

## *А ЛИСИЧКИ ВЗЯЛИ СПИЧКИ...*

*А лисички  
Взяли спички,  
К морю синему пошли,  
Море синее зажгли...*



На столике, скрытом до поры до времени от взоров гостей Театра Занимательной Науки, стоит электроплитка, а на ней стеклянная колба, в которой находится литр холодной воды. Горлышко колбы закрыто резиновой пробкой, через которую проходит медная трубка, её средняя часть выгнута кольцом, а конец расположен горизонтально<sup>1</sup> (см. фото). Согласно закону Джоуля-Ленца, электроплитка активно выделяет тепло. До закипания воды и начала эксперимента ещё есть время...

На экране – привет из детства – зрители, вместе с Профессором Почемучкиным, с удовольствием смотрят фрагмент старого, доброго мультика «Путаница» по стихотворению Корнея Чуковского.

Котята – хрюкают, поросята – мяукают, рыбы – по полю гуляют, жабы – по небу летают... Ералаш, да и только.

Профессора Почемучкина особо интересует история про море, спички и лисички.

*...Море пламенем горит,*

*Выбежал из моря кит:*

*«Эй, пожарные, бегите!*

*Помогите, помогите!»*

*Долго, долго крокодил*

*Море синее тушил*

*Пирогам, и блинами,*

*И сушёными грибами...*

– Что не так? – спрашивает Почемучкин, – не в мелочах, а принципиально. Назовите три неправильности!

– Всё не так! – возмущаются зрители:

– Нельзя тушить огонь пирогами и блинами – это раз!

– Я однажды уронил пиццу на горящую свечку и.., – улыбается Профессор.

– Кит не может бегать по суше, у него нет ног – это два!

<sup>1</sup> Внутренний диаметр трубки – 6мм, диаметр витка – 9,5см.

– А может автор приукрасил историю, и кит ради своего спасения просто выпрыгнул на берег.

– Тогда, может!

– А вот и нет!

– Вы нас запутали.

– Критично то, – поясняет Профессор, – что кит, оказавшийся на суше, лишится поддержки силы Архимеда и погибнет от силы тяжести, так как будет раздавлен собственным весом. С этим не поспоришь!

– И три! Уж точно нельзя поджечь море. Чистая вода не горит!

– Интересно было бы в этом убедиться, – приглашает Профессор Почемучкин к демонстрационному столу одного из свидетелей тех невероятных событий.

Помощник в карнавальной маске лисички появляется не с пустыми руками, в них трёхлитровая банка с надписью « $H_2O$ » и спички. Профессор обращает внимание зрителей на модель молекулы, висящую под потолком. Два красных шарика – атомы водорода ( $H$ ), синий – атом кислорода ( $O$ ), а палочки – межатомные связи. Из подобных молекул и состоит морская водица. Известно, что водород – горючий газ, а кислород – газ, поддерживающий горение. Логика лисичек – поджечь море, состоящее из «взрывоопасных» молекул, становится понятной.

– Лисичка, поджигай! – командует Профессор, подальше отойдя от стола и демонстративно заткнув пальцами уши: – Раз, два...

На «три!» горящая спичка опускается в банку с водой и... её пламя гаснет. После такого-то предисловия. (Но кое-кто поверил...).

– Интересно, почему не взорвалось? – удивляется Почемучкин и ответственно заявляет, что в обозримом будущем, вода, разложенная на составные части, заменит в машинах привычное топливо-бензин.

– Давайте напишем своё продолжение стихотворения, – предлагает он, – но поступим наоборот: не спичками зажжём море, а спички – морем (молекулами воды)!

В центр сцены выносится секретный столик и поясняется, что на нём.

Внутри колбы на раскалённой электроплитке – бурление и молекулы  $H_2O$  в двух состояниях – воды и пара.

– Кто из вас хоть раз видел водяной пар?..

– Все видели! Вон он из трубки наружу вырывается...

– Водяной пар – это отдельные молекулы воды, которые глаз человека из-за малости не видит, но когда пар охлаждается, то молекулы собираются в капли. Так что на некотором расстоянии от конца трубки мы видим лишь туманное облачко.

– Давайте измерим температуру пара.

Для этого всё готово: в штативе у конца трубки закреплён датчик температуры, а электронный прибор в руке уже показывает степень нагретости. Температура пара чуть ниже ста градусов<sup>2</sup> – температуры кипения воды. Проходя по трубке, он успевает охладиться.

– Таким водяным паром можно очень серьёзно обжечься<sup>3</sup>, но можно ли им зажечь спичку? Давайте прове-



<sup>2</sup> При нормальных условиях.

<sup>3</sup> Подумайте, почему пар обжигает сильнее кипящей воды.

рим!

Профессор отодвигает термодатчик, а Лисичка подносит к концу трубки головку большой каминной спички. Все замирают... Но нет, возгорания не происходит, лишь сера на спичке намокает. Видно, что температура недостаточна для воспламенения. Чтобы справиться с поставленной задачей, надо получить «перегретый» пар. И использование электроплитки большей мощности делу не поможет. Начинаем разбираться.

– Чем отличается холодное тело от горячего?..

Оказывается, скоростью движения частиц. Где быстрее, там горячее.

Мы вспоминаем<sup>4</sup> несколько формул школьной термодинамики и рассчитываем среднюю скорость движения молекул водяного пара над кипящей водой – 720 м/с.

– Нам этого мало. Необходимо разогреть пар до 250°C. Для этого требуется увеличить скорость движения молекул воды примерно в 1,2 раза, разогнав их до 850 м/с, – ставит задачу Профессор. Но как это сотворить? – вот в чём вопрос.

Поможет II закон Ньютона:

*Закон инертности и лени*

*всегда суровый даст урок:*

*лишь тот достоин ускоренья,*

*кто крепкий получил пинок!*

Мы разогреем медную трубку, и атомы меди в интенсивное колебательное движение. Они-то и будут раздавать «пинки», пролетающим молекулам  $H_2O$ .

Сказано-сделано. Профессор берёт в руки газовую горелку и производит её пламенем нагрев кольцевой части. Лисичка фиксирует изменения температуры пара по прибору и озвучивает их всем присутствующим. Перегретый пар в 250°C получен<sup>5</sup>!

Наступает момент истины – Лисичка в предвкушении подносит спичку к концу трубки<sup>6</sup>.

Зрители боятся моргнуть. Мгновения напряжённого ожидания и... спичка вспыхивает! Мы зажгли её молекулами воды. Восторг и аплодисменты. И пока горит спичка, Лисичка выдаёт стихотворный «экспромт»:

*А лисички взяли спички,*

*К морю синему пошли,*

*Спичку ту водой (указывает рукой на модель молекулы над головой) зажгли!*

– И помогла нам в этом наука! – подводит итог Профессор Почемучкин.



13.08.23

<sup>4</sup>  $E_{cp} = \frac{3}{2}kT$ , где  $E_{cp}$  – средняя кинетическая энергия частиц,  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – абсолютная температура.

$E_{cp} = \frac{m_0 v_{cp}^2}{2} \Rightarrow v_{cp} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ , где универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \times \text{К}}$ , а  $T = t + 273$ ;  $\mu = 18 \times 10^{-3}$

моль

<sup>5</sup> Нагрев занимает 2-3 минуты.

<sup>6</sup> Спичка располагается на расстоянии 1см от конца трубки, держат её наклонно, серой вниз; горелка при этом продолжает работать.