

## ДА БУДЕТ СВЕТ!

*Покупатель возвращает в магазин электрогирлянду.  
– Что, лампочки не горят? – интересуется продавец.  
– Горят...  
– А в чём тогда дело?  
– Не радуют!*

– Объявляю вам устный выговор за то, что сцена Театра Занимательной Науки плохо освещена! – учит уму-разуму своего помощника Профессор.

– Что я мог сделать? – разводит руками Лаборант, – перегорело несколько потолочных ламп, а запасных нет. Но есть полезный совет...

Полистав свой блокнот, он находит нужную запись, и зачитывает сей опус: «Если у вас перегорела лампа накаливания, не спешите её выбрасывать... Нагрейте лампочку до температуры 900°C, затем аккуратно снимите цоколь. Замените нить накаливания, откачайте воздух из колбы лампы и заполните её инертным газом. Затем опять нагрейте лампу до 900°C и поставьте цоколь на место. Отремонтированная лампа будет служить долго и надёжно».

Комментарии излишни.

– Лаборант, вы лучше скажите, есть ли у вас ... солёный огурчик?

– Что?!

– Маринованный тоже подойдёт.

– Профессор, я не пойму, зачем он вам понадобился?

– Так есть или нет?

– Найдётся.

– Объявляю благодарность! Мы заставим огурчик светиться, и помогут нам в этом наши зрители.

На экране появляется тест «Как превратить солёный огурчик в источник света?» и участникам представления предлагают голосовать аплодисментами за последовательно озвучиваемые варианты. Чем больше в зале согласных, тем громче амплитуда звуковых колебаний.

На самом деле Ведущие с самого начала представления желают расшевелить зрителей, включить их в игру и пояснить её правила. Не желают, чтобы гости были пассивными. Итак, чтобы огурчик засветился, необходимо:

*a) посыпать его радиоактивными кристаллами NaCl.*

В зале тишина.

– А знают ли присутствующие, что собой представляет соединение опасного элемента *Na* и ядовитого газа *Cl*? – интересуется Лаборант, – давайте кого-нибудь спросим...

– Таким образом, мы получим суперсолёный, но не светящийся огурчик, – закрывает тему Профессор, – да и с радиацией шутки плохи, вон как первые ряды напряглись.

*b) подвергнуть воздействию сильного магнитного поля.*

Раздаётся несколько одиноких хлопков и комментариев Лаборанта:

– Не ожидаете ли вы, что огурец, подобно стрелке компаса в магнитном поле Земли, начнёт вращаться, да так, что в плотных слоях атмосферы засветится падающим метеором? Магнитное поле Земли не настолько сильное и переменчивое.

*c) наэлектризовать.*

Лаборант: – Об электризации трением знает любой семиклассник.

Умеренные аплодисменты подтверждают это.



Профессор: – Нужно всего лишь привести в соприкосновение два разнородных материала – например, потереть наш мокрый огурчик о сухие волосы тех, кто поддержал эту идею.

Лаборант: – Не стоит, заряд сразу стечёт с подопытных.

*d) вставить вместо лампочки в патрон.*

Тишина с улыбками.

– Шутите? – любопытствует Лаборант, – лучше скажите, кто составлял этот тест?

– А как вы догадались, что я? – удивлён Профессор.

– По почерку! – вглядываясь в машинный шрифт, улыбается Лаборант.

*e) охладить до температуры, при которой наступает сверхпроводимость.*

– А знают ли наши гости значение этих температур?..

Приходим к коллективному заключению: огурчик превратится в ледышку. Чтобы породить кванты света, энергия должна не отбираться, а поступать!

*f) воткнуть в него полупроводниковый диод.*

Громкие аплодисменты от незнающих теорию *p-n* перехода.

– Диод – это такая штучка, которая пропускает ток в одном направлении, но энергии не даёт. Хоть обвешайтесь диодами – останетесь в темноте.

*g) поджечь в газовой смеси, состоящей из 80%  $N_2$  и 20%  $O_2$ .*

Это последний вариант и, должно быть, зрелищный. Наверное, поэтому особо востребованный.

– На счёт три глубоко вдохните! – командует залу Профессор. – Замерли! Подумали о смеси, которую набрали в лёгкие... А теперь выдохните... воздух! И задумайтесь о перспективе предстоящего поджога...

Тест закончен. Разброс зрительских мнений велик. Да и большинство голосов – не критерий для истины.

– Профессор, мы так и не нашли решение. Может быть, его нет?

– Друзья, вы пропустили его за весёлым гаданием. Предлагаю для начала изучить явление изнутри, понять его суть. Для этого мне потребуются помощники из зала...

Ведущие вызывают на сцену пять человек, вешают на шею каждому «медаль» с фрагментом формулы и произвольным образом выстраивают их в шеренгу на краю сцены.

– По порядку становись! – даёт команду Профессор.

Присутствующие в зале при необходимости помогают. В результате получается единственно возможная формула.

– Прошу любить и жаловать, закон Джоуля-Ленца, представляет Профессор школьного знакомого, – количество теплоты, выделяемое в неподвижном проводнике при прохождении по нему тока, прямо пропорционально...

Лаборант: – А теперь сообразите, какой из предложенных ранее вариантов решения теста, соответствует данному закону?

Зрители: – Надо вставить огурчик вместо лампочки в патрон!

– Друзья, а знаете ли вы, чем занимаются физики в свободное от работы время? – озадачивает Профессор.

– Они создают модели процессов, которые затем изучают, – подсказывает Лаборант. – Грубая и простая модель – похожа на шарж, подробная – на картину... Мы хотим разобраться, что будет происходить при прохождении по огурчику тока, поэтому нам нужна модель – простая и действенная.

– Вы будете моей моделью, моделью солёного огурчика! – делает неожиданное для всех заявление Профессор.

– Вы солёный огурчик! Приветствуем наших героев! – представляет он каждый кусочек растерявшегося огурчика, – первый, второй...

– А теперь, – призывает он зал, – присмотритесь к созданной модели и скажите, чем она не похожа на реальный объект?

Модельный огурец сразу же начинают обвинять. Но на его защиту встаёт Лаборант.

– Несъедобен!

– А мы не в едальном заведении находимся, а в лаборатории ТЗН!

– Не мокрый и не солёный!

– Ошибаетесь, в теле человека есть вода, а точнее её солевой раствор. И если Вы на 70% состоите из воды, а огурец на 90%, то несложно подсчитать, что Вы на 78% огурец!

– Нет пупырышков, и цвет не зелёный! – оговаривает себя Огуречный Кончик.

– В таких деталях наша модель не нуждается, но если желаете, я принесу для вас ведёрко холодной зелёнки!..

– Это же не огурец, а его отдельные дольки! – догадывается кто-то.

– А вот это для нас кардинально! «Возьмёмся за руки, друзья, возьмёмся за руки, друзья, чтоб не пропасть поодиночке!» – призывает Лаборант словами песни Булата Окуджавы исправить ситуацию.

Профессор ставит перед Огурчиком задачу – войти в образ и показать прохождение через себя электрического тока. Не умирать!

Лаборант достаёт большую бутафорскую розетку и вилку с верёвочными «проводами».

– Потом скажете спасибо! – помогает Профессор надеть Последнему Кусочку на свободную руку перчатку. («Ружьё на стене выстрелит»).

Огуречные Кончики, зажимают в кулаках концы верёвочных проводников.

– Первая попытка. Прохождение тока через солёный огурчик! Подать напряжение! – запускает процесс Профессор.

– Есть подать напряжение! – вторит ему Лаборант и вставляет вилку в розетку.

В лучшем случае Огурчик подёргивается отдельными частями, в худшем – бездействует.

«Не верю!», – сказал бы Станиславский. Лаборант извлекает вилку из розетки. Для импровизации нужны условия. И Ведущие их создают. Напоминают, что для существования электрического тока в среде необходимо наличие:

- 1) свободных электрических зарядов.
- 2) электрического поля (напряжения на концах проводника), которое приводит свободные заряды в упорядоченное движение.

Раз! И в руках у Огурчика появляется прозрачная пластиковая труба, удерживаемая горизонтально, а внутрь неё помещается несколько цветных мячиков-«ионов».

Два! При наклоне трубы-«подаче напряжения» мячики катятся в одну сторону.

В случае с огурцом – условия выполнены – току быть!

– Скажите, – обращается Профессор к зрителям в зале, – что за червячок на розетке подползает к числу 220?..

Зритель: – Примерно 220!

Профессор: – В этой шутке, лишь доля шутки, а мгновенное напряжение в розетке принимает всевозможные значения от минус 311В до плюс 311В.



– Переменное напряжение.

– Выходит, что ток, создаваемый таким напряжением, будет постоянно менять своё направление, – заключает Лаборант.

В подтверждение сказанному шарики в трубке начинают перекачиваться из стороны в сторону.

– Переменный ток – это волновой процесс! Давайте изобразим волну, – предлагает Лаборант, – пусть сначала приседает первый участник, как только он встанет – присядет второй и так далее.

Вторая попытка проходит слаженно, но заканчивается чересчур быстро. Волна в огурце затухает, дойдя до его конца.

– Мы с вами присутствуем при удивительном явлении – напряжение есть, а ток прекратился! – иронизирует Профессор.

– Процесс должен продолжаться, пока вилка не вынута из розетки. Волна должна накатывать за волной. К тому же, опять не по Станиславскому! Вспомните, значение стандартной частоты (от слова «часто», а не «чисто»?) тока в нашей сети?..

– Пятьдесят герц.

(Не верьте тому, кто скажет «шестьдесят», он – американский шпион).

– Друзья, быстрее надо присесть и вставать, резче... Пятьдесят раз в секунду!

К третьей попытке Ведущие готовятся основательно, обсуждают со зрителями ряд вопросов:

1. Через какой Кусочек огурчика проходит больший ток ( $I$ )?  
(Не через первый и не тот, у которого медалька с соответствующим обозначением... Кусочки соединены последовательно, значит, токи одинаковы).
2. Какой из Кусочков больше время ( $\Delta t$ ) находился под напряжением?  
(Все одинаково).
3. Какой Кусочек обладает большим сопротивлением ( $R$ )?  
(Не тот, что выше или толще, а тот, что в перчатке, у него сопротивление контакта большое).

Профессор обращается к зрителю в перчатке: – Самое время сказать «спасибо».

Зритель на автопилоте: – Спасибо!

Профессор: – За что?..

Зритель – растерян.

Профессор: – Вам повезло больше всех. На Вас, согласно закону Джоуля Ленца, выделится максимальное «Ку» ( $Q$ )! Вы понимаете, что это значит? Вам предстоит, в меру своих сил и фантазии, в нужный момент засветиться от этого счастья. А мы со зрителями поможем в этом аплодисментами.

Заключительная попытка проходит веселее всего. Профессор пожимает помощникам руки и предлагает им занять места в зале, ведь настало время реального эксперимента. Огурец покидает рассол и предстаёт перед Профессором насаженным на вилку. Тот придирчиво рассматривает его:

– Коллега, мне нужен огурец длиной  $n$  миллиметров, а не  $n + 5$ ! Идите в зал и исправьте с помощью зрителей свою ошибку.

Лаборант организует откусывания зрителями огурчика: с одной стороны трёх миллиметров, а с другой – двух. Один юноша достаёт из кармана линейку... Ведущие приветствуют озорной экспромт.



Получив у дегустаторов подтверждение, что электролит хороший, Профессор предоставляет своему коллеге возможность отличиться:

– Хочу спросить Вас как учёный учёного, Вы возьмётесь вкручивать мокрый огурец руками в электрический патрон?

– Конечно, ... нет! – не желает тот становится жертвой науки.

– И я тоже! – сознаётся его наставник.

– Зато у нас есть целый зал желающих экспериментировать, – радуется Лаборант, – и если вдруг произойдёт КЗ (короткое замыкание), то не по нашей с вами вине.

Но приглашённой на сцену девушке явно не до шуток.

– Какие средства электрозащиты нам потребуются? – просят Ведущие помощи зала.

И вот уже девушка экипирована защитными очками и диэлектрическими перчатками (не более чем для антуража). Лаборант ставит ей на ладони освобождённый от рыбок шарообразный аквариум. Профессор втыкает в огурец с двух сторон по столовой вилке, провода от которых заканчиваются вилкой электрической. Её он передаёт Лаборанту. Огуречная «нить накаливания» помещается на дно аквариума в положении, видимом наблюдателями по всей длине. Перед началом демонстрации присутствующих призывают обратить внимание на три огуречных момента:

1. Будет ли светиться весь огурец или, согласно предсказанию, с одного конца?
2. Загорится сразу или спустя некоторое время?
3. Каким цветом будет сиять самодельная «лампа»?

– Друзья, как вы думаете, чем закончится наша затея? – интересуется её главный идеолог.

– Только от неожиданности не бросайте аквариум в зал, – просит Лаборант.

– А я отойду подальше, чтобы увидеть картину во всей красе! – предусмотрительно решает Профессор.

– Как говорят электрики, – начинает он, а зал подхватывает за ним окончание известной фразы, – да будет свет!

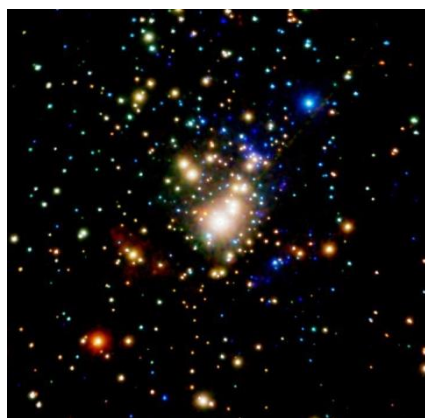
– Есть, подать напряжение! – вставляет Лаборант вилку на этот раз в реальную розетку (220В). Через несколько секунд раздаётся шипение и один из концов огурца начинает светиться. Не долго, менее десяти секунд. Но это вызывает зрительский восторг и аплодисменты. Аквариум изнутри постепенно покрывается конденсатом, раскалённая вилка утрачивает контакт с огурцом и «лампа» выключается. Девушка отворачивает нос от горелого огурца.







– Друзья, а ведь в зале действительно стало светлее, по крайней мере, от улыбок! – замечает довольный Профессор.



Результат требует осмысления. Ведущие начинают с конца – с цвета. С оранжевого свечения.

– Посмотрите на небо в «огурцах» – разноцветных звёздах, – демонстрируют они



Класс	Температура пов-ти (К)	Цвет
<b>O</b>	26000-35000	голубой 
<b>B</b>	12000-25000	бело - голубой 
<b>A</b>	8000-11000	белый 
<b>F</b>	6200-7900	жёлто - белый 
<b>G</b>	5000-6100	жёлтый 
<b>K</b>	3500-4900	оранжевый 
<b>M</b>	2600-3400	красный 

на экране снимок, полученный вне атмосферы. «Открылась бездна, звезд полна...» Видите, как в вышине «Один Бритый Англичанин Финики Жуёт Как Морковь» (по гарвардской спектральной классификации звёзд) – цвет звезды (и огурца) зависит от его температуры. Вот и определите, к какому классу звёзд примерно относится наш светящийся огурчик?..

– К классу «К», оранжевого цвета и температурой 3500К – ниже, чем на поверхности Солнца (поэтому огурчик не даёт дневного света).

Огуречная лампа загорелась не сразу, а спустя 2-3с.  $\Delta t$  потребовалось для того, чтобы выделилось достаточно тепла (см. закон Джоуля – Ленца) и вещество разогрелось до нужной температуры.

Свечение наблюдалось с одного конца.

– Но почему у одной вилки, а не у другой? – возникает закономерный вопрос.

– Случайность. По какой-то причине контакт огурца с ней оказался хуже, а сопротивление – больше. А там, где больше сопротивление – выделяется больше тепла. Рассол нагревался и превращался в пар, контакт становился всё хуже, а сопротивление больше. Огурчик оказался саморазогревающимся с одного конца.

– Профессор, навряд ли наши зрители после всего увиденного и услышанного будут использовать огурцы для освещения, – замечает Лаборант.

– Кто знает, – сомневается тот, – в 2008 году при запуске большого адронного коллайдера (БАКа) сопротивление контактов одного из сверхпроводящих магнитов оказалось большим, и при их включении произошла «большая огуречная трагедия» (БОТ на БАКе), исправление которой стоило 40 млн. швейцарских франков. Так что мой вам совет: будете чинить розетку или выключатель – крепко прикручивайте провода, во избежание плохого контакта и его нагрева. И тогда, непременно, будет свет!



13.09.17