

Тема урока

□ Нагревание
проводников
электрическим током.
Закон Джоуля-Ленца

Цель урока

1. объяснить явление нагревания проводников электрическим током;
2. установить зависимость выделяющейся при этом тепловой энергии от параметров электрической цепи;
3. сформулировать закон *Джоуля – Ленца*;
4. формировать умение применять этот закон для решения задач.

1. Что называют электрическим током?

(Упорядоченное движение заряженных частиц)

2. Что представляет собой электрический ток в металлах?

(Электрический ток в металлах представляет собой упорядоченное движение свободных электронов)

3. Какие действия тока вам известны?

(Тепловое, электрическое, магнитное, химическое)

4. Какие три величины связывают закон Ома?

(I, U, R; сила тока, напряжение, сопротивление.)

5. Как формулируется закон Ома?

(Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.)

6. Чему равна работа электрического тока на участке цепи?

*($A=U*I*t$)*

(Во всех явлениях, происходящих в природе, энергия не возникает ни откуда и ни куда бесследно не исчезает. Она только превращается из одного вида в другой.)

Потребители электрического тока

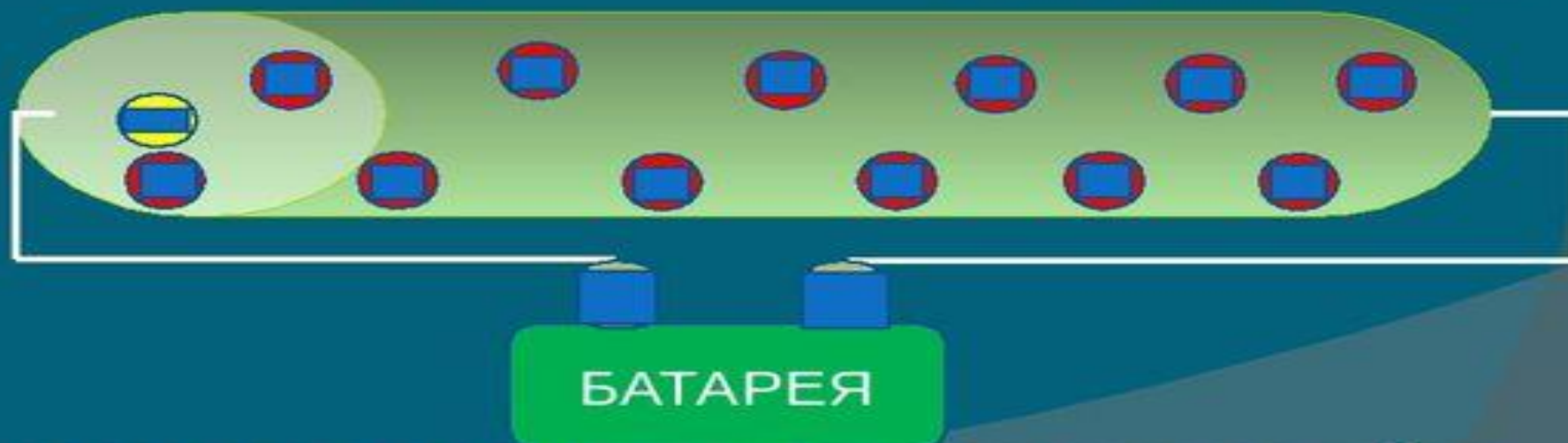
Какой прибор не вписывается в общий ряд? Уберите лишний.
Чем ты руководствовался, делая выбор?
Какое действие электрического тока проявляется в выбранных приборах?
(Тепловое)



Почему же проводники нагреваются?

Рассмотрим на примере движения одного электрона по проводнику

Электрический ток в металлическом проводнике – это упорядоченное движение электронов. Провод – это кристалл из ионов, поэтому электронам приходится «течь» между ионами, постоянно наталкиваясь на них. При этом часть кинетической энергии электроны передают ионам, заставляя их колебаться сильнее. Кинетическая энергия ионов увеличивается, следовательно увеличивается внутренняя энергия проводника, и следовательно его температура. А это и значит что, проводник нагревается.



В неподвижных металлических проводниках вся работа электрического тока идёт на увеличение его внутренней энергии.

Переход работы тока в теплоту

- Электронны направленно движутся
- Сталкиваются с ионами
- Передают им часть энергии
- Ионы колеблются быстрее
- Увеличивается внутренняя энергия проводника
- Выделяется теплота
- По закону сохранения и превращения энергии

$$A = Q$$

Вывод закона Джоуля - Ленца

Работа тока

$$A = IUt$$

$$A = Q$$

Количество теплоты

$$Q = IUt$$

$$U = IR$$

$$Q = I \cdot I \cdot R \cdot t$$

$$Q = I^2 R t$$

$$I = U/R$$

$$Q = U \cdot t \cdot U/R$$

$$Q = U^2 t / R$$

Единица измерения теплоты в СИ: Джоуль



Физминутка

Очень физику мы любим!

Шеей влево, вправо крутим.

*Воздух – это атмосфера, если правда, топай
смело.*

В атмосфере есть азот, делай вправо поворот.

Так же есть и кислород, делай влево поворот.

Воздух обладает массой, мы попрыгаем по классу.

К учителю повернёмся и дружно улыбнёмся!

Исследование зависимости количества выделяемой теплоты от параметров цепи

- От чего может зависеть выделяемая теплота в электрической цепи?

Гипотеза 1

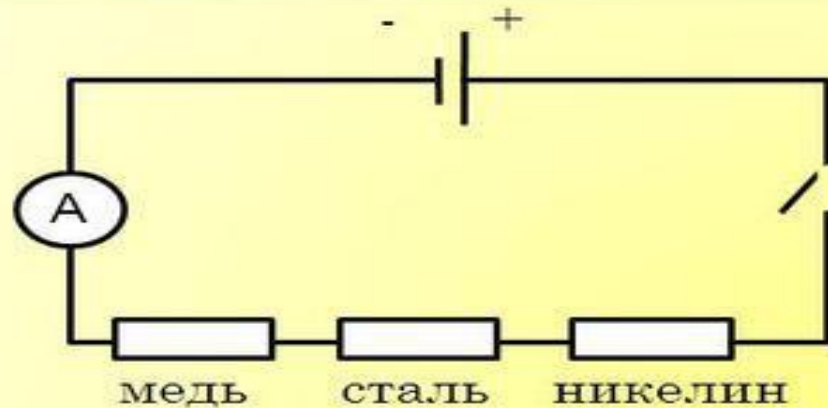
Количество теплоты зависит от силы тока в цепи

Гипотеза 2

Количество теплоты зависит от сопротивления проводника

Соблюдайте технику безопасности!

Нагревание проводников электрическим током



Вещество	Удельное сопротивление, Ом·мм ² /м	Нагрев
медь	0,017	слабый
сталь	0,1	средний
никелин	0,42	сильный

$$Q = I^2 R t$$

Нагревание проводников электрическим током зависит от их сопротивления. Чем больше сопротивление проводника, тем сильнее он нагревается.

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Чтобы проводник нагревался сильнее, он должен обладать большим удельным сопротивлением.

Следовательно количество теплоты зависит не только от силы тока, но и от того, из какого вещества изготовлен проводник. Точнее - от электрического сопротивления проводника (R)



Вещество	Удельное сопротивление Ом мм ² /м	Нагрев проводника
Медь	0,017	слабый
Сталь	0,1	средний
Никелин	0,42	сильный

Чтобы проводник нагревался сильнее, он должен обладать большим удельным сопротивлением

Сделаем вывод

От чего зависит количество теплоты в проводнике с током?

Количество теплоты, которое выделяется при протекании электрического тока по проводнику, зависит от силы тока в этом проводнике и от его электрического сопротивления.

Закон определяющий тепловое действие тока.

ЗАКОН ДЖОУЛЯ-ЛЕНЦА



Джеймс Прескотт Джоуль (1818-1889 гг.) - английский физик.

Обосновал на опытах закон сохранения энергии.

Установил закон определяющий тепловое действие электрического тока. Вычислил скорость движения молекул газа и установил её зависимость от температуры.

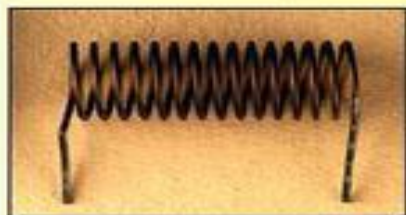


Ленц Эмилий Христианович (1804 – 1865) - русский физик.

Один из основоположников электротехники. С его именем связано открытие закона определяющего тепловые действия тока, и закона, определяющего направление индукционного тока.

Нагревание проводников электрическим током

Вещество	Удельное сопротивление, Ом·мм ² /м	Температура плавления	Применение
медь	0,017	1085	Соединительные провода
алюминий	0,028	660	Соединительные провода
вольфрам	0,055	3387	Нить накала в эл. лампах
никелин	0,42	400	Реостаты
нихром	1,1	1100	Нагревательные элементы электрических бытовых приборов (эл. печей, плиток, паяльников и т.д.)
фехраль	1,3	1100	Мощные электроагрегательные устройства промышленных печей
Фарфор	10 ²⁰		?



Нагревательный элемент представляет собой проводник с большим удельным сопротивлением и высокой температурой плавления.



MyShared

Электрические нагревательные приборы

Проводник

Нагреватель

Проводник

Изолятор



Любой электронагреватель состоит из пары проводников с низким сопротивлением (для подвода энергии), соединенных проводником с высоким сопротивлением (собственно нагревателем), а в остальных местах разделенных изолятором. При этом вся конструкция (по крайней мере в зоне нагрева) должна выдерживать рабочую температуру нагревателя.



MyShared



Вставить пропущенные в формулах буквы.
Выразить единицы измерения.

$I = */R$	$U = A/*$	$I = */t$
$P = */t$	$P = I*$	$P = *R$
$A = *q$	$Q = I**$	$* = IR$
$1\text{кВт} = \quad \text{Вт}$	$1\text{МВт} = \quad \text{Вт}$	$250\text{ мА} = \quad \text{А}$
$1\text{мВт} = \quad \text{Вт}$	$1\text{МОм} = \quad \text{Ом}$	$0,7\text{кОм} = \quad \text{Ом}$

Решим задачу

Определить количество теплоты, выделяемое проводником, сопротивление которого 35 Ом, в течении 5 минут. Сила тока в проводнике 5 А.

Дано:

$$R=35 \text{ Ом}$$

$$t=5 \text{ мин}$$

$$I=5 \text{ А}$$

$$Q = ?$$

Си

-

$$300 \text{ с}$$

-

Решение:

$$Q=I^2Rt$$

$$Q= (5\text{А})^2 \cdot 35 \text{ Ом} \cdot 300 \text{ с} = 262500\text{Дж} = \\ = 262,5 \text{ кДж}$$

Ответ: $Q=262,5 \text{ кДж}$

Формулой $Q = I^2Rt$ удобно пользоваться при расчете количества теплоты, которое выделяется в проводниках при последовательном соединении, так как в этом случае ток во всех проводниках один и тот же ($I = I_1 = I_2$).

Поэтому при последовательном соединении нескольких проводников в каждом из них выделяется количество теплоты, пропорциональное сопротивлению.

Т.е. чем больше R , тем больше Q и наоборот.

При параллельном соединении проводников ток в них различен, но напряжение на концах цепи одно и то же ($U = U_1 = U_2$). И поэтому расчет количества теплоты при таком соединении удобнее вести по формуле $Q = U^2t/R$.

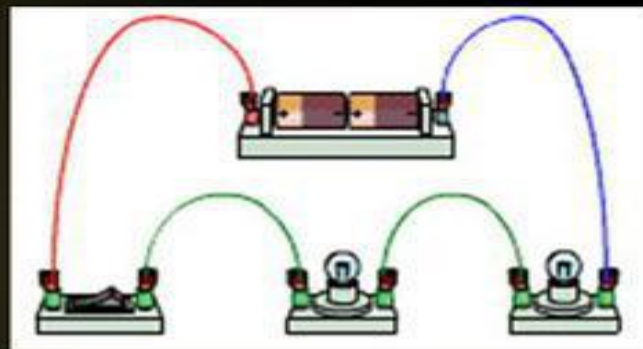
Эта формула показывает, что при параллельном соединении в каждом проводнике выделяется количество теплоты, обратно пропорциональное сопротивлению, Т. е. чем больше R , тем меньше Q .

Две лампочки сопротивлением
80 Ом и 160 Ом включены
в цепь:

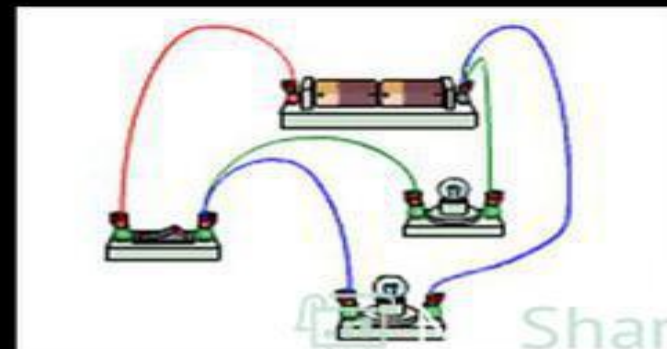
- а) последовательно;
- б) параллельно.

В какой из них выделится
больше тепла?

а)



б)



Shared

Систематизация знаний

1. В чем проявляется тепловое действие тока?

(В нагревании проводника)

2. Как можно объяснить нагревание проводника с током?

(Движущиеся электроны взаимодействуют с ионами кристаллической решетки и передают им свою энергию)

3. Какие превращения энергии происходят при протекании тока через проводник?

(Электрическая энергия превращается во внутреннюю)

4. Как по закону Джоуля – Ленца рассчитать количество теплоты, выделяемое в проводнике?

$$(Q=I^2Rt)$$



Лампа накаливания

Путь развития искусственного освещения был долгим и сложным. С доисторических времен и до середины XIX века человек применял для освещения своего жилища:



- пламя факела;
- лучину;
- масляный светильник;
- свечу;
- керосиновую лампу.

Тела при температуре 800°C начинают излучать свет.

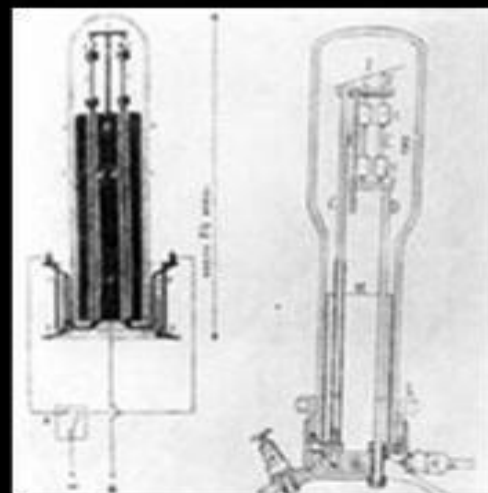
- У светящейся вольфрамовой нити температура $2\ 700^{\circ}\text{C}$;
- на поверхности Солнца – $6\ 000^{\circ}\text{C}$;
- звезды имеют температуру более $20\ 000^{\circ}\text{C}$



Первыми электрическими лампами были лампы накаливания, которые служат нам до сих пор. Их свет считается оптимальным для восприятия человеческим глазом. Но у них есть один существенный недостаток: приблизительно 95% их энергии преобразуется в тепло, и лишь 5% остается на долю света.



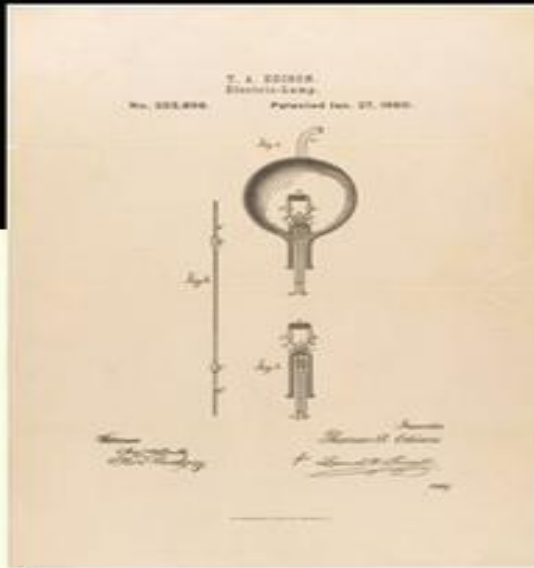
Лодыгин
Александр Николаевич



Лампа Лодыгина

У электрической лампочки нет одного-единственного изобретателя. История лампочки представляет собой целую цепь открытий, сделанных разными людьми в разное время.

Лодыгин первым предложил применять в лампах вольфрамовые нити и закручивать нить накаливания в форме спирали. Лодыгин первым стал откачивать из ламп воздух, чем увеличил их срок службы во много раз. Другим изобретением Лодыгина, направленным на увеличение срока службы ламп, было наполнение их инертным газом.



(1847 – 1931)

Томас Эдисон

1879 год

Изобретатель – Томас Эдисон –

«Лампа накаливания»

 MyShared

1878 год

Лампа с электрической дугой –
«Свеча П.Н.Яблочкова»



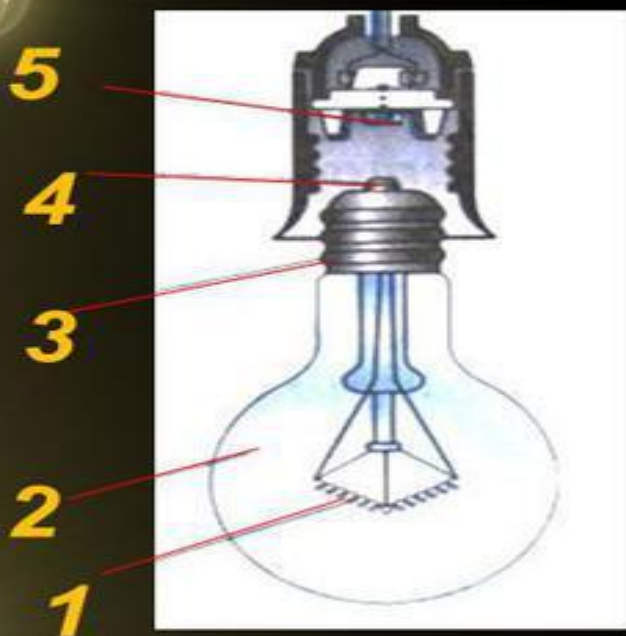
23 марта 1876 года Павел Николаевич Яблочков (1847-1894) получил первый в мире патент на изобретение электрической лампы. Русский электротехник П.Н. Яблочков изобрел лампу с электрической дугой, названную «свечой Яблочкова». Такие свечи в 1878 году были установлены на улицах и площадях Парижа, а потом они появились в Москве и Петербурге.

Лампу П.Н. Яблочкова в Европе современники называли «русским светом», в России — «русским солнцем».



MyShared

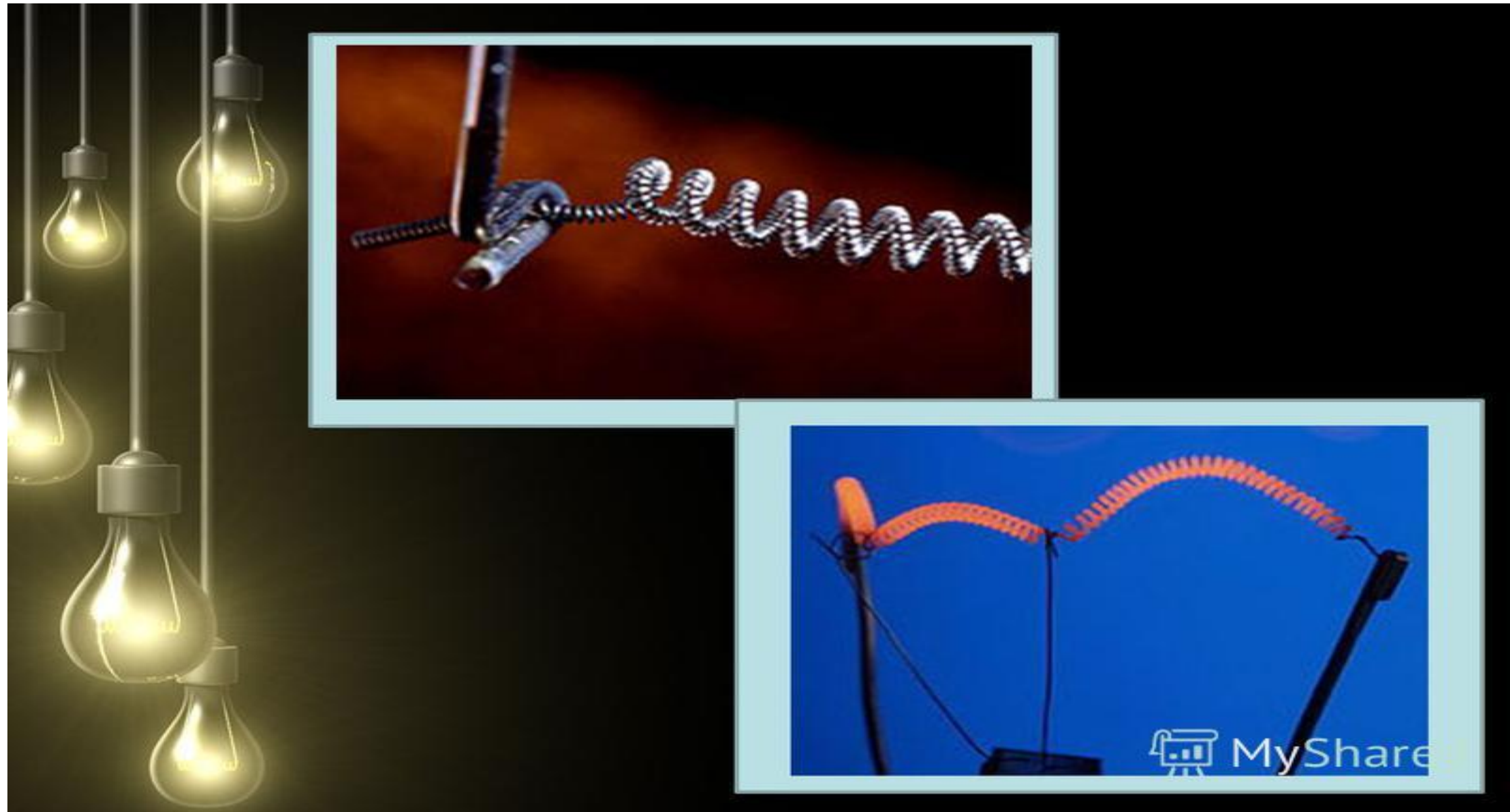
Устройство современной лампочки накаливания



1. Вольфрамовая спираль
2. Стекланный баллон
3. Цоколь лампы
4. Основание цоколя
5. Пружинящий контакт



MyShared



Вопросы:

1. Что общего в устройстве и принципе действия всех ламп накаливания?
2. Почему для изготовления спирали берут вольфрам?
3. Почему из стеклянного баллона откачивают воздух?
4. Почему баллон заполняют инертным газом?
5. Что означают цифры на цоколе или баллонах ламп?
6. На какие напряжения рассчитаны лампы накаливания, выпускаемые промышленностью?



Галогенные лампы

В последнее время получают распространение галогенные (в частности йодные) лампы, в которых баллон заполнен парами йода. Йод способен соединяться с вольфрамом при низкой температуре, образуя йодид вольфрама. Это обеспечивает возврат вольфрама на нить и увеличивает срок службы нити. Галогенные лампы светятся ярче и дольше обычных. В настоящее время галогенные лампы находят широкое применение в прожекторах, на крыльях самолетов, в автомобильных фарах, а также в обычных светильниках и подсветках дома.



Газосветные лампы

В газосветных лампах используется свойство разреженных газов светиться при прохождении через них электрического тока. Свет, излучаемый такой лампой, зависит от природы газа.

- Неон дает – красный;
- аргон – синий;
- гелий – желтый цвет.

Эти лампы нашли себе применение для устройства вывесок, реклам, иллюминации. Наша промышленность выпускает также лампы, в стеклянных трубках которых находятся разряженные ртутные пары. Эти лампы получили название люминесцентных ламп. Они более экономичные. Их КПД около 20 %.

Энергосберегающие лампы



преимущества:

- невысокое выделение тепла, что дает возможность ставить лампы большой мощности в компактные светильники и светильники с хрупким стеклом;
- экономия до 80% электроэнергии при том же уровне освещенности;
- срок службы, превышающий срок службы ламп накаливания от 6 до 15 раз;
- равномерное и мягкое рассеяние света; возможность давать свет разной цветовой температуры.
- экономия средств.

Лампа накаливания



Преимущества:

- малая стоимость
- небольшие размеры
- ненужность пускорегулирующей аппаратуры
- быстрый выход на рабочий режим
- невысокая чувствительность к сбоям в питании и скачкам напряжения
- отсутствие токсичных компонентов и как следствие отсутствие необходимости в инфраструктуре по сбору и утилизации
- возможность изготовления ламп на самое разное напряжение (от долей вольта до сотен вольт)
- отсутствие мерцания и гудения при работе на переменном токе
- не боятся низкой температуры окружающей среды

Недостатки:

- низкая световая отдача
- относительно малый срок службы
- хрупкость и чувствительность к удару
- придаёт свету желтоватый оттенок
- при термоударе или разрыве нити под напряжением возможен взрыв баллона
- лампы накаливания представляют пожарную опасность. Через 30 минут после включения лампы накаливания температура наружной поверхности достигает в зависимости от мощности следующих величин: 40 Вт — 145 °С, 75 Вт — 250 °С, 100 Вт — 290 °С, 200 Вт — 330 °С. При соприкосновении ламп с текстильными материалами их колба нагревается ещё сильнее.

Замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы.

Участок	кол-во ламп	Тип	Мощность, Вт	Время работы, час/год	Потребляемая мощность, Вт/год	Альтернатива тип	Мощность, Вт	Время работы, час/год	Потребляемая мощность, Вт/год	Ожидаемая экономия, Вт/год	Ожидаемая экономия, руб/год
Зал	3	Лампа накаливания	100	1752	525600	SP20	20	1752	105120	420480	883,01
Спальня	3	Лампа накаливания	100	1314	394200	SP20	20	1314	78840	315360	662,26
Кухня	1	Лампа накаливания	100	1752	175200	SP20	20	1752	35040	140160	294,34
Прихожая	2	Лампа накаливания	100	1314	262800	SP20	20	1314	52560	210240	441,50
Коридор	1	Лампа накаливания	75	3504	262800	SP15	15	3504	52560	210240	441,50
Итого					1620600				324120	1296480	2722,61

Энергосберегающая лампа Wolta "Спираль"						
SP11	8000 часов	11W	55W	E27	100,40	
SP15	8000 часов	15W	75W	E27	108,10	
SP18	8000 часов	18W	90W	E27	124,74	
SP20	8000 часов	20W	100W	E27	130,59	

Тариф 2,1 руб/кВтч

Участок	кол-во ламп	Стоимость, руб	Экономия, руб/год	Время за которое окупается замена ламп, год	Время за которое окупается замена ламп, мес.
Зал	3	391,77	883,01	0,44	5
Спальня	3	391,77	662,26	0,59	7
Кухня	1	130,59	294,34	0,44	5
Прихожая	2	261,18	441,50	0,59	7
Коридор	1	108,1	441,50	0,24	3
Итого		1283,41	2722,61	0,47	6



Лампочка - долгожитель

Сколько может работать электрическая лампочка? Без перерыва и замены? Год, два? 107 лет! Именно столько работает лампа, установленная в пожарном депо города Ливермора в штате Калифорния.

Лампочка из Ливермора впервые была установлена на свое рабочее место еще в 1901 году. Над миром катились войны, революции, мировые кризисы, а она все светила и светила. В настоящий момент ее можно увидеть на пожарной станции по адресу 4550 Ист-Авеню. Необычно долгий срок жизни позволил занять ей свое место в книге рекордов Гиннеса – как самой старой и работающей лампе в мире.

Обычная электрическая лампочка живет всего-то около 1000 часов!..



ВЫВОД

Разница между обычной лампочкой и энергосберегающей хорошо прослеживается на протяжении 5 лет. Вроде экономия 2264 рублей за этот период не сильно впечатляет, но если умножить эту цифру на количество лампочек во всей квартире, то сумма выходит вполне внушительная. К примеру, 10 лампочек - 22640 руб за 5 лет, 377 рублей **ежемесячной** экономии.



Расчет количества сэкономленной электроэнергии





Цена, мощность и срок службы одной лампы



	Цена одной лампы	Мощность	Срок службы
Лампа накаливания	8 рублей	100Вт= 0,1кВт	1 год
Энергосберегающая лампа	120 рублей	20Вт= 0,02кВт	10 лет

Пусть ежедневно лампа работает,
в среднем 3 часа.

Количество часов работы лампы в 1 месяц:
 $3 \text{ ч} * 30 \text{ дн.} = 90 \text{ ч.}$

Значит, количество израсходованной
электроэнергии
при использовании 1 лампы накаливания
в течение 1 месяца составляет :

$$0,1 \text{ кВт} * 90 \text{ ч} = 9 \text{ кВт}$$

Расчет израсходованной электроэнергии
за 1 год:

$$9 \text{ кВт} * 12 \text{ месяцев} = 108 \text{ кВт}$$



Расчет израсходованной электроэнергии
при использовании **энергосберегающих ламп:**

$0,02\text{кВт} * 90\text{ч} = 1,8\text{ кВт}$ – потребляемая
электроэнергия **за 1 месяц.**

Расчет израсходованной электроэнергии
за 1 год:

$1,8\text{кВт} * 12\text{месяцев} = 21,6\text{ кВт}.$



Экономия: $108 - 21,6 = 86,4\text{ кВт}$

Количество израсходованной электроэнергии
при использовании **лампы накаливания**
за 10 лет составляет:
 $108 * 10 \text{ лет} = 1080 \text{ кВт}$.

Количество израсходованной электроэнергии
за 10 лет при использовании одной
энергосберегающей лампы составляет:
 $21,6 * 10 \text{ лет} = 216 \text{ кВт}$.

Итак, экономия от одной лампы за 10 лет:
 $1080 - 216 = 864 \text{ кВт}$

А если учесть, что у нас в доме 5 комнат,
требующих освещения
и в каждой висит по одной лампе, то
получается за 10 лет **5 ламп накаливания**
потребляют:

$$1080 \text{ кВт} * 5 = \mathbf{5400 \text{ кВт}}$$

5 энергосберегающих ламп:

$$216 \text{ кВт} * 5 = \mathbf{1080 \text{ кВт}}$$

Расчет экономии за 10 лет:

$$5400 \text{ кВт} - 1080 \text{ кВт} = \mathbf{4320 \text{ кВт}}$$

Расчет стоимости израсходованной электроэнергии



Расчет стоимости израсходованной
электроэнергии при использовании
лампы накаливания:

9 кВт – потребляемая электроэнергия за 1
месяц.

Стоимость 1 кВт*ч в нашем селе составляет
1 руб.40коп.

Значит, израсходованная электроэнергия
за 1 месяц составляет:

$$9 \text{ кВт} * 1,4 \text{ руб.} = 12,6 \text{ руб.}$$

за 1 год:

$$12,6 \text{ руб} * 12 \text{ месяцев} = 151,2 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости израсходованной
электроэнергии при использовании
энергосберегающих ламп:

1,8 кВт – потребляемая электроэнергия за 1 месяц.

Стоимость израсходованной электроэнергии
за 1 месяц составляет:

$$1,8 \text{ кВт} * 1,4 \text{ руб.} = 2,52 \text{ руб.}$$

за 1 год:

$$2,52 \text{ руб} * 12 \text{ месяцев} = 30,24 \text{ руб.}$$

Итак, стоимость израсходованной электроэнергии
за 1 месяц:

1 лампой накаливания – 12,6 руб.

1 энергосберегающей лампой – 2,52 руб.

Стоимость израсходованной электроэнергии
за 1 год составляет:

1 лампой накаливания – 151,2 руб.

1 энергосберегающей лампой – 30,24 руб.

Стоимость израсходованной электроэнергии
за 10 лет при использовании
лампы накаливания составляет:
 $151,2 \text{ руб.} * 10 \text{ лет} = \mathbf{1512 \text{ руб.}}$

Стоимость израсходованной электроэнергии
за 10 лет при использовании одной
энергосберегающей лампы составляет:
 $30,24 \text{ руб.} * 10 \text{ лет} = \mathbf{302,4 \text{ руб.}}$

Так как срок службы лампы накаливания 1 год.
то за 10 лет необходимо купить 10 ламп.

Итак, расходы за 10 лет:

10 ламп накаливания:

$$1512 \text{руб.} + 80 \text{руб.} = \mathbf{1592 \text{руб.}}$$

1 энергосберегающая лампа:

$$302,4 \text{руб.} + 120 \text{руб.} = \mathbf{422,4 \text{руб.}}$$

Расчет экономии денежных средств:

$$1592 \text{руб.} - 422,4 \text{руб.} = \mathbf{1169,6 \text{руб.}}$$

А если учесть, что в доме 5 комнат,
требующих освещения
получается **за 10 лет** при использовании

50 ламп накаливания:

1592 руб. * 5 = **7960** руб.

5 энергосберегающих ламп:

422,4 руб. * 5 = **2112** руб.

Расчет экономии:

7960 руб. - 2112 руб. = **5848** руб.

Итак, за 10 лет сэкономленная
электроэнергия составляет **4320 кВт**,
а моя семья сможет
сэкономить **5848** рублей.



Вывод:

я убедился, что использование
энергосберегающих ламп поможет сэкономить потребляемую
электроэнергию и семейный бюджет.

Поэтому, я считаю, что переход на энергосберегающие лампы
экономично и выгодно.



Рефлексия.

А сейчас **оцени** свою деятельность на уроке, и

Нарисуй своё настроение в левом верхнем углу оценочного листа.



Своей работой на уроке доволен, чувствовал себя комфортно, настроение после урока хорошее.



Своей работой на уроке не доволен, чувствовал себя не совсем комфортно, настроение после урока плохое.



Состояние на уроке безразличное, урок никак не изменил моего эмоционального состояния и настроения.