



## Фонтан в колбе

В.Н. Витер



Представьте себе такую картину: большая пустая колба закрыта пробкой с трубкой. На ваших глазах эту колбу переворачивают вверх дном и опускают в большой сосуд с водой. И тут неожиданно внутри колбы начинает бить сильный фонтан. Менее чем за минуту колба почти полностью заполняется водой.

Оказывается, в этом опыте нет ничего сложного. Его можно без особых усилий повторить самому. Для начала нам понадобятся: круглодонная колба на 0.5-1 л, пробка и пару трубок. Одна из трубок должна иметь оттянутый конец. Вариантов описанного эксперимента несколько, мы рассмотрим только два из них.

### «Хлористоводородный» фонтан

Опыт основан на очень хорошей растворимости хлористого водорода в воде.

Возьмите литровую колбу и подберите к ней хорошую резиновую пробку. В пробке делают два отверстия, через которые вставляют стеклянные трубки. Одна из них длинная с оттянутым концом, другая – короткая (рис. 1а). Диаметр отверстия в оттянутой трубке – 1-2 мм. Также подготовьте большой стеклянный кристаллизатор или любую другую прозрачную емкость на 2-3 л. Желательно, чтобы она была низкой.

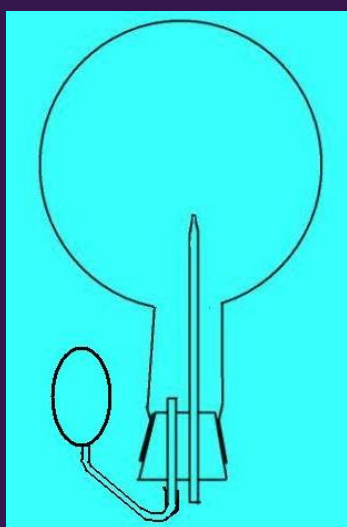


Рис. 1а. Установка для опыта «хлористоводородный» фонтан



Рис. 1б. Вместо резиновой пробки с трубками удобно использовать стеклянную насадку

В нашем опыте была использована колба со шлифом и насадка, которой обычно накрывают колбы-приемники при перегонке (рис. 1b). Это не принципиально, однако такая процедура избавила нас от необходимости сверлить отверстия в толстой резиновой пробке. В любом случае важно, чтобы пробка была вставлена в колбу плотно и герметично, иначе можно испортить весь опыт.

Теперь закрепите колбу в штативе (дном вниз) и присоедините к длинной трубке отрезок гибкого шланга. Дугой конец шланга соедините с установкой для получения хлороводорода. В нашем случае для этих целей служила обыкновенная колба с газоотводной трубкой. В колбу насыпьте хлорида натрия и налейте туда концентрированной серной кислоты. После этого поставьте колбу в стакан с горячей водой. Такая процедура очень удобна: достаточно вынуть колбочку со смесью из стакана, и выделение газа почти прекратится. Ориентировочным признаком того, что большая колба наполнилась хлороводородом, может служить появление белого тумана соляной кислоты на выходе.



**Заполним колбу хлороводородом**

Тем временем, налейте почти доверху воду в кристаллизатор и подкрасьте ее любым индикатором, который изменяет свой цвет в кислой среде – метилоранжем, метиловым красным, лакмусом. Например, в нашем опыте был использован раствор метилового красного с добавками щелочи. Метиловый красный в щелочной среде окрашен в желтый цвет, в кислой – в красный.

Когда колба наполнится хлороводородом, отсоедините от нее шланг, по которому поступал газ. Потом к короткой стеклянной трубке присоедините гибкий шланг с резиновой грушей или большим шприцом. Все соединения должны быть плотными. После этого колбу аккуратно переворачиваем (следите, чтобы пробка была плотно закрыта!) и опускаем трубку в кристаллизатор с водой (как можно глубже).



Теперь ответственный момент: для того, чтобы в колбе начал бить фонтан, в нее должно попасть несколько капель воды. Для этого воду втягивают в колбу с помощью шприца или груши<sup>1</sup>.

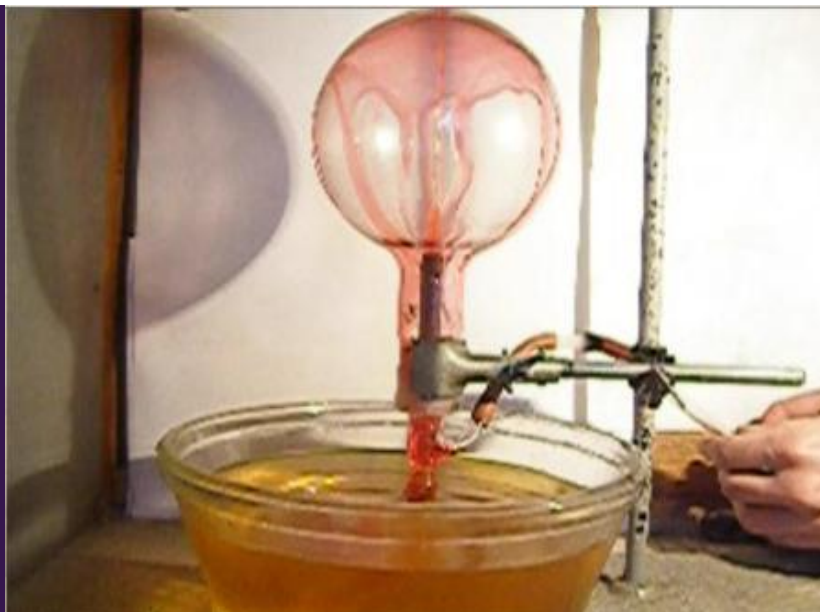
Как только небольшое количество воды попадет в колбу, часть хлороводорода растворится, что приведет к падению давления. В результате в колбу ударит сильный фонтан подкрашенной воды. При этом будут растворяться новые порции HCl и т.д. Желтый раствор метилового красного становился в колбе красным. Фонтан был таким мощным, что когда отверстие оттянутой трубки покрывала вода, он продолжал бить из-под воды, почти не теряя силы. По стенкам колбы текла пленка кроваво-красного раствора, колба отбрасывала красивую красную тень. Если опыт проведен правильно, почти вся колба заполняется раствором, но это бывает далеко не всегда: некоторое количество воздуха поступает через неплотности установки, растворенный воздух выделяется из воды. Кроме того, чистота хлороводорода, который заполнял колбу, разумеется, не достигала 100%.

**Обратите внимание**, что для этого опыта нельзя использовать колбы с плоским дном. Такие колбы легко могут взорваться, когда в них возникнет вакуум. Дело в том, что по поверхности плоскодонных колб сила атмосферного давления распределяется не равномерно, а это довольно значительная величина – около 1 кг на 1 см<sup>2</sup>

Вместо хлороводорода используют и другие легко растворимые газы, чаще всего – аммиак.



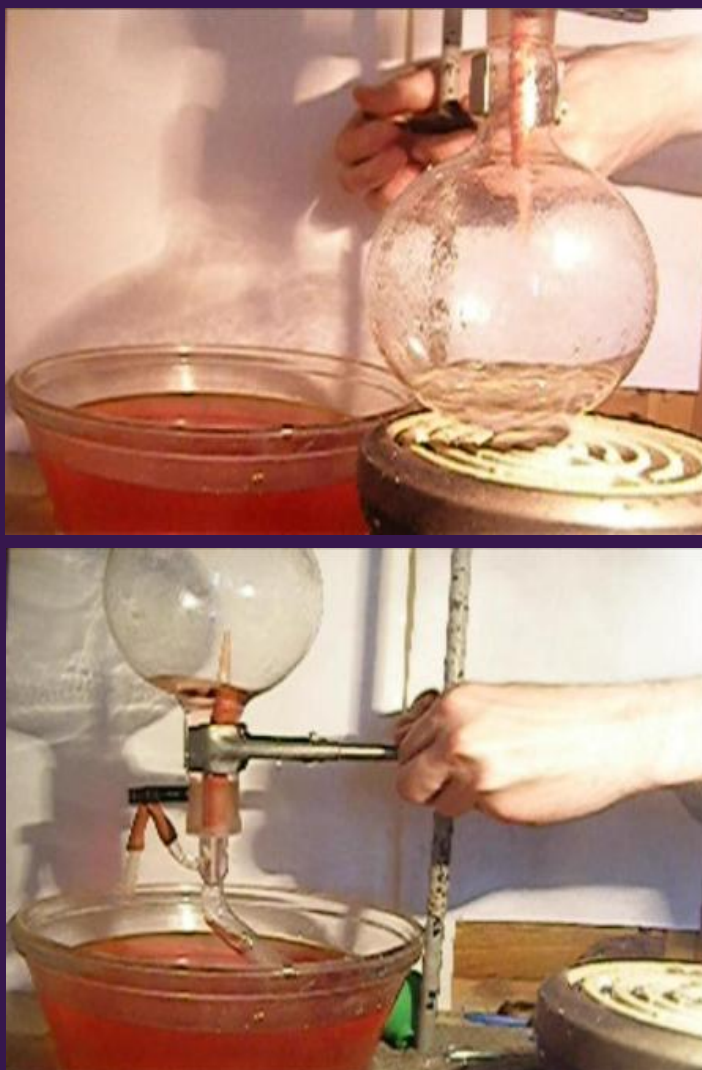
<sup>1</sup> Обратите внимание: трубка, соединенная со шприцем или грушей должна быть герметична, в противном случае потом через нее будет попадать в колбу воздух.



**«Хлористоводородный» фонтан**

## «Паровой» фонтан

Строго говоря, это эксперимент из области физики, но выглядит он не менее эффектно, чем «хлористоводородный» фонтан. Существенное его преимущество – простота исполнения и отсутствие необходимости работать с опасным хлористым водородом. Для опыта нам понадобятся: литровая круглодонная колба, пробка, в которую вставлена трубка с оттянутым концом<sup>2</sup>, кристаллизатор с водой (лучше – подкрашенной) и электрическая плитка. Закрепите в штативе литровую колбу, налейте в нее 5—100 мл воды, неплотно накройте колбу пробкой и поставьте снизу электрическую плитку. Нагрев регулируют таким образом, чтобы вода в колбе активно кипела. Если мощности плитки не достаточно, колбу можно накрыть асбестовой



Подготовка опыта «паровой фонтан»

<sup>2</sup> Если вы делали опыт «хлористоводородный» фонтан – воспользуйтесь готовой установкой. Единственная переделка – трубку, которая предназначалась для резиновой груши, необходимо герметично закрыть.

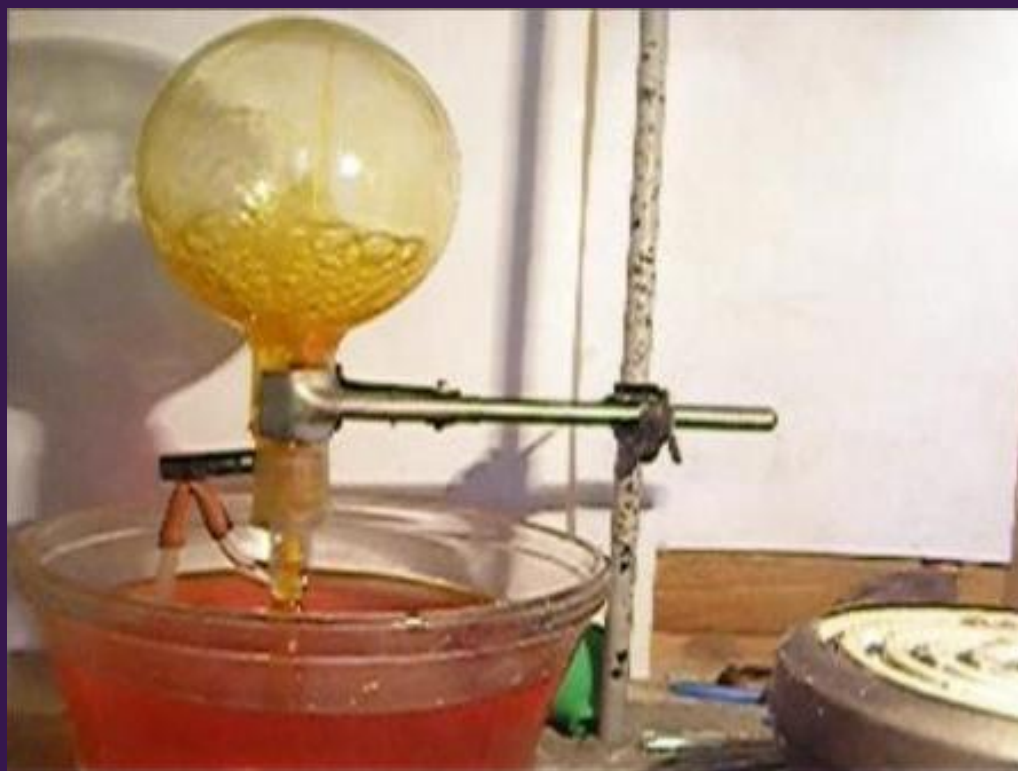
тканью. Когда водяной пар полностью вытеснит из колбы воздух, колбу герметично закрывают пробкой с оттянутой трубкой, аккуратно, переворачивают вверх дном<sup>3</sup> и быстро опускают в кристаллизатор с водой. Колба охлаждается, пар начинает конденсироваться, внутри создается разрежение. В результате, немного холодной воды затягивает в колбу. Это резко усиливает процесс конденсации и через несколько секунд внутри колбы уже бьет мощный фонтан. Как правило, этот фонтан сильнее, чем в опыте с хлористым водородом. Более того, в процессе эксперимента холодная вода в колбе начинает бурно кипеть. Это можно объяснить резким падением давления. Как известно, температура кипения жидкостей значительно уменьшается при низком давлении.

Другое отличие эксперимента с водяным паром от предыдущего – подкрашенная жидкость при попадании в колбу не изменяет свой цвет. Но, читатель, безусловно, уже догадался, как этот недостаток устранить. Например, в начале опыта в колбу можно вместо чистой воды добавить слабый раствор нелетучей кислоты или щелочи, а в кристаллизатор – соответствующий индикатор.

В следующих номерах журнала мы планируем описать другие аналогичные опыты, в частности, «аммиачный» фонтан.



<sup>3</sup> Учитывайте, что если пробка неожиданно выпадет, на руки может попасть кипяток.



**«Паровой» фонтан**