

МУДРЫЙ ВОРОН И ЕГО ЛАМБДА

– *Что-то перестарался я, – думал холодильник, глядя на падающий за окном снег...*

Демонстрационный эксперимент, как патрон в обойме, должен быть надёжен и эффективен. Внимательно присматриваемся к каждому претенденту, не подведёт ли? Одним из важных критериев является время подготовки. В единичном показе о таких «мелочах» не задумываешься, в постоянной работе это может перерасти в проблему.

Но бывают и исключения...

На днях мы готовили водяную баню: насыпали в литровую колбу триста грамм ацетата натрия (он же натрий уксуснокислый трёхводный), долили тридцать грамм воды (что производится только при первом плавлении) и опустили колбу в кастрюлю с кипящей водой, чтобы он не касался дна. А когда кристаллы вещества превратились в жидкость (что происходит не так быстро, как хотелось бы), несколько раз наклонили колбу, омыв расплавом её стенки, на которых могли остаться кристаллы и только после этого, прикрыв горлышко салфеткой, отставили в сторону остывать. Приготовили вторую колбу – про запас. Содержимое колб, охладившись до комнатной температуры, не отвердело, осталось в жидком состоянии при температуре ниже точки кристаллизации. Так мы получили переохлаждённую жидкость, закупорили её пробками и приготовились к тому, чтобы окупить все временные затраты...

– Знаете ли вы, – обращается Ведущий к зрителям научно-познавательного представления, – что ворон не муж вороны, что его можно научить говорить, и что он очень сообразителен. Мне рассказывали, как ворон воровал на рынке грецкие орехи, которые не мог расколоть клювом. Догадываетесь, как он решал эту задачу... Он подкладывал орехи на рельсы трамвайных путей.

Зрители видят на экране двух птичек, присевших на лёд у воды очень холодным днём. По контексту выходит, что неспроста, а Ведущий задаёт вопрос:



– Что делал мудрый ворон на краю замерзающей проруби?

Для затравки спора он подкидывает его участникам возможные варианты ответов:

1. Ловил рыбу. (*Кушать всем хочется*).
2. Оказался случайно. (*Почему бы и нет*).
3. Изучал закон отражения световых лучей. (*Некоторые птицы, например, сороки тащат всё яркое и блестящее – пуговицы, стёклышки, ключи, драгоценности... А тут на воде такие завораживающие солнечные блики...*)
4. Получал удовольствие от процесса образования льда. (*Он же «мудрый», вот и практикует натурфилософию или нирвану*).

Подсказки подталкивают зрителей к комментариям, обсуждениям и собственным гипотезам. Заканчивается всё формальным голосованием. Но мы не в Государственной Думе, большинством голосов в науке споры не решаются...

Сначала аргументы, затем опыт.

Чтобы растопить килограмм льда при температуре плавления ему надо передать определённую энергию (её называют удельной теплотой плавления и обозначают буквой греческого алфавита λ – ламбда). Она то и идёт на разрушение кристаллической решётки, способствует созданию беспорядка частиц. Справедливо и обратное – при переходе ча-

стиц от беспорядка к порядку – выделяется та же величина скрытой энергии кристаллизации (об этом напоминает знак минус в формуле). Получается, что у кромки льда с постоянно замерзающей водой и выделяющимся теплом, должно быть не так уж и холодно.

– Кстати, – замечает Ведущий, – для замерзания жидкости, мало привести её к нужной температуре, нужны ещё, так называемые, центры кристаллизации – частицы примесей или сами кристаллы (именно поэтому, образование льда активно происходит у кромки).

Вот только в чудеса со слов школьников верить плохо, их хочется потрогать собственными руками.

Ведущий приглашает помощника из зрительного зала, даёт ему в руки колбу с приготовленной ранее прозрачной жидкостью (демонстрирует это, покачивая сосуд) и просит оценить её температуру. Помощник касается ладонью дна колбы и сообщает, что температура у неё комнатная.

– Эта жидкость не из нашей проруби, – поясняет Ведущий, – это даже не вода. Но это не важно. Главное, что она находится в неустойчивом жидком состоянии при температуре ниже точки своего замерзания. Давайте её подтолкнём. Что ей не хватает для замерзания?.. Правильно, центров кристаллизации. А у меня они есть, – показывает он пробирку с белым кристалликами ацетата натрия.

Ведущий роняет один кристаллик (затравку) в колбу и от места её падения начинается цепная реакция. «Ледышка» разрастается на глазах и за считанные секунды охватывает всю жидкость. Метаморфозы внутри колбы красиво смотрятся при подсветке зелёной лазерной указкой. Вот лучик проходит через жидкость, а вот уже рассеивается кристаллами. Ведущий переворачивает колбу над головой помощника – ни капли не выливается.



Позволим себе лирическое отступление. Много раз мы использовали приём с переворотом, но однажды им заинтересовалась «шишка» из Департамента Образования, пролетающая мимо.

– Как так, над головой школьника – колба с опасными химикатами... А ежели...

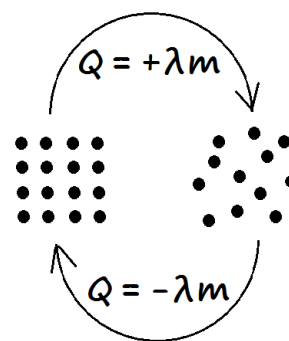
На следующий день пришлось писать объяснительную записку, и от её интерпретации зависела наша судьба. Забавно и печально было подыскивать «безобидные» синонимы «страшным» терминам: «расплав», «соль уксусной кислоты», «скрытая теплота кристаллизации»... Вдруг эту записку будет читать «лирик» с «женской интуицией» вместо логики... Повезло, что нашёлся убедительный для всех аргумент – ацетат натрия безобиден, он используется в качестве пищевого консерванта.

Но вернёмся к физике... Процесс кристаллизации повторно показывается зрителям, но в видеозаписи и крупным планом. Картина завораживает.

Затем колбу со «льдом» проносят по залу и ставят всем желающим на ладошку. Температура кристаллизации (и плавления) для нашего вещества – $+58^{\circ}\text{C}$. Наш «лёд» оказывается горячим.

– Не мог холодильник с открытой дверкой так перестараться! – не в тему неожиданно восклицает зритель, вспомнив старый анекдот, – капель за окном – «реальна»...

– Грейтесь, птички! – продолжаем мы своё начинание, – вода – не ацетат натрия, при замерзании выделяется тепло, не столь ощутимое (меньшая ламбда и температура



кристаллизации), но птички в холодный день рады и малому. История про греющихся птичек – не выдумка, реальность.

Если подытожить, то выходит, что наш умный ворон получал удовольствие именно от процесса образования льда, ведь скрытая энергия кристаллизации много больше энергии, передаваемой «тёплой» водой холодному воздуху в процессе теплопередачи.

– Посмотрите, на фото у полыньи – два ворона, – замечает Ведущий, – но мудрый из них только один. Найдите его!

Наши зрители обращают внимание на изогнувшиеся от ветра веточки, расположенные у воды. По ним можно определить направление ветра.

Мудрый ворон, конечно же, сидит там, куда ветер сносит тёплый воздух, образовавшийся при замерзании воды. Глупый – не учитывает данного обстоятельства.

– А ещё птички любят сидеть на электрических проводах, но, как вы понимаете, это совсем другая история.

На прощанье театр занимательной науки даёт «полезный» совет любителям околонуточного юмора:

1. Вскипятите воду.
2. Поставьте кипятильник в морозильную камеру.
3. Выньте замороженную воду.
4. Разморозьте, когда вам понадобится кипятильник.

В контексте предыдущего повествования совет обретает некий скрытый смысл. Почему бы не использовать переохлаждённую жидкость в качестве грелки?

Закончилось представление, и мы вновь ставим кастрюлю с водой на электроплитку. Будем возвращать «лёд» в исходное состояние, ведь впереди новые встречи.

30.01.17.