



Наумов Андрей Витальевич

Профессор РАН

доктор физико-математических наук

Заведующий отделом спектроскопии конденсированных сред Института спектроскопии РАН, заведующий кафедрой теоретической физики им. Э. В. Шпольского МПГУ

<http://single-molecule.ru/ru/ourteam/>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Наумов Андрей Витальевич](https://ru.wikipedia.org/wiki/Наумов_Андрей_Витальевич)

Вопрос для 5-7 классов:

В основе всех физических законов всегда лежит наблюдение, эксперимент. Так, например, считается, что Ньютон открыл закон всемирного тяготения после того, как на него упало яблоко. Интересно, что в результате наблюдений рождаются многочисленные приметы. Одна из примет касалась наблюдений за поведением четвертей – специальных сосудов для жидкости, которые в старину использовались в домашнем хозяйстве (1/4 часть ведра, или, примерно 3,0748 литра). Наши бабушки и дедушки были весьма наблюдательны и не разрешали оставлять такие сосуды с жидкостью без присмотра рядом с окном (на подоконнике). Почему? И как сейчас следует использовать эту примету – наблюдение?



Ответ:

Стеклянный сосуд с выпуклыми поверхностями, заполненный жидкостью (водой), представляет собой толстую двояковыпуклую цилиндрическую линзу. Такая линза фокусирует солнечный свет. В точке, где собирается излучение происходит интенсивный нагрев, иногда настолько сильный, что возникает опасность возгорания – пожара. Например, велика опасность возгорания занавески (тюля, шторы), если поставить такую банку (или бутылку-четверть) на подоконник. Можно провести нехитрый опыт со стеклянной банкой, наполненной водой. На фотографии показан такой опыт с двумя банками – трехлитровой и литровой. Видно, что в точке, где фокусируется солнечный свет, температура значительно возрастает (не хватает даже градусника, более 50 градусов Цельсия). Опасность возгорания тем выше, чем больше емкость, именно поэтому особенно опасно было ставить четверть. Здесь работает два фактора: во-первых, чем больше радиус закругления, тем больше фокусное расстояние линзы (в самом грубом приближении $1/F \sim 1/R$, где F – это фокусное расстояние, R – радиус кривизны банки/бутылки; здесь важно отметить, что формула тонкой линзы не верна, нужно учитывать значительную толщину оптической системы, например, использовать формулу толстой линзы); во-вторых, чем больше банка, тем с большей площади мы собираем солнечное излучение. По этой причине стакан с водой (или маленькая банка) не так опасны, как большая бутылка – трехлитровая банка. Важно, что емкость должна быть наполнена жидкостью, например, водой, у которой показатель преломления равен $\sim 1,3$. Простая банка фокусировать свет эффективно не будет. Нужно также отметить, что фокусировка будет осуществляться именно в эффективном фокусе такой толстой линзы, т.к. можно считать, что источник излучения (Солнце) находится на бесконечно большом расстоянии от линзы, т.е. на банку/бутылку падает параллельный пучок света.

В современном мире подобная «примета» работает точно так же, если оставить на пластиковом подоконнике трехлитровую банку с водой, есть опасность расплавления пластикового подоконника в точке, где будет сфокусирован солнечный свет. Ну и, конечно, линзы (толстые, тонкие, цилиндрические, асферические) являются основой огромного количества устройств – фото/видео/веб-камер, систем наблюдения. Эффект фокусировки излучения на сферических частицах используется в современной микроскопии. Например, полимерные микросферы используются для увеличения эффективности сбора излучения в современных микроскопах (т.н. сухая иммерсия).

