

Эксперименты с ацетиленом ч. 2.

Ацетилениды меди (I) и серебра

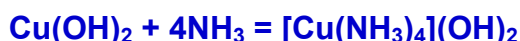
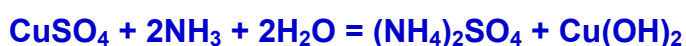
В.Н. Витер

В отличие от многих других углеводородов ацетилен проявляет слабые кислотные свойства ($pK_a \approx 25$). Атомы водорода в молекуле ацетилена способны замещаться на металл. Например, ацетилен взаимодействует со щелочными и щелочноземельными металлами, а также металлоорганическими соединениями. При реакции ацетилена с аммиачными растворами солей серебра и меди (I) образуются малорастворимые ацетилениды этих металлов. В сухом состоянии ацетилениды серебра и меди неустойчивы и взрываются при нагревании. Ацетиленид серебра также чувствителен к механическим воздействиям.

Ниже описаны эксперименты по получению ацетиленидов меди (I) и серебра, а также их разложению.

Ацетиленид меди (I)

Растворите в воде 0.5-1.0 г сульфата меди, добавляйте при перемешивании раствор аммиака. Сначала выпадет голубой осадок гидроксида меди, который растворится в избытке аммиака с образованием синего раствора аммиаката меди (II).



К синему раствору добавьте 1.5-3.0 г солянокислого гидросиламина. Выделится азот, раствор обесцветится в результате восстановления двухвалентной меди до одновалентной.



При легком встряхивании этот раствор приобретает синеватую окраску, поскольку аммиакат одновалентной меди легко окисляется кислородом воздуха, однако избыток гидросиламина восстанавливает медь (II) до меди (I), и раствор снова обесцвечивается.

Теперь пропустите через полученный раствор ацетилен. Жидкость сразу же окрасится в красно-коричневый цвет в результате образования осадка ацетиленида меди Cu_2C_2 ¹. Когда поток газа прекратится, осадок соберется на дне сосуда, над ним будет прозрачный и бесцветный раствор. В нашем эксперименте ацетилен был получен реакцией кусочка карбида кальция (размером с половину ореха) с водой. Этого вполне хватило.

Отфильтруйте и хорошо промойте осадок, после чего оставьте его сушиться на фильтровальной бумаге. Для ускорения сушки полезно несколько раз аккуратно отжать осадок между листами фильтровальной бумаги. Когда осадок почти высохнет, аккуратно измельчите его в порошок (пластмассовым шпателем на мягкой бумаге) и разместите тонким слоем на листе белой бумаги.

После полного высыхания подожгите ацетиленид меди. Произойдет хлопок, последует желтая вспышка, заметная при замедленном просмотре видео. На бумаге останется черное пятно.

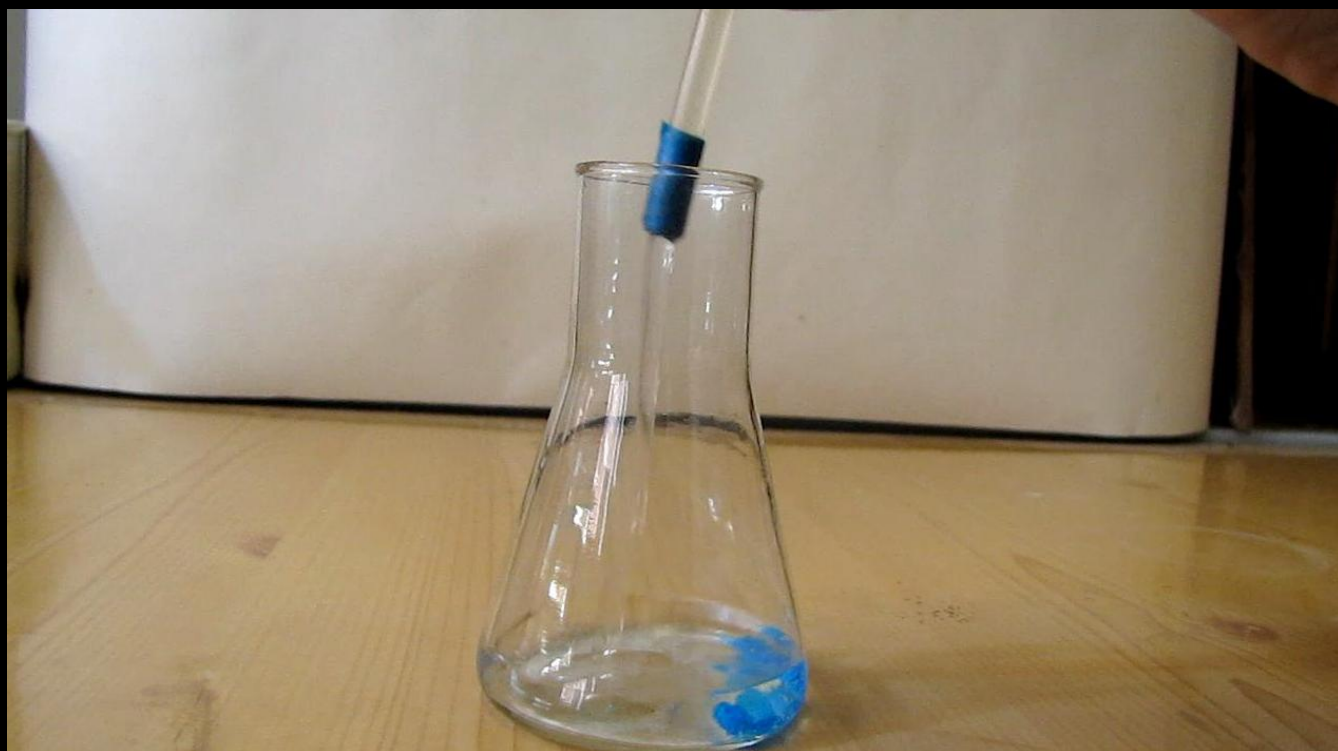
Крупные комки ацетиленида меди даже после полного высыхания плохо вспыхивают при поджигании (или вообще не вспыхивают).

Если ацетиленид меди и чувствителен к трению, то продемонстрировать этого не удалось. С другой стороны, использование медных и латунных деталей при работе с ацетиленом запрещено из-за опасности образования взрывчатого ацетиленида. Это требование было введено после трагических случаев, которые произошли на производстве.

Для восстановления аммиачного комплекса меди (II) до комплекса меди (I) кроме гидроксилamina подходит также аскорбиновая кислота и гидразин, однако, использовать эти вещества при синтезе ацетиленида меди (I) автор не пробовал. Восстановить комплекс $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ до $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})$ можно также при длительном контакте его раствора с металлической медью (стружка или проволока) в закрытом сосуде. Об окончании реакции можно судить по обесцвечиванию раствора. Однако при контакте с воздухом такой раствор начинает быстро окисляться, поэтому после открытия сосуда необходимо сразу же начать пропускание ацетилена.

Оттенок ацетиленида меди (I), полученного в разных опытах, немного отличался. Возможно, это объясняется различием в размере частиц или некоторой разницей химического состава осадков.

¹ На самом деле полученный продукт имеет более сложный состав. См., например, книгу Ю. Ньюленд, Р. Фогт [Химия ацетилена \(1947\)](#). Это же относится и к ацетилениду серебра.



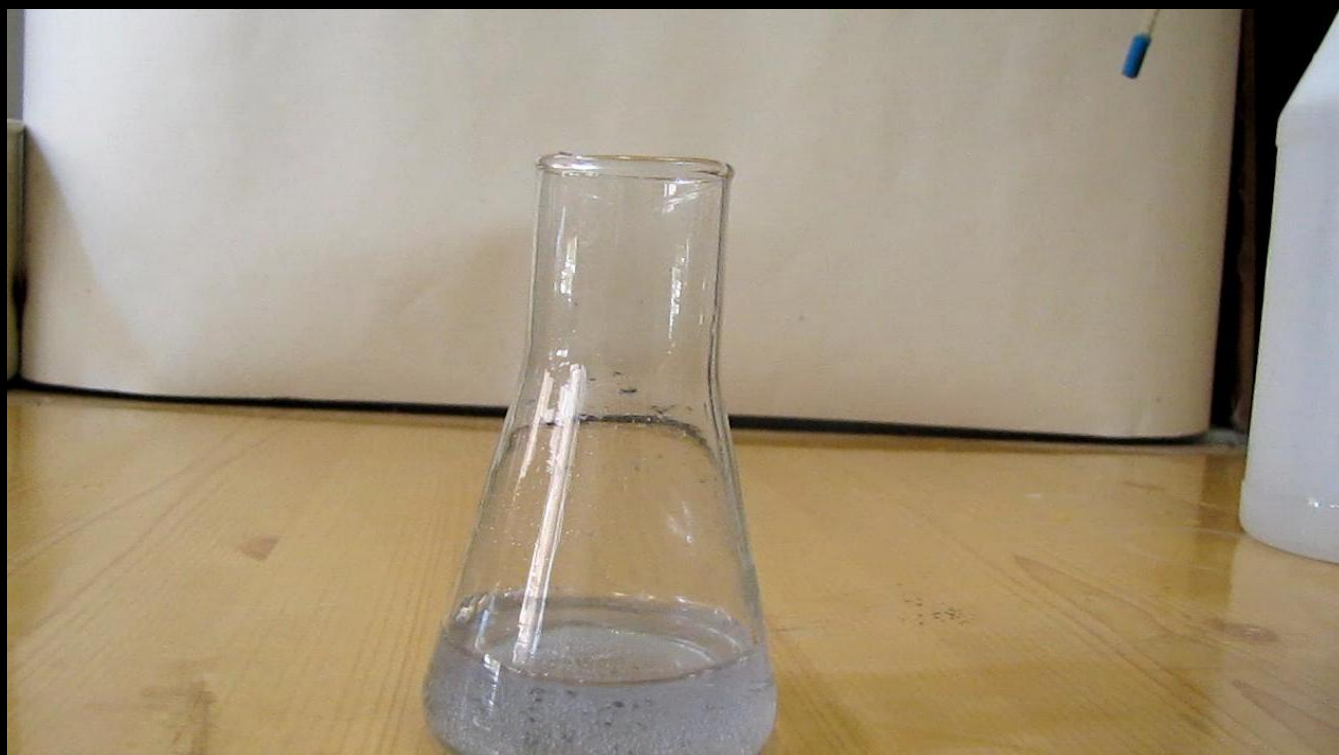
Получение ацетиленида меди (I)

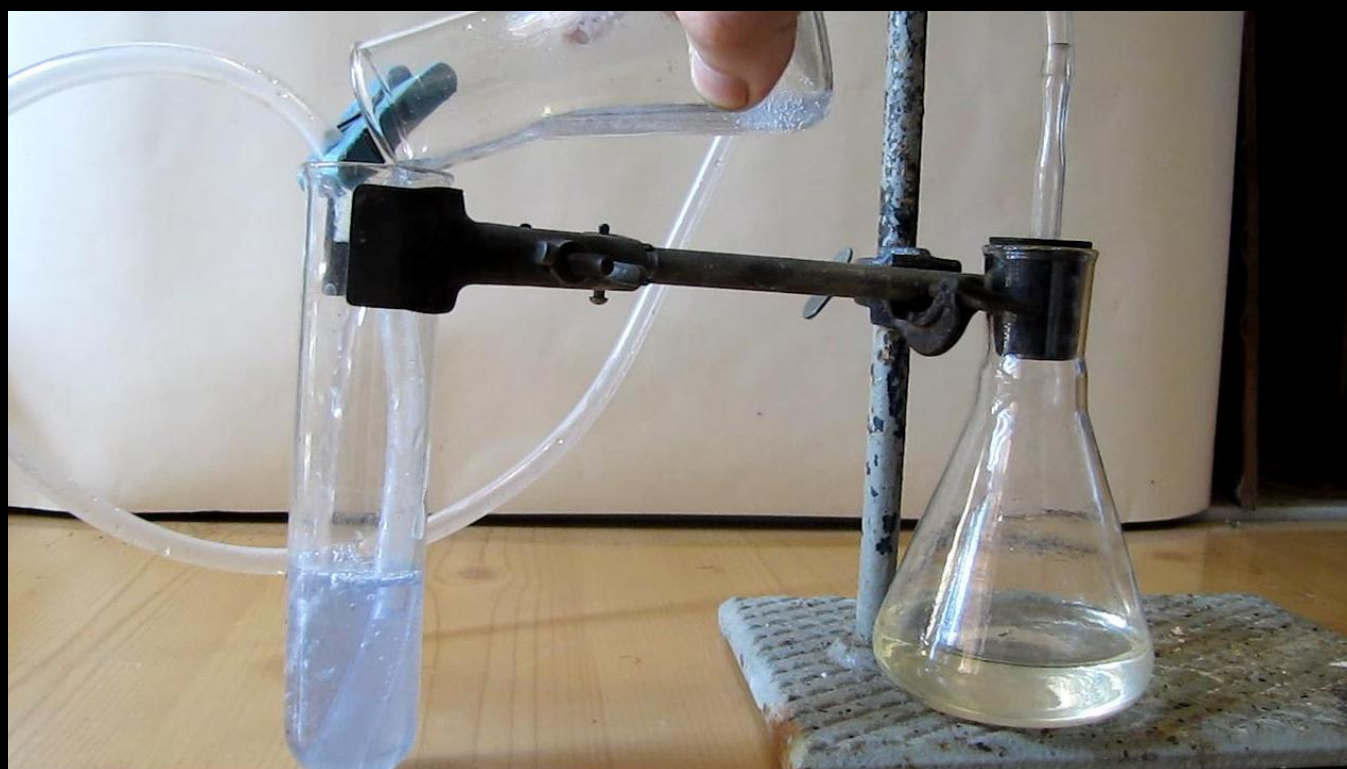
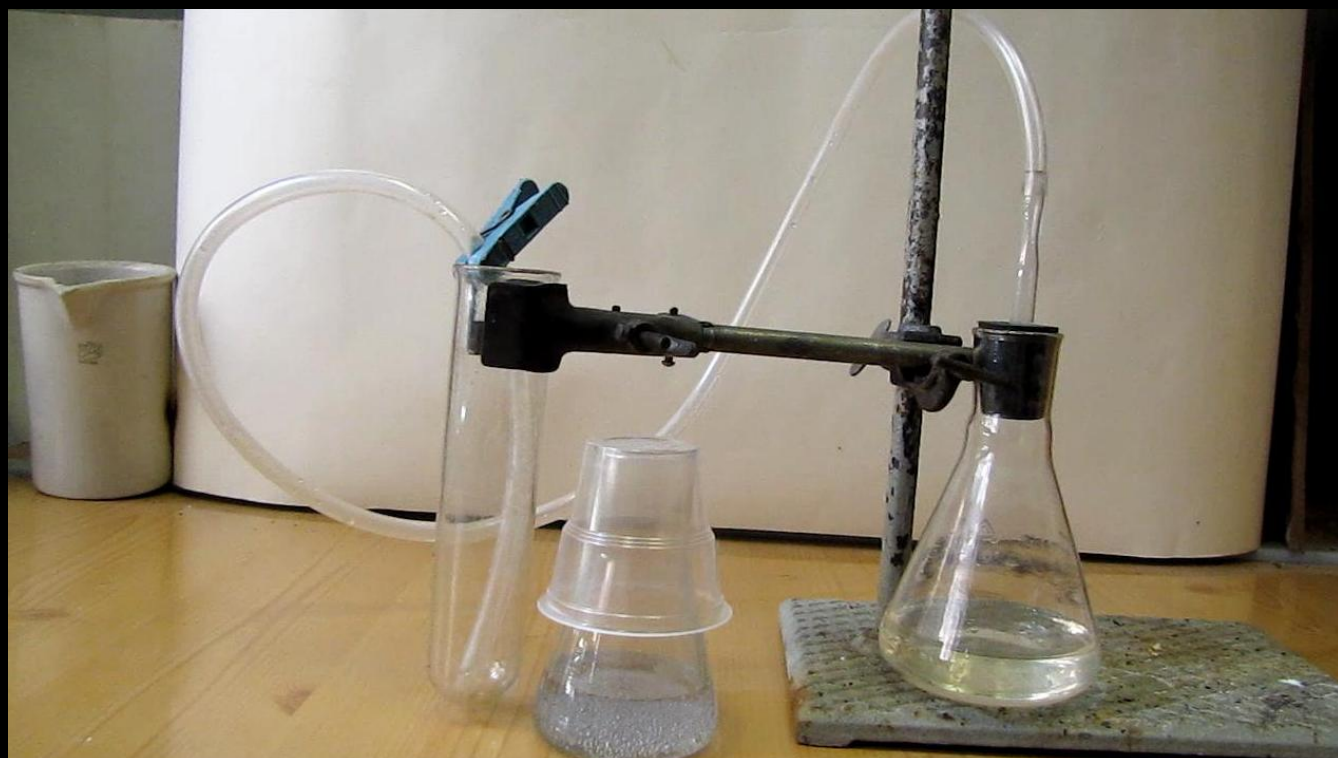
фото В.Н. Витер



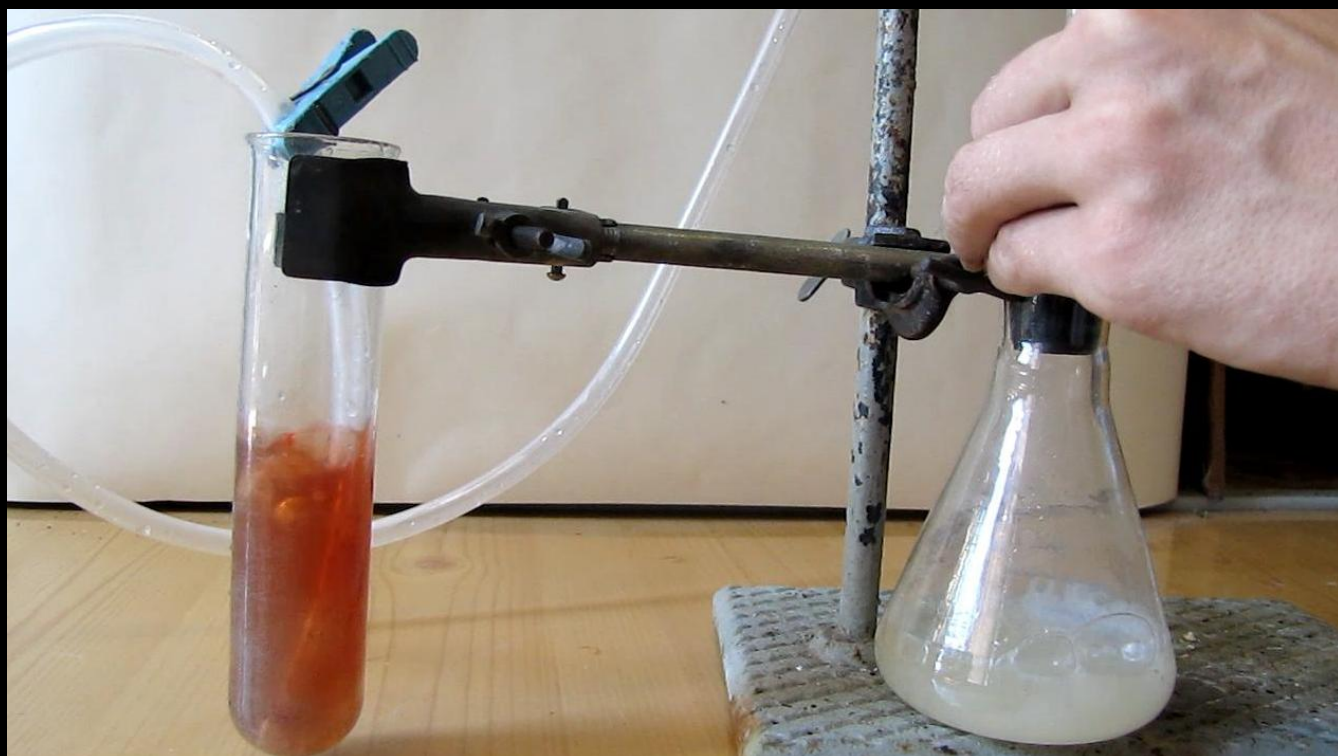




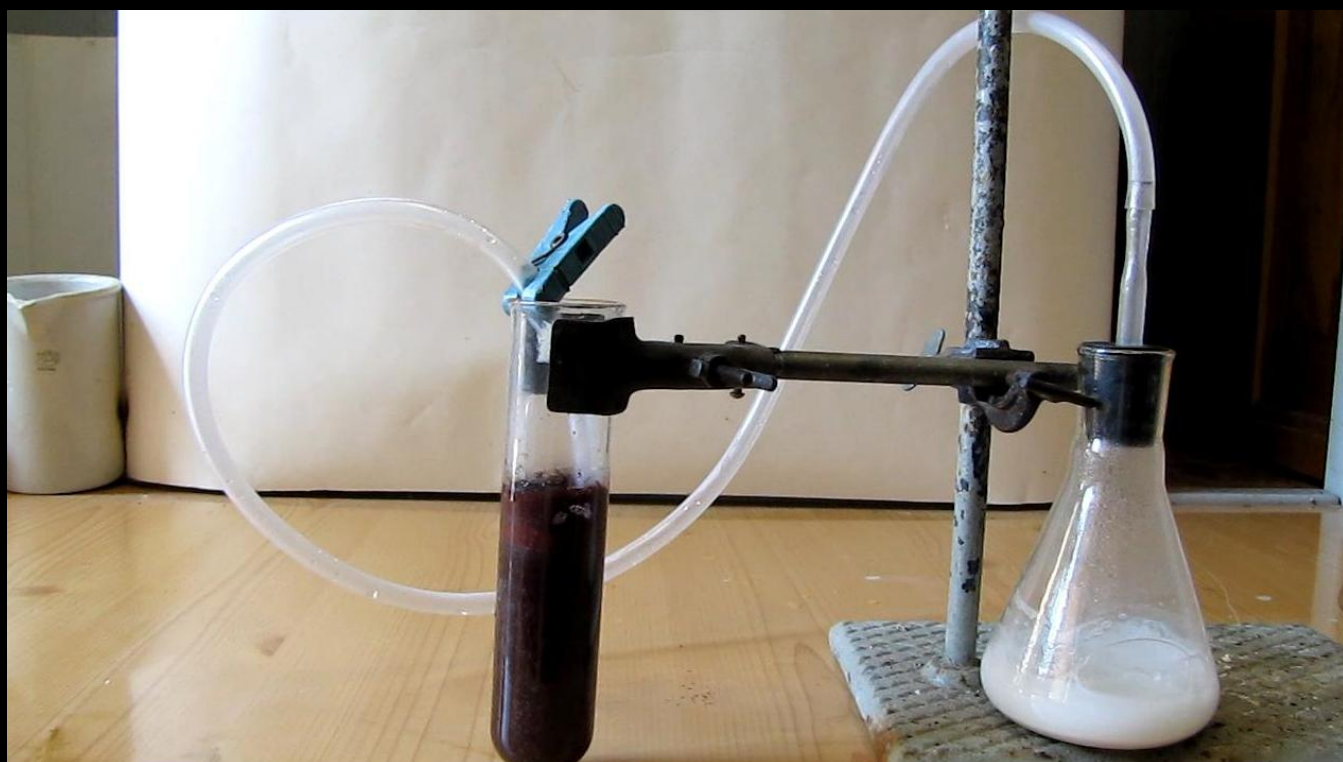








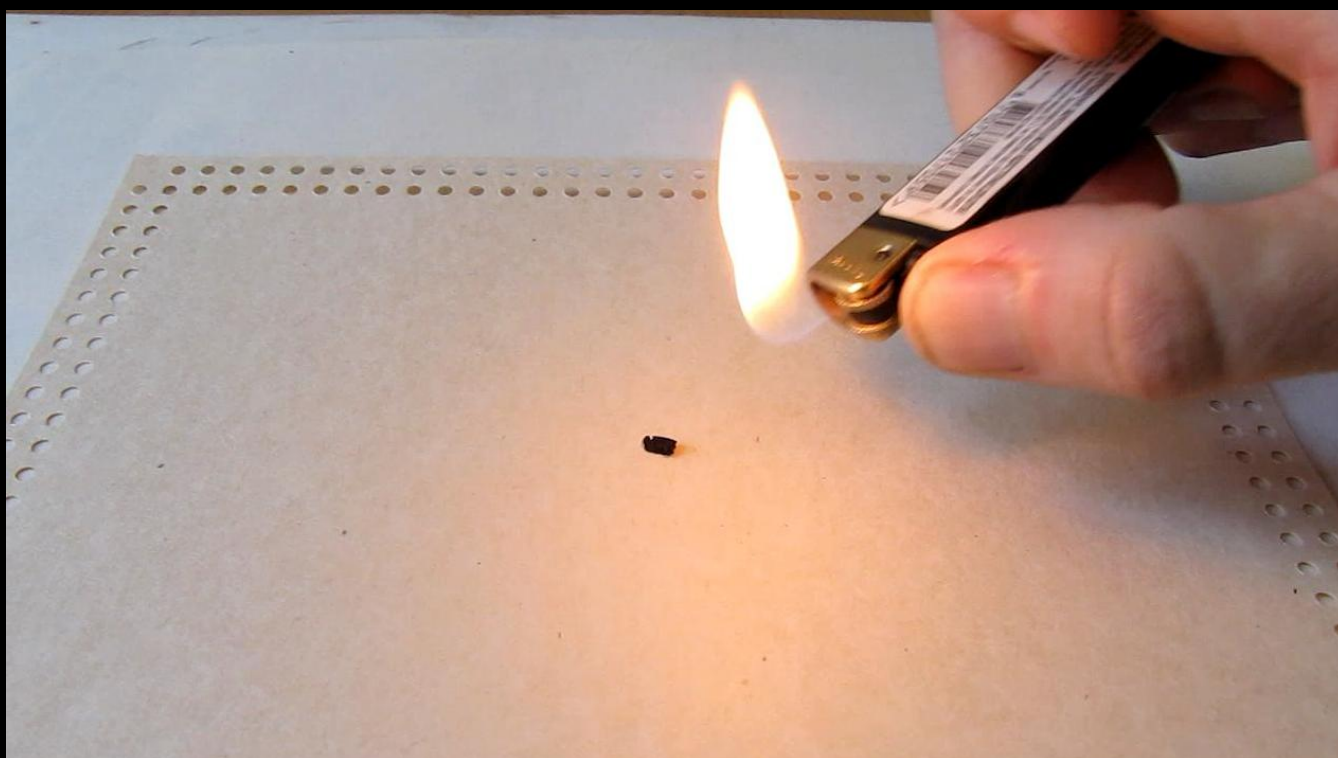
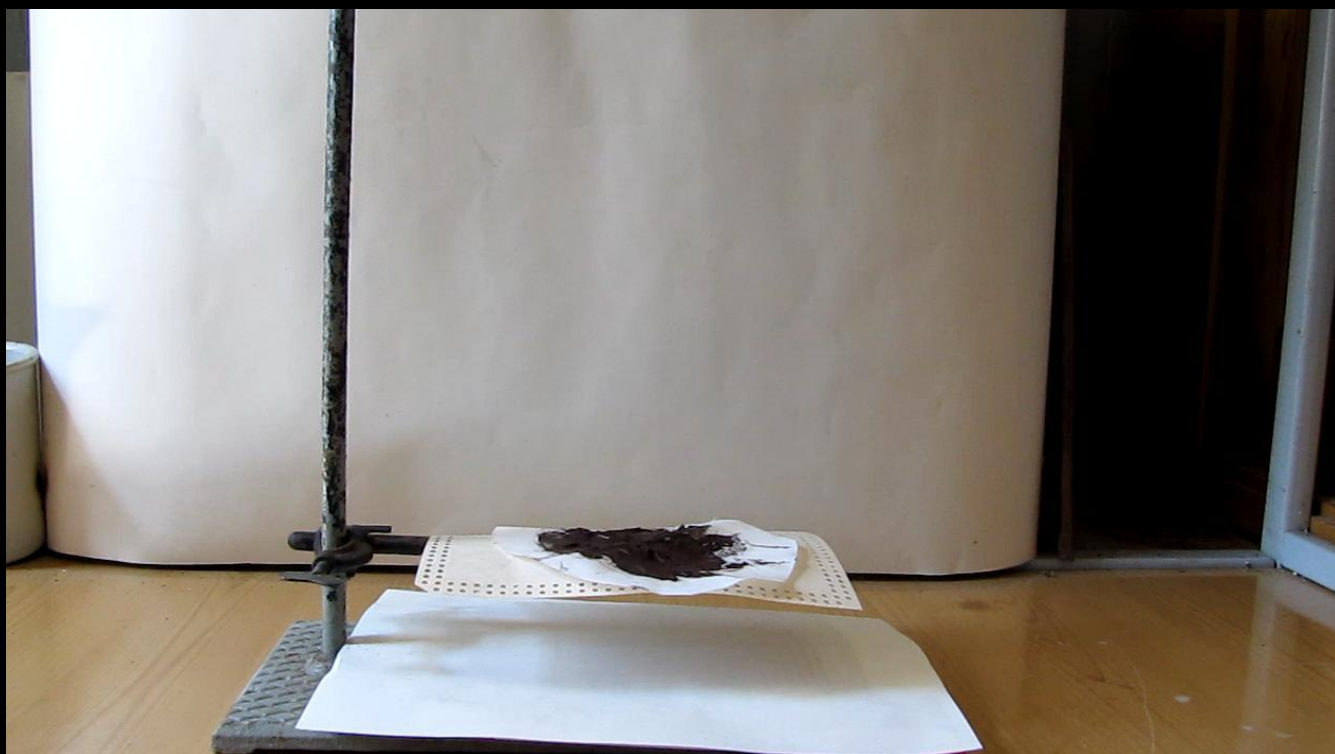




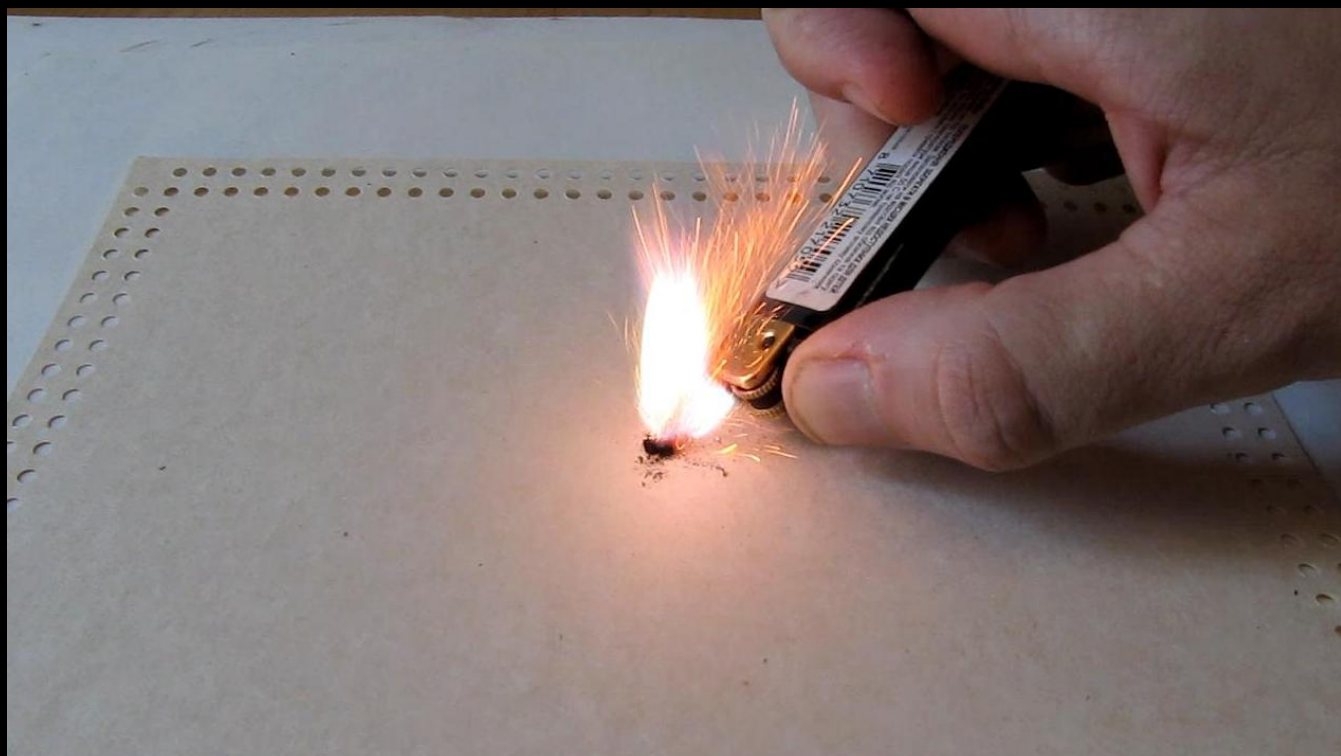
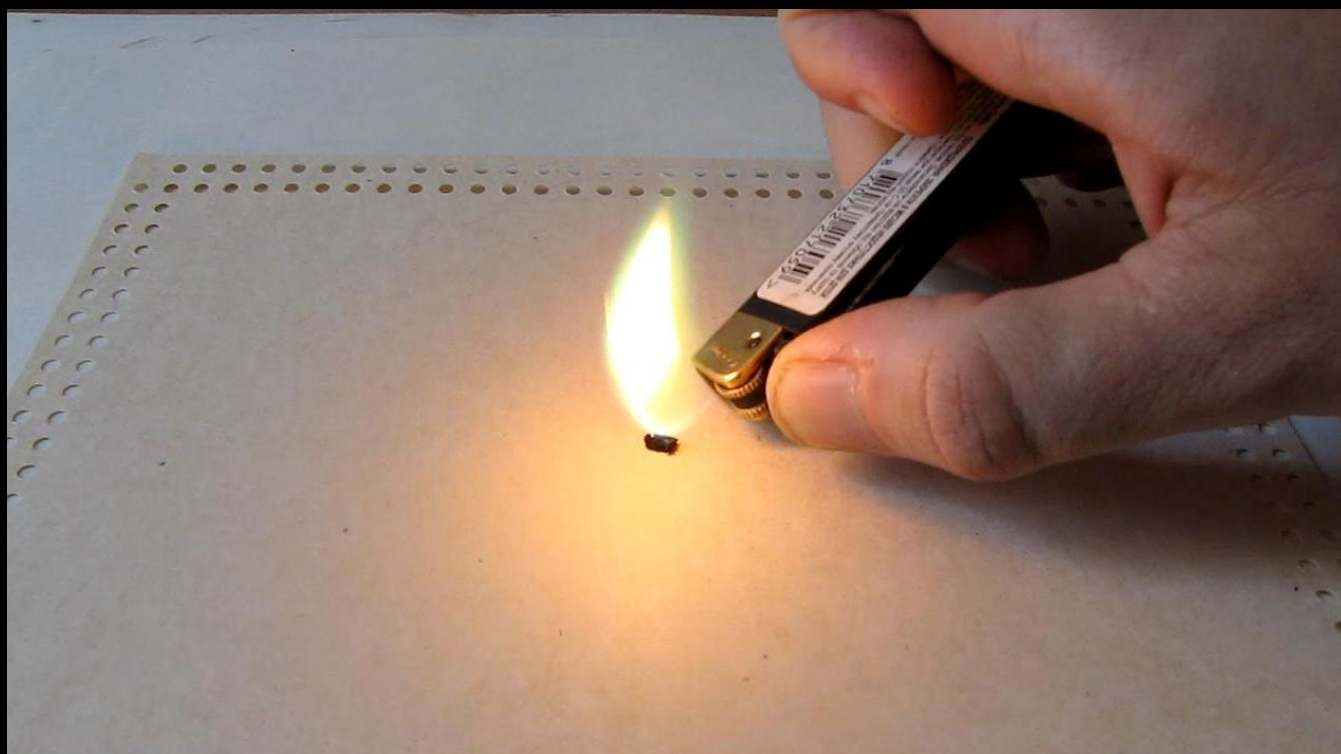


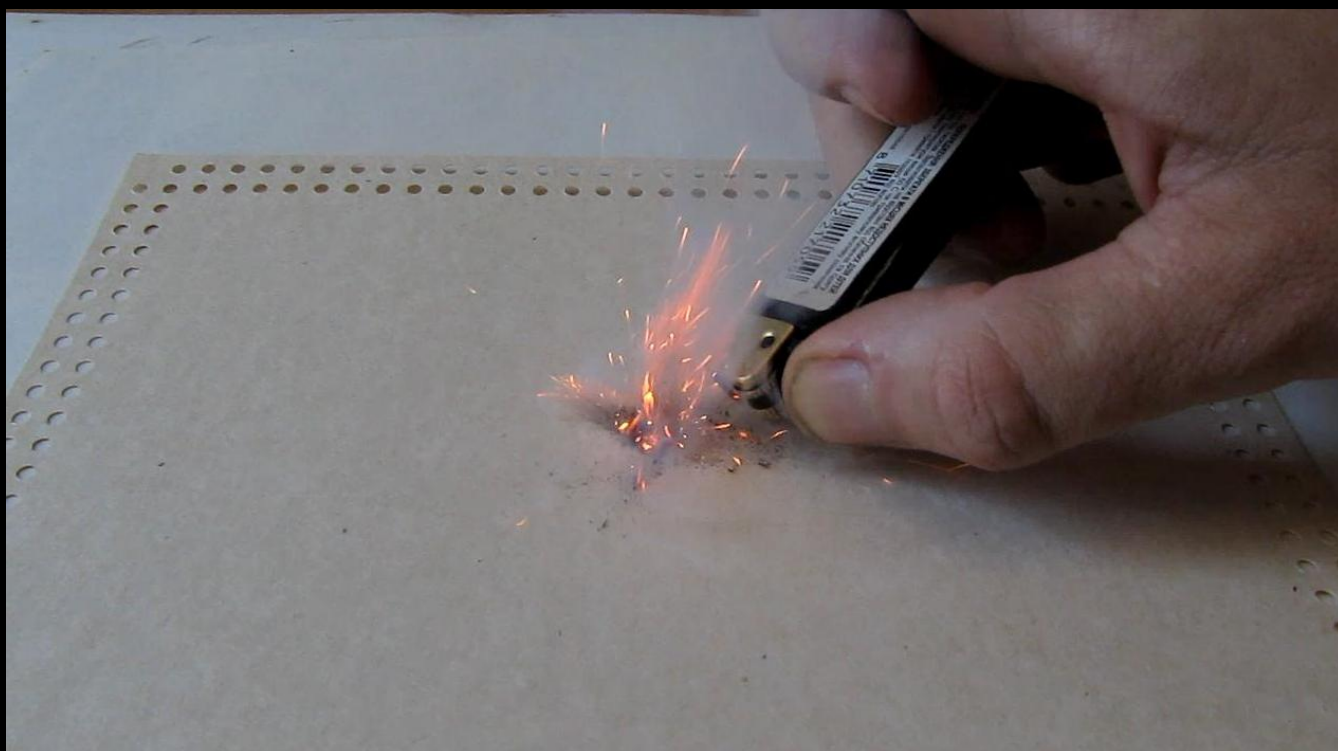
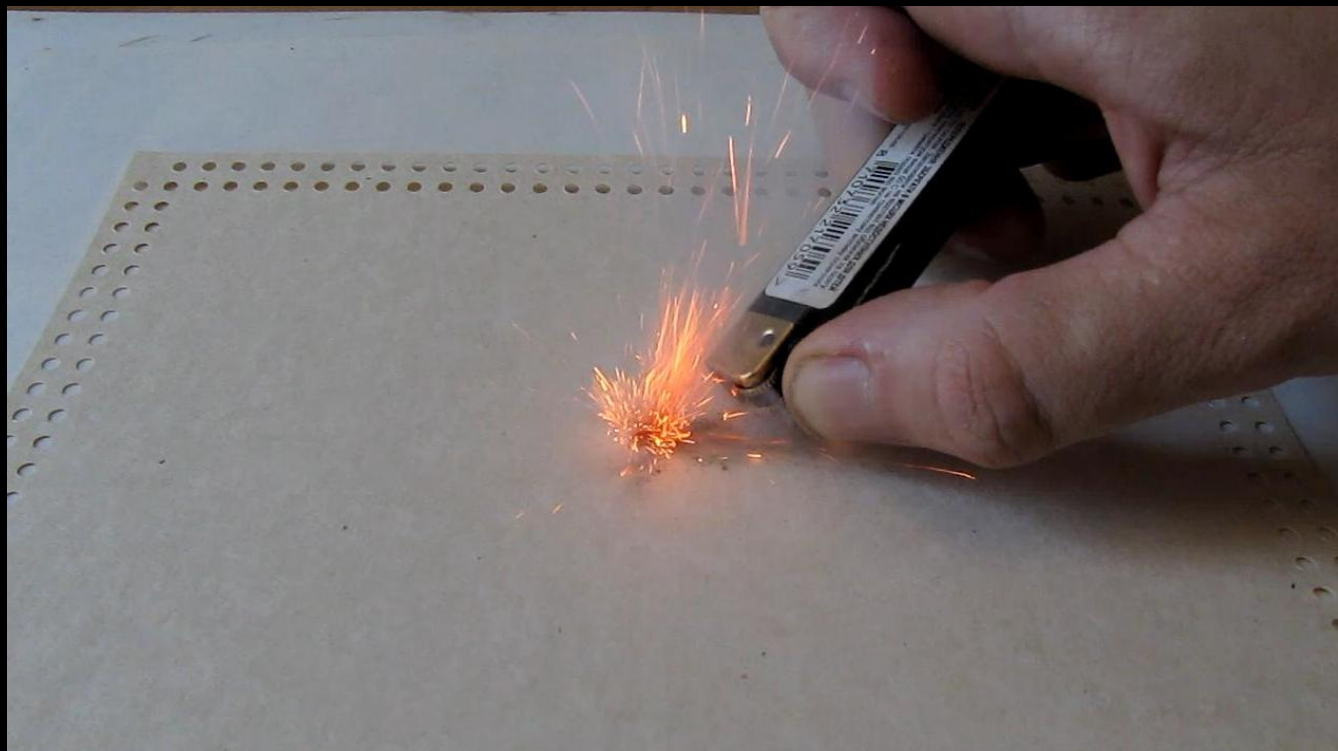


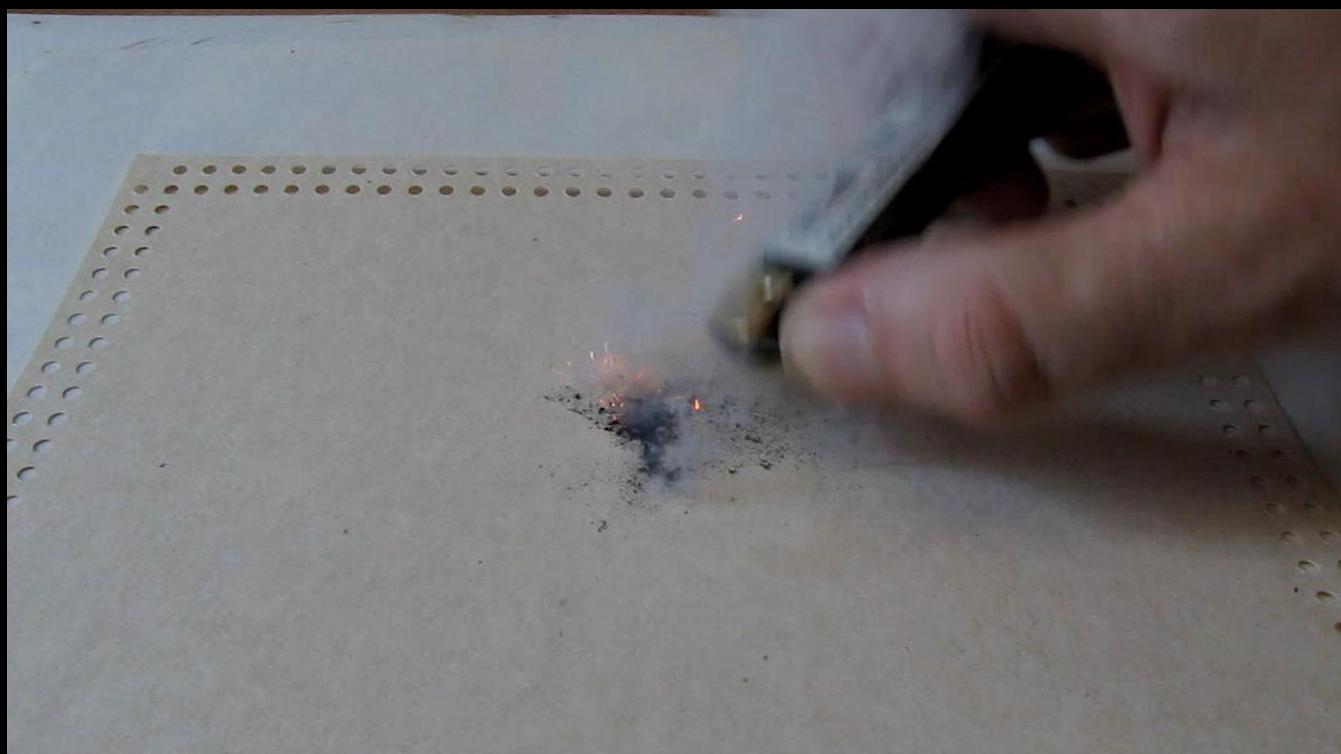




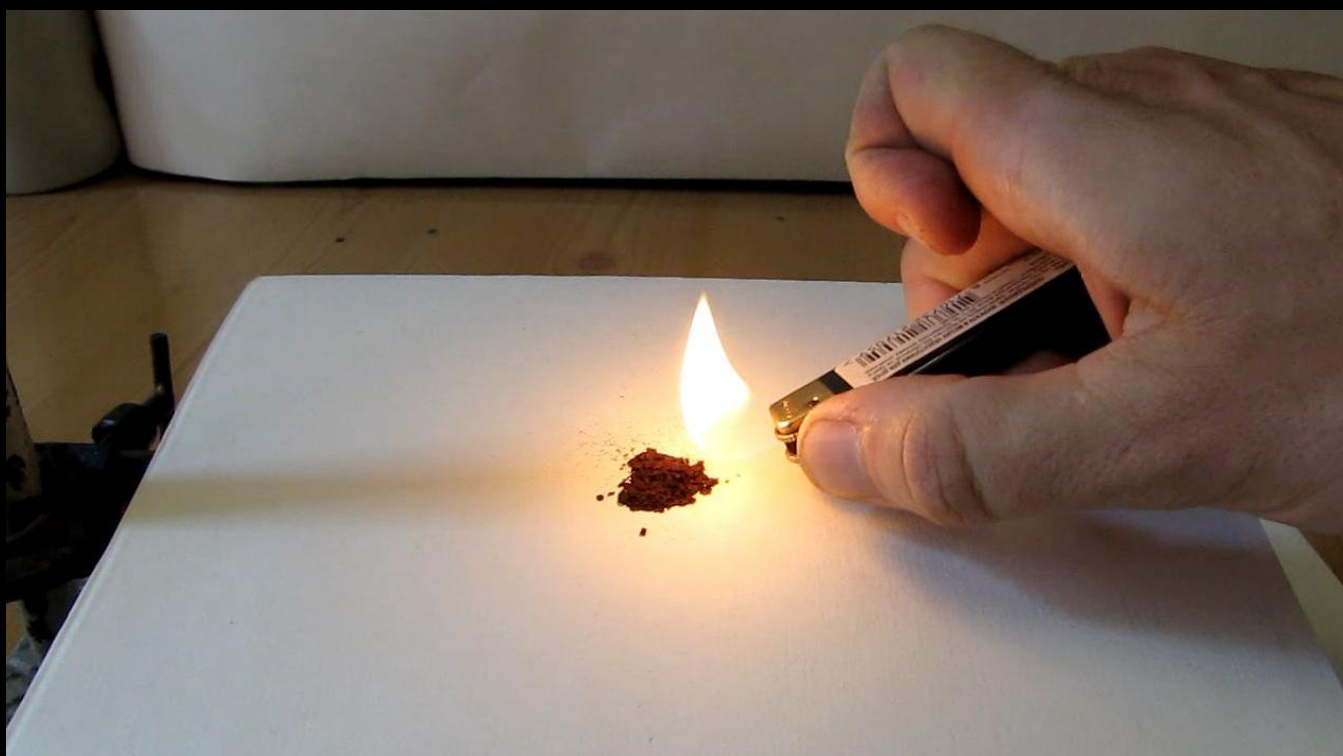
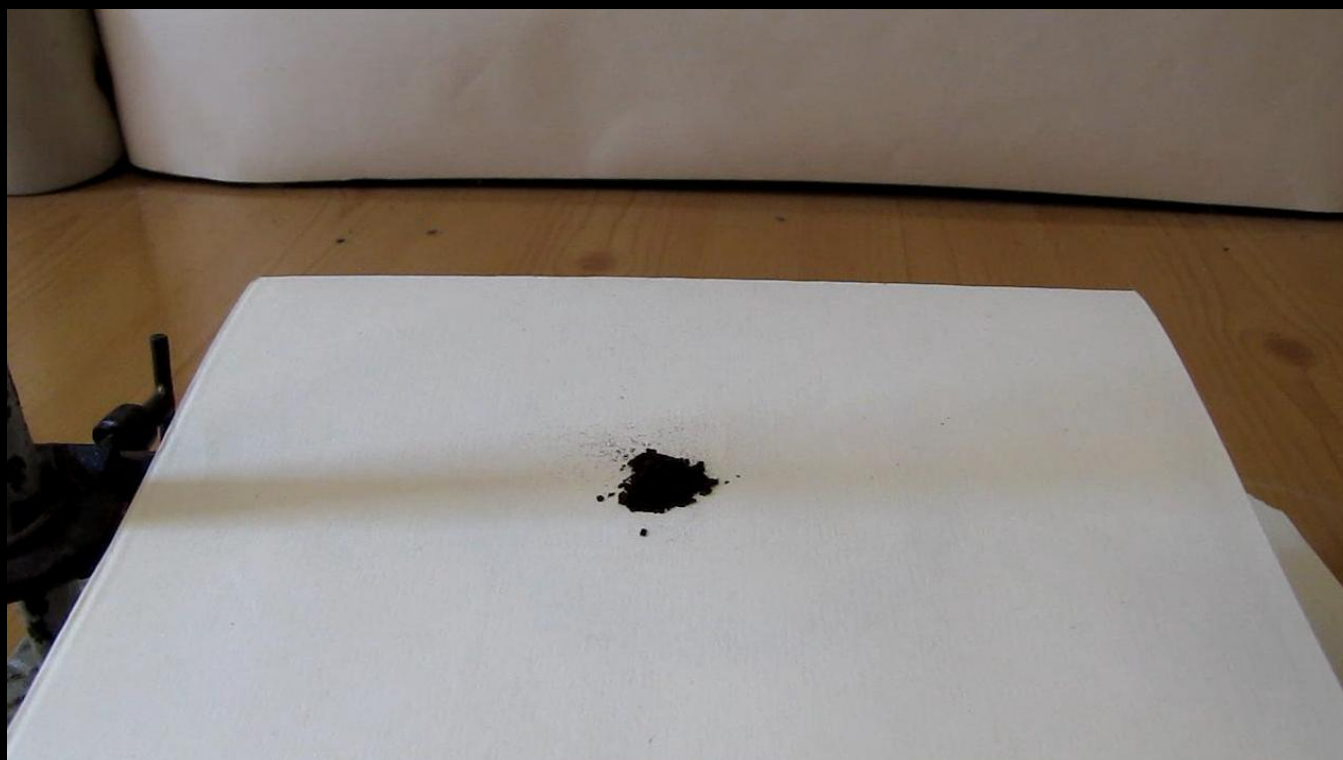
Разложение ацетиленида меди (I)







Эксперимент № 2











Ацетиленид серебра

Возьмите 1 г нитрата серебра (или меньшее количество) и растворите его в дистиллированной воде. К раствору небольшими порциями прибавляйте аммиак. Сначала выпадет бурый осадок оксида серебра, который растворится в избытке аммиака с образованием бесцветного комплекса $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2](\text{OH})$.

Через полученный раствор пропустите ацетилен. Раствор через несколько секунд станет желтоватым и мутным, потом начнет образовываться серый осадок ацетиленида серебра. После прекращения выпадения осадка Ag_2C_2 отфильтруйте его и хорошо промойте на фильтре, потом оставьте сушиться. Для ускорения высыхания полезно отжать осадок между листами фильтровальной бумаги.

Пока осадок сушился, автор отделил небольшую его часть (примерно с половину горошины). Подождал, пока эта порция ацетиленида серебра высохнет, осторожно измельчил ее в порошок (пластиковым шпателем на бумаге), распределил тонким слоем по листу бумаги и поднес пламя зажигалки. Произошел довольно громкий взрыв (особенно, учитывая небольшую порцию вещества). Это заставило задуматься: если взорвать в лаборатории основную массу ацетиленида серебра (полученную из 1 г нитрата серебра), сбежитесь весь

этаж. Но на улице был дождь, кроме того, нести почти высохший осадок на улицу было опасно. Решил попробовать.

Когда осадок полностью высох, накалил стальную проволоку докрасна в пламени горелки и прикоснулся ей к центру осадка. Раздался треск. В месте прикосновения появилось немного искр. И все. Взял горелку и направил пламя на осадок. Послышались отдельные хлопки, появились искры, но основная масса осадка осталась незатронутой.

Аккуратно перенес осадок с фильтра на бумагу, очень осторожно измельчил его в порошок пластмассовым шпателем, сгреб ацетиленид в кучку и прикоснулся к центру горячей бумагой. Последовал взрыв, но сравнительно слабый. При замедленном повторе видео было видно желтую вспышку и искры, однако, основная масса вещества осталась целой. Осадок был хорошо высушен, и о том, что он не взрывается потому, что еще влажный, не было и речи.

Тогда я более тщательно измельчил ацетиленид и расположил его тонким слоем на листе бумаги. От прикосновения пламенем зажигалки произошел громкий взрыв. Оказалось, что небольшие, почти незаметные количества ацетиленида, которые размазались по фильтру или бумаге, на которой измельчался осадок Ag_2C_2 , взрывались сильнее, чем компактный осадок, полученный из 1 г нитрата серебра.

Один раз удалось наблюдать небольшой взрыв при растирании ацетиленида серебра.

Перед окончательным высыханием осадка его следует измельчить в порошок с помощью пластмассового шпателя и расположить вещество тонким слоем на бумаге. После высыхания осторожно подожгите ацетиленид серебра. Произойдет сильный хлопок, при замедленном просмотре видео заметна желтая вспышка и многочисленные искры. После взрыва на бумаге останется черное пятно.

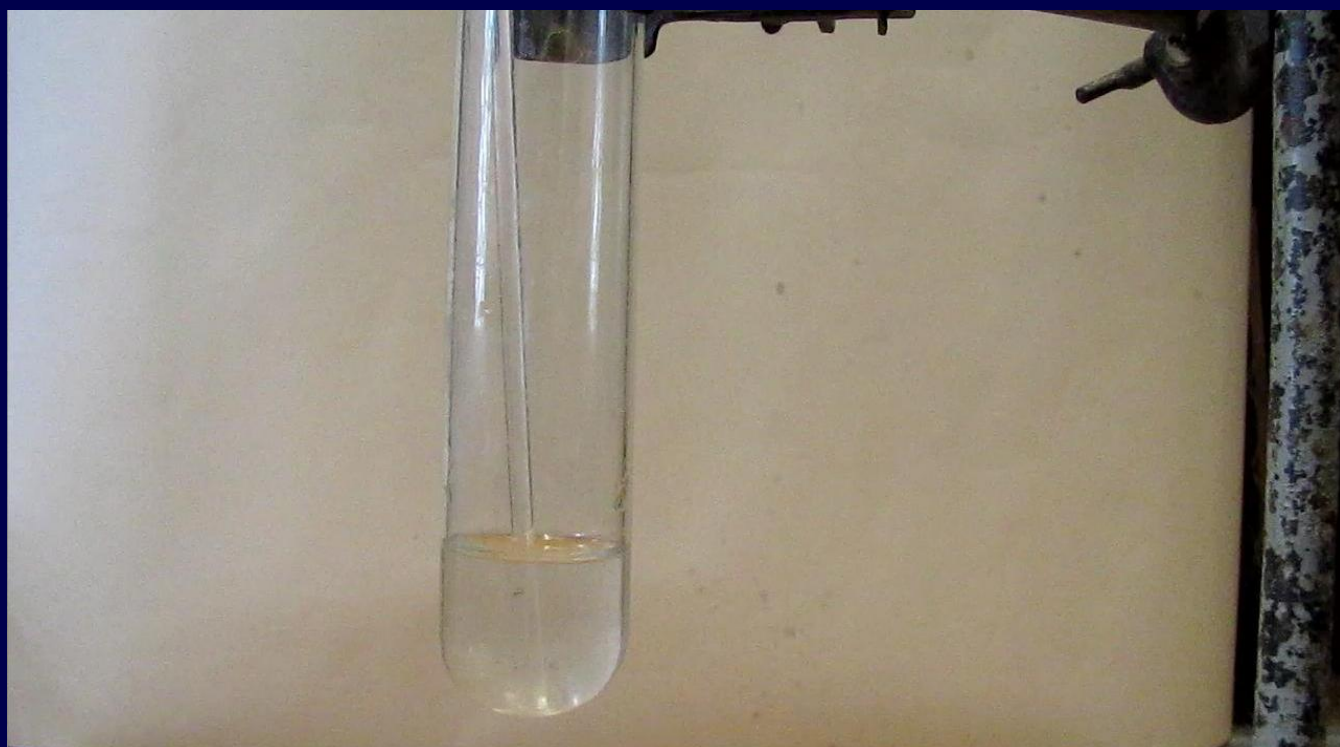
Большие количества ацетиленида серебра поджигать не рекомендуется: не только из соображений техники безопасности, но и потому, что в этом случае эксперимент может не получиться.

Неиспользованный ацетиленид разлагают в азотной кислоте, полученный раствор нитрата серебра используют для других экспериментов.

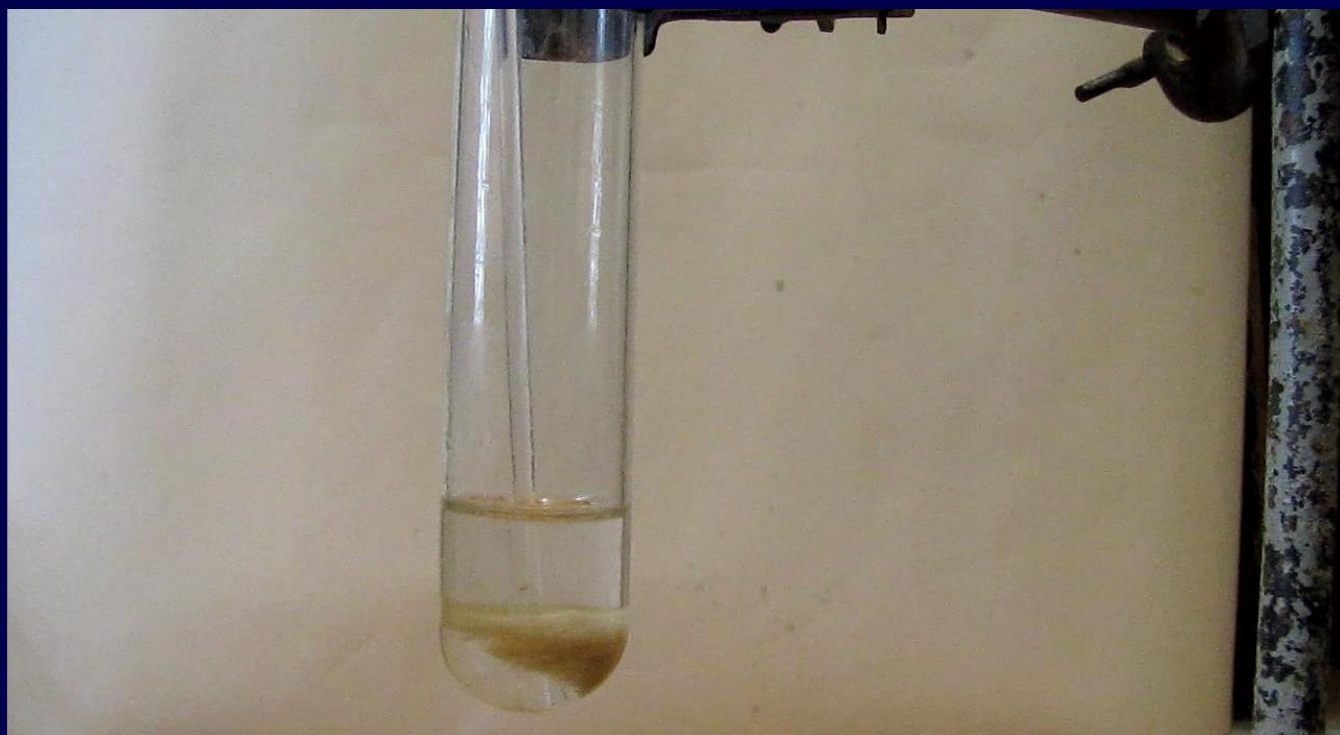
На этом я считал опыт окончанным, но он получил неожиданное продолжение. На следующий день на этот же стол поставил большой эксикатор. Почти сразу произошел взрыв: от трения взорвались крупинки ацетиленида серебра, которые были рассыпаны по столу. Треть крышки стола стала темной (отмыть удалось с трудом). На второй день произошел взрыв, когда поставил на стол бутылку со ртутью: было довольно неприятно. Пришлось тщательно протереть стол разбавленной кислотой.

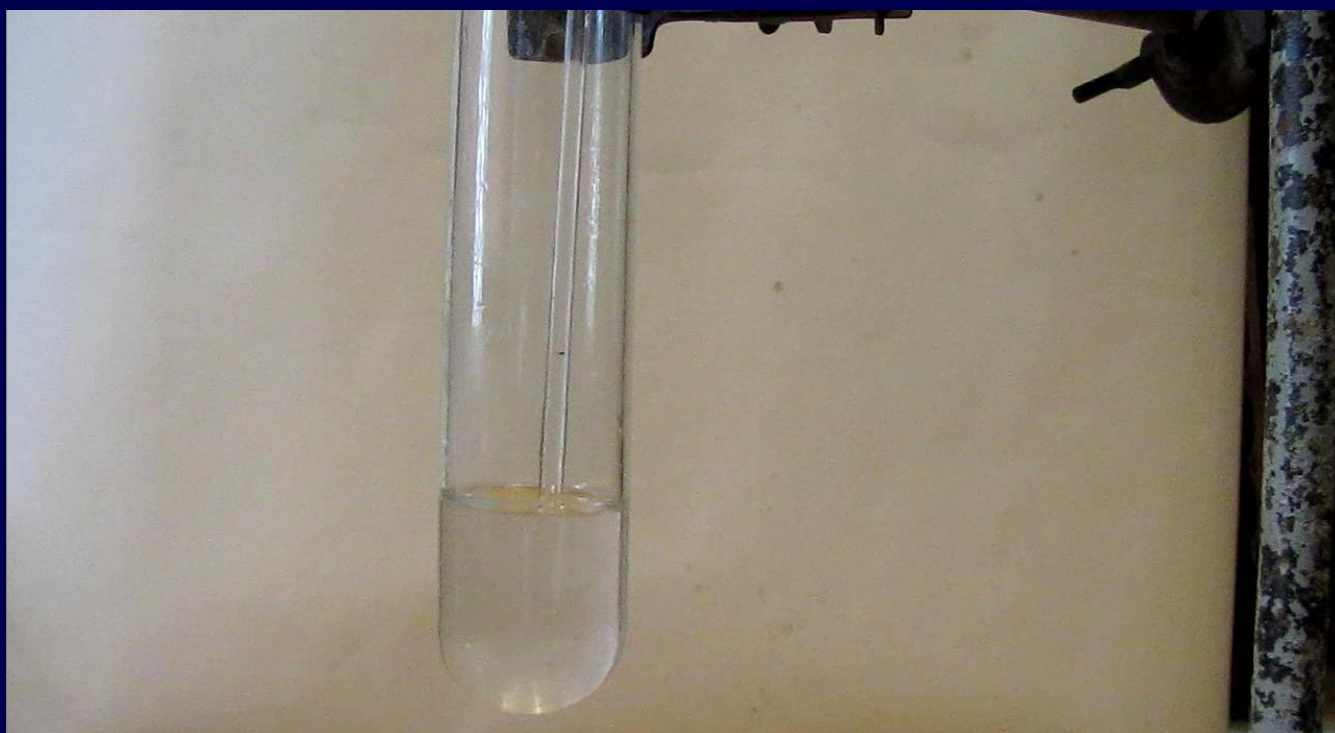
Вероятно, со временем чувствительность сухого ацетиленида серебра к трению и ударам возрастает.

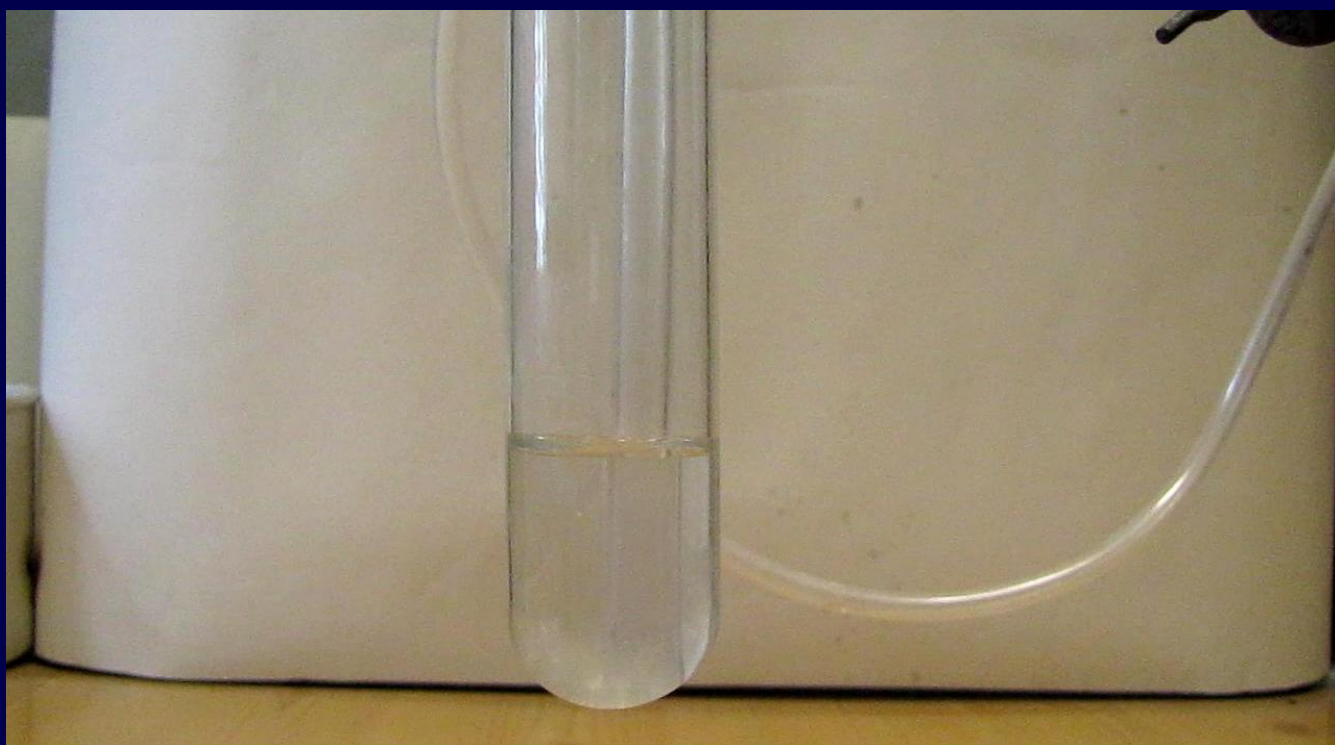




К раствору нитрата серебра прибавьте избыток аммиака

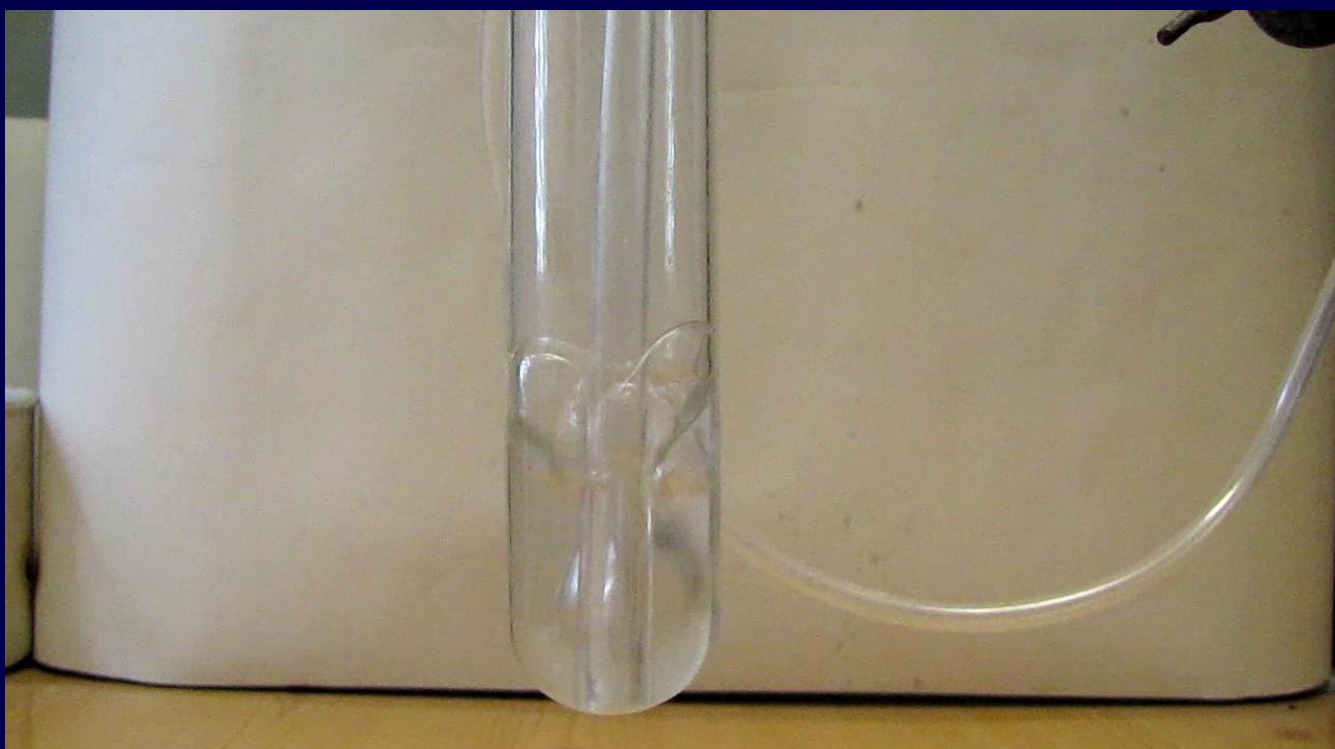


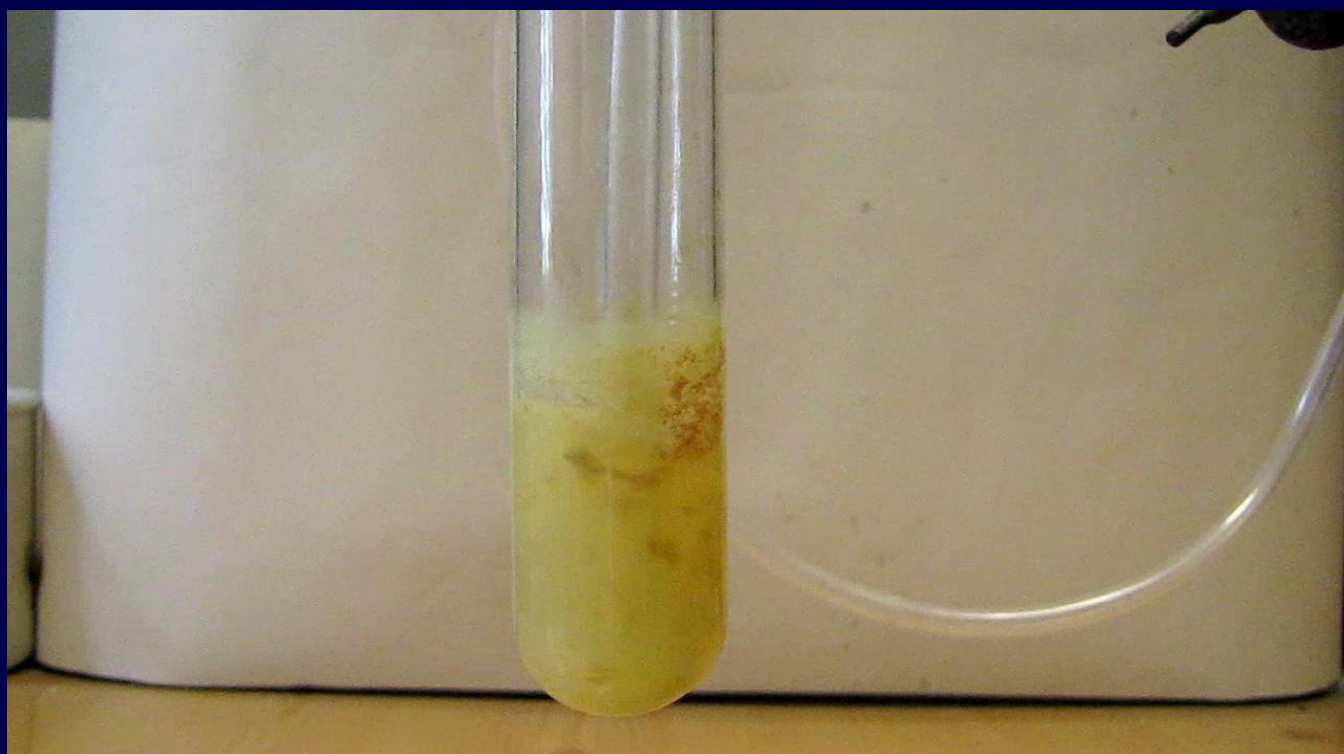
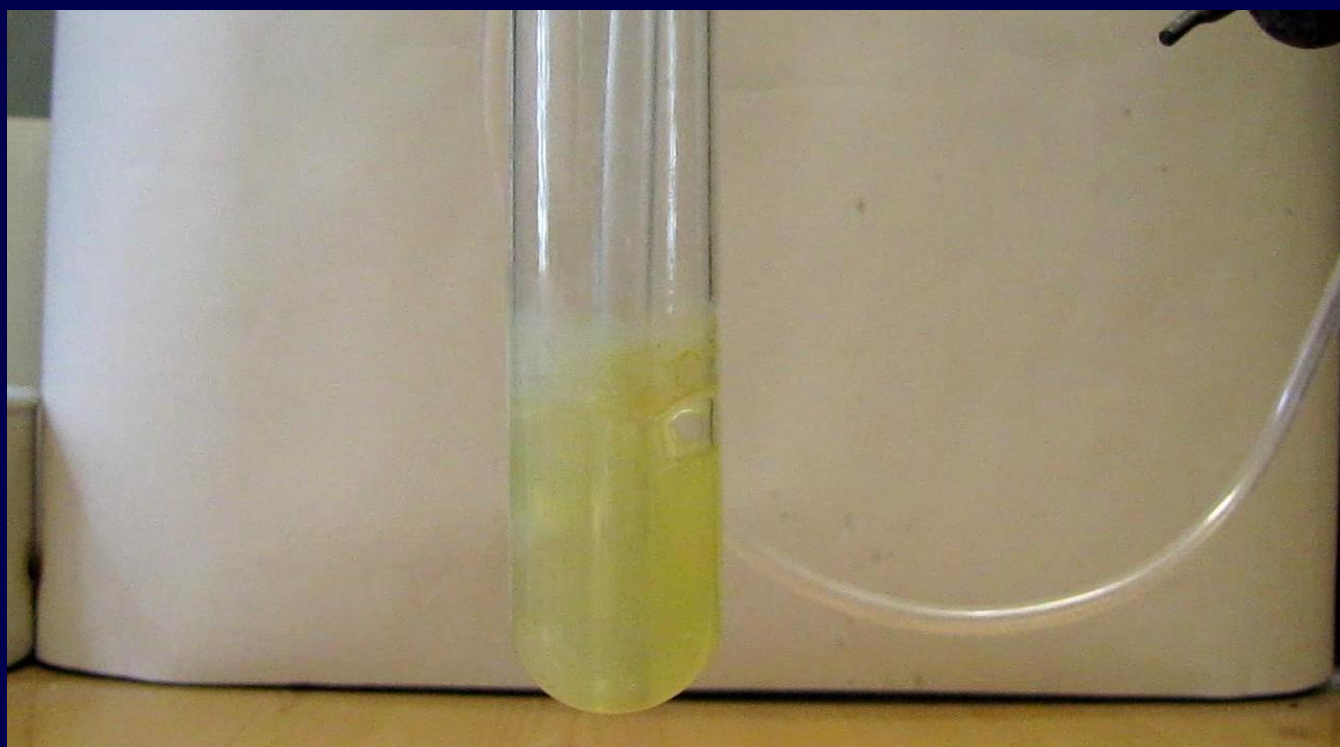




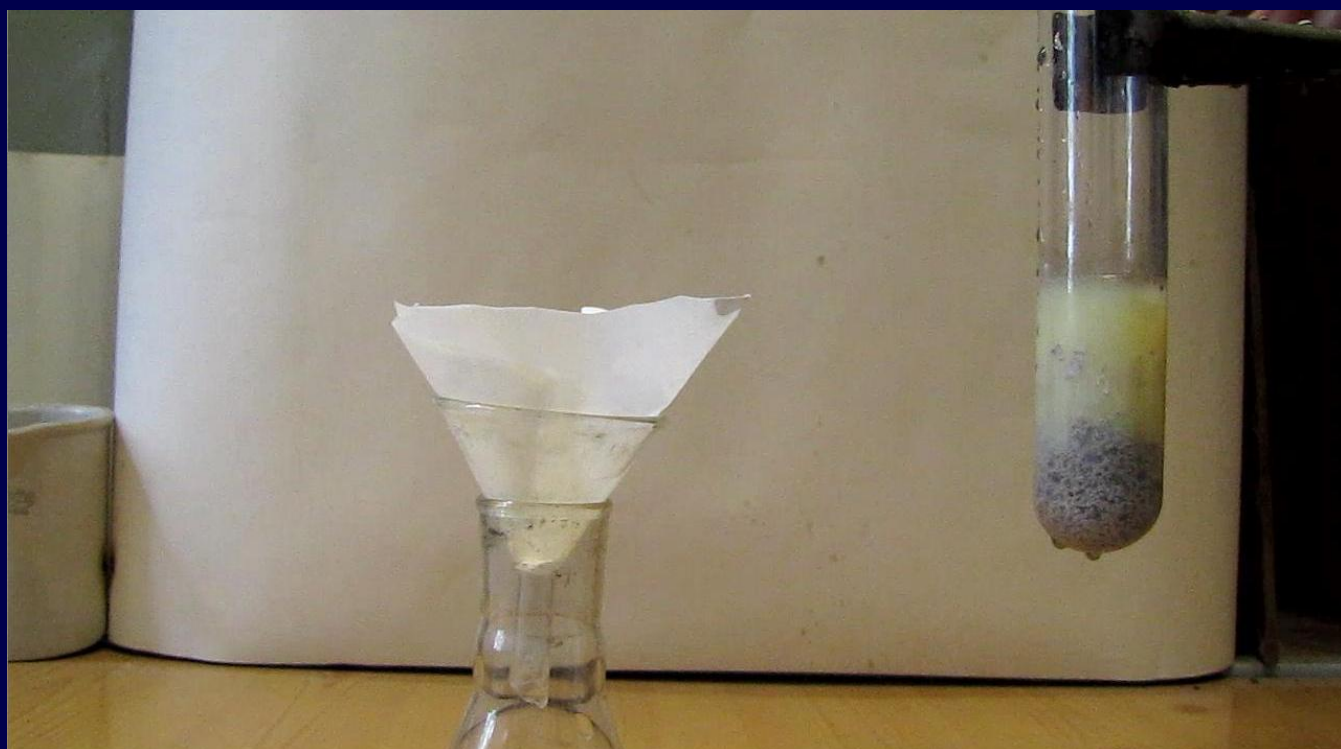
Осаждение ацетиленида серебра

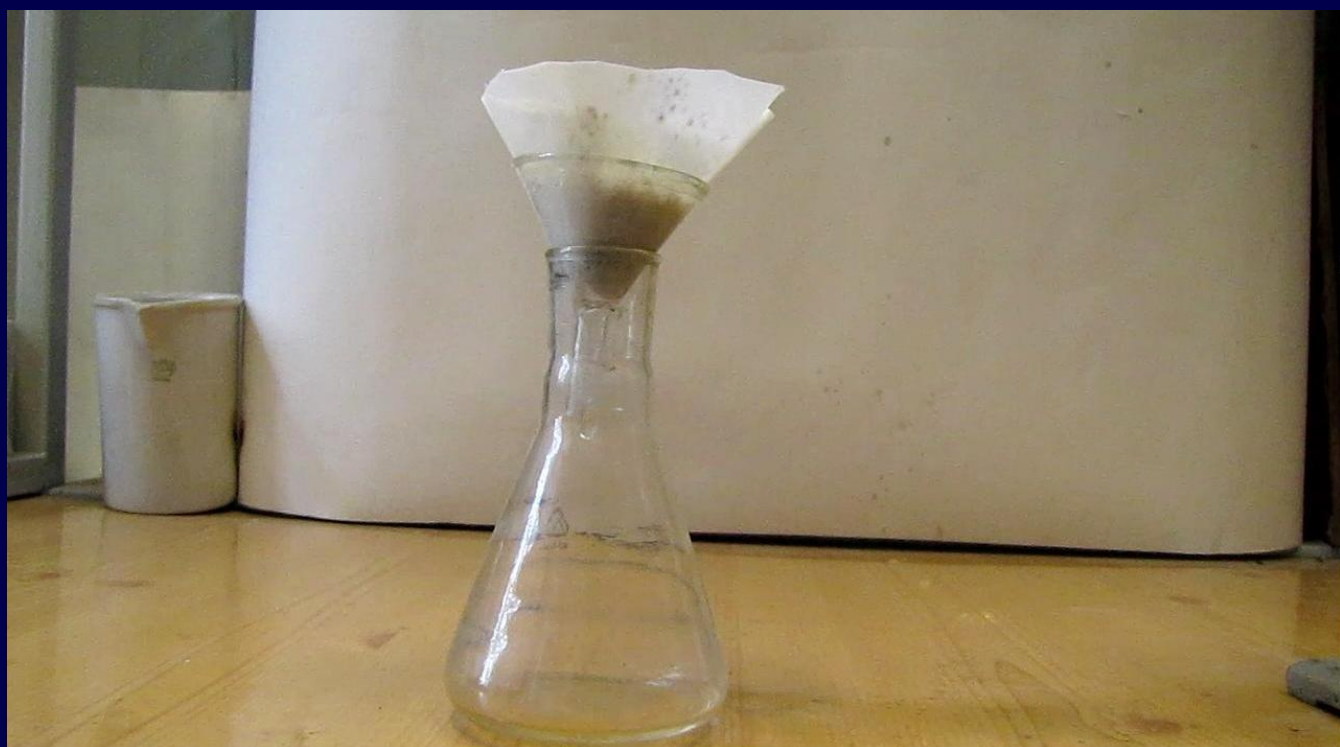
фото В.Н. Витер















Разложение ацетиленида серебра





