

## О ПЛЁНОЧНОМ КИПЕНИИ И НЕ ТОЛЬКО

### 1. АНТИЧАЙНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

С чего же всё началось? Должно быть с чайникового эффекта, который захотелось увидеть. Но не получилось. Эффект-то наблюдался, да не тот, который ожидался. Вышел он со знаком минус. Античайниковым оказался. Но лучше обо всём по порядку.

Давно это было... Забежал ко мне в гости мой друг – одноклассник Эдик. Увидел на плите новенький, сияющий никелевым покрытием, металлический чайник. Приподнял и доньшко внимательно осмотрел.

– То, что нужно, – авторитетно говорит, – ни копоты, ни царапин.

– Откуда им там быть, его родители на днях купили, – замечаю, – но чем он тебя заинтересовал, не понимаю.

– Опыт замечательный знаю!

– Рассказывай!

Рассказал.

– Вот это да! А откуда узнал? – спросил из осторожности.

– Из Перельмана.

Заслуживающий доверия источник. Классика занимательной науки. Сколько мы из его «Занимательной физики» опытов переделали...

Ушёл Эдик, я к эксперименту приступил. Вскипятил воду в чайнике. И отправился с ним для сотворения чуда в ванную комнату. Выставил левую руку ладонью вверх над ванной. Пошевелил пальчиками.

– Волнительно...

*Рука от переживаний вспотела и стала влажной. Чайник надлежало безбоязненно поставить доньшком на ладонь и продержать несколько секунд. Ожога не будет!* – Предсказывал в передаче Эдика автор книги «Знаете ли вы физику?». Поверил. И с верой в успех припечатал к себе горячее доньшко.

– А-а-ааа! – не сошлась теория с практикой. Я рассматривал покрасневшую руку, а на дне ванной, между кусочками отколотой с её дна эмали, истекал кипятком чайник с отбитым носиком.

Физику я тогда знал не очень. А книжку эту я потом, конечно же, разыскал. Хотел поставить в этой истории точку, но вышла запятая. Оказалось, что мой друг пренебрёг тогда некоторыми, с его точки зрения, «мелочами». Пока я разгудывал с чайником и собирался с духом, *его доньшко охладилось ниже критических 150 °С. И не бурлила в нём вода в момент припечатывания.*

Информации для размышления предостаточно. Не правда ли?

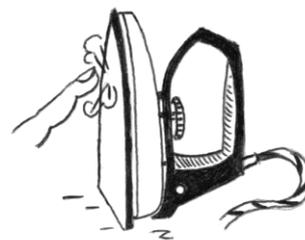
Встретил Эдика много позже, не помнит он о том событии ничего. А для меня имела та античайниковая история многолетнее продолжение. И лишь сейчас, сложились отдельные фрагменты в единую картину – мозаику.

### 2. Я НИЧЕГО НЕ ПОНИМАЮ

Сварите в кастрюльке куриное яйцо. Не для завтрака. Достаньте его ложкой из кипятка и быстро, *пока оно ещё влажное*, возьмите его в руки. *Хотя яйцо и горячее, всё же его можно удерживать в руках. Через несколько секунд яйцо высохнет, и удерживать его в руке вы уже не сможете – слишком горячо.*



Вспомните, что вы делаете, когда желаете убедиться, достаточно ли нагрелся электрический утюг? Правильно, вы на мгновение прижимаете пальчик, *предварительно смоченный слюной*, к его поверхности. – Пш-ш-ш-ш..., – звучит сигнал готовности. И никакого дискомфорта.



Хотите разыграть своих знакомых? Покажите им фокус. Достаньте из своего нагрудного кармана аккуратно сложенный белый носовой платок. Смочите его спиртом или ацетоном и, удерживая за край пинцетом, поднесите к нему горящую спичку. Когда пламя погаснет, продемонстрируйте первозданную белизну материи. Вам, конечно, не поверят, и какой-нибудь умник наверняка заявит, что всё дело в горючей жидкости и с любым платком такое возможно. Воспользуйтесь этой возможностью, докажите – не с любым. На удивление зрителей сожгите предоставленный вам для экспертизы (или свой – подставной) платок. Догадались, чем обеспечена сохранность первого платка? *Его смочили водой до состояния чуть влажного.*

В каждом из этих случаев есть что-то общее. Но что?

Очевидно то, что защита различных тел (руки, пальца и платка) от перегрева осуществляется за счёт спасительной влаги. Но каким образом?

И это, кажется, нетрудно объяснить. Тепло, поступающее (от горячего яйца, утюга и сгорающего спирта) к телу, идёт на испарение воды. И пока жидкость не улетучилась, существует и защита.

Но что-то в этом объяснении меня не устраивало. Не всё так просто. Но что?.. Понял. Не вписывалась в эту теорию античайниковая история из прошлого. Явное исключение. Хотя все атрибуты на лицо: горячий чайник – источник тепла, спасительная влага – пот и требующая защиты – ладонь руки.

Быть может, недостаточно волновался тогда, и мало образовалось влаги? Может, надо было дополнительно смочить руку?

Попытался обратиться за помощью к автору. И впервые не получил её.

«... влага, покрывающая ладонь (пот), приходит в соприкосновение с дном чайника в так называемое сфероидальное состояние; дно чайника в первые мгновения после снятия с огня достаточно для этого нагрето. Когда же дно охладится ниже 150°C, сфероидальное состояние не осуществляется, и жар становится ощутительным».

Понятно, что чайник тогда имел недостаточно высокую температуру. Но недостаточную для чего? Во всём, оказалось, виновато загадочное «сфероидальное» состояние. Есть оно – будь спокоен, нет – кричи караул. И как выяснилось позже, поверхностна схожесть явлений в приведённых примерах. В зависимости от того наступает «чудосостояние» или нет, процесс идёт по одному или другому сценарию. А кто бы мог подумать...

### 3. О ТРЁХ «КИТАХ» ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И Т.Б.

Проходил у меня как-то открытый урок: обмен опытом, оценка знаний учащихся и мастерства учителя. На последних партах – коллеги, комиссия. Тема – «Три кита теплопередачи». Теплопроводность. Конвекция. Излучение. На них многие тепловые явления «опираются». Работа с классом прошла превосходно. Разобрались основательно с каждой из «опор»: наблюдали на опытах, выделяли отличительные черты, отработали усвоение на качественных вопросах. Материал для общения благодатный.

– Зачем в окнах домов делают двойные рамы?

– Как быстрее охладить жидкость в сосуде: поставить его на лёд или положить лёд сверху на крышку?

– Можно ли с помощью вентилятора замедлить таяние мороженого?



– Вы собрались позавтракать и налили в стакан кофе. Но вас просят отлучиться на несколько минут. Что надо сделать, чтобы к вашему возвращению кофе остыл как можно меньше: налить молоко сразу перед уходом или тогда, когда вы вернётесь? (Вопрос-подсказка: Когда вода в чайнике быстрее нагревается: от 20 до 30°C или от 80 до 90°C?)

Сколько было эмоций, споров, догадок...

Предлагаю и вам, читатель, сделать небольшую остановку, сменить вид деятельности.

Подумайте над этими вопросами. Только не прячьтесь при ответе за научную терминологию типа «сфероидального состояния». На пальцах объясните: что, как и почему.

Концовка того урока для нас особый интерес представляет. Вызвал добровольца.

– За науку пострадать не боишься?

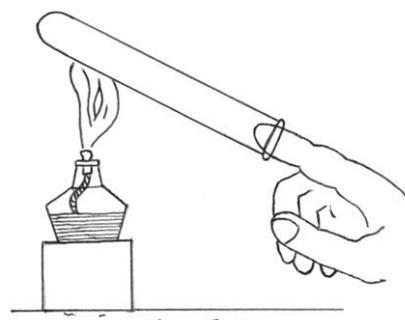
– Всегда готов!

Насадил он на кончик своего пальца пробирку, а её верхнюю часть ввёл в пламя спиртовки. ... И ожидаемый эффект подтвердился. Плохая теплопроводность воздуха длительное время защищала палец от нагрева. *Трудились, как обычно, три «кита» совместно. Но каждый в меру своих сил и возможностей.*

Разобрались в необходимости наклона пробирки «дно – выше пальца», а не наоборот, и в *причине плохой теплопроводности газов и паров*. А вот на вопрос жертвы эксперимента: «Как снять теперь застрявшую пробирку с пальца?» – ответить не успели. Другая тема, да и звонок прозвенел.

– Дома подумайте, как нашему герою помочь, – пошутил я, совершенно забыв о придирчивых гостях урока. А зря! Каждая шутка – страдает своей неоднозначностью.

Вам интересно узнать, почему мне вдруг вспомнился этот эпизод? Охотно отвечу. По двум причинам. Во-первых, обсуждаемые на уроке вопросы, имеют к нашей теме непосредственное отношение, а во-вторых, захотелось напомнить о технике безопасности (Т.Б.), которая лишней никогда не бывает.



#### 4. НЕОЖИДАННЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

(для любителей расчётов)

В некоторой школе, в некотором классе, решалась простенькая задача. Требовалось оценить нагрев воды в бочке, в которую кузнец бросил изготовленную подкову. Ученик у доски бойко тараторил и стучал мелом:

– Если считать, что количество теплоты, которое при охлаждении отдаёт подкова ( $Q_{\text{П}}$ ), передаётся только воде ( $Q_{\text{В}}$ ), то уравнение теплового баланса для нашего случая будет иметь вид:

$$Q_{\text{П}} + Q_{\text{В}} = 0$$

Количество же теплоты ( $Q$ ) при охлаждении и нагреве находится так:

$$Q = c m (t_{\text{К}} - t_{\text{Н}}).$$

– Поясните, – попросил учитель, чтобы напомнить забывчивым.

– Здесь  $c$  – удельная теплоёмкость вещества;  $m$  – его масса;  $t_{\text{К}}$  и  $t_{\text{Н}}$  – конечная и начальная температура. После завершения теплообмена, подкова и вода будут иметь одинаковую температуру. Расшифруем с учётом всего этого первое уравнение:

$$c_{\text{П}} m_{\text{П}} (t_{\text{К}} - t_{\text{Н, ПОДКОВЫ}}) + c_{\text{В}} m_{\text{В}} (t_{\text{К}} - t_{\text{Н, ВОДЫ}}) = 0.$$

И выразим «тэ»:



$$t_K = (c_{II} m_{II} t_{H. ПОДКОВЫ} + c_B m_B t_{H. ВОДЫ}) / (c_{II} m_{II} + c_B m_B).$$

Подставим численные значения. Часть из них найдём в справочнике, часть – зададим сами.

Полистали ребята страницами, поспорили и приняли, что для железной подковы:  $c_{II} = 460 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$ ;  $m_{II} = 1 \text{ кг}$ ;  $t_{H. ПОДКОВЫ} = 500^\circ\text{C}$ . Для воды в бочке:  $c_B = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$ ;  $m_B = 100 \text{ кг}$ ;  $t_{H. ВОДЫ} = 20^\circ\text{C}$ .

Калькуляторы не заставили себя ждать, и выдали ответ.

– На сколько же градусов нагрелась вода?

– На  $(t_K - t_{H. ВОДЫ})$ .., что весьма незначительно!

Подтвердили русскую поговорку «Гвоздём моря не нагреешь». Учитель поставил отвечавшему ученику в журнал заслуженную пятёрку и обратился ко всем:

– А сколько подков должен изготовить и бросить в бочку кузнец, чтобы вода закипела?

Ответ последовал моментально:

– Вода кипит при  $100^\circ\text{C}$ , значит её надо нагреть на  $80^\circ\text{C}$ . Нам же известно, на что способна одна подкова...

– Неверно! – прокомментировал учитель. – Думайте!

И кто-то догадался, что вторая подкова будет нагревать не только воду, но и первую подкову, и не от  $20^\circ\text{C}$ , а от более высокой температуры. А третья – ... И так далее. Вот это «т.д.» и повергло всех в уныние. Подков-то сколько... Куча. Не формула получится, а чудовище.

– Ду-май-те!

И когда, казалось, отчаяние завладело массами, нашлась светлая голова, которая произнесла мысль вслух: – А что, если представить, будто кузнец одновременно бросил необходимое для закипания количество подков?

– Bravo! – заплодировал учитель и раскрыл журнал.

Если честно, то эту историю я выдумал, ни капли не сомневаясь, что подобное могло бы иметь место. Реальный процесс отличается так же, как сказка от действительности. Бочка – не термос, подковы кидают – не разом, а потери энергии водой за счёт теплообмена с окружающей средой – увеличиваются по мере нагрева жидкости. И это ещё не всё... Школьными методами задачу не осилить. Да и не надо. На самом деле, вода закипит уже при первой подкове (!?). А вот с этим следует разобраться (\*).

Раскалите в пламени спиртовки (свечи) монетку (гвоздик) и бросьте его в стакан с водой.

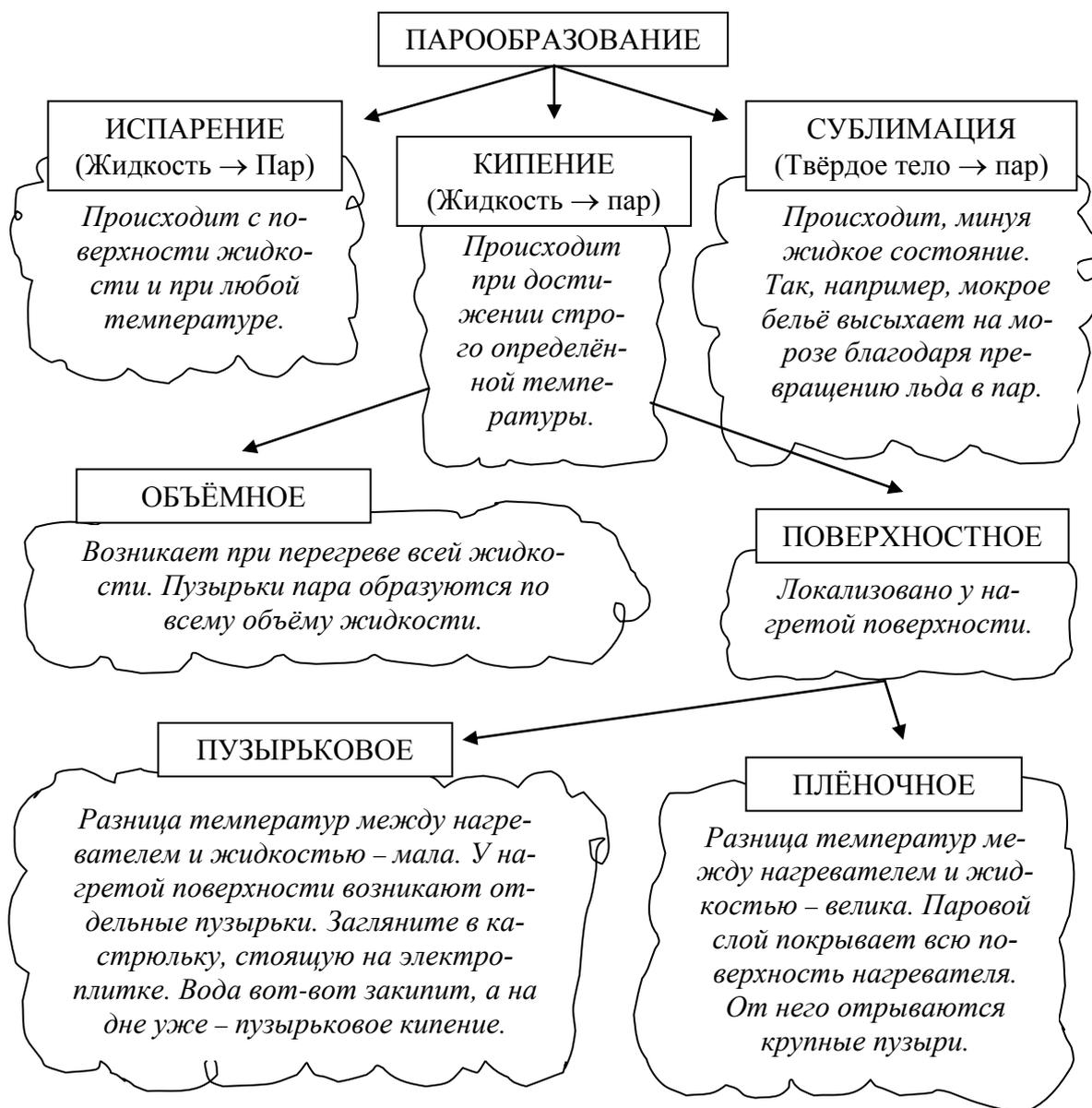
– Пш-шш! – облачко пара подтвердит состоятельность вышеизложенного.

Но ради интереса, всё же рассчитайте «неправильным» способом количество изделий кузнеца и прикиньте продолжительность его рабочего дня.

\* Можно оценить массу воды, испарившейся от одной раскалённой подковы. Вспомним, что вода обладает плохой теплопроводностью, а железо – хорошей. Это позволяет создать модель процесса, в котором нагревается и испаряется только та часть воды, которая непосредственно контактирует с подковой. В этом случае энергия, отданная подковой при остывании до температуры кипения воды, пойдёт на нагрев и испарение только приподковного водяного слоя.

## 5. ЗНАКОМСТВО С КИПЕНИЕМ

Кипение – кипению рознь! И в этом можно удостовериться, «поводив пальцем» по схеме, приведённой ниже.



– Ознакомились? Тогда попытайтесь установить соответствие между ниже перечисленными опытами-явлениями и указанными типами парообразования (испарение, сублимация, объёмное кипение и поверхностное).

- «Античайниковый эффект».
- В кастрюльке с яйцом бурлит вода.
- Куриное яйцо, только что вынутое из кипятка, взяли в руку.
- Влажным пальцем коснулись горячего утюга.
- «Несгораемый платок».
- Кузнец бросил раскалённую подкову в бочку с водой.
- Нить лампы накаливания в процессе своей работы становилась всё тоньше, тоньше и тоньше, пока, наконец, не оборвалась («перегорела»).

– Убедились, что дело это непростое? И трудно порой определить границу, отдать предпочтение тому или иному типу. Явно не хватает категорий «и то, и другое» и «непонятно что». И такое бывает в сложном реальном мире.

### 6. ПРИКЛЮЧЕНИЯ КАПЛИ НА ПОВЕРХНОСТИ УТЮГА

– Это здесь показывают чудеса?

– Нет, здесь их раскрывают! Присоединяйтесь.

С моим товарищем Юрой мы показываем научное представление. Театр двух актёров. Первый показ.

– Как вы думаете, что произойдёт с порцией воды, если её поместить на раскалённую поверхность? – интересуется мой напарник, заноса пипетку с жидкостью над перевернутым утюгом.

Некоторым зрителям житейский опыт подсказывает, что нагреется и испарится. Мы знаем, что это не так.

– Давайте убедимся в вашем заблуждении, – многозначительно произносит Юра, и капля воды срывается с кончика пипетки.

О зрелищности и наглядности мы подумали загодя. Видеокамера проецирует микрособытия на телеэкран. Утюг всю диагональ занимает.

Пф-ф-ффф..., – вода, растекаясь, пузырит и исчезает. На лице и экране – удивление проводящего эксперимент. Это новый поворот в сюжете.

– Может, перегрелся утюг? – размышляет он вслух.

Юра, это удача, – шепчу я, и предлагаю повернуть ручку регулятора мощности на максимум. А чтобы зрители не скучали, озадачиваю их:

– Попробуйте, предсказать, как изменится наш эксперимент, если поверхность станет горячее?

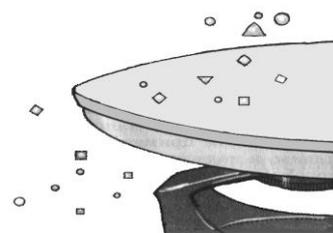
– Зашипит сильнее!

– Быстрее испарится!

– Шариками запрыгает, как масло на сковороде, – вспомнил всё же кто-то, как готовил у плиты.

Юра, забыв про утюг, не удержался от соблазна теоретического спора:

– Почему шариками? Я вот думаю, что кубиками! – и «задумался». Паузу выждал. Но оппоненты такую ахиною стерпеть не смогли, и зазвучало что-то о поверхностном натяжении, о каплях росы и дождя, о смачивании и несмачивании. Что нам и надо. В конце концов, разобрались. Это принцип – никаких фокусов, всё с пониманием. Спасибо недогретому утюгу, улучшил сюжет. А нагрелся, так теорию подтвердил: с треском запрыгали по нему водяные шарики. Скачут и не спешат испариться. Зрители с экрана глаз не сводят, разглядеть желают какой они формы.



– А теперь внимание. Видеозапись.

На экране появляется большая капля в раскалённой ложке.

– Не скатиться тебе отсюда. Успеем рассмотреть.

А озорница не против. Она спокойно, почти не испаряясь, лежит на раскалённом металле. Красуется.

– Чем объяснить продолжительное время её жизни? Думаем! ...

Но стоило нам начать охлаждение ложки, как водяной сфероид мгновенно испарился.

– С характером «особа».

– Абсурд или парадокс?

Шаг за шагом мы приближаемся к истине.

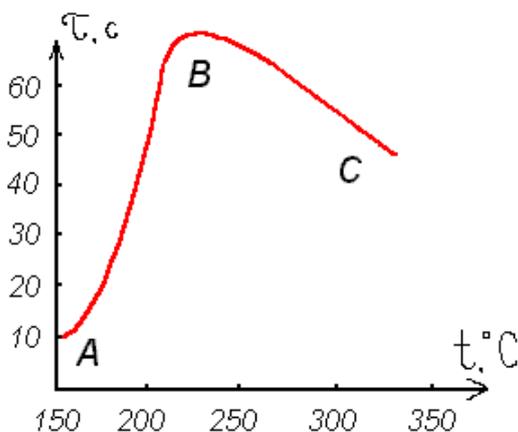
На раскалённом металле нижняя часть капли почти мгновенно испаряется, и давление образовавшегося под ней пара не позволяет остальной части коснуться губительной поверхности. Вот и покоится та на паровой, плохопроводящей тепло, «подушке». Толщина защитного слоя – десятые доли миллиметра, но он постоянно пополняется за счёт плёночного кипения. А нет «подушки», нет и защиты.



Настало моё время и я, разматывая бумажный

рулон, вступаю в игру:

– Не думайте, что это муха, случайно залетевшая в чернильницу, отправилась в прогулку меж двух осей. «Кривулька» эта – график. Показывает он как время жизни «водяной красавицы» ( $\tau$ ) зависит от температуры поверхности под ней ( $t$ ).



Анализировать его нам было ничуть не сложно, ведь «три кита» – надёжная опора. Раскрыли тайну долгожительницы:

– Как объяснить увеличение продолжительности жизни капли при увеличении температуры на участке *AB*?

– Появление прослойки пара снижает интенсивность теплопередачи. Чем горячее ложка или утюг, тем толще «подушка» и длиннее жизнь.

– А что случилось на *BC*?

– Там – излучение во всей красе. Его интенсивность увеличивается с ростом температуры, и паровая защита перестаёт спасать.

Понимание в зрительских глазах рож-

дает новый экспромт:

– Разыгрывается право стать участником интереснейшего эксперимента, – оповещаю я. – Этого удостоится тот, кто сможет изобразить начало нашего графика в интервале температур от нуля до ста.

Юрка вкладывает в мою руку фломастер, и я удлиняю горизонтальную ось в указанном направлении.

– Подождите, только не все сразу...

Победитель определился быстро, он заинтригован предстоящим и ждёт.

– Двести градусов ниже нуля, – комментирую я, наклоняя термос над прозрачным сосудом, – такова температура жидкого азота.

Но дрогнула рука, и порция чудо-жидкости случайно очутилась на столе.

– Смотрите! – настал черёд напарника обратить неудачу в успех.

Азотные капли бегали по столу и никак не желали «умирать».

– Где-то мы уже такое видели.., – многозначительно посмотрел он на телеэкран. И зрители догадались.

Эксперимент, который был обещан ребятам, мы показали. Но не раньше, чем разобрались с плёночным кипением азота. Показывать чудеса не наш стиль.

## 7. О ЧЁМ ПОЁТ ЛОЖКА

Рассказывая о своём школьном прошлом, я иногда шутливо уточняю: «...когда я был хулиганом...». Подтверждений тому предостаточно. Вспомнил об этом и сейчас, листая потрепанный ученический дневник. Страницы истории пестрят призывами, требованиями и резолюциями. Остановился на размашистом традиционно красном обращении: «Тов. родители, ваш сын глотал на уроке сухой лёд. Примите меры!»

Безграмотная надпись, – оценил я – бывший нарушитель, а ныне учитель физики.

Сухой лёд – твёрдый оксид углерода  $CO_2$ . Обычно используется продавцами мороженого. Сублимирует (превращается в газ, минуя жидкое состояние) прямо на глазах, имея температуру около восьмидесяти градусов ниже нуля.

Помнится, положил я тогда несколько кусочков на гладкую поверхность алюминиевой тарелки и принялся наклонять её в разные стороны. Занятно было наблюдать, как скользят по ней кусочки на «углекислых подушках». Но действие быстро наскучило, и тогда... Нет, глотать я ничего не стал. В мои планы это не входило. Не враг себе. Всего

лишь стал перемещать небольшой кусочек в полости рта, концентрируясь на том, чтобы он оставался только там. И при этом я ещё выдыхал. Влага в моём холодном дыхании конденсировалась, создавая облачка тумана, выходящие изо рта. Точно на морозе. Одноклассники были поражены. Учитель тоже:

– Что случилось? Ты болен? Не молчи!..

Вам рекомендовать этот трюк никак не могу. Т.Б! А вдруг проглотите. Но не расстраивайтесь, лучше послушайте, о чём поёт чайная ложка в красивом и безопасном эксперименте.

Для этого прижмите её к кусочку сухого льда. Вы услышите громкий завывающий звук. (К счастью для моих учителей, об этом опыте я узнал после окончания школы.) «Пение» длится недолго. Захотите его возобновить, нагрейте ложку и вновь прижмите. Высоту тона и громкость в определённых пределах можно менять, прикладывая к «певунье» различное усилие.

Способность к пению можно объяснить тем, что теплота металла быстро превращает в газ тот участок льда, которого коснулась ложка. Обильно выделяясь, углекислый газ с силой вырывается из-под ложки, она колеблется и, подобно мембране телефона, колеблет воздух, и мы слышим звук.

Если «прислушаться» к этим завываниям, то можно понять, почему сухой лёд не отморозил язык того самого хулигана при разности температур более чем в сотню градусов. (Поверьте заключению школьной медсестры: «... не повреждён, естественного цвета. Потеря чувствительности не обнаружена»)

Ключ к разгадке у вас в руках. Мне это явление что-то напоминает... А вам?



Если вы «не расслышали» сказанного, то можете «переспросить» у визжащей кастрюльки. Налейте в неё холодной воды и поставьте на твёрдое основание (лучше всего на кафельные плитки). А под доньшко положите кусочек твёрдого  $CO_2$ . Кастрюлька-резонатор усилит глас истины. И вы непременно сообразите.

## 8. РЕАЛЬНОСТЬ МИФА

Книги позволяют общаться с людьми, которых не суждено увидеть. Одна из них поведала мне об интереснейшем трюке, который показывался в начале XX века на карнавалах. Он мог бы стать прекрасным продолжением, венцом рассказа о плёночном кипении. Дело оставалось за малым – надо было проверить реальность мифа. А поговорить об этом было не с кем.

Паяльная лампа гудит, точно реактивный двигатель. Голубой столб пламени упирается в бок консервной банки. За лохмотьями копоты – рубиновая от нагрева жечь. Внутри – жидкий свинец. Горячее дыхание металла и справочник подсказывают, что его температура выше  $327^\circ C$  – температуры плавления. Блестящий, как ртуть металл, прячется за поверхностным сине-фиолетовым оксидным слоем. Плёнка – точно пенка на молоке. От неё можно ненадолго избавиться с помощью деревянной лопатки. Судьба «помощницы» печальна, она чернеет, дымит и загорается. И в это пекло, если верить пыльным книжным данным, исполнитель трюка погружал кисть руки. Ох! Кто-то когда-то... А я, сейчас?.. Страшно! Притягательно! И глупо, без должного теоретического обоснования и понимания. Паяльная лампа пшикнула напоследок оранжевым огоньком, свинец охладился и затвердел, а я окунулся в недели исканий и осмыслений.

В общих чертах теория трюка была понятна: при соприкосновении мокрых пальцев храбреца с горячим жидким металлом, вода, вследствие плёночного кипения, моментально одевала их в «паровую перчатку», которая непродолжительное время могла служить защитой: излучения и проводимости было недостаточно для того, чтобы ощутимо поднять температуру кожи и вызвать ожог. В общих чертах...

Но оставались нюансы исполнения, от которых зависел результат. Так, например, узнал, что влаги на потной руке недостаточно для её безопасности, требуется дополнительное смачивание. И что температура расплава должна быть не менее  $400^{\circ}\text{C}$  (!). Наученный ещё горьким опытом «античайникового эффекта», я сознавал всю важность критических температур. При более низких значениях свинец может затвердеть прямо на пальцах, что приведёт к сильнейшему ожогу. При более высоких – будет наблюдаться аналог происходящего на участке *BC* графика, описывающего «приключения капли на поверхности утюга».

Задумавшись, непроизвольно нарисовал график – «перевернутую горку» степени риска. Как бы, не проехать поворот?

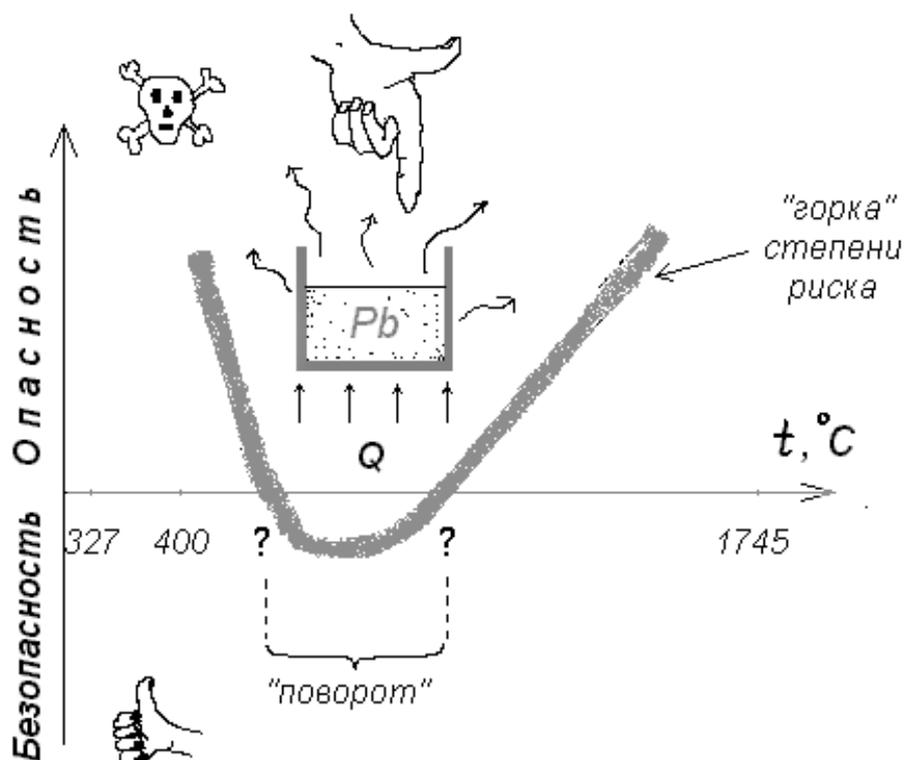
Попытка спастись с помощью излишней влаги на пальцах к добру не приведёт: её мгновенное обращение в пар может способствовать взрывообразному разбрызгиванию металла. (Помнится, давным-давно, когда я был хулиганом, то пытался остудить расплавленный свинец, плеснув в него порцию холодной воды. Брызги металла разлетелись тогда по всей кухне и чудом не попали на тело.)

Без нахождения и определения безопасного интервала температур «поворота» приступать к эксперименту было нельзя, а измерительного прибора с нужным пределом измерения достать не удалось.

Не использовать же метод проб и ошибок!

Не использовать ли?..

А почему бы и нет!



Финал научного представления двух актёров:

Знакомая банка со свинцом. Под ней деловито шипит туристический примус. Через семь минут должна появиться оксидная плёнка. Изображение дублируется на телеэкран. Я объясняю физику предстоящего чуда и решаю сверхзадачу по Т.Б. Очень важно, чтобы зрители, прибежав домой, не ринулись воспроизводить увиденное. Я акцентирую внимание на использовании «особого» металла, трудностях «достижения и поддержания строго определённого температурного режима расплава», последствиях его несоблюде-

ния. Вообще, преувеличиваю технологическую сложность процесса и запугиваю для пользы дела.

Этим временем, мой напарник, не привлекая внимания зрителей, производит температурный анализ содержимого банки методом «тыка». Он на мгновение опускает туда аналог мокрого пальца – кусочек очищенного картофеля. Последующий осмотр показывает ему, что на овощном индикаторе свинец не затвердел (значит, температура выше критической), картофель сохранил свой цвет и нагрелся незначительно (что фиксируется прикосновением к нему руки).

– Есть оптимальный интервал температур, – подаёт он мне условный знак.

И я в спешном порядке заканчиваю инструктаж по Т.Б: обугливаю и зажигаю деревянную лопатку, избавляясь от оксидного слоя.

Всё остальное просто: опускаю пальцы в стакан с водопроводной водой, стряхиваю избыток. Затем быстро погружаю их в зеркало металла, касаясь дна. Миф превратился в реальность.

– Ах! Ох! И дружный вздох облегчения.

Юра произносит заключительные слова. А на меня наваливается грусть. Ведь ожидание и подготовка – важнее самого праздника, а самое интересное уже позади.

### *9. ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ*

Рассказывают, что вождь одной из африканских деревень, для того, чтобы определить, кто из двух людей говорит правду, приказал каждому лизнуть горячий нож. «Детектор лжи» сработал, и истина восторжествовала. Хотелось бы знать ваше мнение. Считаете ли вы, что лжец был определён:

**А)** случайным образом?

**Б)** благодаря причинам, находящимся вне основного содержания физики?

**В)** в соответствии с основной физической концепцией?

В древнем Китае поступали гуманнее: подозреваемые должны были разом выплюнуть изо рта пригоршню рисовых зёрен. Виновный был на это не способен. Улавливаете сходство? С мокрым от слюны зерном справиться с таким заданием было намного проще.

Так что правилен ответ **В**:

Считается, что язык правдивого человека будет смочен слюной, а какую она при этом может играть роль, вам хорошо известно. У лжеца же пересохнет во рту, и он лишится защиты плёночным кипением.



Мне всё понятно, кроме одного: почему сам пар не обжигает, имея для этого, казалось бы, все данные? (высокую температуру и запас внутренней энергии)

Очевидно, каких-то фрагментов в твоей «мозаике» недостаёт, и для тебя это ещё не конец истории.



А для вас?

21.08.99