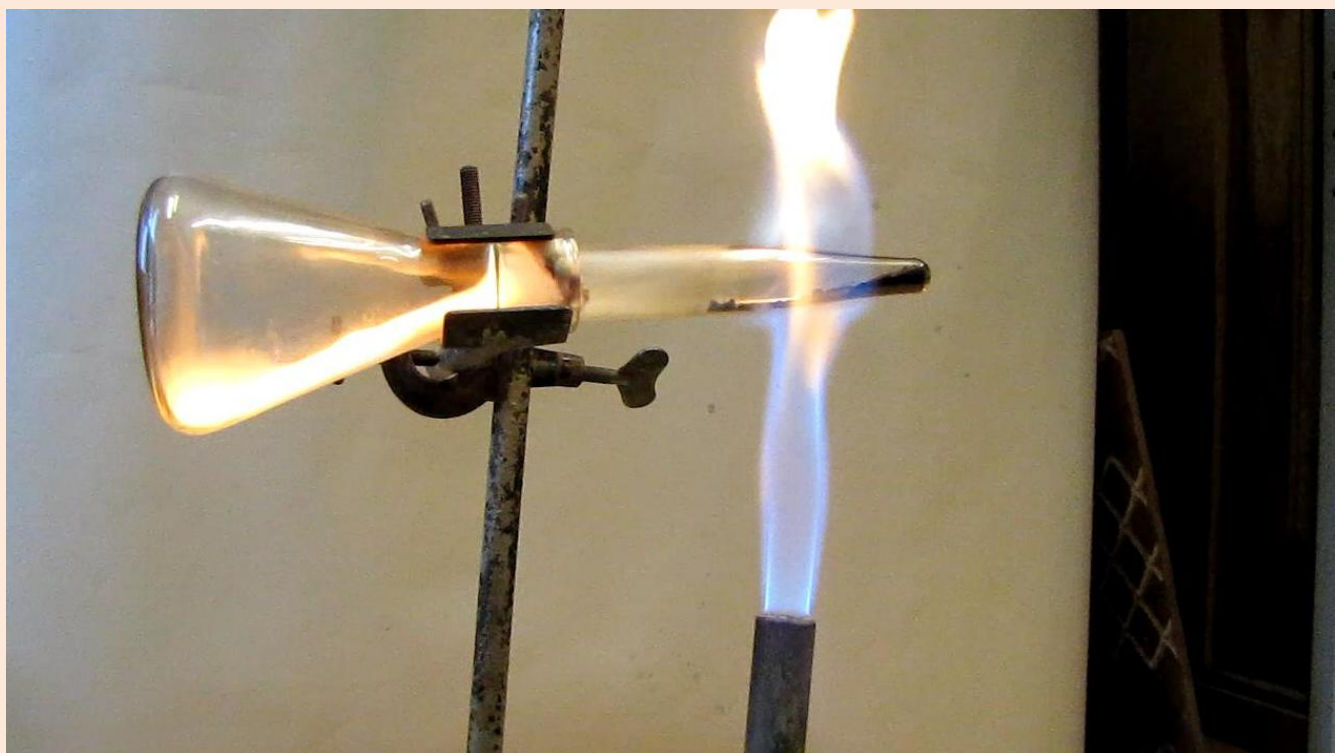


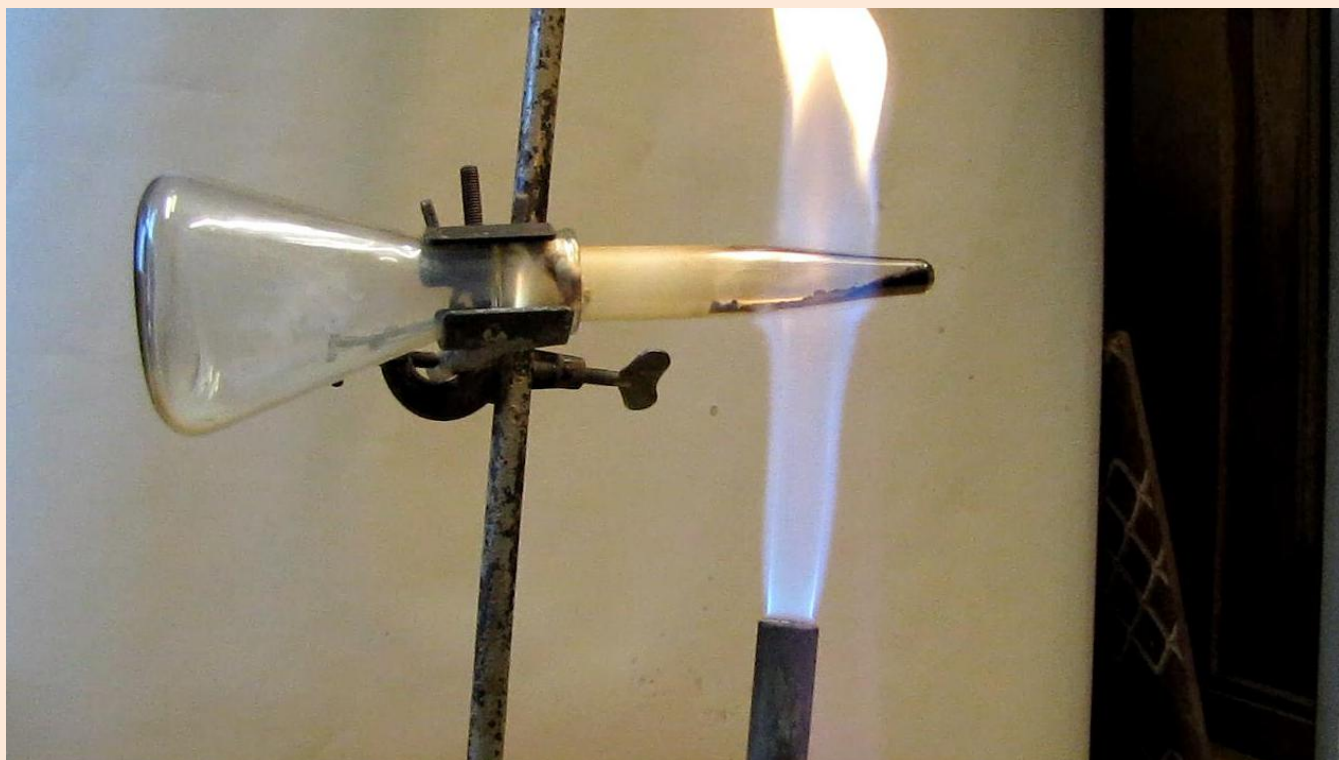
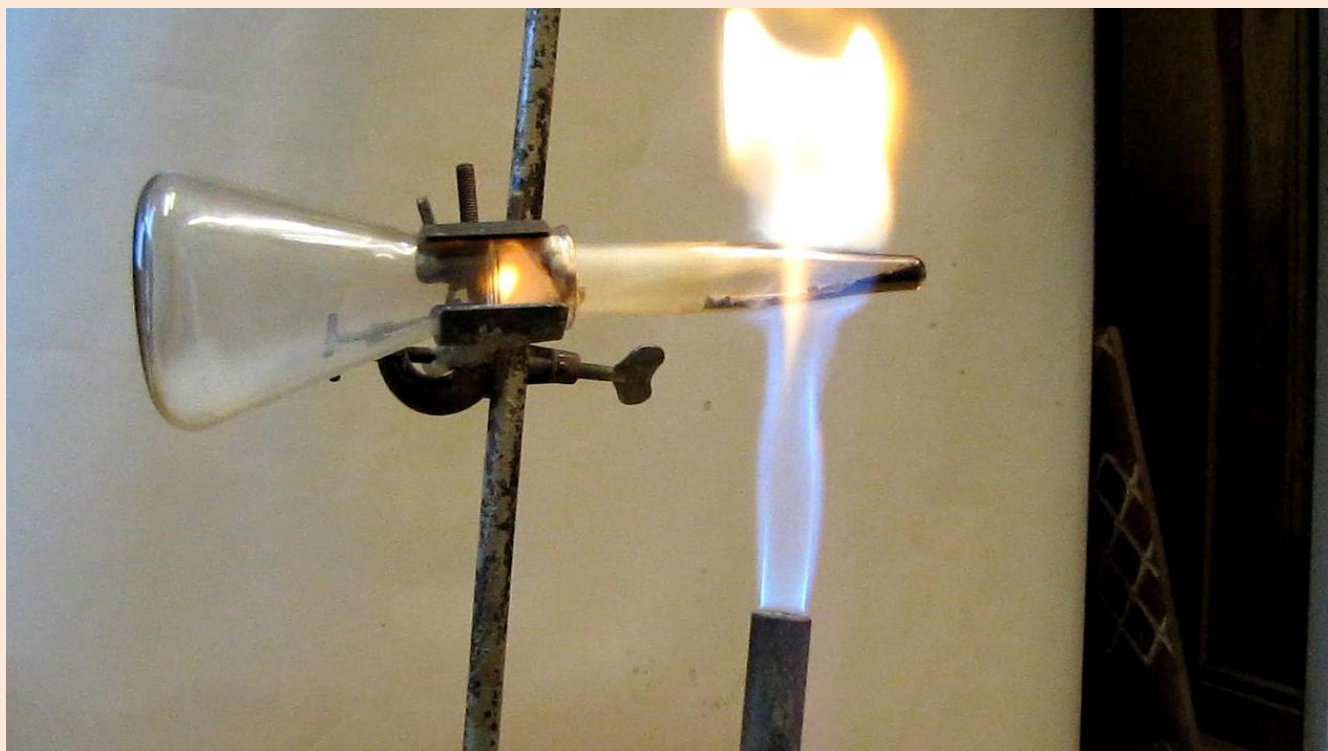
Сублимация красного фосфора

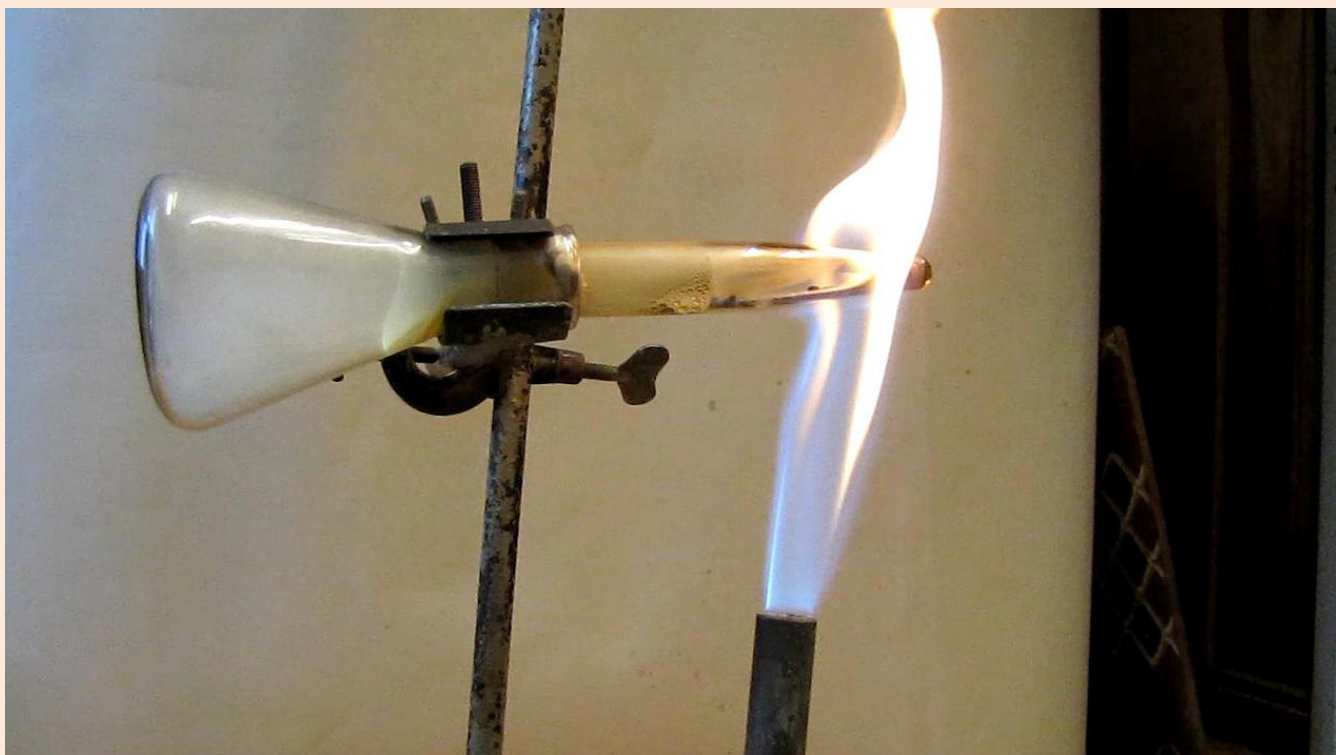
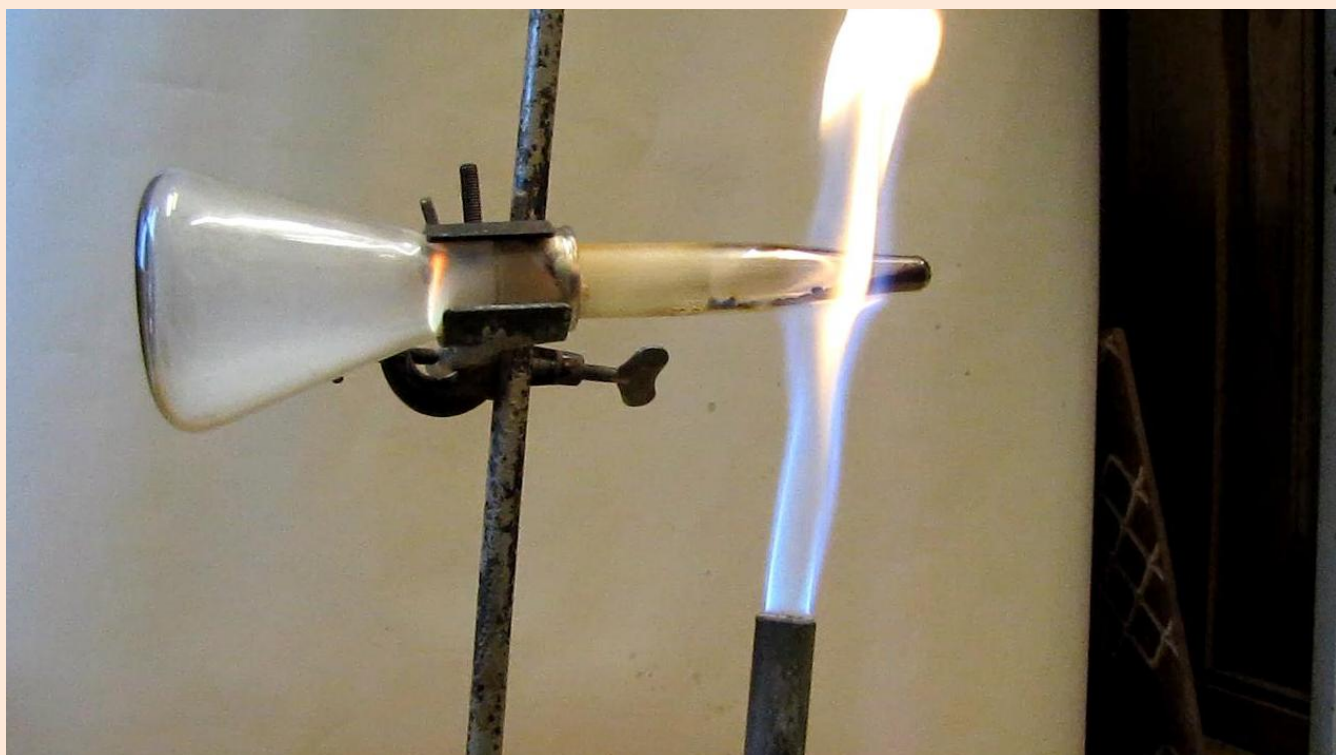


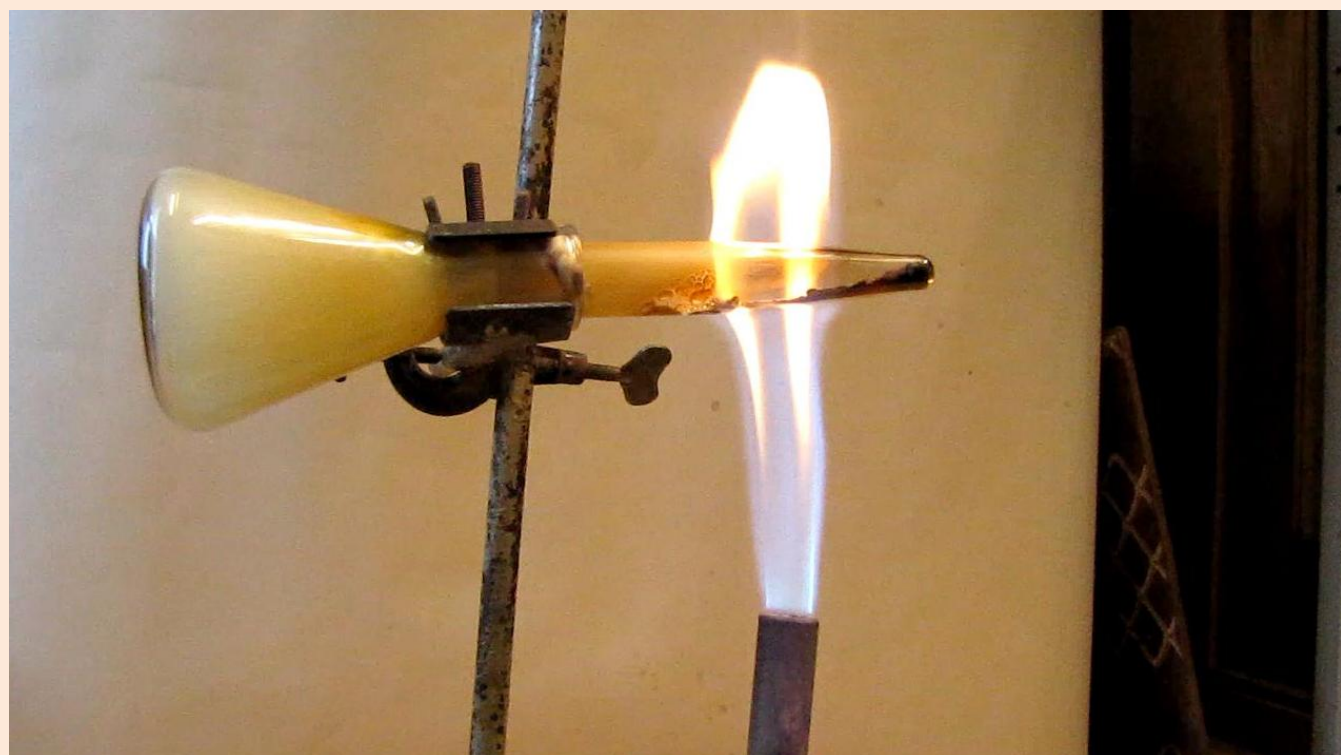
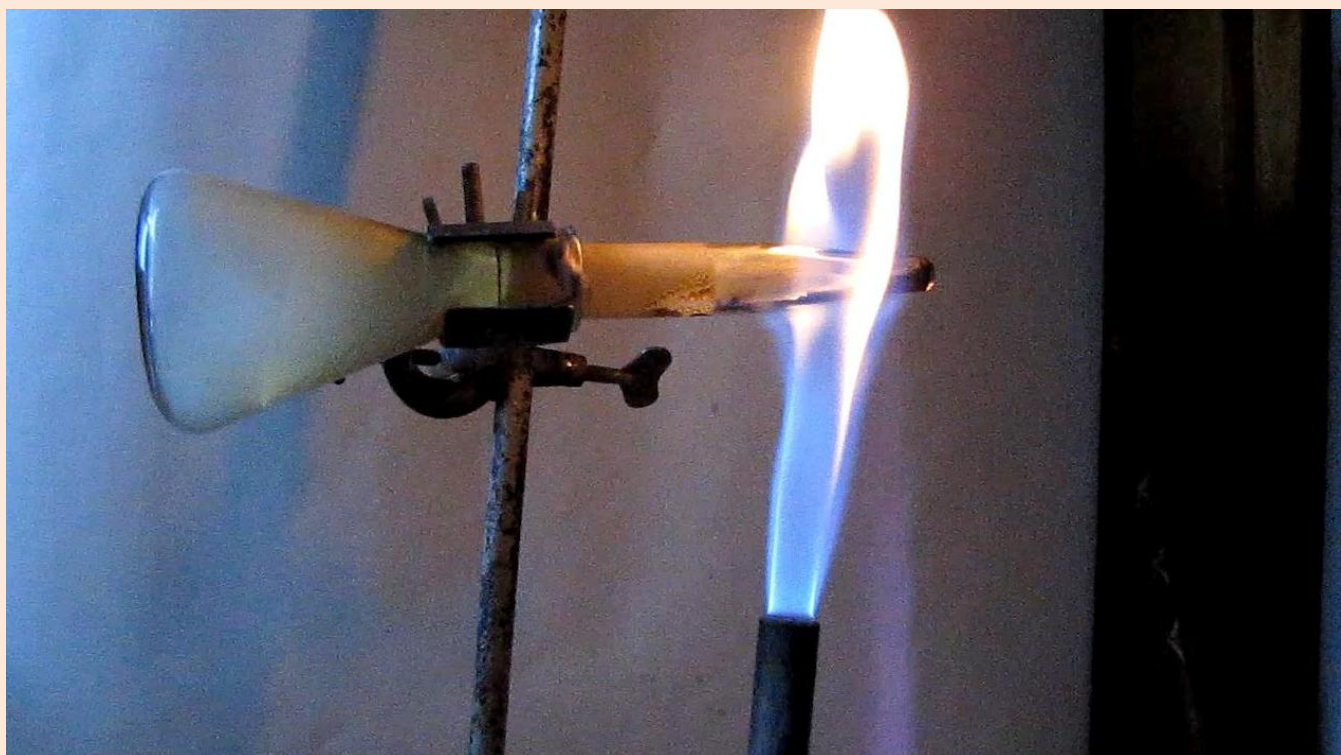


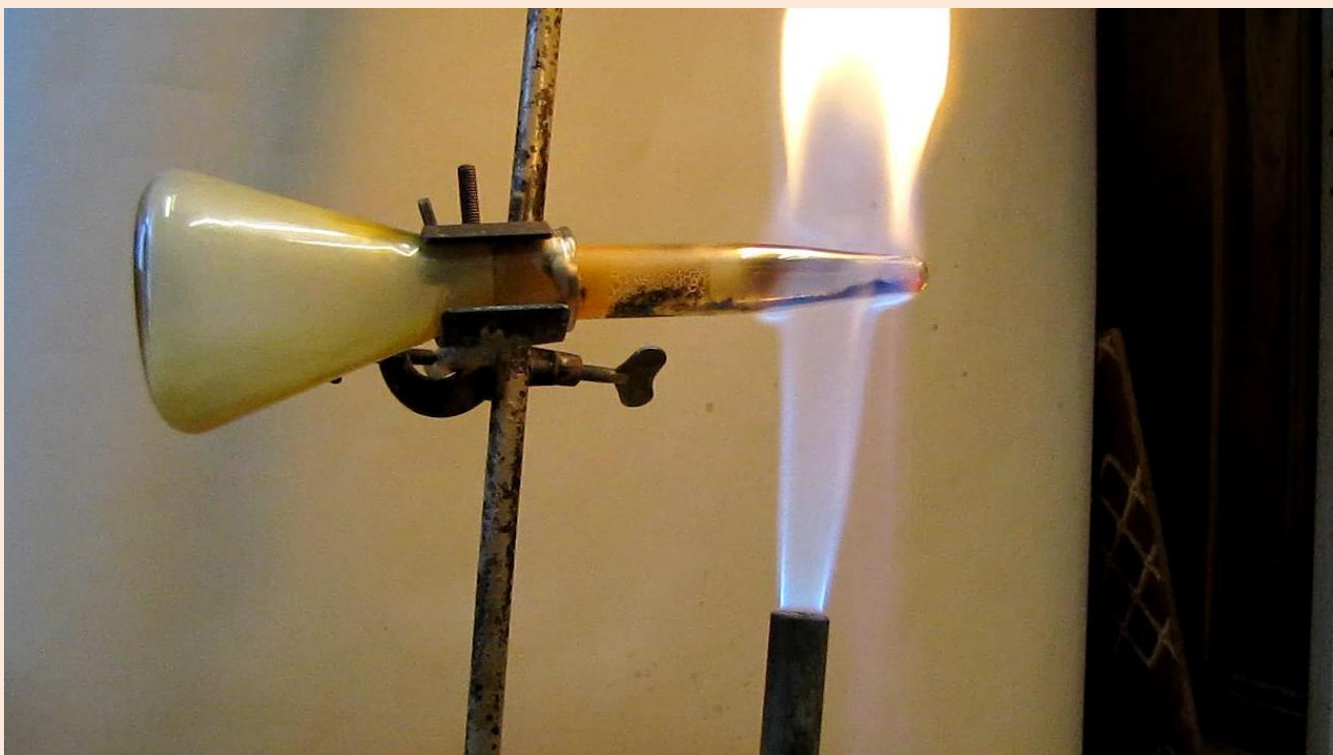
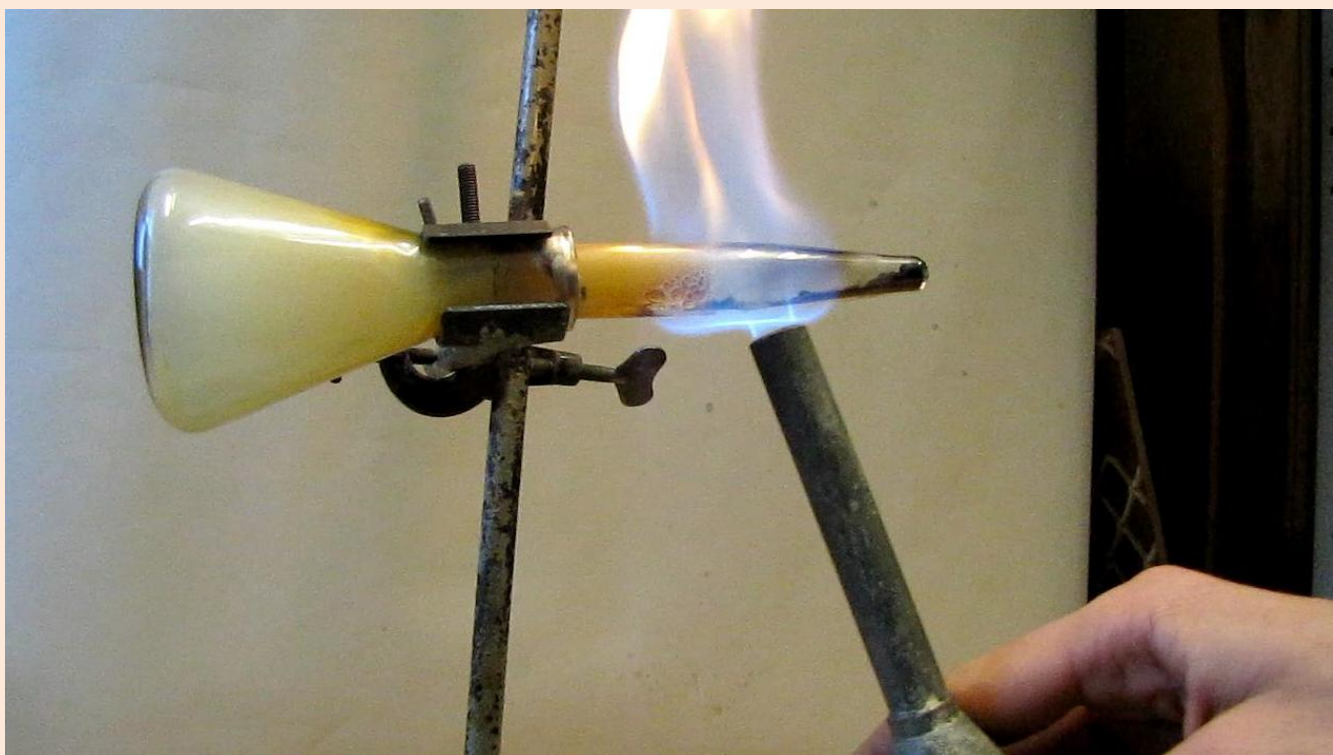


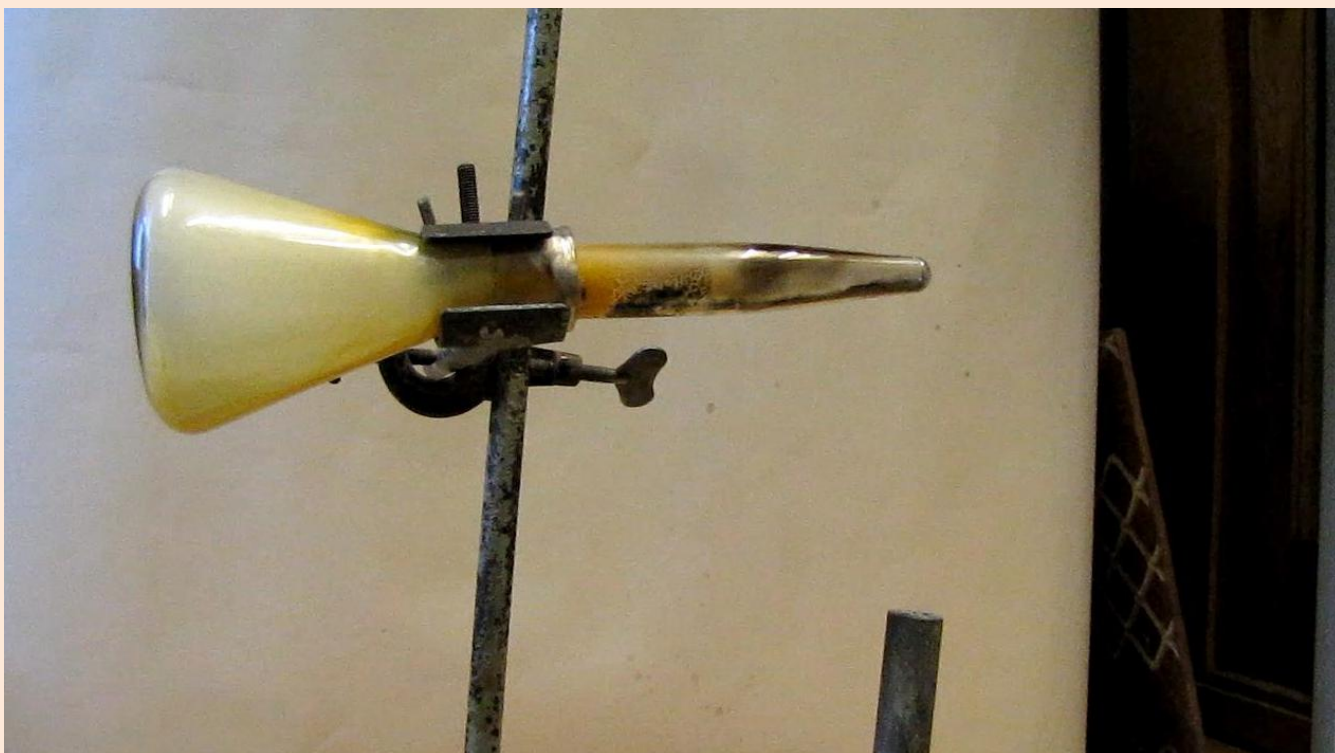












Полученный белый (желтый) фосфор





Итак, у нас есть колба и пробирка с желтым фосфором (которые плотно соединены между собой). На первый взгляд, фосфор внутри этих сосудов изолирован от действия кислорода. Однако оказалось, что колба и пробирка светятся в темноте зеленым светом. Свечение можно было заметить даже в не полностью темном помещении. Чтобы наблюдать более интенсивное свечение фосфора, необходимо обеспечить доступ воздуха. Существовала большая вероятность, что после разъединения колбы и пробирки фосфор загорится, поэтому мы приготовили два стакана, чтобы накрыть сосуды. Колбу и пробирку частично разъединили, и между ними образовался зазор в несколько миллиметров, появилось яркое свечение. Когда колба и пробирка оказались полностью открытыми, вспыхнуло желтое пламя фосфора, которое осветило темноту, образовалось много едкого белого дыма. Колбу и пробирку накрыли стаканчиками, горение прекратилось, и началось довольно интенсивное холодное свечение. Свечение фосфора может быть достаточно ярким, но такое яркое свечение нередко переходит в горение.

Когда наблюдение свечения было окончено, предстояло собрать белый фосфор. Фосфор, который находился на стенках пробирки и колбы, легко загорался при трении шпателем, поэтому собрать его на воздухе не представлялось возможным. К счастью, белый фосфор легко плавится ($T_{пл} = 44\text{ }^{\circ}\text{C}$) и имеет плотность выше, чем у воды, поэтому, чтобы собрать белый фосфор, достаточно заполнить колбу и пробирку горячей водой.

Когда налили горячую воду, прилипший к стенкам фосфор сразу превратился в желтую маслообразную жидкость и опустился на дно. Кроме капелек фосфора на дне колбы оказалось много механических примесей, которые были отделены декантацией.

Интересно, что при контакте с холодной водой дважды наблюдалась вспышка белого фосфора. Вероятное объяснение этого явления состоит в том, что на поверхности фосфора присутствовал фосфорный ангидрид, который реагирует с водой с выделением большого количества тепла. За счет этого тепла фосфор и загорелся.

Во время одной из промывок фосфора горячей водой капельки фосфора всплыли на поверхность воды и загорелись. Горение прекратилось только после добавления новых порций воды, которые полностью покрыли фосфор.

После эксперимента фосфор оставили в колбе под слоем воды. В таком виде фосфор практически не светился, но стоило встряхнуть колбу, как все пространство над слоем воды в колбе начинало светиться. Через несколько секунд свечение гасло, но при последующем встряхивании колбы оно возобновлялось (разумеется, наблюдения следует проводить в темноте).



Свечение и воспламенение белого фосфора фото В.Н. Витер

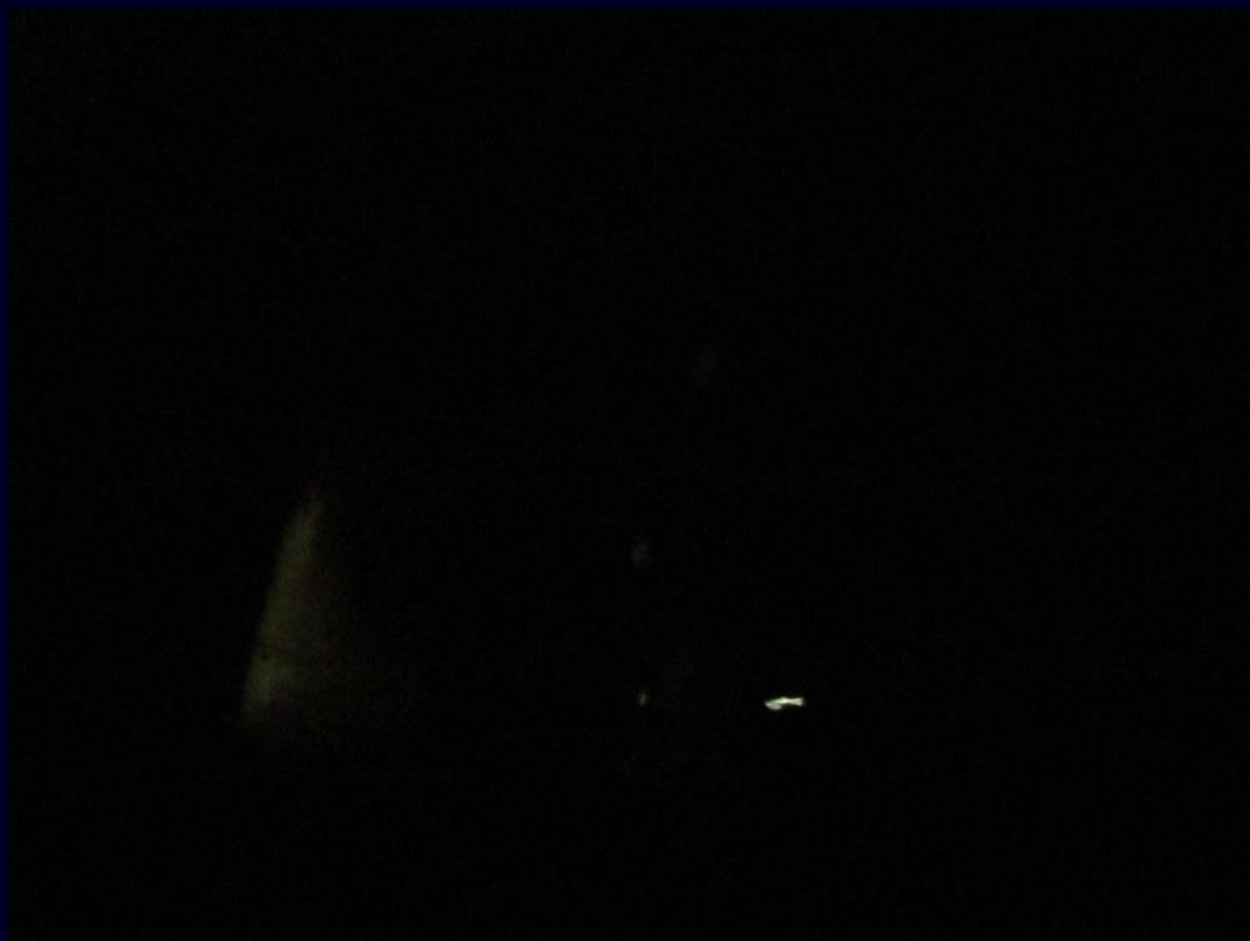


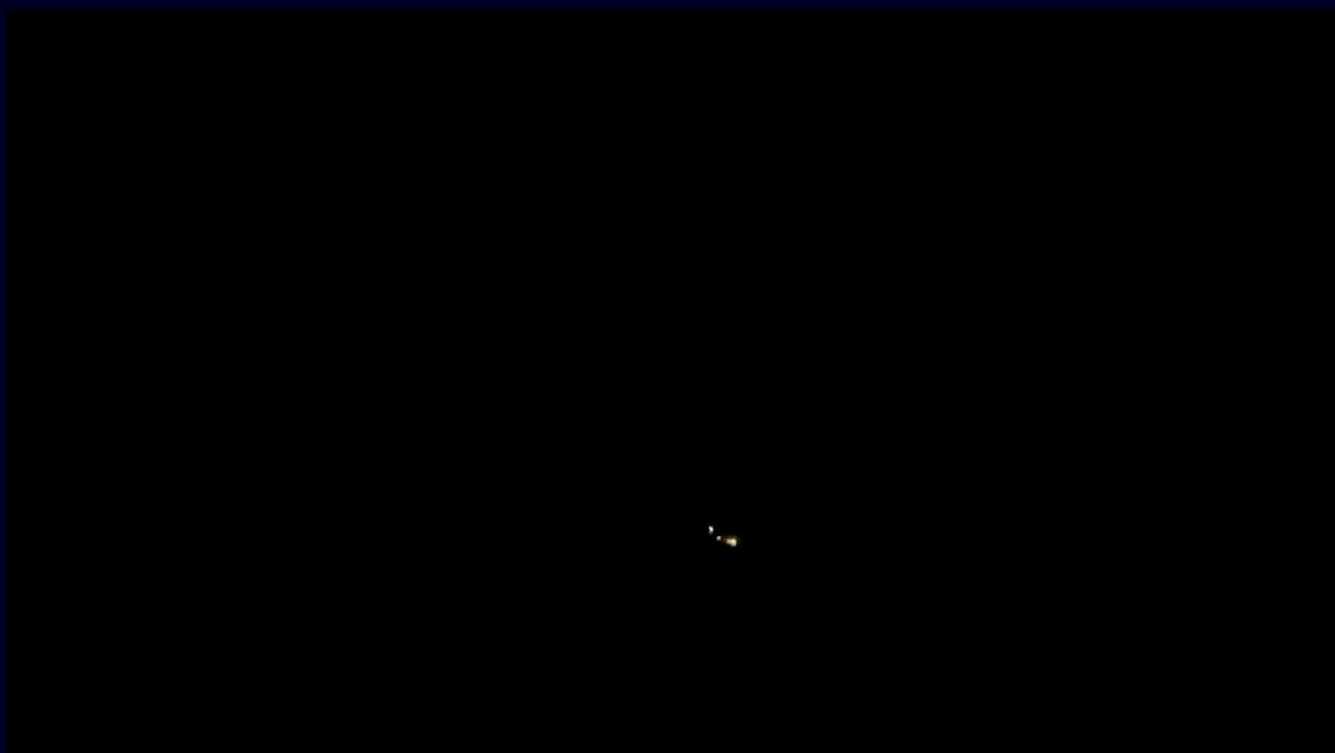


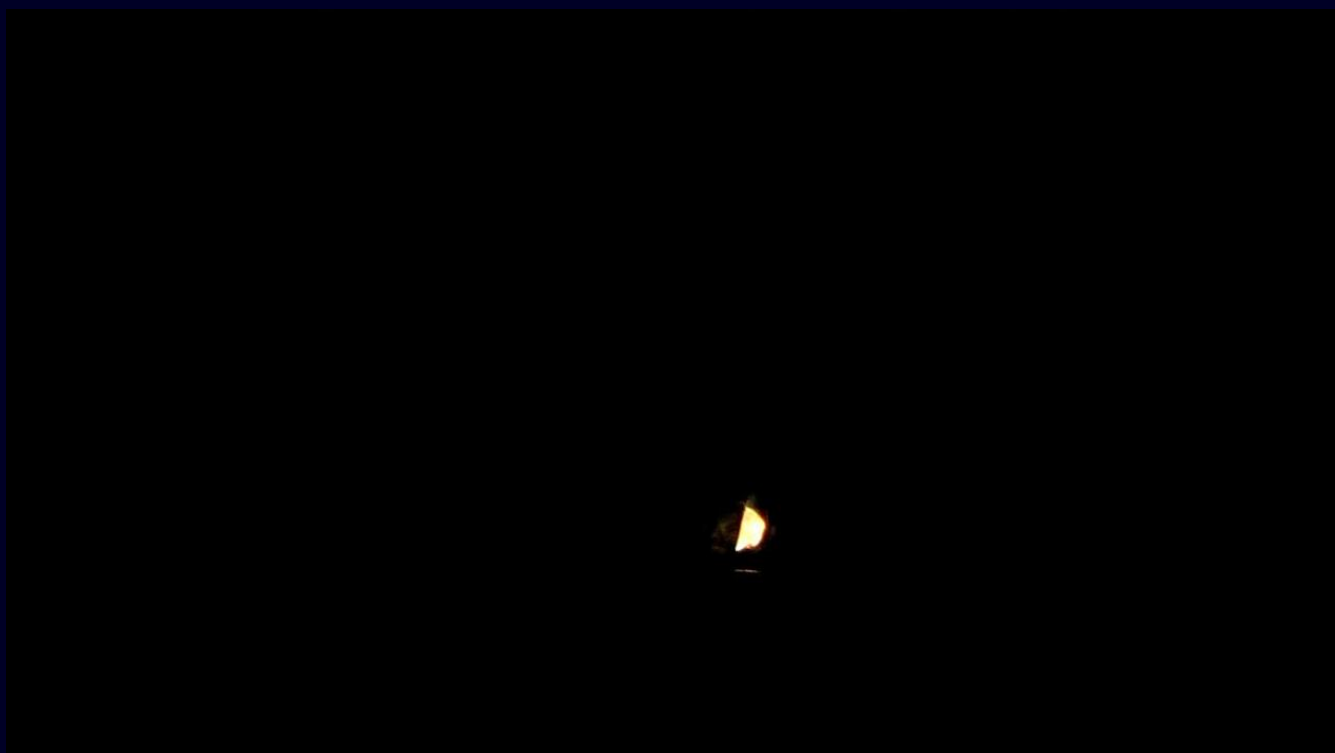


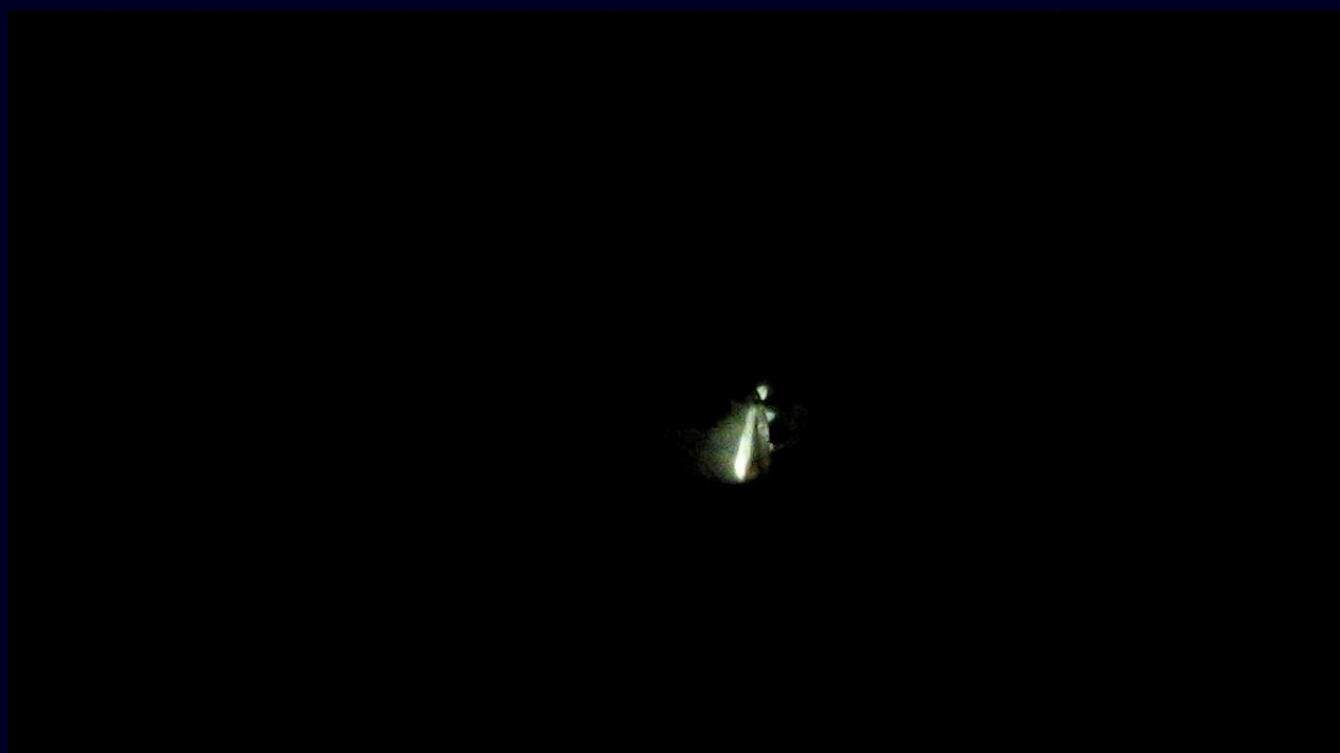
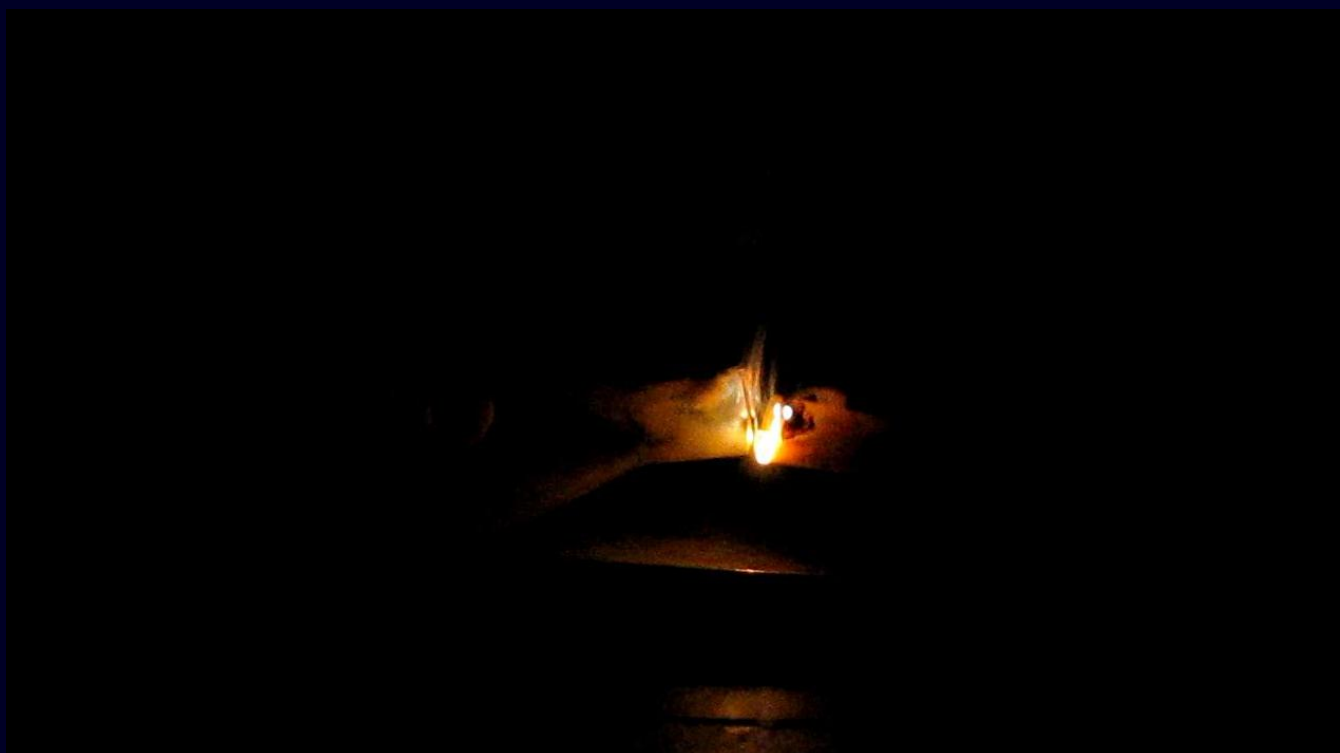


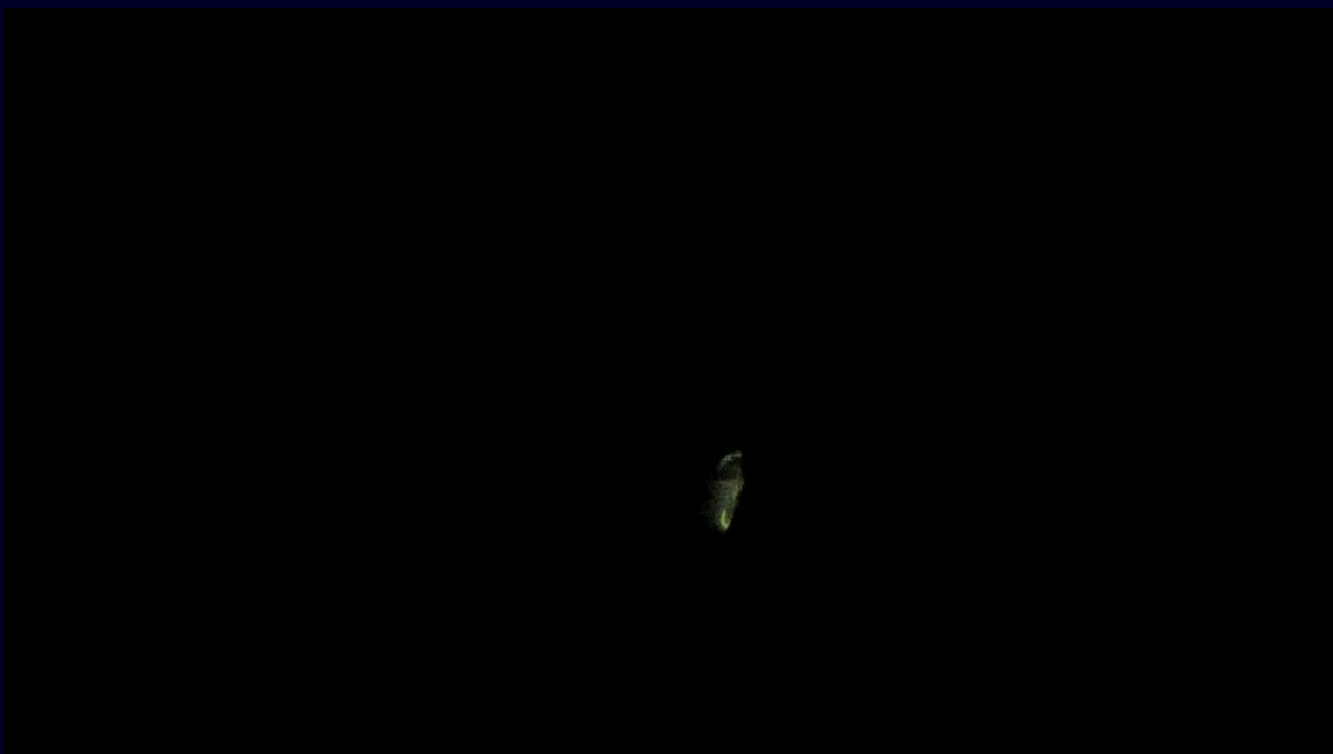
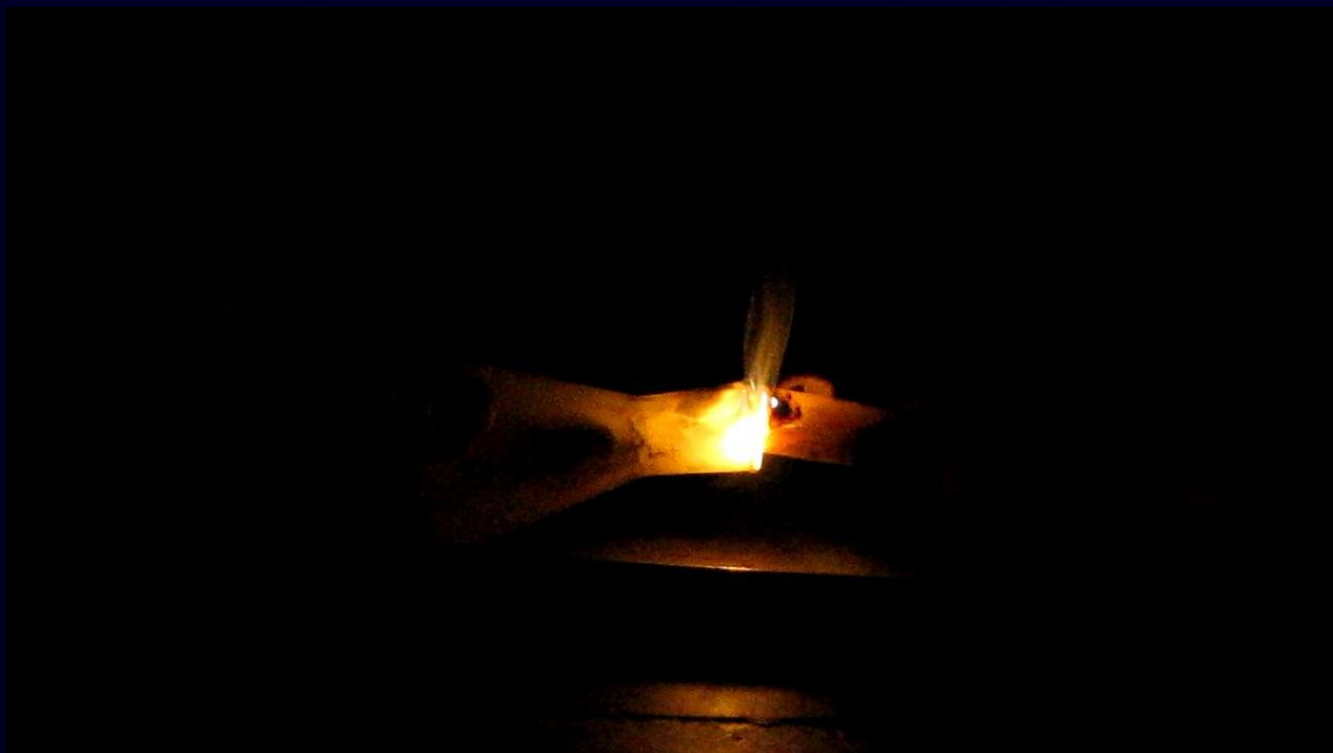




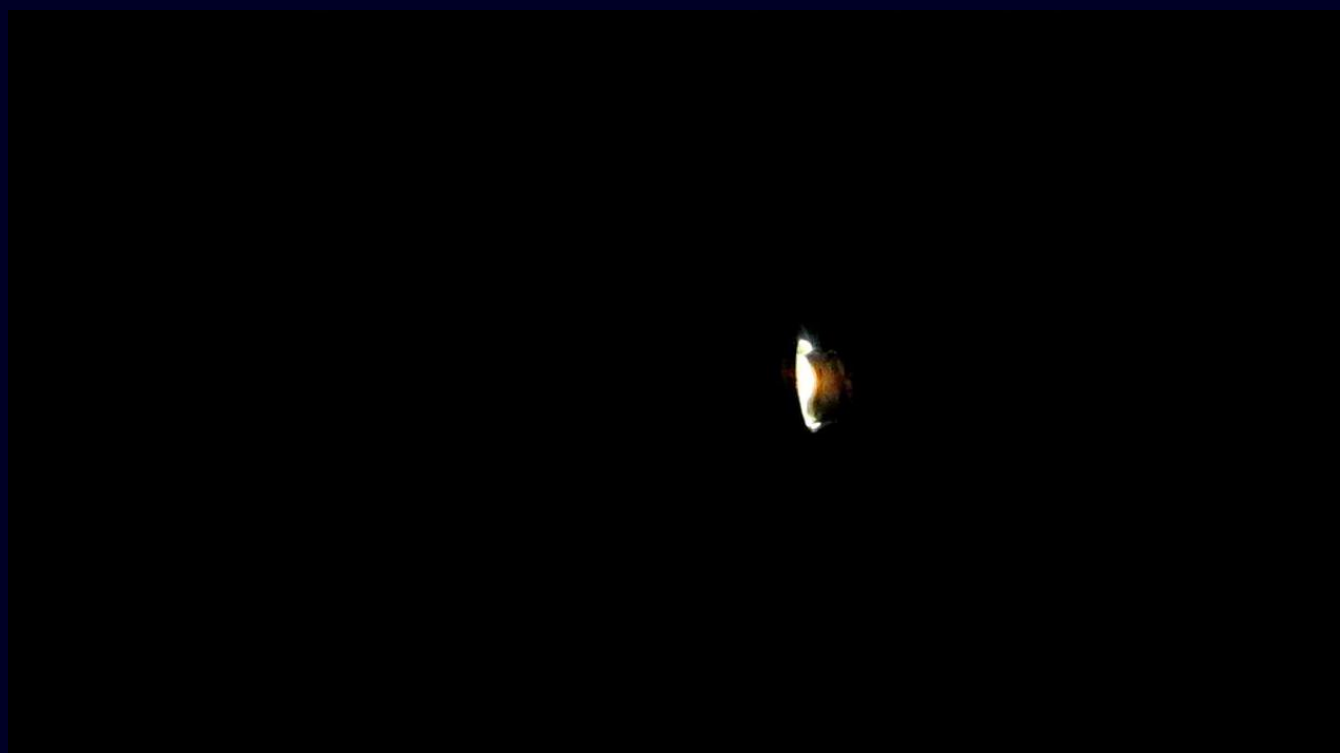
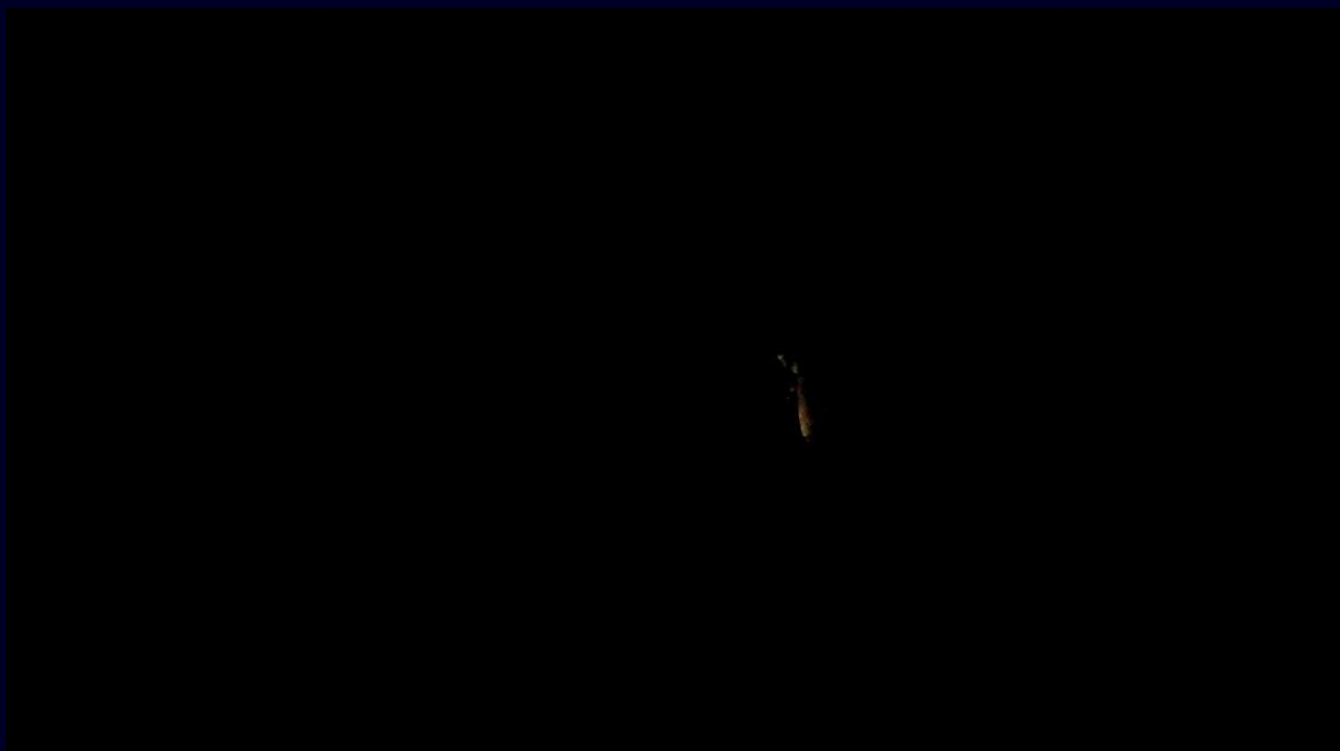




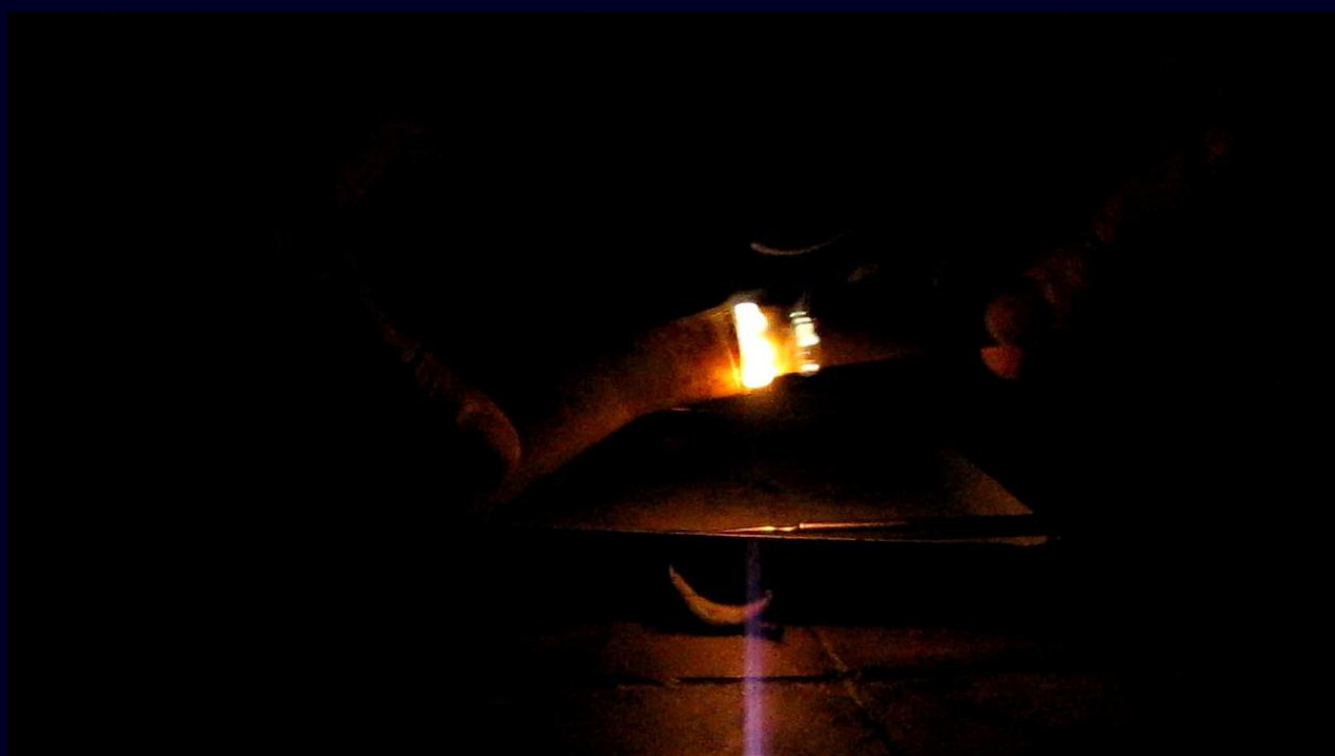


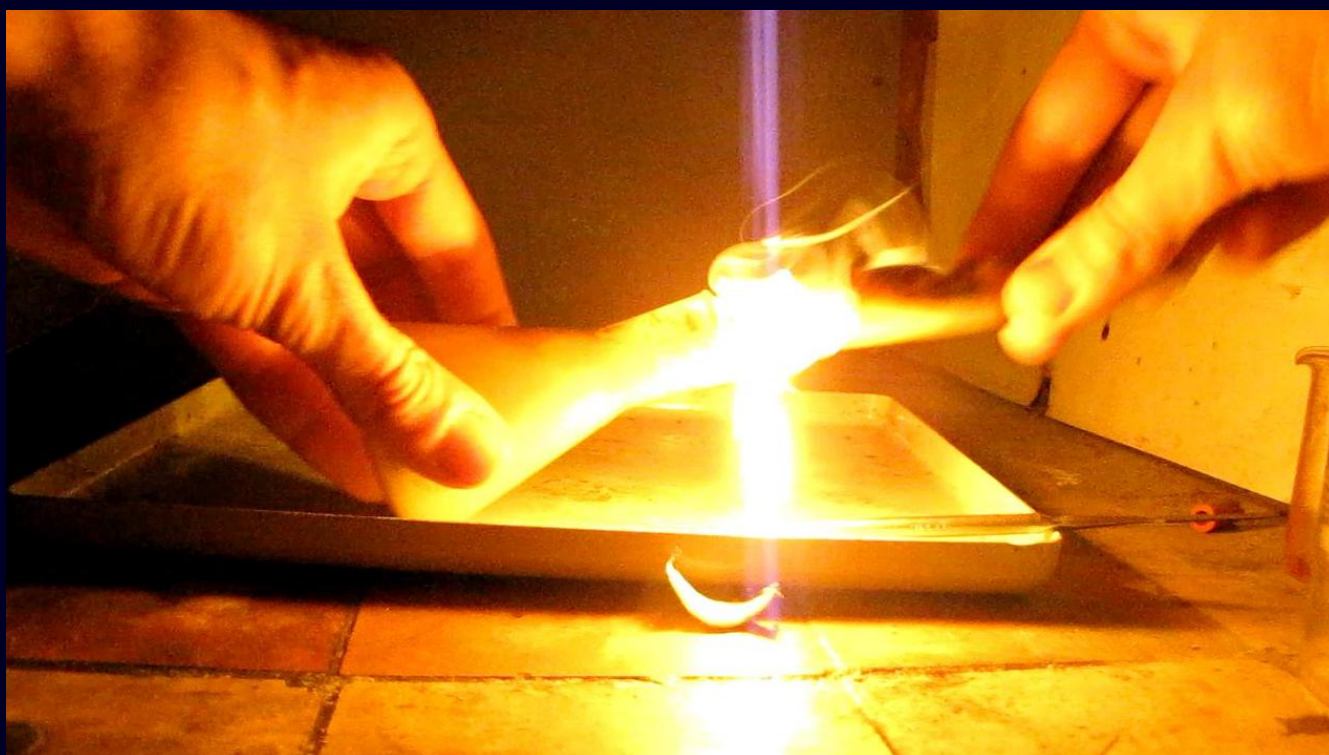
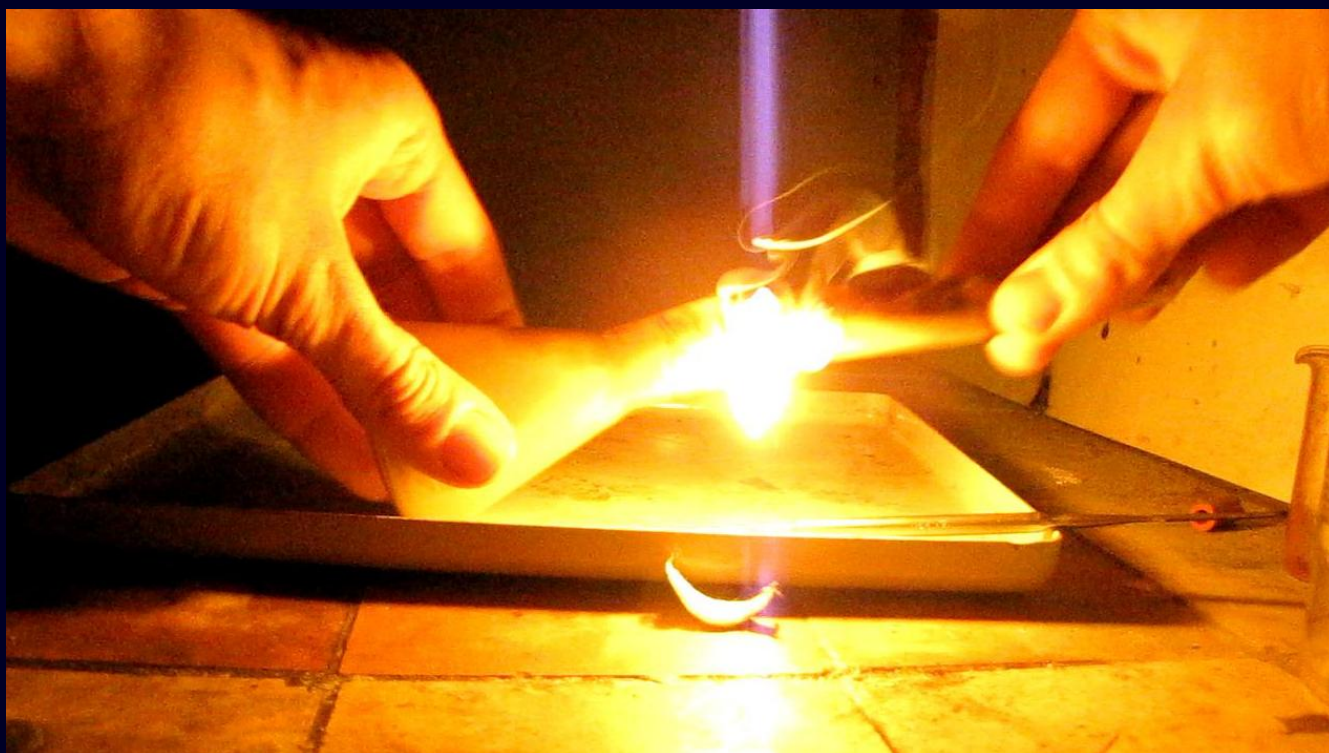








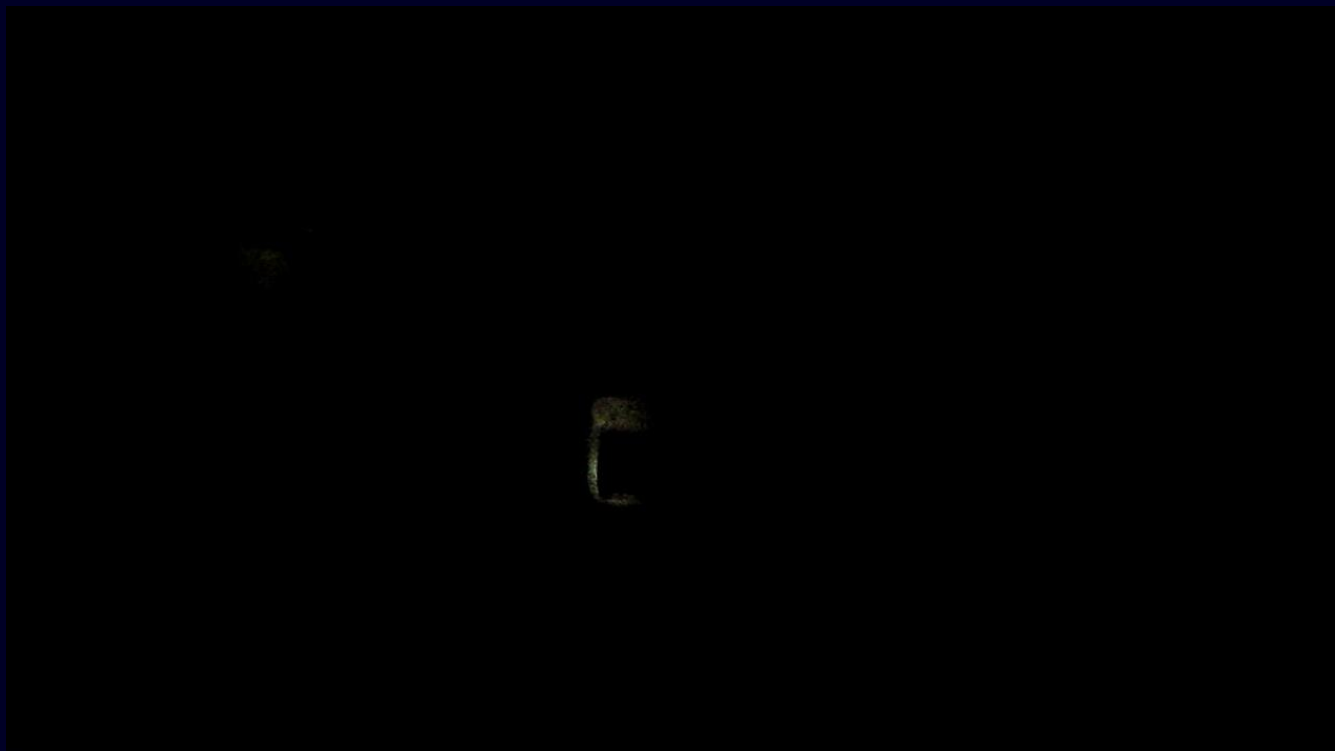














Желтый фосфор под слоем воды



Бочки с желтым фосфором