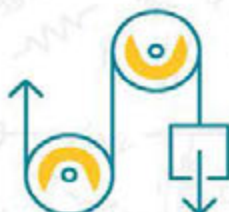
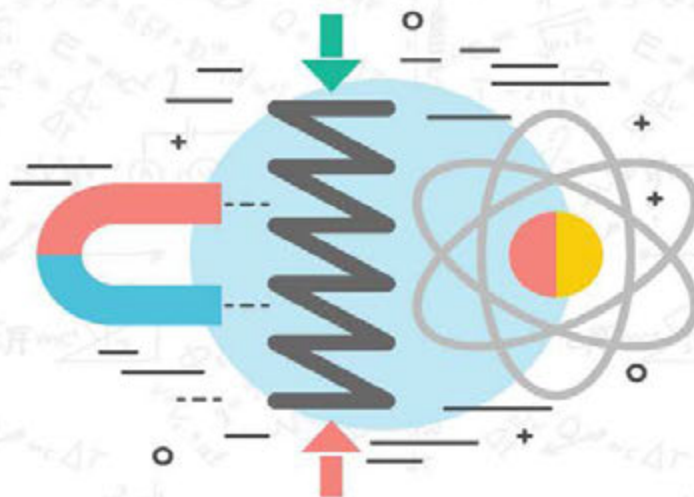
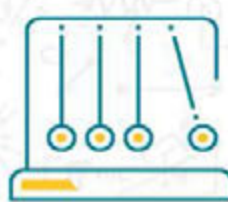


PHYSICS



БИЛИНГВАЛЬНЫЙ УЧЕБНИК



8



АСТАНА
К И Т А П

Карбатыров Алтынбек
Байешов Айбек
Дуйсеев Есбол
Шокобалинов Нурсултан
Ташев Нурлыбек

Утверждено Министерством образования и науки
Республика Казахстан

PHYSICS

Grade 8

ПЕРВОЕ ИЗДАНИЕ

АСТАНА
К И Т А П

Астана 2017

УДК 373.167.1(075.3)

ББК 22.3 я 72

P 56

P 56 Карабатыров А.
PHYSICS, Grade 8: Билингвальный учебник/Карабатыров Алтынбек,
Байешов Айбек, Дуйсеев Есбол, Шокобалинов Нурсултан, Ташев Нурлыбек
– Алматы: Астана-кітап, 2017. - 160 с.
ISBN 978-601-7415-73-0

УДК 373.167.1(075.3)

ББК 22.3 я 72

ISBN 978-601-7415-73-0

© Астана-кітап, 2017

Все права защищены

Имущественные права на издание
принадлежат издательству "Астана-кітап"

CONTENTS

[PREFACE](#)

[CHAPTER 1](#)

HEAT PHENOMENA

[1.1 Motion of atoms and molecules](#)

[1.2 Temperature and internal energy.](#)

[1.3 Heat transfer](#)

[1.4 Application of heat transfer](#)

[1.5 Specific heat capacity.](#)

[1.6 Heat of combustion](#)

[1.7 Heat exchange](#)

[LAB WORK 1](#)

[Summary.](#)

[Problems](#)

[CHAPTER 2](#)

STATES OF MATTER

[2.1 Melting and freezing](#)

[2.2 Evaporation and condensation](#)

[2.3 Graphical analysis](#)

[2.4 Humidity](#)

[LAB WORK 2](#)

[Summary](#)

[Problems](#)

CHAPTER 3

THERMODYNAMICS

[3.1 First law of thermodynamics](#)

[3.2 Second law of thermodynamics](#)

[3.3 Heat engines](#)

[3.4 Efficiency of heat engine](#)

[3.5 Ecology and energy](#)

[Summary](#)

[Problems](#)

CHAPTER 4

ELECTROSTATICS

[4.1 Electric charge](#)

[4.2 Charging methods](#)

[4.3 Conservation of charge. Coulomb's law](#)

[4.4 Electric field. Part 1](#)

[4.5 Electric field. Part 2](#)

[4.6 Electric potential. Potential difference](#)

[4.7 Capacitance and Capacitors](#)

[Summary](#)

[Problems](#)

CHAPTER 5

ELECTRIC CURRENT

[5.1 Electric current](#)

[5.2 Electric circuit. Voltage](#)

[5.3 Electrical resistance](#)

[5.4 Resistivity](#)

[5.5 Parallel and series connections of resistors](#)

[5.6 Electrical energy and power](#)

[5.7 Short circuit](#)

[5.8 Electric current in liquids and gases](#)

[LAB WORK 3](#)

[LAB WORK 4](#)

[LAB WORK 5](#)

[LAB WORK 6](#)

[LAB WORK 7](#)

[Summary](#)

[Problems](#)

CHAPTER 6

ELECTROMAGNETISM

[6.1 MAGNETIC FIELD](#)

[6.2 Magnetic field in nature](#)

[6.3 Electric motors](#)

[6.4 Electricity production](#)

[LAB WORK 8](#)

[LAB WORK 9](#)

[Summary](#)

[Problems](#)

CHAPTER 7

OPTICS

[7.1 Lunar and solar eclipse](#)

[7.2 Reflection](#)

[7.3 Concave mirror](#)

[7.4 Convex mirror](#)

[7.5 Refraction](#)

[7.6 Total internal reflection](#)

[7.7 Converging lens](#)

[7.8 Diverging lens](#)

[7.9 Human eye and optical devices](#)

[LAB WORK 10](#)

[LAB WORK 11](#)

[Summary](#)

[Problems](#)

[Glossary](#)

[Answers](#)

[References](#)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Естественные науки занимательны, увлекательны и полезны. Данный учебник поможет вам осознать всю красоту предмета и раскроет в вас настоящих исследователей. Главной целью этого учебника является ответить на самый важный вопрос: “Что такое наука и каково ее применение в жизни?” Уже с первых страниц вы убедитесь в том, что данный учебник сильно отличается от традиционных учебников содержащих одну теорию с формулами. Каждая глава содержит в себе занимательную информацию по той или иной теме, интересные факты, задания как для индивидуальной работы, так и для работы в команде. Вы также научитесь самостоятельно проводить эксперименты и исследования, искать и находить информацию, делать собственные открытия.

Еще одно отличие данного учебника от других – его полиязычность. Вы заметите, что уже с первых страниц помимо привычного вам языка обучения часть материала будет преподнесена на английском языке, международном языке науки. На каждом развороте учебника вы найдете переводы ключевых терминов на трех языках: казахском, русском и английском. Постепенно, количество слов и предложений на английском языке увеличивается, и к концу учебника большая часть материала будет предоставляться на английском языке. Так, вместе с учебником вы не просто улучшите свой уровень владения английским языком, но также откроете для себя бескрайний мир науки, открытий и достижений.

Тщательно ознакомьтесь со структурой учебника. Помните: учебник в современном мире учебник больше не является единственным источником информации. Вам предстоит привыкнуть к широкому спектру заданий, нацеленных на развитие навыков 21-го века таких как: критическое мышление, поиск решений, анализ и синтез информации, творческое мышление, воображение, работа в команде, цифровая грамотность и др.

Если у Вас возникнут вопросы, предложения и идеи по улучшению и дополнению содержания учебника, просим присылать их любым удобным для Вас способом:

на электронную почту: admin@astanakitap.kz

через приложение telegram: [@astanakitap](https://www.instagram.com/astanakitap)

С уважением,

авторский коллектив “Астана-кітап”

CHAPTER 1

HEAT PHENOMENA

1.1 MOTION OF ATOMS AND MOLECULES

1.2 TEMPERATURE AND INTERNAL ENERGY

1.3 HEAT TRANSFER

1.4 APPLICATION OF HEAT TRANSFER

1.5 SPECIFIC HEAT CAPACITY

1.6 HEAT OF COMBUSTION

1.7 HEAT EXCHANGE

LAB WORK 1

SUMMARY

PROBLEMS

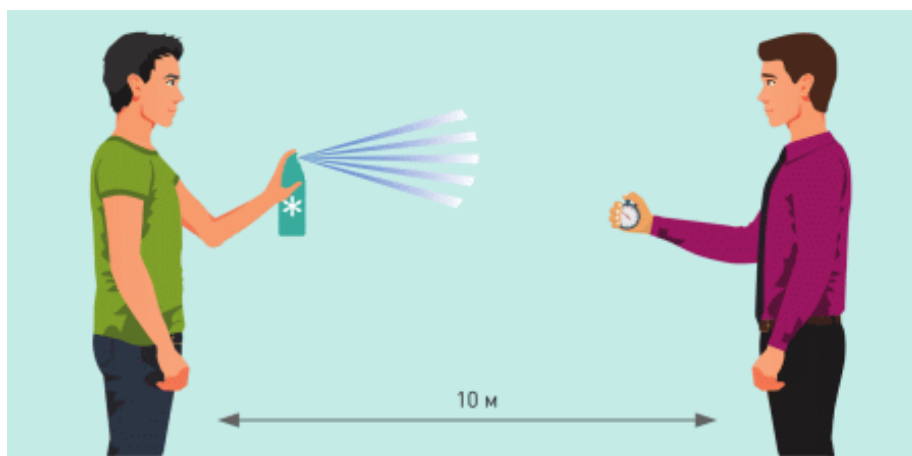


1.1 MOTION OF ATOMS AND MOLECULES

YOU WILL:

- describe experimental proofs and show examples of Molecular Kinetic Theory.

QUESTION:



Azamat uses air freshener, Ruslan stands 10 meters away from Azamat and measures time when he starts to feel the smell.

a) What may the measured time be?

b) The speed of freshener molecules is about 600 m/s. Why does the smell reach Ruslan slowly?

БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

В 1827 г. английский ботаник Роберт Броун наблюдал под микроскопом смесь воды и цветочной пыльцы. Броун заметил, что частички пыльцы беспорядочно движутся в воде, Figure 1. Сначала он подумал, что пыльца "живая". Однако пыльца двигалась из-за того, что молекулы воды соударялись с ней. Этот опыт показал, что молекулы жидкости находятся в постоянном движении, хоть мы и не этого не можем увидеть. В последствии, хаотичное движение частиц взвешенных в жидкости или в газе было названо броуновским движением.

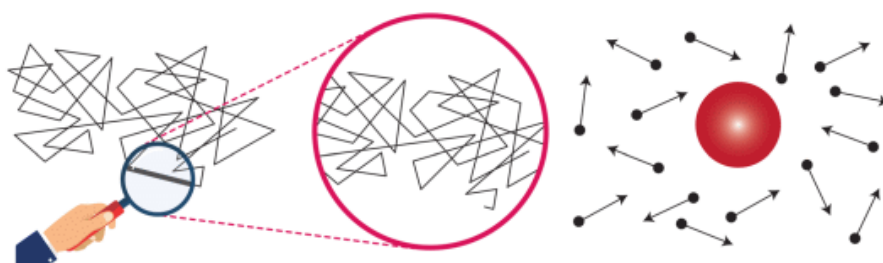


Figure 1. Water molecules hit pollen. This causes Brownian motion of pollen particle.

ДИФФУЗИЯ

Приведем другой пример. При попадании в воду капля чернил постепенно распространяется в ней, Figure 2. Это происходит из-за движения молекул воды. При движении они сталкиваются с молекулами чернил. Проникновение молекул одного вида в молекулы другого вида называется диффузией.

Диффузия также наблюдается в газах, например, при распылении освежителя воздуха.



Figure 2

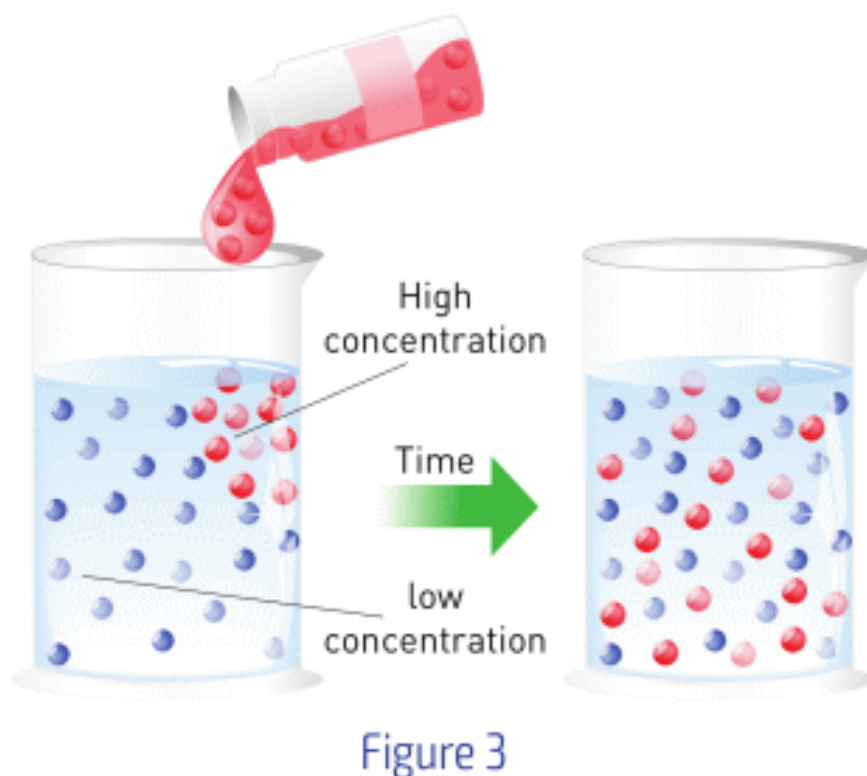


Figure 3

Основные положения диффузии:

а) молекулы движутся от мест с более высокой концентрацией вещества к местам с более низкой, Figure 3, и процесс диффузии продолжается до тех пор, пока концентрация не выровняется по всему объему.

б) при увеличении температуры увеличивается скорость протекания диффузии.

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Окружающая нас материя состоит из мельчайших частиц, которые мы называем атомами и молекулами. Теория, в которой рассматривается движение частиц называется молекулярнокинетической теорией, (МКТ).

«Кинетическая» - так как частицы находятся в непрерывном движении. Скорость движения частиц напрямую зависит от температуры, поэтому такое движение принято называть тепловым движением. Чем выше температура вещества, тем выше скорость движения частиц, из которых оно состоит.

Основные утверждения МКТ:

1. Вещество состоит из частиц (молекул и атомов);
2. Частицы беспорядочно и непрерывно движутся;
3. Частицы взаимодействуют друг с другом (притягиваются и отталкиваются).

Тепловое движение, броуновское движение и диффузия являются экспериментальными доказательствами молекулярно-кинетической теории.

EXAMPLE

1. Укажите примеры диффузии.
2. Пакетик чая в стакане горячей воды
3. Сахар в стакане чая
4. Светящаяся лампа в комнате
5. Монетка в воде
6. Группа людей, стоящих в строю

Answer: 1,2

FACT

Perfume stores have coffee beans. It is because trying many perfumes dulls your smelling ability. However, coffee beans help to refresh smelling ability.

ACTIVITY

a) How do molecules of meal reach your nose? Which meal will produce a stronger smell, hot or cold? Why?

b) Draw a path of air freshener molecule that reaches Ruslan first. Use the answers that you have given before.

ART TIME

Make a model of a water molecule and explain it to your parents, teachers and friends.

LITERACY

1. Почему цветочная пыльца совершает броуновское движение в воде? Как она двигается? Как движутся частицы в горячей воде и холодной воде?
2. Почему соль растворяется быстрее в горячей воде, чем в холодной?
3. В чем причина того что запахи слышатся слабее в холодную погоду?
4. Почему со временем воздушные шары, наполненные гелием, становятся меньше?

IT-LINK

Go to phet.colorado.edu and search Brownian motion.

TERMINOLOGY

- invisible – көрінбейтін / невидимый
- random – кездейсоқ / случайный
- pollen grain – тозаң / пыльца

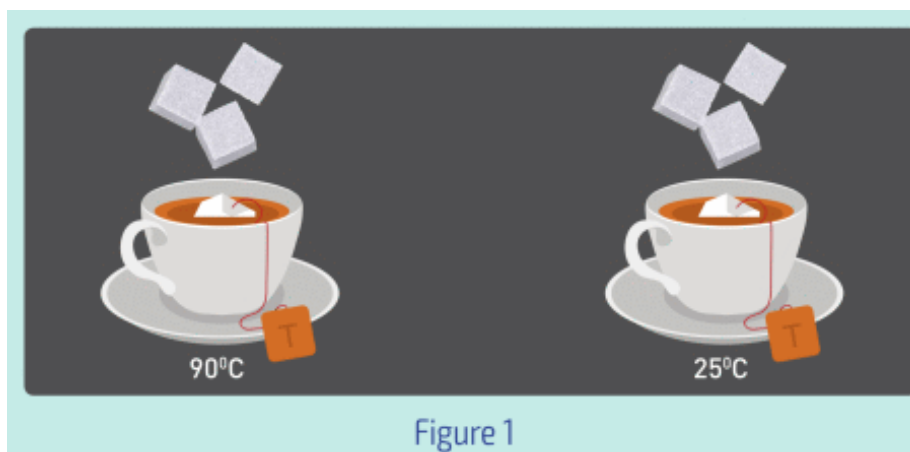
- consist of – құралады / состоять из
- constant – тұрақты / постоянный
- to interact – әсерлесу / взаимодействовать

1.2 TEMPERATURE AND INTERNAL ENERGY

YOU WILL:

- - describe the usage of thermal expansion in temperature measurement;
- - use different temperature scales (Kelvin, Celsius);
- - describe ways of changing of internal energy.

QUESTION:



Alikhan conducts an experiment. He puts sugar cubes into tea but does NOT mix them. After several minutes, he looks at sugar cubes (Figure 1).

Discuss the following questions.

- a) How do the shapes of sugar cubes change?
- b) Why do the shapes change?

c) In which cup does the cubes' shape change faster?

ТЕМПЕРАТУРА

При нагреве тела его температура увеличивается. Повышение температуры вызывает увеличение скорости хаотического движения молекул, в результате которого молекулы "раздвигаются" на некоторое расстояние. Твердое тело расширяется, то есть, увеличивается его объем, Figure 2.

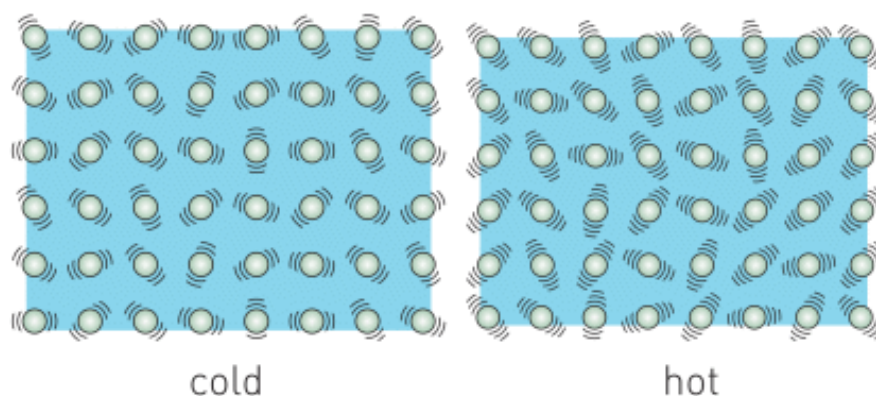


Figure 2

При нагреве большинство жидкостей расширяется. Некоторые жидкости расширяются больше чем другие, например, ртуть и спирт.

Они могут быть использованы в изготовлении термометра - прибора для измерения температуры. Цвет ртути серебристый, а спирта - прозрачный. Поэтому для визуализации температуры в спирт добавляют краситель, Figure 3.

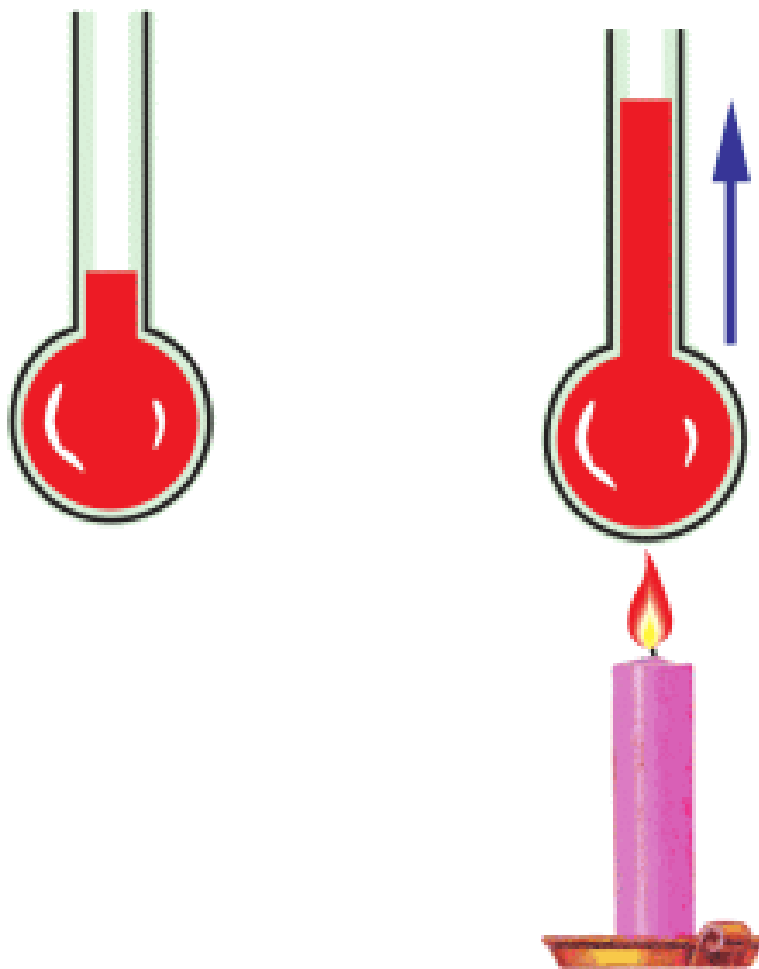


Figure 3

Для измерения температуры используется шкала Цельсия. В таких термометрах используются точки кипения и замерзания воды.

Температура замерзания воды равна 0 градусам Цельсия (0°C).

Температура кипения воды равна 100 градусам Цельсия (100°C).

Шкала между этими точками разделена на 100 равных частей. Одно деление равно 1 градусу Цельсия, Figure 4.

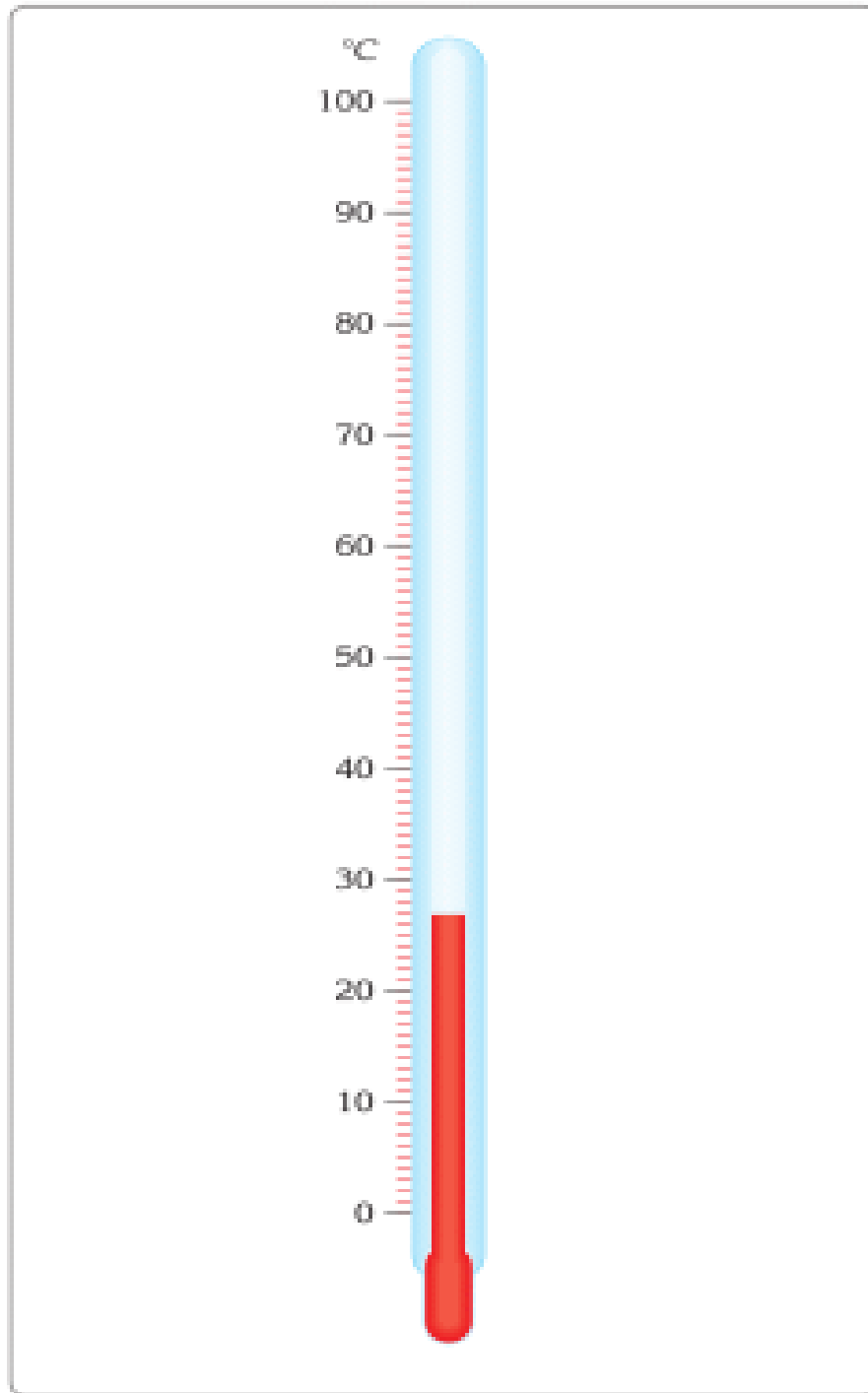


Figure 4

Не существует температуры ниже -273°C . Такая температура называется «абсолютный нуль». Используя

этот факт применяют температурную шкалу Кельвина. Именно по ней -273°C равны 0 K , поэтому можно записать следующую формулу:

$$\text{Kelvin} = 273 + \text{Celsius}$$
$$T(\text{K}) = 273 + T(^{\circ}\text{C})$$

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ

Температура зависит от скорости атомов и молекул. Из этого следует, что температура напрямую зависит от кинетической энергии атомов и молекул. Сумма кинетических энергий всех молекул равна внутренней энергии тела.

INTERNAL ENERGY

=

KINETIC ENERGY OF
MOLECULES

DISCUSSION

a) Why do we use freezing point of water and boiling point of water in Celsius scale?

b) When temperature decreases, speed of atoms and molecules decreases too. What may happen to atoms and molecules at the lowest possible temperature?

DISCUSSION

This boy shakes a bottle of water. Does the speed of water molecules increase or decrease? How does it affect average kinetic energy? Does the temperature increase or decrease? Why? How does internal energy of water in the bottle change?

ACTIVITY

Centre of the Sun	
Surface of the Sun	
Light bulb filament	
Fire	
Human body	
Freezing point of water	
Freezing point of mercury	
Absolute zero	

Match the objects with their possible temperatures.

2800°C, 900°C, -273°C, 15000000°C, 36.6°C, -37°C, 6000°C, 0°C.

EXAMPLE

Температура воздуха равна 25°C. Рассчитайте температуру в Кельвинах.

Формула: $T(K) = 273 + T(^{\circ}C)$

Решение: $T(K) = 25 + 273 = 298 \text{ K}$

Ответ: температура воздуха равна 298 К.

ФАКТ



The forehead thermometer has a heat-sensitive strip inside. The heat-sensitive strip can change its colour. The colour on the strip indicates the temperature.

LITERACY

1. Почему вода при 50°C кажется нам горячей, а при 10°C - холодной? Зависит ли ощущение теплоты или холода от температуры нашего тела?
2. Какая вода равной массы растопит больше льда: вода при 70°C или вода при 20°C ? Почему?
3. Почему 1 кг железа при температуре 600 К обладает внутренней энергией в 2 раза больше, чем 1 кг железа при температуре 300 К? Почему 2 кг железа при температуре 300 К обладают внутренней энергией в 2 раза большей, чем 1 кг железа при той же температуре?
4. Переведите значения в таблице:

300 K °C
36.6°C K
6000°C K
15 K °C

ART TIME

Подготовьте постер на тему «ТЕМПЕРАТУРА» и презентуйте его своим родителям, учителям и друзьям.

TERMINOLOGY

- to increase – көбею / увеличение
- to decrease – азаю / уменьшение
- to expand – ұлғаю / расширение
- mercury – сынап / ртуть
- colourless – түссіз / бесцветный
- scale – шкала / шкала
- bulb filament – вольфрам
- жібі / нить накаливания

1.3 HEAT TRANSFER

YOU WILL:

- - compare different types heat transfer.

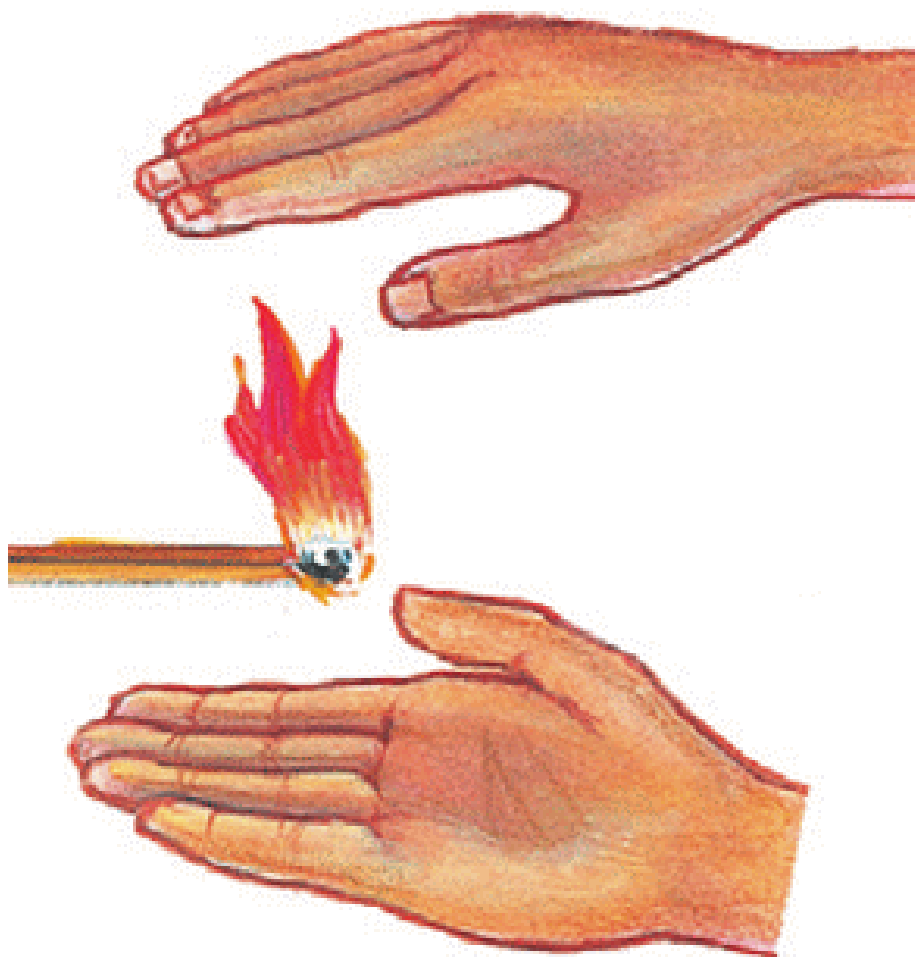
QUESTION

Look at pictures and answer the question. Explain your answers.

Why do fire-fighters wear shiny suits?



Which of the palms feel more heat? Why?



Which spoon is better to use? Why?



ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Теплопередача — это процесс передачи тепловой энергии.

Существуют три вида теплопередачи: теплопроводность, конвекция и излучение. Примеры приведены на Figure 1.

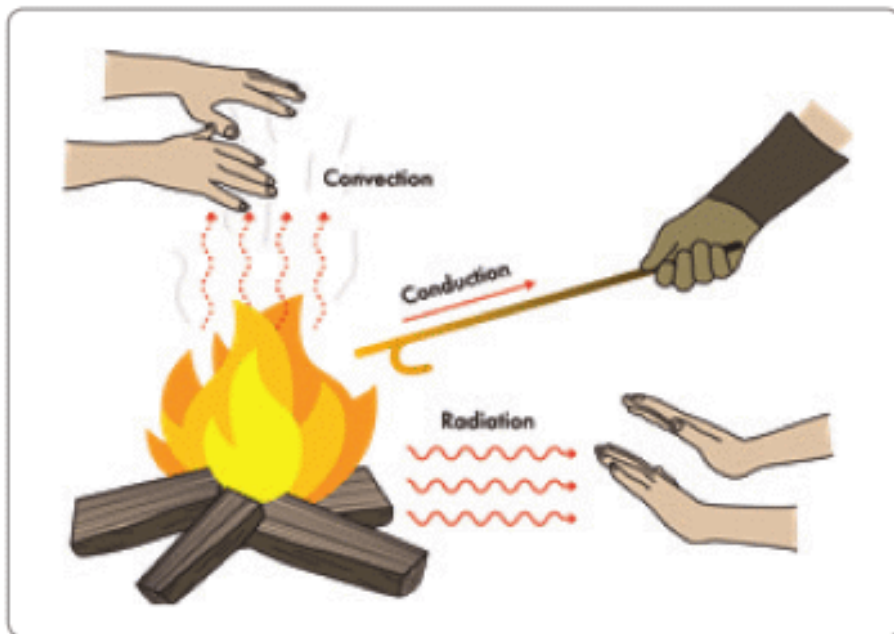


Figure 1

ЧТО ТАКОЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ?

Теплопроводность - это передача тепла от более нагретых участков тела к менее нагретым за счет теплового движения и взаимодействия частиц (атомов и молекул) Figure 2.

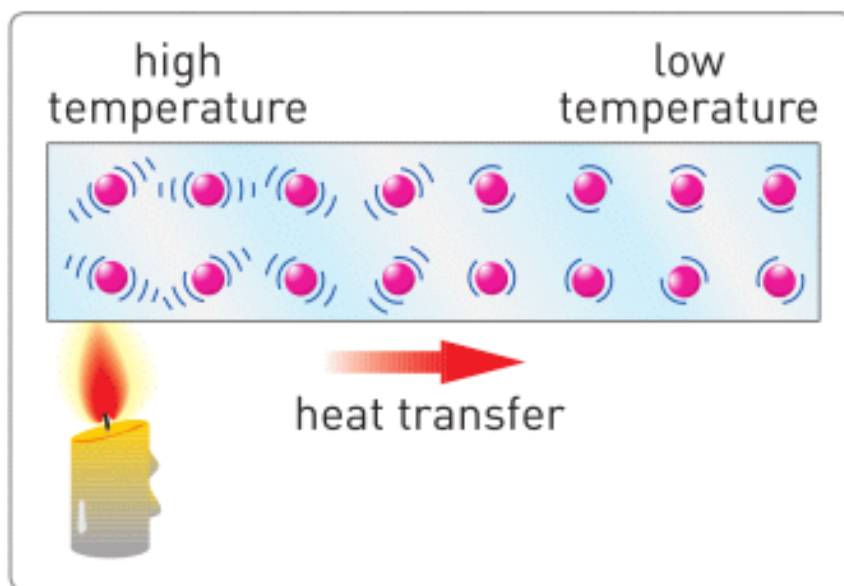


Figure 2

Металлы обладают самой высокой теплопроводностью, например, железо, медь, алюминий и серебро. Металлы являются хорошими проводниками тепла. Дерево, стекло, бумага, воздух и пластмасса являются плохими проводниками и называются теплоизоляторами (изоляторы). Теплоизоляторы спасают нас от ожогов, например, пластиковые ручки кастрюль и чайников. Они также могут удерживать тепло, например, холодильники и термосы, Figure 3 a.

Если вы прикоснетесь к металлическим и деревянным предметам одинаковой температуры, металлический предмет покажется более холодным, Figure 3 b. Это потому что металл "отбирает" тепло из вашего тела быстрее, чем дерево.



Figure 3

ЧТО ТАКОЕ КОНВЕКЦИЯ?

Конвекция – передача тепла в жидкостях и газах через перенос самого вещества. Перенос вещества наблюдается от областей с повышенной температуры к областям с пониженной температурой, Figure 4. Для конвекции необходима среда (жидкость или газ).

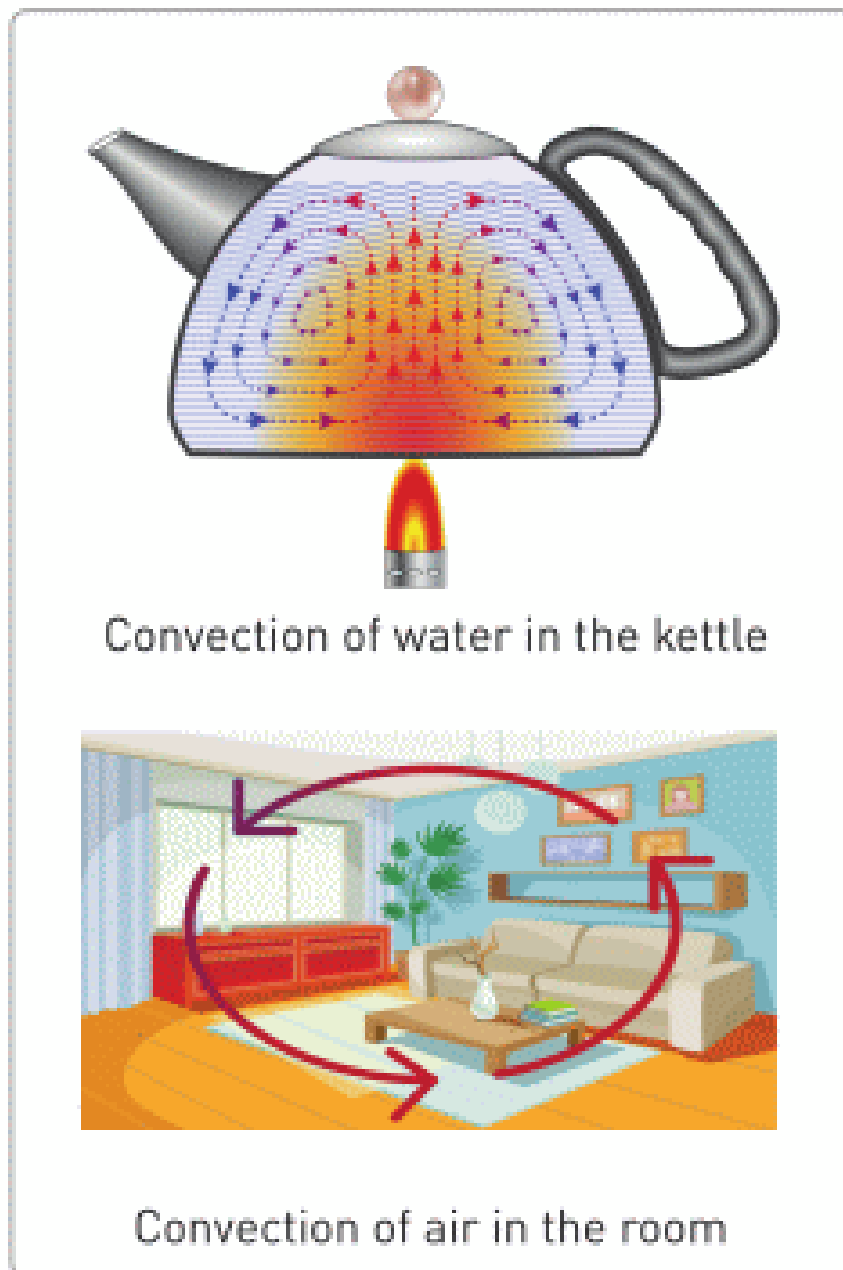


Figure 4

ЧТО ТАКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ?

Излучение – передача тепла электромагнитными волнами.

Излучение не требует наличия среды. Например, тепло от Солнца достигает Земли через излучение электромагнитных волн (света), Figure 5. Это происходит несмотря на то, что нет среды соединяющей Солнце и Землю.

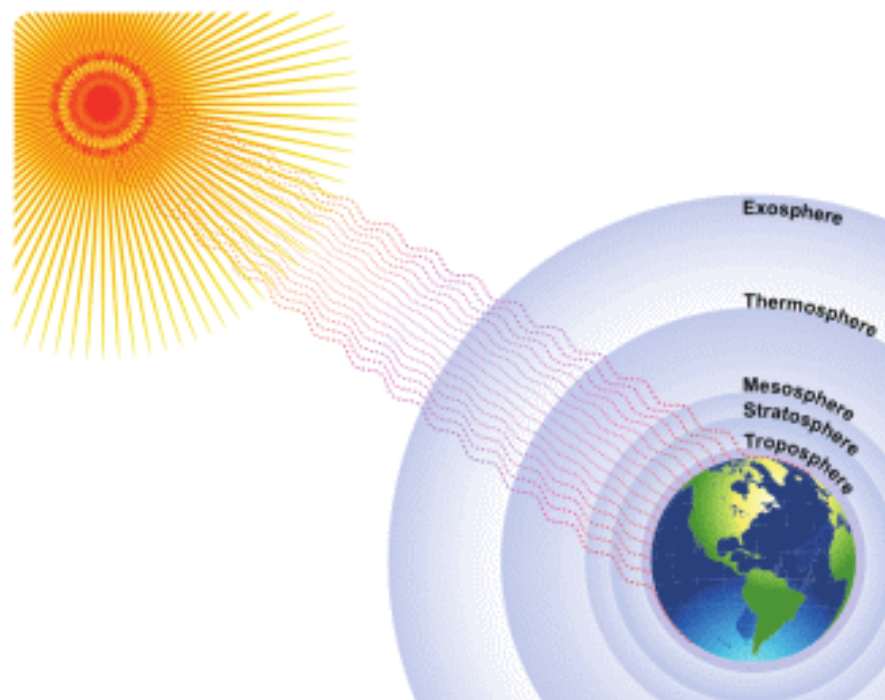


Figure 5

Черные и темные тела хорошо поглощают излучение. Именно поэтому летом вам жарко, если ваша одежда темная. Белые и блестящие тела, наоборот, отталкивают излучение (отражают).

Поэтому защитная одежда пожарных имеет блестящую поверхность, которая защищает их от перегрева.

ACTIVITY

conduction
convection
radiation

Write down at least 2 examples for conduction, convection & radiation.

ACTIVITY

Discuss in groups which types of heat transfer these examples have.

1. Sun warming your face.
2. Switched on lamp.
3. A metal spoon in hot water.
4. Heat from a fire.
5. Radiator.
6. Ice on a sunny, windy day.
7. Vapour from the cup of tea.
8. Hair dryer.

RESEARCH TIME

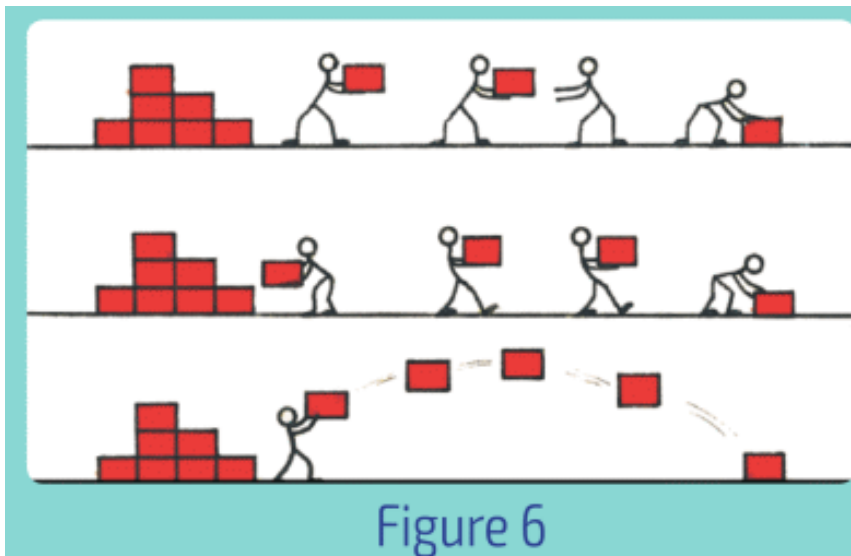


Возьмите два разных по цвету сосуда. Заполните водой и поставьте их на солнце на 1-2 часа. Измерьте температуру воды в сосудах.

LITERACY

1. Почему дым от огня поднимается вверх?
2. Почему на стоять на солнце жарче, чем в тени?
3. Почему мы ощущаем тепло при прикосновении к горячему чайнику?
4. Почему предпочтительнее одевать светлую одежду летом?

5. Почему обогревательные радиаторы расположены под окном?
6. Объясните передачу тепла, основываясь на движении атомов и молекул.
7. На рисунке 6 показаны модели теплопередач, объясните их.



ART TIME

Напишите песню о видах теплопередачи (теплопроводность, конвекция и излучение). Исполните песню перед своими родителями, учителями и друзьями.

FACT

Растительное масло позволяет теплу равномерно распространяться по поверхности еды во время жарки.

TERMINOLOGY

- collision – соқтығыс / соударение
- to prevent – болдырмау / предотвратить

- fluid – газ немесе сұйықтық / газ или жидкость
- to absorb – сіңіру / впитывать
- to reflect – шағылысу / отражать
- radiator – батарея / батарея

1.4 APPLICATION OF HEAT TRANSFER

TRANSFER

YOU WILL:

- - tell examples of heat transfer in daily life and industry;
- - tell examples of adaptation of living organisms to different temperatures.

QUESTION



Figure 1

Why do plastic windows, Figure 1, have layers and empty spaces? What may happen if we use only one layer of glass?

APPLICATION OF HEAT TRANSFER

Часто возникает необходимость уменьшить потерю тепла. Для этого можно использовать теплоизоляторы. Воздух является очень хорошим теплоизолятором. У многих животных есть мех или шерсть, Figure 2.



Figure 2

Мех и шерсть способны задерживать воздух, что в свою очередь снижает потерю тепла.

Люди издавна пользовались данными свойствами при построении своих жилищ (юрты), Figure 3.



Figure 3

Мех и шерсть способны задерживать воздух, что в свою очередь снижает потерю тепла.

Люди издавна пользовались данными свойствами при построении своих жилищ (юрты), Figure 3.

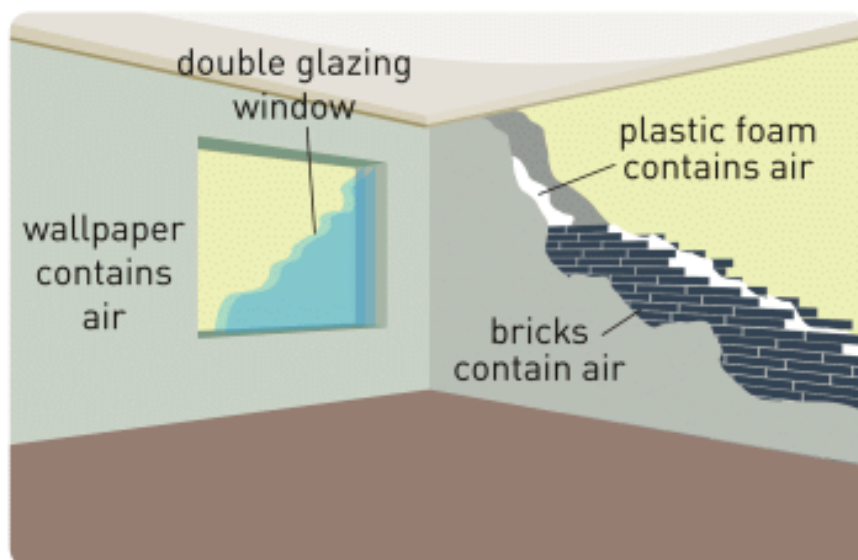


Figure 4

Также на передачу тепла влияет цвет материала, например, хранилища нефти, Figure 5 , покрыты блестящей или белой краской. Так они отражают солнечный свет, что в свою очередь защищает нефть от перегрева.



Figure 5

Иногда необходимо, чтобы передача тепла протекала быстрее, например, радиаторы холодильников или система охлаждения (кулер) для процессора компьютера, Figure 6, которые позволяют ускорить процесс теплопередачи.

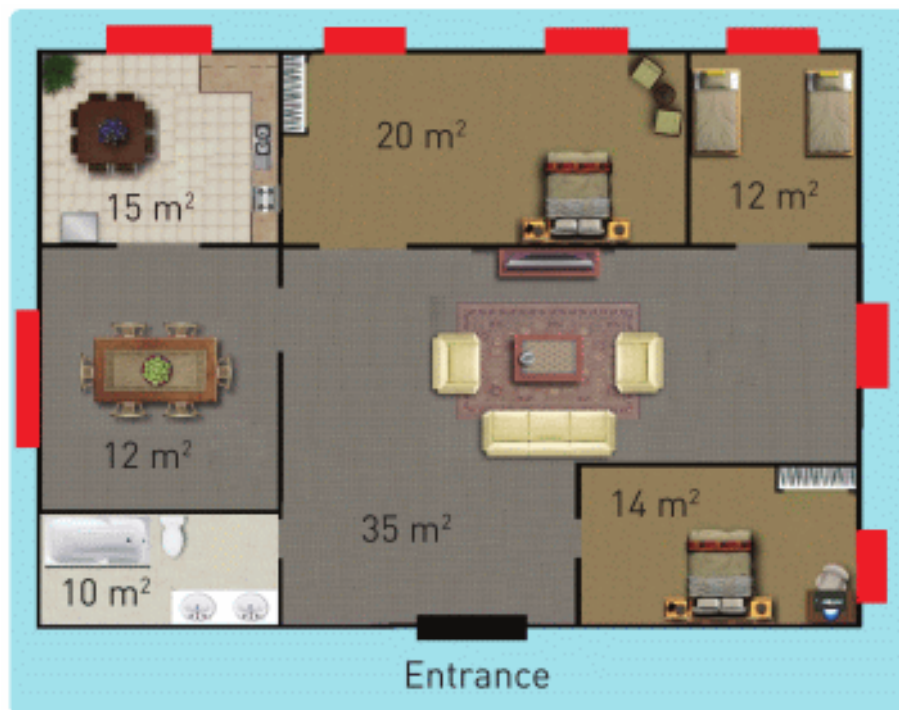


Figure 6

ACTIVITY

Есть много различных способов отопления помещений.

В основном люди используют батареи, в которых течет горячая вода, для обогрева зданий. Почему радиаторы работают без остановки? Почему нельзя просто один раз нагреть комнату и больше не использовать отопление?



Часть 1.

Расчет энергии

Вы видите план дома. Площади всех комнат приведены на рисунке. Красными прямоугольниками обозначены окна. Под каждым окном находится по одному радиатору.

Радиаторы производят 55 Вт на 1 м².

- а) Рассчитайте общую мощность радиаторов в каждой комнате. Найдите полную мощность затраченную на всю квартиру.
- б) В каких комнатах холоднее, чем в остальных? Почему?

Часть 2.

Счет за тепло

- а) Тариф за отопление данного дома составляет 192.38 тенге/м² в месяц. Рассчитайте расходы на отопление за 1 месяц и за 6 месяцев.
- б) Используя данные, полученные в части 1 а, рассчитайте потребление энергии за месяц.

(1 месяц = 30 дней, 1 день = 24 часа, 1 час = 3600с)

- в) Какова стоимость 1 Дж энергии?

Часть 3.

Проектирование

- А) Нарисуйте план своего дома, укажите площади комнат.

Б) Рассчитайте полную мощность радиаторов в вашем доме.

В) Рассчитайте расходы на отопление за месяц.

FACT



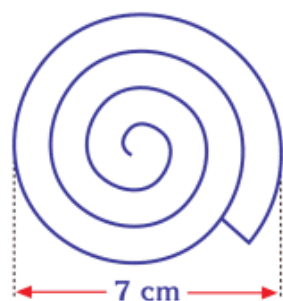
Polar fox



Desert fox

Большие уши пустынной лисицы позволяют ей поддерживать стабильную температуру тела.

RESEARCH TIME



Draw a spiral on a piece of paper. Cut it out. Attach it to a thread. Put it over a lamp or a radiator and observe what happens.

RESEARCH TIME

Draw poster about sea breeze and land breeze. Explain why they occur.

LITERACY

1. Почему рептилии (змеи, черепахи, крокодилы и ящерицы) не обитают на северном полюсе?
2. Почему рептилии греются на солнце? Какой вид теплопередачи используется при этом?
3. Ветер со скоростью 1 м/с снижает температуру воздуха приблизительно на 2°C. Какую температуру мы будем ощущать, если температура воздуха -30°C и скорость ветра составляет 5 м/с? Какой это вид теплопередачи?

4. Как изменятся показания термометра, если его завернуть в толстую шерстяную ткань?

ART TIME

What materials would you use to make a good thermos?
Make a thermos (vacuum flask) and show it to your parents, teachers and friends.

TERMINOLOGY

- to reduce – азайту / уменьшать
- steam – бу / пар
- to bask in the sun – күнге жылыну / греться под солнцем
- wind chill index – жел суықтығы көрсеткіші / ветро-холодовой индекс

1.5 SPECIFIC HEAT CAPACITY

YOU WILL:

- - determine heat lost and heat given during heat transfer;
- - explain physical meaning of specific heat capacity.

QUESTION



Ш

During the day the Sun heats the beach and the lake equally. Why water is warm and sand is cold after sunset? Which one stores more heat? What is the best time for swimming? Explain your answers.

SPECIFIC HEAT CAPACITY

Тепло - это один из видов энергии, которая измеряется в Джоулях.

Количество теплоты необходимое для повышения температуры вещества зависит от трех факторов:

1. МАССА ВЕЩЕСТВА

Чем больше масса вещества, тем больше тепла ему необходимо сообщить для увеличения температуры. Например, для повышения температуры 1 кг воды на 20 °С потребуется 8400 Дж тепла, а при нагреве 2 кг воды на такую же температуру потребуется 16800 Дж.

2. МАТЕРИАЛ ИЗ КОТОРОГО СОСТОИТ ТЕЛО

Для повышения температуры 1 кг железа на 1°С необходимо 460 Дж, а чтобы повысить температуру 1 кг воды на 1°С необходимо 4200 Дж. Причиной этому является различие внутренних структур (различие молекул и связей между молекулами). То есть, для каждого вещества необходимо определенное количество теплоты. Это количество теплоты называется удельной теплоемкостью. Удельная теплоемкость – это количество теплоты необходимое для повышения температуры 1 кг вещества на 1°С.

Теплоемкость обозначается буквой «с», единица измерения теплоемкости [Дж/кг°С].

Например, $c_{\text{вода}} = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{С}$, $c_{\text{железа}} = 460 \text{ Дж/кг}^\circ\text{С}$. Чем больше теплоемкость, тем труднее нагреть вещество. Поэтому легче нагреть железо, чем воду. Удельные теплоемкости некоторых веществ приведены в таблице Table 1.5.

Substance	c [J/kg°C]	Substance	c [J/kg°C]
Alcohol (ethyl)	2450	Lead	130
Aluminum	900	Marble	880
Brass	380	Mercury	140
Carbon	710	Silver	235
Copper	400	Gold	130
Glass	670	Water	4200
Glycerine	2410	Water vapour	2100
Ice	2100	Wood	1750
Iron	460	Zinc	380

Table 1.5

3. ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Для того, чтобы сильно изменить температуру вещества, необходимо сообщить, либо забрать большое количество теплоты.

Чтобы повысить температуру 1 кг свинца на 1°C необходимо 130 Дж, на 2°C - 260 Дж, на 3°C - 390 Дж. Изменение температуры обозначается как ΔT . Разность температур можно найти при помощи следующей формулы:

$$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{initial}}$$

Можно записать выражение, связывающее массу, удельную теплоемкость и разность температур:

Q	=	m	×	c	×	ΔT
heat		mass		specific heat capacity		Temperature change
(Joules, J)		(kilograms, kg)		(J/kg°C)		(degrees of Celsius or Kelvin)

ФАКТ



Удельная теплоемкость воды очень велика, что является очень важным фактором для Земли. Вода работает как «тепловая батарея». Она накапливает и удерживает солнечное тепло в течение дня, и отдает его в течение ночи.

DISCUSSION

Что бы случилось, если удельные теплоемкости предложенные в Table 1.5 были намного больше или намного меньше? Изменилась ли бы жизнь на Земле? Нарисуйте постер, укажите минимум 2 положительных и 2 отрицательных результата.

DISCUSSION

Can you give an example where water can be used to remove heat (to cool objects)?

EXAMPLE

How much energy is needed to heat 2 litres of water from 25°C to 100°C?

Solution:

For water

1 litre = 1 kilogram

Formula:

$$Q_{\text{water}} = m \times c \times \Delta T$$

$$\Delta T = T_f - T_i \text{ (change in temperature)}$$

Calculation:

$$Q_{\text{water}} = 2 \text{ kg} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{water}} = 630\,000 \text{ J} = 630 \text{ kJ}$$

ACTIVITY

Иногда необходимы материалы с низкой удельной теплоемкостью, например, кастрюли для еды. Так же,

часто нам необходимы материалы с высокой удельной теплоемкостью, например, кирпичи для зданий.

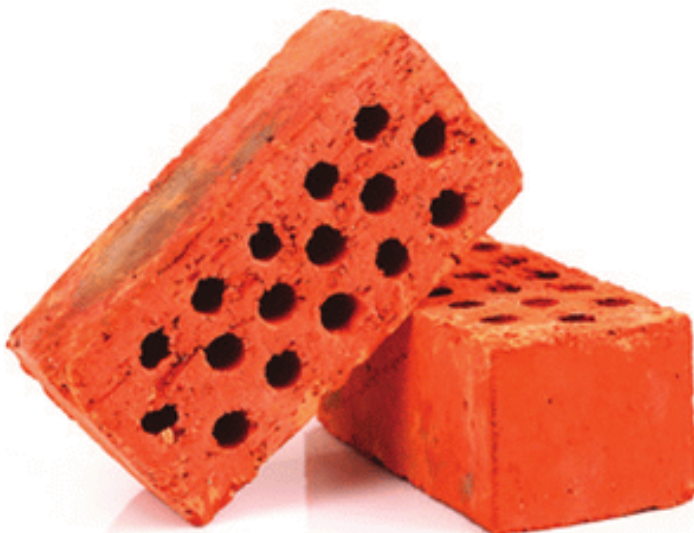
Посмотрите на Table 1.5 и выберите 2 материала.

А) приведите примеры, где лучше всего их использовать;

Б) приведите примеры, где лучше не использовать подобные материалы;

В) объясните логику ваших ответов.





ART TIME

Напишите стихотворение об удельной теплоемкости. Прочитайте стих своим родителям, друзьям и учителям.

LITERACY

1. Почему в течение дня озеро (или море) нагревается меньше, а берег нагревается сильнее?
2. Имеются 3 кг железа, ртути, алюминия и свинца при температуре 25°C . Каждому веществу сообщается 5000 Дж тепла. Распределите их конечные температуры по мере убывания.
3. В автомобильном двигателе содержится вода. При работе двигателя с водой температура двигателя достигает 95°C , а без воды - 120°C , при этом двигатель прекращает свою работу. Почему наличие воды так необходимо? Можно ли использовать другую жидкость вместо воды?

TERMINOLOGY

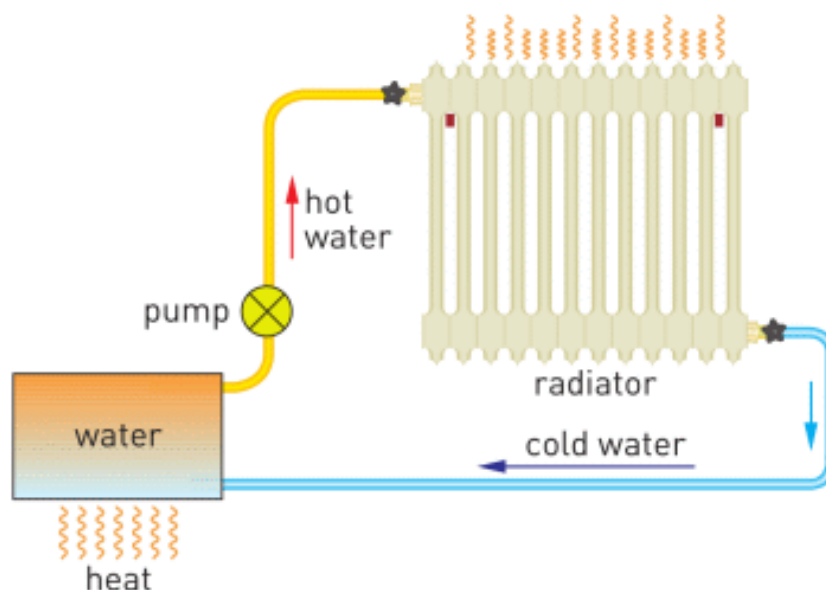
- to store – сақтау / хранить
- substance – зат / вещество
- relation – байланыс / связь
- engine – қозғалтқыш / двигатель
- specific – меншікті / удельная

1.6 HEAT OF COMBUSTION

YOU WILL:

- apply the formula of the heat of combustion to solve problems.

QUESTION



This is a model of a heating system that uses convection. Water is heated. Then pump sends water to the radiator. How do people heat the water?

HEAT OF COMBUSTION

Энергия играет важную роль в нашем мире. Мы получаем энергию в основном при сжигании угля, нефти и природного газа. Такие вещества называются топливом,

Figure 1. Топливо сжигается, чтобы привести в движение машины, поезда, самолеты и корабли, а также для обогрева домов. Но самое важное применение топлива – это производство электроэнергии.



Figure 1

Для сжигания топлива нам нужны кислород и тепло, необходимое для инициализации возгорания (температура возгорания), Figure 2. Чем больше топлива сгорает, тем больше тепла выделяется.

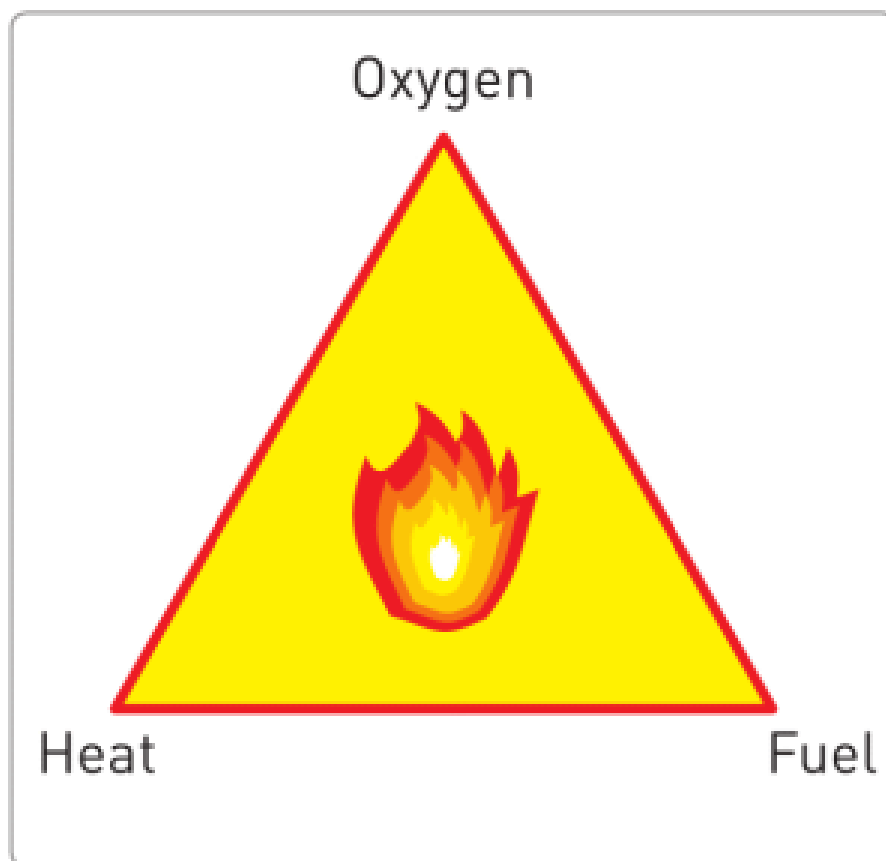


Figure 2

Энергия, полученная при сгорании 1 кг топлива, называется удельной теплотой сгорания вещества (q). В таблице приведены данные для разных видов топлива. Например, при сгорании 1 кг дерева выделяется 15000000 Дж тепла. Количества теплот в основном принимают большие значения, поэтому мы используем приставку М (Мега = 10^6). Например, мы можем записать 15 МДж вместо 15000000 Дж.

The heat of combustion for some common fuels

Fuel	MJ/kg	Fuel	MJ/kg
Black coal	36.0	Hydrogen	141.9
Brown coal	15.0	Natural gas	54.0
Diesel	45.0	Propane	49.0
Alcohol	29.7	Wood	15.0

Если масса топлива равна m , то количество теплоты, выделенное при сгорании, можно рассчитать по формуле:

Q	=	m	×	q
heat (Joules, J)		mass (kilograms, kg)		heat of combustion (J/kg)

Чтобы топливо начало гореть необходимо поднять его температуру до определенного значения. Эта температура называется температурой возгорания. Пример приведен на Figure 3. Деревянный брусок имеет более высокую температуру возгорания по сравнению с бумагой. Поэтому бумага воспламеняется быстрее, чем деревянный брусок.

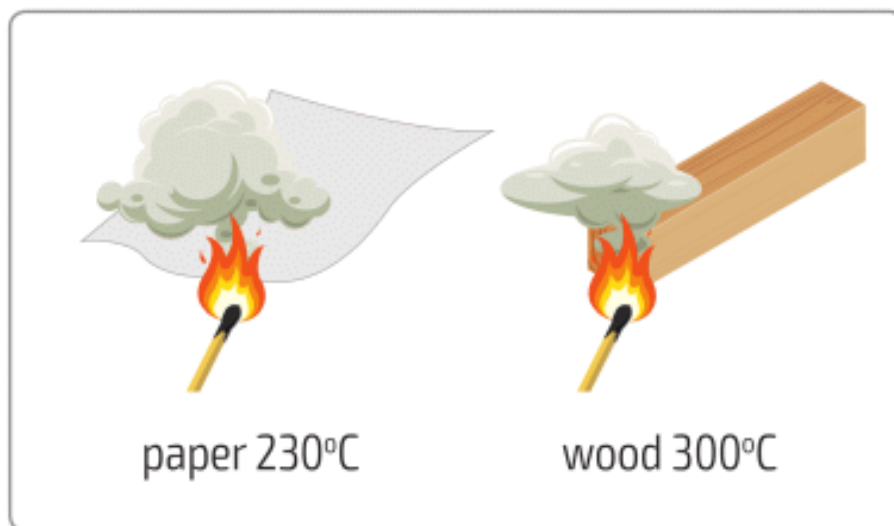


Figure 3

Чтобы потушить огонь надо заблокировать подачу кислорода, засыпав огонь песком или накрыв плотным материалом, либо охладить горящее вещество. Для тушения огня используются огнетушители, Figure 4.



Figure 4

EXAMPLE

How many kilograms of coal do you need to get 1500 kJ energy? $q = 30 \text{ MJ/kg}$

Solution:

We need to find mass of the coal.

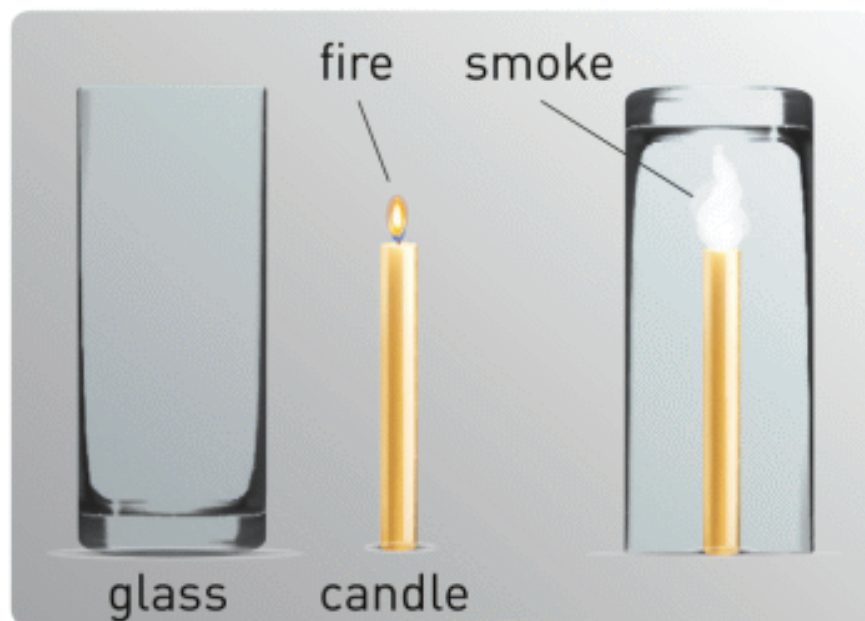
$$Q = m \times q \Rightarrow m = \frac{Q}{q} \quad m = \frac{15 \times 10^5 \text{ J}}{3 \times 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 5 \times 10^{-2} \text{ kg} = 50 \text{ g}$$

FACT



Sometimes people burn a small part of a forest to stop approaching huge fire wave. This is called controlled burning.

RESEARCH TIME



Возьмите стакан и свечу. Зажгите свечу и накройте ее стаканом. Наблюдайте за тем, что произойдет.

LITERACY

- а) Автомобиль расходует 10 л бензина на 100 км пути. Сколько литров бензина будет израсходовано при поездке из Астаны в Алматы (1300 км)? б) Сколько килограмм бензина будет израсходовано? (1000 л равны 1 м^3 . Плотность бензина равна 700 кг/м^3) в) Какое количество теплоты выделится при сгорании топлива? (Удельная теплота сгорания бензина составляет 42 МДж/кг)
- Что произойдет, если астронавты попытаются сделать барбекю на луне?



3. Придумайте 5 разных ситуаций тушения пожара, в которых можно будет использовать только 1 вид огнетушителя.
4. Вода массой 0.5 кг нагревается на плитке от 20°C до 100°C . Сколько килограмм газа сгорит при этом? (Удельная теплота сгорания газа равна 54 МДж/кг. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг $^{\circ}\text{C}$.)

ART TIME

Think up and draw a plan for controlled burning. Show it to your parents, friends, and teachers.

TERMINOLOGY

- fuel – жанғыш зат / топливо
- oxygen – оттегі / кислород
- to generate – өндіру / производить
- gasoline – бензин / бензин
- hydrogen – сутегі / водород
- combustion – жану / горение

- fire extinguisher – өрт сөндіргіш / огнетушитель

1.7 HEAT EXCHANGE

YOU WILL:

- - apply equation of heat balance to solve problems.

QUESTION



A 4 year-old kid can drink tea if the temperature is not greater than 40°C . You have a cup of tea at 90°C . What should you do to decrease the temperature of tea? Can you find several methods?

HEAT EXCHANGE

Тепло передается от более нагретого тела к менее нагретому, как показано на Figure 1.

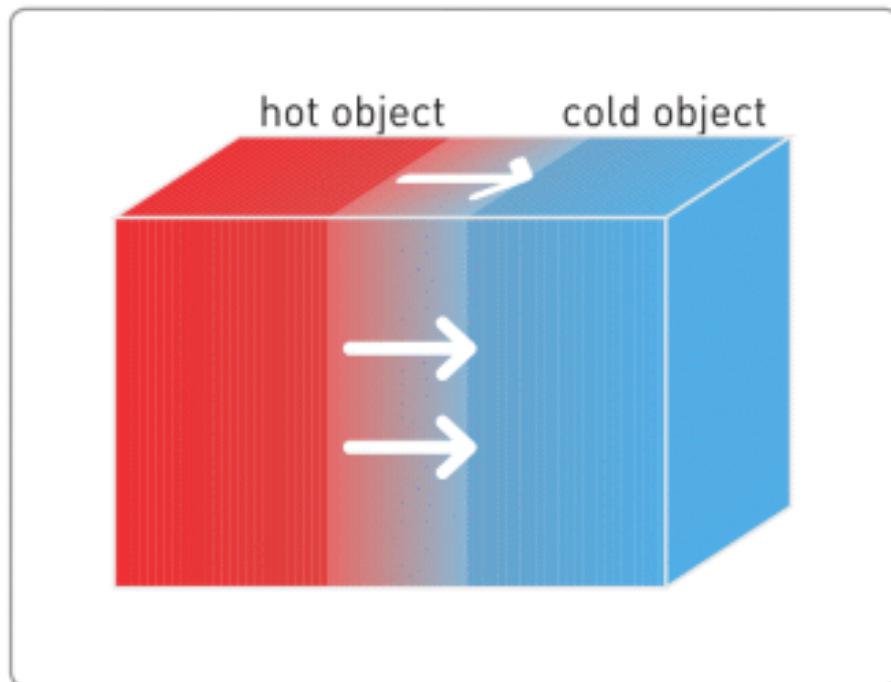


Figure 1

Когда температуры тел становятся равными, поток тепла прекращается. Мы говорим, что тела достигли теплового равновесия, Figure 2.

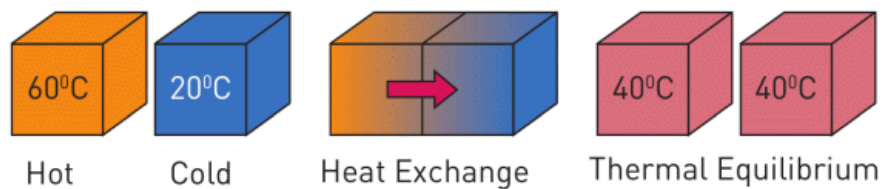


Figure 2

Если система изолирована, то тепло, отданное горячим телом, равно теплу, полученному холодным телом. Это

одно из проявлений закона сохранения энергии. Можно записать его в следующем виде:

– Heat lost by hot object = Heat gained by a cold object

$$-Q_{\text{lost}} = Q_{\text{gained}}$$

$$-m_{\text{hot}} \times c_{\text{hot}} \times \Delta T_{\text{hot}} = m_{\text{cold}} \times c_{\text{cold}} \times \Delta T_{\text{cold}}$$

$$-m_{\text{hot}} \times c_{\text{hot}} \times (T_{\text{final}} - T_{\text{hot}}) = m_{\text{cold}} \times c_{\text{cold}} \times (T_{\text{final}} - T_{\text{cold}})$$

$$m_{\text{hot}} \times c_{\text{hot}} \times (T_{\text{hot}} - T_{\text{final}}) = m_{\text{cold}} \times c_{\text{cold}} \times (T_{\text{final}} - T_{\text{cold}})$$

Калориметр – теплоизолированный сосуд, который может сильно замедлить теплообмен с окружающей средой. Примером калориметра является термос.

Для простоты, иногда можно представить, что тела, находящиеся в калориметре, не выделяют тепло в окружающую среду (они изолированы).

Простейший калориметр состоит из двух сосудов, разделенных теплоизолятором, крышки и термометра. Обычно мы пренебрегаем теплоемкостью калориметра. В действительности же, все компоненты калориметра имеют свои теплоемкости, Figure 3. Это значит, что они тоже будут забирать часть тепла для собственного нагрева.

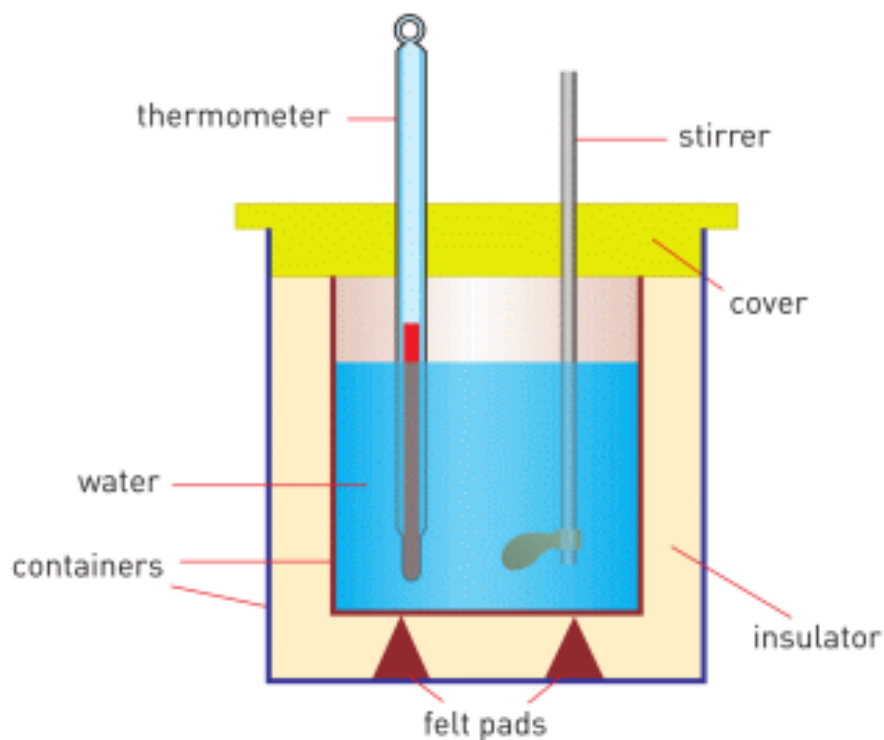


Figure 3

ACTIVITY

Теплообмен – это передача тепла. Представьте горячие и холодные атомы. Нарисуйте постер, как горячие атомы отдают энергию холодным.

EXAMPLE

In a laboratory, a student mixed 200 g water at 70°C with 100 g water at 40°C. Find the final temperature of the mixture.

Solution:

Given:

hot water: $m_1 = 200 \text{ g}$; $T_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$
 cold water: $m_2 = 100 \text{ g}$; $T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Solution:

$$-Q_{\text{lost}} = Q_{\text{gained}}$$

$$-m_1 \times c_{\text{water}} \times \Delta T_1 = m_2 \times c_{\text{water}} \times \Delta T_2$$

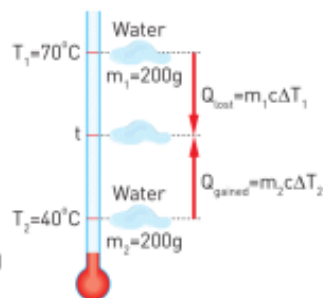
$$-0.2 \text{ kg} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (T_f - 70^\circ\text{C}) = 0.1 \text{ kg} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (T_f - 40^\circ\text{C})$$

$$0.2 \times (70 - T_f) = 0.1 \times (T_f - 40)$$

$$14 - 0.2 \times T_f = 0.1 \times T_f - 4$$

$$18 = 0.3 \times T_f$$

$$T_f = \frac{18}{0.3} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$



DISCUSSION

There are two large and one small container. The first one is filled with water at 90°C , the second with water at 20°C , the third container is empty. How can we obtain water at these temperatures?

- a) 50°C
- b) 40°C
- c) 55°C
- d) 85°C
- e) 21°C
- f) 20.1°C
- g) 89.9°C

FACT



When we are sick, we have high temperature. Then we put wet towel on a forehead. This is done to decrease temperature of our head. Molecules of water take heat from our head.

LITERACY

1. Вы смешиваете 1 стакан воды при 20°C и 1 стакан воды при 80°C . Какая может быть конечная температура воды?
2. Вы смешиваете 1 стакан воды при 20°C и 2 стакана воды при 80°C . Какая может быть конечная температура воды?
3. Вы смешиваете 2 стакана воды при 20°C и 1 стакан воды при 80°C . Какая может быть конечная температура воды?
4. Вы смешиваете 2 стакана воды при 20°C и 2 стакана воды при 80°C . Какая может быть конечная температура воды?

- температура воды?
5. Как было сказано, иногда мы можем пренебречь тем, что компоненты калориметра тоже получают тепло и нагреваются. При каких условиях мы можем сделать это?

ART TIME

Сочините сценку, которая объяснит «теплообмен». Распределите роли и покажите сценку учителям и друзьям.

TERMINOLOGY

heat lost – жоғалған жылу / потерянное тепло

heat gained – алынған жылу / приобретенное тепло

conservation of energy – энергияның сақталуы /
сохранение энергии

surrounding – қоршаған орта / окружающая среда

LABWORK 1

TITLE:

Conservation of energy in heat transfer

OBJECTIVES:

1. To measure the final temperature.
2. To apply the specific heat capacity equation for calorimetry to calculate the final temperature of the mixture.
3. To identify the cause of the difference between measured temperature and calculated temperature.

MATERIALS LIST:

1. calorimeter
2. hot water
3. cold water
4. electronic (or mechanical) scales
5. thermometer
6. hot plate
7. stirring rod
8. two beakers



SAFETY:

1. When using a burner or hot plate, always wear goggles and an apron to protect your eyes and clothing. Tie back long hair, secure loose clothing, and remove loose jewellery. In a case of emergency, call a teacher.
2. Never leave a hot plate unattended while it is turned on.
3. If a thermometer is broken, notify the teacher immediately.
4. Do not heat glassware that is broken, chipped, or cracked. Use tongs or a mitt to handle heated glassware and other equipment because it does not always look hot when it actually is. Allow all equipment to cool before storing it.
5. Never put broken glass or ceramics in a regular waste container. Use a dustpan, brush, and heavy gloves to

carefully pick up broken pieces and dispose of them in a container specifically provided for this purpose.

THEORY:

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$-Q_{\text{lost}} = Q_{\text{gained}}$$

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$-Q_{\text{lost}} = Q_{\text{gained}}$$

- What is Q? What is the unit of measurement of Q?
- What is m? What is the unit of measurement of m?
- What is c? What is the unit of measurement of c?
- What is ΔT ? What is the unit of measurement of ΔT ?
- What will give heat? Cold water or hot water? Why?
- What will take the heat? Cold water or hot water? Why?
- Which one will be bigger, heat given or heat taken? Why?

PROCEDURE:

1. Read the entire lab procedure, and plan the steps you will take. Determine which steps can be performed while

- you are waiting for the water to heat.
2. Record your data in the data table.
 3. Choose a location where you can set up the experiment away from the edge of the table and from other groups. Make sure the switch of the hot plate is in the “off” position before you plug it in.
 4. Turn on the hot plate and adjust the heating control to heat the water.
 5. Use the thermometer to measure the temperature of the hot water and cold water. (Note: When making temperature readings, take care not to touch the hot plate and the water.)
 6. Use the scales to measure the mass of the hot water and cold water.
 7. Use the stirring rod to gently stir the mixture of hot water and cold water in the calorimeter. Do not use the thermometer to stir the water.
 8. Clean up your work area. Put equipment away safely so that it is ready to be used again.

ANALYSIS:

1. Calculate the final temperature of the mixture.
2. Measure the final temperature of the mixture.
3. Calculate the energy transferred to the cold water.
4. Calculate the energy transferred from the hot water.

CONCLUSIONS:

1. Explain why the energy transferred as heat to the cold water is equal to the energy transferred as heat from the hot water.
2. Explain why calculated and measured temperatures of the mixture are different (or same).

3. How would your results be affected if the initial temperatures of the water in the beakers were equal?
4. What is the purpose of the calorimeter in this experiment?

SUMMARY

- Atom: a particle that consists of protons, neutrons and electrons; atom determines a type of substance.
- Molecule: a group of atoms that are connected to each other.
- Diffusion: molecules move from higher concentration to lower concentration.
- Temperature: a measure of speed and mass of molecules, a measure of the average kinetic energy of molecules.
- Thermometer: an instrument that measures temperature.
- Absolute zero: -273°C , there cannot be a lower temperature than -273°C .
- Celsius scale, Kelvin scale: different temperature scales. Celsius scale is used in everyday life. Kelvin scale is used in science.
- Internal energy: a sum of all kinetic energies of atoms and molecules of a substance.
- Conduction: heat flow by the collision of hotter particles to colder particles.
- Convection: heat flow by movement of a fluid (liquid or gas).
- Radiation: heat flow by electromagnetic waves.
- Specific heat capacity: energy needed to increase the temperature of 1 kg of a substance by 1°C .

- $Q = m \times c \times \Delta T$

- 

$$\begin{array}{ccccccc} Q & = & m & \times & c & \times & \Delta T \\ \text{heat} & & \text{mass} & & \text{specific heat capacity} & & \text{Temperature change} \\ \text{(Joules, J)} & & \text{(kilograms, kg)} & & \text{(J/kg}^{\circ}\text{C)} & & \text{(degrees of Celsius or Kelvin)} \end{array}$$

- Heat of combustion: energy you get from burning 1 kg of fuel.

- $Q = m \times q$

-

$$Q_{\text{heat}} \text{ (Joules, J)} = m_{\text{mass}} \text{ (kilograms, kg)} \times q_{\text{heat of combustion}} \text{ (J/kg)}$$

- – Heat lost by hot object = Heat gained by cold object
- $-Q_{\text{lost}} = Q_{\text{gained}}$

$$-Q_{\text{lost}} = Q_{\text{gained}}$$

$$-m_h \times c_h \times \Delta T_h = m_c \times c_c \times \Delta T_c$$

$$-m_h \times c_h \times (T_f - T_h) = m_c \times c_c \times (T_f - T_c)$$

$$m_h \times c_h \times (T_h - T_f) = m_c \times c_c \times (T_f - T_c)$$

PROBLEMS

THERMAL MOTION

1. Simple diffusion is defined as the movement of

A. Molecules from areas of higher concentration to areas of lower concentration

B. Molecules from areas of lower concentration to areas of higher concentration

C. Water molecules across a membrane

D. Gas molecules across a membrane

E. Gas or water molecules across a membrane

2. When sugar is mixed with water, equilibrium is reached when

A. Molecules of sugar stop moving

B. Water and sugar molecules are moving at the same speed

C. The dissolved sugar molecules are evenly distributed throughout the solution

D. There is the same number of water molecules as dissolved sugar molecules

E. Two tablespoons of coffee are added

3. Which of the following affect(s) the speed of diffusion?

- A. Temperature
- B. Size of molecules
- C. Concentration difference
- D. A and B
- E. A, B and C

4. The molecules in a solid lump of sugar do not move

- A. True
- B. False

TEMPERATURE AND INTERNAL ENERGY

1. What is an acceptable temperature for a comfortable room?

- A. 72 degrees Kelvins
- B. 72 degrees Celsius
- C. neither

D. both

2. Which of the followings can be a temperature of an ice cream?

A. 30 degrees Celsius

B. 250 degrees Kelvins

3. Which of the followings can be a temperature of a cup of tea?

A. 228 degrees Kelvins

B. 28 degrees Celsius

4. True or False? 260 Kelvins is a reasonable temperature for warm spring day.

A. True

B. False

5. Choose the reasonable temperature for a glass of iced tea?

A. 32 degrees Celsius

B. 4 degrees Celsius

C. neither

6. Which one is better to wear when the weather is 29°C ?

- A. t-shirt
- B. sweater
- C. heavy coat and gloves
- D. none of the above

7. What would you most likely to wear on a day that is 255 Kelvins?

- A. t-shirt
- B. heavy coat, hat, scarf, gloves
- C. sweater

8. Choose what you would most likely to wear on a day that is 300 Kelvins.

- A. sweater
- B. t-shirt
- C. heavy coat and gloves

9. If it was 218 Kelvins outside, what would you most likely be doing?

- A. sledding
- B. swimming
- C. water skiing

10. Choose the word that might describe a 32 degrees of Celsius day.

- A. freezing
- B. warm
- C. cold
- D. windy

11. Convert the following units into the desired ones.

- a) $86\text{ K} = \dots\dots\dots\text{ }^\circ\text{C}$ b) $373\text{ K} = \dots\dots\dots\text{ }^\circ\text{C}$
- c) $40\text{ }^\circ\text{C} = \dots\dots\dots\text{ K}$ d) $75\text{ }^\circ\text{C} = \dots\dots\dots\text{ K}$

12. A liquid boils at 351 K. What is this temperature in $^\circ\text{C}$?

13. A weather forecast announces that the expected daytime temperature is 293 K. What is the temperature in $^\circ\text{C}$?

14. Which is the greater temperature, 25°C or 308 K?

15. Referring to the information given on page 11, calculate the temperature of the centre of the sun, a light bulb filament and a Bunsen flame in degrees of Kelvin.

FILL IN THE BLANKS

16. When a substance is heated, its particles gain and move rapidly.

17. The temperature of a substance is a measure of the average energy of each particle in it.

18. Heat is the energy transferred to a substance, while temperature is the degree of of a substance.

19. On the scale pure water freezes at 0 °C.

20. On the Celsius scale, the of the boiling point of water is marked as °C.

21. Household thermometers usually include as the capillary liquid and they have a range of temperatures from $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

HEAT

1. How much heat is needed to raise the temperature of 1000 g of solid ice from $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $40\text{ }^{\circ}\text{C}$?

2. How much heat is needed to change the temperature of 200 g of water from $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $50\text{ }^{\circ}\text{C}$?

3. How many Joules of heat are lost when 100 g of iron cools from $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $50\text{ }^{\circ}\text{C}$?

4. How many Joules of heat are lost when the temperature of 300 g copper drops by $20\text{ }^{\circ}\text{C}$?

5. Assuming that no heat is lost to the surroundings, calculate the final temperature when 50 g of water at $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ are mixed with 25 g of water at $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6. Calculate the quantity of heat needed to change 60 g of water at 100 °C into steam at 100 °C.

7. 10 g of ice at 0 °C is dropped into 90 g of water at 70 °C. Calculate the final temperature of mixture.

8. 200 g of olive oil at 80 °C is in a container. If another 50 g of olive oil at 20 °C is added to the container, what will the final temperature be? (Heat exchange with the container is ignored.)

9. If 100 g of iron at 100 °C is dropped into 390 g of water at 20 °C, what will the final temperature be?

APPLICATION OF HEAT TRANSFER

FILL IN THE BLANKS WITH APPROPRIATE WORDS

1. keeps animals warmer in winter.

2. Firemen wear suits.
3. Metals are generally conductors of heat.
4. keeps hot liquid hot for a long time.
5. In space, matter does not exist so convection and..... do not occur.
6. Bright shiny surfaces are emitters of heat.

ANSWER THE QUESTIONS

1. What is the difference between conduction and convection? Explain by using examples.
2. Explain why a double glazed window keeps rooms warm.
3. Why do we wear thick clothes in winter and bright clothes in summer?

4. How does fur keep animals warm?

5. Explain coastal breezes.

6. What are good and bad absorbers of radiation? Give examples.

7. What are good and bad emitters of radiation? Give examples.

8. Explain how home heating systems work.

9. Can heat be transferred by convection in a solid? Why?

ANSWER THE TEST QUESTIONS-I

1. The measure of the average kinetic energy of particles in matter is called:

A) Heat

B) Temperature

C) Calorie

D) Heat of fusion

2. The instrument which is used to measure temperature is called:

A) Manometer

B) Barometer

C) Altimeter

D) Thermometer

3. A normal human body temperature is about $36\text{ }^{\circ}\text{C}$. Which of the following expresses this temperature in Kelvin?

A) 400 K

B) 305 K

C) 309 K

D) 500 K

4. The metal sodium melts at 371 K. What is the melting point of sodium on the Celsius temperature scales?

A) $98\text{ }^{\circ}\text{C}$

- B) 90 °C
- C) 100 °C
- D) 110 °C

5. Which of the following has no effect on the amount of expansion of a body?

- A) Dimensions of the body
- B) Temperature change
- C) Type of matter a body is composed of
- D) Colour of the body

ANSWER THE TEST QUESTIONS-II

1. Which one of the substances below is the best conductor of heat?

- A) paper
- B) glass
- C) nail
- D) wool

2. Which one of the substances below is the best insulator of heat?

- A) glass
- B) hard plastic
- C) copper
- D) air

3. Why does conduction not occur in space?

- A) Because no matter exists in space
- B) Because only convection occurs
- C) Because the sun is far away from the earth
- D) Because the moon prevents heat transfer

4. I. White coloured surface

II. Blackened surface

III. Insides of a toaster

IV. Reflector of an electrical heater

Which of the above is a good absorber of heat?

- A) I, II

B) II, III

C) I, IV

D) II, IV

5. The Sun heats us by the method of

A) isolation

B) conduction

C) convection

D) radiation

PHYSICS IN LIFE

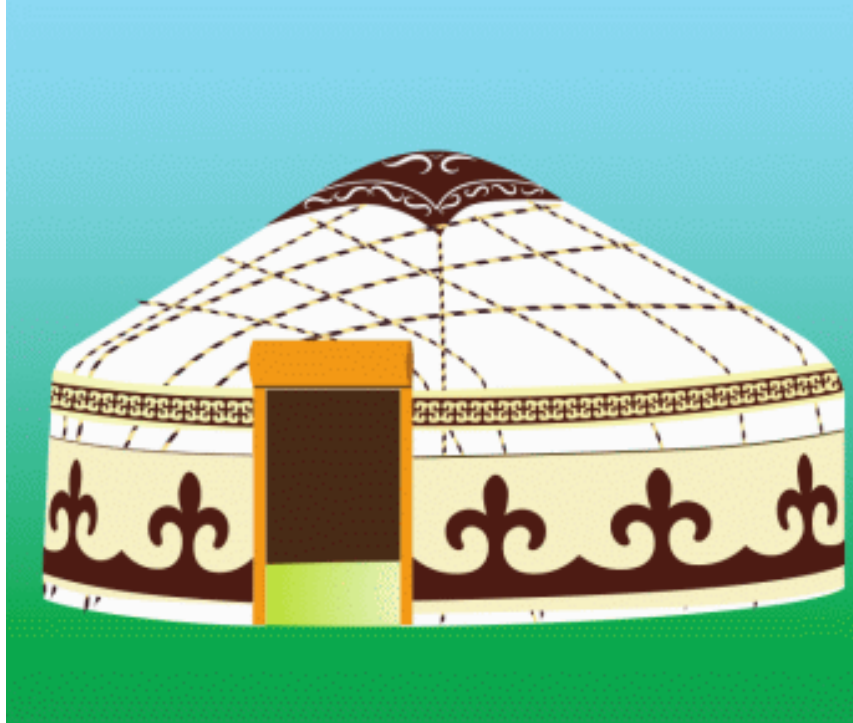
1. Skin of a polar bear is black. Fur is 10 cm thick. How does it help?



2. The gas pressure in a light bulb is 0.7 atm? Why is it lower than atmosphere's pressure?



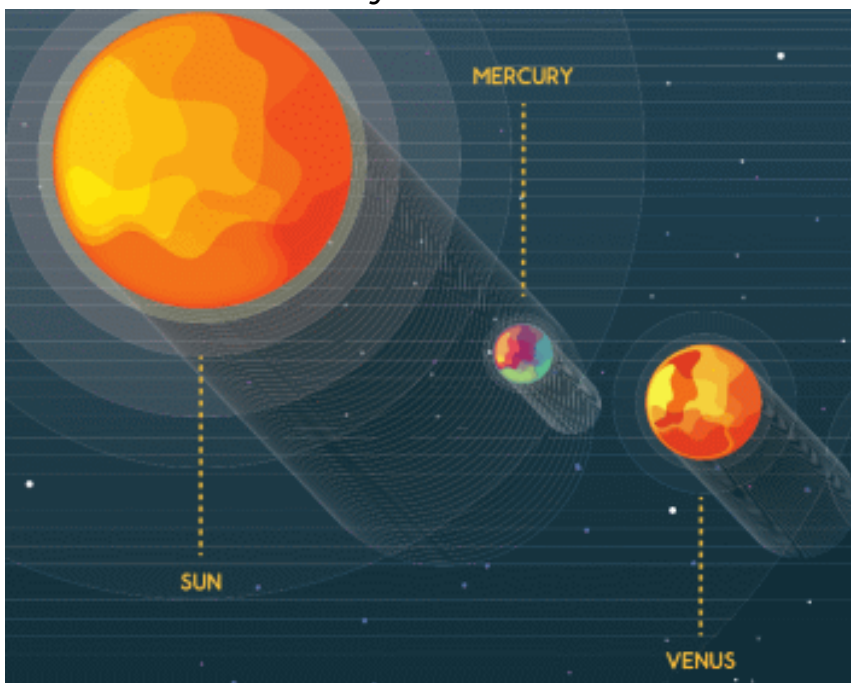
3. Yurt is a house of nomads. Why did they use thick wool to make yurts?



4. If all water disappears, the average temperature on Earth will be 67 °C. Why the temperature rises?



5. Venus is farther from the sun than Mercury. Why is then Venus hotter than Mercury?



6. Train railway bars have gaps between them. Why?



7. We cannot burn wet wood. Why?



8. It is $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ outside, but it's $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ inside the igloo. Why?



CHAPTER 2

STATES OF MATTER

2.1 MELTING AND FREEZING

2.2 EVAPORATION AND CONDENSATION

2.3 GRAPHICAL ANALYSIS

2.4 HUMIDITY

LAB WORK 2

SUMMARY

PROBLEMS



2.1 MELTING AND FREEZING

YOU WILL:

- - use Molecular Kinetic Theory to describe melting and freezing;
- - apply formula of freezing / melting for problem solving.

QUESTION



Figure 1

a) Why do icicles, Figure 1, form in cold weather? How do icicles form?



Figure 2

b) Why is it dangerous to touch metal in cold weather? What may happen if you touch a metal when the weather is -30°C ? Why do people use tin, Figure 2? Is tin liquid or solid?

ЧТО ТАКОЕ ПЛАВЛЕНИЕ?

При нагревании твердого тела ему сообщается тепло. Из-за этого, молекулы твердого тела начинают совершать колебательные движения быстрее. При достижении определенной температуры, молекулы приобретают достаточную кинетическую энергию для ослабления связей между собой. В этот момент твердое тело превращается в жидкость. Данный процесс называется плавлением.

При плавлении тело немного увеличивается в объеме из-за того, что расстояние между молекулами возрастает. Процесс изменения агрегатного состояния можно сопоставить с рисунком Figure 3.

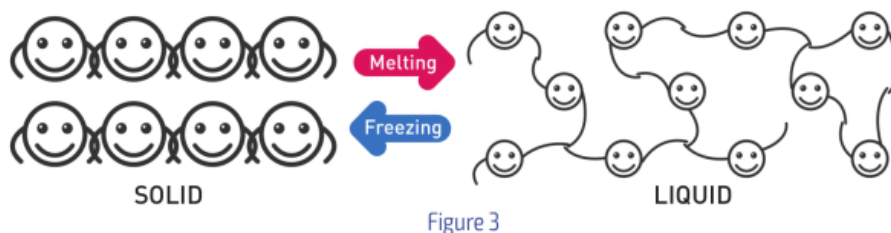


Figure 3

Каждое твердое вещество плавится при определенной температуре, которая называется температурой плавления. В Table 2.1 приведены данные о температурах плавления некоторых веществ.

Substance	Melting Point [0°C]	λ [J/kg°C]	Substance	Melting Point [0°C]	λ [J/kg°C]
Iron	1535.0	289 000	Ice	0	335 000
Aluminium	658.0	10 500	Lead	327.0	25 000
Benzene	5.5	126 000	Mercury	-38.9	11 400
Copper	1083.0	207 000	Silver	960.0	88 300
Ethyl alcohol	-114.4	108 000	Gold	1063.0	62 800

Table 2.1

УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕНИЯ

Если твердому телу, которое находится при температуре плавления, сообщить тепловую энергию, то его температура не изменится. Так как все получаемое тепло будет затрачиваться на ослабление связей между молекулами вещества. Энергия необходимая для плавления 1 кг твердого вещества, при температуре плавления, называется удельной теплотой плавления (λ). Величина этой энергии зависит от типа вещества.

Например,

для плавления 1 кг железа необходимо 289000 Дж,

а для плавления 1 кг серебра необходимо 88 300 Дж.

Значения удельной теплоты плавления для некоторых веществ приведены в Table 2.1.

The formula for melting:

$$Q = m \times \lambda$$

Q	=	m	×	λ
heat		mass		specific latent heat of fusion
(Joules, J)		(Kilograms, kg)		(Joule/kilogram, J/kg)

ЧТО ТАКОЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ?

Если жидкость начнет терять тепловую энергию, то она станет остывать. Частицы начнут колебаться медленнее, так как их кинетическая энергия убывает. Молекулы вещества начинают принимать более упорядоченные положения в пространстве, т.е. происходит кристаллизация вещества. Кристаллизация - процесс обратный плавлению. Причем кристаллизация происходит при той же температуре, что и плавление. Можно использовать удельную теплоту плавления как для процессов плавления, так и для кристаллизации.

EXAMPLE

Calculate the energy needed to melt 2 kg of ice at 0 °C. Use Table 2.1

Solutions:

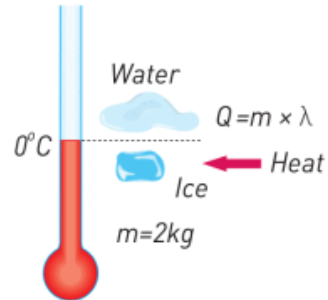
$m = 2 \text{ kg}$
 $\lambda = 335 \text{ kJ/kg}$

Formula:

$Q = m \times \lambda$

Calculation:

$Q = 2 \times 335\,000 = 670\,000 \text{ J} = 670 \text{ kJ}$



EXAMPLE

100 g of water is at 40 °C. How much heat must water lose to become ice at 0 °C?

Solution:

First, water must lose heat to reach freezing point:

$Q_1 = m \times c \times \Delta T$

$Q_1 = 0.1 \text{ kg} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times [40^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}]$

$Q_1 = 16\,800 \text{ J}$

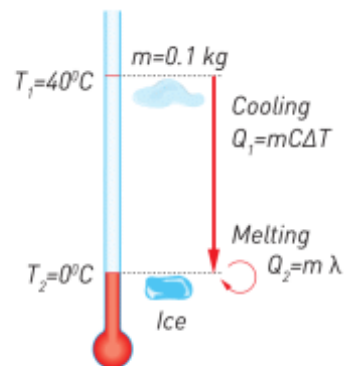
Then, water freezes and loses more heat:

$Q_2 = m \times \lambda$

$Q_2 = 0.1 \text{ kg} \times 335\,000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

$Q_2 = 33\,500 \text{ J}$

Total heat lost by water: $16\,800 \text{ J} + 33\,500 \text{ J} = 50\,300 \text{ J}$



FACT



Вода расширяется при кристаллизации. Вследствие чего плотность уменьшается. Поэтому лед всегда находится на поверхности воды. Лед защищает подводные организмы и растения от переохлаждения.

ФАКТ

Sometimes hot water freezes faster than cold water. It is called “Mpemba effect”.

LITERACY

1. Температура воздуха ниже 0°C . Какие осадки возможны при температуре воздуха ниже 0°C ? Почему?
2. Какое количество теплоты необходимо для плавления 1 кг льда при температуре 0°C ? Сколько килограмм

- воды при температуре 100°C потребуется, чтобы растопить 1 кг льда при температуре 0°C ?
3. Какое количество теплоты понадобится для плавления льда, находящегося при температуре -1°C ? Почему ваш ответ отличается от ответа на вопрос в задании 2?
 4. Почему вершины некоторых гор покрыты снегом даже летом?
 5. Температура воздуха -25°C . После снегопада температура поднялась до -18°C . Почему?

ART TIME

How would you design a dance that shows "melting and freezing". Show the dance to your parents, teachers and friends.

TERMINOLOGY

- melting – балқу / плавление
- freezing – қату / замораживание
- bond – байланыс / связь
- copper – мыс / медь
- contraction – қысқару / уменьшение
- opposite – қарама-қарсы / противоположный

2.2 EVAPORATION AND CONDENSATION

YOU WILL:

- - use Molecular Kinetic Theory to describe boiling and condensation;
- - analyse temperature-time graph of boiling and condensation.

QUESTION

Why do bubbles form at the bottom of the pan? Why do bubbles not form at the top?

ЧТО ТАКОЕ ПАРООБРАЗОВАНИЕ?

Молекулы жидкости движутся с разными скоростями. Молекулы, обладающие большей кинетической энергией, способны вылетать с поверхности жидкости. Таким образом, жидкость постепенно переходит в газообразное состояние. Данный процесс называется испарением, Figure 1 а.

Испарение протекает при любых температурах. Поэтому влажная одежда высыхает даже при холодной и пасмурной погоде.



Figure 1

Чем выше температура жидкости, тем больше скорость испарения. При нагреве жидкость может достичь температуры, при которой скорость испарения является наибольшей – это температура кипения. Например, вода испаряется максимально быстро при температуре 100°C . Мы говорим, что вода кипит, Figure 1 b.

Температура 100°C называется температурой кипения воды.

Температуры кипения других веществ приведены в Table 2.2.

Substance	Boiling Point (°C)	r (J/kg)
Ethyl alcohol	78	853 000
Bromine	60	180 000
Lead	1170	732 000
Lithium	1336	2 136 000
Mercury	358	297 000
Nitrogen	-196	201 000
Oxygen	-183	213 000
Sulphuric acid	326	510 000
Water	100	2 260 000
Zinc	918	1 986 000

Table 2.2

УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ

Если к жидкости, при температуре кипения, подводить тепловую энергию, то температура жидкости не меняется. Так как вся подводимая тепловая энергия расходуется на разрыв связей между молекулами жидкости. В результате жидкость переходит в газообразное состояние. К примеру, вода кипит и превращается в пар, Figure 2.

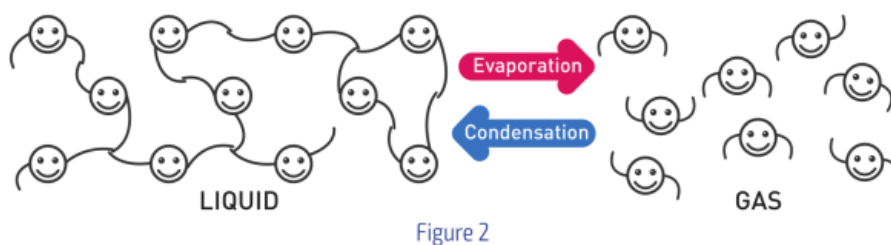


Figure 2

Энергия необходимая для испарения 1 кг вещества, при температуре кипения, называется удельной теплотой парообразования (r).

Например,

чтобы испарить 1 кг воды при температуре 100°C необходимо 2260000 Дж энергии,

а чтобы испарить 1 кг расплавленного свинца при температуре 1170°C – 732000 Дж.

Значения удельной теплоты парообразования для некоторых веществ приведены в Table 2.2.

Таким образом, есть два вида парообразования жидкости: испарение и кипение.

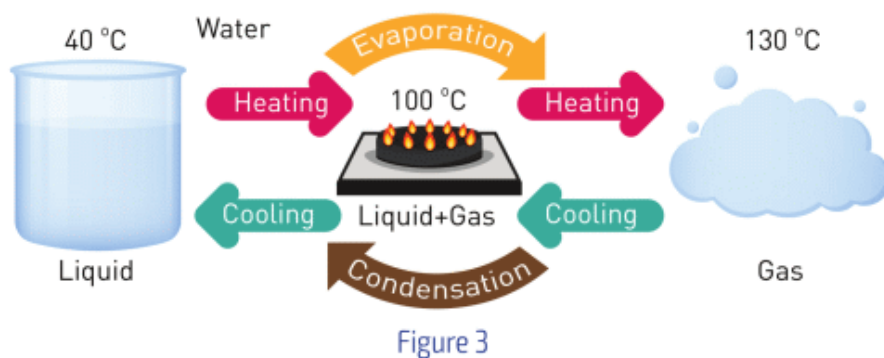
Энергия, затрачиваемая на испарение, может быть рассчитана по формуле:

$$Q = m \times r$$

Q	=	m	\times	r
heat (Joules, J)		mass (kilograms, kg)		specific heat of vapourisation (Joule/kilogram, J/kg)

ЧТО ТАКОЕ КОНДЕНСАЦИЯ?

При остывании молекулы газа замедляются, так как они теряют энергию. Расстояние между молекулами уменьшается и связь между ними обратно восстанавливается. В результате газ переходит в жидкость. Этот процесс, обратный парообразованию, называется конденсацией. Конденсация происходит при той же температуре, что и кипение. Figure 3.



EXAMPLE

Calculate the energy required to convert 500 g of water at 80 °C to steam at 100 °C.

Solution:

1. Energy to heat water

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q_1 = 0.5 \times 4200 \times (100 - 80)$$

$$Q_1 = 42\,000 \text{ J}$$

2. Energy to boil water $Q = m \times r$

$$Q_2 = 0.5 \times 2\,260\,000$$

$$Q_2 = 1\,130\,000 \text{ J}$$

$$\text{Total energy: } Q_{\text{total}} = 42\,000 \text{ J} + 1\,130\,000 \text{ J} = 1\,172\,000 \text{ J}$$

EXAMPLE

100 гр водяного пара находятся при температуре 120 °С. Какое количество теплоты должен отдать пар, чтобы превратиться в воду при 70 °С?

Solution:

1. Vapour cools to 100 °С

$$Q_1 = m \times c \times \Delta T_1, \quad c_{\text{water vapour}} = 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_1 = 120 \text{ }^\circ\text{C} - 100 \text{ }^\circ\text{C} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 0.1 \text{ kg} \times 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 20 \text{ }^\circ\text{C} = 4200 \text{ J}$$

2. Condensation of water vapour.

$$Q_2 = m \times r = 0.1 \text{ kg} \times 2\,260\,000 \text{ J/kg} = 226\,000 \text{ J}$$

3. Water cools to 70 °С.

$$Q_3 = m \times c \times \Delta T_2$$

$$\Delta T_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C} - 70 \text{ }^\circ\text{C} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 0.1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 30 \text{ }^\circ\text{C} = 12\,600 \text{ J}$$

Total energy lost:

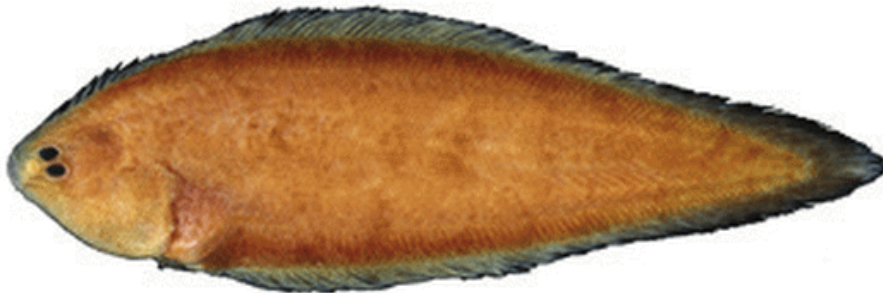
$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 4200 \text{ J} + 226\,000 \text{ J} + 12\,600 \text{ J} = 242\,800 \text{ J}$$

FACT



If you take a very cold bottle and leave it for several minutes, the surface of the bottle will become wet. This is because air contains water molecules. These molecules condense because temperature around the bottle is lower.

ФАКТ



Рыба "Морской язык" может обитать вблизи подводных вулканов, где температура окружающей среды колеблется от 100°C до 180°C.

RESEARCH TIME

Take two identical bottles and fill them with water. Wrap one of them with wet paper. Then put them to a cold place. After about 40 minutes measure the temperatures of water in the bottles. Why are temperatures different (or same)?

LITERACY

1. Why do clouds form? How do clouds form?

2.

You heat mass of	from	to	How many Joules do you need?
1 kg	100°C water	100°C vapour	
1 kg	99°C water	100°C vapour	
1 kg	100°C water	101°C vapour	

3. Why are answers in question 2 different?

4. Find same substances in Table 2.1 and Table 2.2. Compare their (λ) and (r). Why (r) is always greater?

TERMINOLOGY

- boiling – қайнау / кипение
- to escape – шығу / сбегать
- melted – еріген / расплавленный
- habitat – мекендеу ортасы / среда обитания

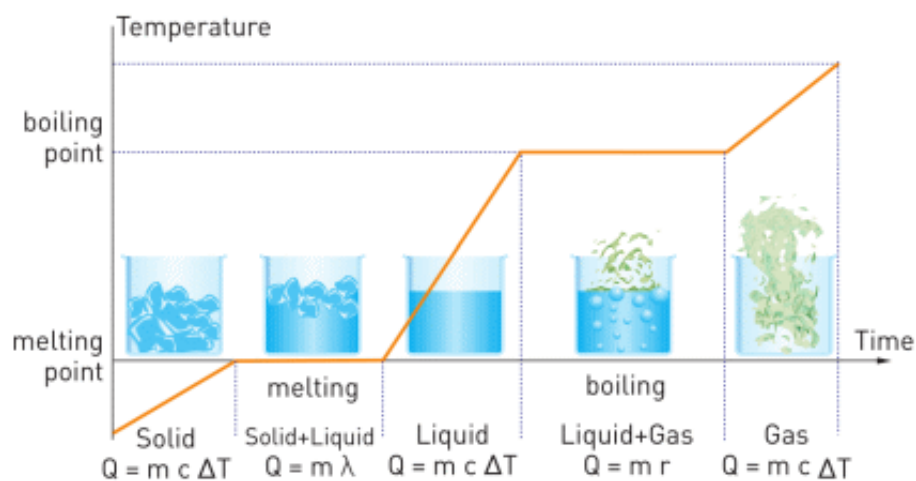
2.3 GRAPHICAL ANALYSIS

YOU WILL:

- - analyse temperature-time graph of melting and freezing;
- -analyse temperature-time graph of boiling and condensation.

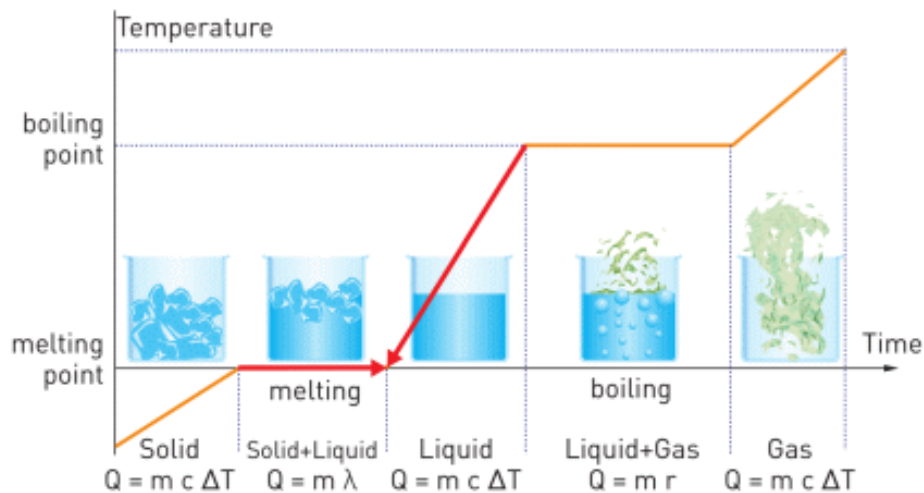
GRAPHICAL ANALYSIS

Look at the graph below. What can you say about it?



1. How many joules do you need to melt 1 kg of ice at 0°C?
How many kg of water at 100°C do you need to melt 1 kg of ice at 0°C?

Answer:



Ice has $T_{\text{initial}} = 0^{\circ}\text{C}$, and it must have $T_{\text{final}} = 0^{\circ}\text{C}$. Water has $T_{\text{initial}} = 100^{\circ}\text{C}$, it must have $T_{\text{final}} = 0^{\circ}\text{C}$. At the end there is water at 0°C . Water gives heat and gains that heat.

Heat gained by ice:

$$Q = m \lambda = 1 \text{ kg} \times 335000 \text{ J/kg} = 335000 \text{ Joules}$$

Heat lost by water:

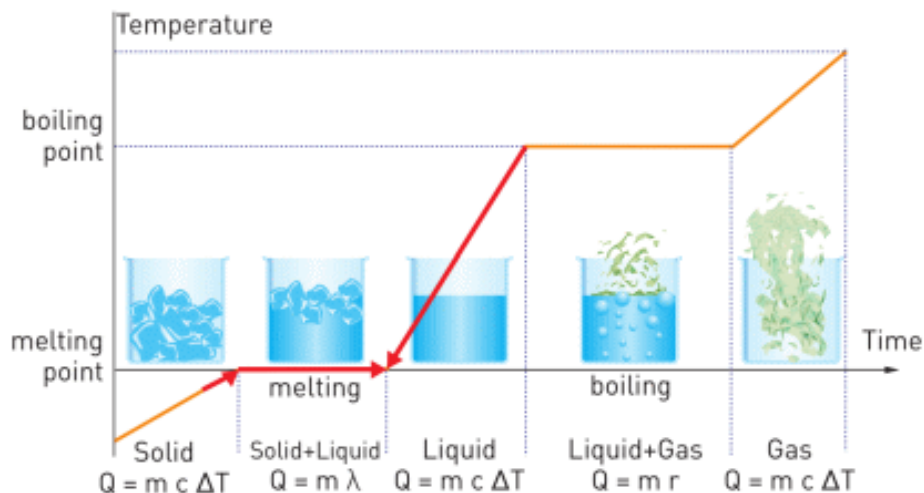
$$Q_{\text{lost}} = - m c \Delta T = - m \times 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \times (-100^{\circ}\text{C}) = 420000 \times m$$

Heats must be equal: $335000 = 420000 \times m$

$$m = 0.798 \text{ kg of water} = 798 \text{ grams of water}$$

2. How many Joules do you need to melt 1 kg of ice at -1°C ? Why is your answer different from answer in question 2?

Answer:



3. Ice has $T_{\text{initial}} = -1^{\circ}\text{C}$ and $T_{\text{final}} = 0^{\circ}\text{C}$. Water has $T_{\text{initial}} = 100^{\circ}\text{C}$ and $T_{\text{final}} = 0^{\circ}\text{C}$. At the end there is water at 0°C . Water gives heat and ice takes heat.

Heat gained by ice: $Q = m c \Delta T + m \lambda$

$Q = 1 \text{ kg} \times 2100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \times 1^{\circ}\text{C} + 1 \text{ kg} \times 335000 \text{ J/kg} = 337100$
Joules

Heat given by water:

$Q = m c \Delta T = m \times 4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} \times 100^{\circ}\text{C} = 420000 \times m$

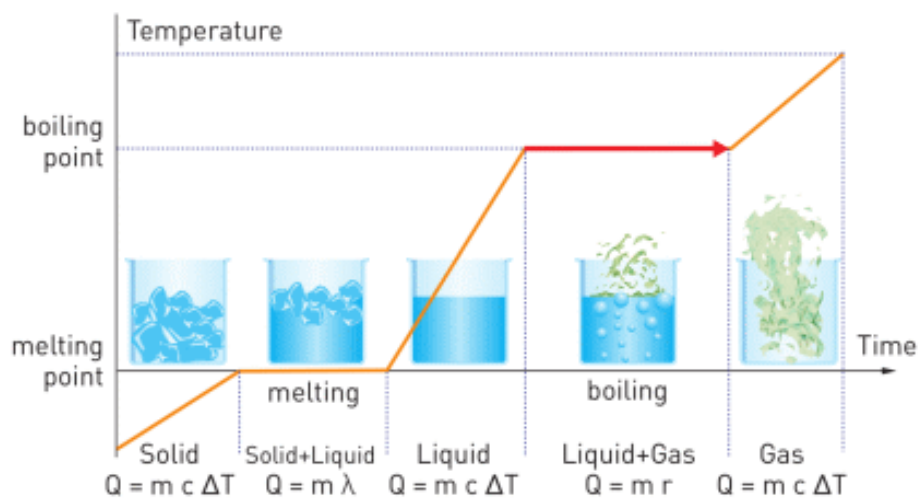
Heats are equal:

$337100 = 420000 \times m$

$m = 0.803 \text{ kg of water} = 803 \text{ grams of water}$

In question 1 the answer is 798 grams. In question 2 the answer is 803 grams. In question 2, firstly we heat ice from -1°C to 0°C . Then, we melt the ice. That's why answers are different.

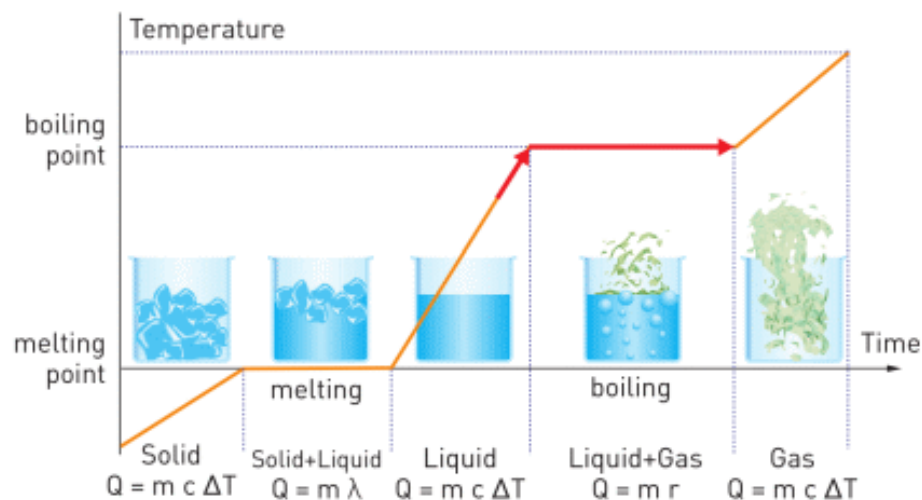
4. How many joules do you need to change 1 kg of water at 100°C into vapour at 100°C?



To boil water:

$$Q = m r = 1 \text{ kg} \times 2260000 \text{ J/kg} = 2260000 \text{ Joules}$$

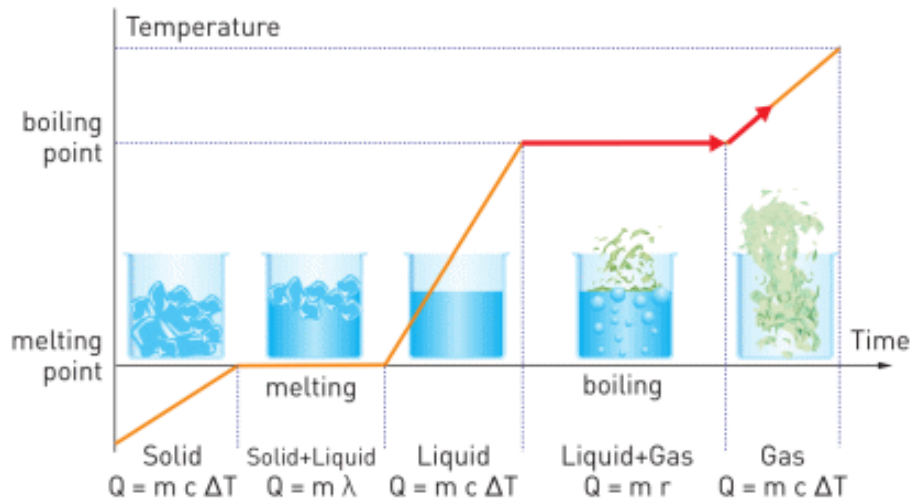
5. How many joules do you need to change 1 kg of water at 99°C into vapour at 100°C?



We heat water and then boil it.

$$Q = m c \Delta T + m r = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 1^\circ\text{C} + 1 \text{ kg} \times 2260000 \text{ J/kg} = 2264200 \text{ Joules}$$

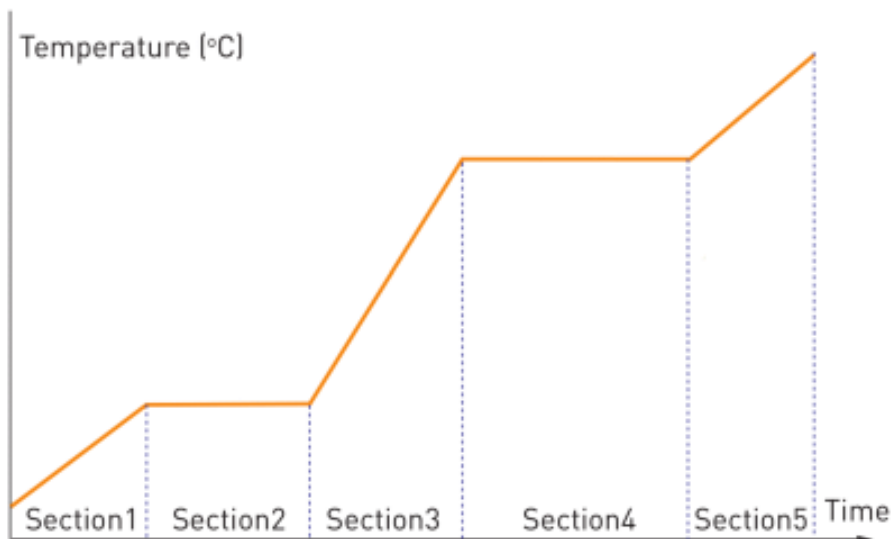
6. How many joules do you need to change 1 kg of water at 100°C into vapour at 101°C?



First, we boil water. Then, we heat vapour.

$$Q = m r + m c \Delta T = 1 \text{ kg} \times 2260000 \text{ J/kg} + 1 \text{ kg} \times 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 1^\circ\text{C} = 2262100 \text{ Joules}$$

ACTIVITY



a) If you draw graphs for these substances, which sections each graph will have? Put ticks in boxes.

	section 1	section 2	section 3	section 4	section 5
Ice, from -15 °C to water 25 °C					
Lead, from 250 °C to 40 °C					
Gold, from 1200 °C to 1850 °C					
Nitrogen, from -300 °C to -150 °C					
Mercury, from 30 °C to 350 °C					
Lithium, from 1500 °C to 300 °C					
Bromine, from 40 °C to 70 °C					
Alcohol, from 80 °C to - 50 °C					

b) Each substance has a mass of 2 kg. Choose 4 of them and calculate total heat in each case.

Use Table 2.1, Table 2.2, Table 1.5 and internet.

2.4 HUMIDITY

YOU WILL:

- - determine amount of heat during boiling;
- - explain the dependence of boiling point on external pressure.

QUESTION



Sometimes wet clothes dry out in 1 hour. However, sometimes they can be still wet even after several hours. How would you explain this?

ВЛАЖНОСТЬ

Воздух содержит в своем составе молекулы воды. Молекулы воды появляются в воздухе благодаря испарению воды с поверхности водоемов.

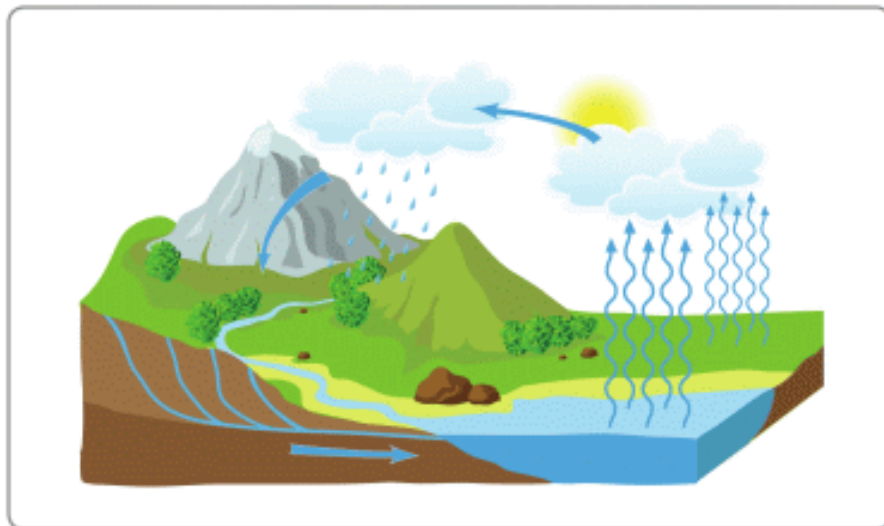


Figure 1

Влажность – это количество воды в единице объема воздуха.

Единица измерения влажности г/м^3 . Например, если влажность воздуха равна 11 г/м^3 , это означает, что в одном кубическом метре воздуха содержится 11 г воды.

Однако, есть пределы влажности для воздуха, Figure 2. Возьмем стакан с водой и накроем его крышкой.

Спустя некоторое время часть воды испарится, а оставшаяся часть останется в виде жидкости и дальше испаряться не будет. Воздух в стакане при этом достиг своей максимальной влажности, то есть он больше не сможет поглощать молекулы воды. Водяной пар, достигший своего максимального значения влажности, называется "насыщенный пар".

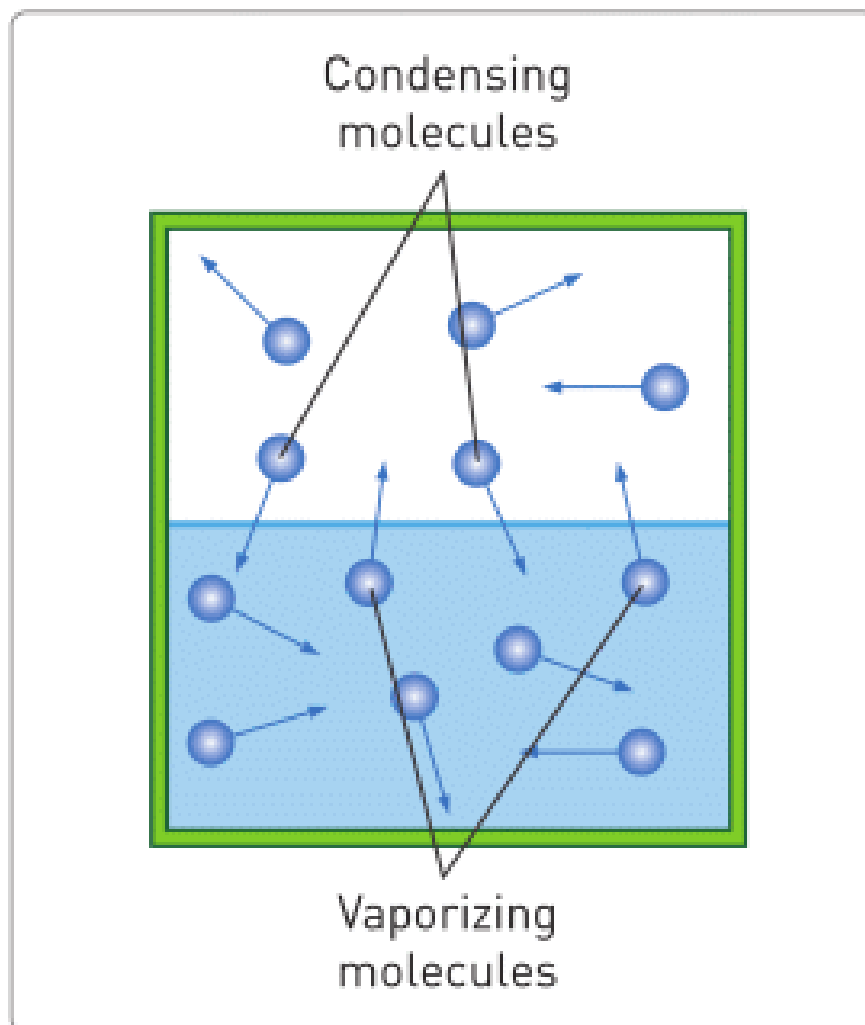


Figure 2

ВЛАЖНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА

Максимальная влажность воздуха зависит от температуры.

Например, при 20°C в одном кубическом метре воздуха может находиться максимум 17.15 г воды, а при температуре 35°C - 39.30 г. Можно сделать вывод, что максимальная влажность растет пропорционально с

температурой. Другие примеры приведены в таблице ниже.

Temperature (°C)	Maximum humidity (g/m ³)
100	588.21
40	50.67
30	30.08
20	17.15
10	9.36
0	4.87
-10	2.16
-30	0.33
-50	0.04
-90	0.0001

Table 2.4

КИПЕНИЕ И ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

Из повседневного опыта известно, что вода закипает при температуре 100°C . Всегда ли это верно? Температура кипения зависит также и от давления воздуха, находящегося над водой. Например, если кипятить воду на высоте 7000 м, вода закипит при температуре 70°C , Figure 3. Таким образом, с уменьшением давления понижается температура кипения.

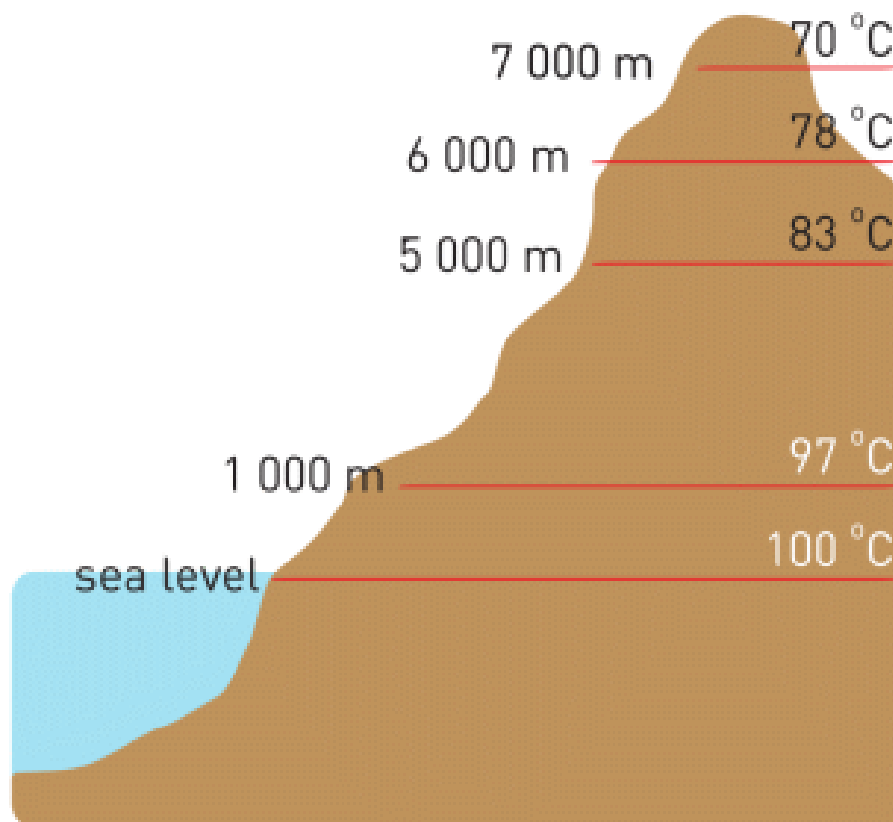


Figure 3

И наоборот, с повышением давления температура кипения повышается. Люди используют этот принцип для приготовления пищи в скороварке, Figure 4. Если в простой кастрюле приготовление мяса занимает 2-3 часа, то в скороварке этот процесс занимает 45-60 мин. Но необходимо быть крайне осторожным при использовании скороварок, так как внутри них образуется большое давление.



Figure 4

RESEARCH TIME

Take two cups. Fill half of a cup with hot water. Then, cover it with another cup. Wait for 3-4 minutes.



a) What can you observe?

b) What if you put a piece of ice on the top of the cup?

EXAMPLE

Сосуд объемом 20 м^3 содержит насыщенный пар при температуре 40°C . Какое количество воды сконденсируется при понижении температуры до 0°C ?

Solutions:

1. The maximum amount of water at 40°C is:

$$50.67 \text{ g/m}^3 \times 20 \text{ m}^3 = 1013.4 \text{ g}$$

2. The maximum amount of water at 0°C is:

$$4.87 \text{ g/m}^3 \times 20 \text{ m}^3 = 97.4 \text{ g}$$

3. Temperature decreases, and then the amount of water in air decreases.

Therefore, $1013.4 \text{ g} - 97.4 \text{ g} = 916 \text{ g}$ of water will condense.

ACTIVITY

Look at Table 2.4.

It is clear that the "capacity" of air increases as the temperature becomes higher.

a) Construct your theory that can explain this.

b) What if the "capacity" of air would decrease with the temperature of the air? How would it change the world?

FACT

A camel can live without water for about 35 days. The source of water is not its hump. Camel can take water from the air. This is the property of camel's nose.

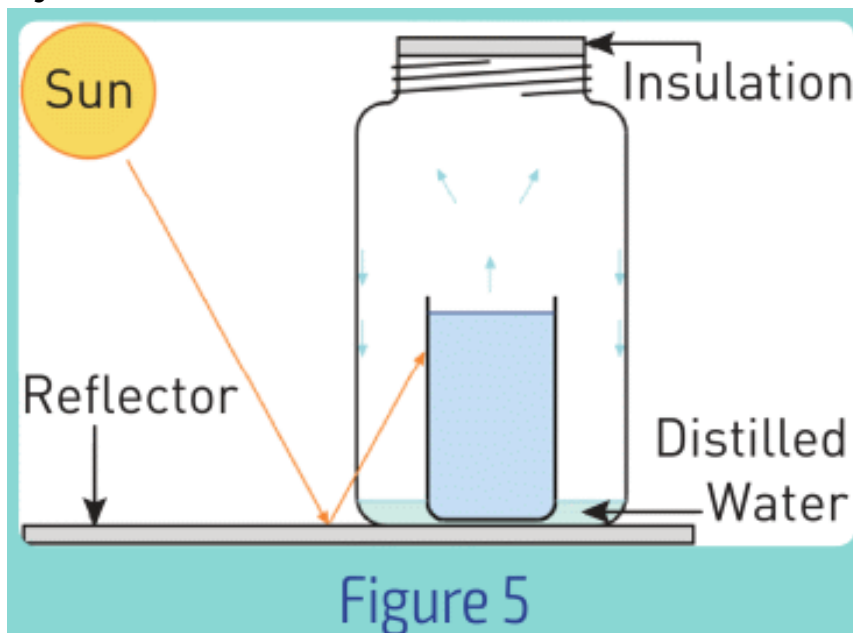
ART TIME

Produce and perform a dance that explains "saturated and unsaturated vapour". Show the dance to your parents, teachers and friends.

LITERACY

1. Почему жара сильнее ощущается в районах повышенной влажности (джунгли) чем в засушливых районах (пустыни)? Температуры воздуха в обоих случаях равны.

2. Почему люди в Антарктиде не могут работать на улице больше 15-20 минут?
3. Влажность воздуха вечером равна 15 г/м^3 , а утром 10 г/м^3 . Какое количество воды сконденсируется за ночь в комнате объемом 40 м^3 ?
4. С поверхности водоемов непрерывно испаряется вода. Почему они не высыхают?
5. Прибор, изображенный на Figure 5, называется солнечным дистиллятором. Когда и зачем он используется?



6. Что произойдет если открыть бутылку воды в космосе?
7. Почему приготовление пищи в скороварке занимает меньше времени? Почему надо быть осторожным при использовании скороварок?

TERMINOLOGY

- evaporation – булану / испарение
- humidity – ылғалдылық / влажность
- dry – құрғақ / сухой

- saturated vapour – қаныққан бу / насыщенный пар

LABWORK 2

TITLE:

Latent heat of fusion

OBJECTIVES:

- To measure initial temperature of ice and a final temperature of the ice-water mixture.
- To apply the specific heat capacity equation for calorimetry and equation for melting to calculate the latent heat of fusion of ice.

MATERIALS LIST:

1. calorimeter
2. hot water
3. beaker
4. electronic (or mechanical) scales
5. thermometer
6. hot plate
7. stirring rod
8. ice



SAFETY:

1. When using a burner or hot plate, always wear goggles and an apron to protect your eyes and clothing. Tie back long hair, secure loose clothing, and remove loose jewellery. In a case of emergency, call a teacher.
2. Never leave a hot plate unattended while it is turned on.
3. If a thermometer breaks, notify the teacher immediately.
4. Do not heat glassware that is broken, chipped, or cracked. Use tongs or a mitt to handle heated glassware and other equipment because it does not always look hot when it actually is.
5. Allow all equipment to cool before storing it.

6. Never put broken glass or ceramics in a regular waste container. Use a dustpan, brush, and heavy gloves to carefully pick up broken pieces and dispose of them in a container specifically provided for this purpose.

THEORY:

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q_{\text{given}} = Q_{\text{taken}}$$

$$Q = m \times L_{\text{fusion}}$$

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q_{\text{given}} = Q_{\text{taken}}$$

$$Q = m \times \lambda$$

- What is Q? What is the unit of measurement of Q?
- What is m? What is the unit of measurement of m?
- What is c? What is the unit of measurement of c?
- What is ΔT ? What is the unit of measurement of ΔT ?
- What is λ ? What is the unit of measurement of λ ?

PROCEDURE:

1. Read the entire lab procedure, and plan the steps you will take. Determine which steps can be performed while you are waiting for the water to heat.
2. Record your data in the data table.
3. Choose a location where you can set up the experiment away from the edge of the table and from other groups. Make sure the switch of the hot plate is in the “off” position before you plug it in.
4. Turn on the hot plate and adjust the heating control to heat the water.
5. Use the thermometer to measure the temperature of the hot water. (Note: When making temperature readings, take care not to touch the hot plate and the water.)
6. Use the scales to measure the mass of the hot water and ice.
7. Use the stirring rod to gently stir the mixture of hot water and ice in the calorimeter. Do not use the thermometer to stir the water.
8. Measure temperature of the mixture.
9. If ice remains to pour water into the sink (but not ice).
10. Measure the final mass of ice.
11. Clean up your work area. Put equipment away safely so that it is ready to be used again.

ANALYSIS:

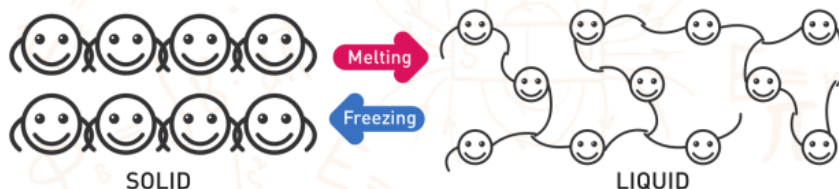
1. Measure the final temperature of the mixture.
2. Calculate the energy transferred to the ice.
3. Calculate the energy transferred from the hot water.
4. Determine latent heat of fusion of ice.

CONCLUSIONS:

1. Explain why the energy transferred as heat to the ice is equal to the energy transferred as heat from the hot water.
2. Explain why theoretical and experimental values of latent heat of fusion of ice are different.
3. How would your results be affected if the initial mass of the ice is much bigger than the mass of hot water?
4. What is the purpose of the calorimeter in this experiment?

SUMMARY

- Melting: When bonds between molecules and atoms become weaker.



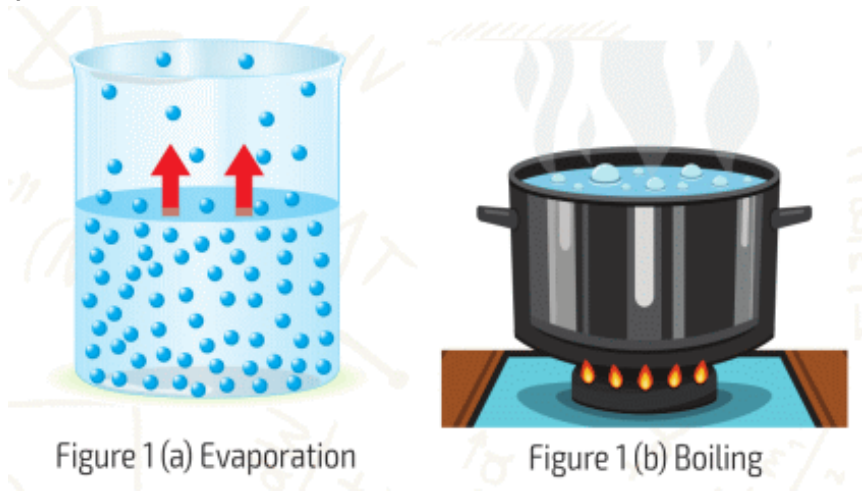
- Every solid melts at a certain temperature - melting point.
- The energy needed to melt 1 kg of solid substance is called specific latent heat of fusion (λ), and it depends on the type of the substance.
- The formula for melting:

$$Q = m \times \lambda$$

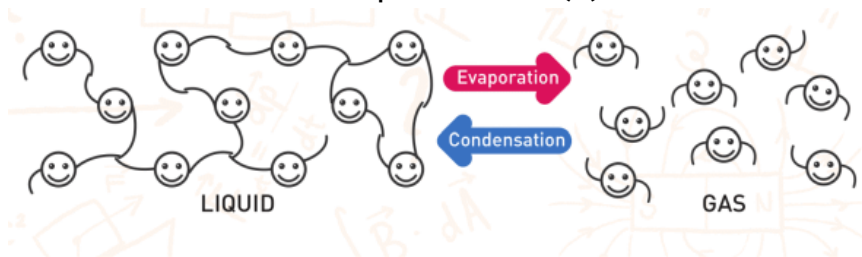
heat (Joules, J) mass (kilograms, kg) specific latent heat of fusion (Joule/kilogram, J/kg)

- $Q = m \times \lambda$
- Q - heat. Unit: [J]
- m - mass of a substance. Unit: [kg]
- λ - specific latent heat of fusion. Unit: [J/kg]
- Freezing is opposite process of melting.
- That's why we can use specific heat of fusion (λ) for melting and freezing.
- Particles with higher kinetic energy sometimes can escape from the liquid. Escaped particles turn into gas. This is called evaporation.
- When we heat a liquid, the liquid can reach the temperature of maximum and evaporation rate, it's called boiling.

- The temperature of maximum evaporation rate is called boiling point.



- When a liquid gets heat at boiling point, bonds between particles break.
- The energy needed to boil 1 kg of a liquid is called specific latent heat of evaporation (r).

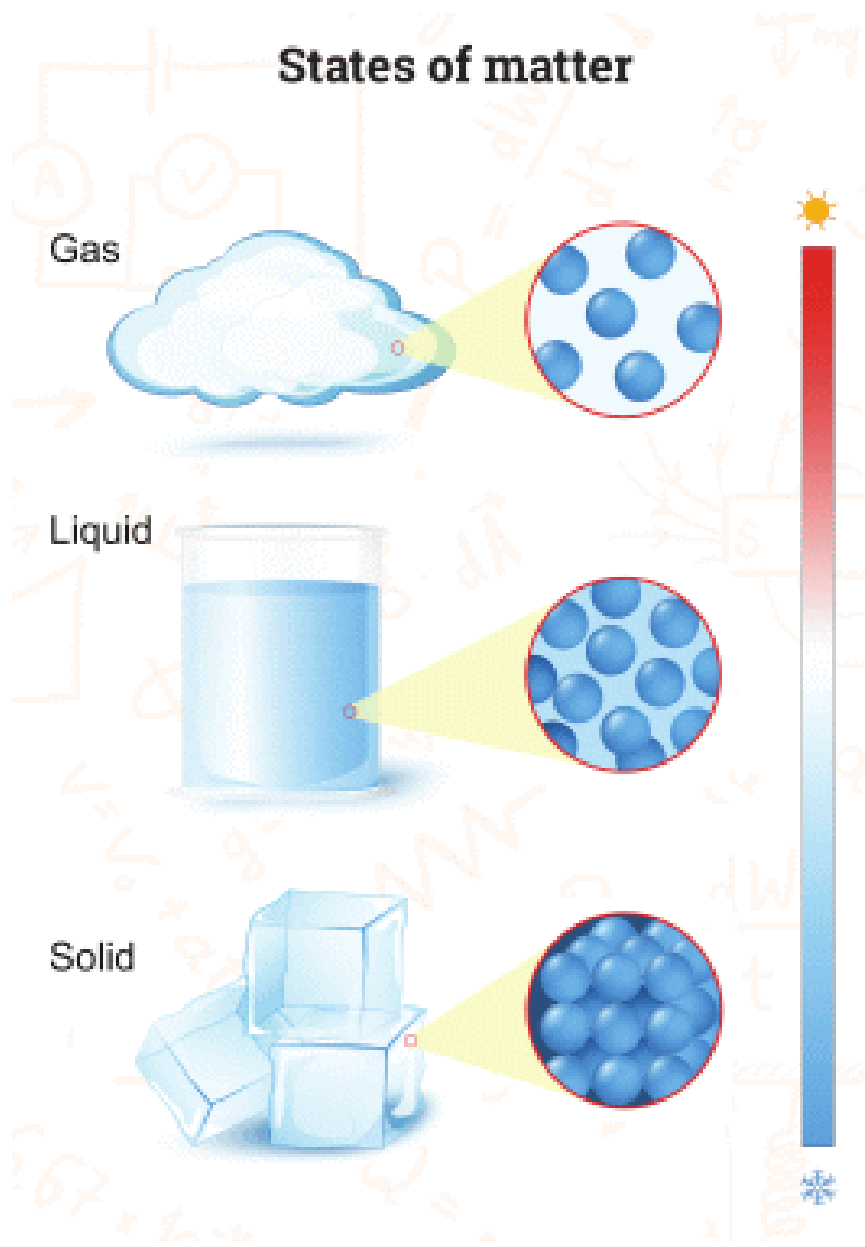


- The formula of energy needed to evaporate or boil a liquid:

$$Q = m \times r$$

heat (joules, J) = mass (kilograms, kg) × specific heat of vaporization (joule/kilogram, J/kg)

- $Q = m \times r$
- Q - heat. Unit: [J]
- m - mass of a substance. Unit: [kg]
- r - the specific latent heat of evaporation. Unit: [J/kg]
- Condensation is opposite of boiling.



PROBLEMS

FILL IN THE BLANKS WITH APPROPRIATE WORDS.

1. ΔT is the difference between the and..... temperatures.
2. The unit of heat energy in SI units is
3. The unit is widely used to measure the energy of foods.
4. 1 joule is the required to raise the temperature of 1 kg of pure by 1°C .
5. The is the change in state of matter from liquid to solid.
6. The is the temperature at which boiling occurs.
7. If a solid is dissolved in a liquid, the liquid freezes at a temperature.
8. When a liquid evaporates, it energy from its surrounding; as a result the surroundings..... .

ANSWER THE QUESTIONS

1. What does the temperature change of matter depend on?

2. Does a substance that heats up quickly have a high or low specific heat capacity?
3. Which one warms up faster when heated, iron or silver?
4. Explain the structure of a calorimeter and how it is used.
5. Desert sand is very hot in the daytime and very cool in the night-time. What does this tell you about its specific heat?
6. Explain the atomic structures of solids, liquids and gases.
7. What is the process of melting?
8. What factors affect the melting point of ice?
9. Explain the process of freezing.
10. In what ways is the expansion of water different from other liquids?
11. Why does ice form at the surface of water but not at the bottom?
12. Explain why do people tend to feel hot and uncomfortable on a humid day.
13. Why is it important to protect water pipes from freezing?
14. What is the specific latent heat of fusion?
15. What is the process of boiling?
16. What is the difference between the processes of boiling and vaporisation?
17. Give two ways in which the boiling point of a liquid can be raised.

18. Explain why in a warm room condensation forms on a cold window.

19. How does a refrigerator work?

20. What are the factors affecting the boiling point of liquids?

21. How do you lower the melting point of a substance?

SOLVE THE PROBLEMS

1. An object is heated from 200 K to 350 K. What is the temperature change according to Celsius (Centigrade) scale?

2. Initially, ice is at $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Then, it is heated and transformed into vapour at $130\text{ }^{\circ}\text{C}$. How many times does a thermometer show constant values during this process?

3. A solid object is heated. The table shows the temperature change of the object with time.

<i>Time (min)</i>	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
<i>Temp ($^{\circ}\text{C}$)</i>	8	9	9	10	12	14	17	19	23	23	23	24	25

a) Draw the temperature-time graph of the table.

b) What is the melting point of the object?

c) What is the boiling point of the object?

ANSWER THE TEST QUESTIONS - I

1. A calorimeter contains water at $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ and pieces of floating ice. If the water is stirred with a metal bar for a while, which one of the following can be observed?

- A) Some of the ice pieces melt.
- B) Some of the water freezes.
- C) All of the water freezes.
- D) Nothing changes.

2. The amount of heat needed to change the temperature of a unit mass of a substance by $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ is called:

- A) Heat of vaporisation
- B) Specific heat capacity
- C) Heat of fusion
- D) Heating value

3. Two blocks of copper and aluminium have the same mass and temperature of $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. They are dropped into two different calorimeters. Each calorimeter has water of 100 g at $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Take specific heat capacity of calorimeters to be zero. Which ONE of the statements is correct when calorimeters reach thermal equilibrium?

- A) The copper has a higher temperature than the aluminium.
- B) The copper has a lower temperature than the aluminium.

- C) The temperatures of the two calorimeters are the same.
- D) The answer depends on the volumes of the metal blocks.

4. Which of the following is the process by which a solid changes directly to a gas?

- A) Melting
- B) Evaporation
- C) Freezing
- D) Sublimation

5. When a sample of vapour condenses into a liquid, ...

- A) it gains heat.
- B) it loses heat.
- C) its temperature rises.
- D) its temperature drops.

6. In the SI unit system heat is measured in

- A) Newtons
- B) Kilograms
- C) Metres

D) Joules

7. During boiling of water,

I. the molecules of water move faster.

II. the temperature of water increases.

III. the water molecules move slowly.

IV. the temperature doesn't change.

Which of the statements above are correct?

A) I and II

B) I, II, IV

C) I and IV

D) II, III and IV

8. 100 g of water at 0 °C is added to 80 g of water at 90 °C.
Calculate the final temperature of the mixture.

A) 20 °C

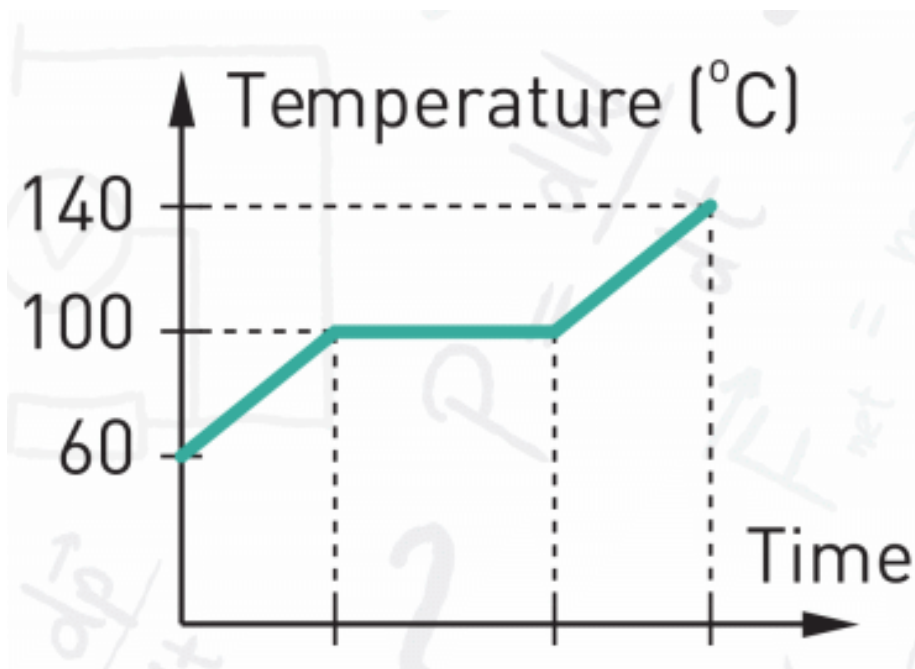
B) 40 °C

C) 45 °C

D) 60 °C

ANSWER THE QUESTIONS 9, 10 AND 11 LOOKING AT THE INFORMATION BELOW.

An iron block at 200 °C is dropped into a calorimeter which contains 50 g of water. The calorimeter is tightly closed. The graph below shows the temperature changes of water.



9. What is the final temperature of the iron?

- A) 60 °C
- B) 100 °C
- C) 140 °C

D) 200 °C

10. How much energy did the water gain when it became vapour at 140 °C?

A) 24 kJ

B) 27 kJ

C) 28 kJ

D) 12.5 kJ

11. What is the mass of the iron?

A) 5 kg

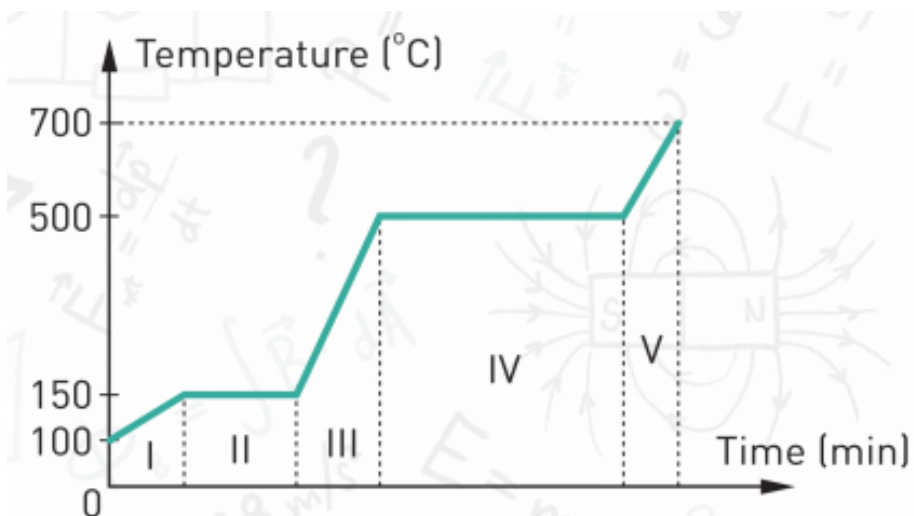
B) 2 kg

C) 200 g

D) 500 g

ANSWER THE TEST QUESTIONS - II

The figure shows a temperature-time graph of a solid.
Answer the questions 1, 2, 3 and 4 according to the graph.



1. Which part of the graph shows the liquid state of the substance?

- A) II
- B) III
- C) IV
- D) V

2. What is the melting point of the substance?

- A) 700 °C
- B) 500 °C
- C) 150 °C

D) 100 °C

3. What is the boiling point of the substance?

A) 700 °C

B) between 700 °C and 500 °C

C) 500 °C

D) 150 °C

4. In which part of the graph do both liquid and gas states of the substance exist?

A) I

B) II

C) III

D) IV

5. Circle the incorrect statement below.

A) During state change of a substance, temperature changes slowly.

B) The specific heat of fusion of a substance is equal to the specific heat of freezing of the same substance.

C) Evaporation is the change from a liquid state to a gaseous state.

D) The heat lost is always equal to the heat gained in a closed system.

6. Which one of the following cannot be a unit of specific heat capacity?

A) J/kg K

B) J°C

7. We have two containers. One contains water and the other contains olive oil. Both liquids have the same mass and the same temperature. If we supply equal amounts of heat to both, which one of the below will be correct for the final temperatures of the liquids?

A) $T_{\text{water}} = T_{\text{oil}}$

B) $T_{\text{water}} > T_{\text{oil}}$

C) $T_{\text{oil}} > T_{\text{water}}$

PHYSICS IN LIFE

1. Why do hail, rain and snow fall from clouds? How do clouds form? Is it cold or hot high in the sky? Why do mountains have snow on their peaks even in summer?

2.



3. How does dew form? Why do we usually see dew in the morning?



4. Why do fog and mist form? When do fog and mist form?



5. At the top of Everest you can heat water until 70 °C and not higher. Why?



CHAPTER 3

THERMODYNAMICS

3.1 FIRST LAW OF THERMODYNAMICS

3.2 SECOND LAW OF THERMODYNAMICS

3.3 HEAT ENGINES

3.4 EFFICIENCY OF HEAT ENGINE

3.5 ECOLOGY AND ENERGY

SUMMARY

PROBLEMS

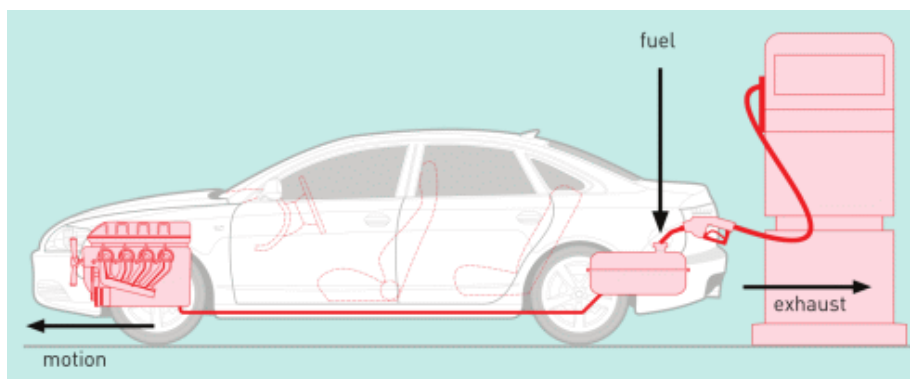


3.1 FIRST LAW OF THERMODYNAMICS

YOU WILL:

- - explain the first law of thermodynamics.

QUESTION



Why do cars have exhaust pipes?

FIRST LAW OF THERMODYNAMICS

Автомобиль сжигает бензин для движения. При этом двигатель машины нагревается, а также производится выброс выхлопа. В этом процессе автомобиль теряет тепловую энергию. Полная энергия растрачивается как показано на Figure 1. Например, если двигатель получает 1000 Дж энергии от сгорания бензина, 300 Дж тратится на движение автомобиля, а остальные 700 Дж уходят на нагрев двигателя и на выброс горячих выхлопных газов. Подобный закон сохранения энергии в тепловом

процессе называется первым законом термодинамики.
«Термо»- означает тепло, «динамика» - движение.

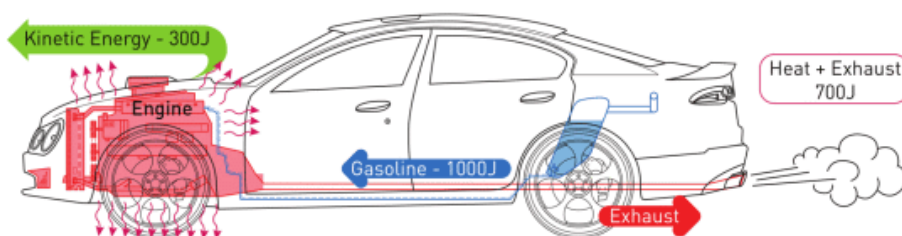


Figure 1

Мы можем записать первый закон термодинамики в виде формулы:

$$Q = \Delta U + A$$

Q	=	ΔU	+	A
Heat		Change in internal energy		Work

В примере, приведенном выше:

- 300 Дж это работа (A)
- 700 Дж это изменение внутренней энергии (ΔU)
- 1000 Дж это количество переданного двигателю (системе) тепла(Q).

Мы используем понятие «изменение внутренней энергии», так как всегда присутствует изменение температуры тела. Первый закон термодинамики может быть применен для любого двигателя, а также прибора, который совершает полезную работу за счет источника энергии, Figure 2.

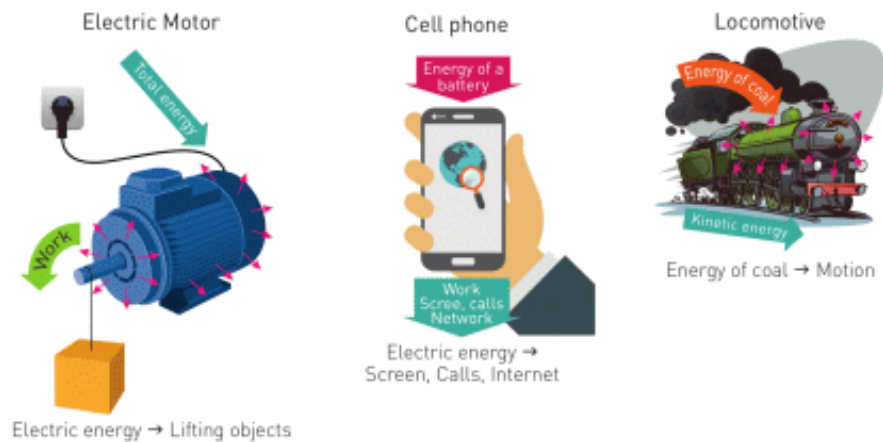


Figure 2

ACTIVITY

Определите полезную работу (A), изменение внутренней энергии (ΔU) и полученную энергию (Q) для каждого рисунка. Поясните ваши ответы.

1. Девочка с температурой тела 36.6°C после приема пищи, играет на улице, где температура воздуха равна 23°C



2. Движение электромобиля



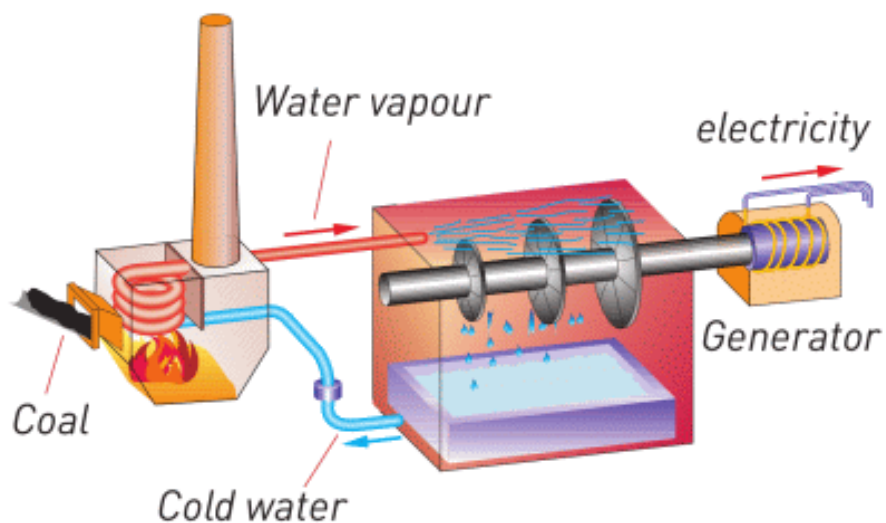
3. Полет самолета



4. Движение воздушного шара (он использует газ для нагрева воздуха внутри шара)



5. Электростанция (сжигает уголь для кипячения воды, водяной пар вращает турбину и генератор, генератор вырабатывает электроэнергию).



EXAMPLE



A crane engine uses 80000 J obtained from diesel burning. It spends 30000 J to lift a container. What is the change in internal energy? Where does this energy go?

Solution:

$$Q = 80\ 000 \text{ Joules}$$

$$A = 30\ 000 \text{ J}$$

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 80\ 000 \text{ J} - 30\ 000 \text{ J}$$

$$\Delta U = 50\ 000 \text{ J}$$

Cranes engine becomes hot; engine produces hot exhausts and sound. All of these take energy away.

FACT



When snow falls, the air becomes warmer. Water clouds release energy to become snow (ice). This energy heats up air.

FACT

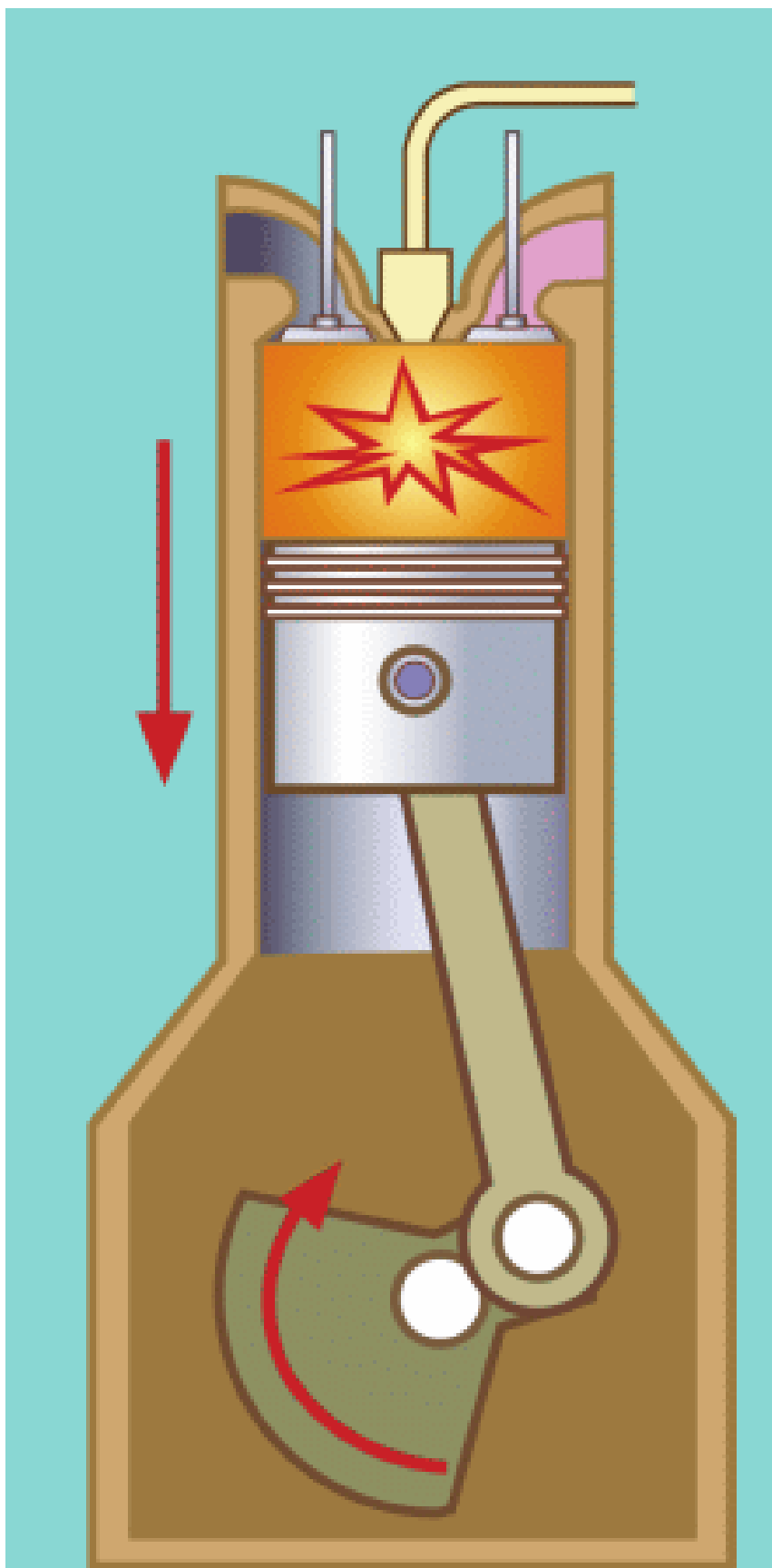
The first law of thermodynamics is the law of conservation of energy in thermal processes.

ART TIME

Make a model of a heat engine. Show it to your parents, teachers and friends.

LITERACY

1. Exhaust takes away 250 J. Engine is heated by 150 J. 100 Joules go to make the car move. How many Joules does gasoline produce?
2. Gasoline gives 800 J to the engine cylinder. Then, piston rotates shaft and shaft rotates wheels. 200 J are used for to rotate wheels. How many joules do go to exhaust pipe?



3. “Baikonur” launches a new space rocket. How does rocket spend energy of fuel? Describe it.
4. There is a machine that lifts heavy objects. Imagine that you can use first law of thermodynamics in the following: $A > Q$. What can you say about this machine? Where can we find such machine?
5. What do you think about ΔU ? Is it a good thing that we have? Is it better to have greater ΔU or smaller ΔU ? Why?

TERMINOLOGY

- work – жұмыс / работа
- internal energy – ішкі энергия / внутренняя энергия
- to determine – анықтау / определить
- cylinder – цилиндр / цилиндр
- wheel – дөңгелек / колесо

3.2 SECOND LAW OF THERMODYNAMICS

YOU WILL:

- - explain the second law of thermodynamics.

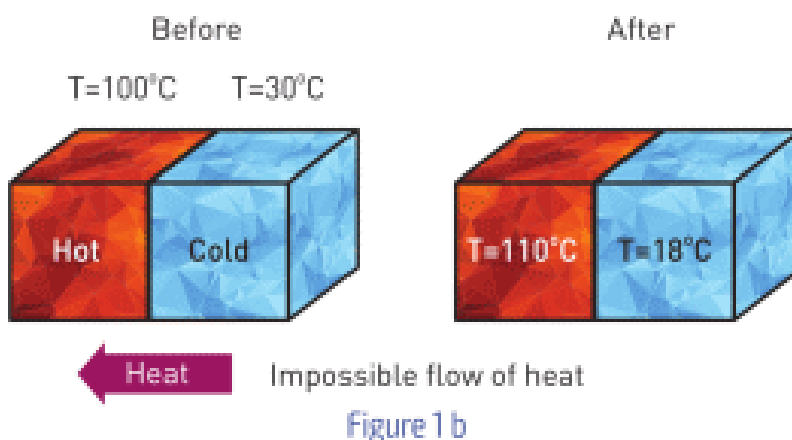
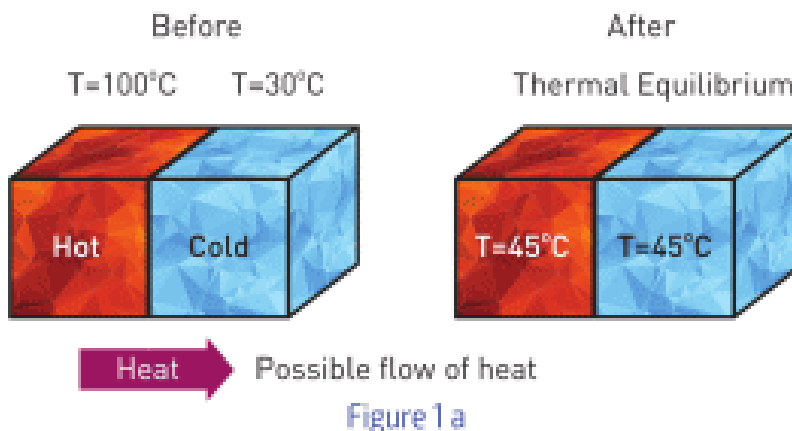
QUESTION



Look at the flower. Is it possible to reverse the whole process? Explain your answer.

SECOND LAW OF THERMODYNAMICS

Тепло может передаваться от одного предмета к другому. Посмотрите на Figure 1 a и Figure 1 b. Очевидно, что тепло может переходить только от горячего предмета к холодному. Обозначим этот процесс как необратимый. То есть после достижения теплового равновесия, тела не смогут вернуться к своим первоначальным значениям температур самостоятельно, Figure 1 a.



Первый закон термодинамики основан на законе сохранения энергии. Но его не достаточно, так как он не объясняет направление передачи тепла. Рассмотрим Figure 1 b и предположим, что холодный предмет теряет 200 Дж теплоты, а горячий приобретает 200 Дж теплоты. С точки зрения первого закона такое возможно, так как энергия сохраняется. Но на самом деле такие процессы не протекают самостоятельно таким образом. Поэтому возникла потребность во втором законе термодинамики.

Второй закон термодинамики состоит из следующих двух утверждений:

1. тепло не передается от холодного тела к горячему;
2. не существует вечного двигателя второго рода (не существует машины, способной всю полученную энергию перевести в полезную работу).

Первое утверждение второго закона термодинамики указывает на необратимость тепловых процессов. Например, мы можем смешать холодную и горячую воду. Горячая вода теряет тепло, в то время как холодная получает точно такое же количество теплоты. Но мы не сможем, разделив воду, получить опять в одном стакане холодную, а в другом горячую воду.

Второе утверждение говорит о том, что невозможно превратить все полученное тепло в работу. К примеру, двигатель тратит часть полученной энергии на нагрев и выбросы выхлопных газов, поэтому работа, совершенная двигателем будет меньше полученного тепла.

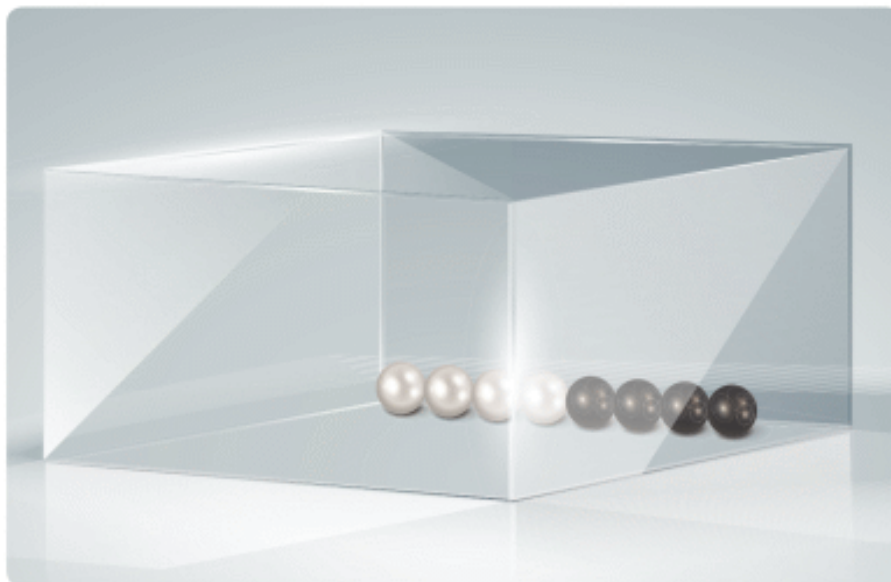
Это значит, что раз потери тепла всегда присутствуют, то невозможно сделать вечный двигатель.

DISCUSSION

"Time travel"

Sometimes the concept of irreversibility from the second law of thermodynamics is applied to other fields. For example, time travelling. Discuss the relation of the law and time travelling.

RESEARCH TIME



Материалы: лоток, 5-10 шариков двух разных цветов.

Ход работы: поставьте их по порядку как указано на рисунке и подвигайте лоток.

Что произошло с шариками?

Сможете ли вы, двигая лишь лоток, вернуть шарики в исходное положение?

Если добавить еще шариков, легче или сложнее будет вернуть их в начальное положение?

ACTIVITY

a) Can we name following examples as thermodynamic processes? Prove your answers.

b) Are these processes reversible or irreversible?

1. Melting an ice cube ___YES ___NO
2. Sweating in hot room ___YES ___NO

3. Drying of the drops on our skin ___YES ___NO
4. Sitting on a chair ___YES ___NO
5. Running in the park ___YES ___NO
6. Eating of the meal ___YES ___NO
7. Writing a novel ___YES ___NO

FACT

People tried to build a machine that can work without any energy source. They called it "perpetual motion machine". The laws of thermodynamics proved that it is not possible.

ACTIVITY

Draw any 4 processes that are irreversible. Now imagine that they are reversible. How would it change our world? Would it be good or bad? Why?

ART TIME

Make a video that contradicts the Second Law of Thermodynamics. Show the video to your parents, teachers and friends.

LITERACY

Answer the questions and explain your answers.



1. Can a broken glass become unbroken again by itself?
2. Can a hot cup of tea in a cold room become hotter by itself?
3. Can an apple that falls from a tree jump back to the tree?
4. How can we design a car that makes no exhaust and does not heat up?
5. What if the second law of thermodynamics would not work at all? Explain your answer and give examples.

TERMINOLOGY

- irreversible - қайтымсыз / необратимый
- to reverse - кері шегіндіру / обратить
- previous - алдыңғы / предыдущий
- randomly - кездейсоқ / случайно
- order - қатар/порядок

3.3 HEAT ENGINES

YOU WILL:

- - describe transformations of energy in heat engines;
- - explain working principles of internal combustion engine and steam turbine.

QUESTION



Why do we use cars, trains, airplanes and ships? How do they work? What do they have in common?

HEAT ENGINES

Тепло может переходить лишь от горячего тела к холодному. Передача тепла происходит за счет соударения быстрых ("теплых") молекул с медленными ("холодными") молекулами. В однородном веществе, если на пути движения "более теплых" (быстрых) молекул поставить подвижный поршень, молекулы сдвинут его, Figure 1 а.

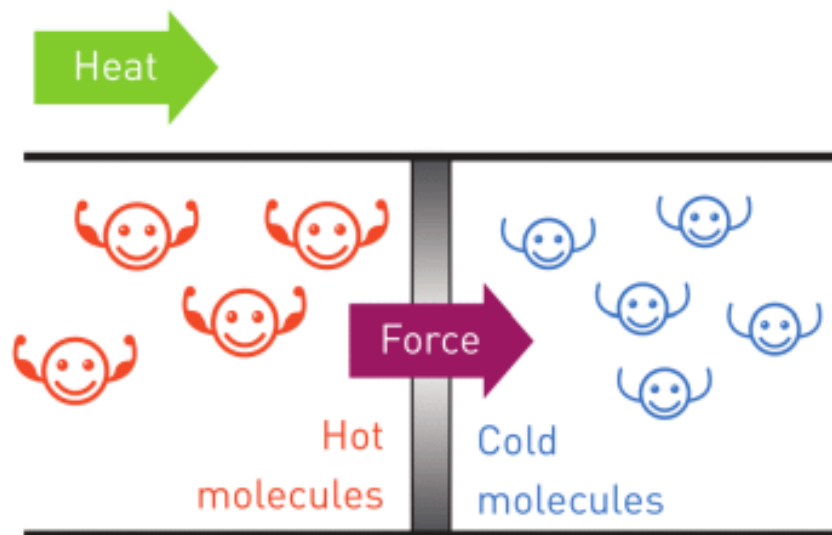


Figure 1 a

Мы можем построить машину, которая будет совершать работу за счет движения молекул. Например, для подъема грузов, Figure 1 b. При сгорании дров выделяется тепло, газ нагревается и расширяется, и при этом поднимает поршень, он в свою очередь, поднимает груз (совершается работа).

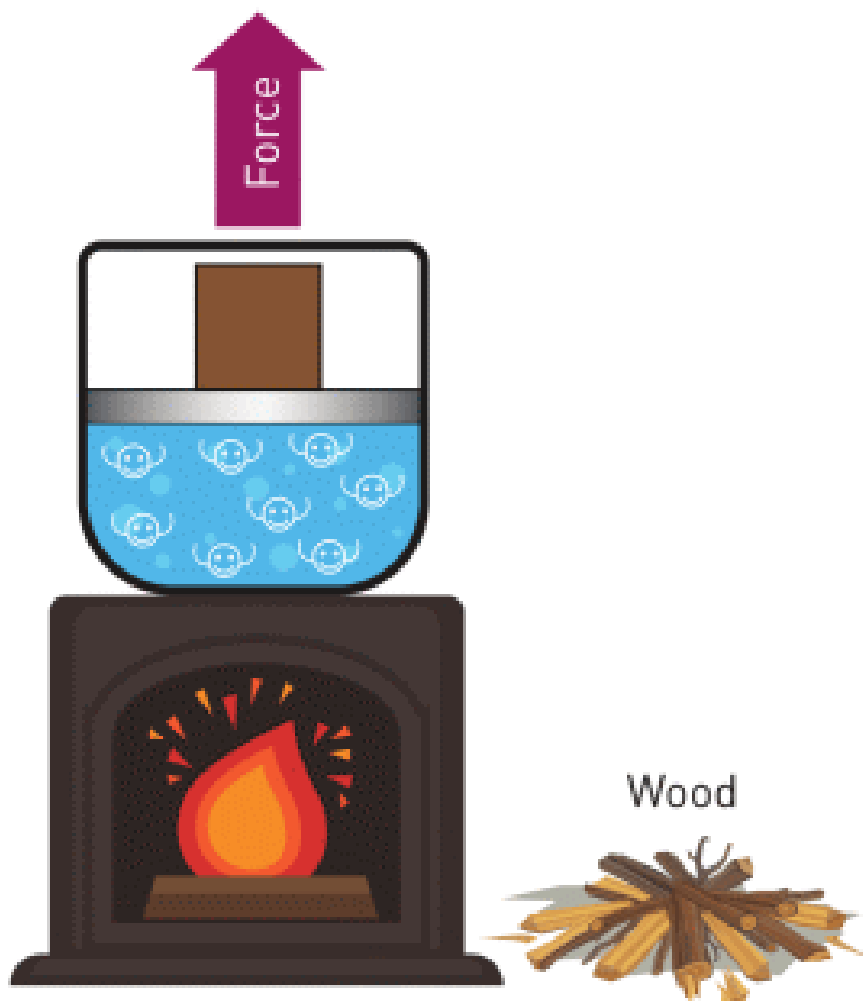


Figure 1 b

Машина, использующая тепло для совершения работы, называется тепловым двигателем. Автомобили, поезда, самолеты и корабли используют тепловые двигатели.

Тепловой двигатель сжигает топливо и получает тепло (Q).

Часть тепла расходуется на совершение работы (A), а другая часть расходуется на изменение внутренней энергии (ΔU) двигателя и окружающего воздуха.

Например, Figure 1 b, мы используем дрова (Q), поршень поднимает груз (A), температура газа, печи и окружающего воздуха увеличивается (ΔU). Теперь определите Q, A, и ΔU для мотоцикла, подводной лодки, самолета и локомотива.

EXAMPLE

An engine burns 6 kg of fuel and produces 6000000 Joules of useful work in 10 minutes. 24000000 Joules goes to exhaust.

- What is the useful power of engine?
- How many Joules does fuel give?
- How much energy does 1 kg of fuel give?

Solution:

$$\begin{aligned} \text{a) } E_{\text{useful}} &= P \times t \\ 6 \times 10^6 &= P \times 600 \\ P &= 10^4 \text{ W} \end{aligned}$$

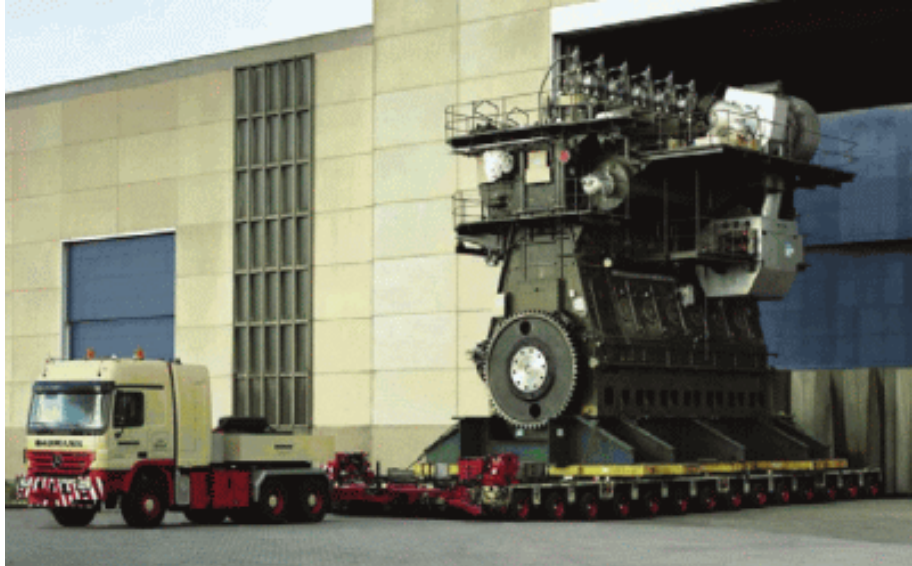
$$\begin{aligned} \text{b) } E_{\text{total}} &= E_{\text{useful}} + E_{\text{exhaust}} \\ E_{\text{total}} &= 24 \times 10^6 + 6 \times 10^6 \\ E_{\text{total}} &= 30 \times 10^6 \text{ Joules} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } E_{\text{total}} &= m \times q \\ 30 \times 10^6 &= 6 \times q \\ q &= 5 \times 10^6 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ll} \text{2nd way} & \\ 1 \text{ kg} & q \\ 6 \text{ kg} & 30 \times 10^6 \text{ Joules} \end{array}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg} \times 30 \times 10^6 \text{ Joules} &= 6 \text{ kg} \times \text{Energy} \\ q &= 5 \times 10^6 \text{ Joules} \end{aligned}$$

FACT



The most powerful engine in the world is “Wärtsilä-Sulzer RTA96-C”. Weight: 2300 tons. Power: 80088 kW. It has 14 pistons. It can use up to 250 tons of fuel per day.

ACTIVITY

In this activity you will understand how piston engines and steam turbines work.

Piston engines: cars, planes, ships, submarines, motorbikes.

Steam turbines: power plants.

a) Look at the Figure 2 and Figure 3. What can you say about these pictures?

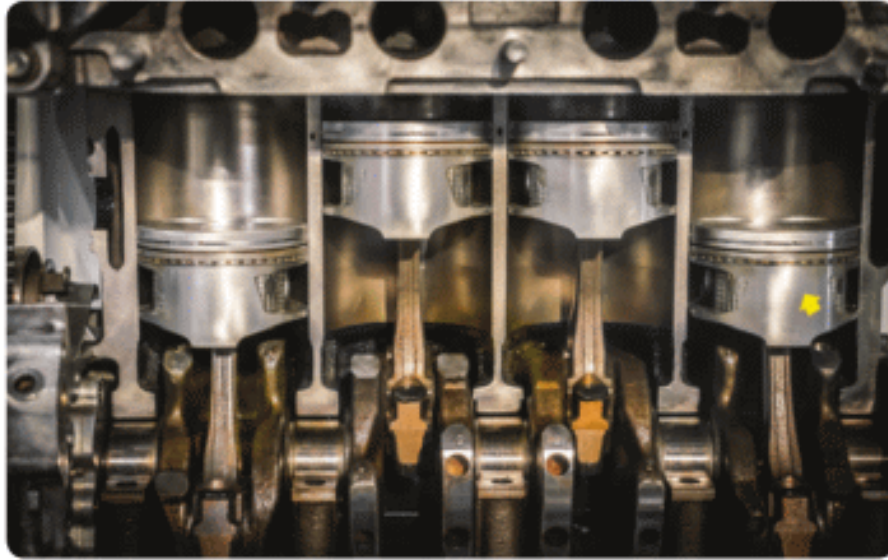


Figure 2 (Piston engine)



Figure 3 (Steam turbine)

b) Look at the Figure 4. Discuss and try to explain how these devices work.

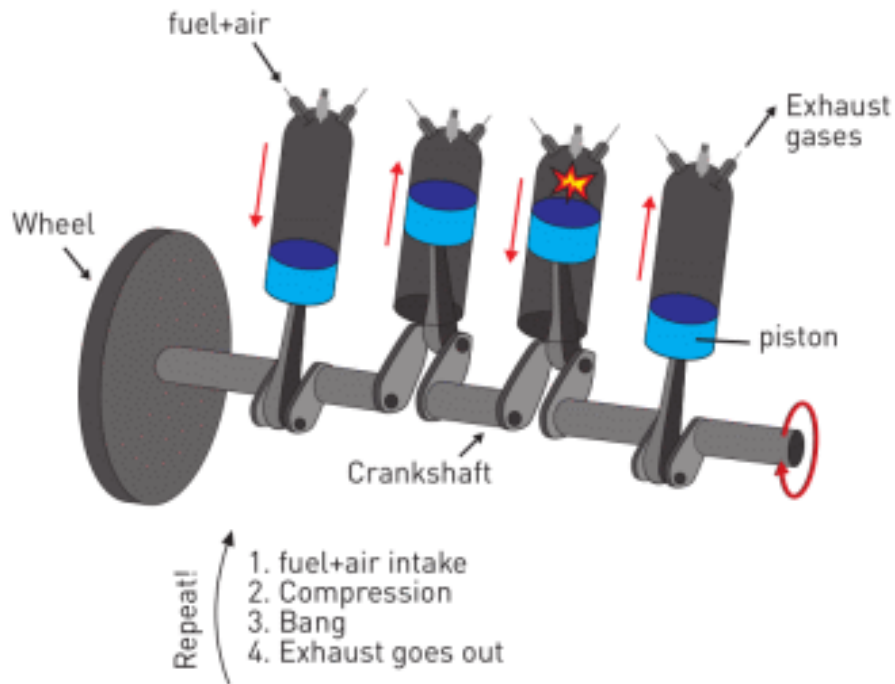


Figure 4

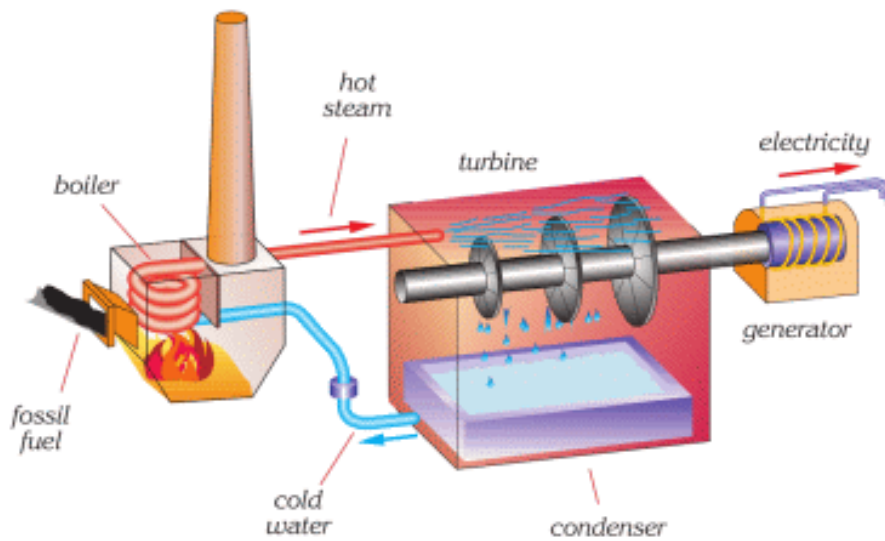


Figure 4

c) Where else can we use piston engine and steam turbine?
Can you design and draw any useful device?

ART TIME

Make a video that explains heat engine. Show the video to your parents, teachers and friends.

LITERACY

1. What do power stations use to rotate steam turbines?
2. Diesel generator burns 2 kg of diesel and produces 8 kW for in 60 minutes. How many joules does diesel give? How many Joules of electricity does diesel generator produce? How many Joules do go to exhaust? 1 kg of diesel gives 45 MJ (M = Mega =1000000).
3. A cruise ship uses one Wärtsilä-Sulzer engine. Time of travel is 12 days. How much diesel fuel does the ship need?

TERMINOLOGY

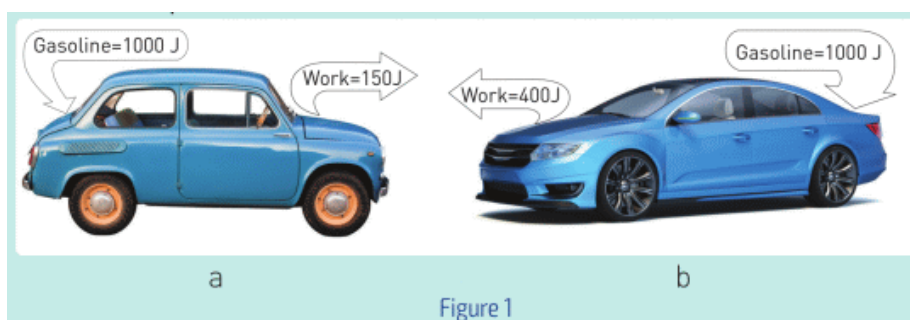
- common - ортақ / общий
- submarine - сүңгуір қайық / подводная лодка
- piston - поршень / поршень
- heat engine - жылу қозғалтқышы / тепловой двигатель

3.4 EFFICIENCY OF HEAT ENGINE

YOU WILL:

- - determine efficiency of heat engine;
- - propose methods to increase efficiency of heat engines.

QUESTION



Look at the Figure. Which car uses energy in a better way? Why? Which car produces more exhaust? Which one is more efficient?

EFFICIENCY OF HEAT ENGINE

Тепловые двигатели используют тепло для совершения работы. Посмотрите на рисунок выше, машина (b) полезнее, так как совершает больше работы при одинаковых затратах энергии. Также мы можем сказать, что она эффективнее. В физике мы говорим, что у второй машины выше коэффициент полезного действия (КПД).

КПД показывает какая часть затраченной энергии превращается в работу.

Ниже приведены расчеты КПД для каждой машины.

Car (a) Gasoline gives 1000 J Work: 150 J $1000 \text{ J} = 100 \%$ $150 \text{ J} = X \%$ Solution for X: $X = 15 \%$ Car (a) converts 15% of total energy to work. Efficiency is 15%.	Car (b) Gasoline gives 1000 J Work: 400 J $1000 \text{ J} = 100 \%$ $400 \text{ J} = Y \%$ Solution for Y: $Y = 40 \%$ Car (b) converts 40% of total energy to work. Efficiency is 40%.
--	--

КПД можно рассчитать по следующей формуле:

$$\eta = \frac{\text{Work}}{\text{Total energy}} \times 100\% = \frac{A}{Q} \times 100\% = \frac{Q - \Delta U}{Q} \times 100\%$$

На Figure 2 приведены некоторые значения КПД:




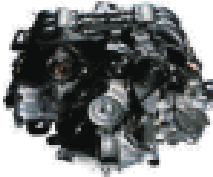

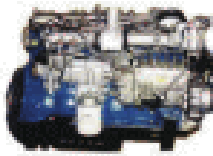

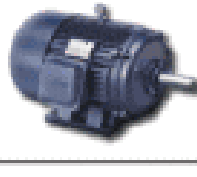
energy given		efficiency		lost energy	
100 J	 human body 	15%	85 J		
100 J	 petrol engine 	25%	75 J		
100 J	 diesel engine 	35%	65 J		
100 J	 electric motor 	80%	20 J		

Figure 2

ACTIVITY

КПД играет важную роль в технике.

- Почему некоторые механизмы обладают высоким КПД, а некоторые низким?
- Как можно увеличить КПД механизма?
- Что можно сделать для улучшения работы поршневого двигателя и паровой турбины?

FACT



Supercharger (turbocharger) pushes more air into engine.
Fuel burns better and gives more energy.

Superchargers (turbochargers) increase efficiency.

FACT



Passenger cars have efficiency no more than 35%-37%

EXAMPLE

Строители используют газ (допустим воздух), для того, чтобы поднять 50 тонн кирпичей на высоту 20 метров.

A) Чему равна работа газа?

B) Какое количество теплоты, выделяется при сгорании угля, если $\Delta U = 40000000$ Дж?

C) Сколько килограммов угля понадобилось строителям?

D) Рассчитайте КПД данной установки.

Solution:

a) Work[A] is change in potential energy of bricks.

$$A = m \times g \times h$$

$$A = 50\,000\text{ kg} \times 10\text{ N/kg} \times 20\text{ m} = 10\,000\,000\text{ Joules.}$$

b) 1st law of thermodynamics:

$$Q_{\text{coal}} = \Delta U + A$$

$$Q_{\text{coal}} = 40\,000\,000\text{ Joules} + 10\,000\,000\text{ Joules} = 50\,000\,000\text{ Joules.}$$

c) Heat of combustion:

$$Q_{\text{coal}} = m \times q$$

$$50\,000\,000\text{ Joules} = m \times 20\,000\,000\text{ J/kg}$$

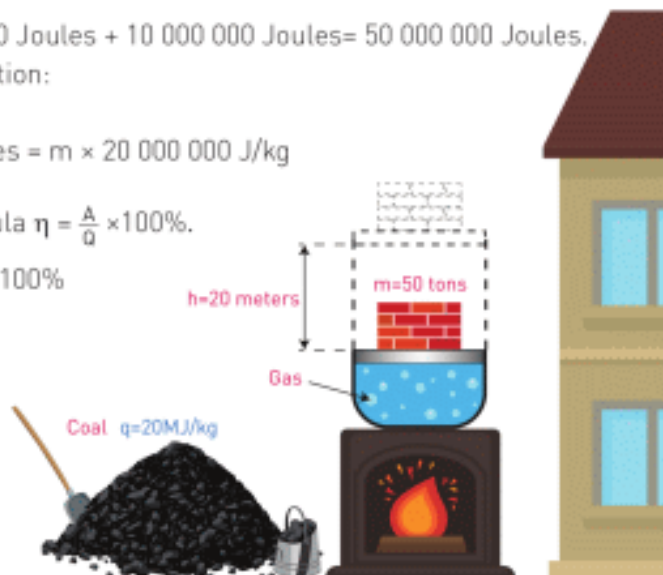
$$m = 2.5\text{ kg}$$

d) Efficiency formula $\eta = \frac{A}{Q} \times 100\%$.

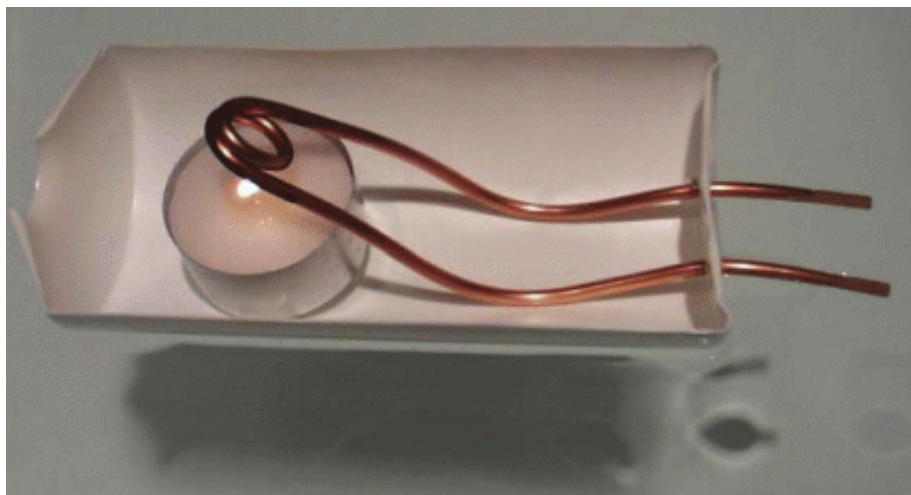
$$\eta = \frac{10\,000\,000}{50\,000\,000} \times 100\%$$

$$\eta = 0.2 \times 100\%$$

$$\eta = 20\%$$



RESEARCH TIME



This is a candle boat. It uses heat to move. What kind of other devices can you make?

LITERACY

1. A car uses an engine to move. 400 Joules go to exhaust pipe. 100 Joules are used to move the car. How many Joules does gasoline produce? What is efficiency of the engine?
2. Gasoline and air burn inside the engine cylinder and give 800 Joules. Gasoline pushes piston, piston rotates shaft, shaft rotates wheels. 200 Joules are used to rotate the wheels. How many Joules do go to exhaust pipe? What is efficiency of the engine?
3. An oven burns 30 tons of coal ($q = 30 \text{ MJ/kg}$) to heat water ($C = 4200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$) from $20 \text{ }^\circ\text{C}$ to $90 \text{ }^\circ\text{C}$. Efficiency of oven is 65%. How much water can it heat?
4. A student eats breakfast of 1000 kJ. Then, she goes running. Her body spends 0.8 Joules of useful energy in 1 second. Efficiency of human body is about 15%. How much time can she run on her breakfast energy?

5. How can we get efficiency of 100%?

ART TIME

Imagine the world where 200 % efficiency existed. What would be different there? How good or bad would that be?
Art time

TERMINOLOGY

- efficiency – пайдалы әсер коэффициенті / коэффициент полезного действия
- percentage – пайыздық қатынас / процентное соотношение
- shaft – иіндік білік / вал

3.5 ECOLOGY AND ENERGY

YOU WILL:

- - estimate the effect of heat engines on ecology of environment.

QUESTION



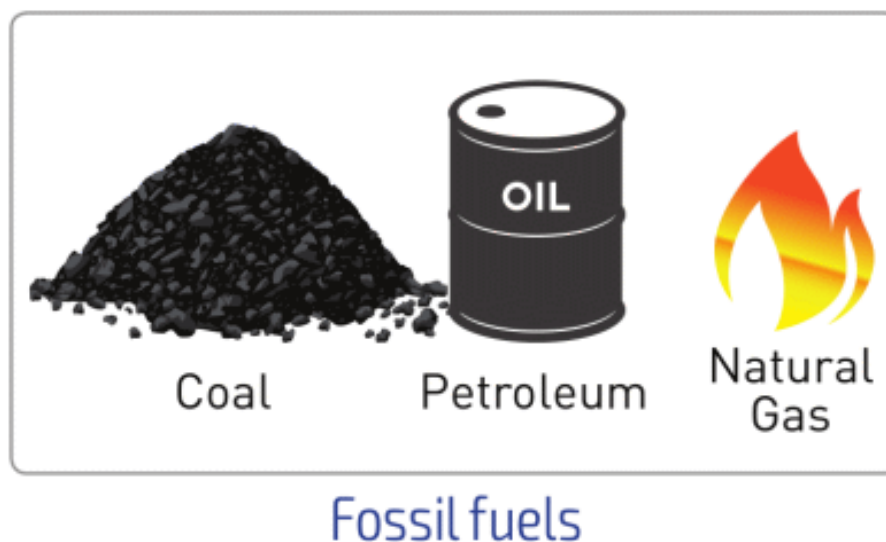
Is smoke from cars, cigarettes, power plants and factories harmful? How does it affect your health? How does it affect nature (air, water, soil, plants, and animals)? Why do people use cars, power plants and factories? Are there any alternatives?

ECOLOGY AND ENERGY

Людям необходима энергия. Мы используем различные источники энергии. Рассмотрим подробнее пять основных видов:

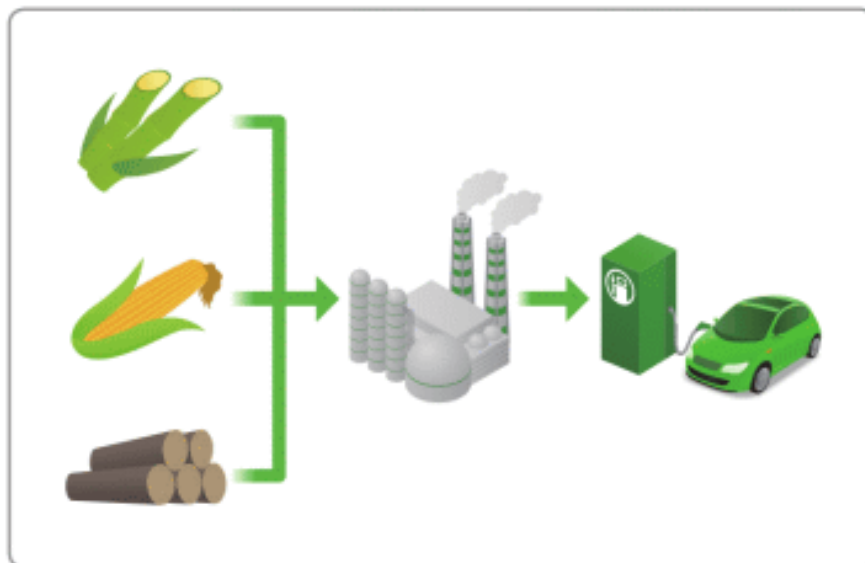
1. ИСКОПАЕМОЕ ТОПЛИВО.

Уголь, нефть и природный газ являются ископаемыми топливами. Ископаемые топлива относительно доступны и дешевы по сравнению с другими видами энергий. Большой минус подобных источников, то что в процессе горения выделяются вредные газы (углекислый газ).



2. БИОМАССА.

Древесина, сельскохозяйственные отходы (стебли, солома и шелуха, скорлупа орехов и т.д.), растительное топливо – это примеры биомассы.



Biomass fuels

3. ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО.

Уран и плутоний - примеры ядерного топлива.

Ядерное топливо не выделяет углекислый газ. 1 кг ядерного топлива примерно дает столько же энергии сколько 2200 тон угля.

Ядерное топливо - радиоактивно. Продуктами его распада являются вредные токсичные отходы, которые хранятся на специально предназначенных складах.



Nuclear power plant

4. ЭНЕРГИЯ ВОДЫ.

Это безопасный и надежный источник энергии.

Гидроэлектростанции занимают огромные площади. Люди часто вырубают леса, разрушают естественную среду обитания животных, изменяют русла рек для сооружения дамб.



Water power plant

5. ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА И ВЕТРА.

Солнце и ветер также могут генерировать электроэнергию. Они являются самыми экологически чистыми видами энергии. Главные минусы, это малая мощность и необходимость больших территорий.



ACTIVITY

ENERGY DILEMMA

Any energy source has advantages and disadvantages. There are 4 main factors.

- a) Cost and power. How much should we invest in it? How much will energy cost in the future? How powerful is this energy source?
- b) Reliability. How is this source convenient to use? Will it ever end?
- c) Scale. Does this energy source need big area? How many people can use it?
- d) Environmental effects. How safe is this energy source? How does it affect people, air, water, soil, animals, and plants?

	Cost and Power	Reliability	Scale	Environmental effects	Sum total
Fossil fuel					
Biomass Fuel					
Nuclear fuel					
Water power					
Solar and Wind					

Evaluate these energy sources by using scale from 1 to 5 in the table. Give the reasons for your choice.

RESEARCH TIME

Divide into groups and make presentations about "how people take energy" from these five energy sources.

ACTIVITY

RENEWABLE AND NON-RENEWABLE

a) Non-renewable.

This type of energy is finite. We need to wait millions of years to gain this source again.

b) Renewable.

This energy source is not finite. When we use it, we can wait for a short time to use it again. That means energy source will not end.

Divide 5 sources of energy into 2 groups: renewable and non-renewable. Explain your choices.

ACTIVITY

200 YEARS LATER

The table shows how people use sources of energy in the world.

Coal	30%
Petroleum	26%
Gas	20%
Biomass	14%
Nuclear	6%
Water	3%
Solar and Wind	1%

Discuss in groups and answer the questions.

a) Why do people use some types of energies more than others? How does each energy source affect people, air, water, soil, animals, and plants?

b) Imagine the planet after 200 years. How will the data in the table change? Draw your new table. Explain your answers.

c) Draw picture of the world after 200 years. Show life of people and nature. Explain your picture to your friends.

ART TIME

Make an engine that does not harm environment. What materials can you use?

LITERACY

1. How do cars affect ecology? What happens if all people stop using cars?
2. What happens to your health if ecology is bad? How can you make ecology better?
3. Are there any other sources of energy besides 5 examples discussed in this topic?

TERMINOLOGY

- power plant - электр станциясы / электростанция
- factory - зауыт / завод
- alternative - балама / альтернатива
- harmful waste - зиянды қалдықтар / вредные отходы
- renewable - жаңғыртылатын / возобновляемый

SUMMARY

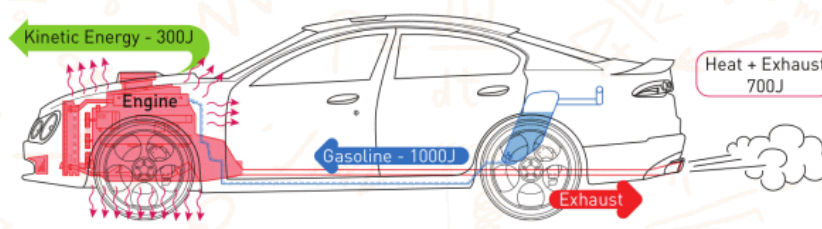
- Conservation of energy in thermal processes is called the first law of thermodynamics. “Thermo” means heat, and “dynamics” means motion.
- We can rewrite this law using a formula:

- $Q = \Delta U + A$

-

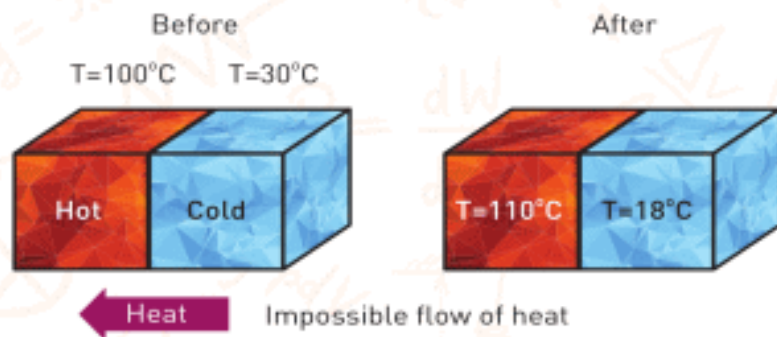
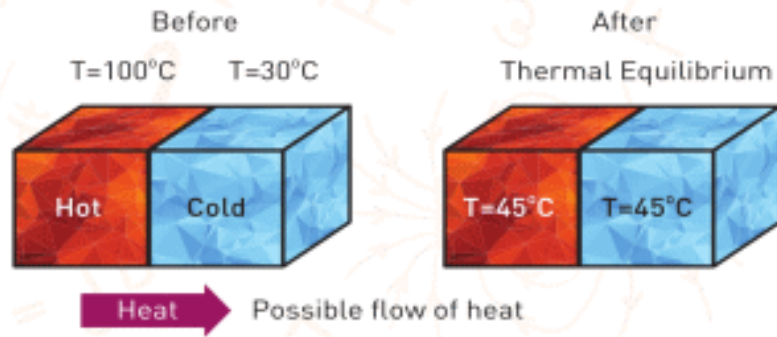
$$\begin{array}{ccccc}
 Q & = & \Delta U & + & A \\
 \text{Heat} & & \text{Change in} & & \text{Work} \\
 & & \text{internal} & & \\
 & & \text{energy} & &
 \end{array}$$

-

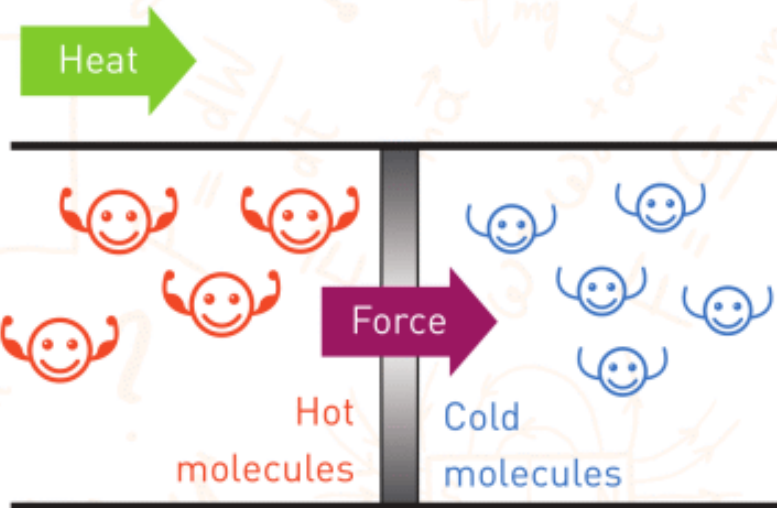


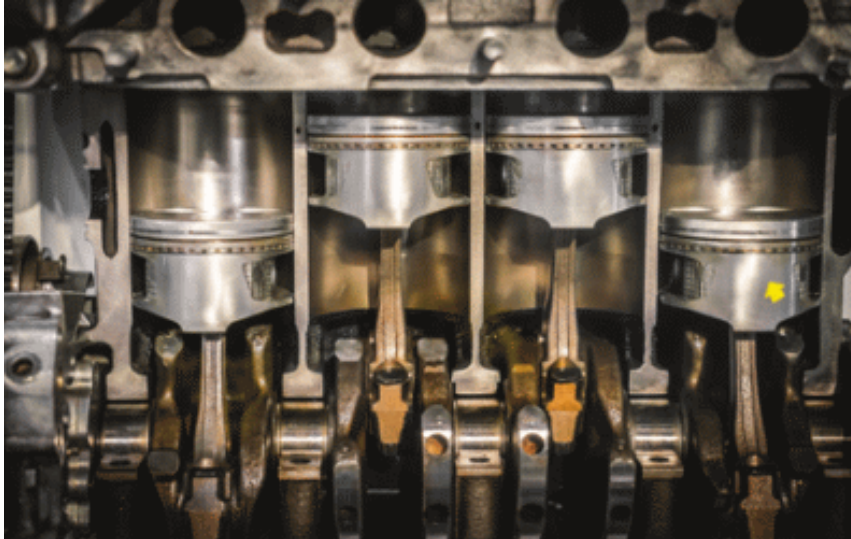
- We need to have additional law which includes direction of flow of heat; it is called the second law of thermodynamics. This law has two main parts.
- a) Heat cannot flow from colder objects towards hotter objects by itself.
- b) There is no such a heat machine a heat machine that can convert all heat into useful work.

-








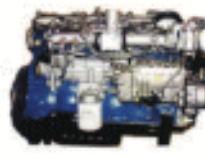


- Any machine that uses heat to do work is called heat engine. Cars, trains, airplanes and ships use heat engines.





- Efficiency is the percentage of total energy that goes to useful work.
- The formula of efficiency is:

$$\eta = \frac{\text{Work}}{\text{Total energy}} \times 100\% = \frac{A}{Q} \times 100\% = \frac{Q - \Delta U}{Q} \times 100\%$$

energy given		efficiency		lost energy	
100 J	 human body 	15%		85 J	
100 J	 petrol engine 	25%		75 J	
100 J	 diesel engine 	35%		65 J	
100 J	 electric motor 	80%		20 J	

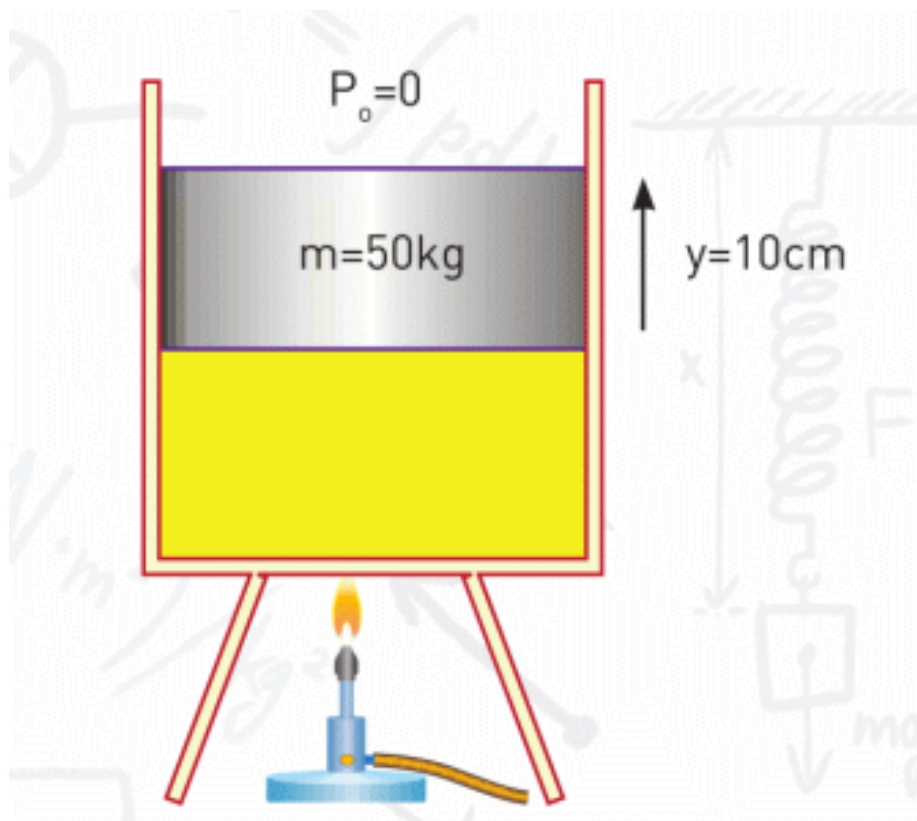
There are 5 main sources of energy.

1. Fossil fuel
2. Biomass fuel
3. Nuclear fuel
4. Water power
5. Sun and wind power

PROBLEMS

THE FIRST LAW OF THERMODYNAMICS

1. A heat engine does 320 J of work, as it takes 700 J heat from gasoline. What is the internal energy change?
2. The internal energy of a turbine increases by 280 J when it does 185 J of work. How much heat did turbine take?
3. The gas sample in the frictionless cylinder-piston system expands. It takes 175 J of heat energy. The mass of the piston is 50 kg. What is the internal energy change of the gas during the process?



HEAT ENGINES

1. A heat engine does 3000 J of work and releases 2000 J of heat from its exhaust. What is the efficiency of this engine?
2. A heat engine of $\eta = 30\%$, loses 5000 J heat. What is the work done by the engine?
3. A steam power plant burns 50 tons of coal every hour. The useful power of the plant is 130 MW. $q_{\text{coal}} = 30 \text{ MJ/kg}$
 - a) How much useful energy does the power plant produce in 1 hour?
 - b) How much energy does coal give in one hour?
 - c) What is the efficiency of this plant?
4. Power plant of 500 MW of useful power has an efficiency of 0.45.
 - a) What is the useful energy produced by the plant per day?
 - b) How much heat energy is released to the surroundings per day?
5. A heat engine takes 480 J of heat. Work equals to one-fourth ($\frac{1}{4}$) of change in internal energy. What is A and ΔU ?
6. An automobile's motor produces 32 kW of useful power while it travels 40 km at a constant speed of 80 km/h. During the journey it uses 4 kg of diesel fuel. Find the efficiency of the motor. ($q_{\text{fuel}} = 42 \text{ MJ/kg}$)
7. A car travels 300 km at a speed of 75 km/h. Efficiency of car's engine is 25%. Useful power is 52 kW. How much diesel fuel did car use? ($q_{\text{diesel}} = 42 \text{ MJ/kg}$)

8. Classify the following examples into two groups:

I. Allowed by first law, but not allowed by second law.

II. Not allowed by both first and second laws.

a) A heat engine absorbs 100 J of heat and does 100 J work

b) A heat engine absorbs 100 J of heat and does 110 J of work

c) The cold body releases 20 J of heat, the hot body absorbs these 20 J of heat.

d) A coin lying on a table suddenly gets colder by itself and jumps upwards.

e) A glass of water at room temperature turns into ice, making the air slightly hotter.

f) A mixture of salt and pepper is separated by shaking.

ANSWER THE TEST QUESTIONS

1.

I. heat

II. carbon dioxide

III. oxygen

IV. combustible substance

Which of the above are necessary for burning?

A) I, II, III

B) II, III

C) I, III, IV

D) I, II, III, IV

2. Which one is not a property of a good fuel?

A) Must burn at a steady rate.

B) Must give energy in huge amounts.

C) Must not release poisonous substances.

D) Must be expensive.

PHYSICS IN LIFE

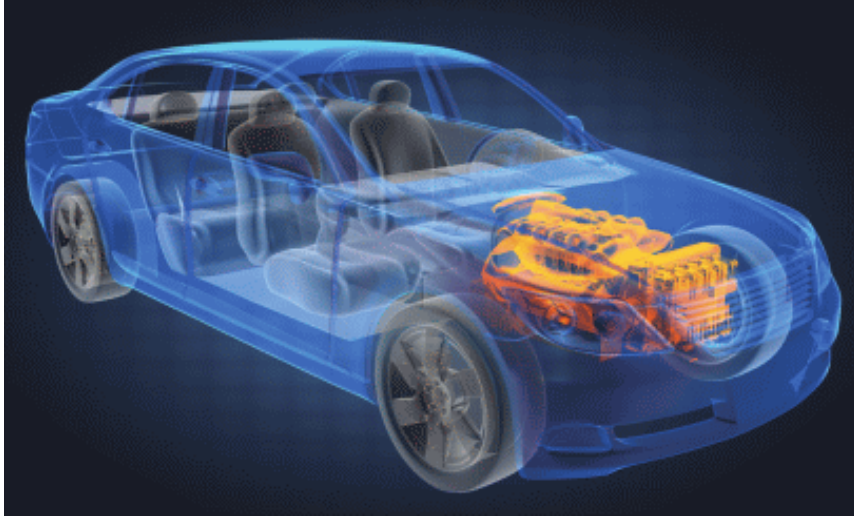
1. When you pour 10 litres of gasoline, the car “loses” about 6 litres. What does it mean?



2. Airplanes use rotating turbines. Why?



3. There are some “explosions” in every car. Why?



4. We get about 60% of electricity from coal. How?



5. Wind turbines and solar panels are called “sources of green technology”. What is the reason?



CHAPTER 4

ELECTROSTATICS

4.1 ELECTRIC CHARGE

4.2 CHARGING METHODS

4.3 CONSERVATION OF CHARGE. COULOMB'S LAW

4.4 ELECTRIC FIELD PART 1

4.5 ELECTRIC FIELD PART 2

4.6 ELECTRIC POTENTIAL. POTENTIAL DIFFERENCE

4.7 CAPACITANCE & CAPACITORS

SUMMARY

PROBLEMS

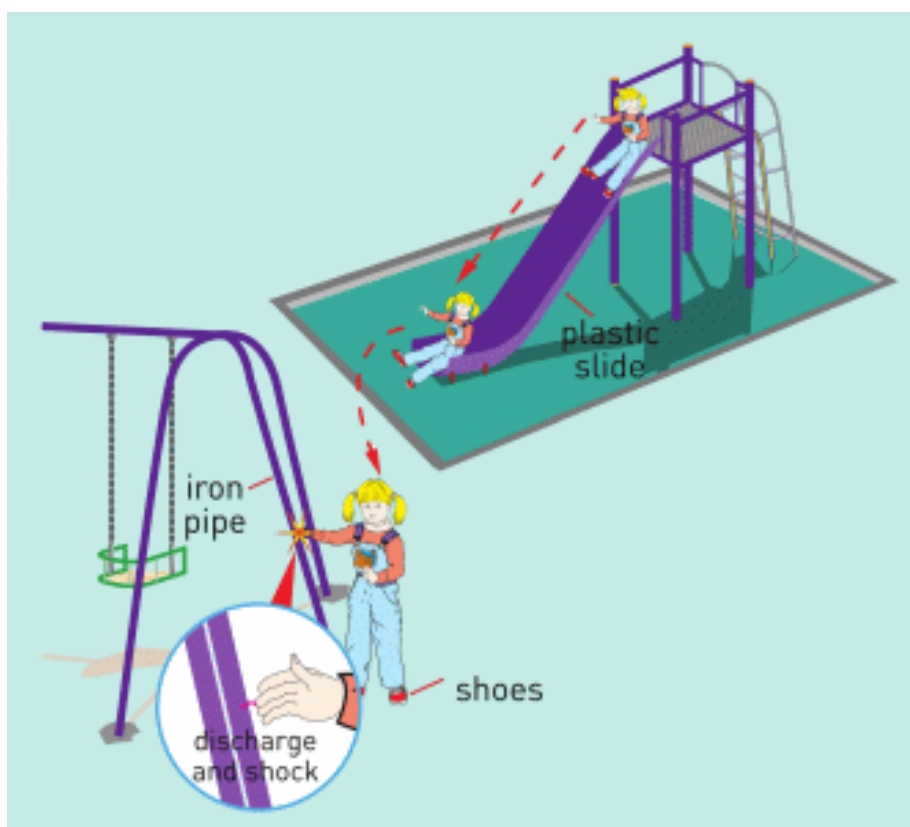


4.1 ELECTRIC CHARGE

YOU WILL:

- - characterize electric charge;
- - explain charging by friction and induction;
- - give examples of positive and negative effects of charging.

QUESTION



What is happening in the picture?

ELECTRIC CHARGE

An atom consists of 3 main particles: Nucleus: protons, neutrons and electrons.

a) Protons: positive (plus) charges. The number of protons defines a type of substance. For example, iron-26 protons, copper-29 protons.

b) Neutrons: neutral (zero) particles of an atom.

c) Electrons: negative charges (minus). They rotate around the nucleus. Electrons help to connect to other atoms, Figure 1.

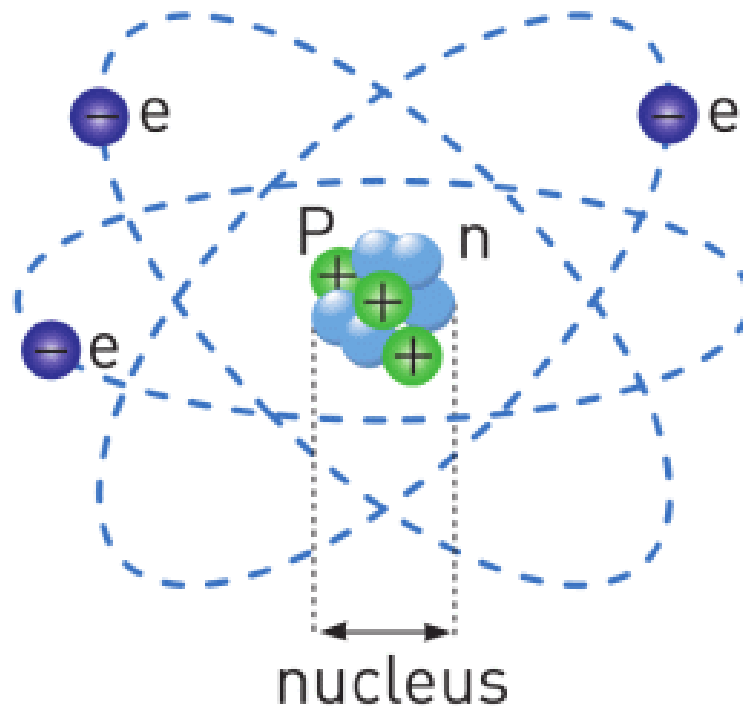


Figure 1

Заряды притягивают или отталкивают друг друга. Одноименные заряды отталкивают друг друга, а противоположные притягивают, Figure 2.

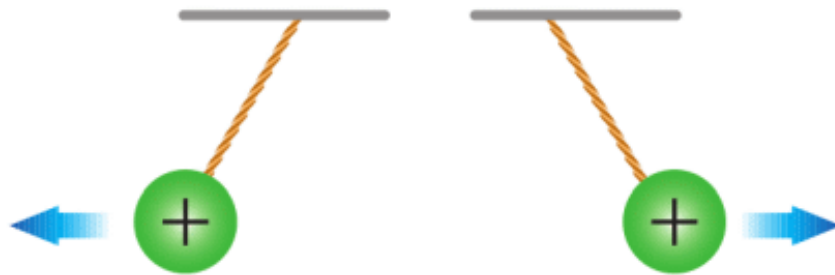


Figure 2

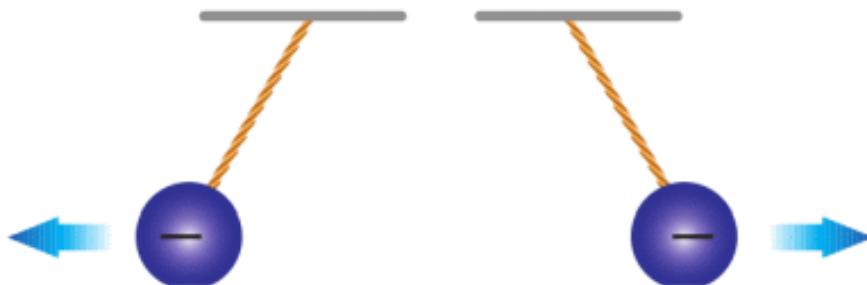


Figure 2



Figure 2

Сила взаимодействия зарядов называется электростатической. Расчесывая волосы пластиковой расческой, можно наэлектризовать расческу и волосы. Далее эта расческа, может притягивать маленькие кусочки бумаги, Figure 3.

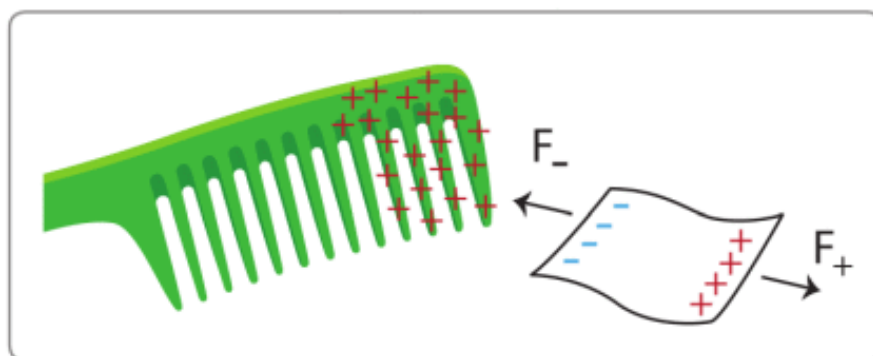
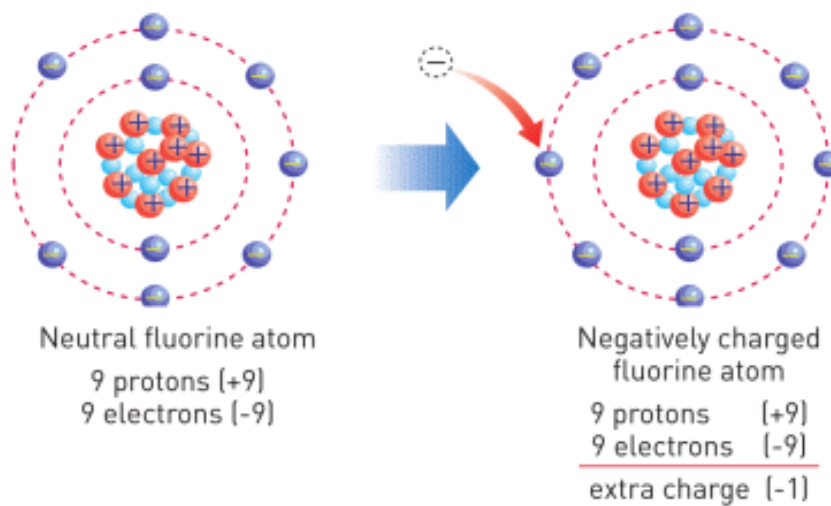
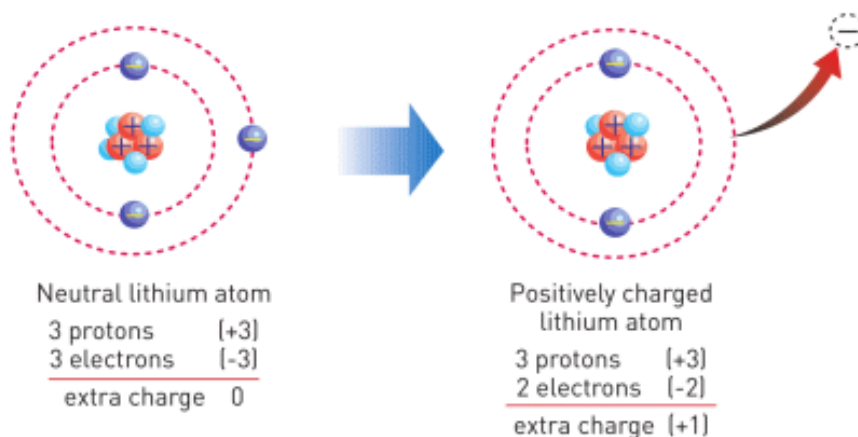


Figure 3

Электроны могут перемещаться от одного тела к другому, а протоны и нейтроны нет. Если количества электронов и протонов в теле равно, то тело считается электрически нейтральным. Если электронов больше, чем протонов, то тело заряжено отрицательно. Если протонов больше, чем электронов, то тело заряжено положительно



A negatively charged atom



A positively charged atom

IT-LINK

Go to phet.colorado.edu.

Search “Balloons and Static electricity” and “John Travoltage”.

FACT

Electric charge is a physical quantity and its SI unit is the Coulomb (C). In practice, we use microcoulomb = $\mu\text{C} = 0.000001 \text{ C}$ and nanocoulomb = $\text{nC} = 0.000000001 \text{ C}$

FACT

При покраске автомобиля, его заряжают положительно, а краску отрицательно, вследствие чего краска ложится тонким ровным слоем.

EXAMPLE

№	Proton	Neutron	Electron	Positive	Negative
1	8	8	9		✓
2	16	16	13		
3	3	3	3		
4	24	24	25		
5	5	5	4		

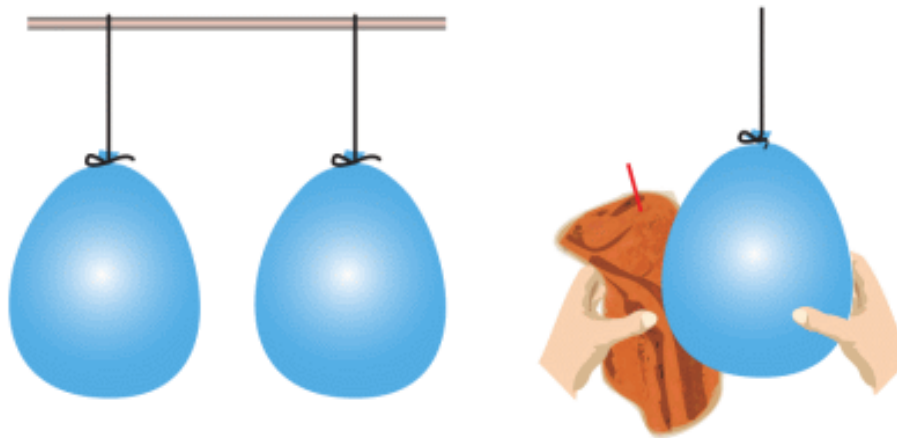
Fill the table.

RESEARCH TIME

Надуйте два воздушных шарика, подвесьте их на близком расстоянии (шары не должны касаться друг друга).

Эксперимент 1.

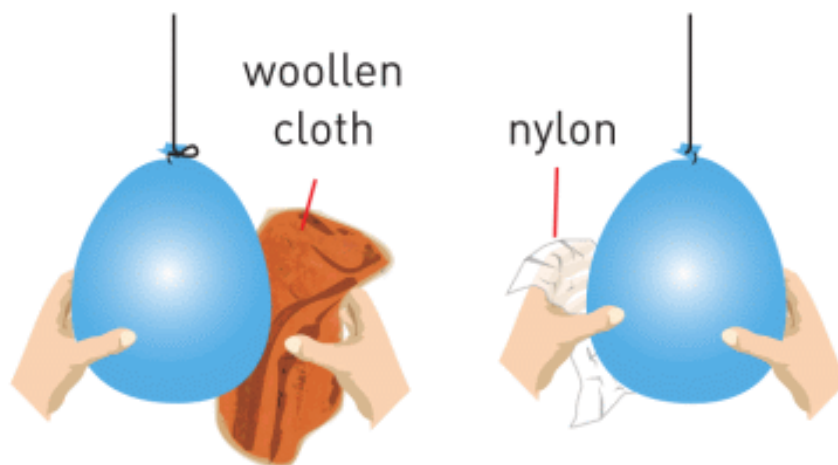
Возьмите шерстяную ткань и потрите им шарики. Посмотрите, что произойдет.



Experiment 1

Эксперимент 2.

Потрите один шарик о шерстяную ткань, а другой - о целлофановый пакет. Наблюдайте за результатом.



Experiment 2

LITERACY

1. When a bee collects pollen, it rubs itself with legs. Why?
2. What would happen if protons easily moved as electrons?
3. How can you prevent shock when you play on a plastic slide?
4. What is happening in the picture below?



ART TIME

Make origami (paper model) of an atom (protons, neutrons and electrons). Show it to your parents, teachers and friends.

TERMINOLOGY

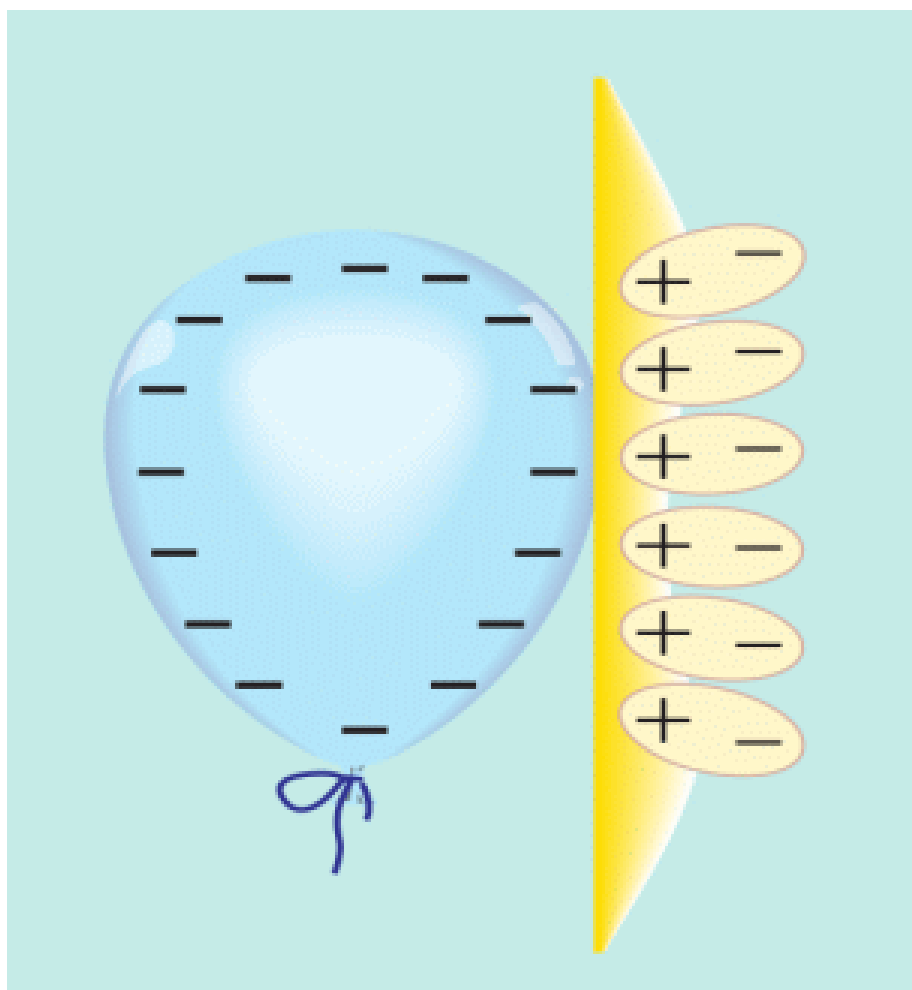
- charge - заряд / заряд nucleus - ядро / ядро
- electrostatic - электростатикалық / электростатически
- positive - оң / положительный
- negative - теріс / отрицательный

4.2 CHARGING METHODS

YOU WILL:

- - explain charging by rubbing, induction and contact;
- - give examples of positive and negative effects of charging.

QUESTION



What should you do with balloon to make it stick to the wall, as shown in the picture?

ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТРЕНИЕМ

Этот метод наиболее распространен для получения электрического заряда. При трении двух нейтральных тел, одно из них теряет электроны, в то время как другое - получает их. В итоге оба тела становятся электрически заряженными и начинают притягивать друг друга, Figure 1. Например, если потереть пластиковую палочку о шерсть, то палочка зарядится отрицательно, а шерсть - положительно.

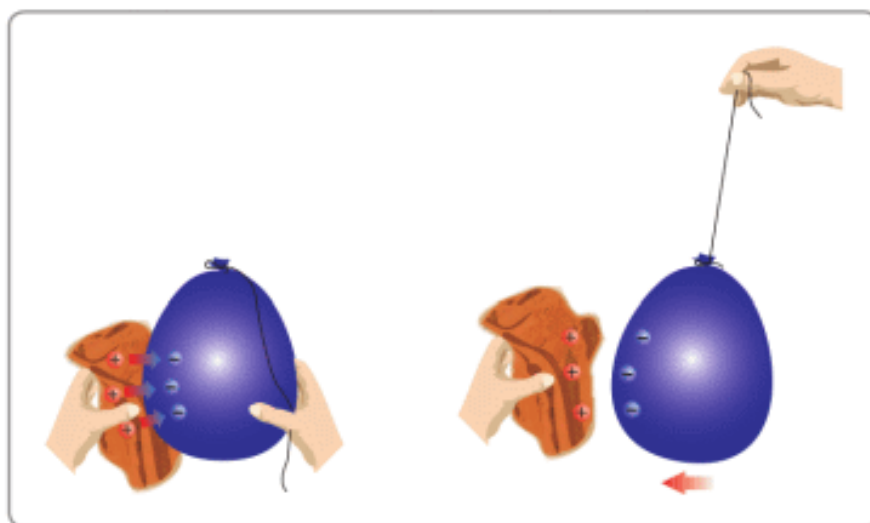


Figure 1

ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ИНДУКЦИЕЙ

Поднесем отрицательно заряженную палочку к нейтральной сфере, Figure 2. В результате этого действия свободные электроны сферы начнут отталкиваться от палочки под влиянием электростатической силы. Таким

образом, сфера с одной стороны (дальняя сторона от палочки) зарядится отрицательно, а вторая сторона (ближняя) зарядится положительно.

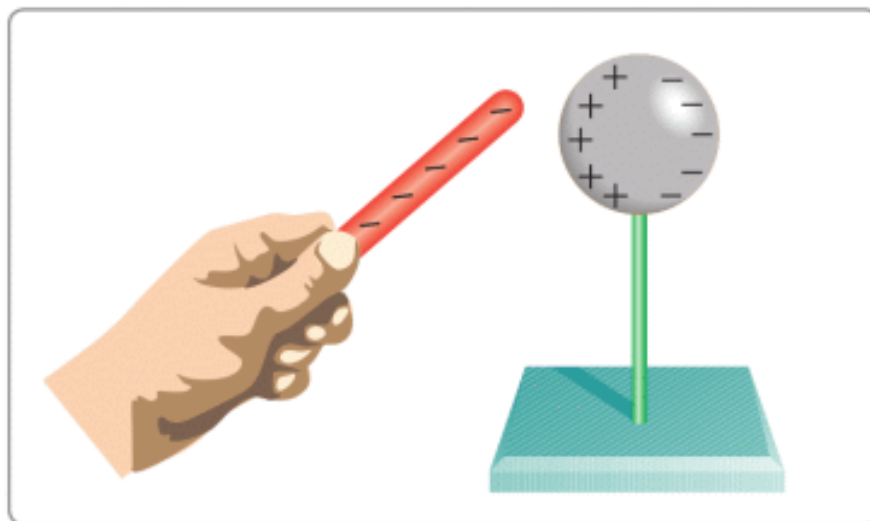


Figure 2

ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ЧЕРЕЗ КОНТАКТ

Если соединить заряженное тело с нейтральным, некоторое количество электронов перейдет от заряженного тела к нейтральному телу, Figure 3. То же самое происходит с вами, если пройдясь по шерстяному ковру, вы дотронетесь до металлического предмета. Собранный вами заряд движется от вашего тела к металлическому предмету, в результате чего вы испытываете электрический разряд.

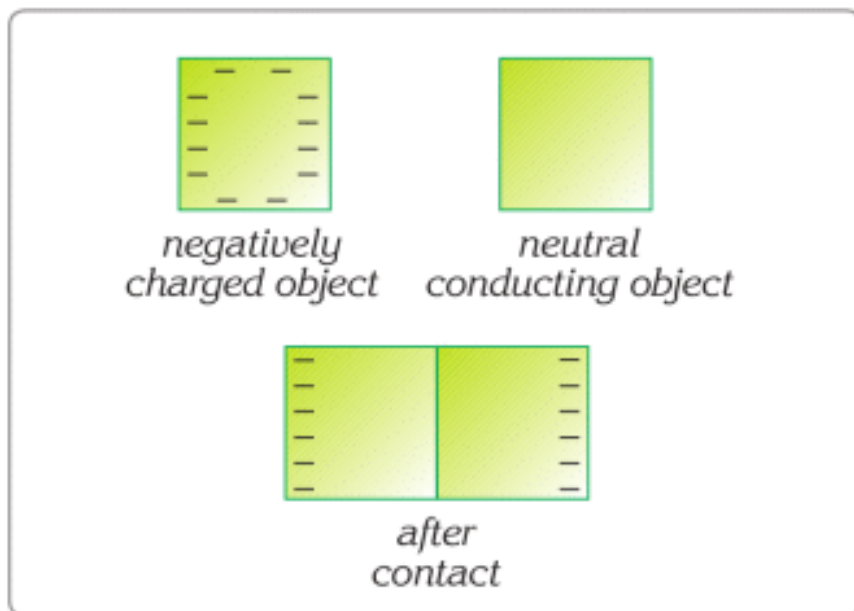


Figure 3

ЭЛЕКТРОСКОП

Для того чтобы измерить заряд или определить тип заряда используется специальное устройство, называемое электроскопом.

Как показано на Figure 4, он состоит из металлической сферы вверху, проводящей стержня и двух металлических пластин, изготовленных из алюминия (или сплава золота), которые крепятся к нижнему концу стержня. Пластины закрыты металлической крышкой и окружены стеклом для защиты от внешних зарядов. Стержень изолирован от металлической крышки специальным не проводящим материалом.

Когда электроскоп находится в нейтральном состоянии его листочки (пластины) опущены. Когда же листочки электроскопа заряжены, они отталкиваются друг от друга и замирают в таком состоянии, указывая заряд.

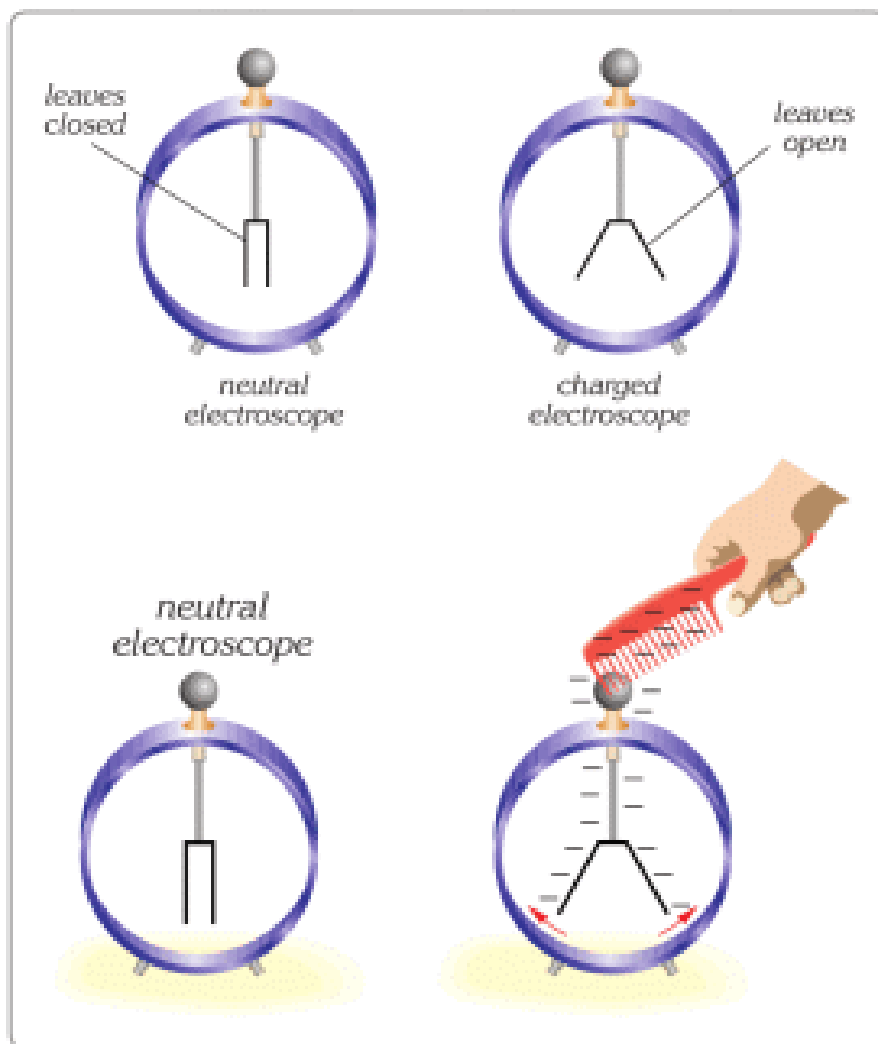


Figure 4

GROUNDING

A charged object can also be grounded using a conducting wire.

For example: if a negative conducting sphere is connected to the earth with a wire, as shown in Figure 5, the extra electrons on the sphere flow to the earth and the sphere becomes neutral.

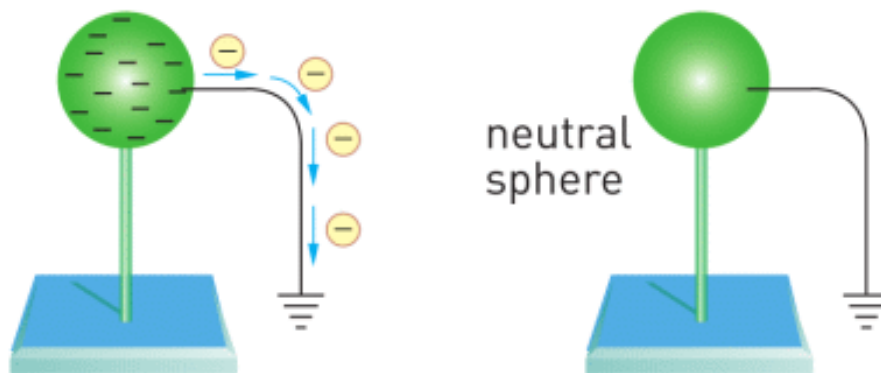


Figure 5

If a positive sphere is grounded, it attracts electrons from the earth through the wire and the sphere becomes neutral, Figure 6.

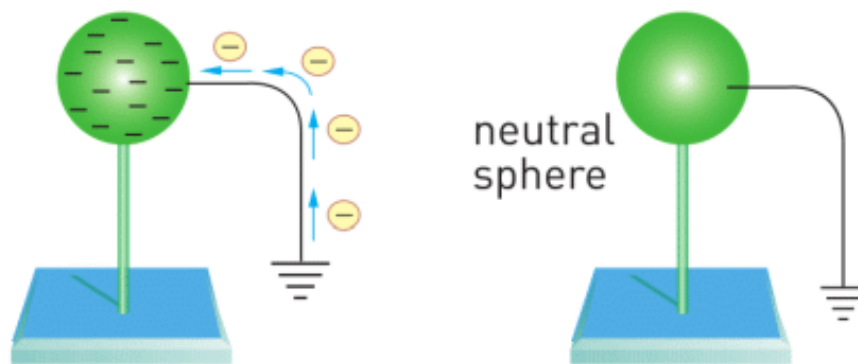
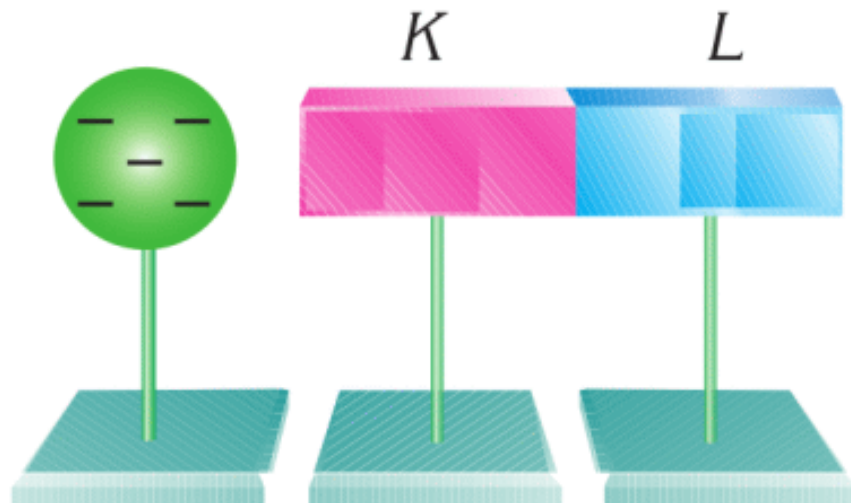


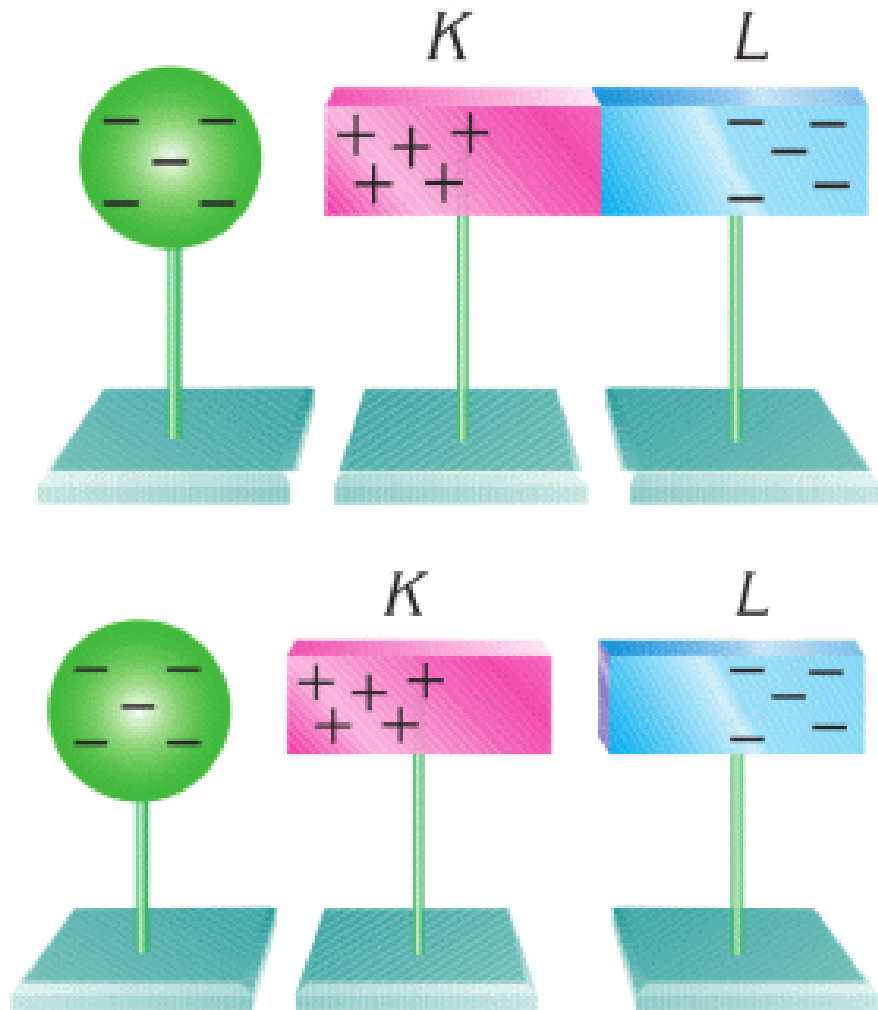
Figure 6

EXAMPLE

A negatively charged object is brought near to neutral objects K and L. What are charges of all objects when K and L are separated?



Solution:

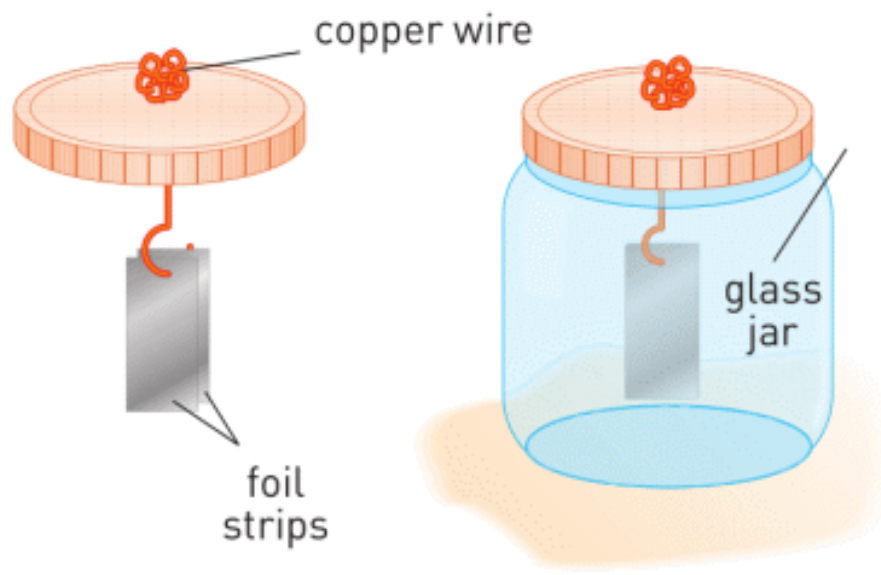


The negative charges of the sphere will repel some electrons from K towards L.

As a result, K will be positively charged, and L - negatively charged.

Then, we separate K and L without moving the sphere. In the end, K carries a positive charge, and L carries a negative charge.

RESEARCH TIME



Make simple electroscope and check it.

ACTIVITY

a) Why does the woman feel electric shock?



Why does this happen?

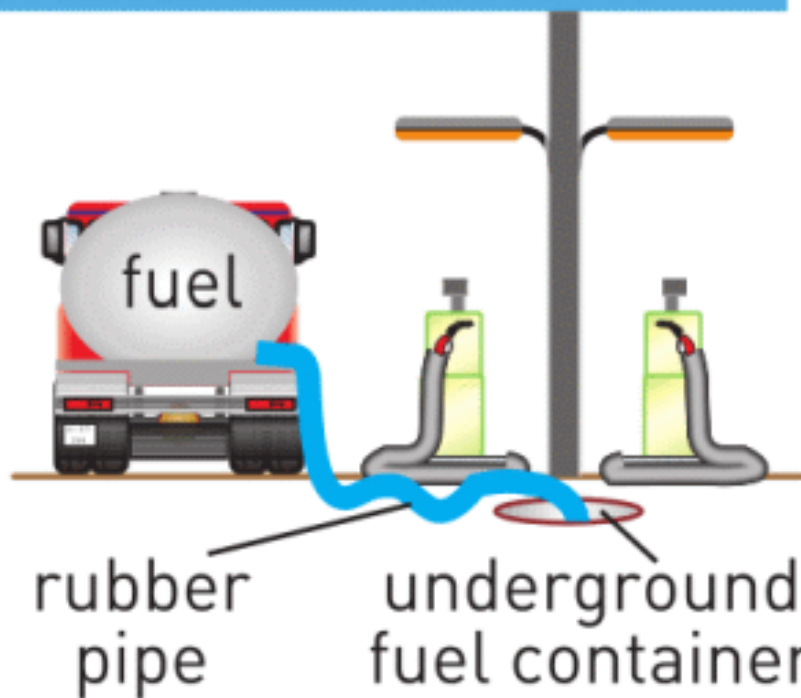
Give more examples.

b) Electric shocks can be dangerous. Why?

What can we do to prevent accidents?



GASOLINE STATION



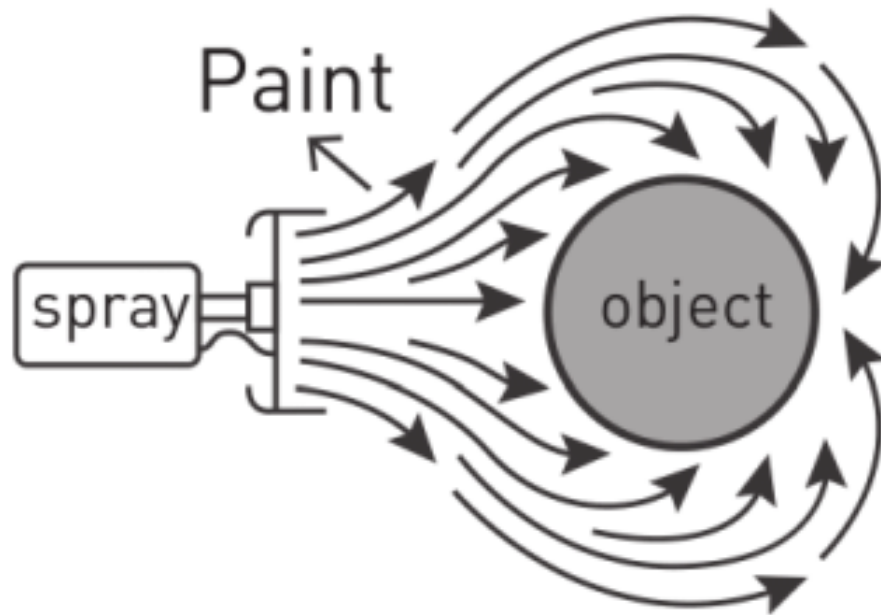
Give more examples.

c) Electrostatics can be useful. How?

Explain pictures below. Give more examples.



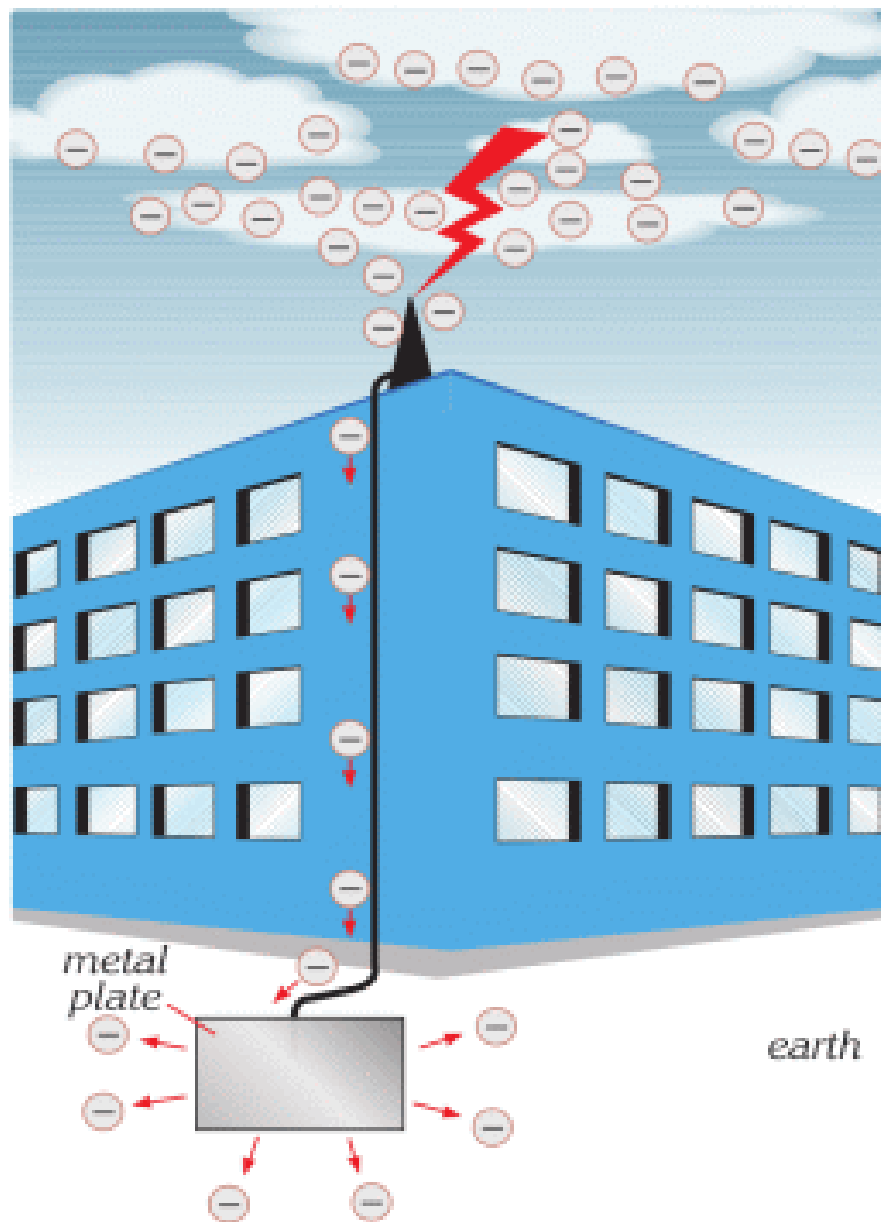
Plastic wrap



Electrostatic Paint

FACT

Lightning rods.



It is a thick conducting wire with one end fixed at the highest point of the building and the other end fixed to a metal plate buried deep in the ground. A lightning rod provides the shortest path for electrons to travel to the ground. In case of a lightning strike, the rod carries charges to the ground without any damage to the building.

LITERACY

1. Describe how you could charge objects. Explain methods to measure charge.
2. Explain methods to discharge objects safely, where grounding can be used.

TERMINOLOGY

- induction - индукция / индукция
- grounding - жерге тұйықтау / заземление
- neutral - бейтарап / нейтральный

4.3 CONSERVATION OF CHARGE. COULOMB'S LAW

YOU WILL:

- - explain law of conservation of charge;
- - apply Coulomb's law for problem solving.

QUESTION



When you comb you hair, sometimes a comb can attract your hair.

Why does this happen?

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА

Давайте проведем мысленный эксперимент, потрем шар шерстяной тканью. Видимые нам вещества состоят из очень большого количества свободных зарядов, но для простоты эксперимента, давайте представим, что каждый

из них имеет по 4 положительных заряда (протона) и четыре отрицательных заряда (электрона).

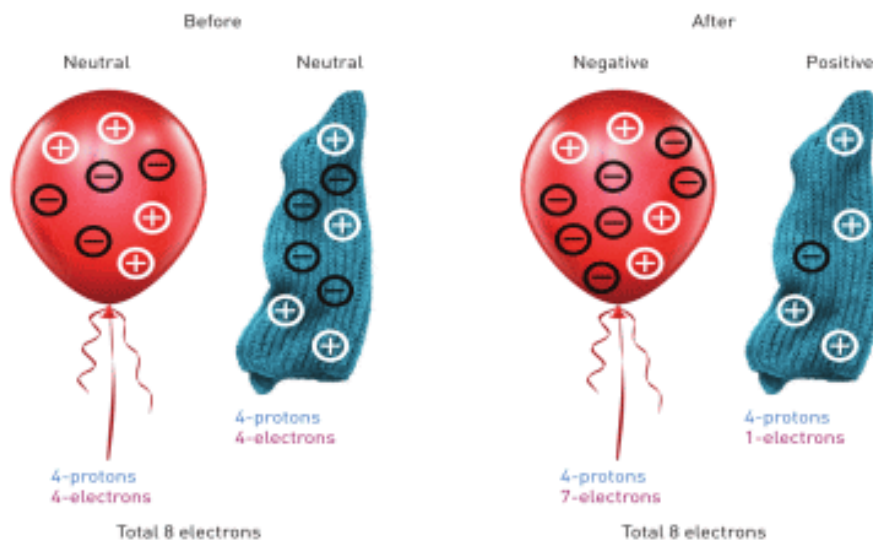


Figure 1. From the picture above, after electrification of balloon, total number of charge will be conserved. 3 "electrons" passed from cloth to balloon, but total number of charges are the same.

We conclude that in any electrification process the sum of the electric charges on both objects is constant. This is known as the law of conservation of electric charge and can be stated as the total amount of electric charge in an isolated system is constant. This is expressed as,

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{constant}$$

where q is the symbol for the electric charge on each object in the process. Electric charge is a physical quantity and its SI unit is the Coulomb (C).

INTERACTION BETWEEN CHARGES. COULOMB'S LAW

Заряды могут притягивать и отталкивать друг друга.

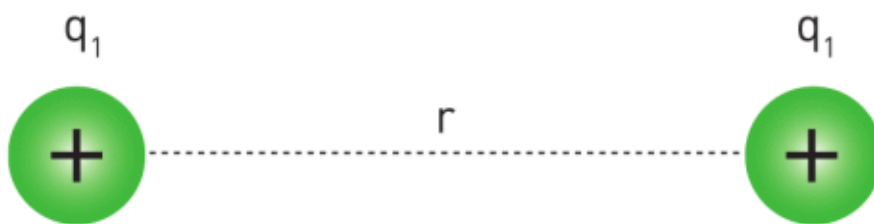


Figure 2

Мы можем рассчитать силу взаимодействия между зарядами (рисунок Figure 2) используя закон Кулона (в честь ученого Чарльза Кулона, изучавшего электростатику).

$$F = k \frac{|q_1| \times |q_2|}{r^2}$$

F - force between charges. Unit: Newton [N]

q_1 - charge one. Unit: Coulomb [C]

q_2 - charge two. Unit: Coulomb [C]

r - distance between centres of charged objects. Unit: meter [m]

k - constant number: $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

1 Кулон - очень большой заряд.

Такой заряд могут создать 6.3×10^{18} электронов. Когда мы трем шарик, появляется заряд, порядка 1 микроКулон.

1 микроКулон = 1 мкКл = 10^{-6} Кл = 0.000001Кл.

Самым маленьким (элементарным) зарядом обладает электрон.

Его заряд равен

$e = -1,6 \times 10^{-19}$ Кл.

Протон имеет такой же заряд, но противоположный по знаку.

Any charge of object could be divided to integer number of electrons, so

$$q = n \times e$$

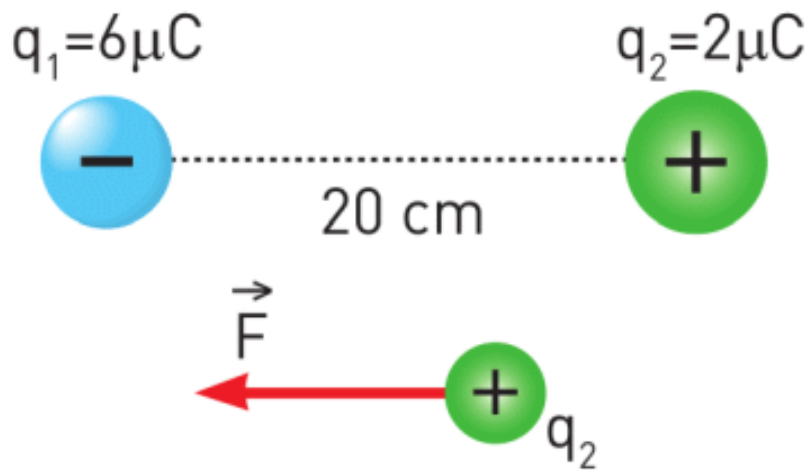
(n - integer number)

IT-LINK

Go to <https://phet.colorado.edu/>

Search "Electric field hockey"

EXAMPLE



Calculate the force between two charges.

Solution:

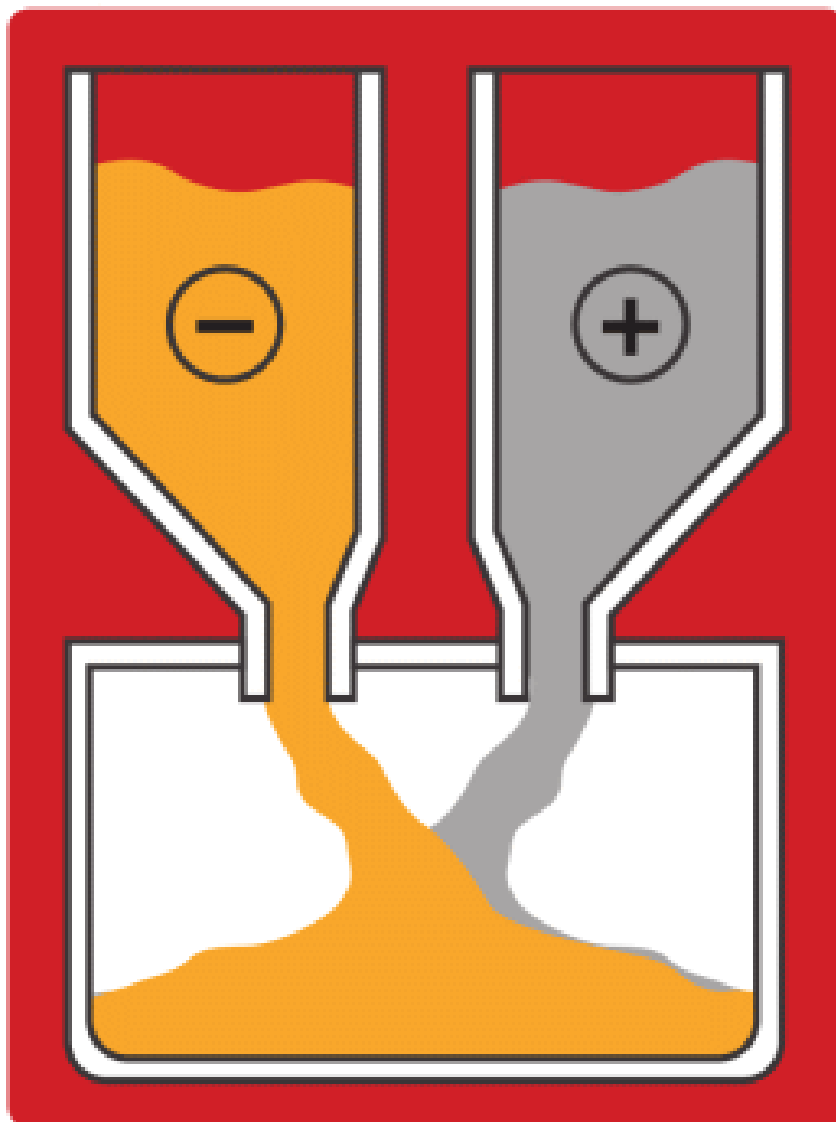
$$F = k \frac{|q_1| \times |q_2|}{r^2}$$

$$F = (9 \times 10^9) \frac{(6 \times 10^{-6})(2 \times 10^{-6})}{(2 \times 10^{-1})^2} = 2.7 \text{ N}$$

The force is a vector, so it is directed to each other, for example for second charge; it's directed to the left.

FACT

Electrostatics in bakery.



In bakery flour particles are positive. Water droplets are negative. They attract each other and mix.

ART TIME

Make a video that shows attraction and repulsion between charges. Show it to your parents, teachers and friends.

LITERACY

1. You have a neutral balloon and woollen cloth. You rub the balloon with woollen cloth. Balloon becomes negatively charged by -5 nC (nano = 0.000 000 001). What is the charge of the woollen cloth? Is it positive or negative? Why?
2. The 10 nC balloon and 10 nC balloon are on the distance of 1°Cm from each other. Do they pull or push each other? Why? How many Newtons is the electric force? How many grams of load can you lift with this force?

TERMINOLOGY

- to rub – үйкеу / натирать
- wool – жүн / шерсть
- interaction – әрекеттесу / взаимодействие
- bakery – наубайхана / пекарня

4.4 ELECTRIC FIELD. PART 1

YOU WILL:

- explain physical meaning of "electric field" and determine its dynamics characteristics;
- calculate force applied on charge by electric field;
- show electric field by using electric field lines.

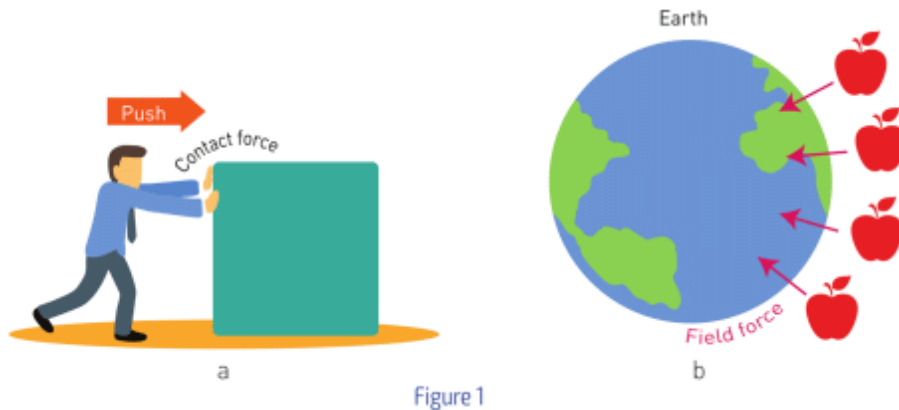
QUESTION



What can you do to make a droplet fly?

ELECTRIC FIELD

When we want to move something, we need to push or pull it. In order to apply a force on an object, we must touch it. For example, Figure 1 a.

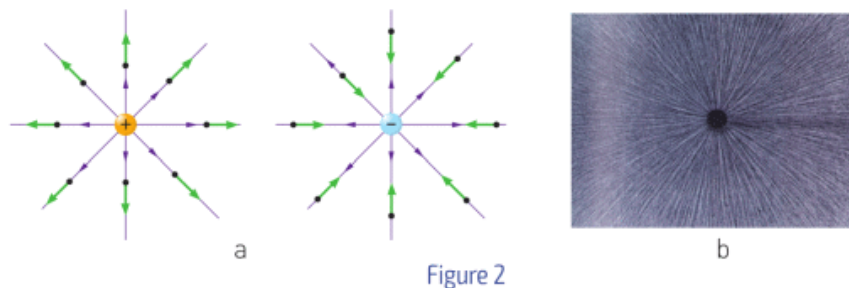


However, the Earth pulls objects with no contact, Figure 1b. Earth has a field that pulls everything. This field is called gravitational field.

Gravitational field produces force – gravitational force.

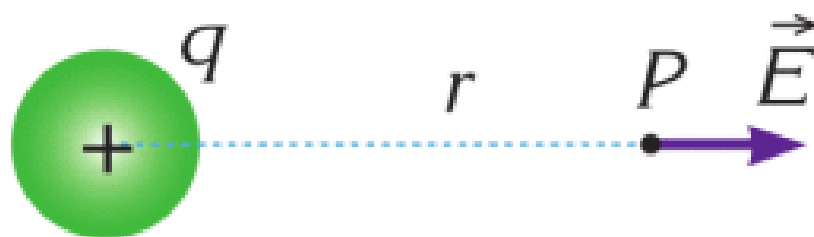
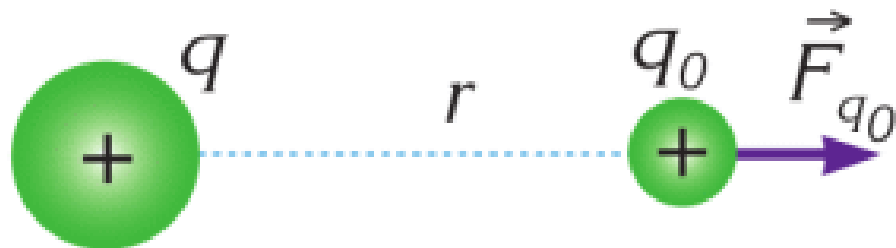
Similarly, there is no contact between charges when they push (or pull) each other. Charges produce field around them. This field is called electric field. Electric field produces force that is electric force.

We are not able to see gravitational field and electric field. However, we can feel (and measure) force they produce. Also, we can draw field. We can use lines to show electric field. These lines start at positive charges and end at negative charges, Figure 2.



An electric field surrounds any electrically charged object. If we put second charge, it will experience a force of electric

field produced by the first charge. Consider a charged particle $+q$ as shown in Figure 3a.



a

Figure 3

Если поместить заряд рядом с заряженным телом, то он будет испытывать взаимодействие электрического поля произведенным первым зарядом.

Представим заряженную частицу $+q$ как показано на рисунке Figure 3 а.

Этот заряд формирует электростатическую силу, действующую на маленький положительный пробный заряд, $+q_0$, когда тот помещен в электрическое поле создаваемое первым зарядом. Примем, что пробный заряд положителен и настолько мал, что не влияет конфигурацию электрического поля $+q$. Тогда напряженность электрического поля определяется как отношение электростатической силы, действующей на пренебрежимо малый пробный заряд в этой точке к величине самого пробного заряда. Формулу можно записать, как:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{q_0}}{|q_0|}$$

The SI unit of electric field is the Newton/Coulomb (N/C).

If you put positively charged small object in the field, the field line will show the direction of resultant force. If charge is negative, the direction is opposite.

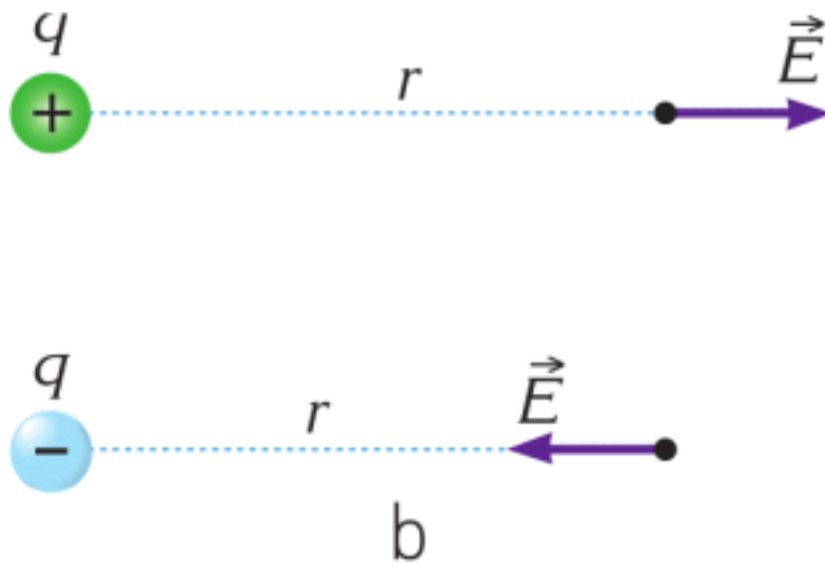


Figure 3

The resultant force acting on charge q placed in electric field can be found using formula:

\vec{F}	=	$ q $	×	\vec{E}
Force		Charge		Electric field
Newtons, [N]		Coulombs [C]		Newton/Coulomb, [N/C]

This formula is analogical to $F = m(\text{mass}) \times g$ (gravity). This is because g means the force acting on each kg of mass, and E means the force acting on each C of charge.

RESEARCH TIME

Go to <https://phet.colorado.edu>

Search

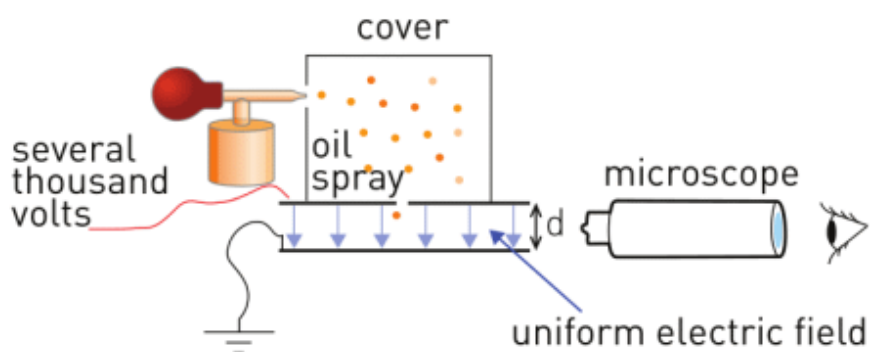
a) "Charges and fields"

b) "Electric field hockey".

What can you say about these simulations?

FACT

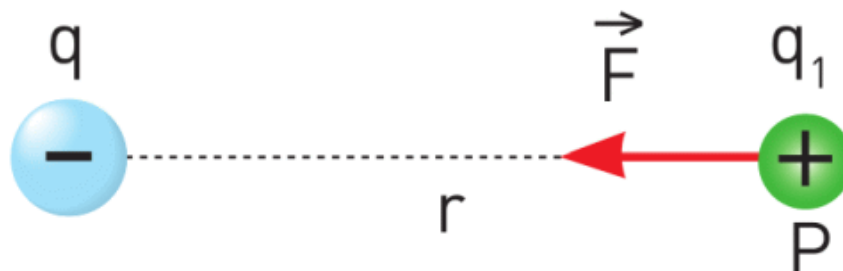
"Millikan's experiment"



In this experiment oil drops are charged in covered chamber.

Then, oil drops fall into uniform electric field where it could be suspended (gravity balanced with electric force). This experiment helped to find the charge of electron.

EXAMPLE



The magnitude of electric field of charge q at point P is 9×10^5 N/C. What force does a charge of $q_1 = +1 \mu\text{C}$ experience if

it is placed at point P?

Solution:

$$F = |q_1| \times E = 10^{-6} \text{ C} \times 9 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 0.9 \text{ N}$$

ART TIME

Make “Kelvin water dropper”. Make it and show to your parents, teachers and friends.

LITERACY

1. Why you are not able to push or pull objects on a distance (without touching them)? Why can charges and magnets pull or push on a distance?
2. You push wall with your hand. Do atoms of your hand and atoms of wall touch each other? Explain your answer.
3. Can you fly? No, you cannot, but electricity can help you overcome gravity.

What should your charge be so you can overcome the gravity? Electric field of the Earth is about 130 N/C.

TERMINOLOGY

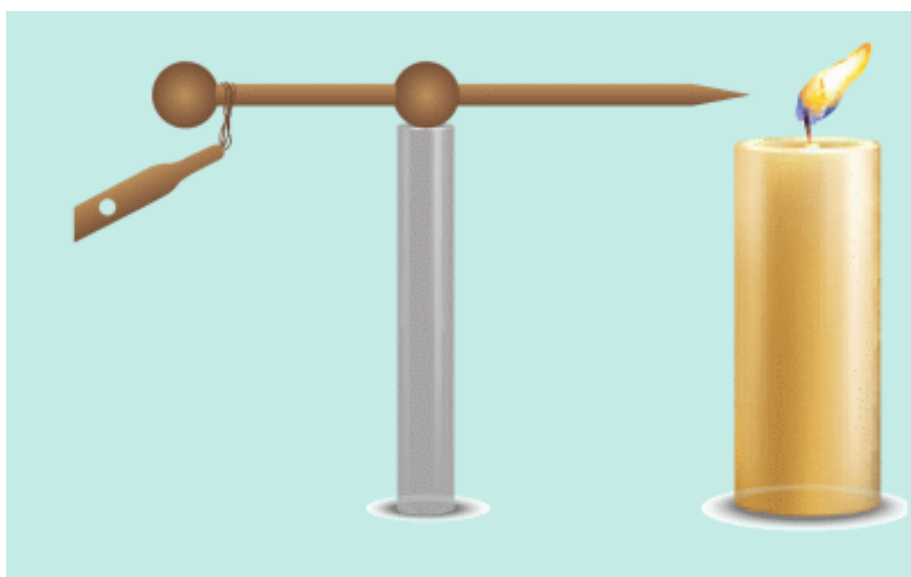
- field - өріс / поле attraction - тартылыс / притяжение
- repulsion - тебіліс / отталкивание

4.5 ELECTRIC FIELD. PART 2

YOU WILL:

- show electric field using electric field lines.

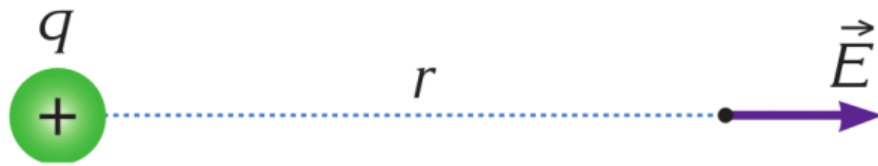
QUESTION



“Ion wind” - an effect at which you can influence an object at a distance by electricity. It can even put out a fire of a candle. Try to explain this.

ELECTRIC FIELD

Напряженность электрического поля – векторная величина. Она имеет такое же направление, как и кулоновская сила, действующая на положительный пробный заряд, помещенный в данную точку. Как и все векторные величины, напряженность электрического поля обозначается стрелкой.



Напряженность электрического поля, производимого точечным зарядом q на расстоянии r от него может быть найдена по формуле:

$$\vec{E} = k \frac{|q|}{r^2}$$

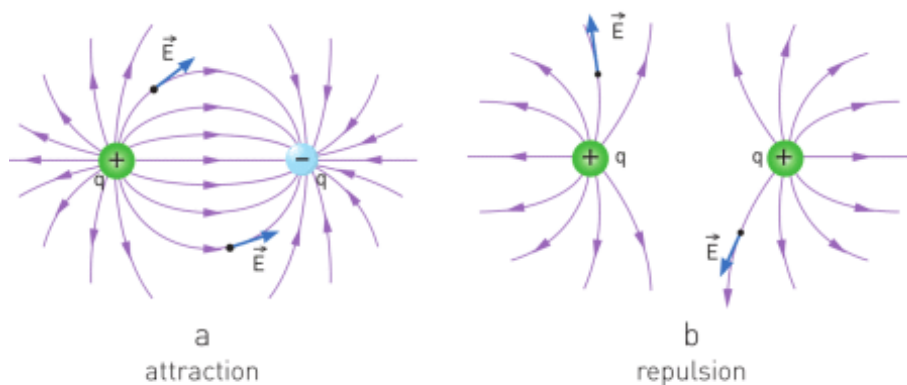


Figure 1

ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ

Этот принцип позволяет найти равнодействующую векторов напряженности электрического поля. Если в некоторой точке присутствуют несколько напряженностей от разных зарядов, то результирующая напряженность будет равна векторной сумме всех напряженностей.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

ОДНОРОДНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Такое поле можно получить с помощью двух разноименно заряженных параллельных пластин. Если размеры пластин довольно большие по сравнению с расстоянием между пластинами, то можно принять, что напряженность поля постоянна во всем пространстве между пластинами. Силовые линии в таком поле параллельны, Figure 3.

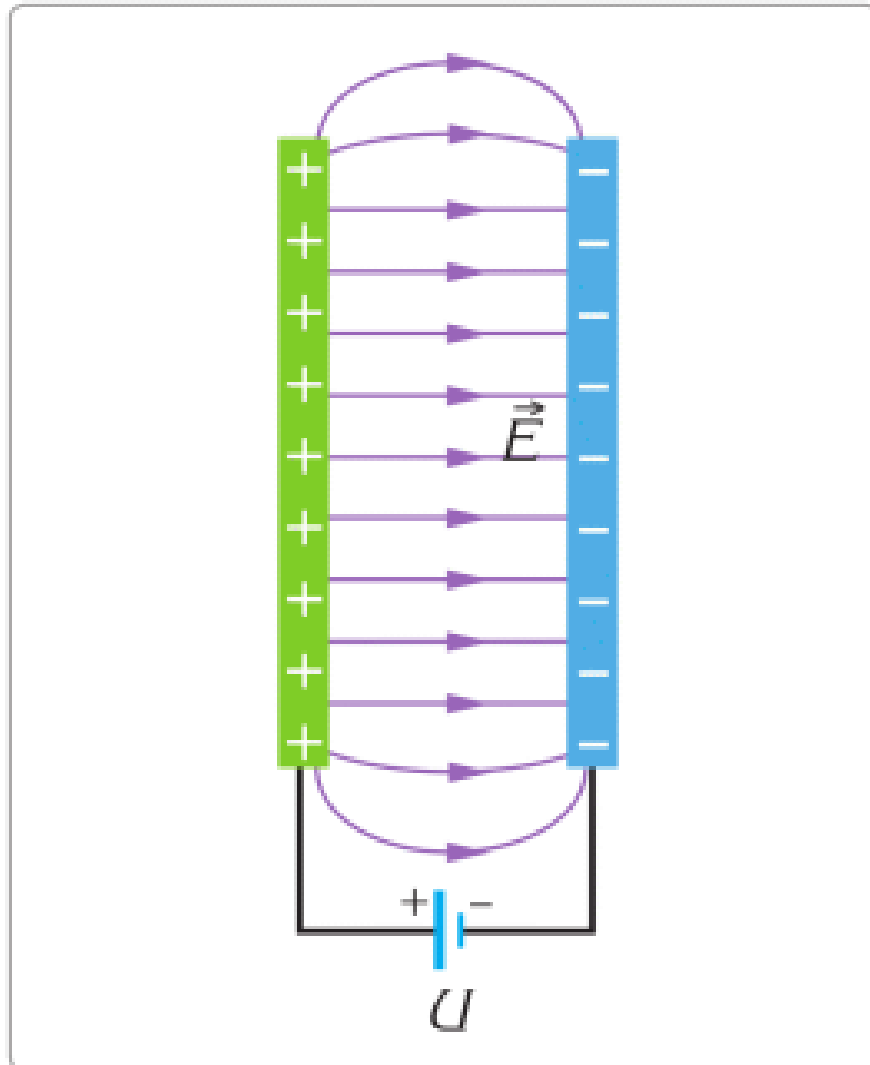
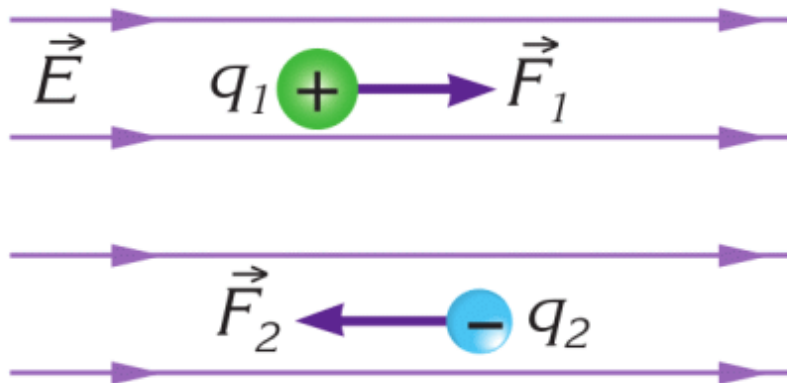


Figure 3

Сила действующая на заряд будет также постоянной в любой точке в пространстве между пластинами.



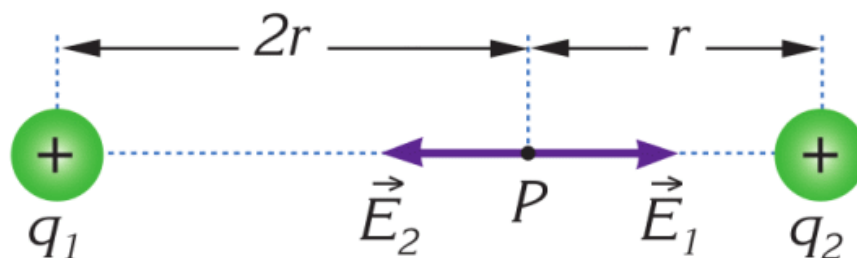
EXAMPLE



The resultant electric field at point P due to the fixed charges q_1 and q_2 is zero.

What is the ratio q_1/q_2 ?

Solution:



Since the net electric field at point P is zero, the electric field produced by q_1 and q_2 are equal in magnitude but opposite in direction.

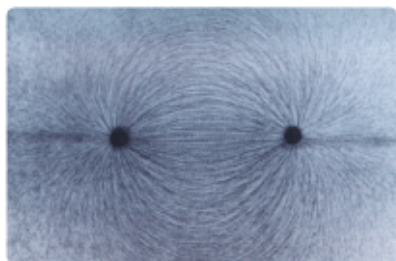
So, the signs of both charges must be the same. Let us say they are both positive. The magnitude of the electric field produced by q_1 at point P is

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{(2r)^2} \text{ and of } q_2 \quad E_2 = k \frac{|q_2|}{r^2}$$

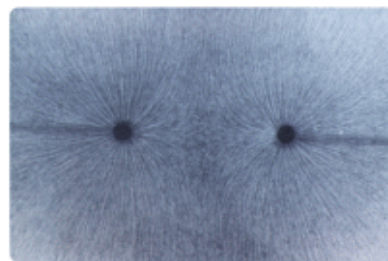
$$\text{since } E_1 = E_2, \quad k \frac{|q_1|}{4r^2} = k \frac{|q_2|}{r^2}$$

$$\text{Therefore, } \frac{|q_1|}{|q_2|} = 4$$

RESEARCH TIME



When lines connect,
there is an attraction.

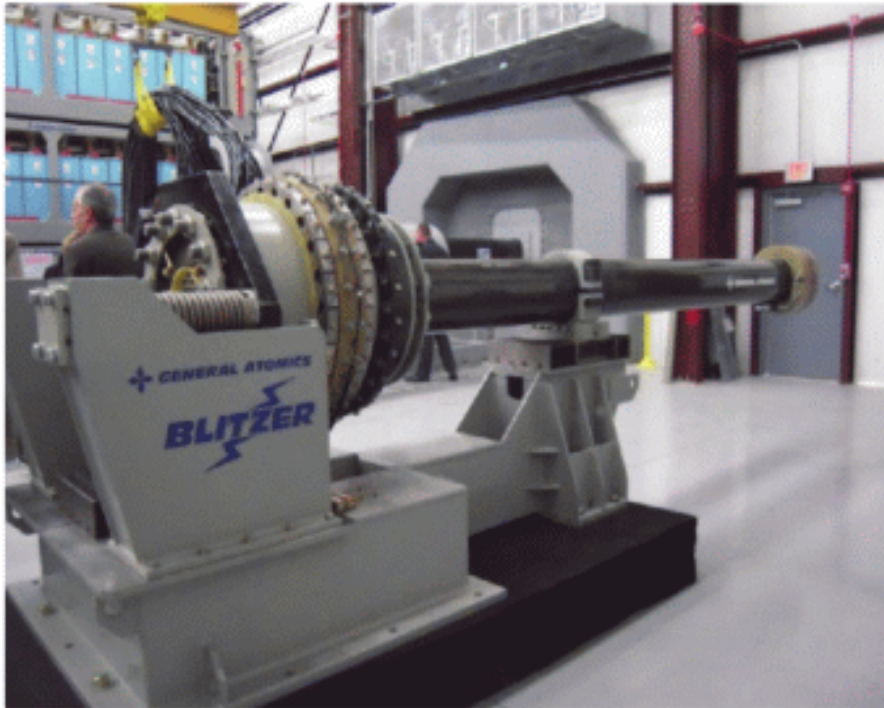


When lines do not connect,
these is a repulsion.

Figure 2

Make research about how you can represent electric field lines with hair and oil. Similar demonstration represented on Figure 2.

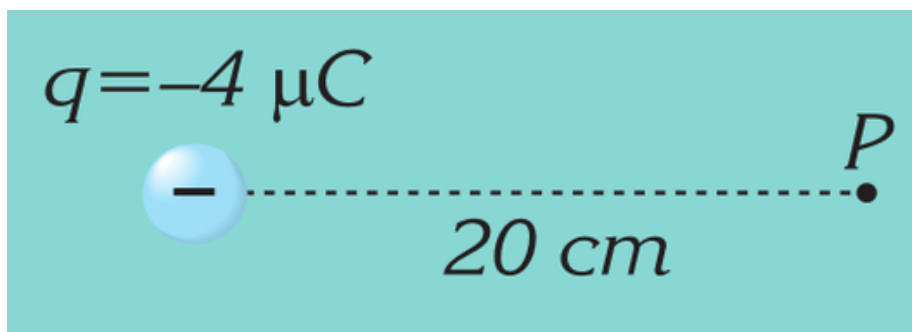
FACT



Electromagnetic gun destroys any technical device with electric field without damage to people.

LITERACY

1. Determine the electric field at point P a distance 20 cm from the negatively charged particle $q = -4 \mu\text{C}$. What force does a charge of $q_1 = +1 \mu\text{C}$ experience if it is placed at point P?



2. Strong electric field affect all objects around, and even could make damage. How?

3. Determine the electric force acting on a point charge of $q = 2 \mu\text{C}$, that is placed in a uniform electric field of $E = 10^5 \text{ N/C}$.

4. If the electric field at point P is zero, what is the ratio of distances r_1 and r_2 ?



TERMINOLOGY

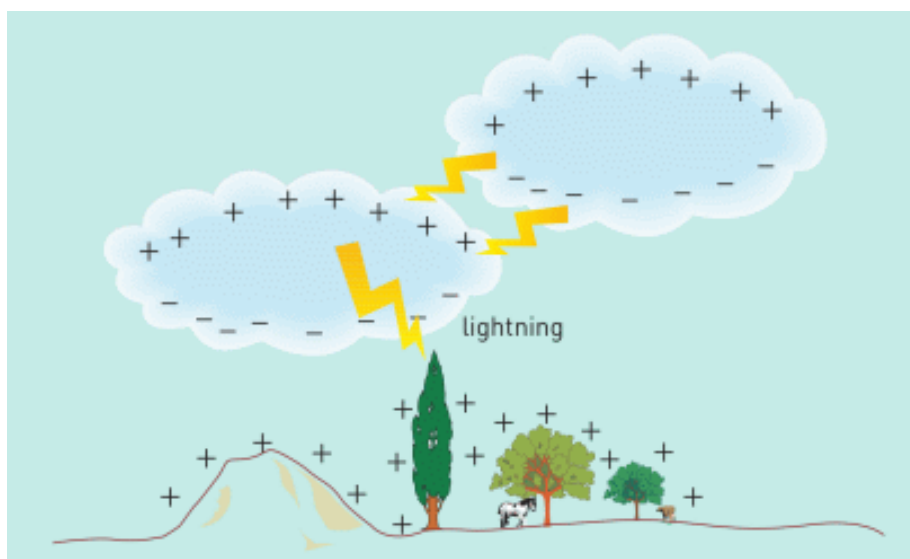
- superposition – суперпозиция / суперпозиция
- net field – қорытқы өріс / суммарное поле
- fixed – бекітілген / закрепленный

4.6 ELECTRIC POTENTIAL. POTENTIAL DIFFERENCE

YOU WILL:

- explain physical meaning of electric potential and potential difference.

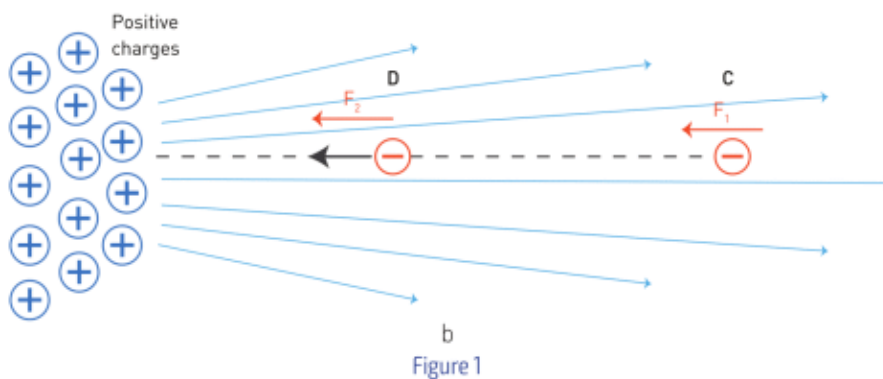
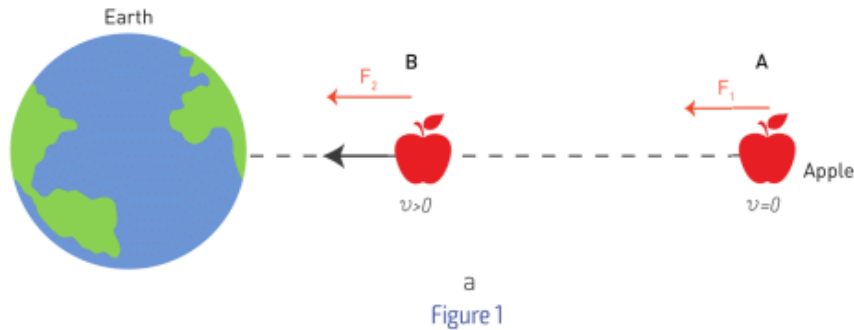
QUESTION



Why does lightning strike the ground?

ELECTRIC POTENTIAL. POTENTIAL DIFFERENCE

Если яблоко отпустить в точке А, то оно начнет двигаться и в точке В будет иметь некоторую кинетическую энергию (Figure 1 а). Точно так же, если отрицательно заряженное тело отпустить в точке С, то тело начнет двигаться и в точке D будет иметь некоторую кинетическую энергию (Figure 1 b).



Кинетическая энергия яблока появляется за счет разности гравитационных потенциальных энергий в точках А и В. Кинетическая энергия отрицательного тела появляется за счет разности электрических потенциальных энергий в точках С и D.

Электрическая потенциальная энергия между двумя зарядами (q и q_0) вычисляется по нижеследующей формуле:

$$E_p = k \frac{q \times q_0}{r}$$

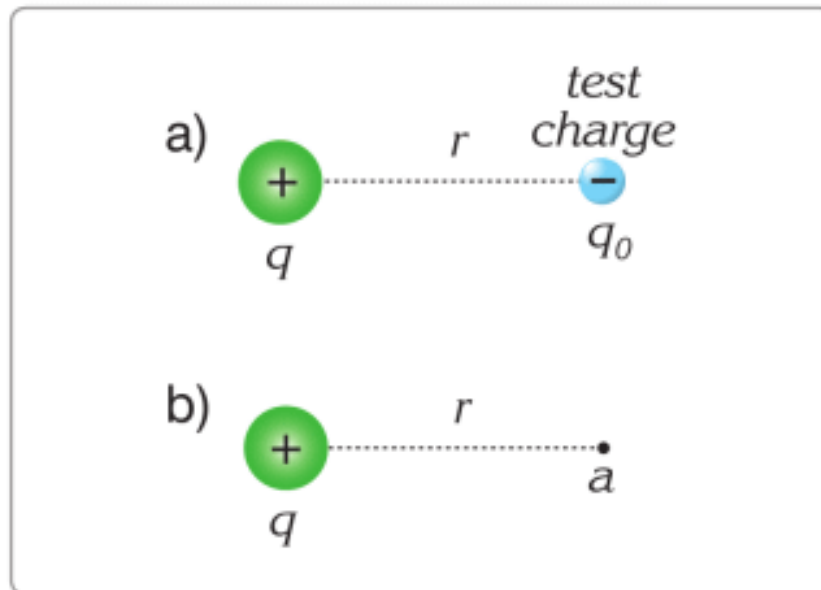


Figure 2

We generally need to know the ratio of electric potential energy to the charge. This ratio is called electric potential. We use ϕ for electric potential. The electric potential at a point a, shown in Figure 2 b, where the test charge was placed is denoted by ϕ_a . Hence,

$$\varphi_a = \frac{E_p}{q_0} = \frac{k \frac{q \times q_0}{r}}{q_0} \Rightarrow \varphi_a = k \frac{q}{r}$$

Note that the electric potential of the charge q at point a is independent of the test charge. Electric potential is a scalar quantity. The SI unit of electric potential is the Joule/Coulomb and is given the special name of the Volt, (V), in honour of Alessandro Volta, the inventor of the electric battery. Then

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$$

On the Figure 1 b, Point D has high electric potential ϕ_D , and point C has low electric potential ϕ_C . Electric potential energy difference depends on the difference $\phi_D - \phi_C$. The difference $(\phi_D - \phi_C)$ is called potential difference.

9 Volts and 12 Volts mean that they give 9 J and 12 J or energy to move 1C of charge. If they push 3C of charge, they give 27J and 36J of energy, Figure 3. That means 12 Volts battery is “stronger” than 9 Volts battery.

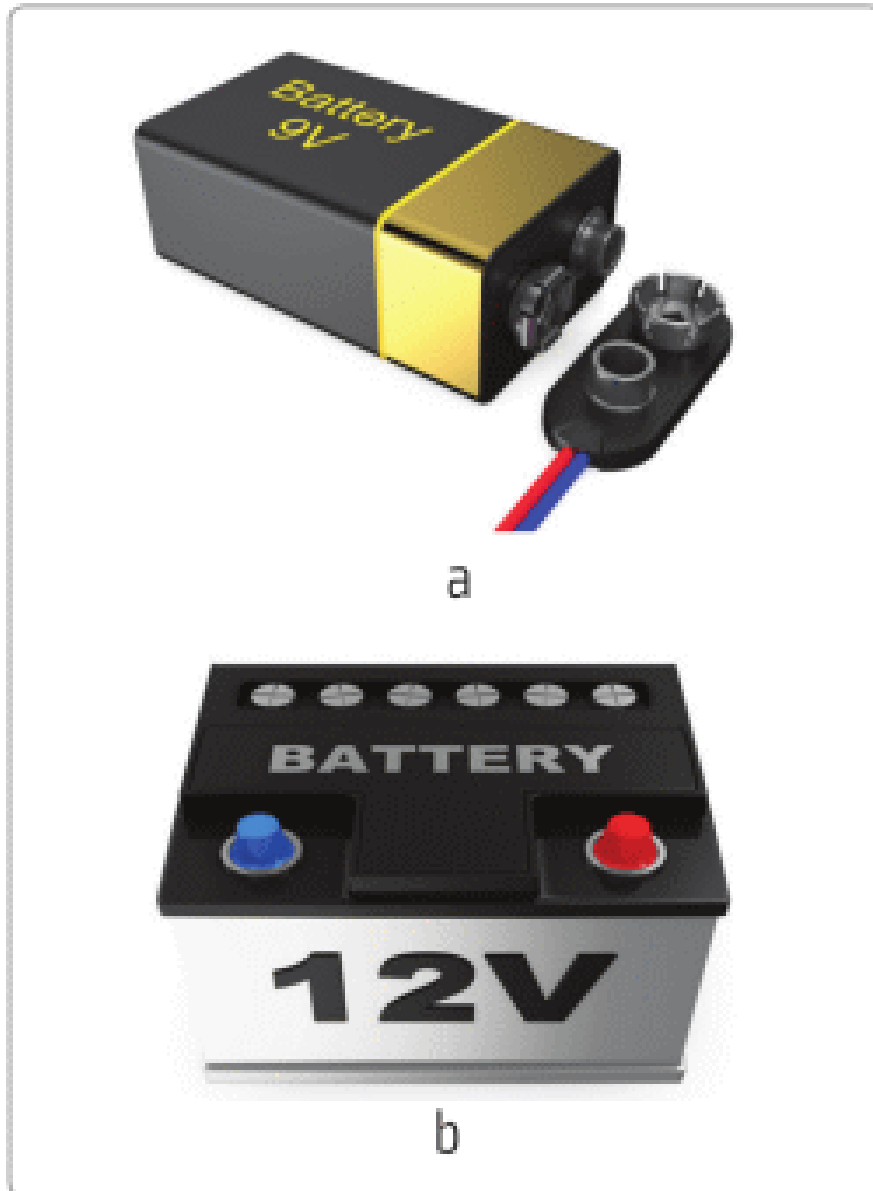


Figure 3

The potential difference can be denoted as $\Delta\phi$ or U which represents

$$U = - \Delta\phi = \phi_D - \phi_C$$

Note that ϕ_D is the potential at the final point D and ϕ_C is the potential at the initial point C. We know that

$$\phi_C = \frac{E_{P \text{ at } C}}{q} \quad \text{and} \quad \phi_D = \frac{E_{P \text{ at } D}}{q}$$

where $E_{P \text{ at } C}$ and $E_{P \text{ at } D}$ are the electric potential energies at the points C and D, respectively. By substituting these into the formula

$$U = \phi_D - \phi_C = \frac{E_{P \text{ at } D}}{q} - \frac{E_{P \text{ at } C}}{q} \Rightarrow U = \frac{\Delta E_p}{q}$$

As the charge is moved from the initial point A to the final point B, by an external force, it does positive work against the electric force. The electric potential energy of the charge increases. We can write

$$\Delta E_p = W_{CD} \Rightarrow U = \frac{W_{CD}}{q}$$

In short, potential difference is defined as work per unit charge (or change in potential energy per unit charge).

The SI unit of potential difference is the Volt (V), for this reason potential difference is also called voltage.

DISCUSSION

How would you determine terminals of battery if + and - signs are erased?

EXAMPLE

Find the potential energy of a system of point charges of $q_1 = 20 \mu\text{C}$ and $q_2 = -10 \mu\text{C}$ when they are $r_1 = 20 \text{ cm}$ apart.

Solution:

$$E_p = k \frac{q_1 \times q_2}{r_1} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(20 \times 10^{-6}\text{C}) \times (-10 \times 10^{-6}\text{C})}{(0.2\text{m})} = -9 \text{ J}$$

LITERACY

1. How does the electric potential energy of a charged object change if it moves:

a) perpendicular to the direction of;

b) in the same direction as;

c) in the opposite direction to the Coulomb force acting upon it?

2. When a positively charged particle moves in a direction parallel to the electric field, how does its electric potential energy and electric potential change? Which force is doing positive work?

3. You saw lightning many times. Did you know that clouds and Earth form capacitor? Potential of earth -50000 Volts and potential of sky is 200000 Volts. Find potential difference.

ART TIME

How would you illustrate the meaning of the word “potential”?

TERMINOLOGY

- to gain - алу / получать
- ratio - қатынасы / соотношение

4.7 CAPACITANCE & CAPACITORS

YOU WILL:

- describe structure of capacitor and its function.

QUESTION



Look at the picture of camera's flash. How do you think the flash works?

CAPACITANCE & CAPACITORS

Некоторые приборы могут собирать (накапливать) электрический заряд в себе. Такие приборы называются конденсаторами.

Самый простой конденсатор состоит из двух параллельных проводящих пластин, изолированных друг от друга. Если подключить эти две пластины к источнику постоянного тока, то одна пластина зарядится положительно, а другая отрицательно. Заряд накопленный на пластинах конденсатора зависит от прилагаемого напряжения.

$$C = \frac{q}{U}$$

Отношение заряда (q) к напряжению (U) даёт значение электрической емкости (C) конденсатора.

Единицей измерения электрической емкости в СИ равна Фарад (Φ).

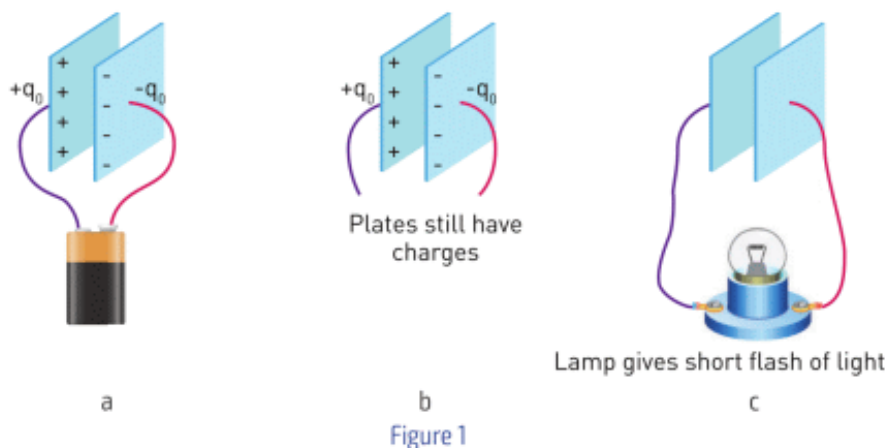
1 Farad = 1 Coulomb / Volt.

Емкость конденсаторов варьируется от микрофарад до пикофарад.

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$



PARALLEL PLATE CAPACITORS

Плоский конденсатор состоит из двух параллельных пластинок, каждая из которых имеет площадь S , разведенные на расстоянии d друг от друга, как показано на Figure 2.

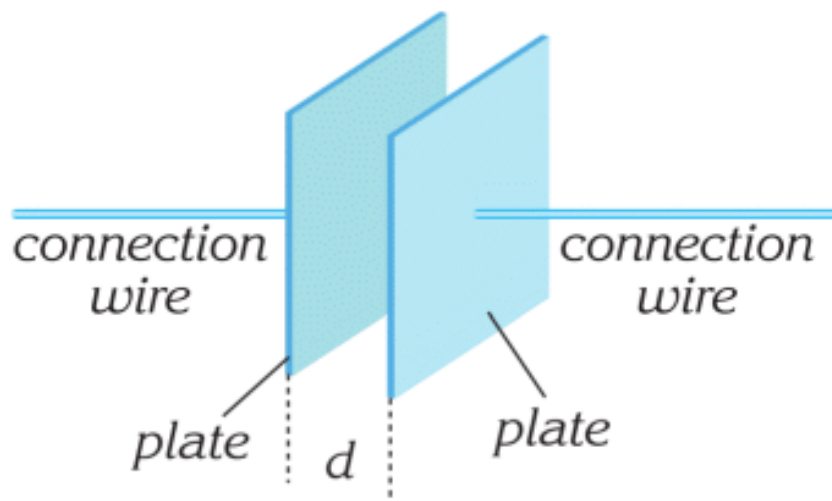


Figure 2

Под зарядом конденсатора подразумевается количество заряда на каждой из пластинок (q). Figure 3 a показывает как конденсатор может быть заряжен.

Если конденсатор состоит из параллельных пластин, то его называют плоскопараллельным конденсатором. Как было сказано ранее, электрическое поле конденсатора равномерно, как показано на Figure 3 b и Figure 3 c.

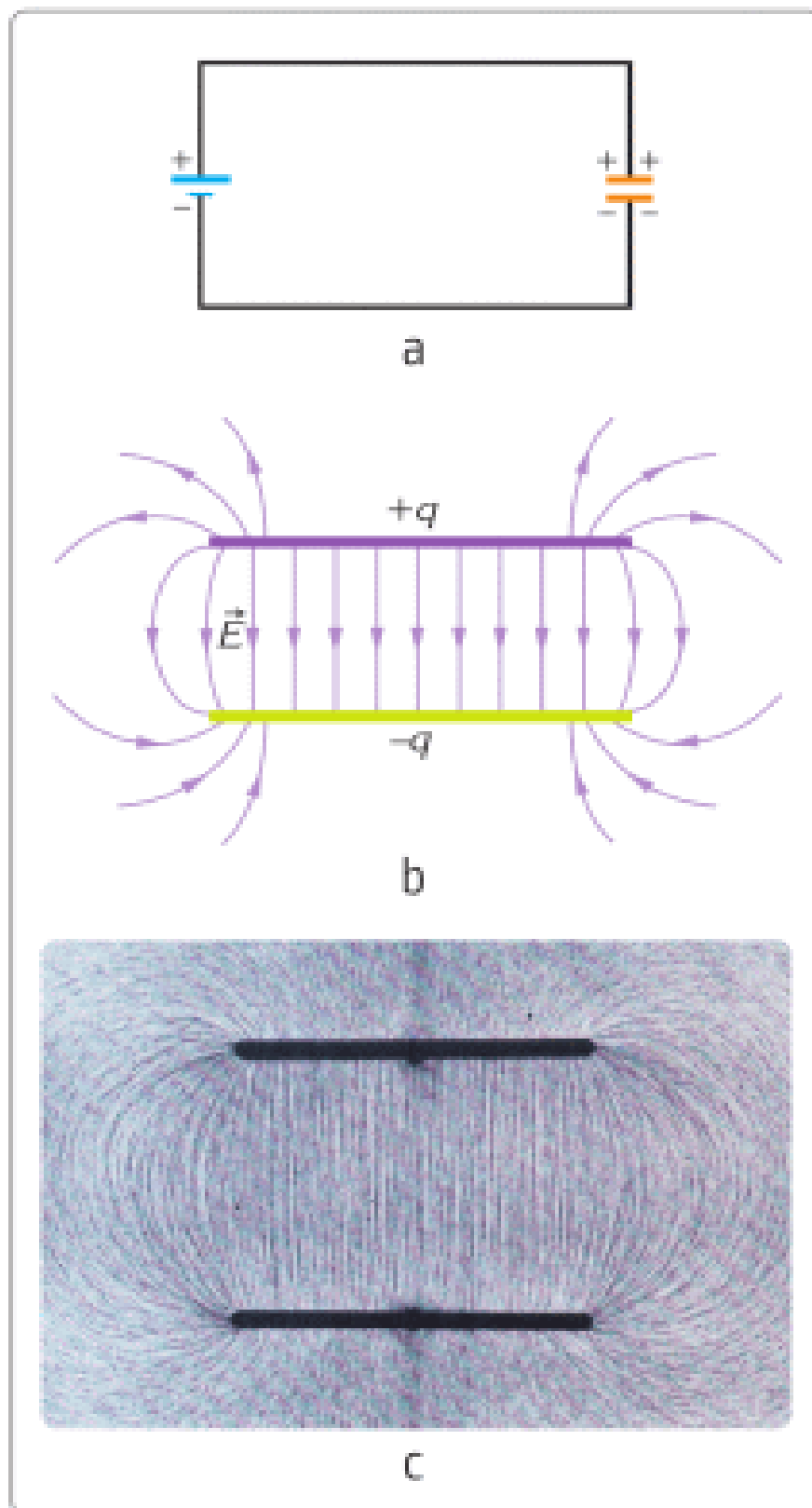


Figure 3

Емкость плоскопараллельного конденсатора:

- - прямо пропорционально от диэлектрической проницаемости (непроводящей среды между пластинами (обкладками) конденсатора) обозначается ε , в случае воздуха или вакуума обозначается $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ Фарад/метр;
- - прямо пропорционально площади S ;
- - обратно пропорционально расстоянию между пластинами d .

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon \frac{S}{d}$$

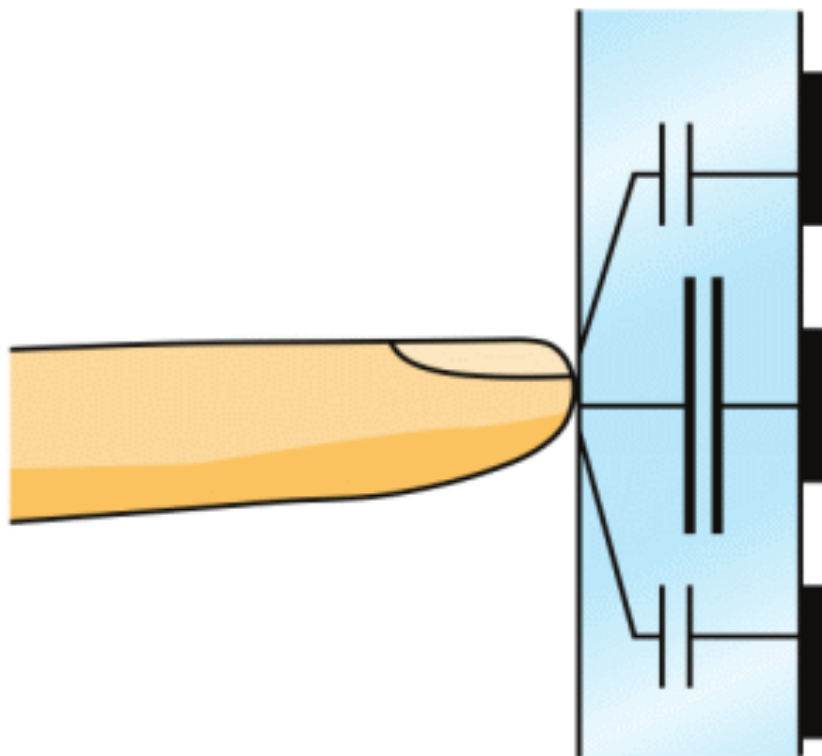
Существуют также другие разновидности конденсаторов: цилиндрические и сферические.

FACT

"Ust-Kamenogorsk Capacitor Plant" was established in 1959. It is the only plant in Kazakhstan that produces capacitors.

FACT

Touchscreen.



There is a grid of electrodes on the inner side of the screen. This electrode with a human body forms a capacitor. Electronics measure a capacity of capacitors.

RESEARCH TIME

You can build a simple capacitor. It is called “Leiden jar”.

EXAMPLE

Camera flash has a capacitor. Capacitor stores charge at 300 Volts. Then capacitor loses half of the charge. What is the voltage of the capacitor?

Solution:

Charge decreases two times. That means voltage decreases two times. Voltage is 150 Volts.

EXAMPLE

A parallel plate capacitor of capacitance $4 \mu\text{F}$, carries a charge of $60 \mu\text{C}$. What is the potential difference between the plates of the capacitor?

Solution:

From $C = \frac{q}{U}$, we can write, $U = \frac{q}{C}$. Substituting in the values, $U = \frac{60 \mu\text{C}}{4 \mu\text{F}} = 15\text{V}$

LITERACY

1. How many Volts do you get from electrical socket? How many Volts do you get from AA battery? Why are they different?
2. When you run a lot of programs on a computer, its capacitors work fast. Why?
3. A parallel plate capacitor of capacitance $20 \mu\text{F}$, carries a charge of $10 \mu\text{C}$. What is the potential difference between the plates of the capacitor?
4. How can you make capacitor that stores lightning?

ART TIME

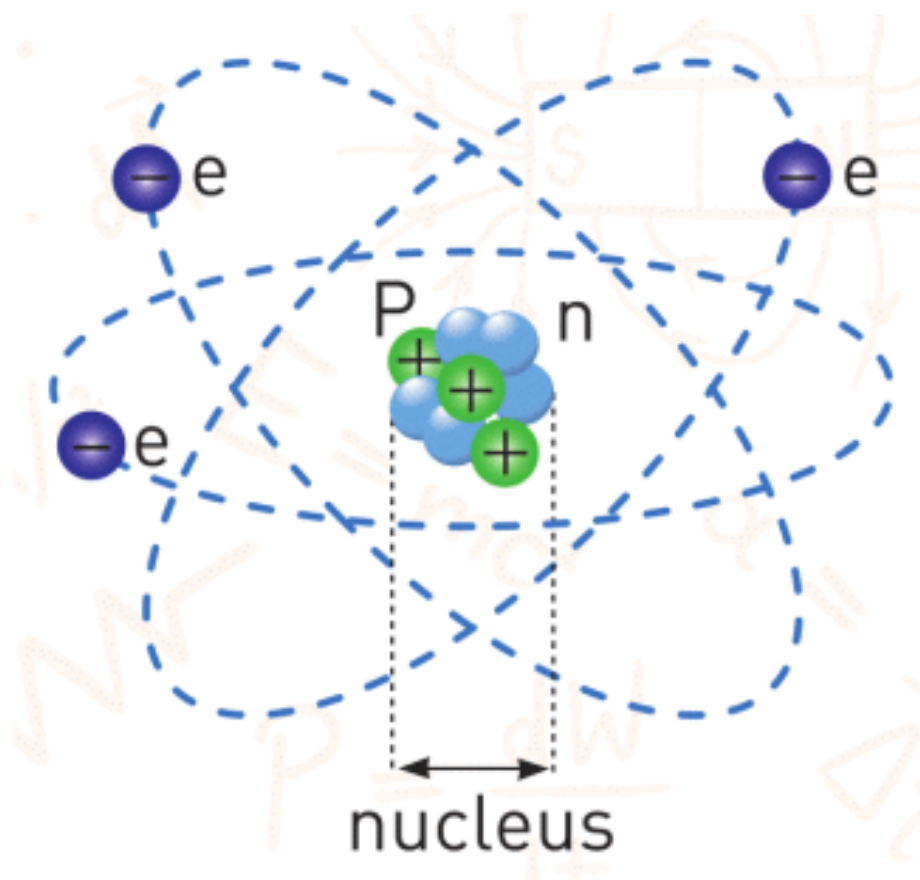
Make theatre play that explains “lightning” and show it to your parents, teachers and friends.

TERMINOLOGY

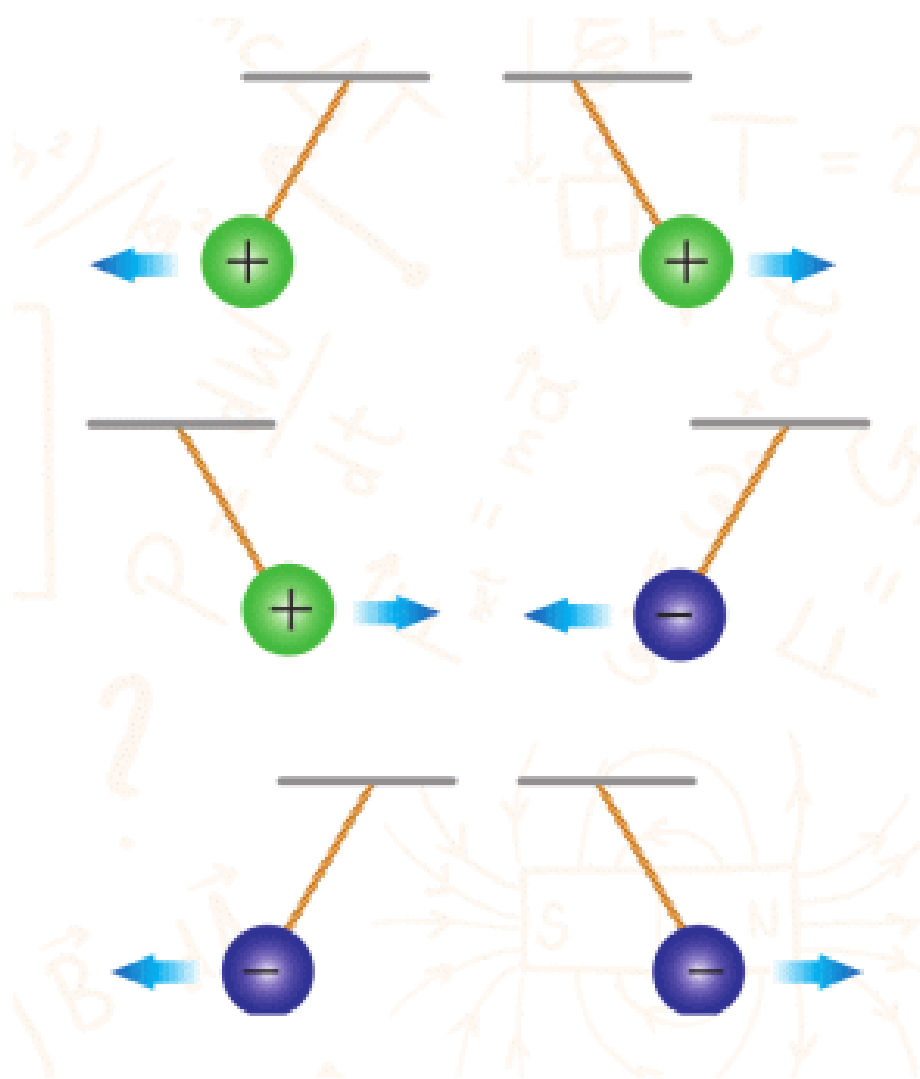
- to store – сақтау / хранить
- electric capacitance – электр сыйымдылық / электрическая емкость

SUMMARY

Atom consists of 3 main particles: protons, neutrons, and electrons.



Like (same) charges repel each other. Unlike (not same) charges attract each other. This force is called electrostatic force.



Negatively charged object has more electrons than protons.
Positively charged object has more protons than electrons.

Law of conservation of charge states that charge can be transferred, but total charge is always constant.

We can calculate force between charges using the Coulomb's law:

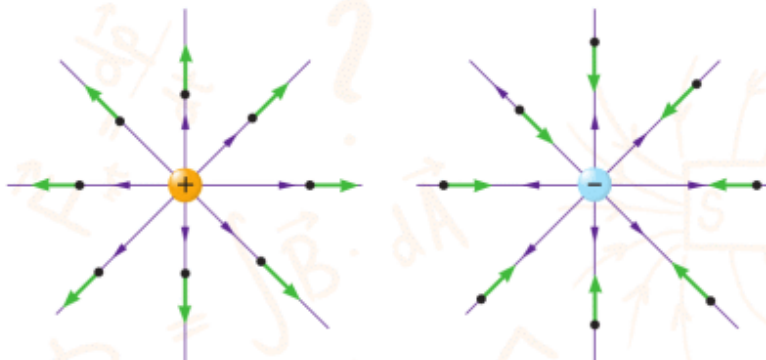
$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

The smallest charge in nature is called elementary charge and it is charge of one electron. Proton has the same charge, but it is positive.

$$e = - 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Charges produce field around them. It is called electric field. Electric field produces force - electric force.

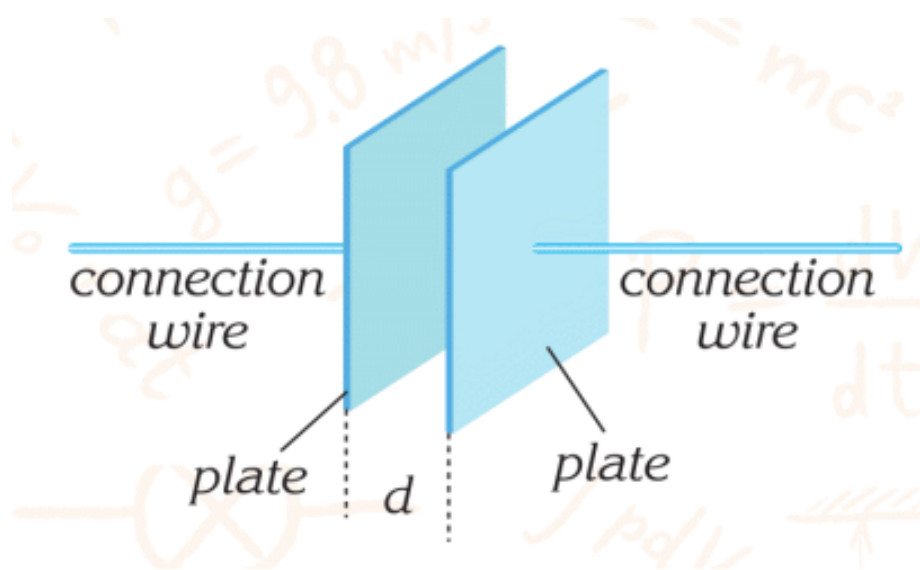
$$F = q \times E$$



Electric field stores energy. This energy depends on charges and distance between them. Energy per unit charge is called electric potential. Symbol ϕ is used to denote potential. Volt is the unit of potential.



Capacitor is device that stores electric charge.



PROBLEMS

ELECTRIC CHARGE

1. When you rub a comb or a pen on a dry cloth, paper is attracted to the comb. Explain why.
2. Is it possible to produce a single type of charge in a rubbing process? Explain.
3. Does the mass of a positively charged metallic sphere change if you touch it? How about a negatively charged sphere?
4. What are the different types of charge? Where is the location of these charges in materials?
5. What is a neutral object? Explain.

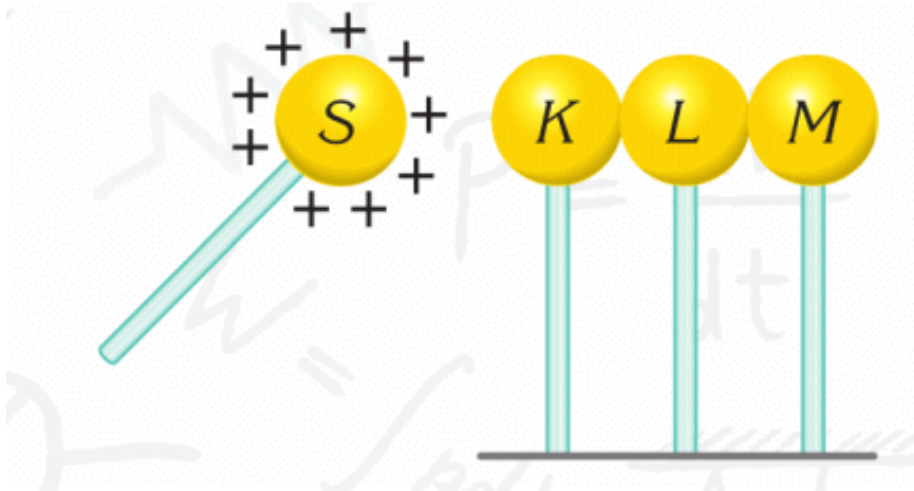
INSULATORS AND CONDUCTORS

6. Why do we use silk threads to suspend charged rods instead of metallic threads?
7. You can never charge a plastic rod by contact or by induction. Why?

INDUCED CHARGE

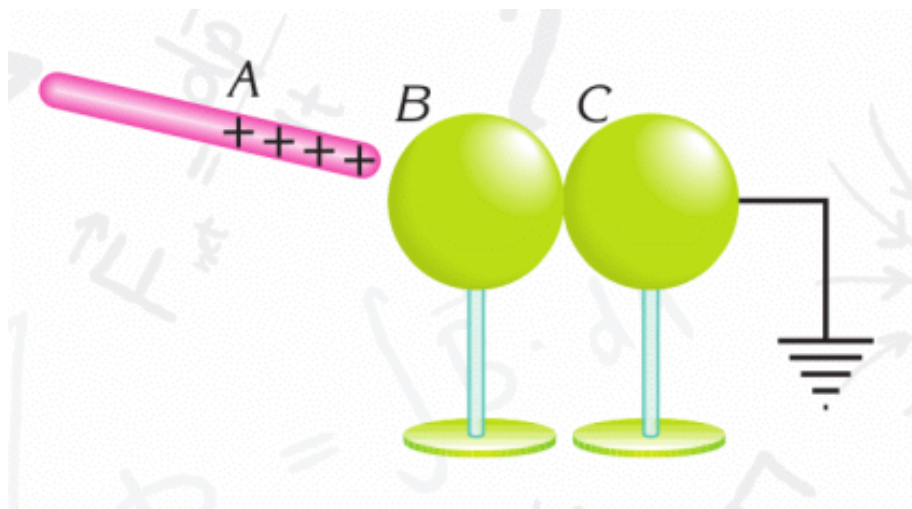
8. A balloon is charged by rubbing and brought near a tiled wall. It is observed that when the balloon is released, it sticks to the wall. Why?

9. Three neutral, identical conducting spheres K, L and M are brought into contact and then a positively charged sphere, S, is brought nearby. Suppose K and M are separated from L by holding them by their insulating stands, and then sphere S is removed.



What is the final type and magnitude of charges on the spheres K, L and M?

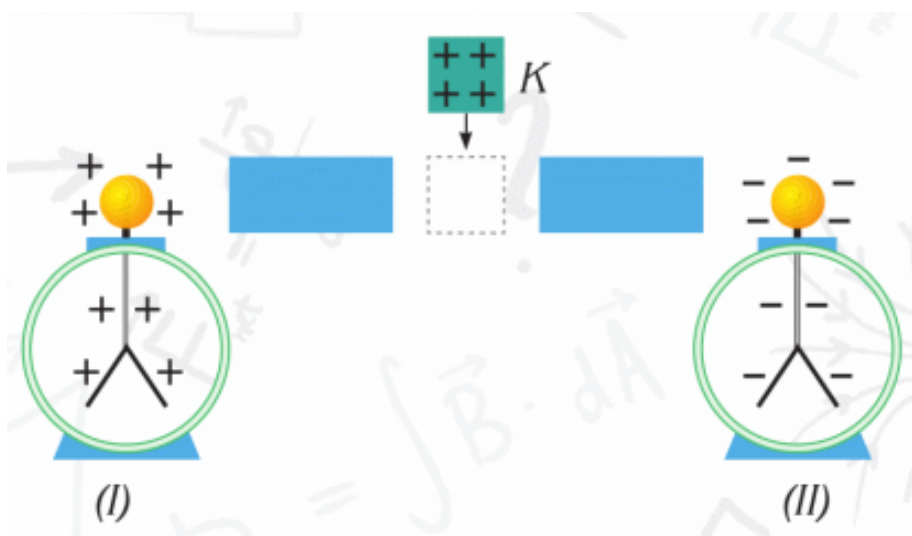
10. A positively charged object A is brought near to a neutral sphere B, which is in contact with a grounded neutral sphere. What will the charges on objects A, B and C be if, after cutting the ground connection, the spheres are separated and object A removed.



ELECTROSCOPE

11. When a charged rod is brought near to a negatively charged electroscope, the leaves of the electroscope collapse. What is the charge on the rod?

12. Positively charged object K is brought between the two neutral conducting materials, as shown in the figure. What is observed on the electrosopes in figures I and II?



COULOMB'S LAW

13. Two identical spheres, with charges $q_1 = 4 \cdot 10^{-8}$ C and $q_2 = 2 \cdot 10^{-8}$ C, are separated by a distance of 0.1 m. Find the electrostatic force exerted by one charge on the other.

14. The electric force between the charges of $q_1 = 2.5 \mu\text{C}$ and $q_2 = -4 \mu\text{C}$ is $3.6 \cdot 10^{-4}$ N. What is the distance between them? ($1 \mu\text{C} = 10^{-6}$ C) 15. What is the electric force between two clouds, having charges $q_1 = 20$ C and $q_2 = 10$ C, if the average distance between them is 5 km.

16. How does electric force change when the distance between two point charges is increased three times?

ELECTRIC FIELD. ELECTRIC FIELD LINES

17. Find the magnitude of the electric field at a point 10 cm from a point charge of $q = -6 \mu\text{C}$.

18.

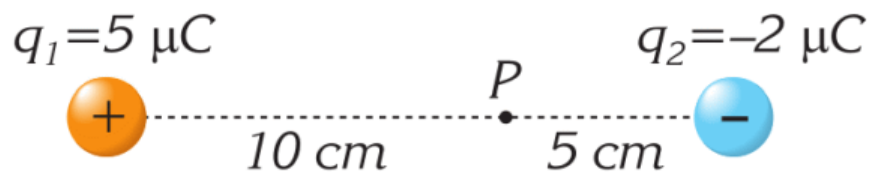
a) The electric field at a point 27 cm from a charged particle is 10^5 N/C toward the particle. What is the charge on the particle? Find force acting on $q = -1 \mu\text{C}$ at that point.

b) A point charge of $1 \mu\text{C}$ experiences an electric force of 0.02 N. What is the magnitude of electric field at that point?

ELECTRIC POTENTIAL

19. Find the electric potential of a charge $3 \cdot 10^{-7}$ C, at distances away from its position of 5 cm and 20 cm.

20. Find the electric potential at point P for the system of charges q_1 and q_2 , shown in the figure.



21. The work done by the electric force to move a charge $q = 3 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ is 6000 J . What potential difference does the charge move through?

22. Two point charges of $1 \mu\text{C}$ each are located 50 cm apart. What work is done to bring the charges to a separation of 5 cm ?

CAPACITANCE. CAPACITORS

23. What happens to the charge on a capacitor if the potential difference between its conductors is:

- a) Doubled.
- b) Tripled.
- c) Halved.

24. A 4 volt source is connected across a $2 \mu\text{F}$ capacitor. Find the charge on this capacitor.

PARALLEL PLATE CAPACITORS

25. Find the capacitance of a parallel-plate capacitor if the area of each plate is 200 cm^2 and the distance between them is 2 mm .

26. The area of each plate of a parallel-plate capacitor is 500 cm^2 . What separation must the plates have in order for their

capacitance to be 500pF?

27. A parallel-plate capacitor of plate area 200 cm² and separation 4 mm, is connected to a voltage source of 3 kV. What is the charge on each plate?

USE THE WORDS BELOW IN YOUR OWN SENTENCES

nucleus, electron, charge, neutral, conductor, plastic wrap, photocopying machine

FILL IN THE BLANKS WITH APPROPRIATE WORDS

1. All matter is made up of
2. Most atoms are electrically
3. Like charges each other. But unlike charges each other.
4. are materials which do not allow electrons to pass through.
5. An can detect whether an object has charge.

ANSWER THE QUESTIONS

1. What particles are contained in an atom? What are their charges and positions?
2. How can charges be built-up on an object? Explain three different methods.
3. How do the leaves of a neutral electroscope behave when a charged rod is brought close to the knob of the electroscope?

4. If two objects attract each other, must both of them be charged? Explain.

5. What is grounding? Explain, giving an example from everyday usage.

ANSWER THE TEST QUESTIONS

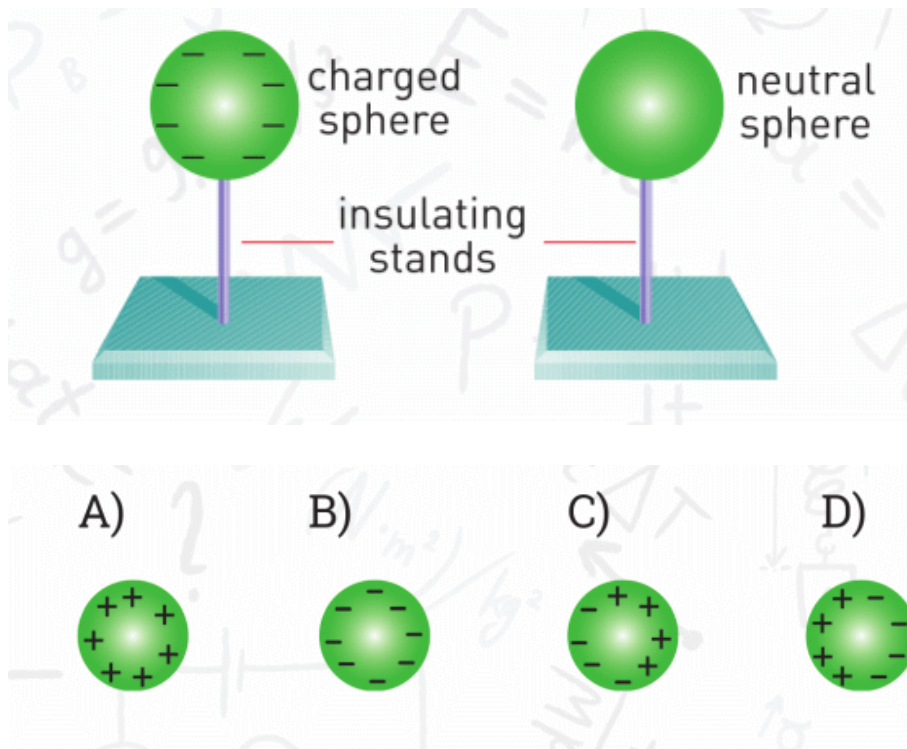
1. When an object is charged, which of the following changes?

- A) the number of protons
- B) the number of electrons
- C) the number of neutrons
- D) the number of protons and electrons

2. When you walk on a rug and then touch a conducting object, you often get an electric shock due to an electric discharge because:

- A) Electricity is produced due to friction between the rug and your body.
- B) Your body produces electricity.
- C) The rug produces electricity.
- D) The conducting object produces electricity.

3. If a charged sphere is brought close to a neutral metal sphere as shown in the figure above. Which of the sketches below indicates how charge distributes along the neutral sphere?



4. A positively charged conducting object becomes neutral when it is grounded. Which of the following explains this phenomenon?

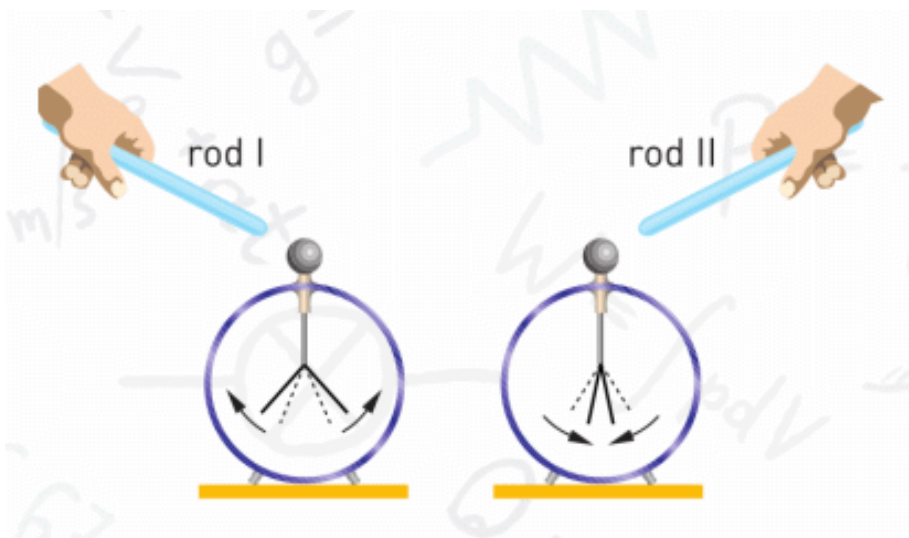
A) Extra protons on the object have moved to the ground.

B) Electrons in the grounding wire have travelled up to the object.

C) Positive charges have attracted electrons from the ground.

D) Neutrons in the object have travelled to earth.

5. When rod (I) is brought close to the knob of a negatively charged electroscope, the leaves rise up, when rod (II) is brought close, the leaves drop down.



What can be said about the charges on the rods?

Rod I	Rod II
_____	_____
A) -	-
B) +	-
C) -	+
D) +	+

6. When a comb is rubbed through hair, it gains charge. What are the charges on the hair and the comb?

A) hair (-), comb (-)

B) hair (+), comb (+)

C) hair (-), comb (+)

D) hair (+), comb (-)

PHYSICS IN LIFE

1. Flower pollen sticks to bee's body. Why?



2. Plastic wrap does not have glue on it, but it can stick. Why?



3. This man uses electricity in car painting. Why?



4. We generally see lightning during the rain. Why?



5. Toner in printers "knows" where to stick on the paper. How?

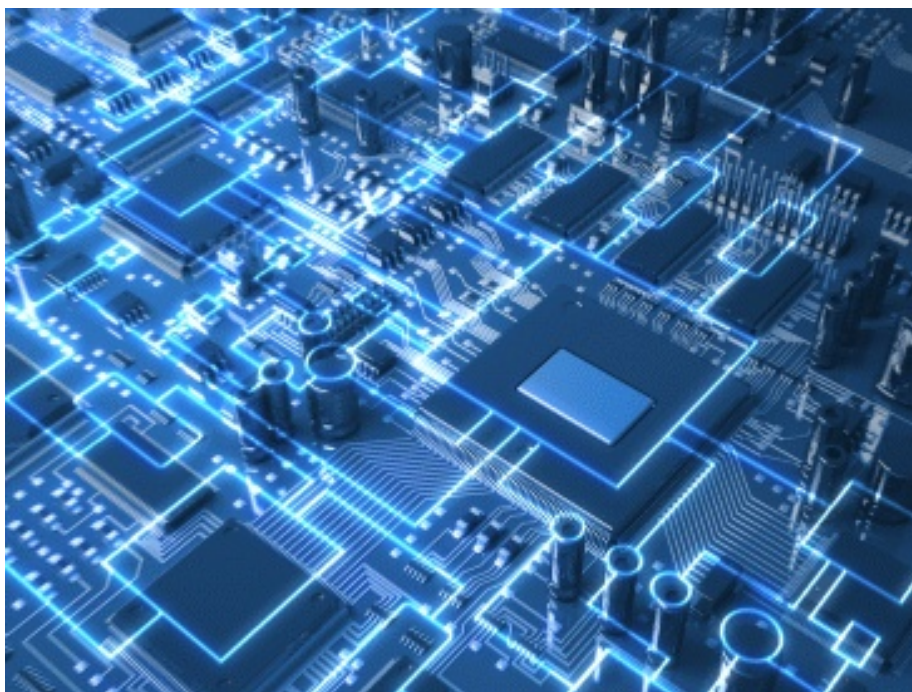


6. Electrophoresis can "push" medical drug into human body? How?



7. Some engineers wear ground bracelet. Why?





CHAPTER 5

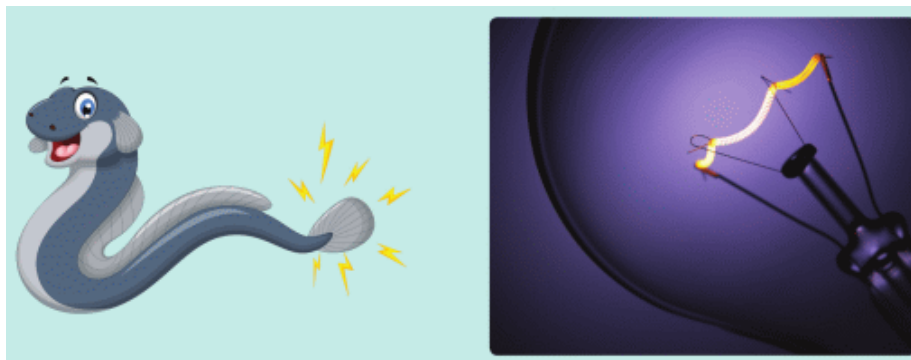
ELECTRIC CURRENT

5.1 ELECTRIC CURRENT

YOU WILL:

- explain conditions for production of electric current.

QUESTION



What is the similarity between an electric eel and a bulb?

ELECTRIC CURRENT

The potential difference (voltage) of battery “pushes” electrons through wires. The directed motion of charged particles in a circuit is called electric current, Figure 1.

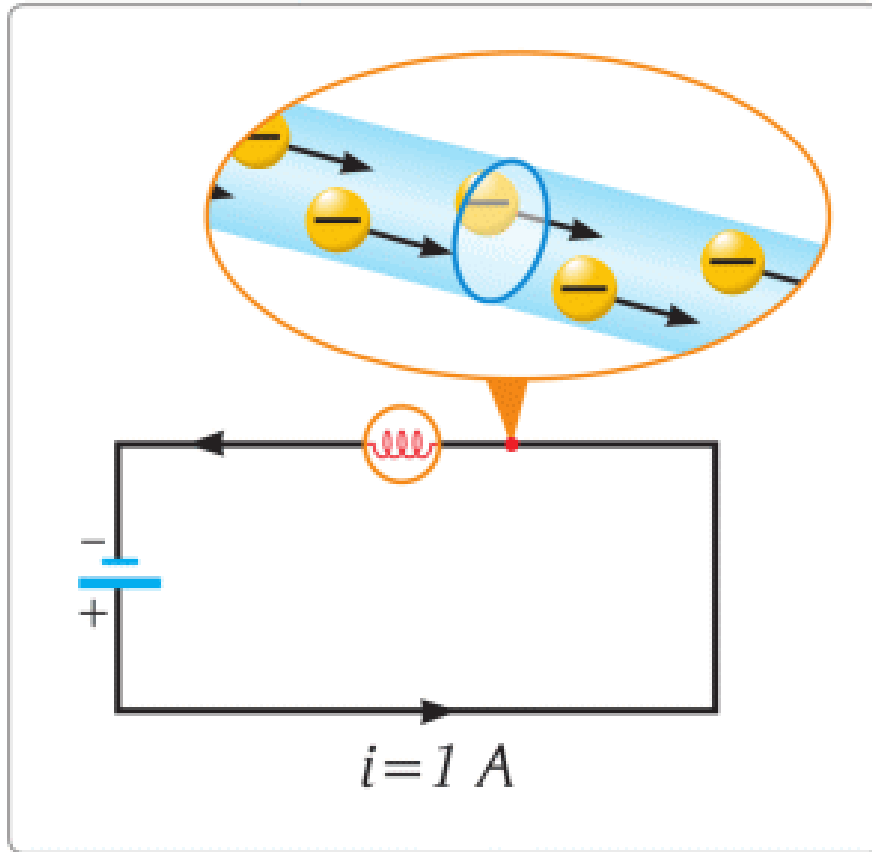


Figure 1

Electric current is similar to the water flow in pipes, Figure 2.

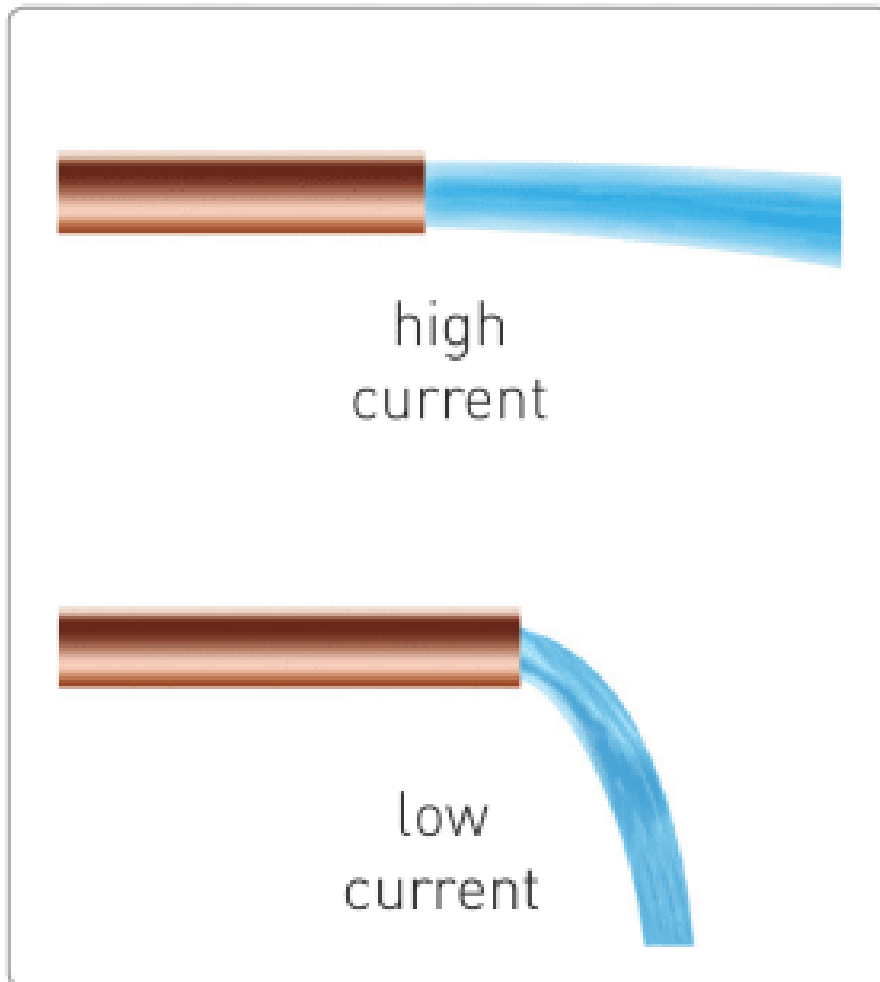


Figure 2

The formula of electric current is:

$$I = q / t$$

I	=	q	/	t
Current (Ampere)		Charge (Coulomb)		time (second)

1 Ampere of electric current is equal to 1 Coulomb of charge passing in 1 second. That is why 1 Ampere of current equals to $6.25 \cdot 10^{18}$ electrons passing in one second.

ИСТОЧНИК ТОКА

Для того чтобы получить электрический ток нам необходим источник тока, Figure 3. Многие электрические приборы используют батарейки. Например, телефоны, часы и игрушки.



Figure 3

ПРОВОДНИКИ И ДИЭЛЕКТРИКИ

Некоторые материалы позволяют электрическому току проходить через себя "легче", чем остальные. Такие материалы называются проводниками. Некоторые вещества не позволяют электрическому току проходить через них. Такие вещества называются изоляторами (диэлектриками). Также существуют вещества которые можно классифицировать как плохие проводники, примеры которых вы можете увидеть в Table 5.1.

Good conductor	Poor conductor	Insulator
copper	human body	rubber
silver	earth	plastics
gold	salty water	glass
mercury	germanium	dry air

Table 5.1

FACT



High voltage electricity wires have no insulating materials on them. However, birds can safely sit on only one of them. If it touches two wires at the same time, current will hurt the bird.

EXAMPLE

What charge does pass through 0.5 Ampere lamp in 200 seconds?

Solution:

$$I = \frac{q}{t}$$

$$q = 0.5 \times 200 = 100 \text{ C}$$

ACTIVITY

Conductor and Insulator

Look at the pictures. Find conductors and insulators on them.





Why some objects are conductors and other are insulators?
What may happen if you replace them?

ACTIVITY

We use mAh (milliAmpere-hour) to describe capacity of batteries.

$$1 \text{ mAh} = 1 \times 10^{-3} \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \text{ C}$$

We can estimate the time needed to charge a battery. To do this, we need to know the capacity of a battery (mAh) and output current of a charger (A).

Look at the table. Calculate the time needed to charge the devices. Use the formula for electric current.

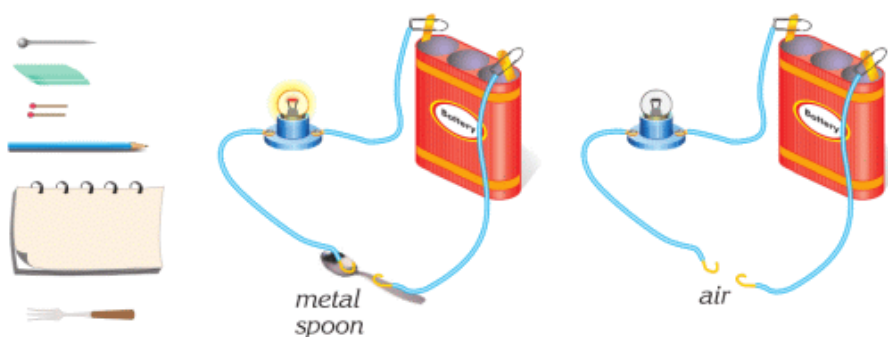
Device	Battery	Charger
Huawei Honor 6	3100 mAh	2 A
Acer E 15	4400 mAh	4.74 A
Mi power bank	10400 mAh	2 A
Mi band 2	70 mAh	1 A

RESEARCH TIME

a) Main materials: battery, wires, crocodile clips.

Extra materials: eraser, paper, spoon, key, etc.

Procedure: Set up the construction. Do the same with each material and fill the table.



Material	Conductor	Insulator
Eraser	x	✓
Needle		
Paper		
...		

b) Why do some materials conduct current, and others do not? Can you find the information about that?

ART TIME

Make a “fruit battery” or “vegetable battery”. Show it to your parents, teachers, and friends.

LITERACY

1. A human body has cells that produce electric current. Why do we need this current? What if we do not have these cells? Can you name these cells?
2. Why do people use electric batteries? What types of electric batteries do you use in everyday life? How do electric batteries work?
3. AAA type battery can store 1 Ah (Ampere × hour) charge. How many Coulombs is it equal to?

TERMINOLOGY

- electric current – электр тогы / электрический ток
- source of electricity – ток көзі / источник тока

- conductor – өткізгіш / проводник
- insulator – изолятор / изолятор

5.2 ELECTRIC CIRCUIT. VOLTAGE

YOU WILL:

- use schematical drawings of elements to draw electric circuit;
- explain physical meaning of voltage and its unit of measurement.

QUESTION



Where would you use these batteries? Why?

ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

На рисунке ниже можно увидеть изображения и символы простых элементов электрической цепи. Мы используем данные обозначения для схематических рисунков, так как проще и легче нарисовать символами, чем изображать настоящие элементы цепи, Figure 1.

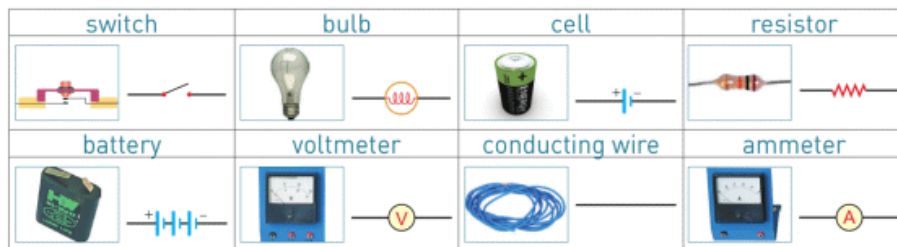


Figure 1

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ

Мы соединяем электрические элементы для сборки электрических цепей. Представим схему фонарика. Для того, чтобы сделать простейший фонарик, необходимо взять батарейку, лампочку и соединить их провода. Комбинация из нескольких элементов цепи, соединенных друг с другом называется электрической цепью. Можно изобразить электрическую цепь, используя символы электрических элементов Figure 2.



Figure 2

Все электрические приборы (смартфоны, компьютеры, зарядные устройства, громкоговорители и т.д.) являются частично электрическими цепями. Для каждого электрического прибора мы можем нарисовать диаграмму. Такая диаграмма помогает нам понять какие элементы есть в цепи, Figure 2.

На Figure 3 вы можете видеть смартфон, его электрическую цепь и диаграмму.

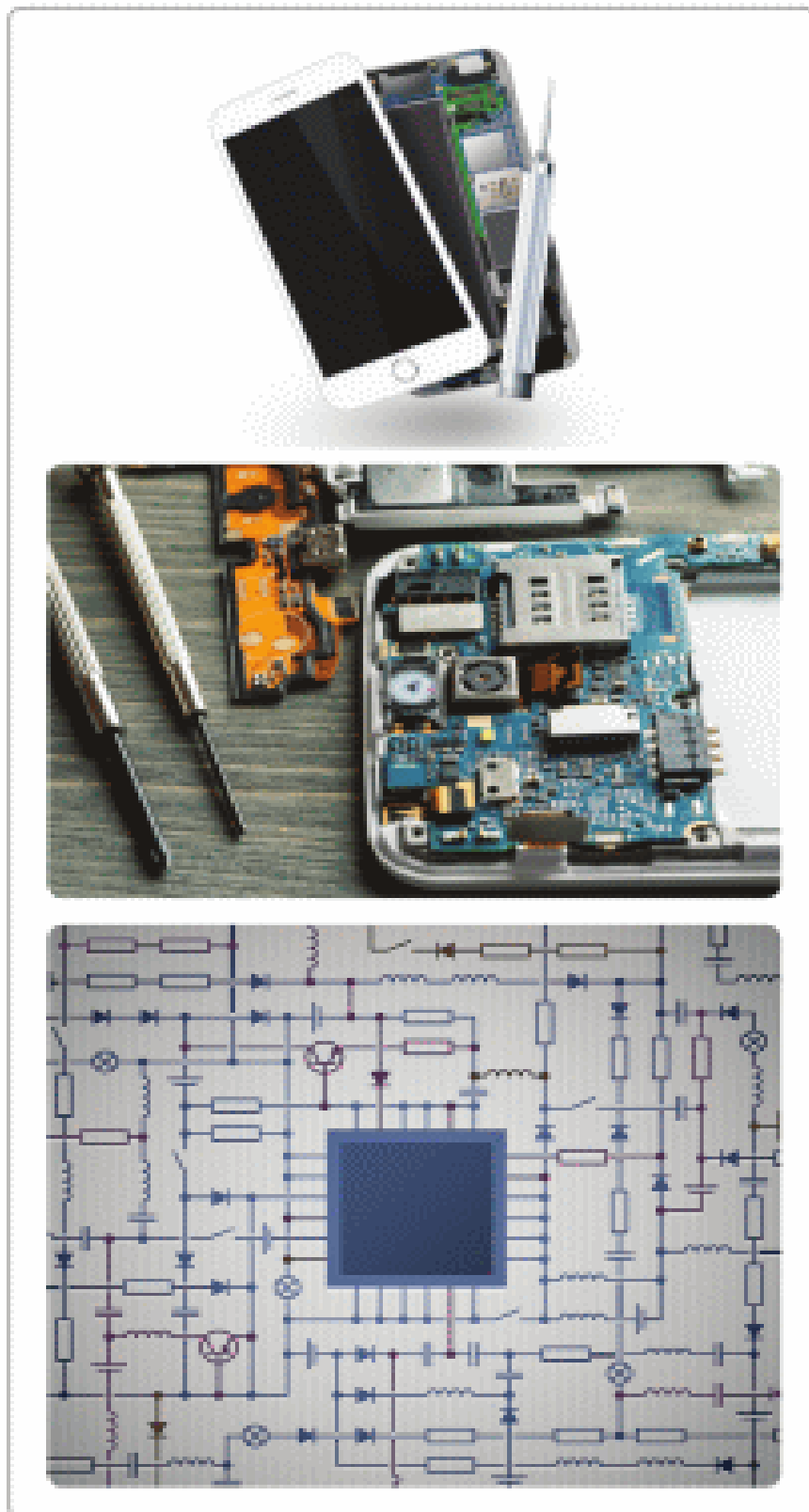


Figure 3

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Все электрические приборы работают при помощи электрического тока. Ток производится с помощью электрического напряжения. На Figure 4 приведены разные примеры источников напряжения.



1.5 Volts and 9 Volts



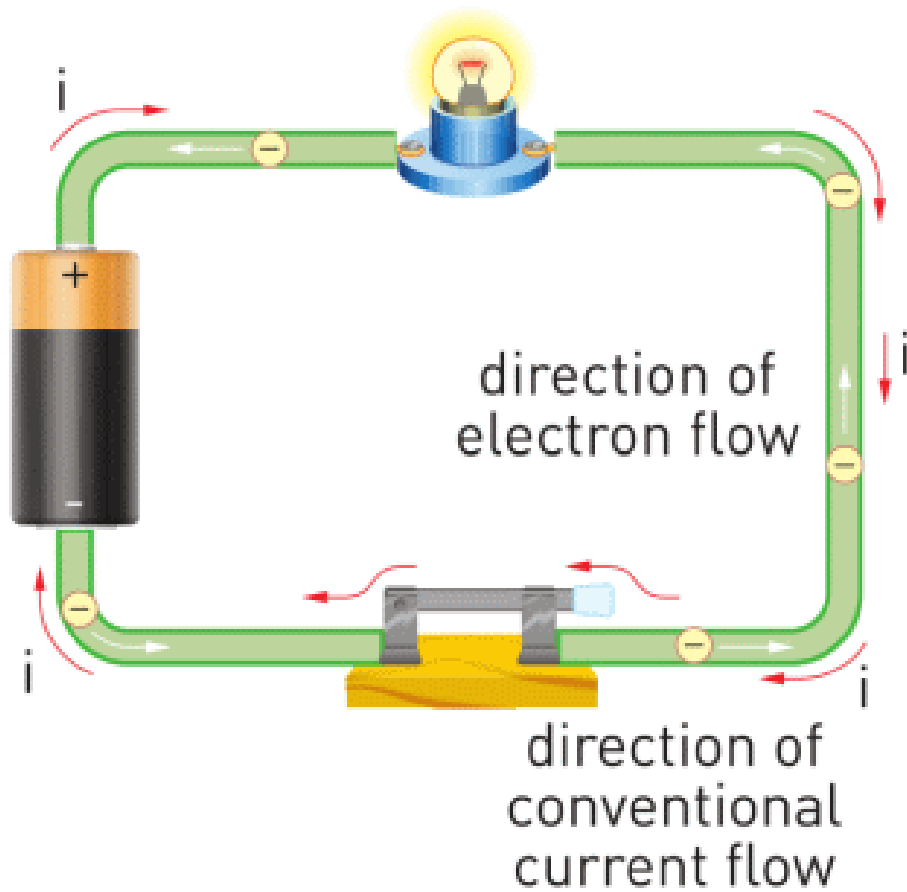
3.6 Volts
Figure 4



220 Volts

Напряжение - это работа, которая будет проделана для перемещения одного Кулона заряда. Часто напряжение сравнивают с потенциальной энергией. Имея высокое напряжение можно получить больший ток.

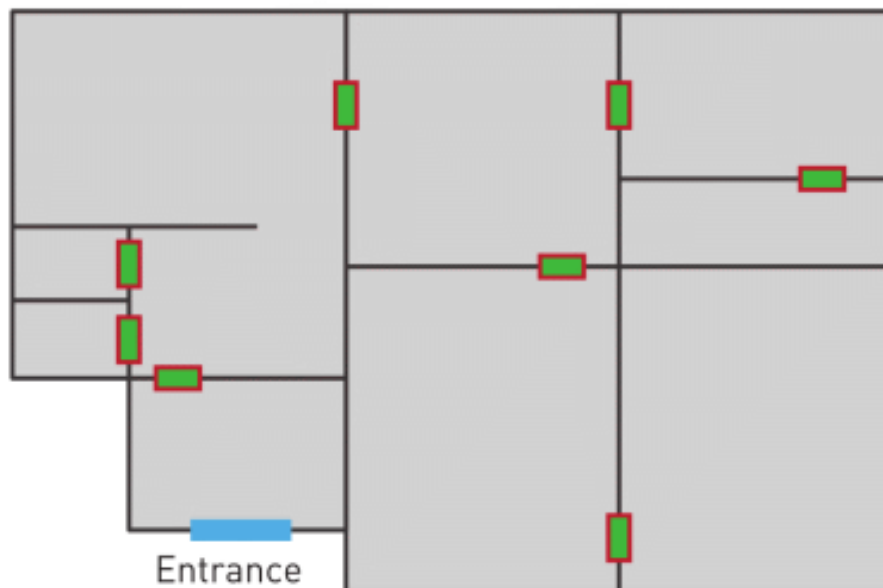
ФАКТ



Electron flow is in the opposite direction to the flow of current.

ACTIVITY

This is a plan of a house.



You have an unlimited number of bulbs and wires, but only 1 switch and 1 battery.

a) Draw a schematic diagram of a simple electric circuit that gives light to each room. How many lamps do you use here?

b) Draw a plan of your house with a simple circuit.

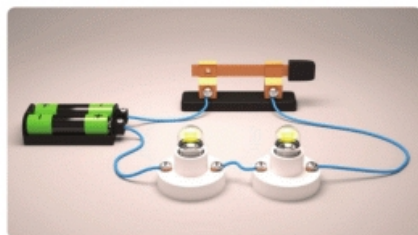
FACT

Store your batteries in a cool, dry place. If you put them in a refrigerator, they will last longer.

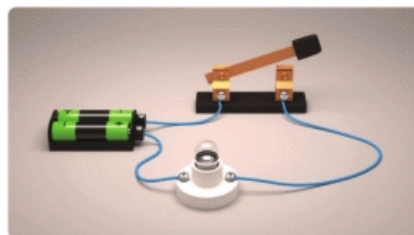
RESEARCH TIME

Do research about other circuit elements.

EXAMPLE



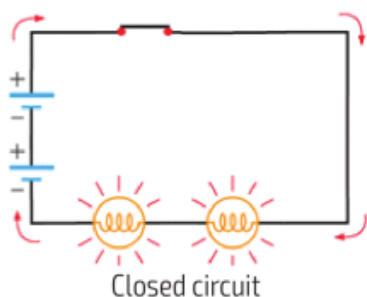
Closed circuit



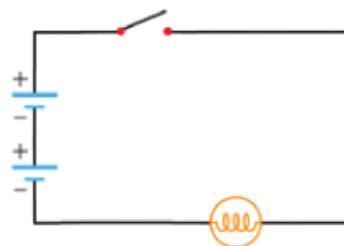
Open circuit (no current)

Draw an electric circuit diagram of these pictures.

Solution: We can draw circuits as in the images below. There is electric current in the closed circuit, and there is no current in open circuit.



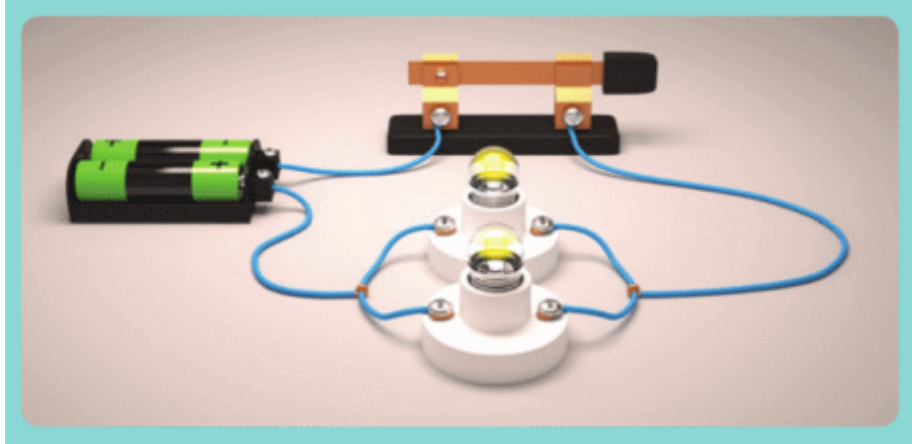
Closed circuit



Open circuit (no current)

LITERACY

1. Why do electric socket (220 Volts), laptop (19 Volts), car battery (12 Volts) and mobile phone (3.6 Volts) use different voltage?
2. What may happen if we connect a light bulb that normally works on 20 V to 220 V?
3. What may happen if we connect a light bulb that normally works on 220 V to 20 V?
4. Why we do not use 10000 Volts in our homes?
5. Draw a circuit diagram for this image.



6. Draw a circuit diagram which has these: 5 batteries, 7 bulbs, 3 switches.

ART TIME

Draw a picture that shows voltage. Show the drawing to your parents, teachers and friends.

TERMINOLOGY

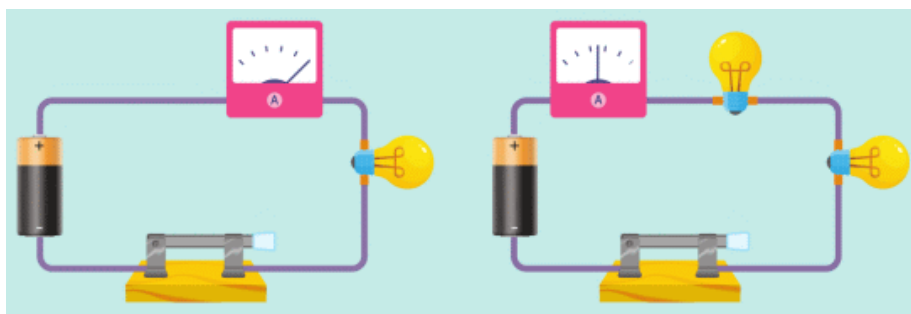
- electric circuit - электр тізбегі / электрическая цепь
- circuit diagram - тізбектің сұлбасы / схема цепи
- voltage - кернеу / напряжение

5.3 ELECTRICAL RESISTANCE

YOU WILL:

- apply Ohm's law for part of electric circuit for problem solving.

QUESTION



Why does ammeter show current two times smaller in the second case?

ELECTRICAL RESISTANCE

Разные материалы имеют разное расстояние между атомами и разное количество свободных электронов, которые могут перемещаться по телу. Именно поэтому в разных проводниках движется разное количество свободных электронов. При движении электроны "задевают" атомы проводника, Figure 1. Проводник, таким образом, сопротивляется движению электронов. Это явление называется электрическим сопротивлением. Чем труднее проходит ток через проводник, тем большим сопротивлением обладает проводник.

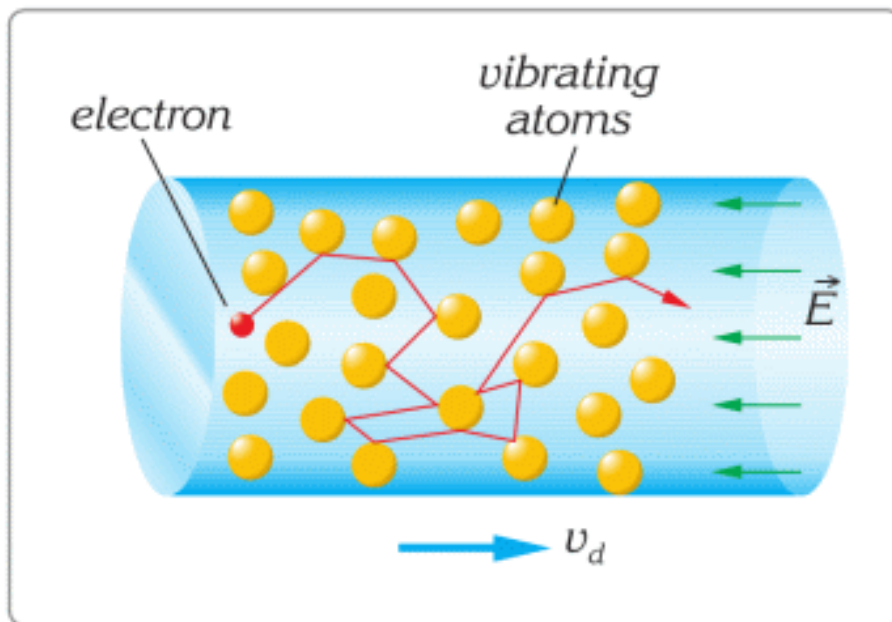


Figure 1

Количество заряженных частиц, протекающих через проводник зависит также от напряжения. Больше напряжение может привести в движение больше заряженных частиц. Зависимость между силой тока, напряжением и сопротивлением называется законом Ома.

$$I = U / R$$

I	=	U	/	R
Current (A, Amper)		Voltage (V, Volt)		Resistance (Ω, Ohm)

Данное выражение показывает, что на участке цепи большой ток можно получить двумя способами. Первый способ - увеличить напряжение на участке цепи. Второй способ заключается в уменьшении сопротивления

данного участка цепи. Провода, лампочки, выключатели, моторы, батарейки и все другие элементы цепи обладают электрическим сопротивлением, Figure 2.

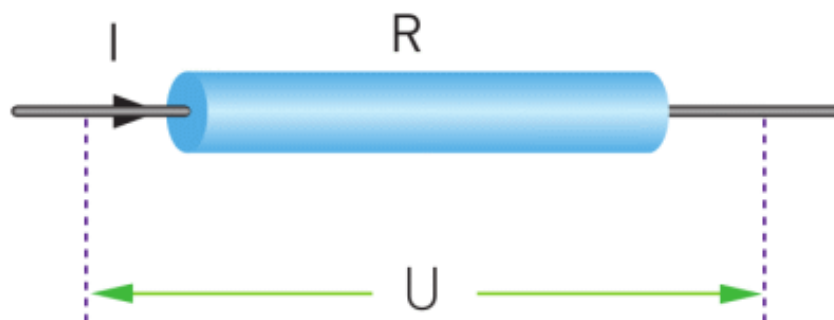


Figure 2

EXAMPLE

A student connected a light bulb to a battery. The current through bulb is 0.1 A. The voltage is 1.5 V. What is the resistance of the bulb?

Solution:

$$R = \frac{U}{I}; \quad R = \frac{1.5}{0.1} = 15 \, \Omega;$$

ACTIVITY

Colour codes of resistors.

Read the information below.

Then, do the ACTIVITY.

Every electronic device has resistors inside, Figure 3. We use resistors to control the amount of current passing through elements.

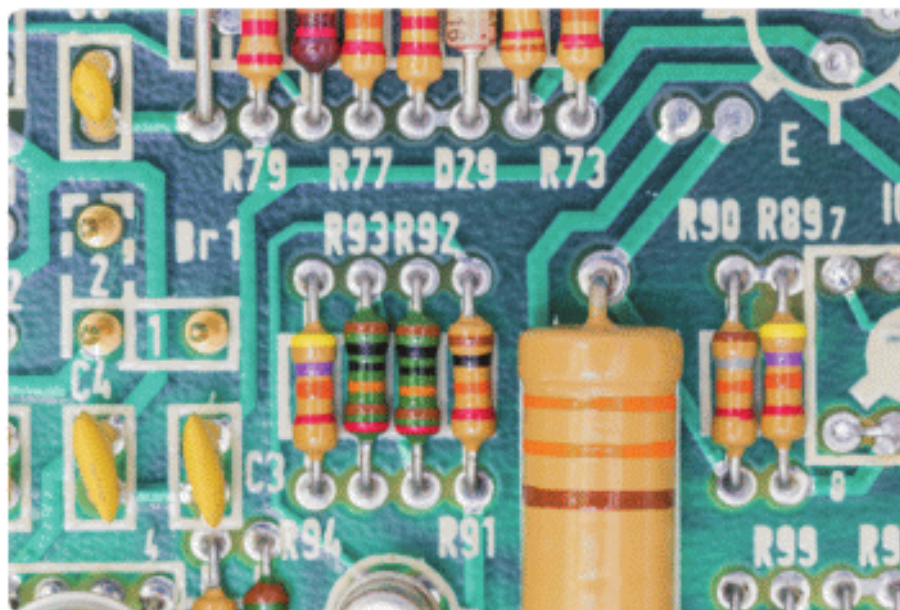

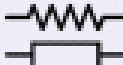


Figure 3

These resistors can be very small in length (3-4 mm). However, their resistance sometimes can be up to 500000 Ω . Such long number will not fit on 3-4 mm resistor body. That is why people draw rings of different colour of resistors. We use the table of colour codes to read the value of resistance.

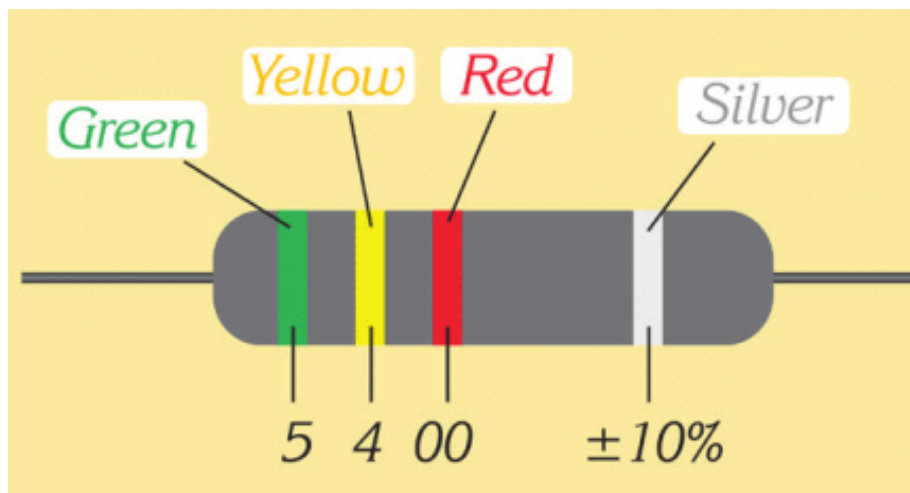
5 Bands  68 K Ω 5%

Color	1st Digit	2nd Digit	3rd Digit	Multiplier	Tolerance
Black	0	0	0	1	
Brown	1	1	1	10	1%
Red	2	2	2	100	2%
Orange	3	3	3	1 K	
Yellow	4	4	4	10 K	
Green	5	5	5	100 K	0.5%
Blue	6	6	6	1 M	0.25%
Violet	7	7	7	10 M	0.1%
Gray	8	8	8		0.05%
White	9	9	9		
Gold				0.1	5%
Silver				0.01	10%

 **Resistor Color Codes** 1K = 1 000
1M = 1 000 000

1. Silver or gold colours represent the tolerance. It is the possible percentage error.
2. The ring before silver or gold ring is a multiplier (number of zeros).
3. Other rings mean digits before a multiplier.

Let us use the table in the example below.



1. The tolerance is 10%.
2. Ring before tolerance is red: 2 zeros.
3. Yellow ring: 4.
4. Green ring: 5.

Then, the resistance is $5400 \pm 10\% \Omega$. This means that the minimum value is $5400 - 540 = 4860 \Omega$. The maximal value is $5400 + 540 = 5940 \Omega$.

ACTIVITY

a) Draw a picture of the following resistance by using colour code.

- 150 000 Ω
- 235 600 Ω
- 10 Ω
- 76 300 Ω

b) Draw pictures of any resistors by using a colour code. Let your classmates define the values of your resistance.

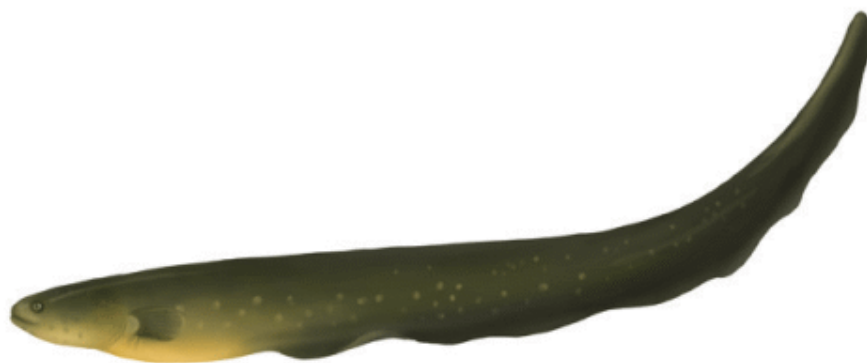
FACT

A tool for measuring voltage in an electric circuit is called a voltmeter. An ohmmeter is used for measuring resistance.

A multimeter can measure several parameters. For example, voltage, current, resistance and temperature.

LITERACY

1. Electric kettle uses 220 Volts and 10 Amperes. How many Ohms is the resistance of the kettle?
2. Current of more than 0.01 Amperes is dangerous for people. Resistance of human body is about 2000 Ohms. How many Amperes do 220 Volts produce? Is this current dangerous?
3. Electric eel can produce about 800 Volts. Wet human body is about 500 Ohms. How many Amperes do pass through the body if an electric eel attacks?



4. Why does every circuit element have electrical resistance?

5. When the temperature of a conductor is low enough, the conductor can become a superconductor. In this state the electrical resistance tends to be zero. What is possible useful application of superconductors?

ART TIME

Show current, resistance, and voltage in a dance. Show the dance to your parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

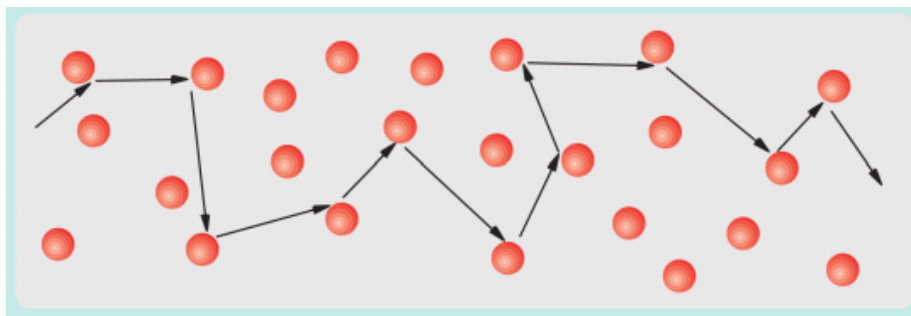
- to resist – кедергі жасау / сопротивляться
- resistance – кедергі / сопротивление
- tool – құрал-жабдық / инструмент

5.4 RESISTIVITY

YOU WILL:

- explain physical meaning of electric resistance and its unit of measurement;
- apply formula of resistivity for problem solving.

QUESTION



Is it difficult for an electron to go through a short wire or long wire? Why?

RESISTIVITY

A resistance of a conductor depends on three factors: length, cross-sectional area (thickness) and type of material.

LENGTH

Electrons inside the wire move because battery “pushes” them. When electrons move, they hit atoms of the wire. If a wire is long, then there are more atoms on the way. That’s why resistance of a long wire is high Figure 1.

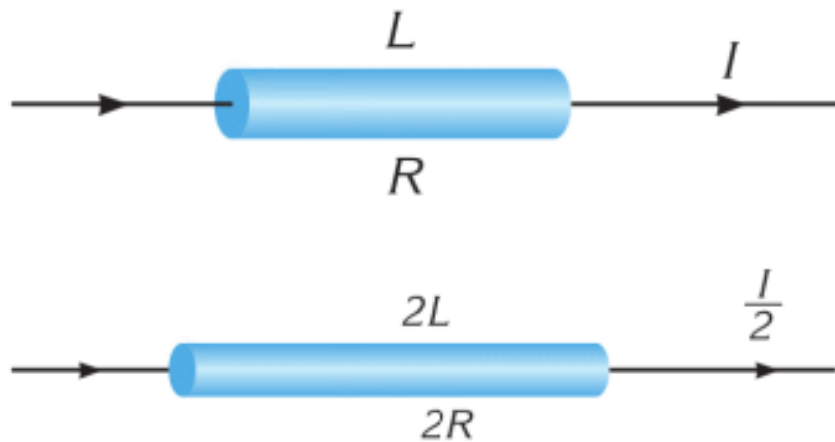


Figure 1

AREA

Thick wires (large area) have low resistance. This is because they have more space for electrons to move.

Thin wires have high resistance. They provide less space for the electrons to move. Look at Figure 2.

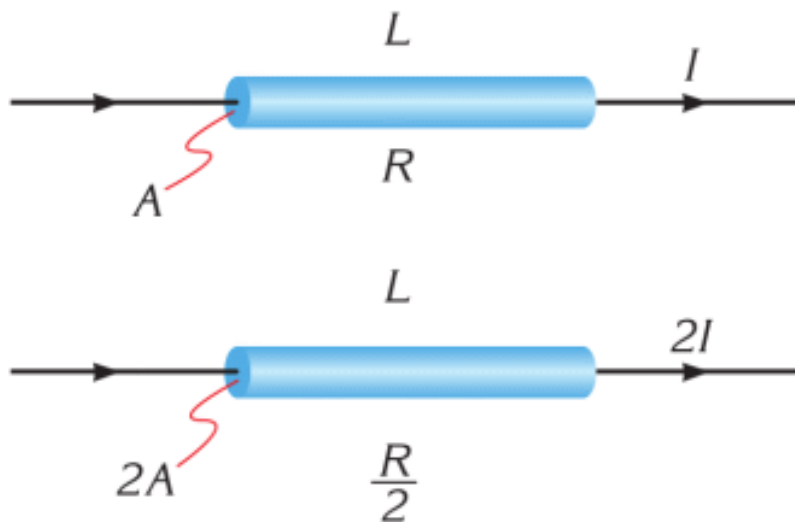


Figure 2

RESISTIVITY

In some materials, atoms make it easy for electrons to move. In other materials, atoms make it hard for electrons to move. In some materials (conductors) there are electrons that can move. In other materials (insulators) there are much fewer electrons that can move. That's why resistance depends on the type of material. Resistivity (Table 5.4) shows how hard it is for electrons to move through materials.

Material	Resistivity $\rho(\Omega \times m)$
Silver	1.59×10^{-8}
Copper	1.7×10^{-8}
Gold	2.44×10^{-8}
Aluminium	2.82×10^{-8}
Tungsten	5.6×10^{-8}
Iron	10×10^{-8}
Nichrome	150×10^{-8}
Carbon	3.5×10^{-5}
Glass	10^{8-14}

Table 5.4

You can find resistance by this formula:

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

R - resistance (Ω)

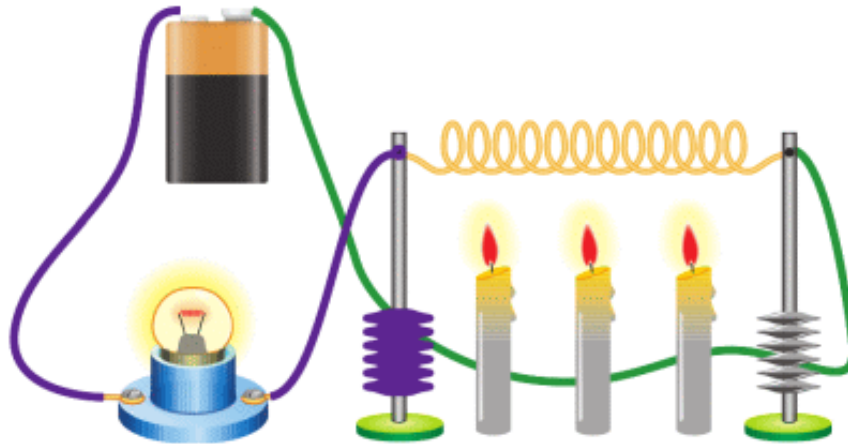
ρ - resistivity (type of material) ($\Omega \times m$)

l - length (m)

S - Area of conductor (m^2)

СОПРОТИВЛЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРА

Посмотрите на рисунок. Свечи нагревают металлический провод. Со временем яркость лампочки уменьшается. Это связано с тем, что сопротивление металлического провода увеличивается.



В этом примере изменением длины и площади сечения проводника можно пренебречь. Поэтому мы можем предположить, что сопротивление материала увеличивается с увеличением температуры. При увеличении температуры проводника, частота колебаний частиц возрастает, что затрудняет само движение электронов. При охлаждении проводника частицы начинают колебаться медленнее, и в результате, сопротивление проводника уменьшается.

График зависимости сопротивления от температуры показан на Figure 3 а.

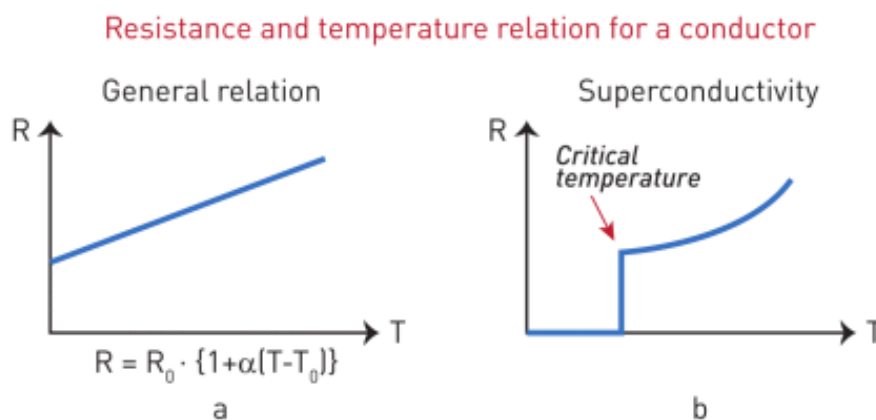


Figure 3

К графику прилагается выражение данной зависимости: где α – температурный коэффициент, зависящий от материала проводника; T и T_0 – конечная и начальная температуры проводника; R и R_0 – сопротивление проводника при конечной и начальной температурах.

При достижении критически низкой температуры значение электрического сопротивления чистого проводника резко падает почти до нуля. Обычно это температура имеет очень низкое значение.

К примеру ртуть при -270°C имеет почти нулевое электрическое сопротивление. Это явление называется сверхпроводимость.

У сверхпроводимости очень большие перспективы. Однако на сегодняшний день не существует материала, который обладал бы сверхпроводимостью при комнатной температуре. Самая высокая температура, полученная учеными, при которой проявляется свойство сверхпроводимости: -70°C .

EXAMPLE

A copper wire has a cross-section area of 10 mm^2 and length of 200 m . What is the resistance of the wire?

Solution:

$$R = \rho \times \frac{l}{S}; \quad R = (1.7 \times 10^{-8}) \frac{200}{10^{-5}} = 0.34 \Omega$$

ФАКТ

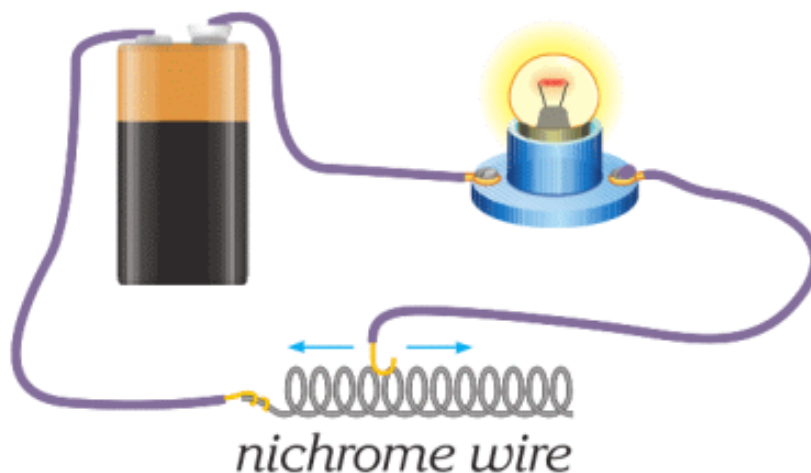


MagLev train

Superconductors are materials that have almost zero resistivity at very low temperatures (about -200°C). Superconductors are used in MagLev (magnetic levitation) trains. These trains do not touch the ground when they move.

RESEARCH TIME

Materials: A battery, a lamp, connecting wires, un-insulated wire (1 meter).



Procedure: What happens when you move one of the wires left or right?

ACTIVITY

a) How would you relate resistivity to speakers?

How would you draw a simple circuit diagram of speakers?

b) Speakers have a device that changes the volume.



Choose a problem that you face in daily life. Then design a solution to this problem by using the device.

LITERACY

1. USB charging cable (1 m long) uses 5 Volts and 2 Amperes.
 - a) How many Ohms is the USB charging cable?
 - b) Copper is used for making cables. What is the area of the cable? Is it thin or thick?
2. You make USB cables from iron. Cables have the same area and resistance as copper cables. What is the length

- of iron cables? Are they shorter or longer than copper cables? Why?
3. Generally, conductors in electrical devices are made up of copper or aluminium. Why do people prefer these metals?

ART TIME

Write a song about "resistivity". Sing it to your parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- resistivity – меншікті кедергі / удельное сопротивление
- cross-sectional area – көлденең қиманың ауданы / площадь поперечного сечения
- levitation – левитация / левитация

5.5 PARALLEL AND SERIES CONNECTIONS OF RESISTORS

YOU WILL:

- design complex electric circuits (that have series and a parallel combination of resistors) by using Ohm's law.

QUESTION



If one bulb burns out in electric garlands, all other bulbs stop working. However, in cars and our homes, if one bulb burns out others keep working. Why?

SERIES COMBINATION

Подключение, при котором сопротивления подключаются один за другим называется последовательным.

Такое соединение имеет следующие свойства:

1. Ток идущий через сопротивления будет постоянным:

$$I = I_1 = I_2, \text{ Figure 1.}$$



Figure 1. Series combination of resistors

2. Сумма напряжений на последовательно соединенных сопротивлениях участка цепи будет равна общему напряжению в цепи.

$$U_{total} = U_1 + U_2, \text{ Figure 2.}$$



Figure 2

3. Эквивалентное сопротивление цепи можно вычислить по формуле:

$$R_{eq} = R_1 + R_2, \text{ Figure 3.}$$

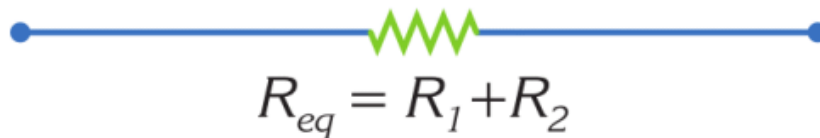


Figure 3

PARALLEL COMBINATION

Соединение двух или более сопротивлений к друг другу концами, называется параллельным соединением. В параллельном соединении ток, протекающий по главной ветке разделяется на два и более токов, которые меньше по величине Figure 4.

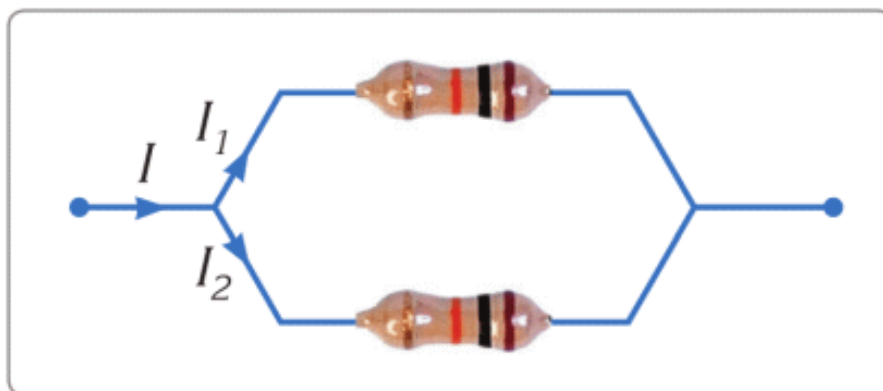


Figure 4

Параллельное соединение имеет следующие свойства:

1. Напряжение на каждом из веток резисторов равна:

$$U = U_1 = U_2, \text{ Figure 5.}$$

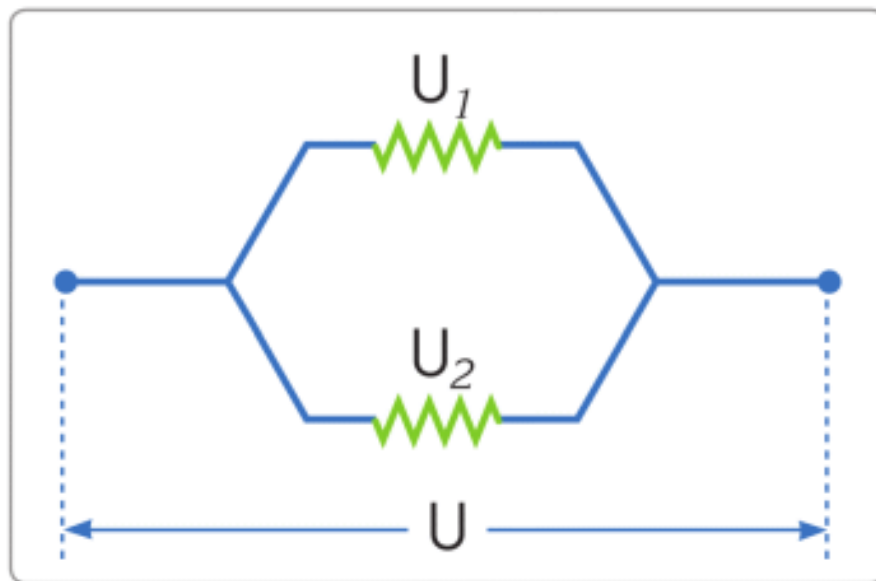


Figure 5

2. Ток в главной ветке равен сумме токов в остальных ДВУХ ответвлениях:

$I = I_1 + I_2$, Figure 6.

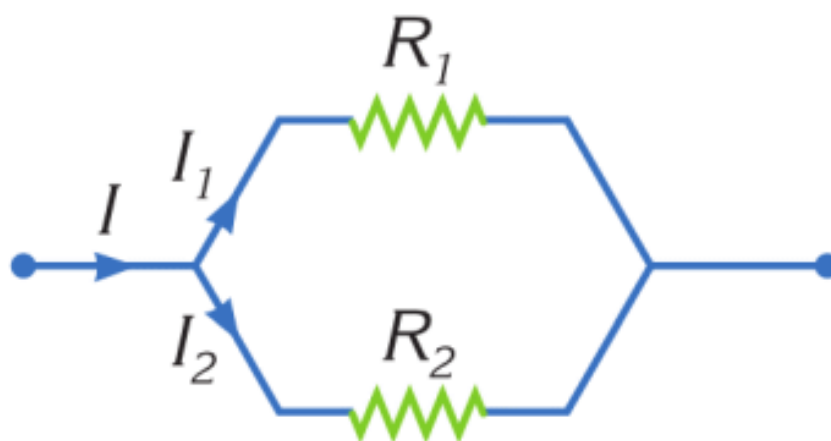


Figure 6

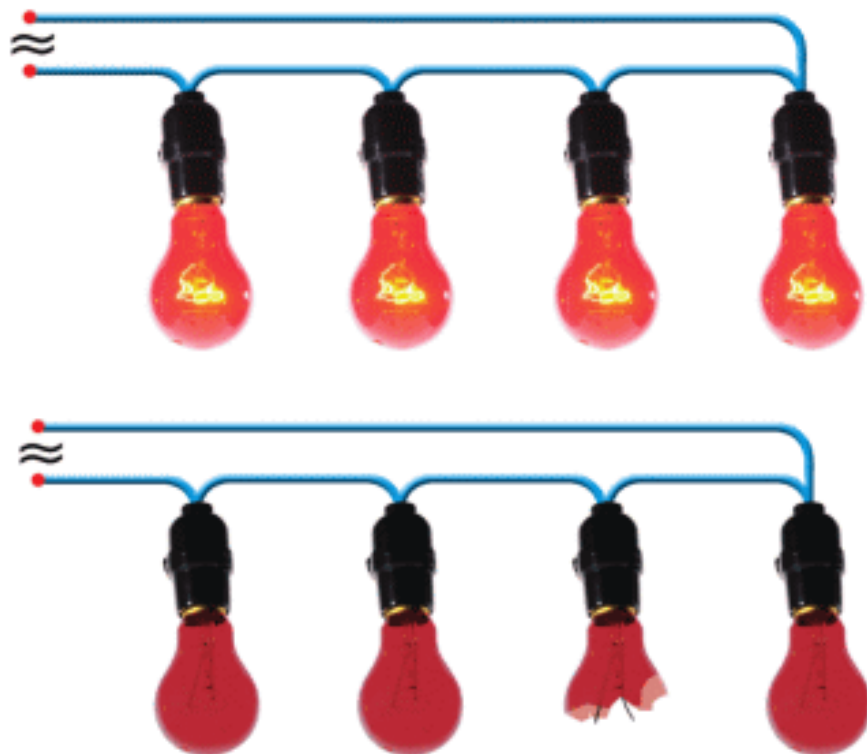
3. Эквивалентное сопротивление меньше, чем в каждом сопротивлении отдельно, Figure 7 :



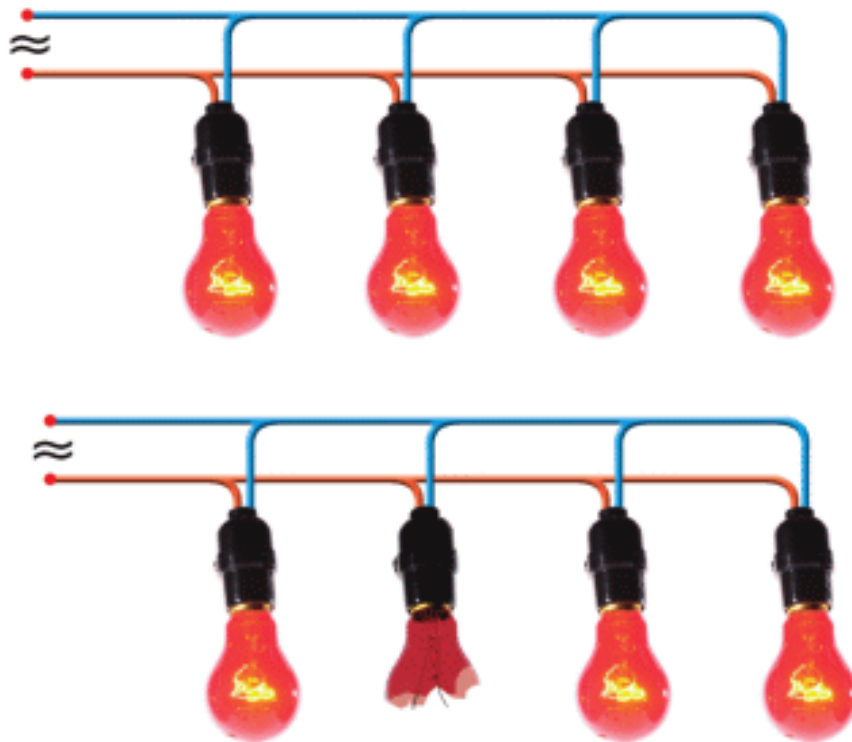
Figure 7

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

При последовательном соединении ток должен протекать через один элемент, для того, чтобы достичь второго. Если один из элементов выйдет из строя, то вся цепь разомкнется. Последовательные соединения использовались в старых гирляндах, Figure 8.

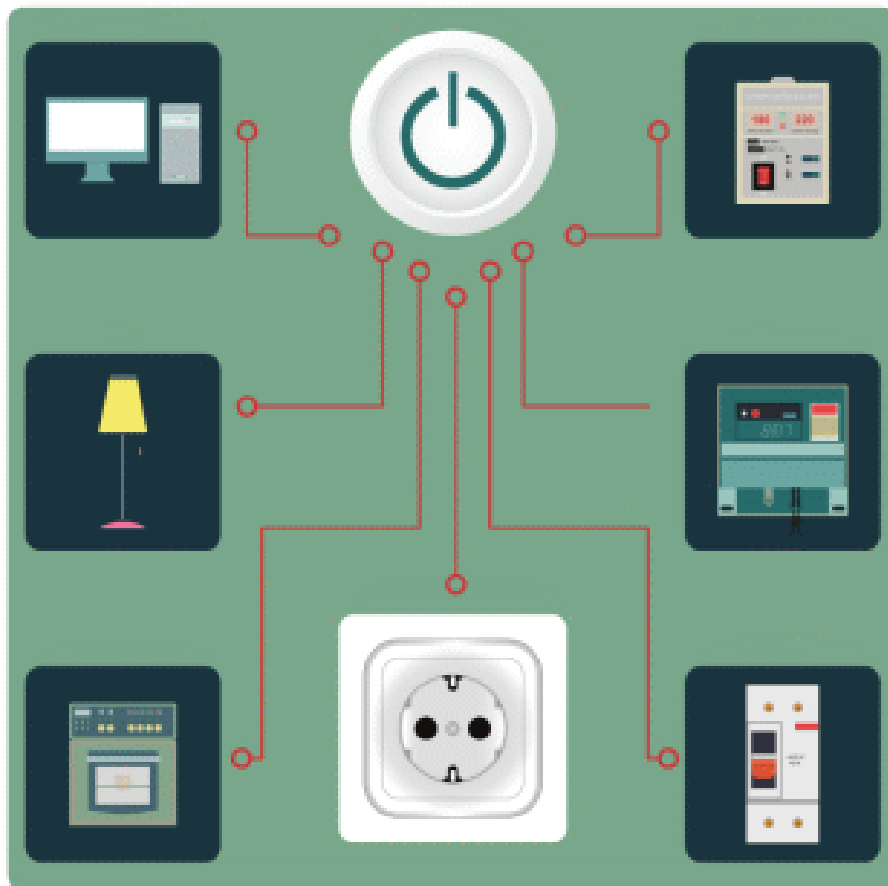


При параллельном соединении все элементы подключены непосредственно к источнику питания. Если при данном соединении один из элементов выйдет из строя, остальные будут продолжать работать. Это происходит из-за того, что ток перестал течь лишь в одном из проводов.



Такой тип соединения используется в автомобильных фарах, при освещении улиц и зданий, в системах подачи электричества. Если одна из электрических станций перестанет работать при таком соединении, то другая подстанция будет продолжать снабжать электричеством систему, Figure 9.

FACT



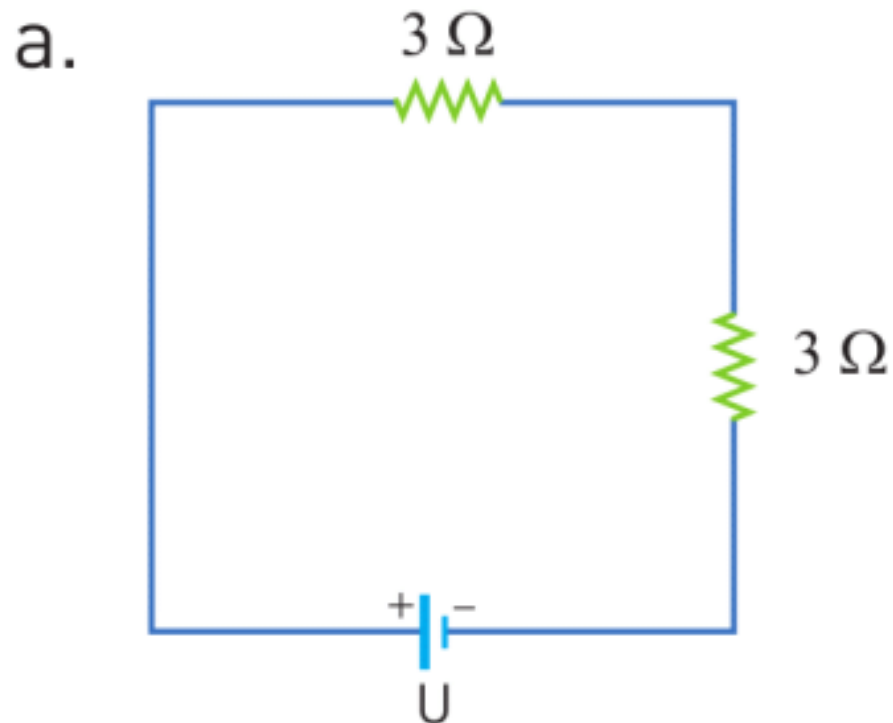
All devices in our house use a parallel connection, as shown in the figure.

EXAMPLE

Two 3 Ohm resistors are connected in series to a 6 Volts cell.

- Draw a circuit showing how they are connected.
- Calculate the equivalent resistance.
- Calculate the current in the main arm.
- Calculate the voltage on each resistor.

Solution:



b. $R_{eq} = R_1 + R_2 = 3 + 3 = 6\Omega$

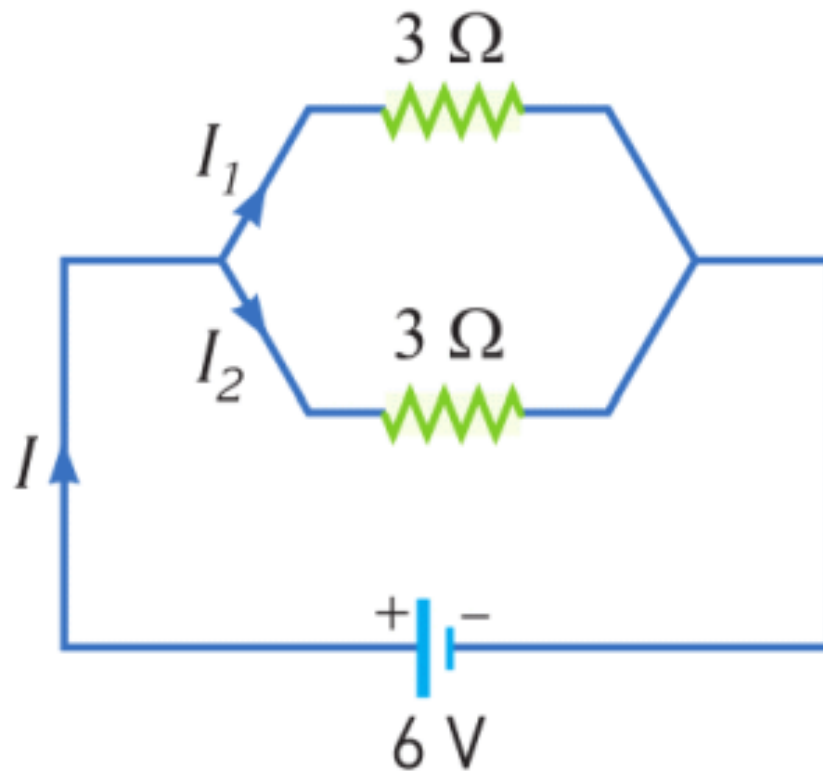
c. Because it is a series connection, currents are equal.
So we can write $I_1 = I_2 = I$

$$U = I \times R_{eq} \Rightarrow I = \frac{U}{R_{eq}} = 1A$$

d. $U_1 = I_1 \times R_1 = 1 \times 3 = 3V$

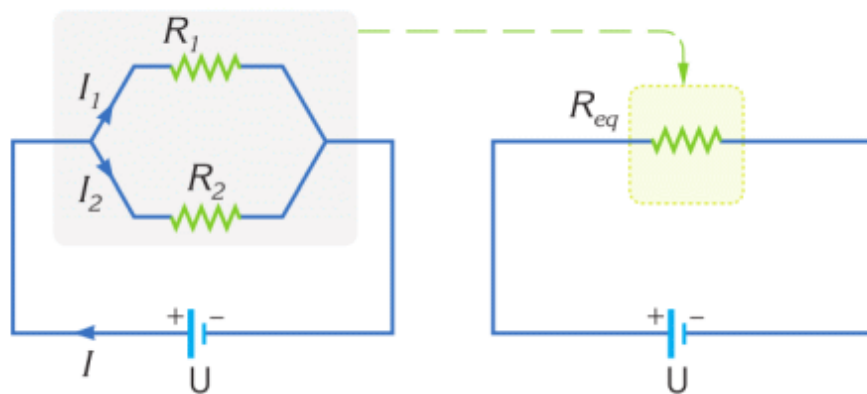
$$U_2 = I_2 \times R_2 = 1 \times 3 = 3V$$

EXAMPLE



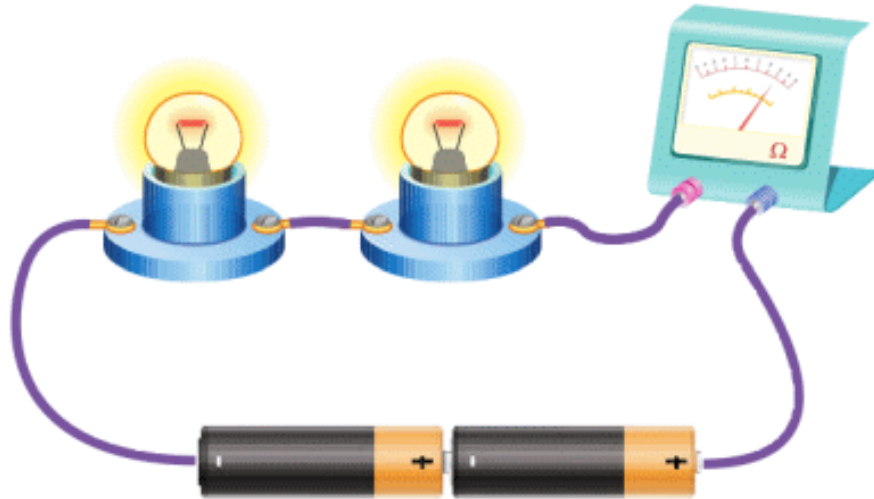
Calculate the equivalent resistance of the circuit.

Solution:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3}; \quad R_{eq} = 1.5\Omega$$

RESEARCH TIME



Construct the following circuit. Record brightness. What happens when you remove one of the bulbs?

LITERACY

1. Why is a parallel connection used in houses? Why is a series connection not used in houses?
2. Electric kettle uses 10 Amperes current. You plug in three kettles at once. How many Amperes do you need? Is it safe to use many devices? Is there any danger?
3. Electric kettle uses 10 Amperes and 220 Volts. You plug in three kettles. What is the equivalent resistance of three kettles? Why is it lower than a resistance of one kettle?

ART TIME

Imagine you are a leader of 20 employees. How do you construct relationships with them? Can you make an analogy with types of combination of resistors? Is it easier to make

connections with each of them? Or make leaders for smaller teams?

TERMINOLOGY

- combination - қосылу / соединение
- series - тізбектей / последовательный
- parallel - параллель / параллельный

5.6 ELECTRICAL ENERGY AND POWER

YOU WILL:

- apply formulas of electric power and electric work for problem solving.

QUESTION



Look at the Figure 1. This device is called electricity meter. Why do we need it?

ELECTRIC POWER AND ENERGY

Электрические приборы для своей работы используют электрическую энергию. При этом каждый прибор потребляет энергию по-разному. Исходя из этого необходимо ввести понятия энергии и мощности электрического тока. Обратите внимание на упражнение ниже.

ACTIVITY

Рассмотрим и сравним три вида USB проводов. Ниже дана информация о параметрах проводов: электрического тока, рабочего напряжения и мощности.

USB power standards	Current (Amperes)	Voltage (Volts)	Power (Watts)
Low-power device (USB 2.0)	0.1 A	5 V	0.50 W
High-power device (USB 3.0)	0.5 A	5 V	2.5 W
Type-C	3 A	5 V	15 W



USB 2.0



USB 3.0



Type-C

What relationship do you see between current, voltage and power?

Взглянув на таблицу мы можем определить соотношение между электрическим током, напряжением и мощностью.

$$\begin{aligned} \text{Current} \times \text{Voltage} &= \text{Power} \\ \text{Ampere} \times \text{Volt} &= \text{Watt} \\ I \times U &= P \end{aligned}$$

Current \times Voltage = Power

Ampere \times Volt = Watt

$$I \times U = P$$

Power is the rate at which energy is consumed in a unit of time. The unit Watt [W] means Joules per second. Then, we can write the relation between energy, power and time as:

Energy = Power \times time

$$E = P \times t$$

$$\begin{aligned} \text{Energy} &= \text{Power} \times \text{time} \\ E &= P \times t \end{aligned}$$

There are some examples of devices in Table 5.6. The greater the power, the more energy the given devices consume.

Device	Power
Air conditioner	5000W
Cooker	4000 W
Kettle	2200 W
Iron	1600 W
Microwave	1500 W
Drill	360 W
LCD TV	213 W
25" color TV	150 W
19" color TV	70 W
Light bulb	100-60-32-18 W

Table 5.6

JOULE-LENZ LAW

При прохождении электрического тока, проводник нагревается.

Движущиеся свободные электроны соударяются с атомами проводника и передают им часть своей энергии. В результате, температура проводника повышается, что приводит к выделению тепловой энергии. В данном

случае работа электрического тока равна выделенной тепловой энергии. Работу электрического тока можно определить с помощью закона Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 \times R \times t$$

$$Q = I^2 \times R \times t$$

где:

Q - тепловая энергия [J]

I - сила тока [A]

R - сопротивление проводника [Ohm]

t - время действия тока [s]

ACTIVITY

Electricity at home

People pay for the electric energy they consume at home. The energy is calculated using different unit: kilowatt-hours.

$$1 \text{ kW} \times \text{h} = 1000 \text{ W} \times \text{h}$$

$$1000 \text{ W} \times \text{h} = 1000\text{W} \times 3600 \text{ s}$$

$$1000\text{W} \times 3600 \text{ s} = 3\,600\,000 \text{ J}$$

The pricing is different everywhere. For example, in some cities, 1kWh costs 16.89 KZT.

Let us calculate the cost of electrical energy consumed by iron of 1600 W in 3 minutes.

a) We need to find how many kWh the iron consumed.

$$1600 \text{ W} = 1.6 \text{ kW}$$

$$3 \text{ min} = 0.05 \text{ h}$$

$$1.6 \text{ kW} \times 0.05 \text{ h} = 0.08 \text{ kWh}$$

Then, the cost is

$$0.08 \times 16.89 = 1.3512 \text{ KZT}$$

Tasks:

a) Choose any 3 devices from the table 5.6 and calculate the cost of electricity. Use the internet to find energy rates in your region.

b) 1.3512 KZT is not much. It seems that tariffs are quite cheap. Why does then an average family of 4 people get electricity bills for 4-5 thousand KZT per month?

EXAMPLE

Electric kettle with the resistance of 22Ω is used to heat 2 kg of water. If the initial temperature of the water is 25°C , how much time later will the water boil?

$c_{\text{water}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$. The kettle uses 220 V voltage.

Solution:

- a) Electric current produces heat : $Q = I^2 \times R \times t$.
- b) This heat is absorbed by water : $Q = m \times c \times \Delta T$.
- c) We can equalize these equations and solve for t.
- $$I^2 \times R \times t = m \times c \times \Delta T$$
- d) Electric current:
- $$I = 220 \text{ V} / 22 \ \Omega.$$
- e) Change in temperature is

$$\Delta T = 100 - 25 = 75^\circ\text{C}$$

$$10^2 \times 22 \times t = 2 \times 4200 \times 75$$

Answer: $t = 286.36$ seconds or $t = 4.8$ minutes

EXAMPLE

A WiFi router works with 9 V voltage and 0.85 A current. Router works 5 days per week and 8 hours per day. How much energy does the router use in 1 month? (1 month = 4 weeks)

Solution:

Power of router:	$P = I \times V \Rightarrow P = 3.5 \times 220 = 770 \text{ W}$
Time of works in one month:	$4 \text{ weeks} \times 5 \text{ days} \times 8 \text{ hours} = 160 \text{ hours}$
Time in seconds:	$160 \text{ hours} \times 60 \text{ min} \times 60 \text{ sec} = 576,000 \text{ seconds}$
Energy formula:	$E = P \times t \Rightarrow E = 770 \times 576,000 = 4\,406\,400 \text{ J}$

RESEARCH TIME

How would you calculate kWh-s that you use at home without using electricity meter?

FACT

EAES Ekibastuz thermal power station has the tallest chimney (about 420 meters) in the world. It uses coal to produce electrical power of 1000 MW, and it powers north regions of Kazakhstan and Baikonur spaceport. It also uses the highest transmission voltage in the world (1150 kV).

LITERACY

1. An electronic book uses 5 Volts and 1 Ampere. How many Watts of power does the electronic book use?
2. An electric kettle uses 220 Volts and 10 Amperes. How many Watts of power does the kettle use? Why do the kettle and the e-book have different powers?
3. Why do we use kWh in electricity bills? Why do we not use Joules?
4. The electric kettle uses 220 Volts and 10 Amperes. It works for 5 minutes. How many kWh does it use? How many Joules does it use? (1 kWh = 1 kiloWatt hour = 3600000 J).

ART TIME

Make a sculpture that shows “electric power”. Make the sculpture and show it to parents, teachers and friends.

TERMINOLOGY

- power – қуат / мощность

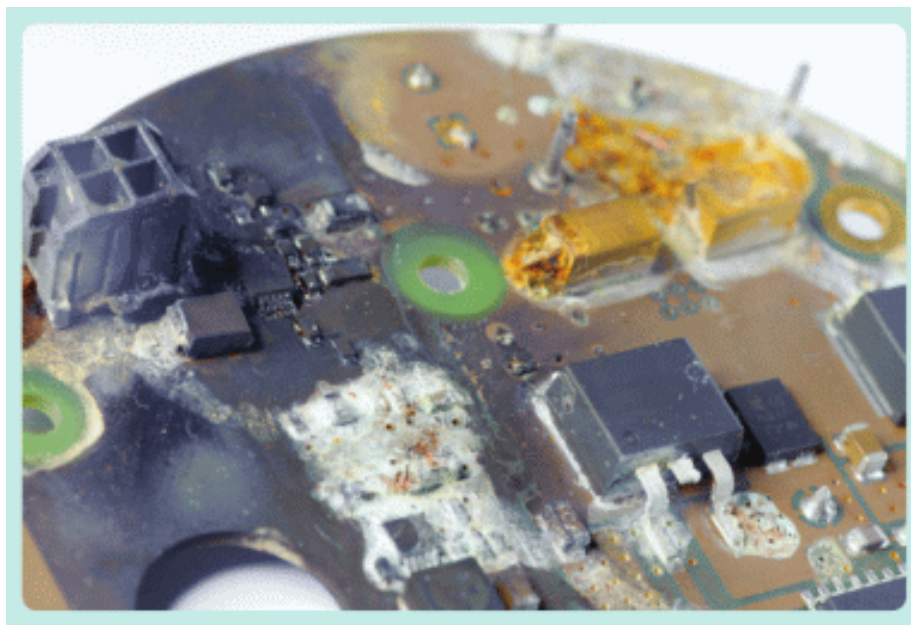
- charger cable - зарядтағыш кабелі/ кабель для зарядного устройства

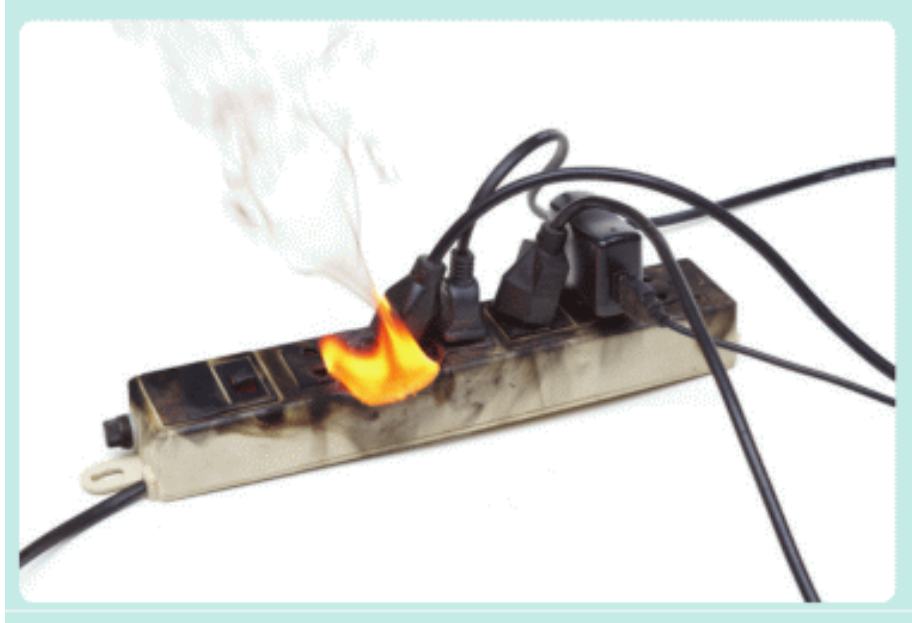
5.7 SHORT CIRCUIT

YOU WILL:

- explain conditions for short circuit and describe methods of preventing of short circuit.

QUESTION





Sometimes electric devices burn. What may be the reason of it?

SHORT CIRCUIT

В процессе короткого замыкания ток в цепи резко возрастает.

Такой ток может вызвать чрезмерный нагрев проводов, что в последствии может вызвать возгорание отдельных элементов цепи.

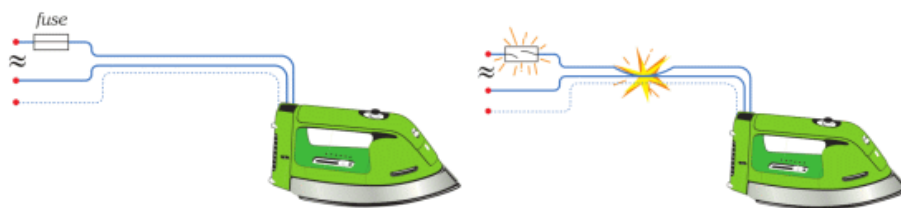


Figure 1

Для избежания подобных ситуаций, используются предохранители.

Предохранитель состоит из маленького стеклянного цилиндра и тонкой проволоки внутри. Тонкая проволока имеет высокое сопротивление и низкую температуру плавления, Figure 2 и Figure 3.

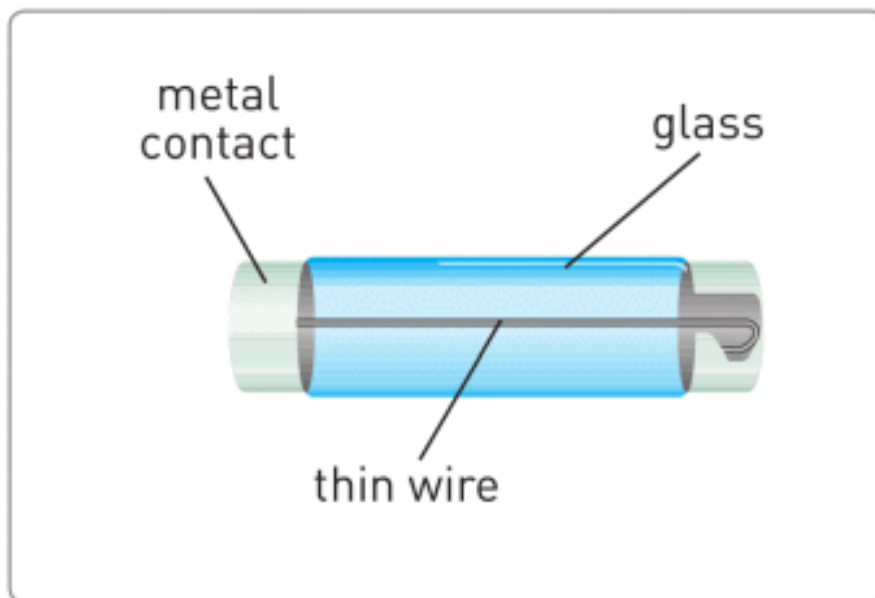


Figure 2

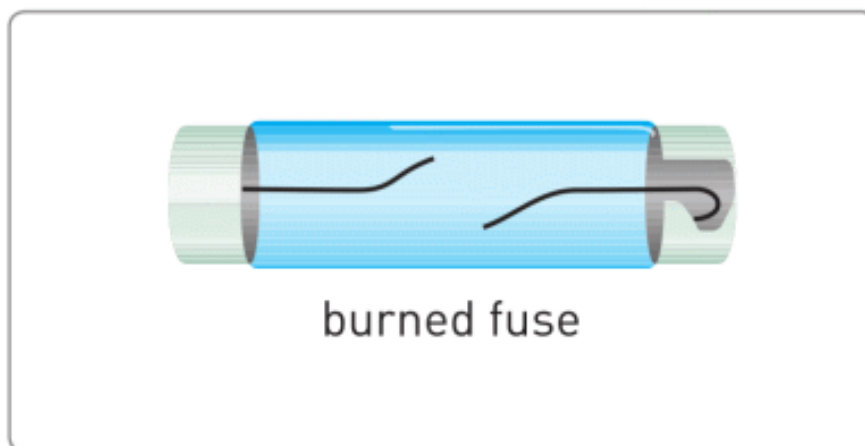


Figure 3

Главный элемент предохранителя - тонкий провод с определенной пропускной способностью. Если ток в цепи превышает допустимую норму, тонкий провод перегреваясь, плавится. Figure 1. В результате цепь разрывается, не успев причинить вред основным элементам электрической цепи.

CIRCUIT BREAKER

Автоматический предохранитель работает по подобию обычного выключателя. Когда значение силы тока в цепи превышает допустимую норму, цепь размыкается. Подобный тип предохранителя показан на, Figure 4.

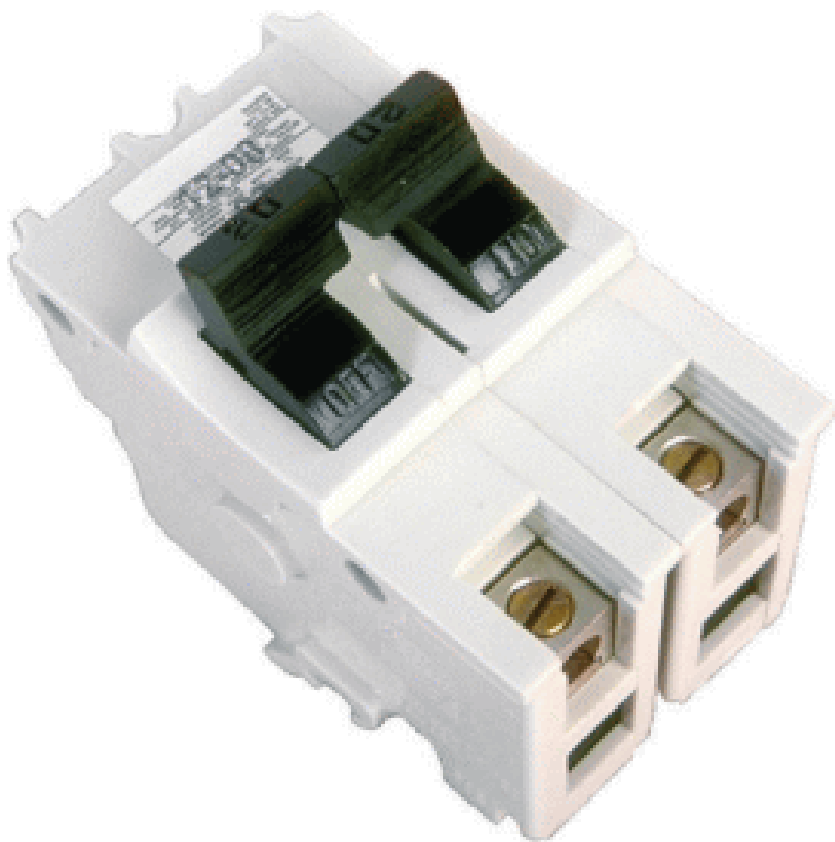


Figure 4

DISCUSSION



In summer, electric stations send more electric energy to consumers. Why? (Use information about resistance-temperature dependence at page 87).

EXAMPLE

The following devices are operating in a kitchen circuit:

1. 50 W fruit blender
 2. 400 W refrigerator
 3. 800 W microwave oven
 4. 1.5 kW electric kettle
- The electricity supply is 220 V. Circuit breaker has a rating of 20 A.

What is the current flowing through the circuit breaker? Does the circuit break? Why?

Solution:

The total power: $P = 50 + 400 + 800 + 1500 = 2750 \text{ W}$

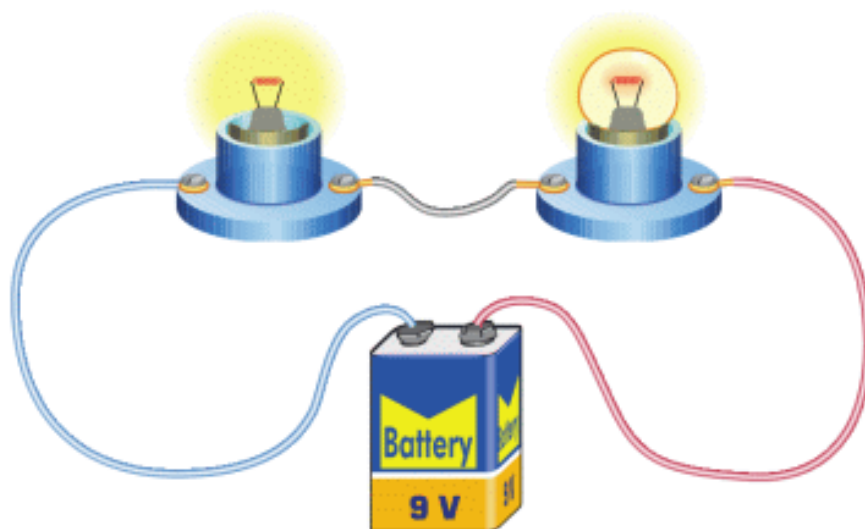
Then we should find current:

$$P = I \times V \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{2750}{220} = 12.5 \text{ A}$$

Current is lower than the circuit breaker rating. That is why circuit does not break.

RESEARCH TIME

Material: 9 V battery, wire, 2 small bulbs



Procedure: take 1 lamp and remove the glass carefully so that the filament is not damaged.

Connect them as shown in the picture. Blow to the filament. What is happening? What is the reason?

FACT

When a fuse burns out, firstly a technician must find the fault and fix it. Then the technician must replace the fuse with a new one.

LITERACY

1. Why do people use fuses in electronics? How do fuses work? What materials can you use to make a fuse?
2. Why do people use circuit breakers in electrical systems? How do circuit breakers work? What materials can you use to make circuit breaker?
3. What are the differences between fuses and circuit breakers? Can you list advantages and disadvantages of fuses and circuit breakers?
4. Why does a hot wire have bigger resistance than a cold wire? How do atoms move in the hot wire? How do atoms move in the cold wire?
5. How do atoms move when the temperature becomes lower than $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$? Why does resistance become small when the temperature becomes lower than $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$?

TERMINOLOGY

- circuit breaker – тізбек ажыратқыш / автоматический выключатель
- filament – қызба қылы / нить накаливания
- fuse – сақтандырғыш / предохранитель 94

5.8 ELECTRIC CURRENT IN LIQUIDS AND GASES

YOU WILL:

- explain nature of electric current in liquids.

QUESTION



Why is it dangerous to deal with electricity when your hands are wet?

ELECTRIC CURRENT IN LIQUIDS AND GASES

Электричество проходит лучше через соленую воду, чем через чистую воду без примесей. Это связано с большим количеством заряженных частиц - ионов в соленой воде. Из курса химии вам известна формула столовой соли - NaCl . Соль, при растворении в воде, распадается на Na^+

(положительный ион) и на Cl^- (отрицательный ион). Положительные ионы Na^+ притягиваются к отрицательно заряженному электроду, а отрицательные ионы Cl^- притягиваются к положительно заряженному электроду.



Figure 1

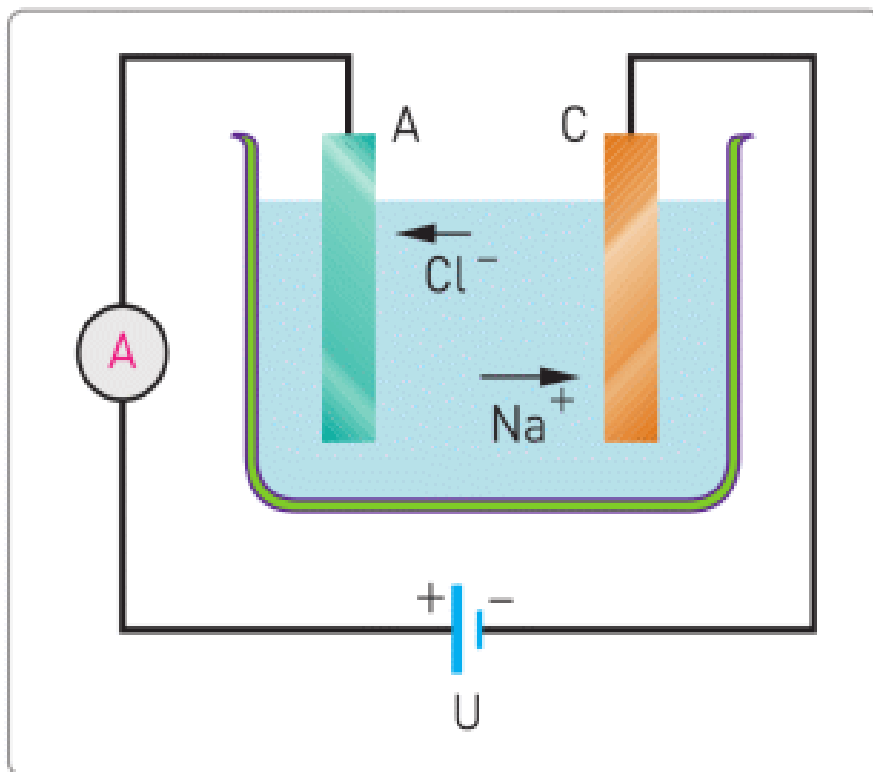


Figure 2

Направленные движения заряженных ионов (Na^+ и Cl^-) являются электрическим током в электролите. Figure 1, 2 - на рисунке ионы хлора движутся по направлению к аноду (анод, символ A). Ионы Na^+ идут к отрицательно заряженному электроду - катоду (катод, C).

Данный процесс называется электролизом. Электролиз происходит при прохождении постоянного электрического тока через жидкость.

Электролиз широко используется в промышленности, Figure 5. Гальваника, гальванопластика и электротипирование являются примерами электролиза.



Figure 5. Electroplated leaves and coffee beans (a), electroplated nuts and bolts (b)

On the Figure 3 copper plate is submerged in liquid. Then copper atoms in liquid (positive) go to key (negative). As a result, copper covers the surface of the key. Key becomes electroplated with copper. This process is called electroplating and it is used to cover the surface of one metal with a thin layer of another metal. Electroplating protects metal from corrosion (rust), Figure 4.

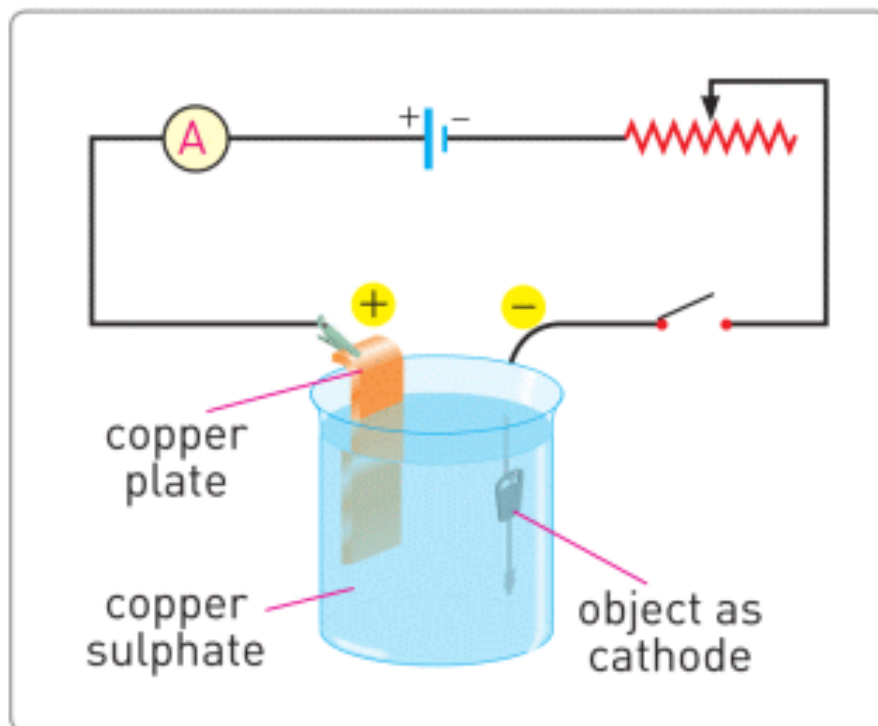


Figure 3



Figure 4. Corrosion (rust) of nut and bolt (a), car (b)

FACT

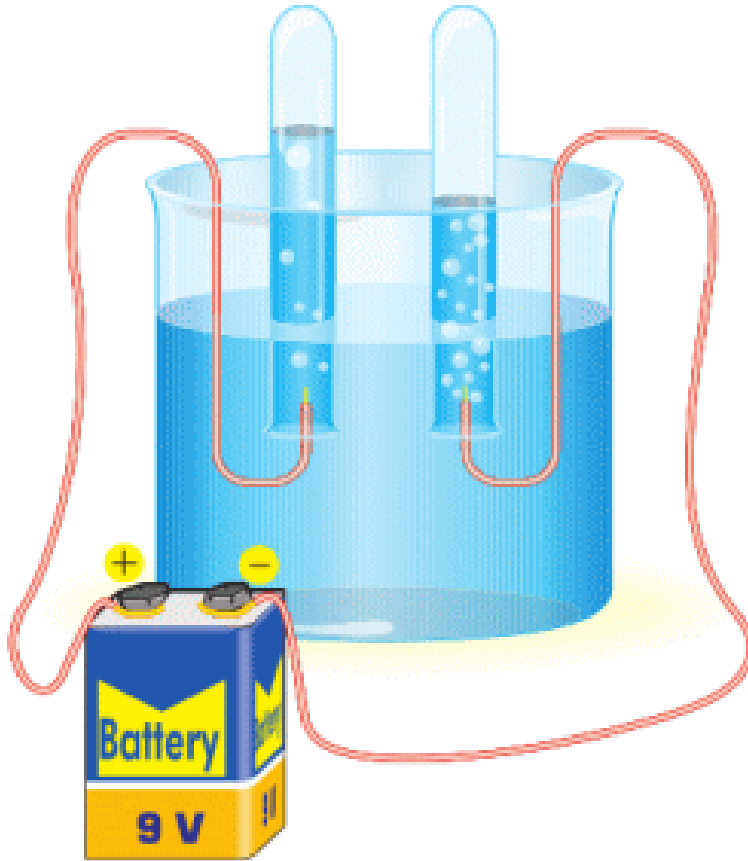
Fluorescent lamp.



In fluorescent lamps, current flows through a gas. The mercury vapour in fluorescent lamps is toxic.

ACTIVITY

Material: 2 connecting wires, wide jar, baking soda, water, 9V battery.



Procedure: put some water into the jar. Pour baking soda in to the water and mix. Connect the wire to the terminal of battery and put them into water. You can see bubbles forming at the end of the wire. What gases are they?

LITERACY

1. Why do we use electrotyping? How can you do electrotyping?
2. Why do we use electroforming? How can you do electroforming?

3. Why do people use chrome plating in cars and motorcycles? How can you do chrome plating?



4. How does electric current travel when lightning strikes seawater (saltwater)? Is lightning dangerous for sea fish?

5. Chlorine (symbol: Cl) is a toxic gas. It kills harmful bacteria. That is the reason why chlorine is used to disinfect water. How can you produce chlorine? Hint: Salt is NaCl.

6. Some cars use very bright “xenon headlights”. Why do they use xenon gas? How does “xenon headlights” produce light?



Xenon headlight

7. Why does plasma lamp need electricity to give light? How does plasma lamp work?



Plasma lamp

ART TIME

Prepare a flash mob that explains electrolysis. What ideas can you use? Make the flash mob and show it to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- fluorescent – люминесценттік / люминесцентный
- toxic – уытты / токсичный
- to dissolve – еру / растворяться

LABWORK 3

TITLE: Electric current and voltage

OBJECTIVES:

1. Measure electric current and voltage.
2. Apply the Ohm's law to determine resistance.

MATERIALS LIST:

1. power source (or battery)
2. resistor (or light bulb)
3. ammeter
4. voltmeter (or multimeter)
5. connecting wires
6. switch



SAFETY:

1. Never close a circuit until it has been approved by your teacher. Never rewire or adjust any element of a closed circuit. Never work with electricity near water; be sure the floor and all work surfaces are dry.
2. If the pointer on any kind of meter moves off the scale, open the circuit immediately by opening the switch.
3. Do not attempt this exercise with any batteries or electrical devices other than those provided by your teacher for this purpose.
4. Use a hot mitt to handle resistors, light sources, and other equipment that may be hot. Allow all equipment to cool before storing it.

THEORY:

$$V = I \times R$$

What is V? What is the unit of measurement of V?

What device does measure V?

What is I? What is the unit of measurement of I?

What device does measure I?

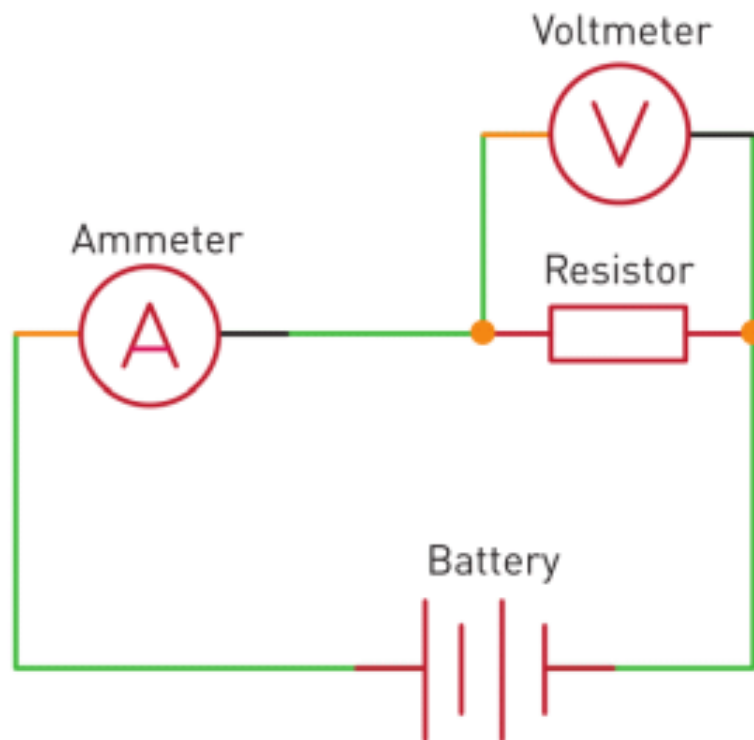
What is R? What is the unit of measurement of R?

What device does measure R?

Why does electric current flow through the circuit?

Why does electric current increase when the voltage increases?

Why does electric current decrease when the voltage decreases?



PROCEDURE:

1. Read the entire lab PROCEDURE, and plan the steps YOU WILL take.
2. Record your data in the data table.
3. Set up the apparatus as shown in Figure.

Construct a circuit that includes a power supply, a switch, a current meter, a voltmeter, and the resistance. Do not turn on the power supply.

Do not close the switch until your teacher has approved your circuit.

4. With the switch open, connect the current meter in a straight line in series with the resistance. 5. When your teacher has approved your circuit, make sure the power supply dial is turned completely counter clockwise. Turn on the power supply, and slowly turn the dial clockwise.

Periodically close the switch briefly and read the current value of the current meter.

5. Close the switch. Quickly record the current and the potential difference across the resistance in your data table. Open the switch immediately.

Turn off the power supply by turning the dial completely counter clockwise.

6. Clean up your work area. Put equipment away safely.

ANALYSIS:

1. $V = \underline{\hspace{2cm}}$ Volts

2. $I = \underline{\hspace{2cm}}$ Amperes

3. $R = \underline{\hspace{2cm}}$ Ohms

CONCLUSIONS:

1. Explain why when the voltage is doubled current doubles too.

LABWORK 4

TITLE: Current-voltage relationship (or I-V curve)

OBJECTIVES:

1. Measure current and voltage.
2. Apply the Ohm's law to determine resistance.
3. Draw current-voltage relationship (or I-V curve)

MATERIALS LIST:

1. power source (or battery)
2. resistor (or light bulb)
3. ammeter
4. voltmeter (or multimeter)
5. connecting wires
6. switch



SAFETY:

1. Never close a circuit until it has been approved by your teacher. Never rewire or adjust any element of a closed circuit. Never work with electricity near water; be sure the floor and all work surfaces are dry.
2. If the pointer on any kind of meter moves off scale, open the circuit immediately by opening the switch.
3. Do not attempt this exercise with any batteries or electrical devices other than those provided by your teacher for this purpose.
4. Use a hot mitt to handle resistors, light sources, and other equipment that may be hot.

Allow all equipment to cool before storing it.

THEORY:

$$V = I \times R$$

What is V? What is the unit of measurement of V?

What device does measure V?

What is I? What is the unit of measurement of I?

What device does measure I?

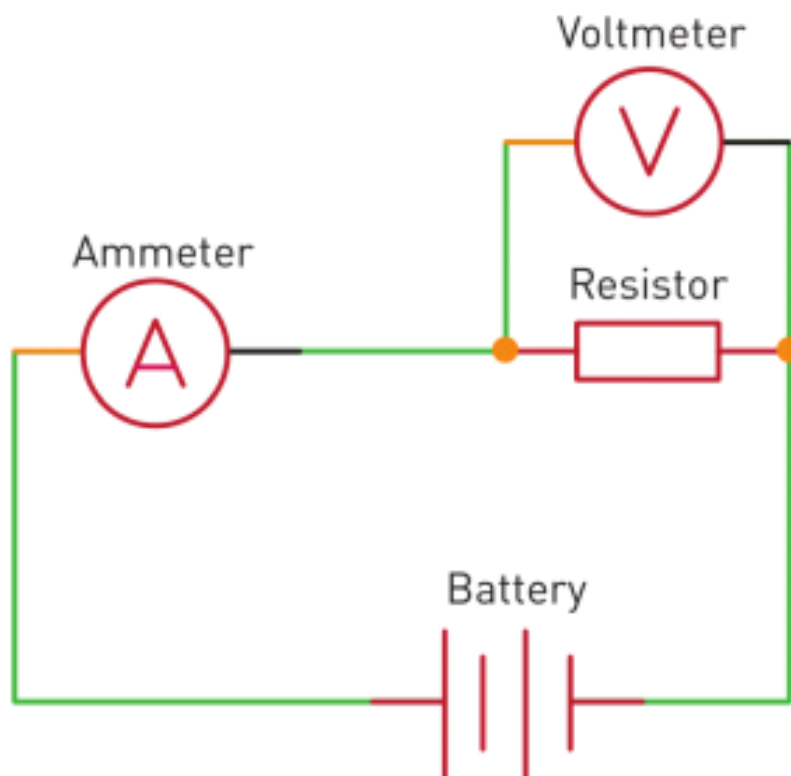
What is R? What is the unit of measurement of R?

What device does measure R?

Why does electric current flow through circuit?

Why does electric current increase when voltage increases?

Why does electric current decrease when voltage decreases?



PROCEDURE:

1. Read the entire lab PROCEDURE, and plan the steps YOU WILL take.
2. Record your data in the data table.
3. Set up the apparatus as shown in Figure.

Construct a circuit that includes a power supply, a switch, a current meter, a voltmeter, and the resistance. Do not turn on the power supply.

Do not close the switch until your teacher has approved your circuit.

4. With the switch open, connect the current meter in a straight line in series with the resistance.
5. When your teacher has approved your circuit, make sure the power supply dial is turned completely counter clockwise. Turn on the power supply, and slowly turn the dial clockwise.

Periodically close the switch briefly and read the current value on the current meter.

6. Close the switch. Quickly record the current and the potential difference across the resistance in your data table. Open the switch immediately.

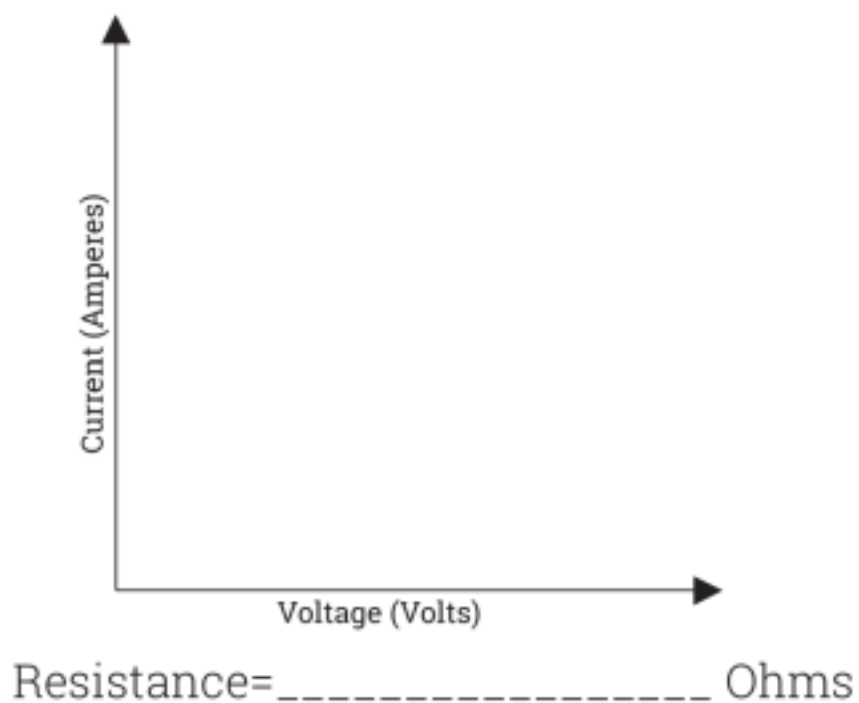
Turn off the power supply by turning the dial completely counter clockwise.

7. Repeat step 6 until you fill the table.

8. Clean up your work area. Put equipment away safely.

ANALYSIS:

Voltage (Volts)	Electric current (Amperes)



CONCLUSIONS:

1. Explain why the line in the graph is straight (or curved)?

LABWORK 5

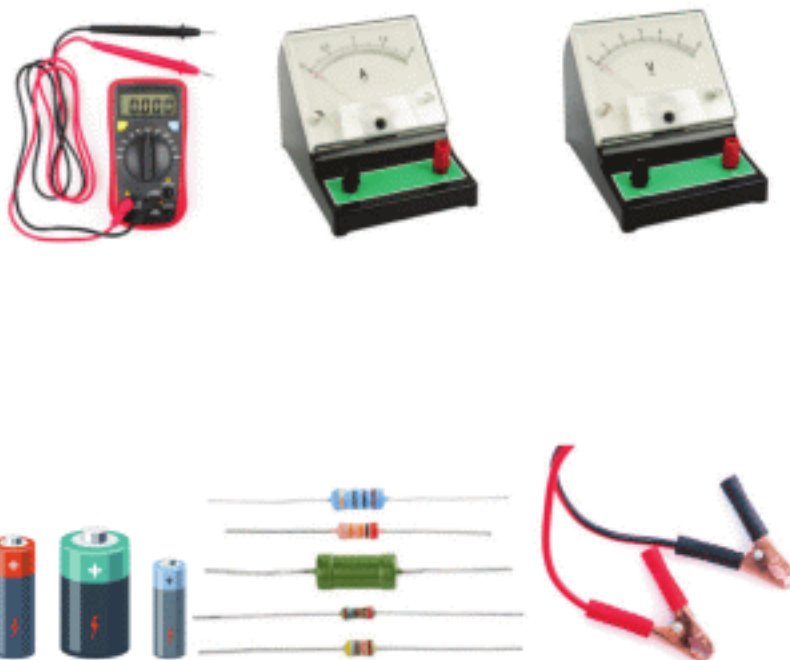
TITLE: Series connection of resistors

OBJECTIVES:

1. Measure current and potential difference across resistors in series.
2. Find the unknown resistance of two resistors.
3. Calculate the equivalent resistance.
4. Analyse the relationship between potential difference, current, and resistance in a circuit.

MATERIALS LIST:

1. power source (or battery)
2. resistor (or light bulb)
3. ammeter
4. voltmeter (or multimeter)
5. connecting wires
6. switch



SAFETY:

1. Never close a circuit until it has been approved by your teacher.
2. Never rewire or adjust any element of a closed circuit.
3. Never work with electricity near water; make sure the floor and all work surfaces are dry.
4. If the pointer on any kind of meter moves off the scale, open the circuit immediately by opening the switch.
5. Do not attempt this exercise with any batteries or electrical devices other than those provided by your teacher for this purpose.
6. Use a hot mitt to handle resistors, light sources, and other equipment that may be hot.

Allow all equipment to cool before storing it.

THEORY:

$$V = I \times R$$

What is V? What is the unit of measurement of V?

What device does measure V?

What is I? What is the unit of measurement of I?

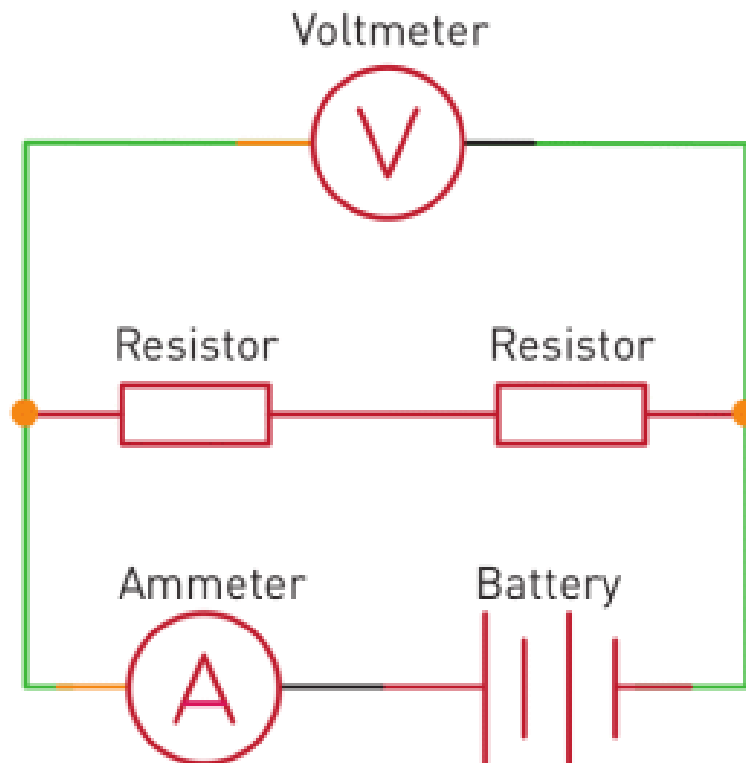
What device does measure I?

What is R? What is the unit of measurement of R?

What device does measure R?

Why does electric current flow through the circuit?

Why does series connection of resistors decrease current?



PROCEDURE:

1. Read the entire lab PROCEDURE, and plan the steps YOU WILL take.
2. Record your data in the data table.
3. Construct a circuit that includes a battery, a switch, and two unequal resistors in series.

Do not close the switch until your teacher has approved your circuit.

4. With the switch open, connect the current meter in series and the voltage meter in parallel with one of the resistors. Do not close the switch.

5. When your teacher has approved your circuit, close the switch. Measure the current in and the potential difference across the resistor.

Record the information in your data table. Open the switch.

6. Carefully remove the meters from the first resistor. Rewire the meters to measure the potential difference across and the current in the second resistor. Do not close the switch.

7. When your teacher has approved your circuit, close the switch. Measure the current in and the potential difference across the resistor, and record the information in your data table.

Open the switch.

8. Leave the current meter in place, and carefully rewire the voltage meter to measure the potential difference across both resistors. Record this value in your data table.

9. Clean up your work area. Put equipment away safely.

ANALYSIS:

1. Using your measurements for potential difference and current, compute the resistance values of R_1 and R_2 in each circuit.

2. Compute the equivalent resistance R_{eq} using the values found in item 1.

3. Explain how the combination of resistors affects the total resistance in the circuit.

4. Explain how the combination of resistors affects the total current in the circuit.

CONCLUSIONS:

1. Compare the total current in each circuit with the current in each resistor. What is the relationship between the current in an individual resistor and the total current in the circuit?

LABWORK 6

TITLE: Parallel connection of resistors

OBJECTIVES:

1. Measure current and potential difference across resistors in parallel.
2. Find the unknown resistances of two resistors.
3. Calculate equivalent resistances.
4. Analyse the relationships between potential difference, current, and resistance in a circuit.

MATERIALS LIST:

1. power source (or battery)
2. resistor (or light bulb)
3. ammeter
4. voltmeter (or multimeter)
5. connecting wires
6. switch



SAFETY:

1. Never close a circuit until it has been approved by your teacher.
2. Never rewire or adjust any element of a closed circuit.
3. Never work with electricity near water; make sure the floor and all work surfaces are dry.
4. If the pointer on any kind of meter moves off scale, open the circuit immediately by opening the switch.
5. Do not attempt this exercise with any batteries or electrical devices other than those provided by your teacher for this purpose.
6. Use a hot mitt to handle resistors, light sources, and other equipment that may be hot.

Allow all equipment to cool before storing it.

THEORY:

$$V = I \times R$$

What is V? What is the unit of measurement of V?

What device does measure V?

What is I? What is the unit of measurement of I?

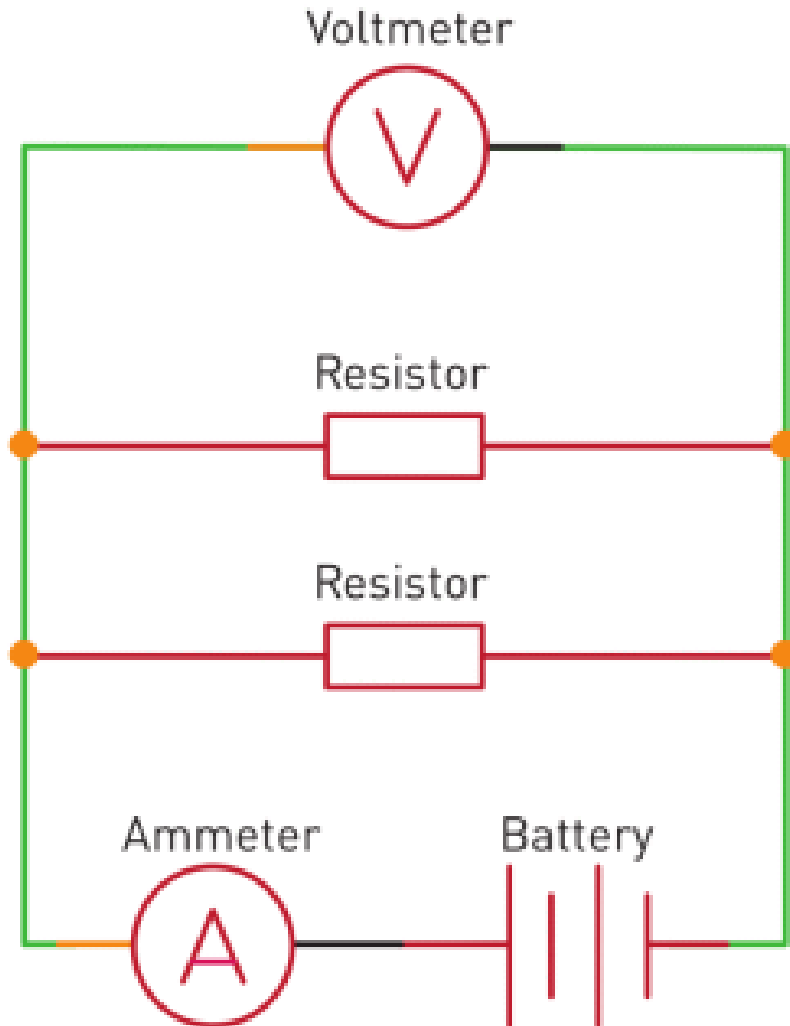
What device does measure I?

What is R? What is the unit of measurement of R?

What device does measure R?

Why does electric current flow through the circuit?

Why does series connection of resistors decrease current?



PROCEDURE:

1. Read the entire lab PROCEDURE, and plan the steps YOU WILL take.
2. Record your data in the data table.
3. Construct a circuit containing a power supply, a switch, and the two resistors wired in parallel, as shown in Figure. Do not close the switch until your teacher has approved your circuit.

4. With the switch open, connect the current meter in series and the voltage meter in parallel with one of the resistors. Do not close the switch.
5. When your teacher has approved your circuit, close the switch. Measure the current in and potential difference across the resistor, and record the information in your data table. Open the switch.
6. Rewire the meters to measure the potential difference across and current in the second resistor. Do not close the switch until your teacher has approved your circuit.
7. When your teacher has approved your circuit, close the switch. Measure the current in and potential difference across the resistor, and record the information in your data table. Open the switch.
8. Leave the current meter in place, and carefully rewire the voltage meter to measure the potential difference across the power supply.

Record this value in your data table.

9. Clean up your work area. Put equipment away safely.

ANALYSIS:

1. Using your measurements for potential difference and current, compute the resistance values of R_1 and R_2 in each circuit.
2. Compute the equivalent resistance R_{eq} using the values found in item 1.
3. Explain how the combination of resistors affects the total resistance in the circuit.

4. Explain how the combination of resistors affects the total current in the circuit.

CONCLUSIONS:

1. Compare the total current in the circuit with the current through each resistor. What is the relationship between the current in an individual resistor and the total current through the circuit?

LABWORK 7

TITLE: Power and work of current

OBJECTIVES:

1. Measure current and potential difference across resistor.
2. Measure power and work of current

MATERIALS LIST:

1. power source (or battery)
2. stopwatch
3. ammeter
4. voltmeter (or multimeter)
5. connecting wires
6. calorimeter
7. electronic (or mechanical) scales
8. thermometer
9. stirring rod
10. water
11. switch



SAFETY:

1. Never close a circuit until it has been approved by your teacher.
2. Never rewire or adjust any element of a closed circuit.
3. Never work with electricity near water; make sure the floor and all work surfaces are dry.
4. If the pointer on any kind of meter moves off the scale, open the circuit immediately by opening the switch.

5. Do not attempt this exercise with any batteries or electrical devices other than those provided by your teacher for this purpose.

6. Use a hot mitt to handle resistors, light sources, and other equipment that may be hot.

Allow all equipment to cool before storing it.

7. If a thermometer breaks, notify the teacher immediately.

8. Do not heat glassware that is broken, chipped, or cracked. Use tongs or a mitt to handle heated glassware and other equipment because it does not always look hot when it is hot. Allow all equipment to cool before storing it.

9. Never put broken glass or ceramics in a regular waste container. Use a dustpan, brush, and heavy gloves to carefully pick up broken pieces and dispose of them in a container specifically provided for this purpose.

THEORY:

$$V = I \times R$$

$$P = I^2 \times R = V \times I = V^2 / R$$

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$V = I \times R$$

$$P = I^2 \times R = V \times I = V^2 / R$$

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

What is Q? What is the unit of measurement of Q?

What is m? What is the unit of measurement of m?

What is c? What is the unit of measurement of c?

What is ΔT ? What is the unit of measurement of ΔT ?

What is V? What is the unit of measurement of V?

What device does measure V?

What is I? What is the unit of measurement of I?

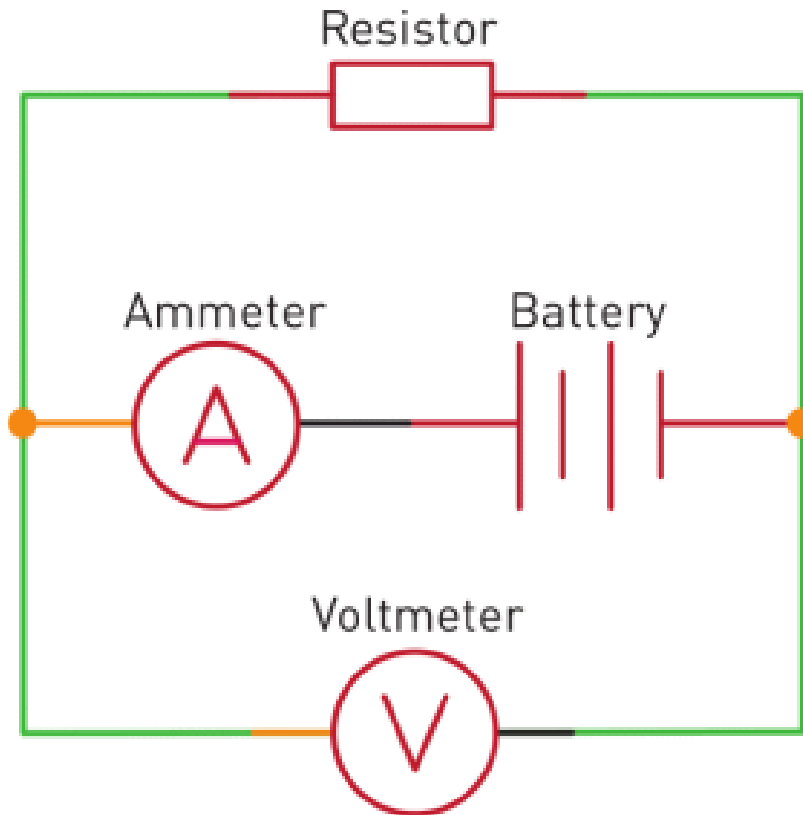
What device does measure I?

What is R? What is the unit of measurement of R?

What device does measure R?

Why does electric current flow through circuit?

Why does resistor heat up?



PROCEDURE:

1. Read the entire lab PROCEDURE, and plan the steps YOU WILL take.
2. Record your data in the data table.
3. Measure mass of water, put water in calorimeter, measure temperature of water.
4. Construct a circuit containing a power supply, a switch, and the calorimeter, as shown in Figure. Do not close the switch until your teacher has approved your circuit.
5. With the switch open, connect the current meter in series and the voltage meter in parallel with one resistor. Do not close the switch.

6. When your teacher has approved your circuit, close the switch. Measure the current in and potential difference across the resistor, and record the information in your data table. Wait for about 10 minutes and record your time.

7. Measure final temperature of water.

8. Clean up your work area. Put equipment away safely.

ANALYSIS:

1. Using your measurements for potential difference and current, compute the power released in calorimeter.

2. Calculate work done by electric current.

3. Calculate heat absorbed by water.

4. Calculate efficiency of electric heater.

5. Calculate heat dissipated to surroundings.

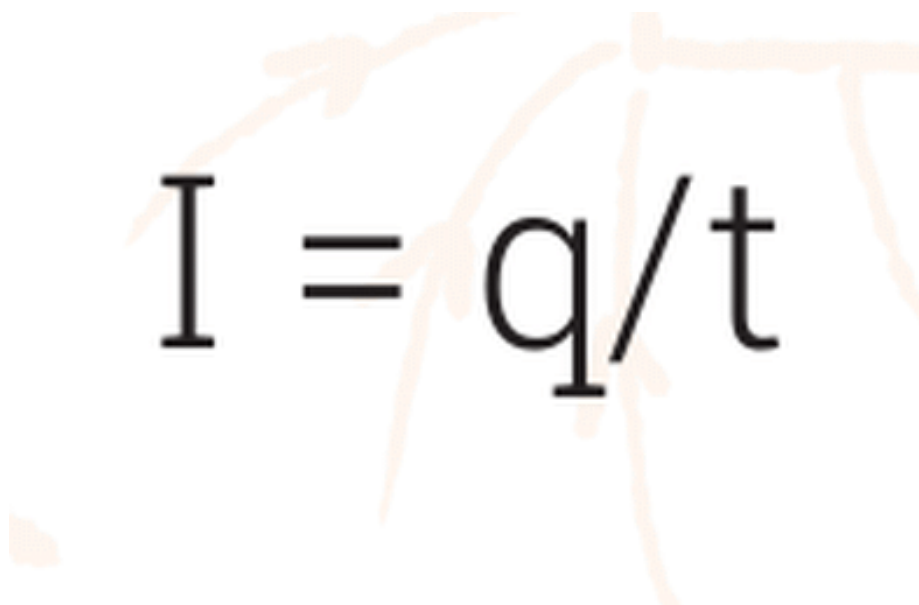
CONCLUSIONS:

1. Why is efficiency not 100%?

SUMMARY

The potential difference (voltage) of battery “pushes” free electrons through a conductor. The directed motion of charged particles in a circuit is called an electric current.

$$I = q/t$$



A direction of electric current is assumed as from positive terminal to negative terminal.

Conductors - allow current to pass through them.

Insulators - do not allow current to pass through them.

Electric current can exist only in closed loops. These loops are called circuits.

The potential difference is called voltage.

We use an ammeter to measure electric current.

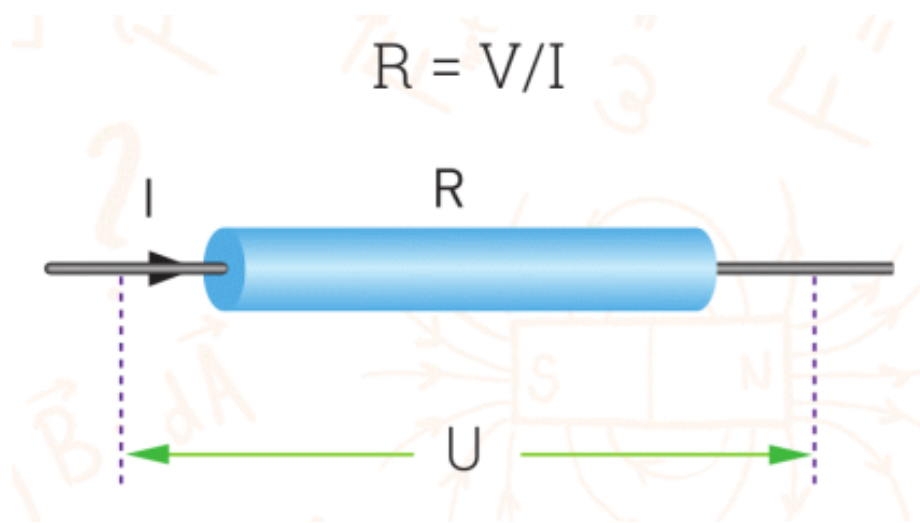
The potential difference is also known as voltage.

Voltage is measured by a device called a voltmeter.

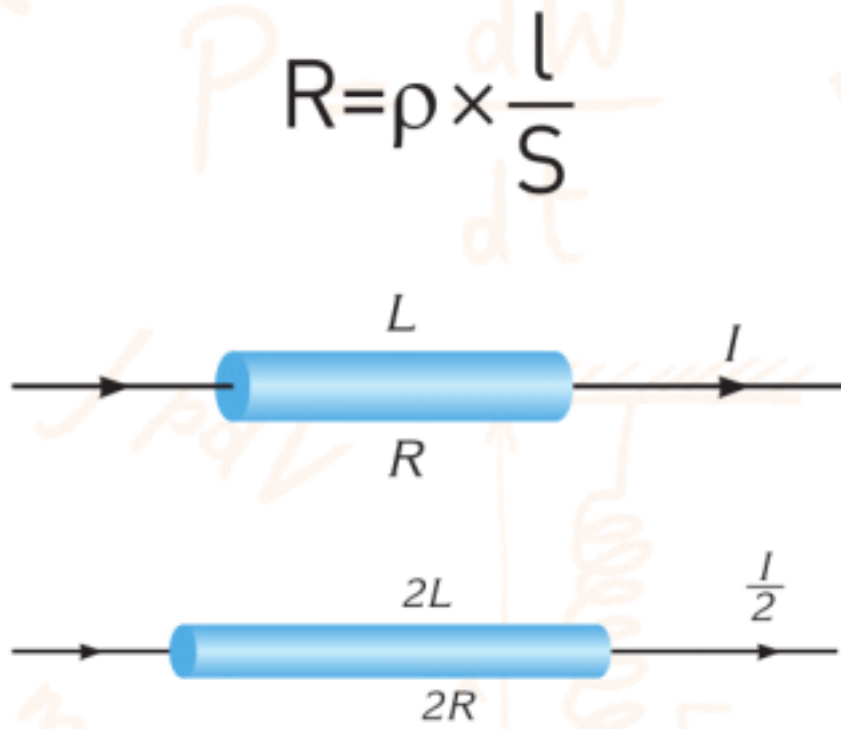
Electric current is directed motion of charges in a conductor. Conductors resist the motion of free electrons. This is called electrical resistance.

Ohm's law:

$$R = V/I$$



The resistance of a conductor depends upon three factors: length, cross-sectional area (thickness) and type of material.



A rheostat is a variable resistor. It is used to change the current in a circuit.

There are 2 types of combination of resistors: series and parallel.

When you connect two or more resistors end to end, it is called a series combination.

a) $I = I_1 = I_2$

b) $V_{\text{total}} = V_1 + V_2$

c) $R_{\text{eq}} = R_1 + R_2$

$$a) I = I_1 = I_2$$

$$b) V_{\text{total}} = V_1 + V_2$$

$$c) R_{\text{eq}} = R_1 + R_2$$



When you connect two or more resistors side by side, it is called a parallel combination.

$$a) V = V_1 = V_2$$

$$b) I = I_1 + I_2$$

$$a) V = V_1 = V_2$$

$$b) I = I_1 + I_2$$

$$c) \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Electrical Power:

$$P = I \times V$$

$$P = I \times V$$

Electrical energy and Joule-Lenz law:

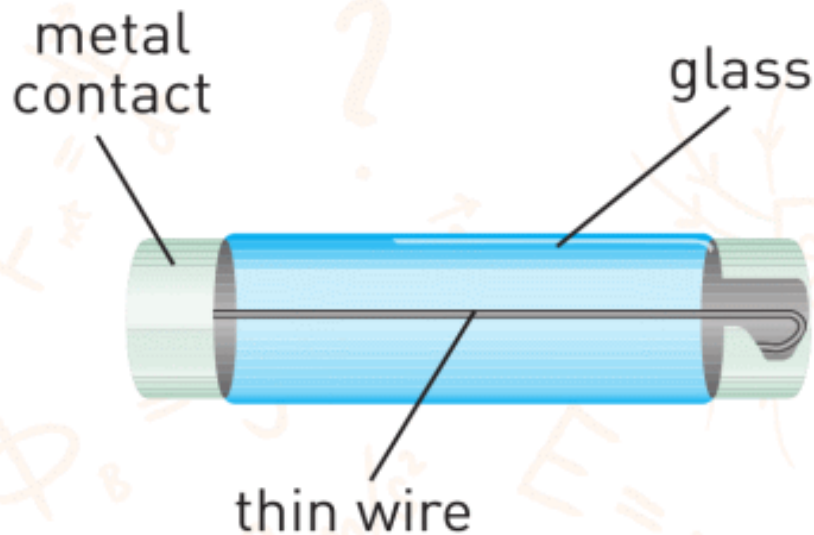
$$E = P \times t$$

$$E = I^2 \times R \times t$$

$$E = P \times t$$
$$E = I^2 \times R \times t$$

During the short circuit, high current flows through the circuit.

A fuse consists of a small glass tube with a thin wire inside.

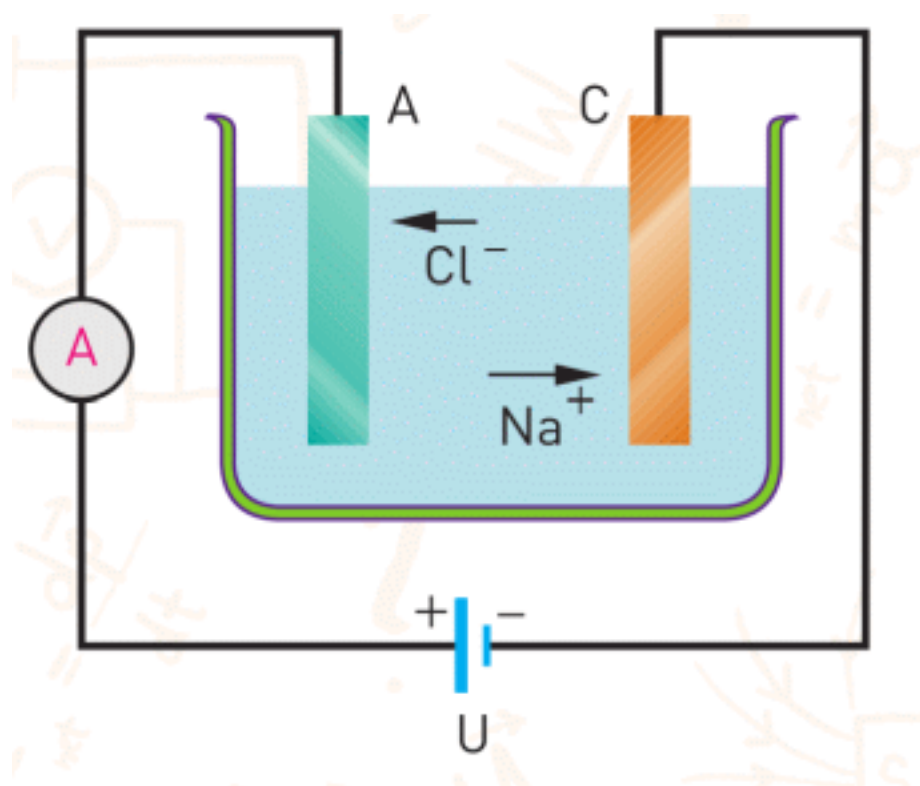


A circuit breaker (the type of fuse) is similar to a switch. When the current is high it breaks the circuit.

As the temperature of a wire increases, its resistance increases too.

Electrolysis is the name of the process used to separate compounds into elements by means of electric current.

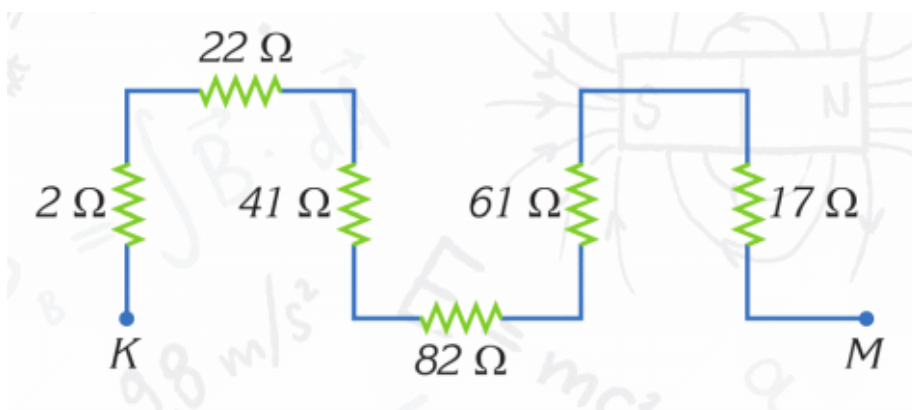
Electroplating is the process of coating the surface of metal objects using electric current.



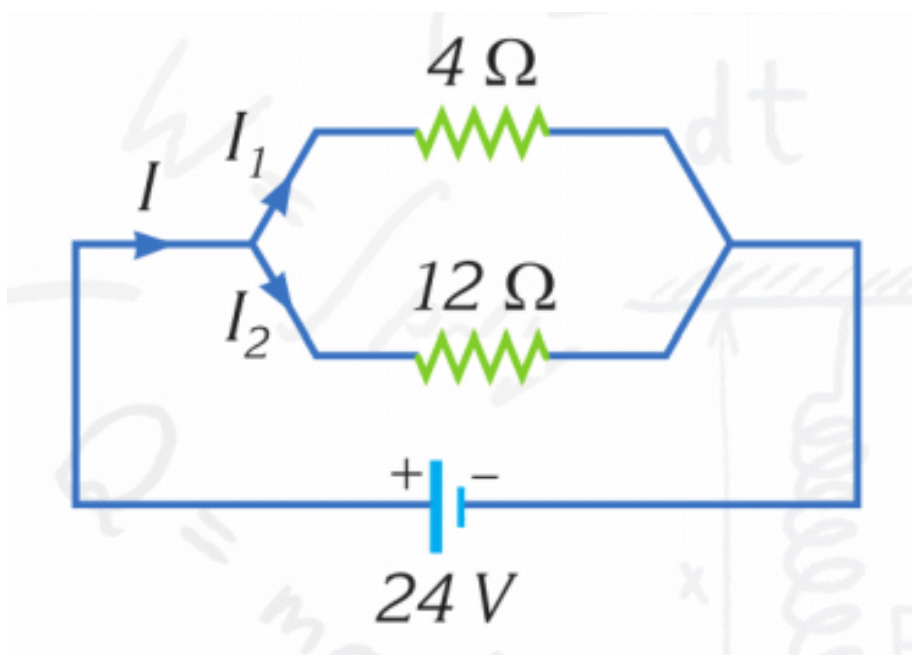
PROBLEMS

ANSWER THE QUESTIONS

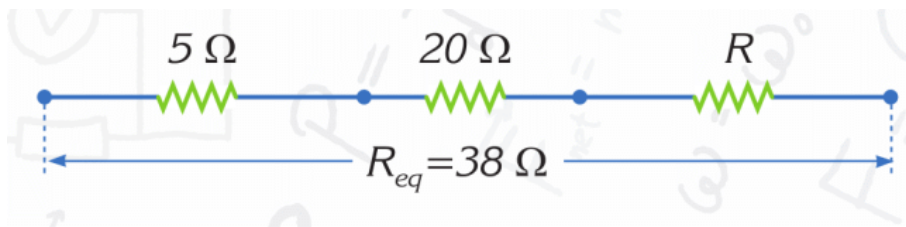
1. What is the equivalent resistance between K and M?



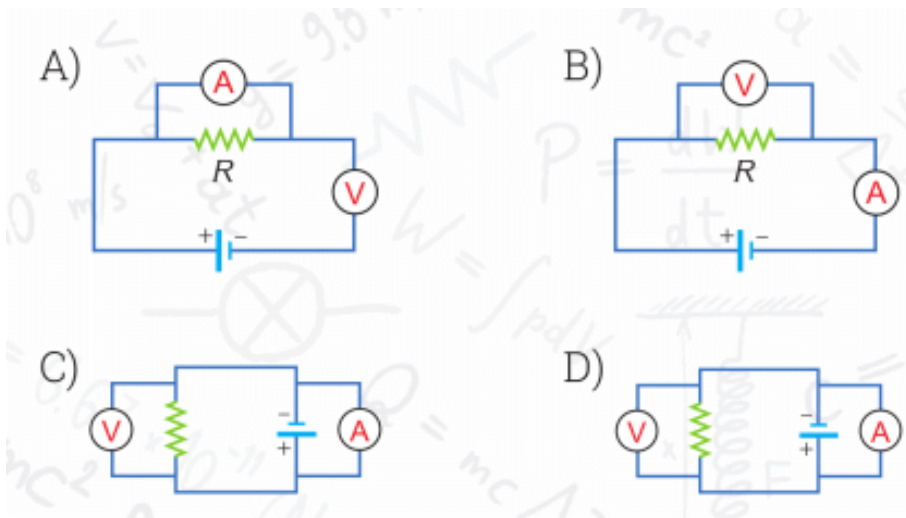
2. Calculate the currents in the circuit.



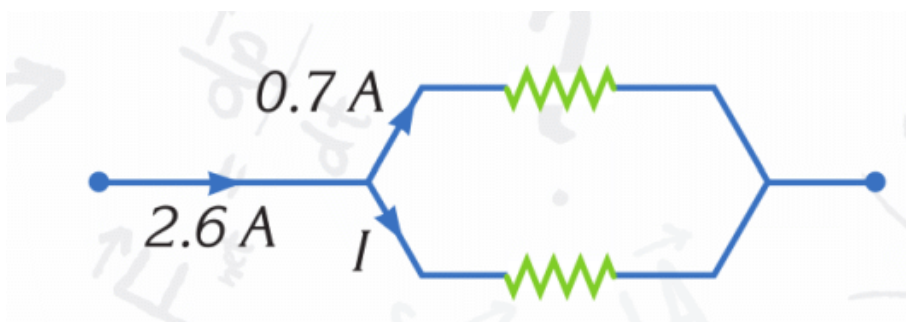
3. What is the resistance R in the circuit?



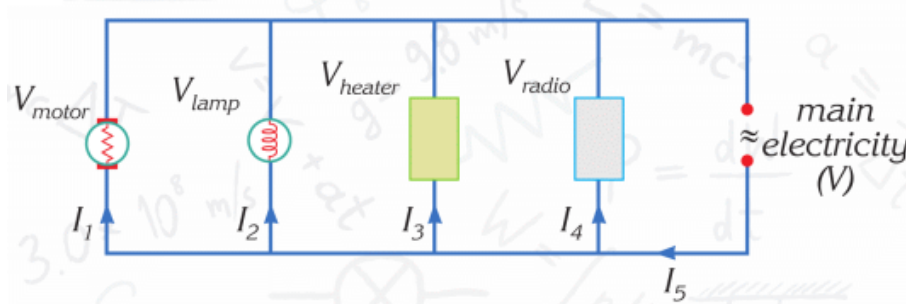
4. A student wants to measure the resistance of a resistor. Which circuit diagram should the student use?



5. What is the current I in the circuit?



6. What is wrong with the circuit given in the figure?



A) $I_1 = I_2 = I_3 = I_4$

B) $V_{\text{motor}} = V_{\text{lamp}} = V_{\text{heater}} = V_{\text{radio}}$

C) I_5 is the largest current

7. 1200 W, 2000 W and 720 W devices will be operated on 220 V at the same time. Calculate the current through each device.

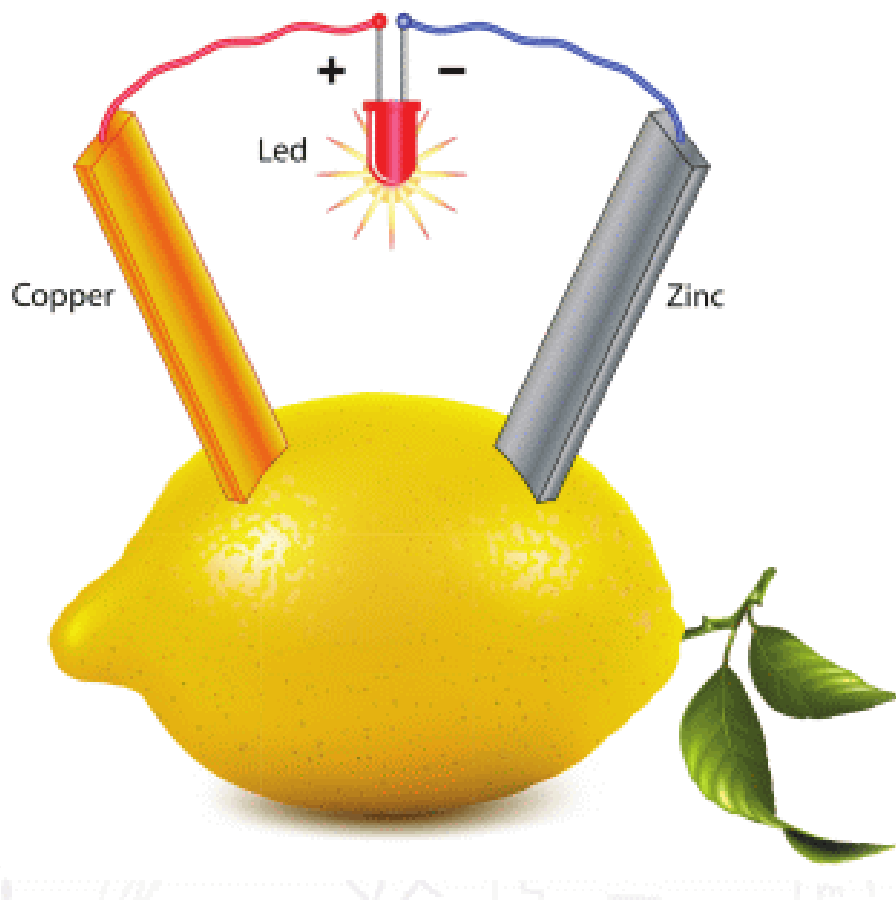
8. A vacuum cleaner of power rating 1440 Watt operates on 240 V. What is the correct current of fuse in the circuit used to operate this machine?

9. The power rating of a kettle is 1200 W. If the kettle draws 5 A, what is the operation voltage of the kettle?

10. If an electrical device dissipates 1800 J in 5 minutes, what is the power of the device?

PHYSICS IN LIFE

1. Fruits and vegetables can produce electricity. How?



2. The cost of electricity of an average lightning is about 1000000 KZT. Why we do not use it?



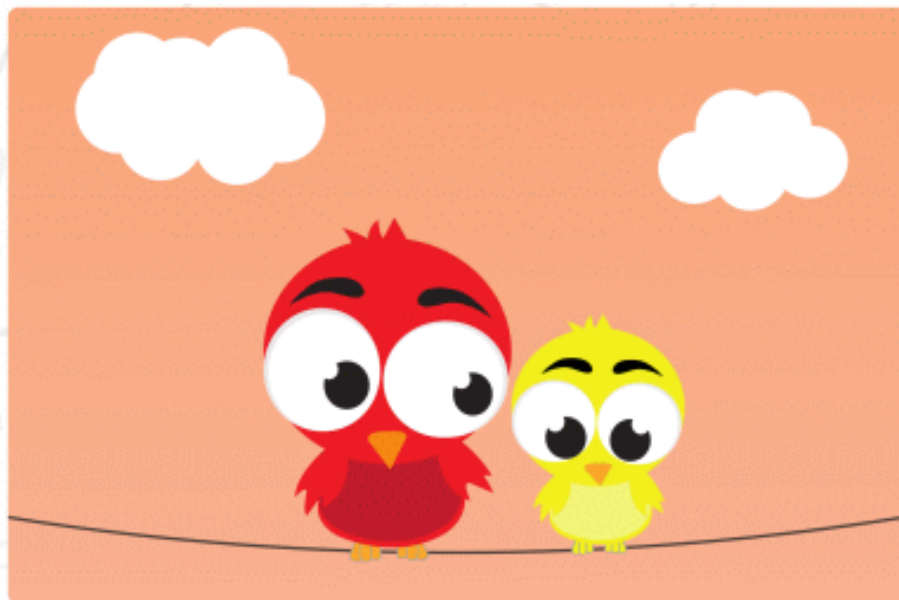
3. Handles of these instruments are made of rubber and plastic. Why?



4. Sometimes doctors use this device to give an electric shock through human body. Why?

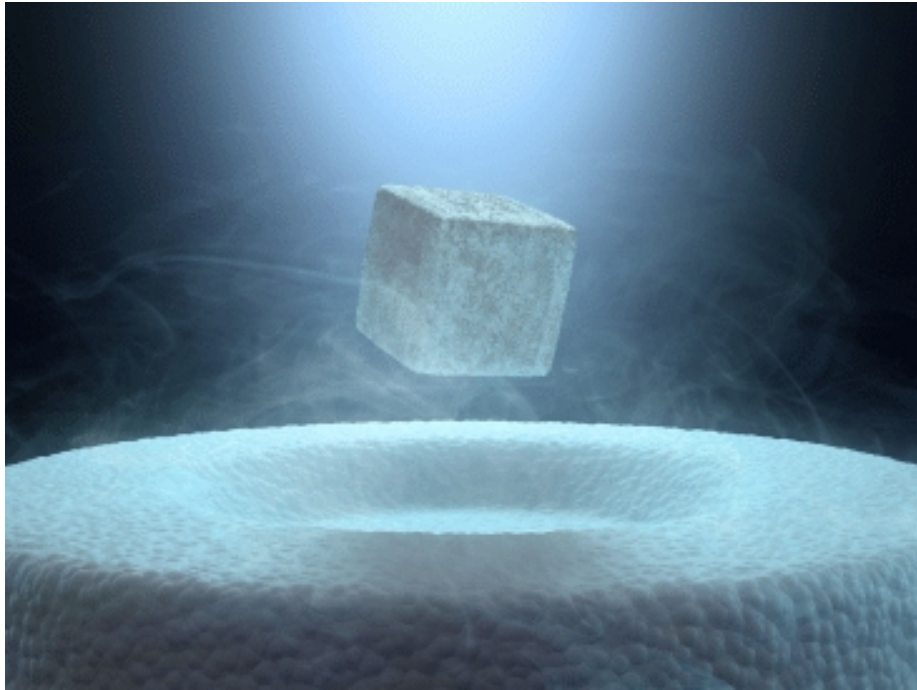


5. Birds can sit on high-voltage wires. However, electricity does not harm them. Why?



6. People are able to control their muscles. How?





CHAPTER 6

ELECTROMAGNETISM

6.1 MAGNETIC FIELD

YOU WILL:

- explain properties of magnetic field;
- determine direction of magnetic field of straight wire and solenoid.

QUESTION



Why do magnets push or pull other magnets and iron objects?

Why can't magnets push or pull plastic or wooden objects?

You attach a magnet to the string. Why does it rotate? Then you attach wood to the string instead of the magnet. Will it rotate?

MAGNETIC FIELD

Тела, имеющие магнитные свойства состоят из доменов. Домен – это группа атомов (количество которых несколько миллиардов), магнитные поля которых направлены в одну сторону. Каждый домен – это маленький магнит.

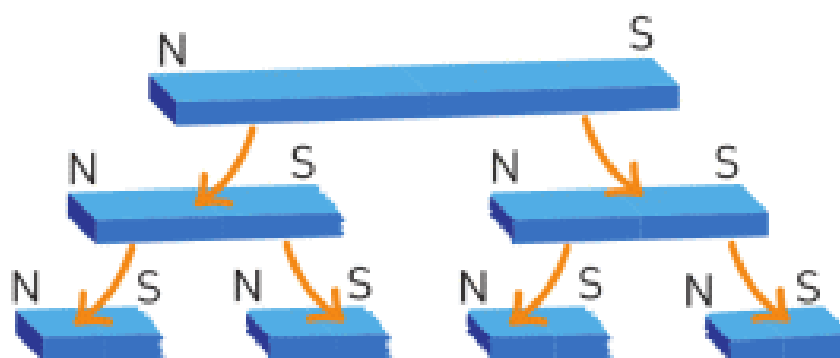


Figure 1

В ненамагниченных телах магнитные поля доменов направлены в разные стороны, а в намагниченных телах – в одну сторону (см. Figure 2).

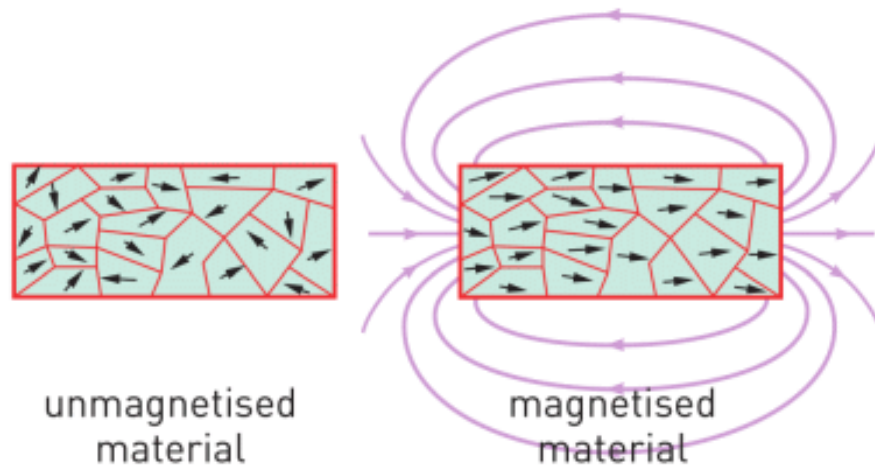


Figure 2

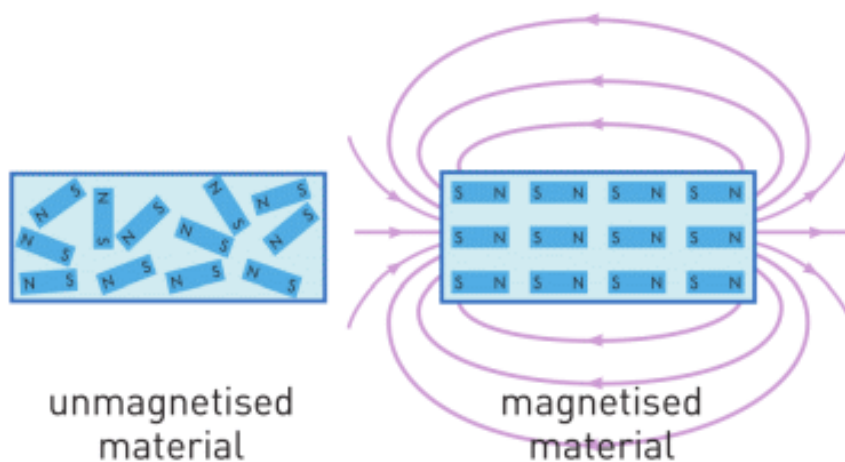


Figure 2

Магнитное поле – можно описать как пространство в котором действует сила, на движущиеся заряженные тела или тела обладающими магнитным свойствами, на расстоянии.

MAGNETIC FIELD LINES

Маленький магнит внутри компаса взаимодействует с магнитным полем Земли, и поэтому вращается, показывая направление Север-Юг.) Если насыпать рядом с магнитом железную стружку, то можно увидеть, как из железной стружки формируются линии (см. Figure 3). Эти линии называются силовыми линиями магнитного поля.

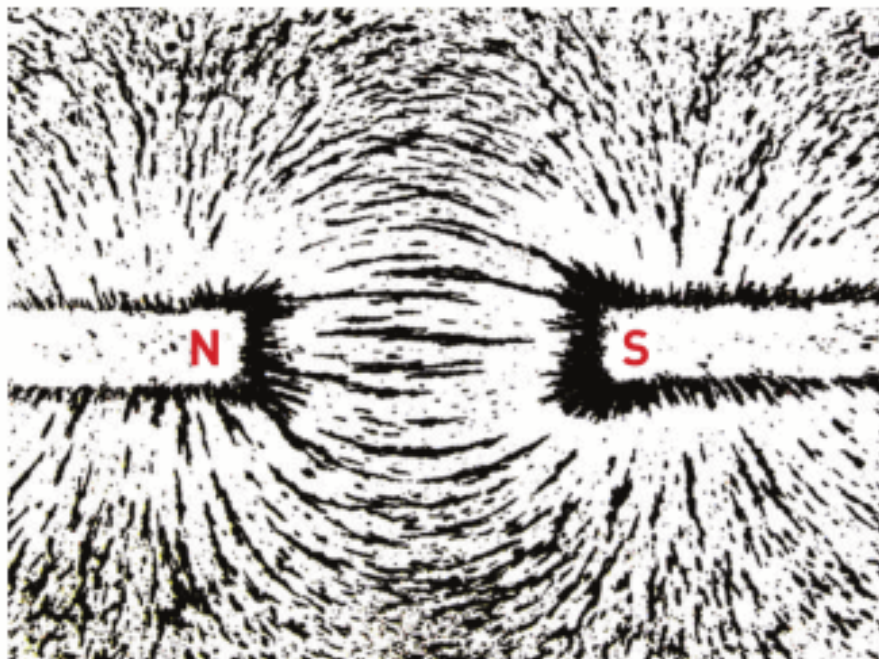


Figure 3

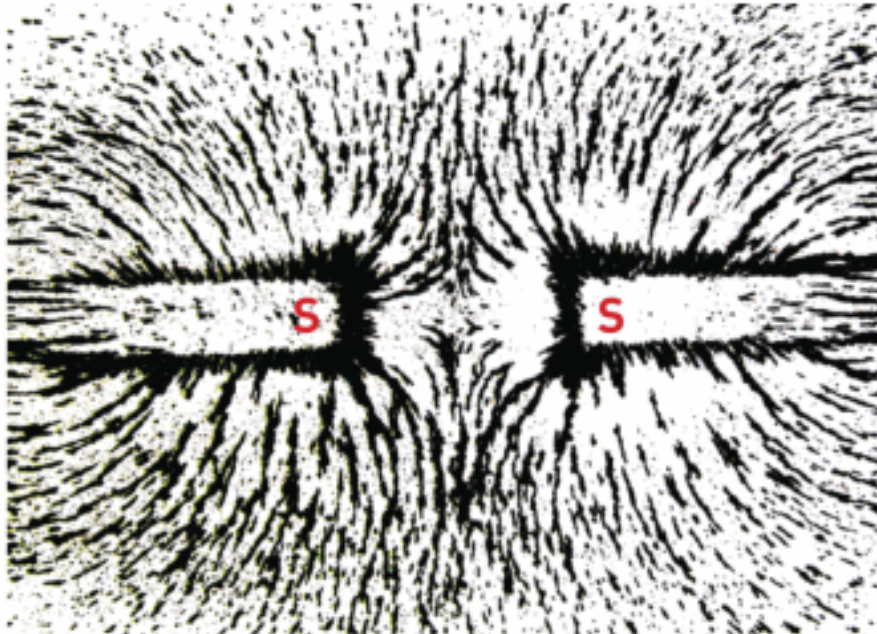
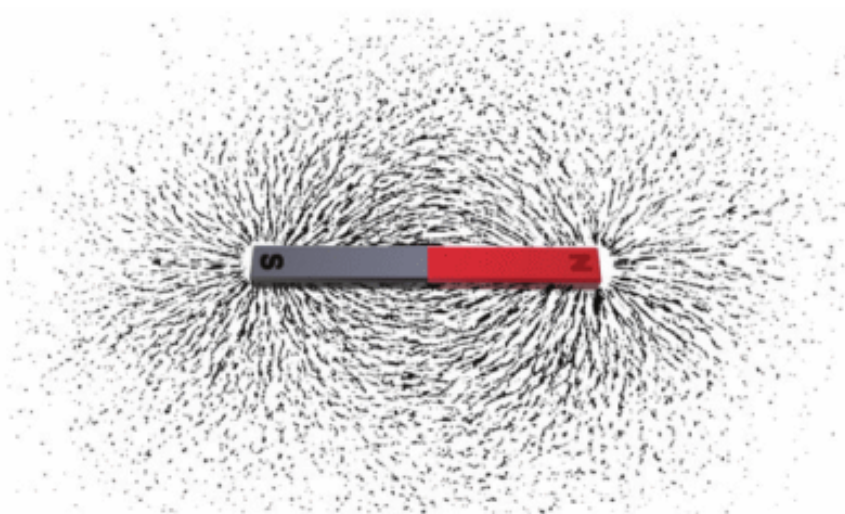
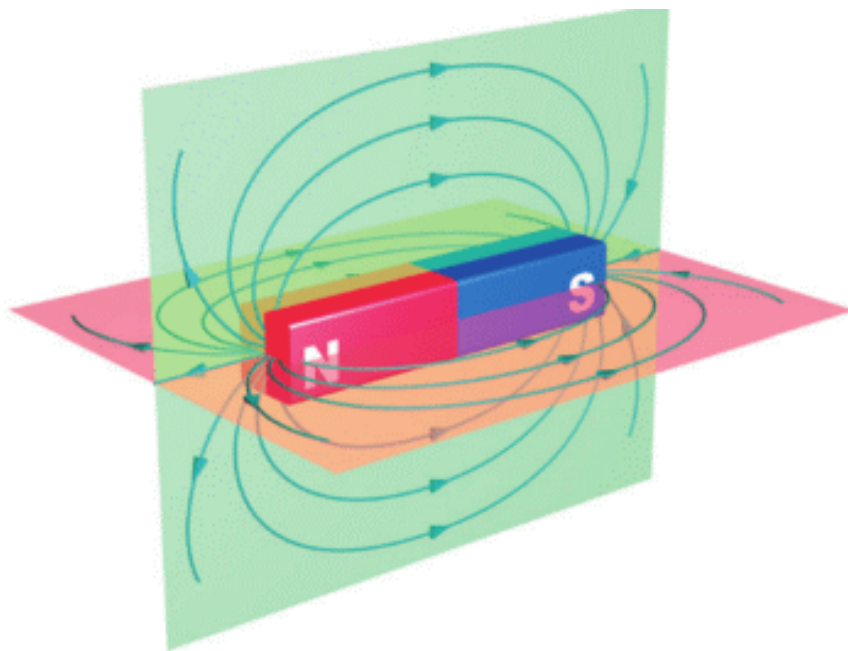


Figure 3

Магнитные силовые линии являются замкнутыми, т.е. не имеют начала и конца. Вне магнита, магнитные силовые линии имеют направление от северного полюса (N) к южному полюсу (S) магнита. Наряду с железной стружкой для визуализации силовых линий магнитного поля, можно также использовать ферромагнитную жидкость.



ELECTRIC CURRENT AND MAGNETIC FIELD

Любой электрический ток порождает магнитное поле в пространстве вокруг себя. На Figure 4 показан прямой провод, подключенный к источнику тока. Если насыпать железную стружку около провода, то можно увидеть силовые линии магнитного поля (Figure 4 a and Figure 4

b). Направление силовых линий магнитного поля можно определить с помощью правила правого буравчика (Figure 4 c).

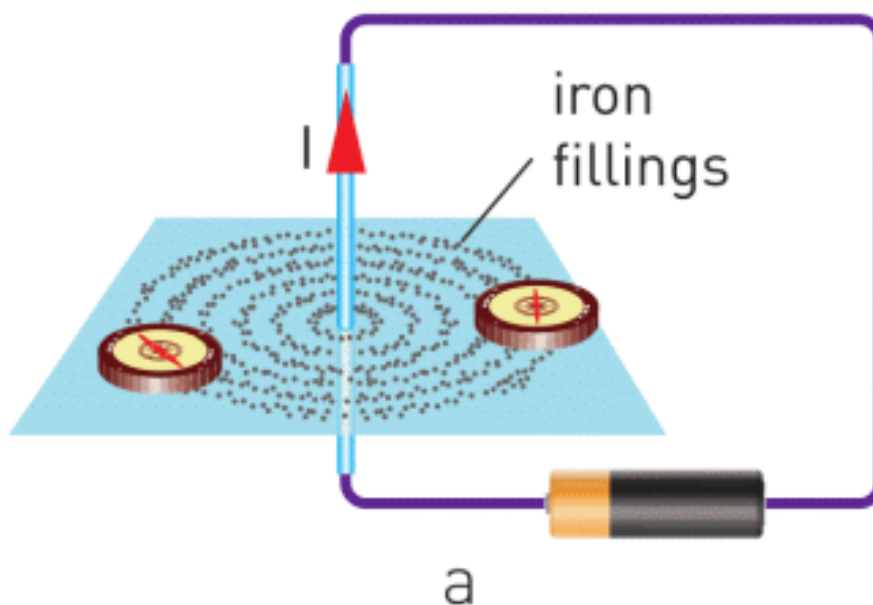
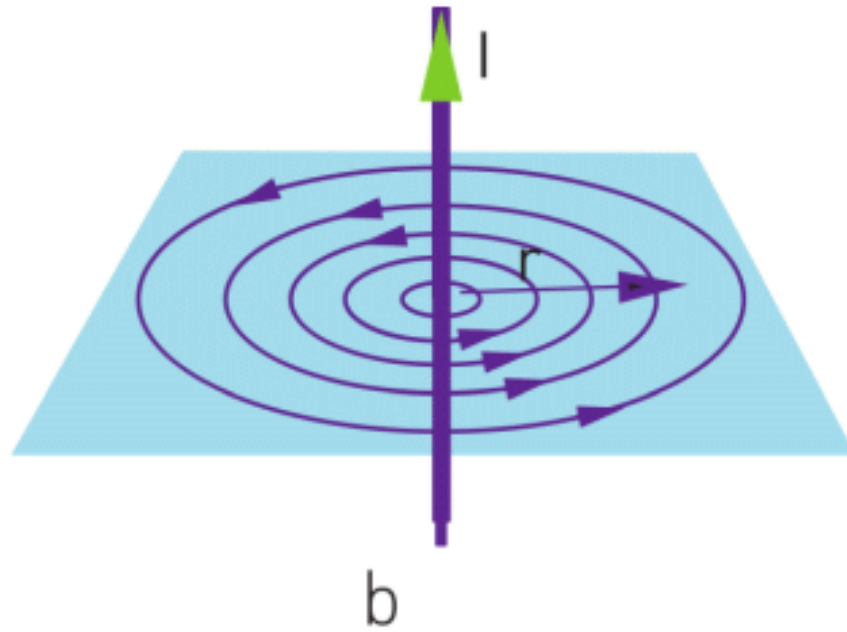


Figure 4.



b
Figure 4.

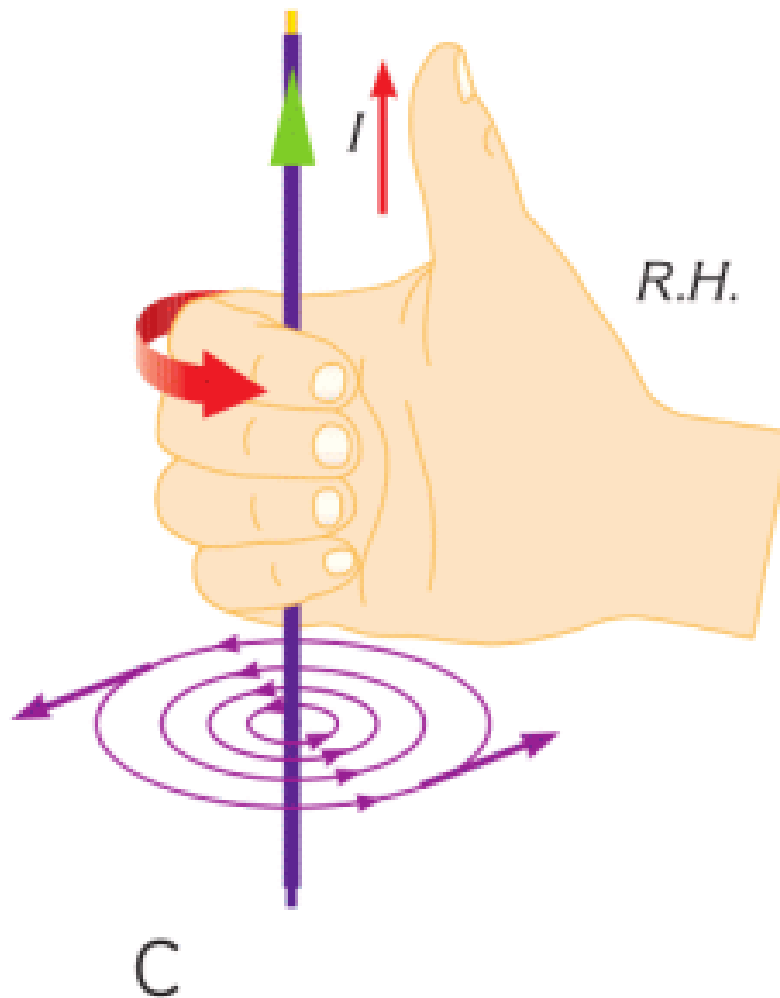
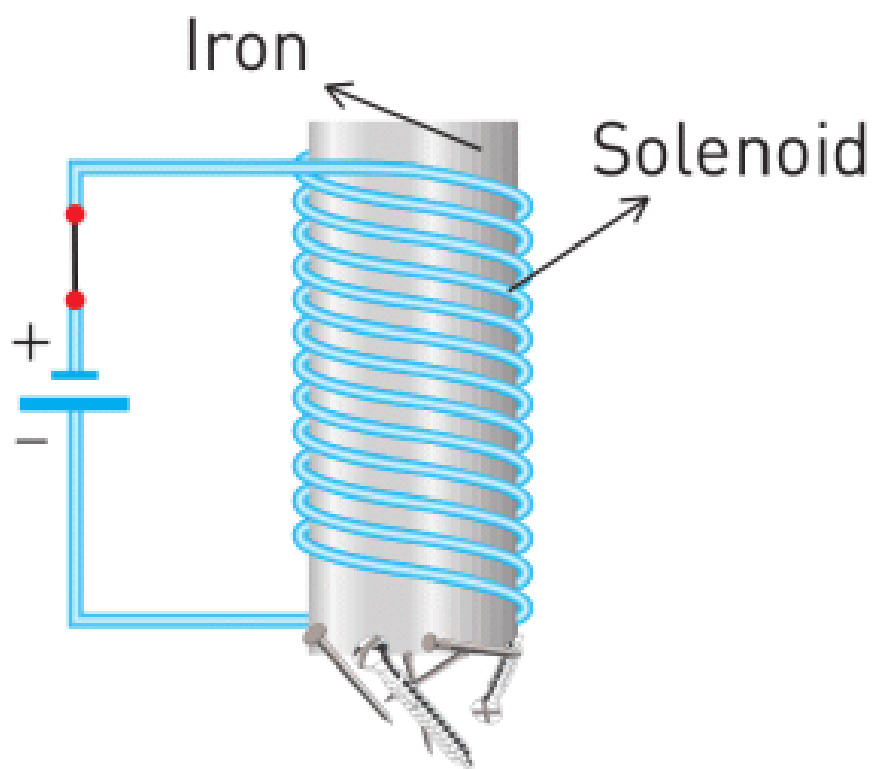


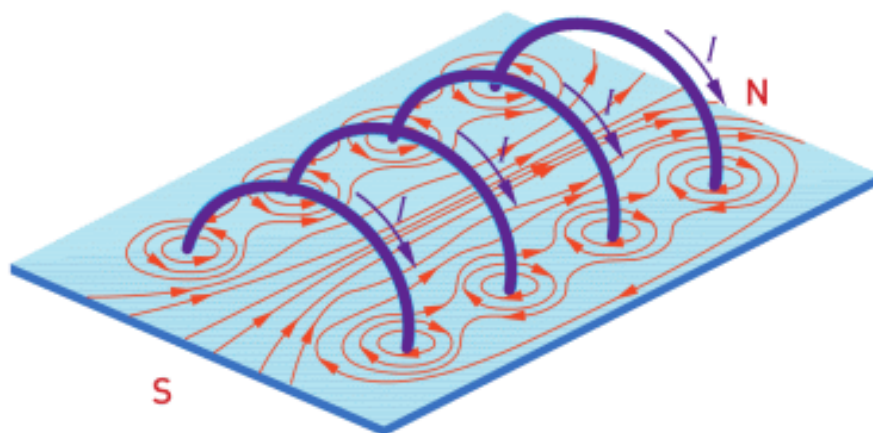
Figure 4.

ELECTROMAGNET

We can construct an artificial magnet using electric current. In Figure 5 a you can see parts of the electromagnet: coil (solenoid) and iron inside of it. The magnetic field lines of the electromagnet are shown in the Figure 5 b.



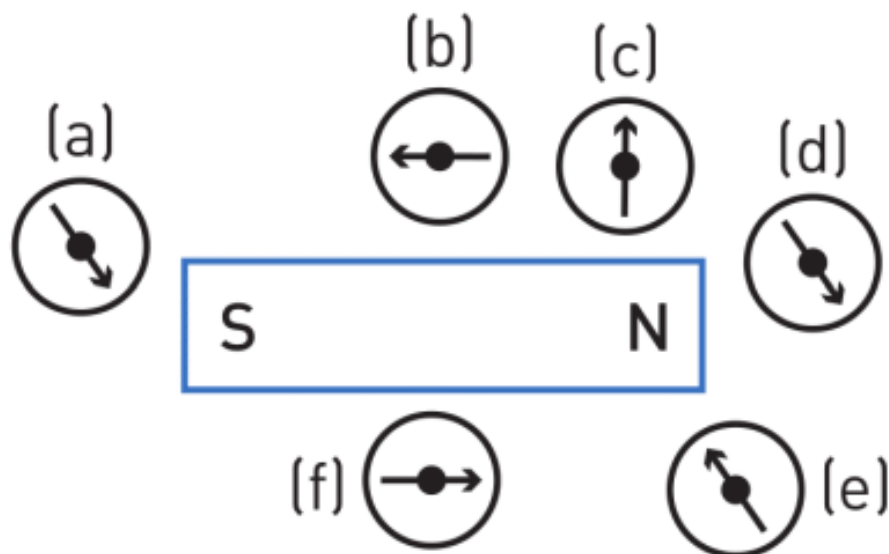
a) Working electromagnet
Figure 5.



b) Magnetic field in solenoid
Figure 5.

You can find the direction of the magnetic field lines using Right-Hand rule (R.H.R.). Four fingers show the direction of the current and thumb shows the direction of the magnetic field.

ACTIVITY

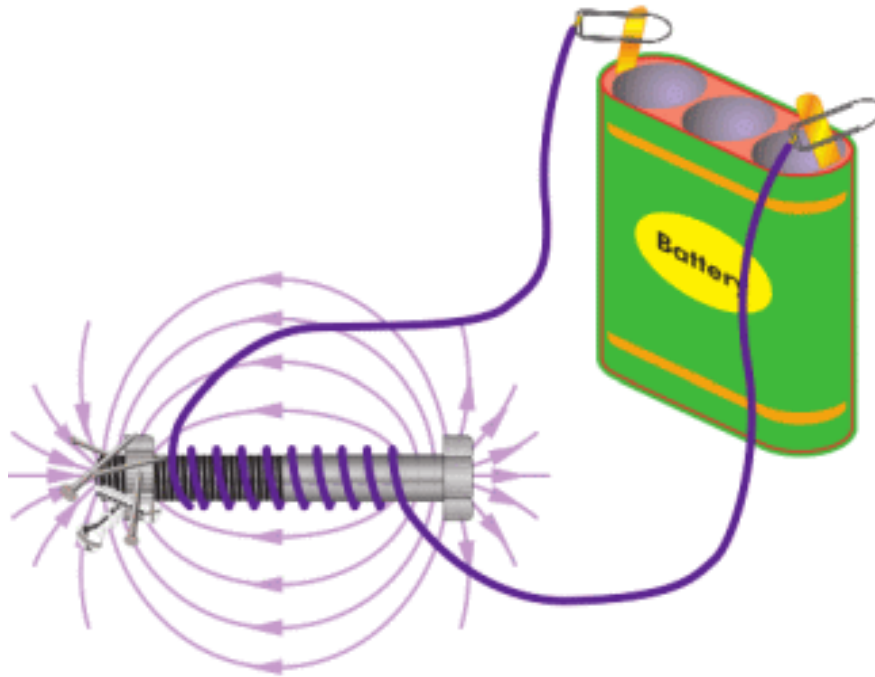


Which of the compass-needles do correctly show the magnetic field lines? Head of the arrow is North. A tail of the arrow is South.

RESEARCH TIME

Materials: a wire with insulation, a nail, battery (1.5 Volts or 9 Volts), small iron objects.

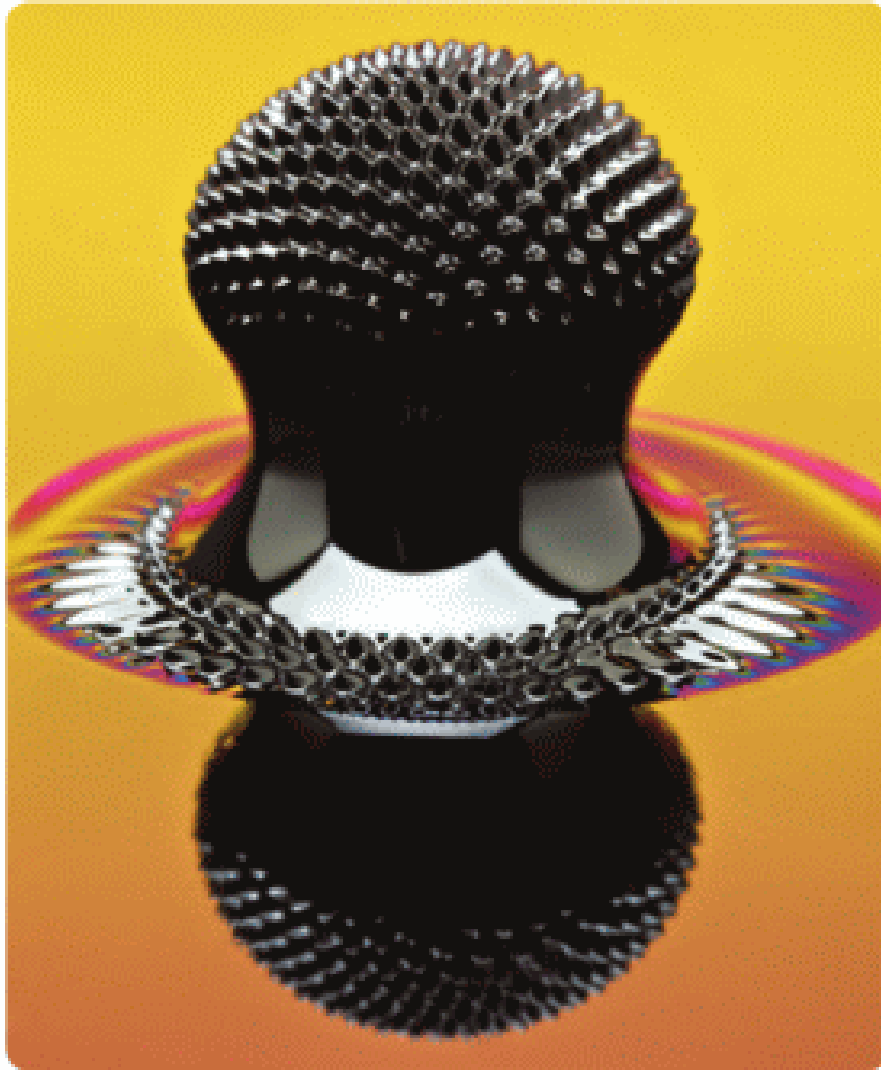
Procedure: Make a setup the same as shown on the figure. Why do iron objects stick to the nail?



What happens if you add more turns of wire?

What happens if you disconnect the wire from the battery?

FACT



Magnetic fluid (ferrofluid) is used in Hard Disk Drives (HDD), loudspeakers and cancer treatment.

LITERACY

1. Why do magnets push or pull at a distance? Why can you not push or pull any object at a distance?
2. Why are some materials magnetic and other materials are not?
3. When you heat a magnet, it loses its magnetic property. Why do you think this happens?

4. Why does the Earth have the magnetic field? How do animals and people use the magnetic field of the Earth?
5. Why does atom have the magnetic field?
6. What may happen if the Earth has no magnetic field?

ART TIME

Can you make a “magnetic fluid” or “magnetic putty”? What materials can you use? Search “magnetic fluid” or “magnetic putty” on YouTube. Make the “magnetic fluid” or “magnetic putty” and show to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- iron – темір / железо
- magnetic field – магнітне поле / магнитное поле
- compass – компас / компас electromagnet – електромагніт / электромагнит

6.2 MAGNETIC FIELD IN NATURE

YOU WILL:

- describe magnetic phenomena in nature.

QUESTION



Birds travel long distances, but they do not use any compass and technology. How do birds and some other animals navigate?

MAGNETIC FIELD IN NATURE

Магнитное поле Земли имеет очень большое значение для жизни на планете.

Магнит, подвешенный на нитке, поворачивается и указывает на направление Север-Юг. Это является доказательством существования магнитного поля Земли.

Одной из догадок, объясняющих причину существования магнитного поля Земли, является движение расплавленного металла в ядре Земли. Движение расплавленного металла порождает электрический ток, который, в свою очередь, является причиной возникновения магнитного поля.

Магнитные полюса и географические полюса Земли находятся в разных точках земной поверхности. Угол между ними примерно равен 10° .

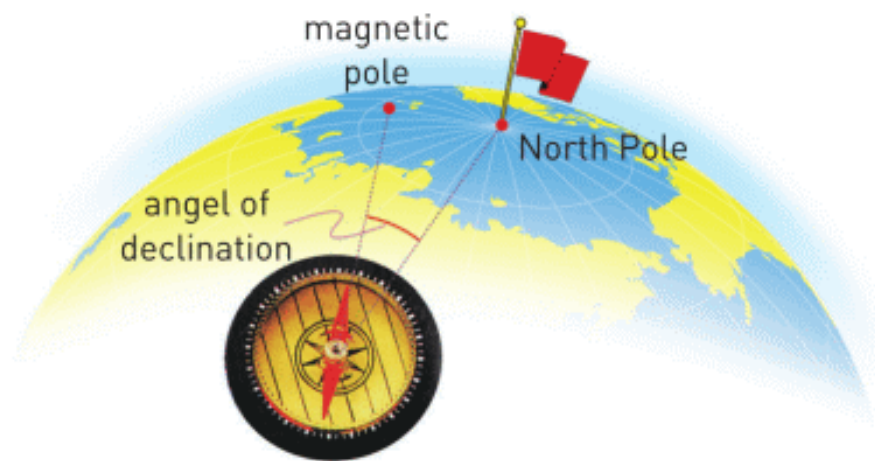


Figure 1

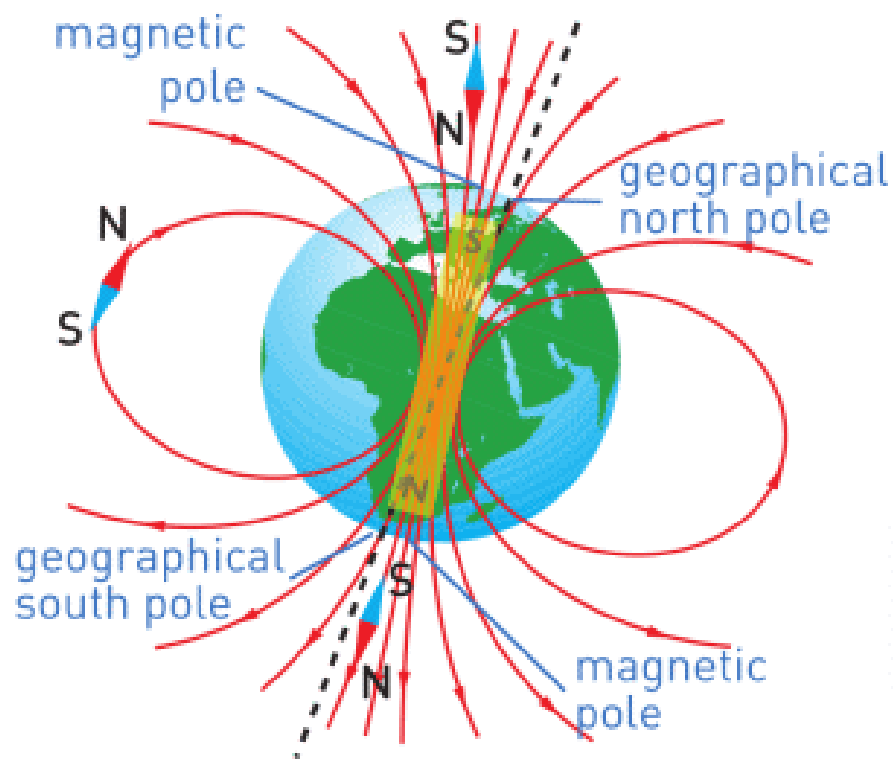


Figure 1

Силовые линии магнитного поля Земли на экваторе направлены параллельно поверхности Земли (горизонтально), а на полюсах перпендикулярно поверхности Земли (вертикально).

Влияние магнитного поля Земли может достигать расстояния около 70000-80000 км.

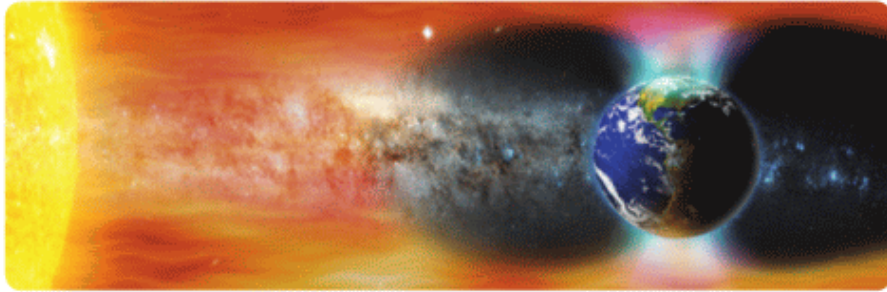
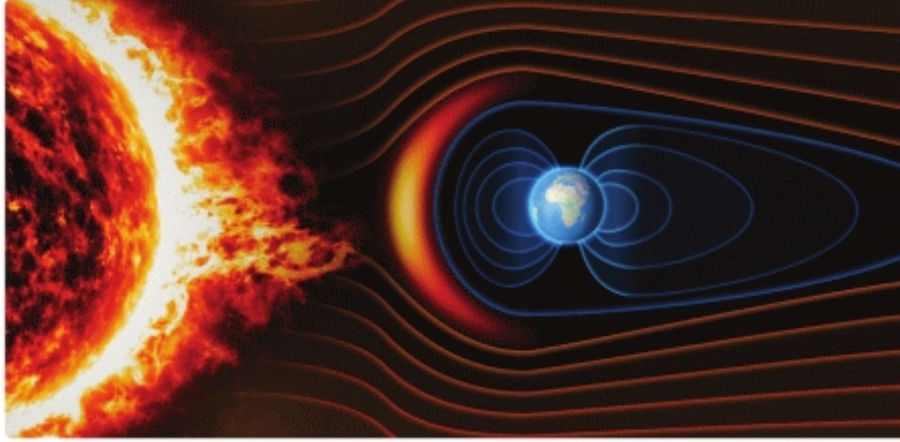


Figure 2



Figure 3

Область влияния магнитного поля Земли называется магнитосферой. Магнитосфера защищает Землю от разрушительного излучения, исходящего от Солнца. Если бы магнитосфера Земли была чуть меньше чем нужно, то космические лучи были бы причиной многих заболеваний, таких как рак и опухоль. Без магнитосферы Земли жизнь на планете невозможна.

BIRDS

The results of the research indicate that birds use the Earth's magnetic field to determine their direction of flight, Figure 4. The presence of the magnets placed on their heads destroyed the orientation of magnetite particles naturally inside the bird's own head so that they could not sense the Earth's magnetic field.



Figure 4

Magnetite particles have also been found in other living things such as bacteria, monarch butterflies, tuna fish, dolphins, and whales.

MAGNETOSTATIC BACTERIA

Some types of bacteria living in the water around the magnetic poles of the Earth find their direction of motion by using the Earth's magnetic field. For this reason, these bacteria are called magnetostatic bacteria.

They have intracellular chains of magnetite particles in their bodies as shown in Figure 5. The iron oxide particles in the chain act as tiny magnets and help bacteria to determine the downward direction. Thus they can move down to nutrient-rich sediments or stay in optimal depths in water. Remember that at the magnetic poles magnetic field lines extend down towards the Earth's core.

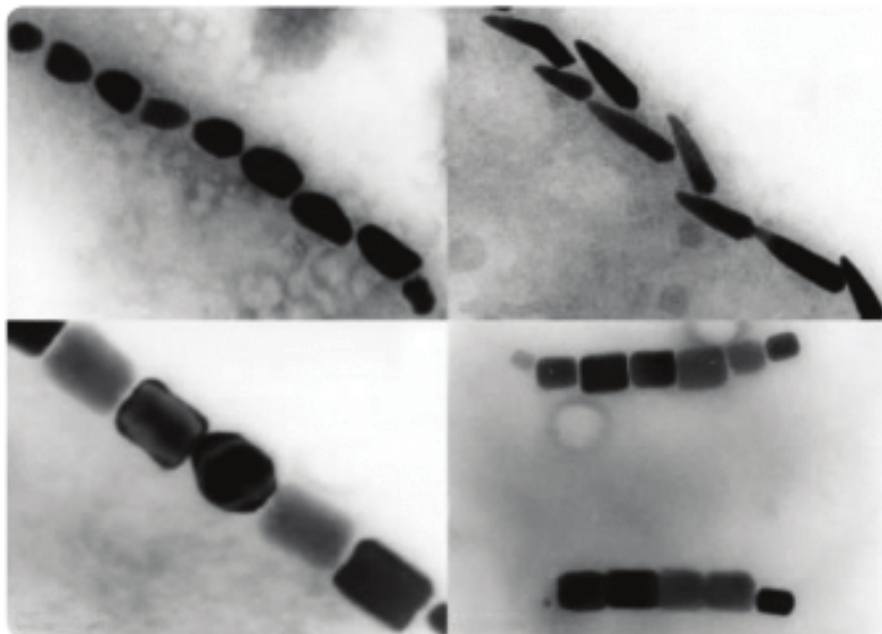
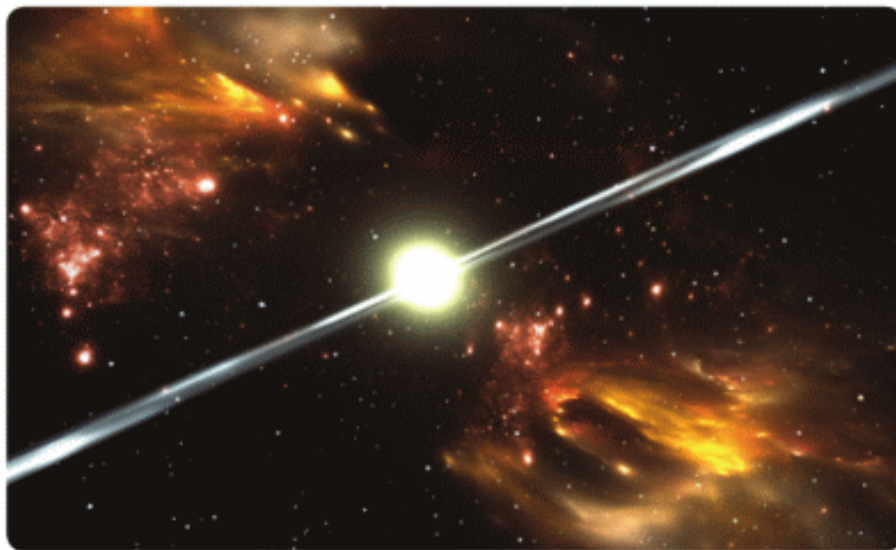


Figure 5

FACT



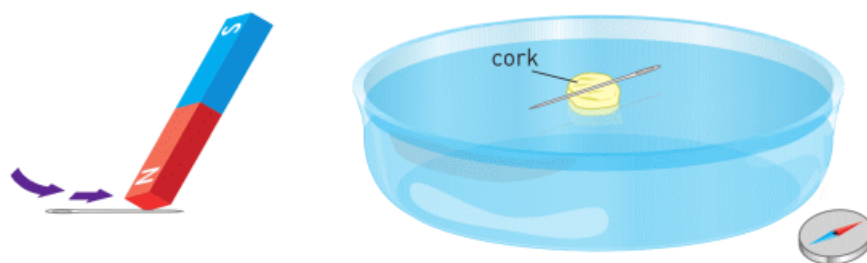
The greatest magnets in the Universe are neutron stars. Their magnetic field could be 10^{15} stronger than Earth's.

IT-LINK

Download smartphone or tablet application – compass.

RESEARCH TIME

Materials: water, plate, needle, magnet, tape, styrofoam or cork.



Procedure: Rub the needle with the magnet many times. Tape the needle to styrofoam and put them on the water. In

which direction does the needlepoint? Why does it show that direction?

LITERACY

1. What is the role of magnetic field in nature?
2. What is magnetosphere and how does it protect us?
3. Are magnetic North and geographical North the same places?
4. Give examples of how animals and people use the magnetic field to navigate.

ART TIME

Hide a treasure (important thing) anywhere and mark it on map. Show coordinates to your classmates. Use a compass or smartphone application to find classmate's treasures.

TERMINOLOGY

- hazardous – қауіпті / опасный
- cosmic rays – ғарыштық сәулелер / космические лучи
- hemisphere – жарты шар / полушарие
- to navigate -бағдар алу / ориентироваться

6.3 ELECTRIC MOTORS

YOU WILL:

- describe the effect of the magnetic field on current carrying wire;
- explain the structure and working principles of an electromotor and electric devices.

QUESTION

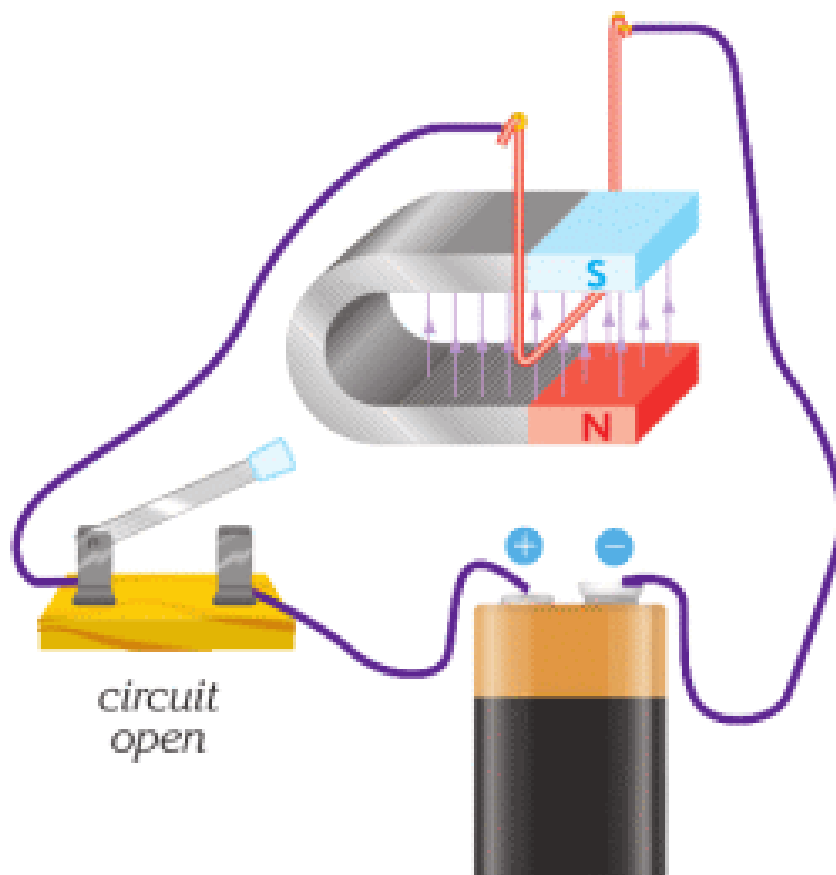


Why do these tools need electricity to work? Why can't they work without it?

ELECTRIC MOTORS

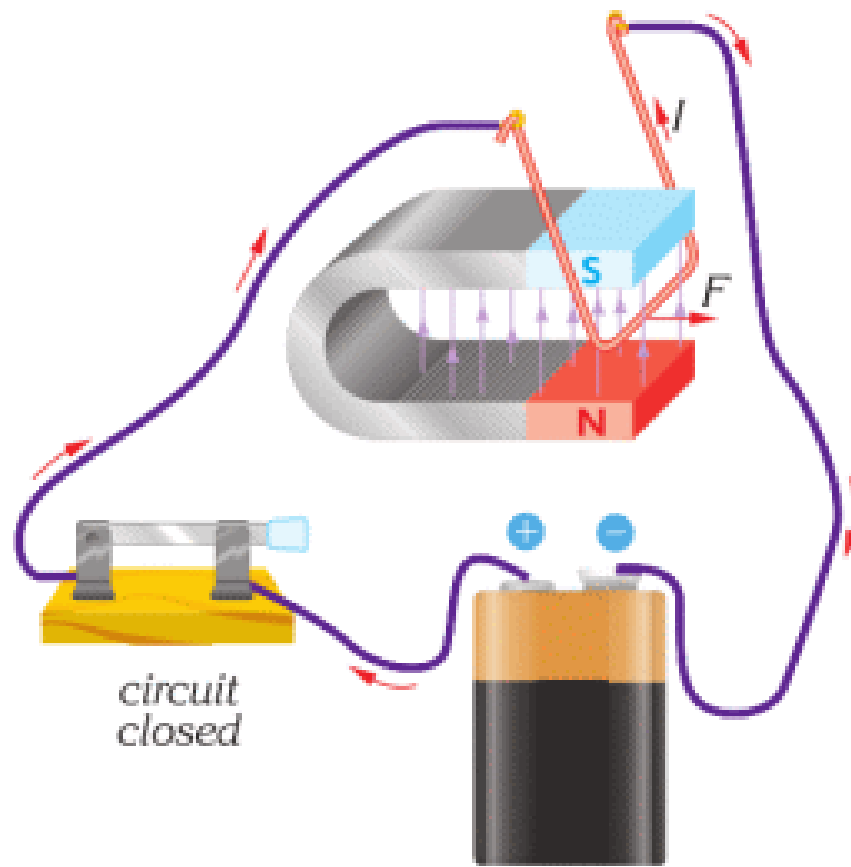
Когда электрический ток протекает через проводник, внешнее магнитное поле может быть направлено таким образом, что на проводник с током будет действовать сила. Направление силы зависит от направления тока,

Figure 1 a, b. Когда тока нет, нет и внешней силы, Figure 1 c. Сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током называется магнитной силой.



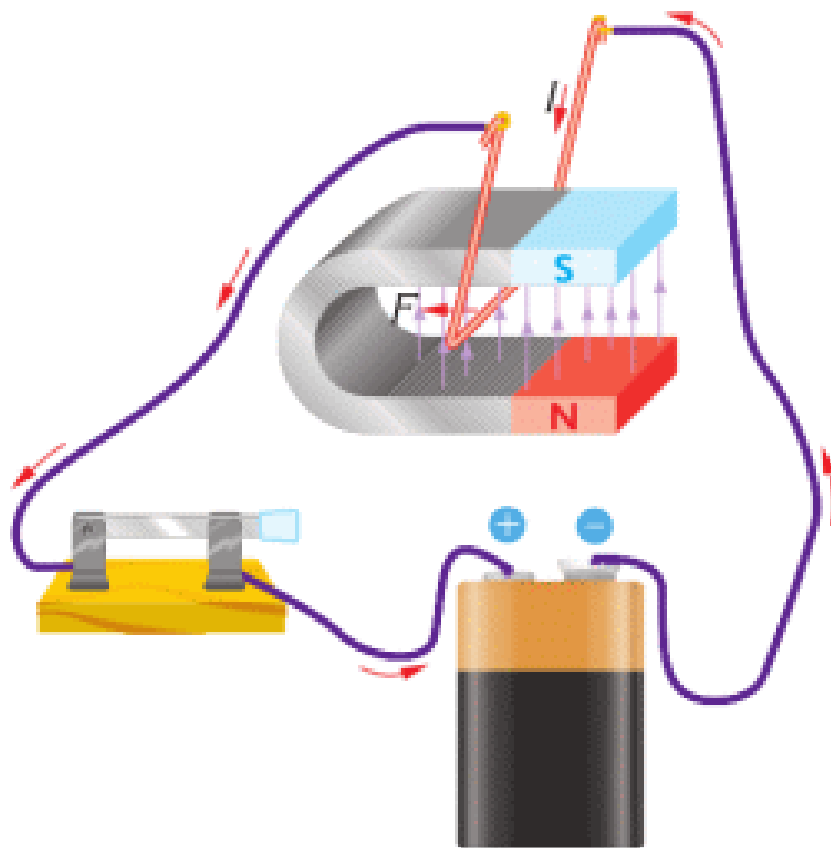
a

Figure 1



b

Figure 1



C

Figure 1

Мы можем использовать эту силу, для примера рассмотрим принцип работы электрического мотора. Он преобразует электрическую энергию в механическую. Простейшая модель мотора изображена на Figure 2 a. Мотор имеет магниты и катушку, Figure 2 b. При протекании тока через мотор, магниты вращают катушку с током.

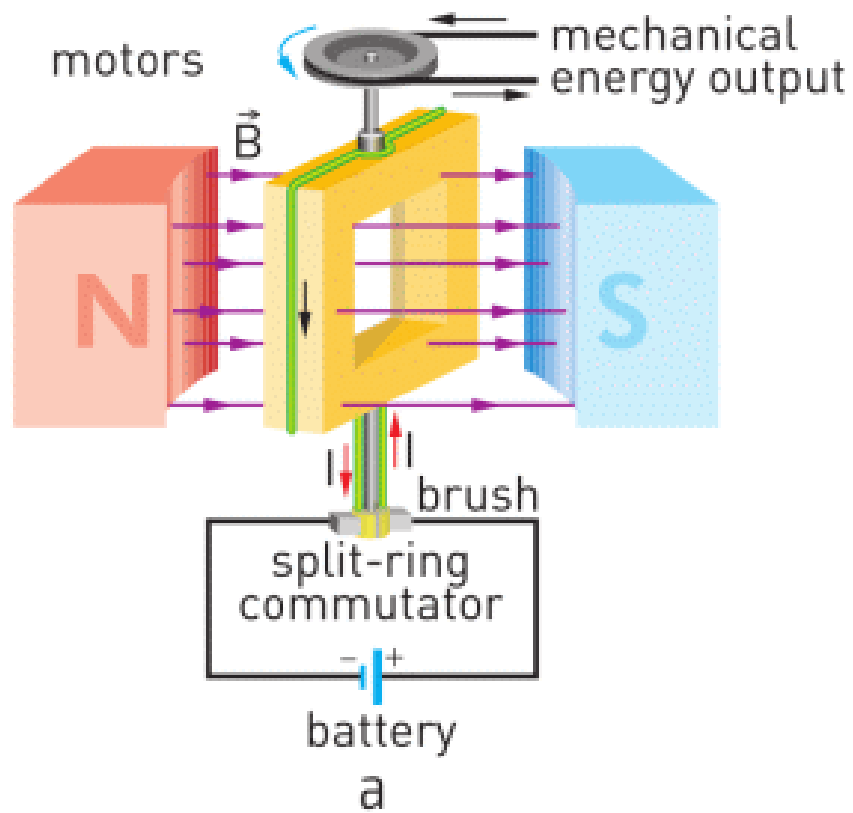
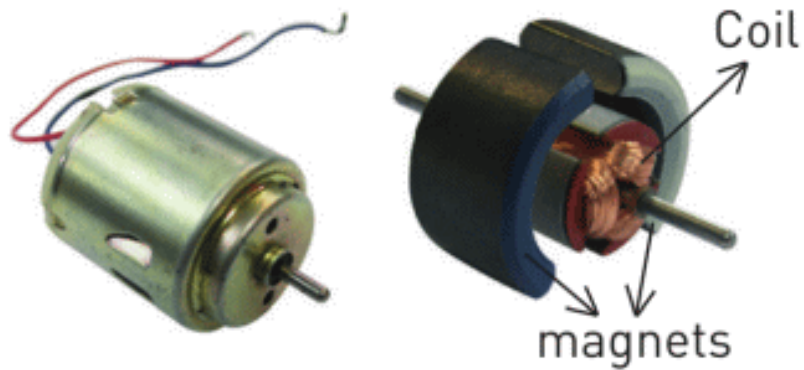


Figure 2



b

Figure 2

Как вы думаете, где можно использовать такой мотор в повседневной жизни?

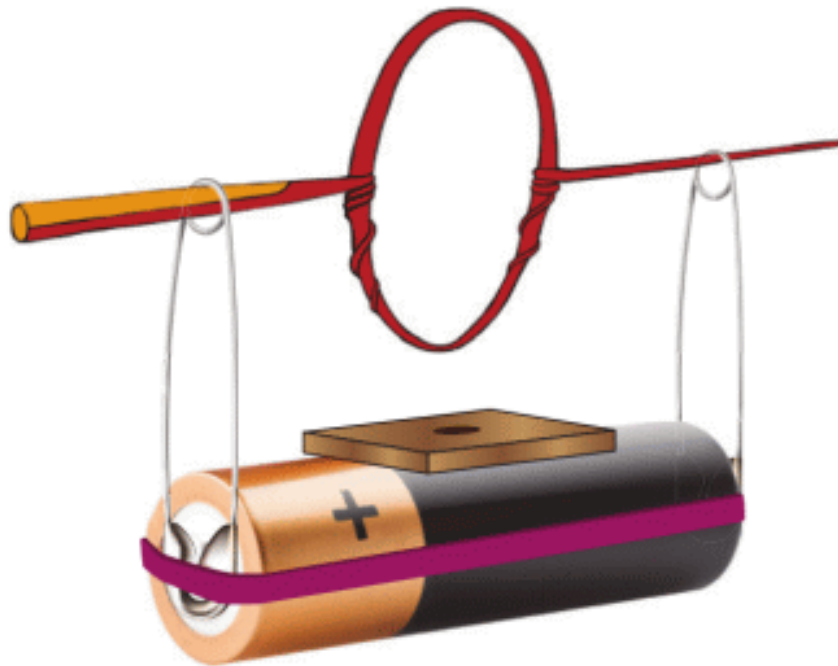
FACT



MagLev (magnetic levitation) trains use a magnetic field to float above the ground. When they move they do not touch the ground.

RESEARCH TIME

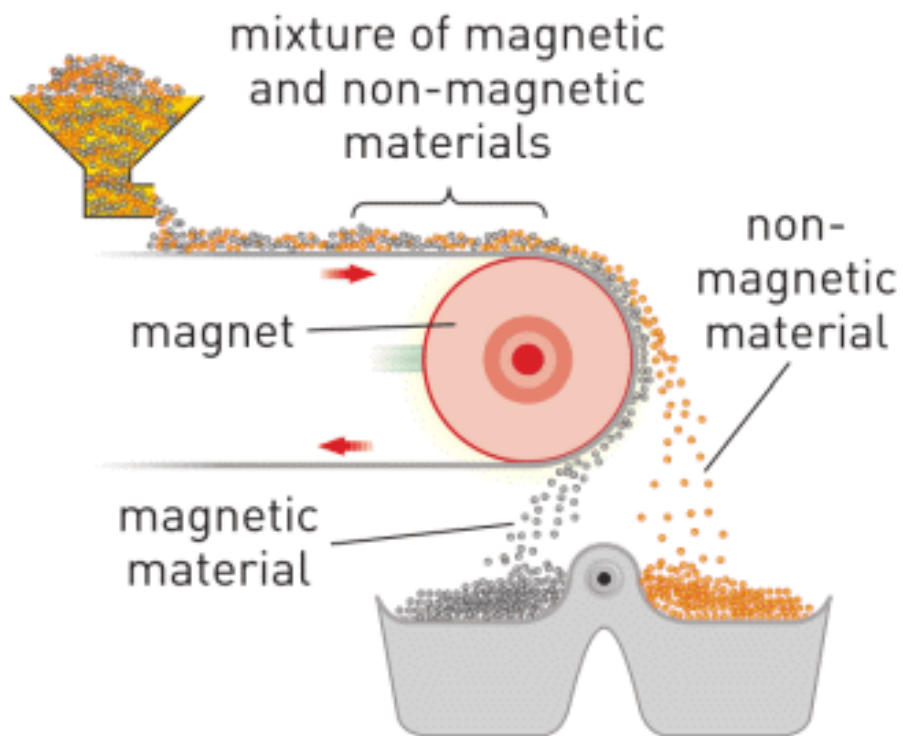
Electric motor



Materials: magnet, battery, safety pin, insulated copper wire, scissors, cutter, rubber band.

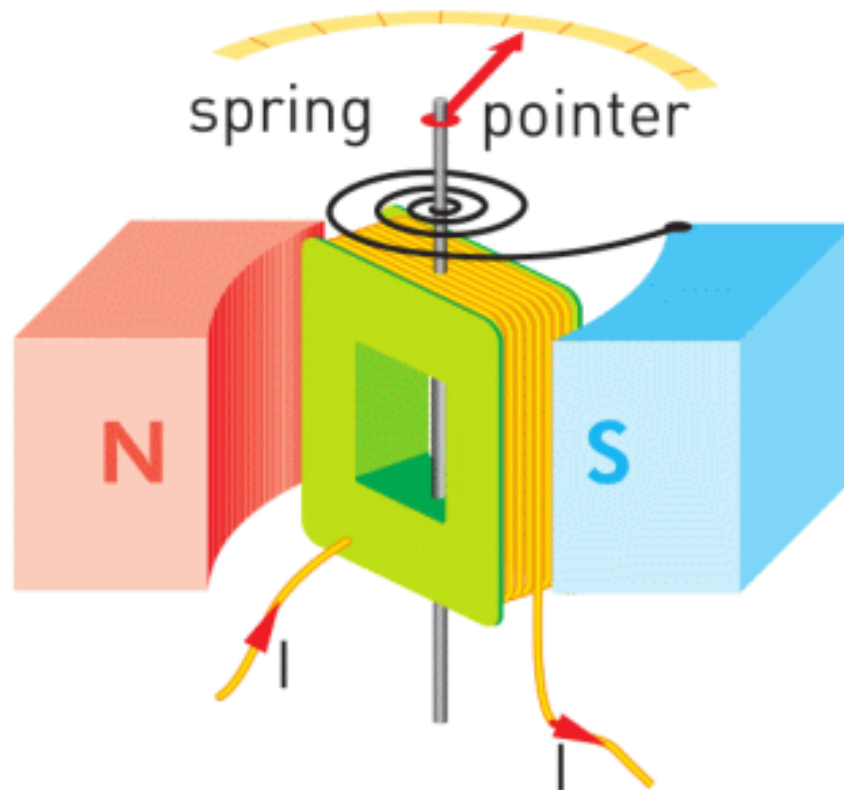
Procedure: Use Youtube.com. Search “Simple electric motor”.

FACT



Permanent magnets are used to separate magnetic materials from nonmagnetic ones. The figure below shows how a magnet can separate magnetic materials such as iron pieces from a mixture.

ACTIVITY



We can use magnetic force in other devices, for example, in ammeters and voltmeters. The model of these tools is shown on the figure. How do you think these devices work? Can you explain the functions of all parts? Discuss your answers.

ACTIVITY

Design a toy

You need to design and draw a toy that can move and do certain functions. You choose the mass, functions, operating current, number of batteries, and number of motors in your toy.

Instructions:

- The motor works with a current no more than 1.5 A.

- Each battery can produce current no more than 0.75 A. It means 2 batteries can produce maximum 1.5 A.
- The motor produces a force. Formula: Force [N] = 4 × Current [A] - 6 N of motor force can push no more than 300 grams of toy's mass.
- One battery has a charge of 3 Ah.
- Mass of 1 battery is 30 grams.
- Mass of 1 motor is 50 grams.

Tasks:

- a) Draw a picture of your toy. How big is your toy? What is the mass of your toy without motors and batteries?
- b) What is your toy's function? What is the operating current? How much force does it need?
- c) How many batteries does your toy need? What is the total mass of your toy?
- d) How much money do you spend on batteries?
- e) You need to calculate how much time your toy can work.

Use this formula

$$\text{Time [h]} = \frac{\text{Number of batteries} \times \text{Total Charge of batteries [Ah]}}{\text{Total operating current [A]}}$$

- 3 × Total operating current [A]

ART TIME

Can you make a “Curie pendulum”? How does it work? Make it and show it to parents, teachers, and friends.

LITERACY

1. An electric motor of a lift can lift a maximum mass of 1000 kg. What can you do to make motor lift more?
2. Why do electric motors use magnets? Why do electric motors use electric current?
3. Loudspeakers, headphones, and other sound devices need magnet. Why?
4. Why are “MagLev” trains faster than normal trains?
5. What can happen if all electromotors on the Earth stop for one hour?

TERMINOLOGY

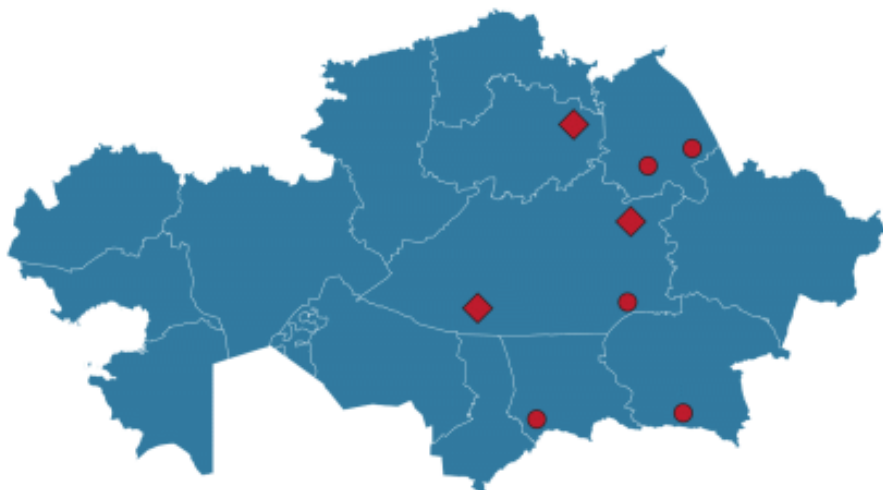
- external – сыртқы / внешний
- electric motor – электр мотор / электрический двигатель
- mechanical energy – механикалық энергия / механическая энергия

6.4 ELECTRICITY PRODUCTION

YOU WILL:

- describe electromagnetic induction;
- give examples of electricity production in the world and in Kazakhstan.

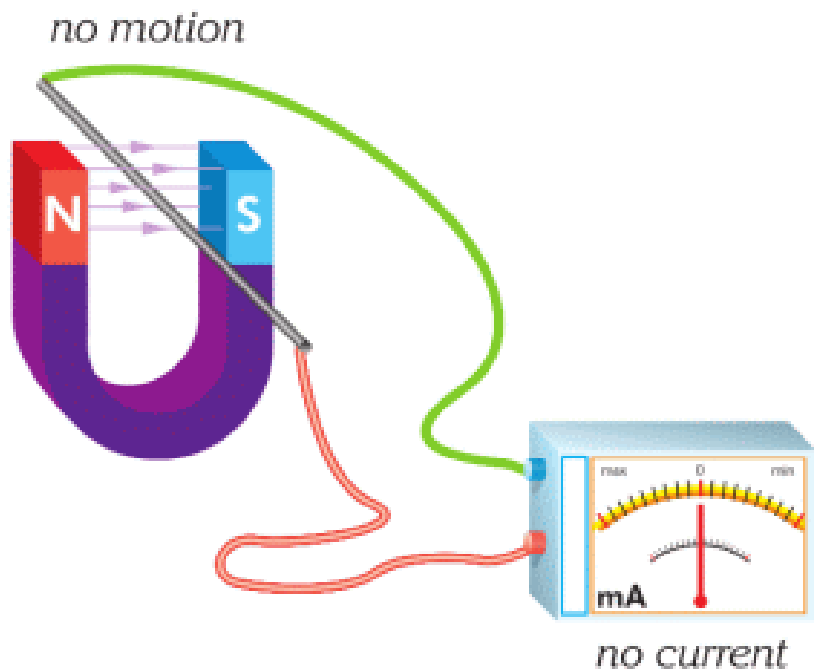
QUESTION



Why does Kazakhstan produce electric energy mostly from the fossil fuel? How would you explain the general process of electricity production?

ELECTRICITY PRODUCTION

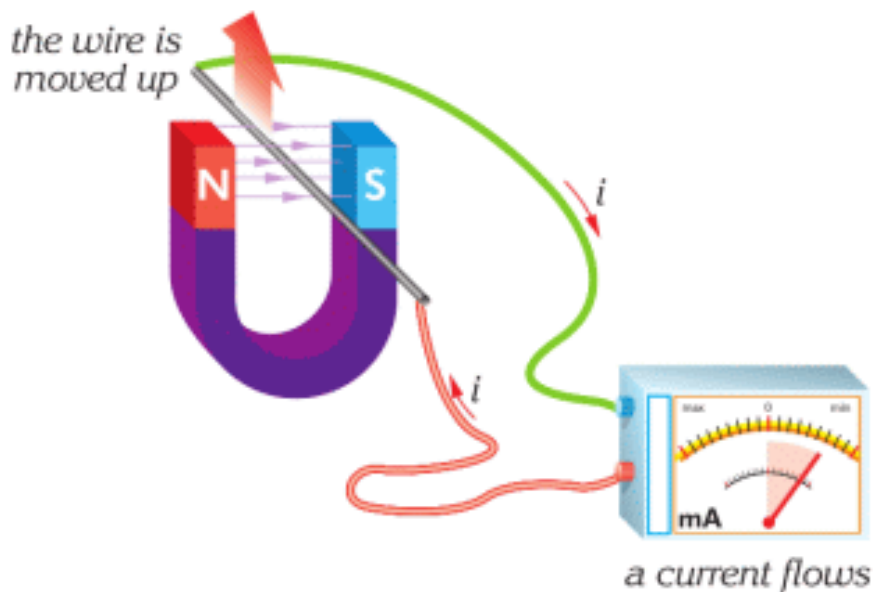
На Figure 1 а показаны соединительные провода, амперметр и магнит.



a

Figure 1

Так как источника питания нет, стрелка амперметра показывает отсутствие электрического тока. Но если потянуть провод вверх, стрелка амперметра немного отклонится, Figure 1 b.



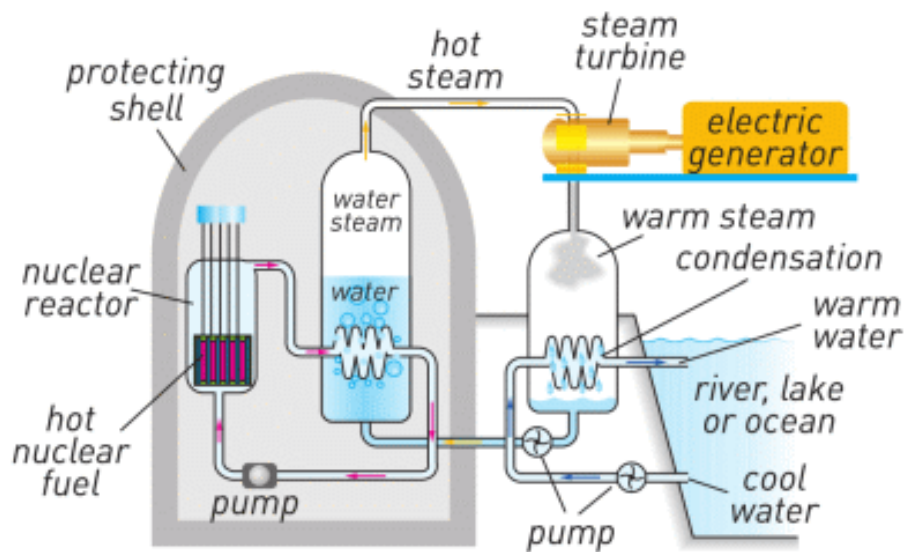
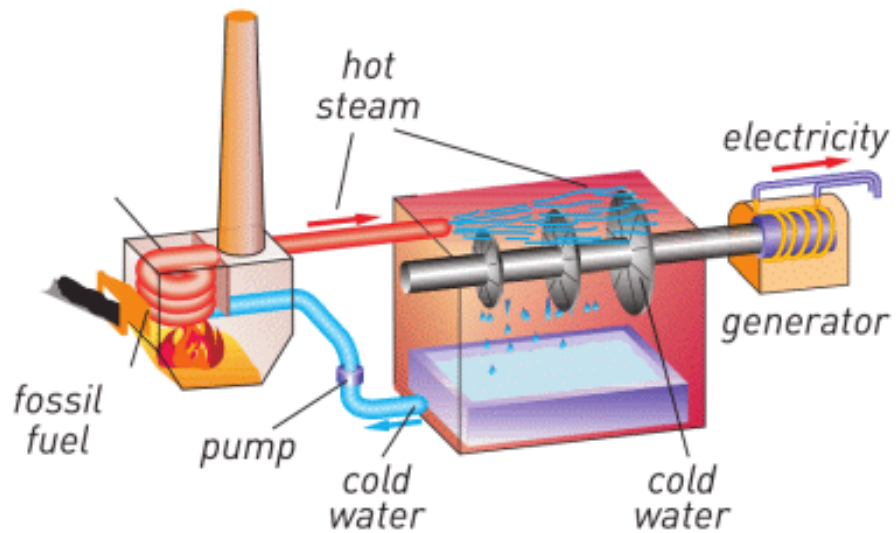
b

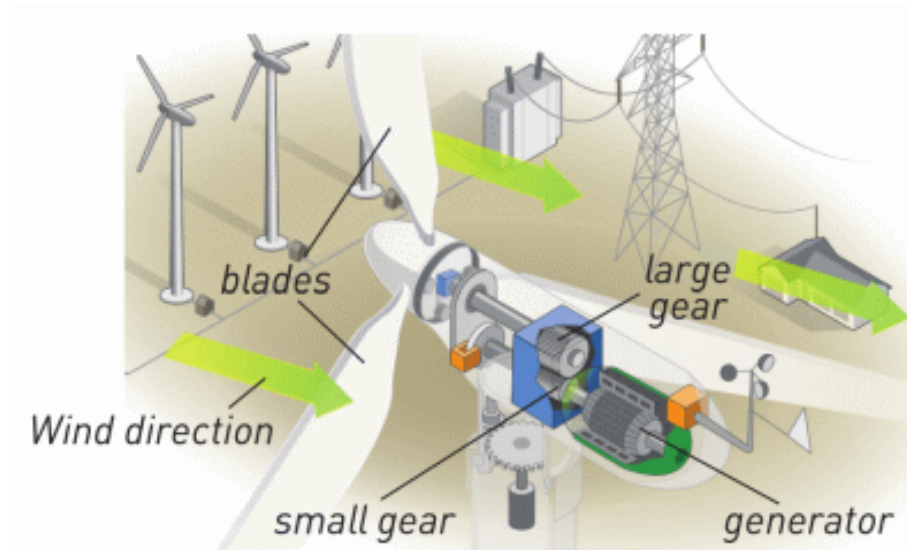
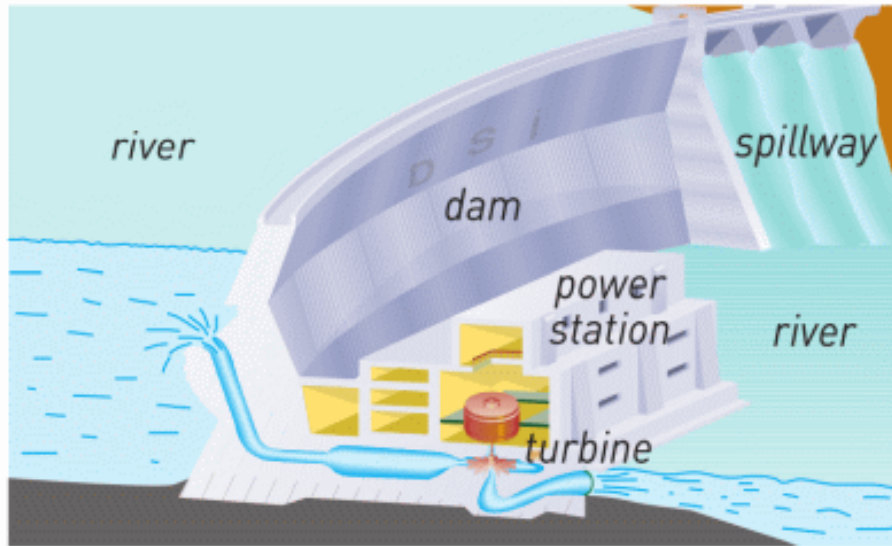
Figure 1

Если вы будете поднимать и опускать провод, то электрический ток в цепи, будет менять свое направление. Если провод не двигать, ток исчезнет. Генерирование электрического тока с помощью магнитного поля называется электромагнитной индукцией. Электромагнитная индукция используется для получения электрического тока в проводнике. Для того, чтобы этот процесс проходил стабильно, необходимы генераторы. Генераторы состоят из катушек и магнитов.

Необходима механическая энергия, которая будет вращать генератор для получения электрической энергии. Принцип работы генератора функционально противоположен работе электрического мотора.

Look at the pictures below.





- What is the source of mechanical energy?
- How can you name each picture?
- How are the named parts important in each case? What may their functions be?
- What can be in common among pictures?

RESEARCH TIME

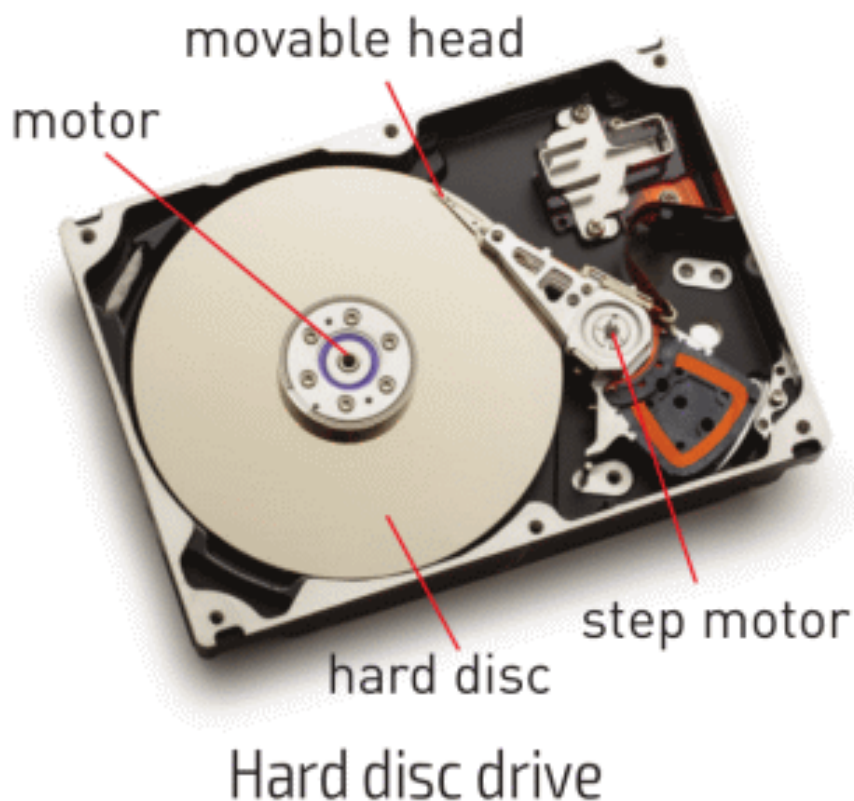
Power Plants

- How many power plants are there in Kazakhstan?
- How would you show them on the map?

Electricity at home

How is electricity delivered to your home? Answer the question using the picture or diagram.

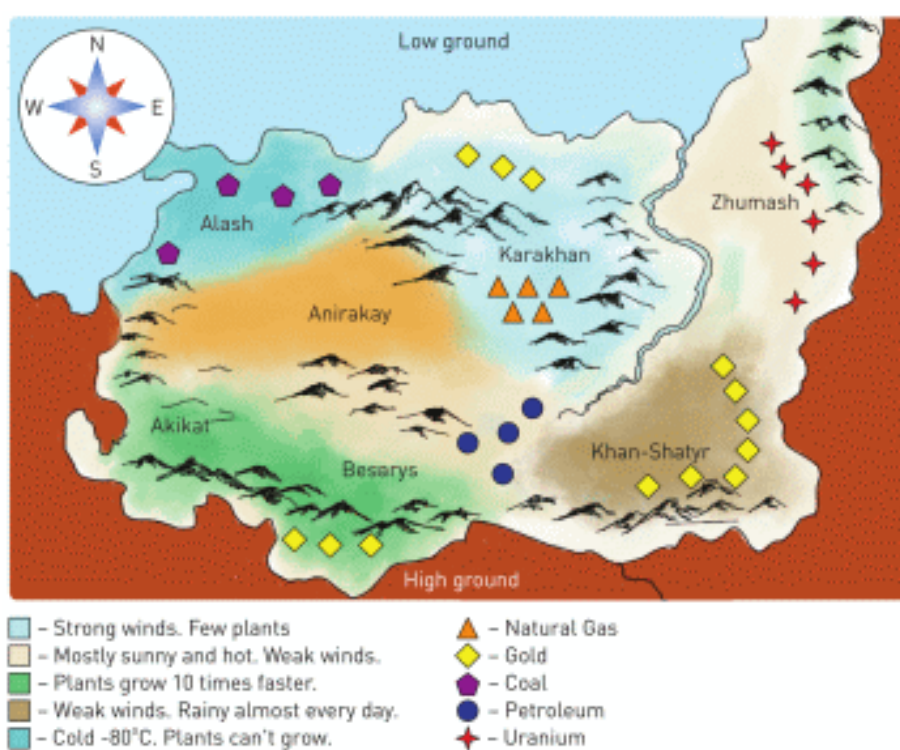
FACT



Movable head uses electromagnetic induction to read and write information from hard disk.

ACTIVITY

This is a map. It has several independent regions. These regions have many sources of energy. People need electricity. They have chosen you to solve this problem and build power plants.



Types of power plant:

1. Water

a) Power: 702 MW

b) Conditions: big flat area.

2. Nuclear

a) Power: 4000 MW

b) Conditions: a lot of water.

3. Fossil

a) Power: 2500 MW

b) Conditions: produces a lot of CO₂, needs lots of plants around.

4. Bio

a) Power: 1000 MW

b) Conditions: a lot of biomass fuel.

5. Solar

a) Power: 40 MW

b) Conditions: sunny and flat regions

6. Wind

a) Power: 45 MW

b) Conditions: strong winds

Questions.

a) How would you solve this problem? Explain your solution.

b) 1 family of 4 people needs about 5 kW of power. How many families in each region can use electricity? Estimate your answers.

RESEARCH TIME

“Kazakhstan Energy - 2050”

- How would you develop energy production by 2050?
- What kind of power plants would you build and where?

Show them on the map. Give detailed answers. Support them with calculations.

- What kind of problems may you face during these years? How would you solve them?

LITERACY

1. Dynamo powers headlights of bicycle when it moves. When the bicycle stops, there is no light. How does dynamo work?
2. How does Ekibastuz GRES-2 Power Station use coal to produce electricity?
3. Why is Bukhtarma hydroelectric power plant is built on the Irtysh river? How does it work?
4. Imagine you are on the Moon. How many ways of electricity production can you find there?
5. Search for "Crank Generator" or "Spool Generator" on Youtube. How would you construct such a generator?

ART TIME

Can you imagine life without electricity? What do you do if there is no electricity?

Can you write prose or a poem about life without electricity?

Write it and read to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- to disappear – жойылу / исчезать
- condition – шарт / условие
- fossil – пайдалы қазбалар / ископаемое

LABWORK 8

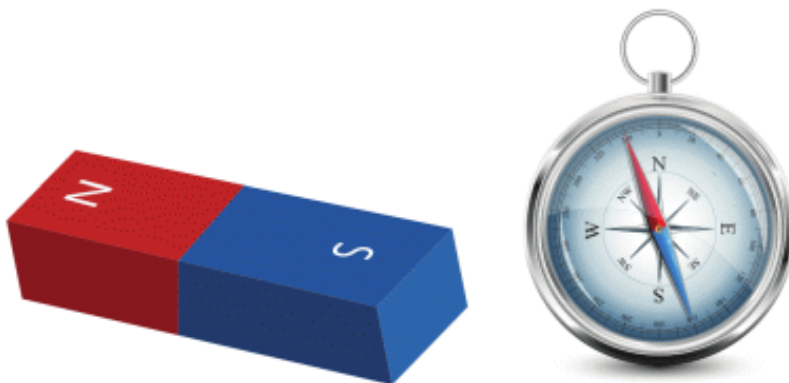
TITLE: Magnetic field

OBJECTIVES:

1. To use a compass to explore the direction of the magnetic field of a permanent bar magnet.
2. To draw magnetic field lines of a permanent bar magnet.

MATERIALS LIST:

1. permanent bar magnet
2. compass
3. graphing paper



SAFETY:

1. Magnets can generate strong forces. Never place your fingers between two magnets.
2. Do not attempt this exercise with any magnets other than those provided by your teacher for this purpose.

THEORY:

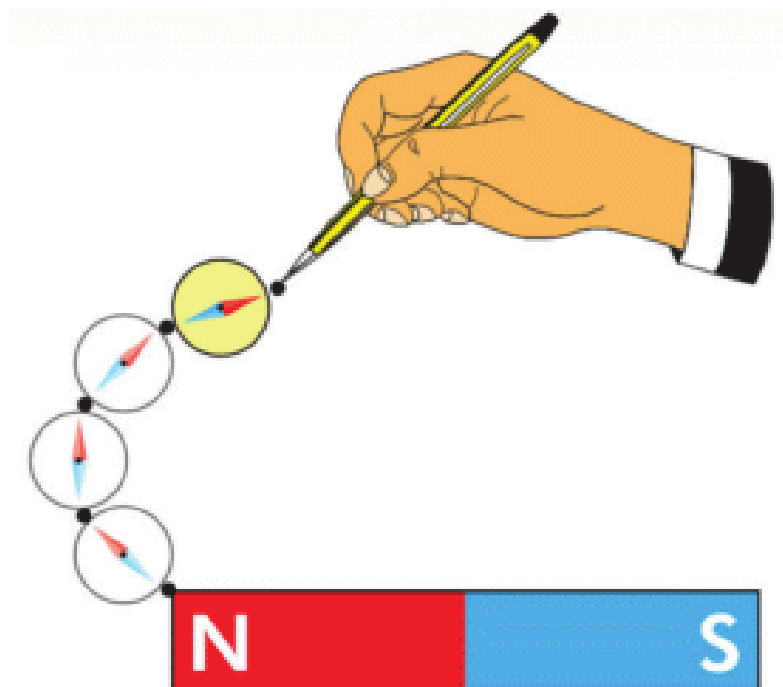
1. Why do magnets push or pull on a distance?

Why can't you push or pull on a distance?

2. Why do we use a compass? How does the compass work? What materials do you need to make the compass?

PROCEDURE:

1. Read the entire lab PROCEDURE, and plan the steps YOU WILL take.
2. Put bar magnet on a graph paper (or notebook).
3. Draw outline of the bar magnet.
4. Put the compass near the bar magnet.
5. Draw the needle of the compass on the graph paper.
6. Move the compass a little.
7. Draw the needle of the compass on the graph paper.
8. Connect the needles.
9. Repeat steps 5-6-7-9 until there is no free space on the graph paper.
10. Clean up your work area. Put the equipment away safely.



ANALYSIS:

1. What does the arrow of a compass show? Why does the arrow of the compass rotate?
2. Where does the line that connects needles start? Where does it end? What does this line show?

CONCLUSIONS:

1. How can you use permanent magnets in new ways?

LABWORK 9

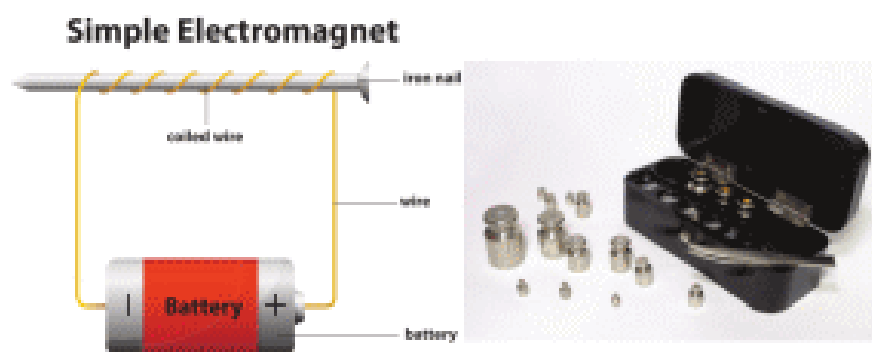
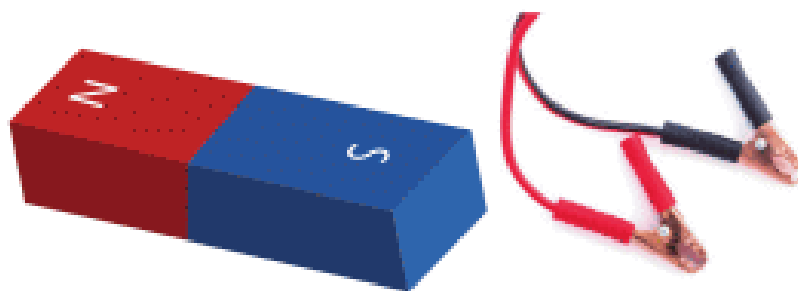
TITLE: Electromagnet and permanent magnet

OBJECTIVES:

Compare magnetic fields of permanent magnet and electromagnet.

MATERIALS LIST:

1. permanent bar magnet
2. electromagnet
3. power source (battery)
4. connecting wires
5. iron mass set



SAFETY:

1. Magnets can generate strong forces. Never place your fingers between two magnets.
2. Do not attempt this exercise with any magnets other than those provided by your teacher for this purpose.
3. Never close a circuit until it has been approved by your teacher.
4. Never rewire or adjust any element of a closed circuit.

5. Never work with electricity near water; make sure the floor and all work surfaces are dry.
6. If the pointer on any kind of meter moves off the scale, open the circuit immediately by opening the switch.
7. Do not attempt this exercise with any batteries or electrical devices other than those provided by your teacher for this purpose.
8. Use a hot mitt to handle resistors, light sources, and other equipment that may be hot.

Allow all equipment to cool before storing it.

THEORY:

1. Why does the magnet attract the iron mass set? Why does the magnet not attract wood or plastic objects?
2. Why does the electromagnet attract the iron mass set? Why does the electromagnet not attract wood or plastic objects?
3. Can the electromagnet attract if there is no current in it? Why?

PROCEDURE:

1. Read the entire lab PROCEDURE, and plan the steps YOU WILL take.
2. Take a bar magnet and attach masses to it.
3. Determine the maximum mass that the bar magnet can hold.

4. Take the electromagnet and connect it to the power source.
5. Determine the mass that the electromagnet can hold at the lowest voltage.
6. Increase the voltage and determine the mass that the electromagnet can hold.
7. Repeat step 6 until you reach the maximum voltage.

ANALYSIS:

Maximum mass that bar magnet can attract (kg)

Voltage of power source (V)	Maximum mass that electromagnet can attract (kg)

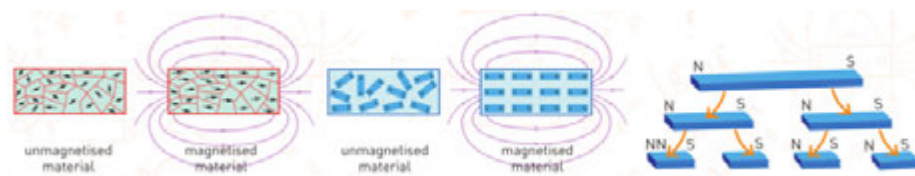
CONCLUSIONS:

1. At what voltage is the electromagnet equal to the bar magnet?
2. How does the mass that the bar magnet can hold depend on the voltage?

3. Is there any electricity inside the permanent bar magnet?
Why does the bar magnet attract iron objects?

SUMMARY

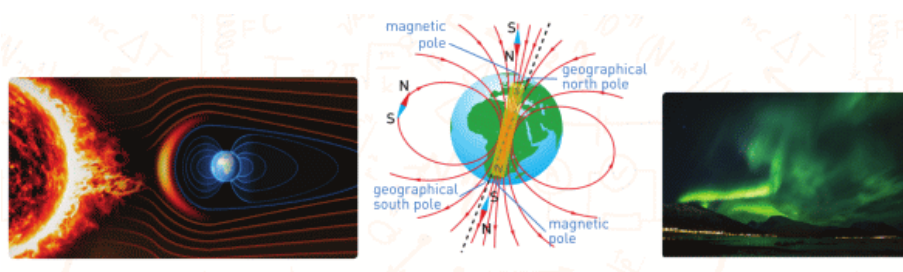
According to theory, the magnetism of materials depends on domains inside them. A domain is a group of atoms lined up together in a small region.



A motion of charges generates a magnetic field around the wire.

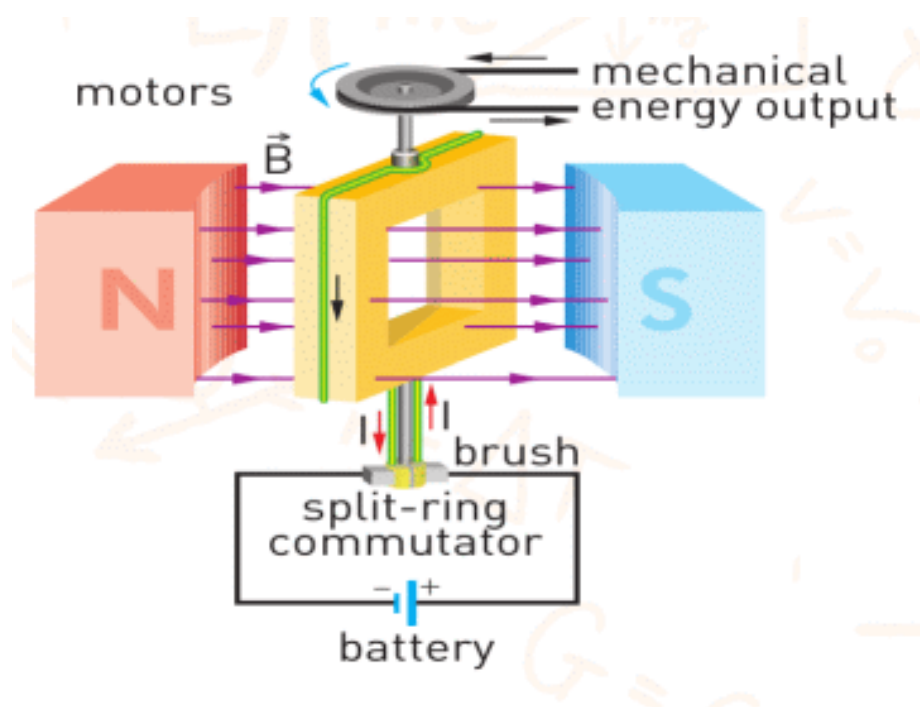
The trajectory of the magnetic field is circular. It can be clockwise and counter clockwise. In order to find it, we use the right-hand rule. The thumb is directed in the same direction as the electric current. Magnets can attract or repel each other.

The magnetosphere has great importance for life on the Earth. It acts like as umbrella protecting the Earth from hazardous cosmic rays coming from the Sun.

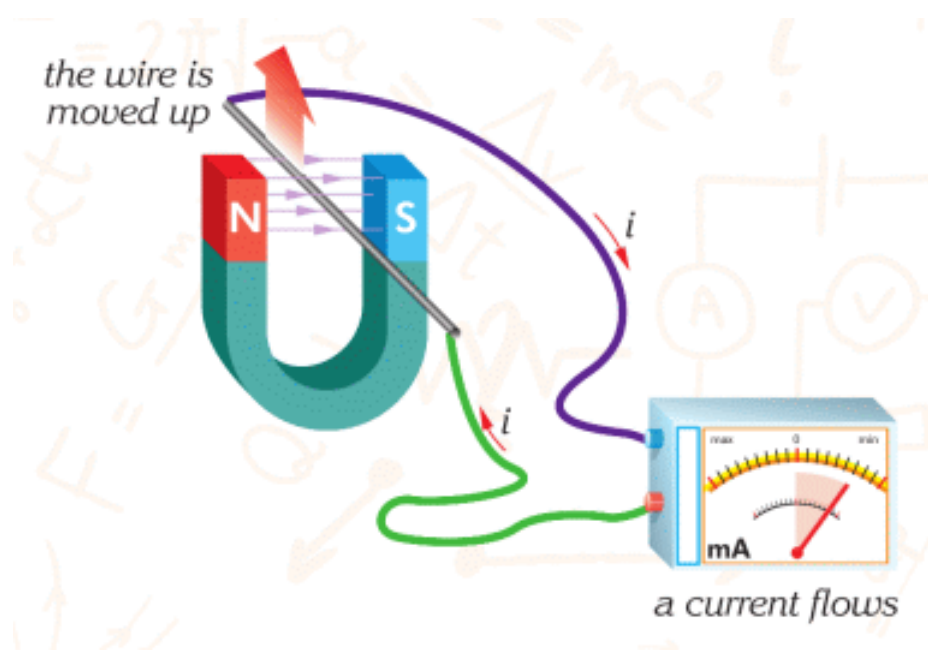


When the current flows through a wire, an external magnetic field can push the wire and produce a force.

This force is called magnetic force. Electric motor uses that force converting electric energy into mechanical energy.



When you move the magnet back and forth in the coil, the current is generated in the coil. This generation of the electric current is called electromagnetic induction. We use electromagnetic induction to produce electric current.



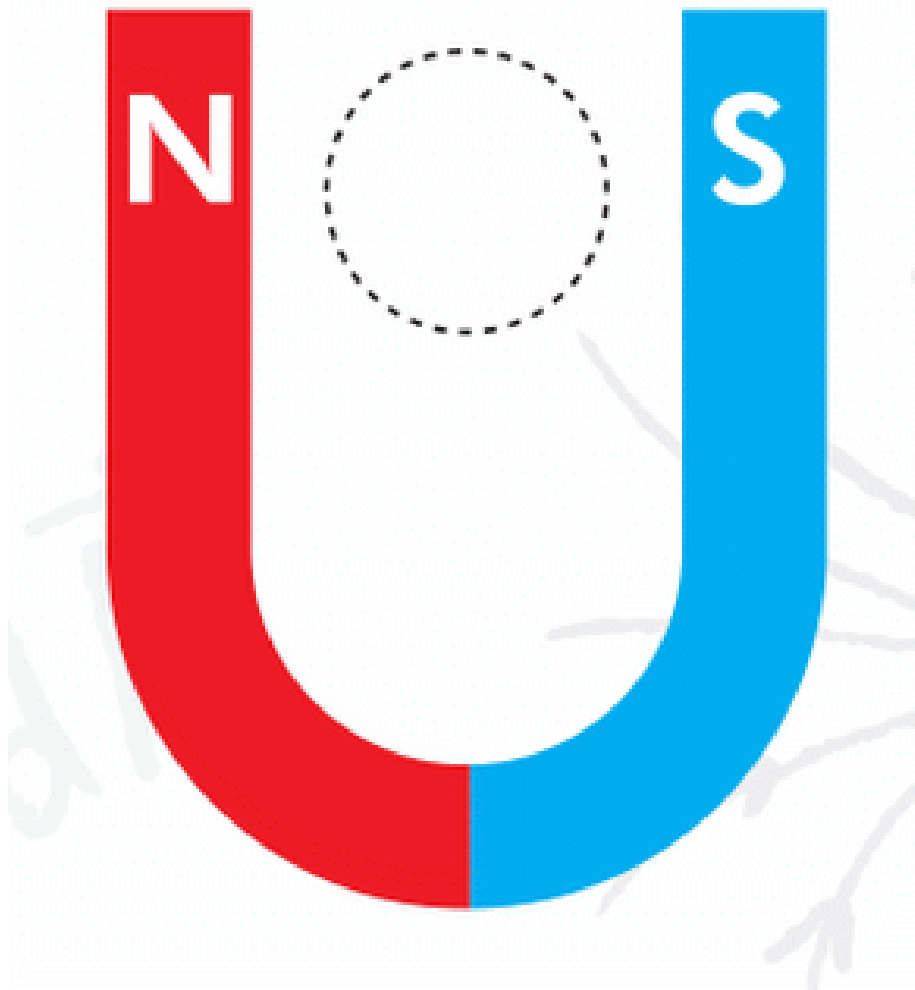
PROBLEMS

ANSWER THE QUESTIONS

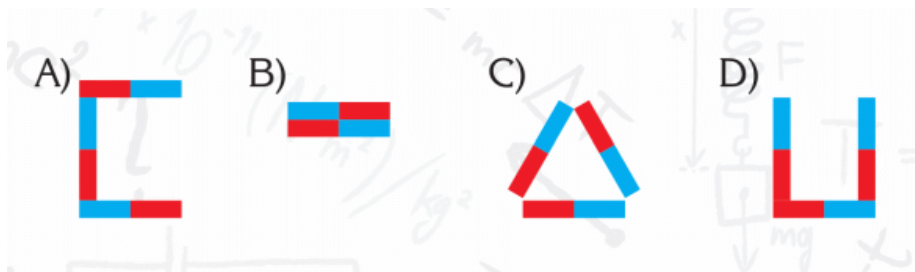
1. Draw the magnetic field lines between the magnets when you place as shown below:



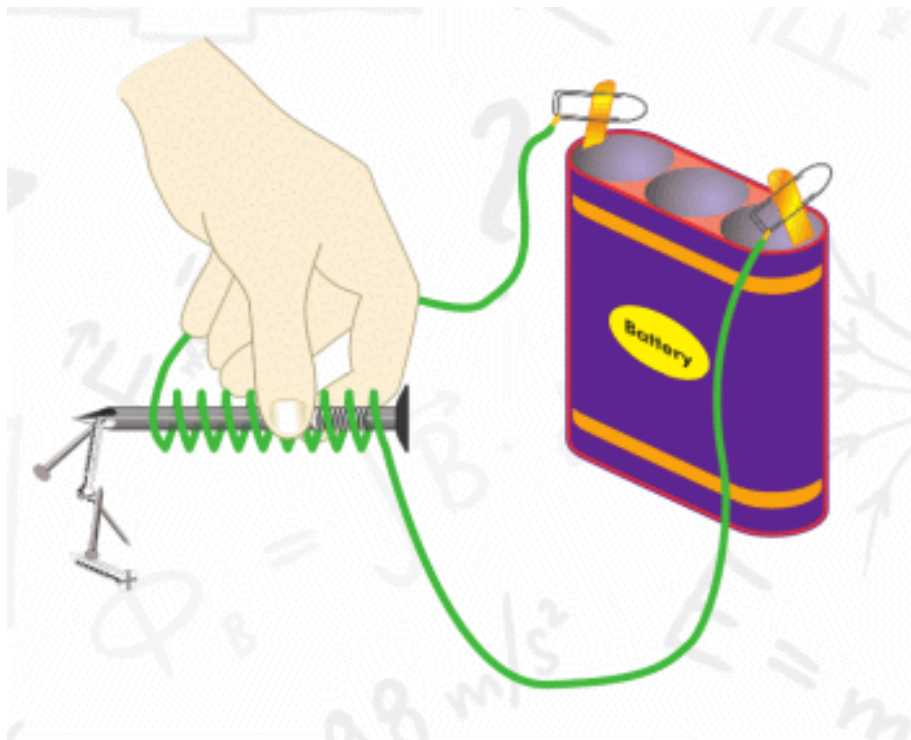
2. What will the direction of the compass needle be if it is placed between the arms of the U-magnet shown in the figure?



3. Which of the following figures cannot be obtained using bar magnets? Why?

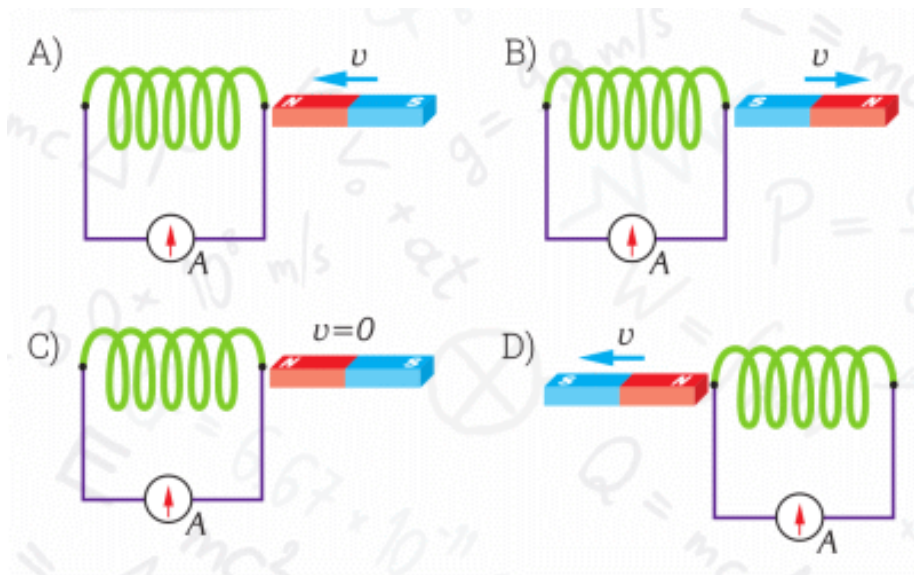


4. Which one of the statements below is not correct with respect to the electromagnet?



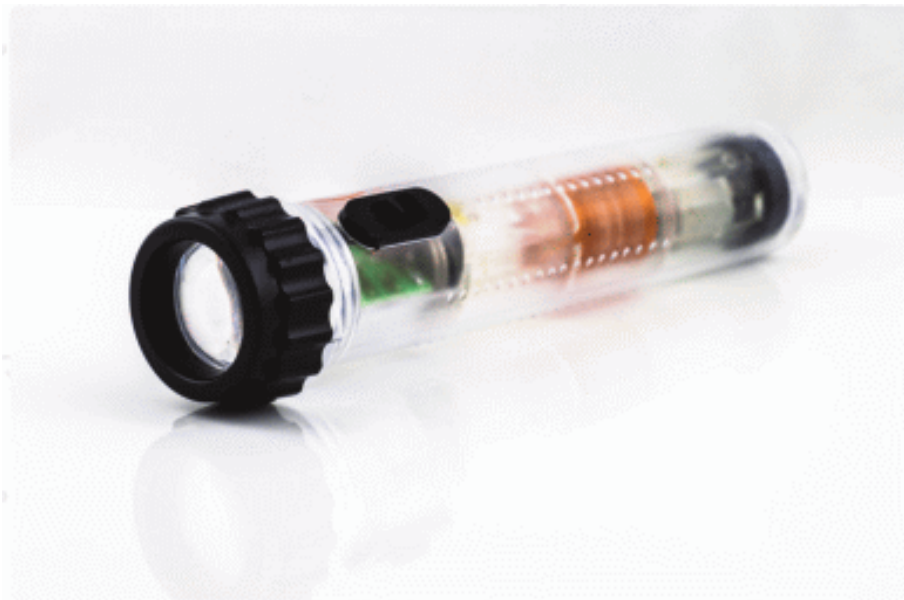
- A) It attracts plastic objects.
- B) The iron produces a magnetic field in the space around it.
- C) One end of the nail becomes a north pole.
- D) Direct current flows through the circuit.

5. In which of the figures below is there no current on the ammeter scale?



PHYSICS IN LIFE

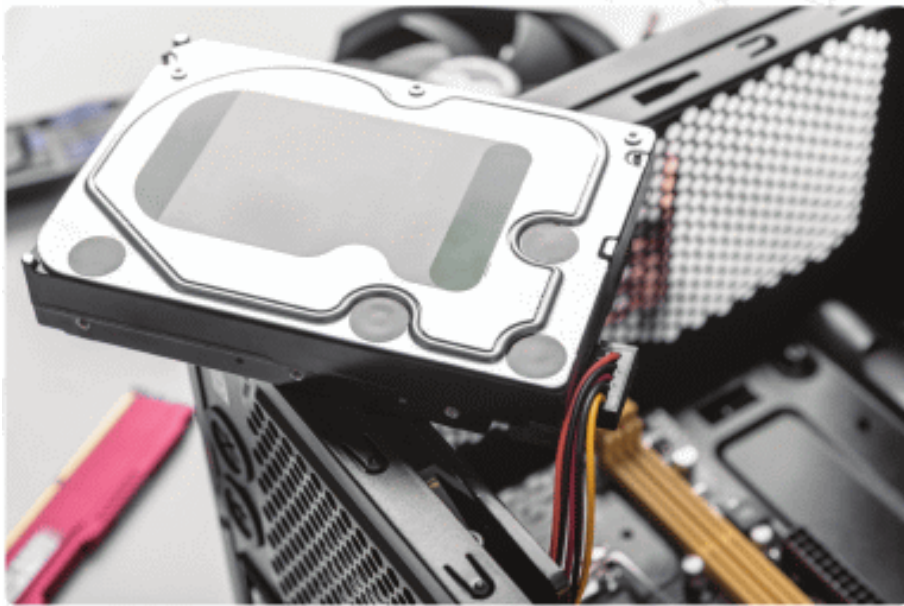
1. These flashlights work without use of batteries. How?



2. When this train moves. It does not touch the ground. Why?



3. Hard disc drives (HDD) are made up of magnetic material.
Why?



4. MRI is a device that helps thousands of people every day.
How?





CHAPTER 7

OPTICS

7.1 LUNAR AND SOLAR ECLIPSE

YOU WILL:

- graphically represent solar and lunar eclipses.

QUESTION



Why can we see the full moon only once a month? Why do you see only part of the moon at other time?

LUNAR AND SOLAR ECLIPSE

Свет является одним из видов энергии. Основным источником света является Солнце. Свет распространяется прямолинейно. В этом легко убедиться при помощи небольшого эксперимента, Figure 1. Если сдвинуть один из экранов, вы уже не сможете увидеть свет от свечки. Поэтому принято рисовать свет прямыми линиями.

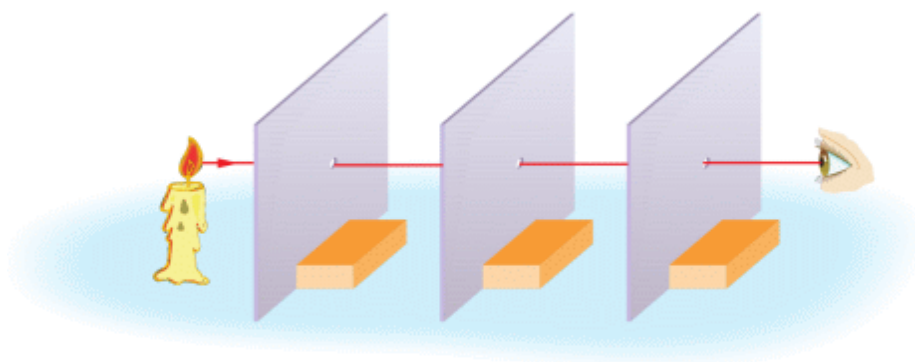


Figure 1

Another proof is a formation of the shadow, Figure 2. Assume light comes from the flashlight through a small hole (point light source). If you put an opaque object in the path of light, dark region (shadow) is displayed on the screen. This dark region is called umbra.

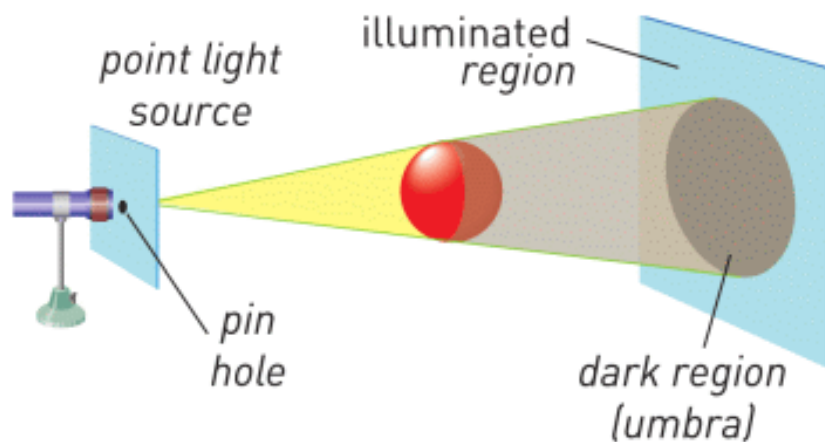


Figure 2

Sometimes the source of light is not like a point. It can be bigger. This time 2 types of shadows can be formed: umbra and penumbra. Penumbra is a region where some light from the source can pass, Figure 3.

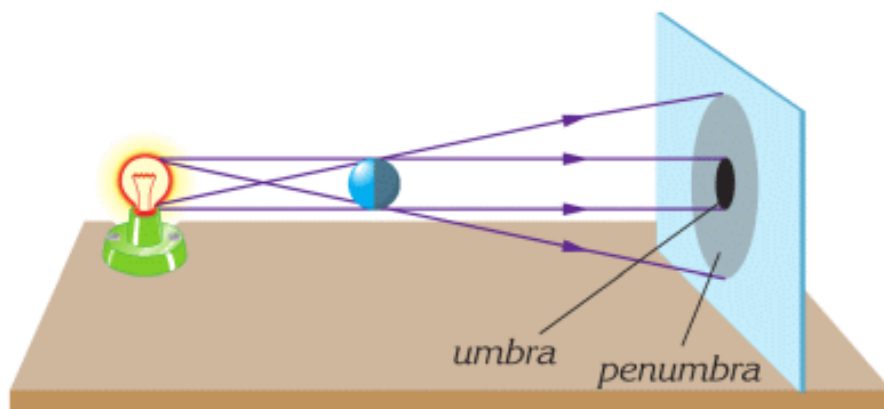


Figure 3

FACT



In ancient times people used sundial (shadow clock).

ACTIVITY

Нарисуйте затмения

Солнечные и лунные затмения происходят, когда Солнце, Земля и Луна находятся на одной прямой.

Солнечное затмение

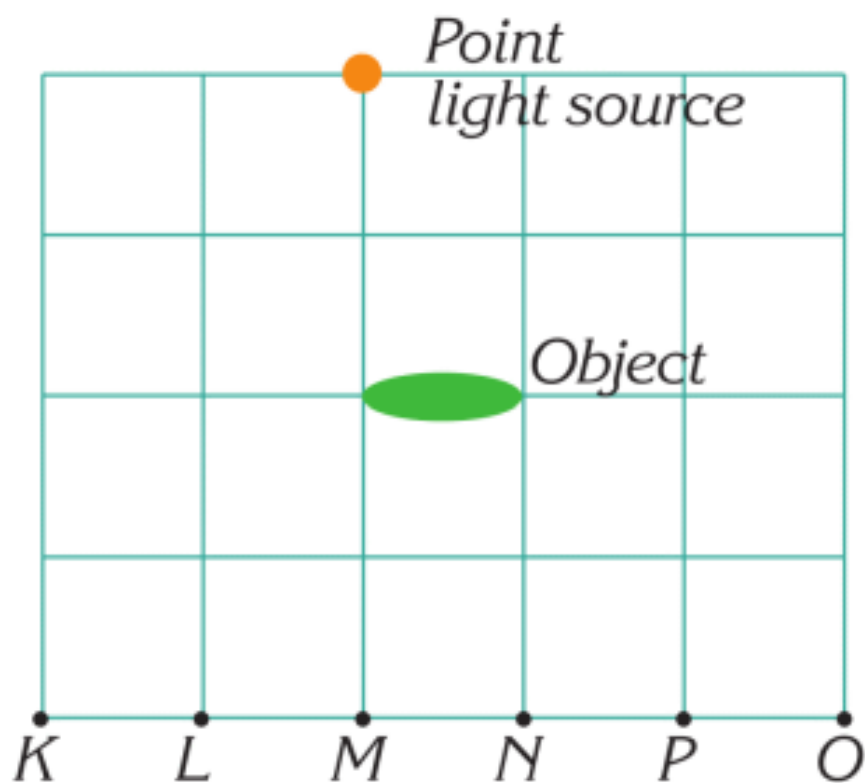
Луна находится между Землей и Солнцем. Тень от Луны падает на поверхность земли, тень и полутень покрывает только незначительную часть площади Земли.

Лунное затмение

Земля находится между Луной и Солнцем. Тень от Земли падает на Луну. Луна в этом случае находится в полной тени от Земли.

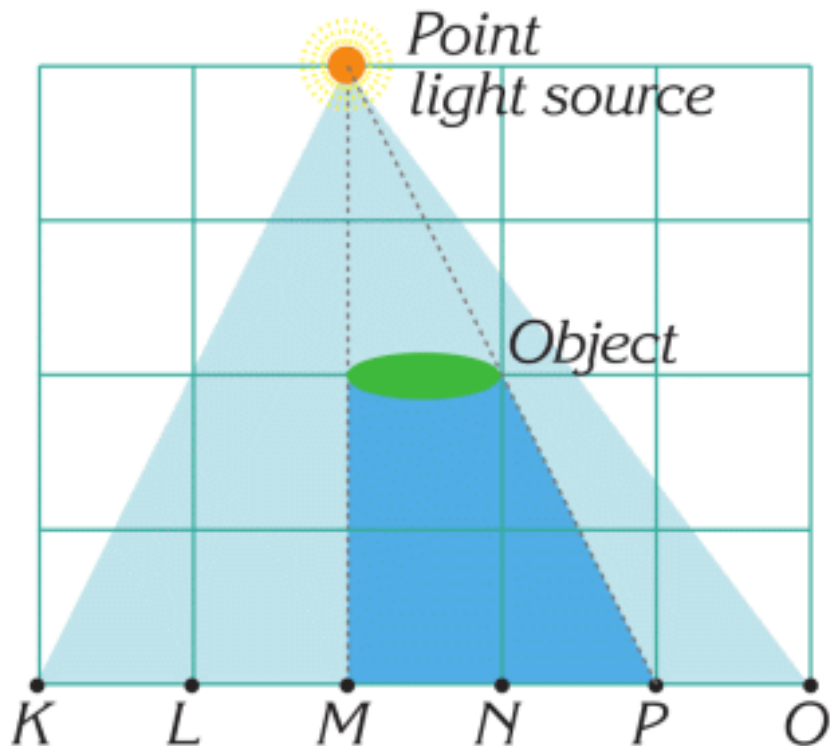
При изображении данных событий можно представить, что Солнце является достаточно большим по размеру источником света. Представьте, что все тела являются сферами. Солнце является наибольшей сферой, Луна наименьшей сферой. Можете использовать рубрику “Research Time” для помощи.

EXAMPLE

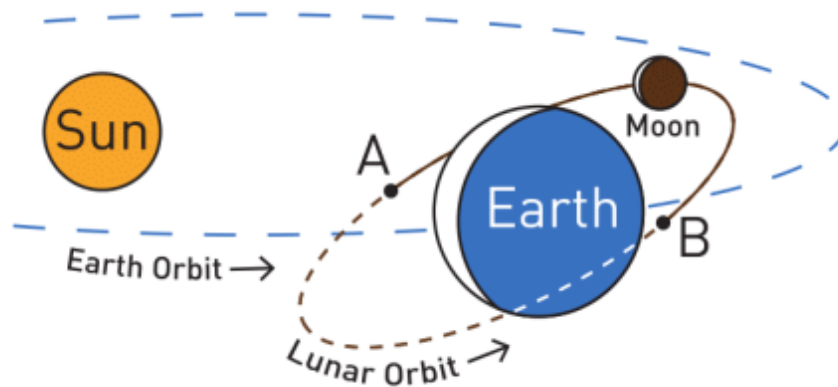


An opaque object is placed in front of a point light source. Show where the shadow forms.

Solution: Shadow is between M and P.



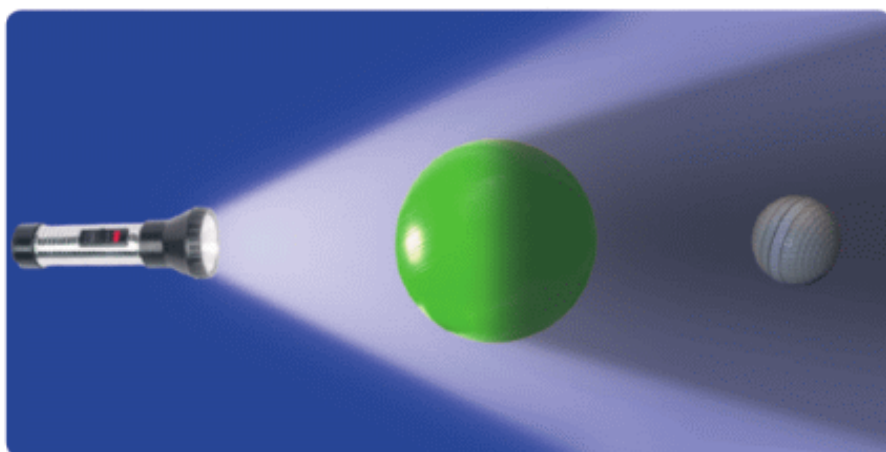
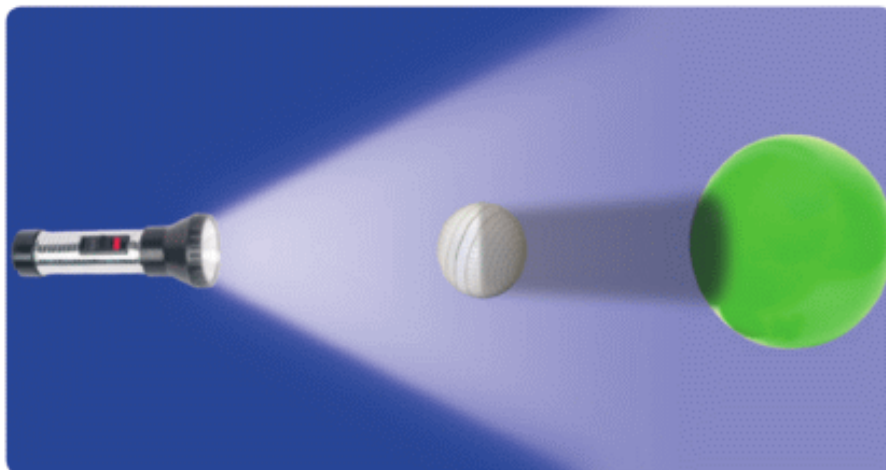
FACT



The orbits of the Earth and the Moon are in different planes.

RESEARCH TIME

Materials: soccer ball, tennis ball, flashlight.



Procedure: Use materials to model solar eclipse and lunar eclipse (look at the figure).

Which case does have a penumbra? Why?

LITERACY

1. A football match takes place late in the evening. Each player has four shadows. Why?
2. What is light?
3. Why do objects form shadows? How can you define shadow?
4. How can light travel in curved lines?

5. Graphite and diamond have same atoms. Why is one of them transparent and another is opaque?
6. When metals are hot, they can produce light. For example, light bulb. How do you think it works?

ART TIME

Play a “shadow theatre”. Show it to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- light – жарық / свет
- shadow – көлеңке / тень
- umbra – толық көлеңке / полная тень
- illuminate – жарықтандыру / освещать
- penumbra – жартылай көлеңке / полутень
- opaque – мөлдір емес / непрозрачный
- transparent – мөлдір / прозрачный

7.2 REFLECTION

YOU WILL:

- experimentally determine relationship between the angle of incidence and the angle of reflection;
- explain and give examples of regular and diffuse reflection;
- plot image in plane mirror and list its properties.

QUESTION



The Moon does not produce light, but we can see it. Why?

REFLECTION

Мы видим предметы из-за того, что они либо являются источниками света, либо отражают его. Мы можем видеть

Солнце и звезды, так как они излучают свет. Мы видим окружающие нас предметы, например цветок и Луну, только потому, что они отражают свет от Солнца или другого источника света, Figure 1.

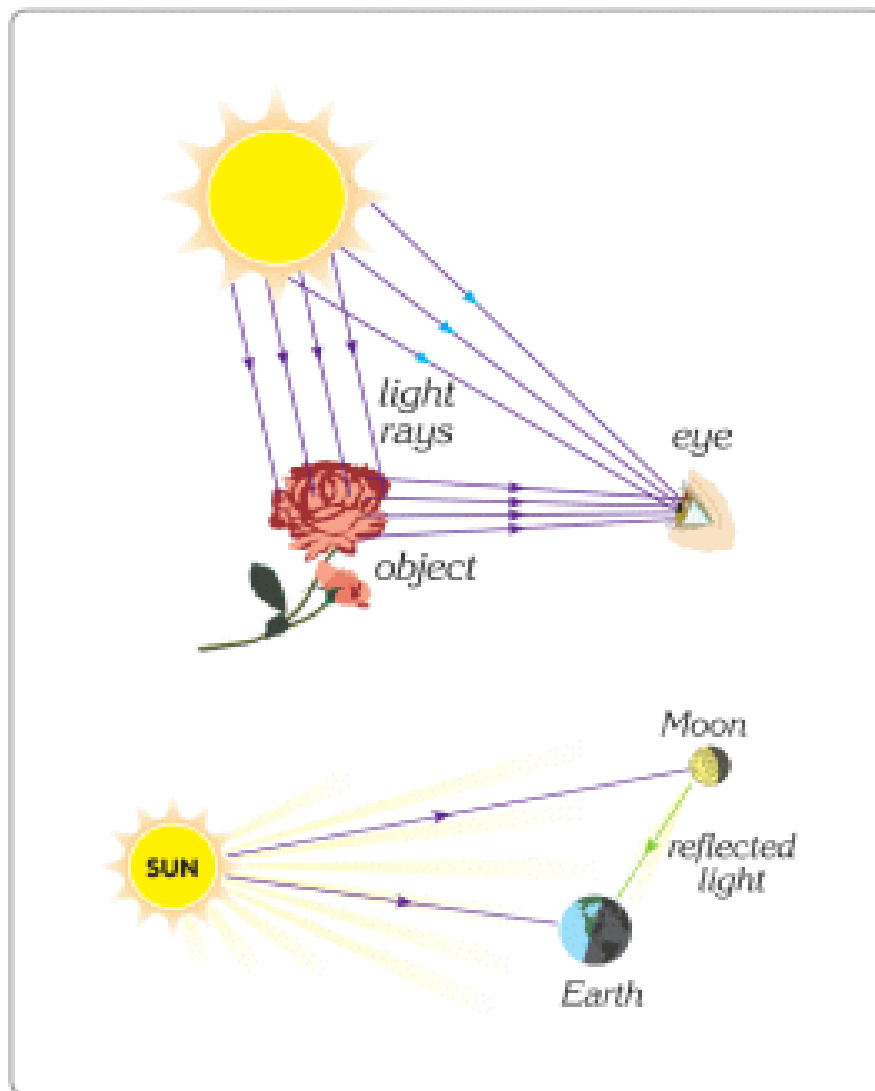


Figure 1

Рассмотрим пример с зеркалом, на который падает луч света.

Луч света падает на поверхность зеркала и отражается в другом направлении. “N” это нормаль (перпендикуляр) к поверхности зеркала, Figure 2.

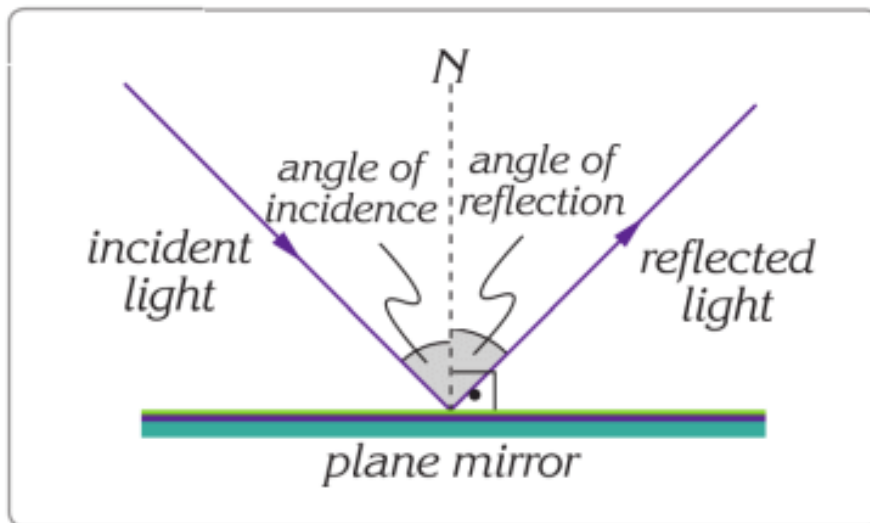


Figure 2

Угол между нормалью и падающим углом называют углом падения.

Угол между нормалью и отраженным лучем называется углом отражения, Figure 2.

Закон отражения света гласит:

1. Угол падения равен углу отражения;
2. Падающий луч, отраженный луч, и нормаль лежат в одной плоскости.

Многие тела отражают свет во все стороны. Однако, тела с гладкой поверхностью, такие как плоские поверхности зеркал и отполированных металлов, отражают свет в одном направлении.

Данный тип отражения называется регулярным (зеркальным) отражением, Figure 3.

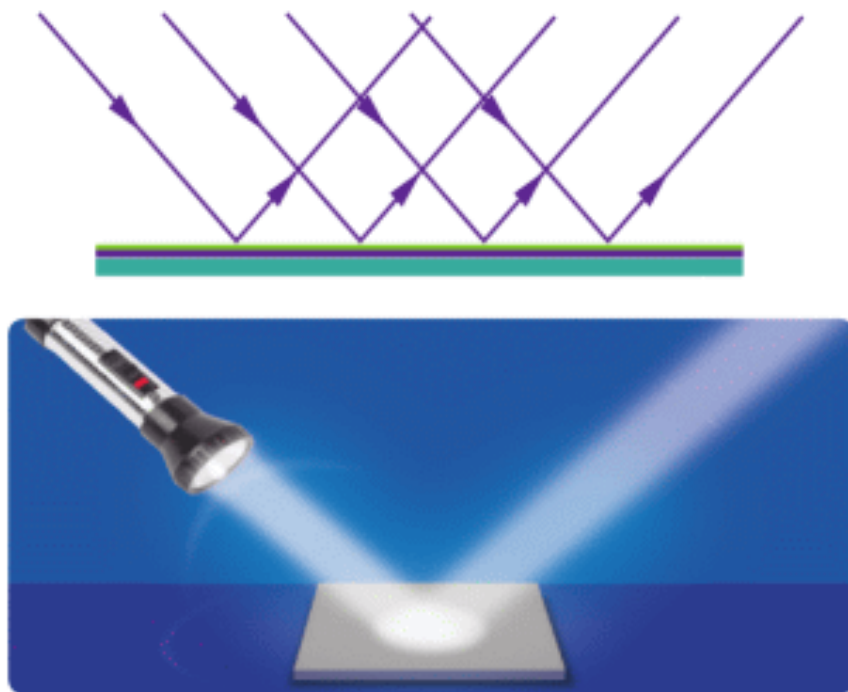


Figure 3

Некоторые поверхности не гладкие - шершавые. Бумага, листья и стены, все это примеры шершавых поверхностей. Шершавые поверхности отражают свет во многих направлениях. Такой тип отражения называется рассеянным либо диффузным, Figure 4.

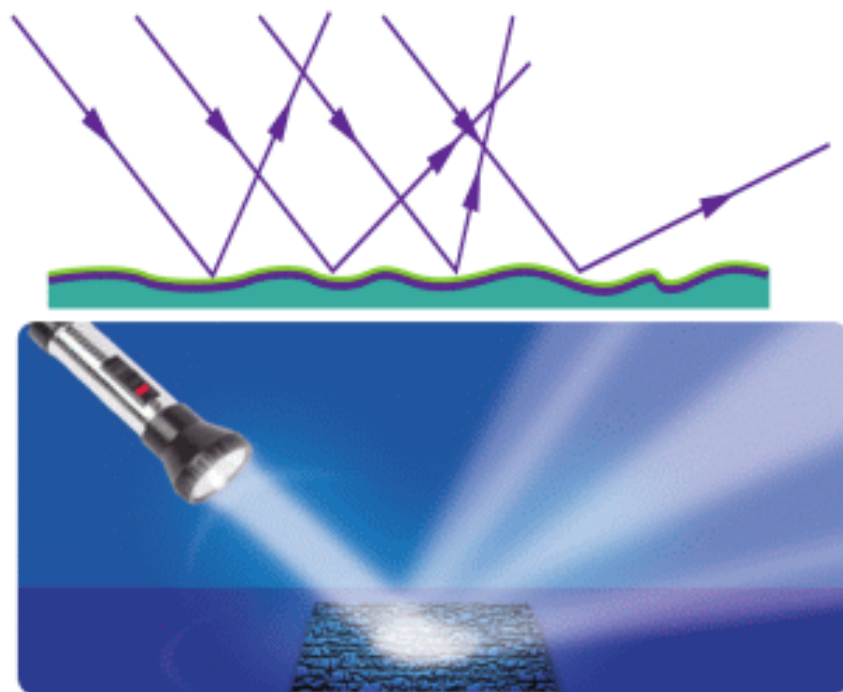


Figure 4

IMAGE FORMATION IN A PLANE MIRROR

A plane mirror forms an image. We can draw the position of this image. To construct an image we need to draw at least two rays. When we draw rays, we apply the law of reflection, Figure 5.

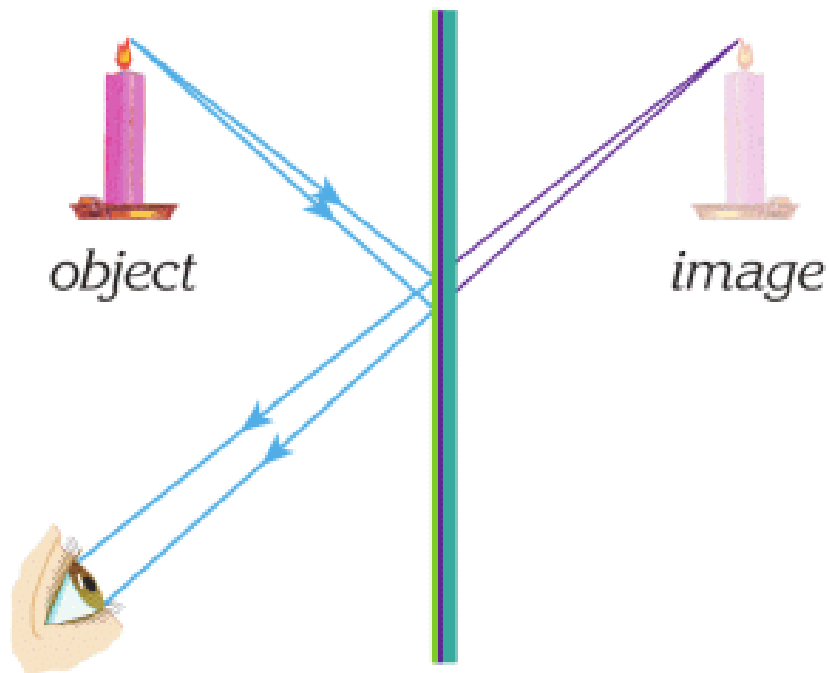


Figure 5

An image in the plane mirror has the same properties (equal size and equal distance from a mirror) as an object, Figure 6. However, the image is left-right reversed.

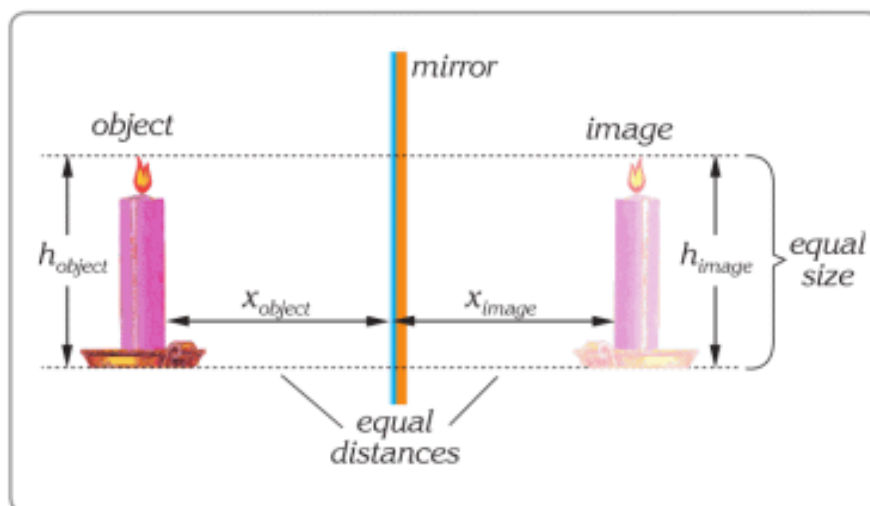


Figure 6

ACTIVITY

"Name in the mirror"

Write your name on paper so you can read it in the mirror.

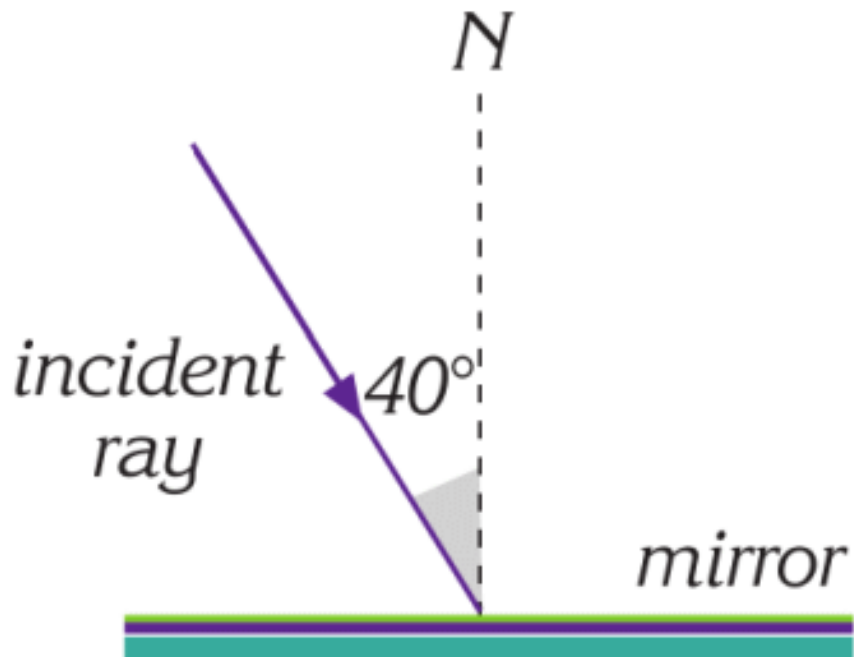
EXAMPLE

A light strikes a plane mirror at an angle of 40° with the normal:

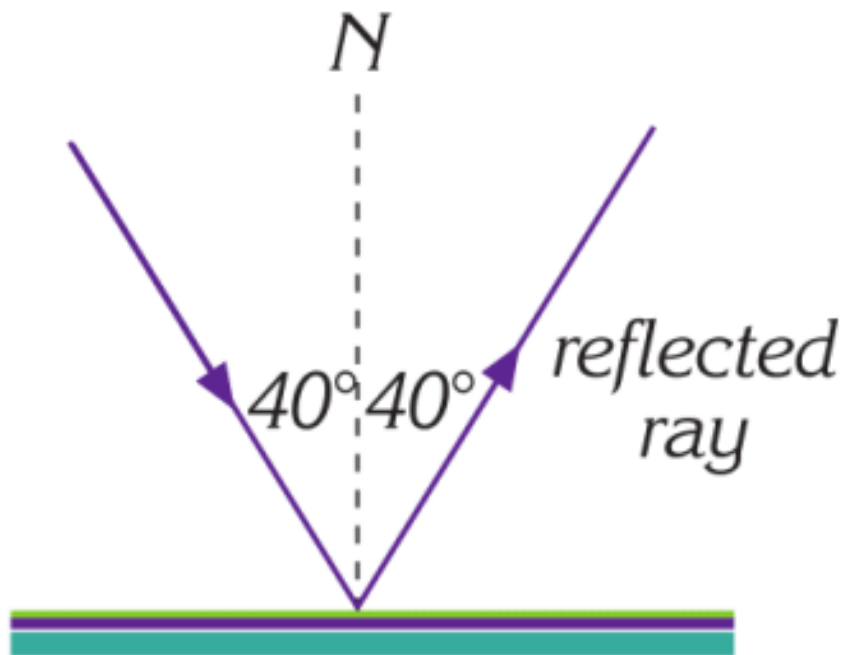
- a. Draw a diagram showing the incident ray.
- b. What is the angle of reflection?
- c. What is the angle between the incident and the reflected rays?

Solution:

- a. The incident ray strikes the mirror as in the figure below.

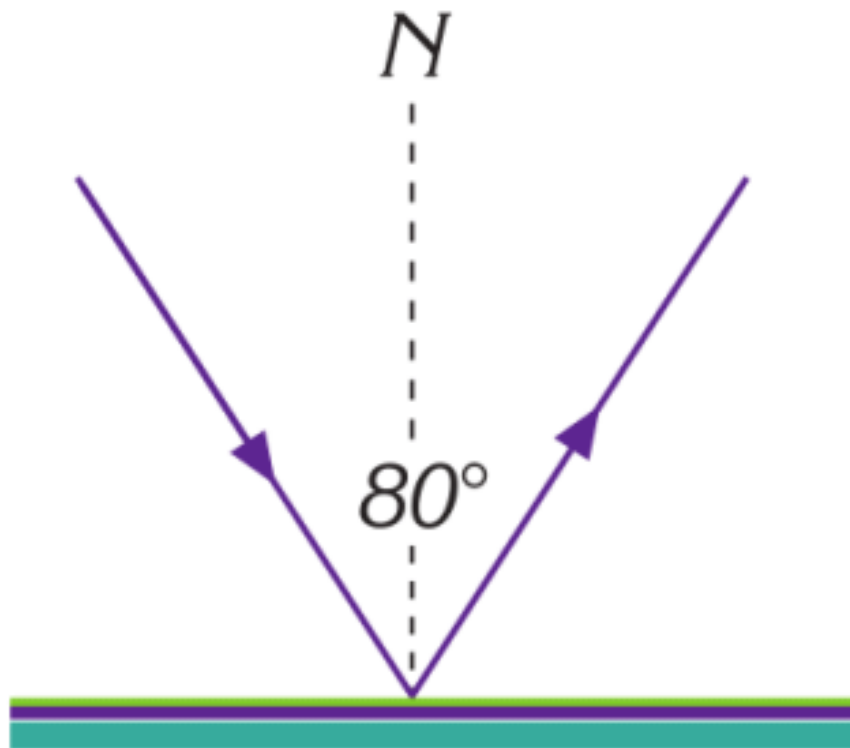


b. The reflected ray makes the same angle as the incident ray.

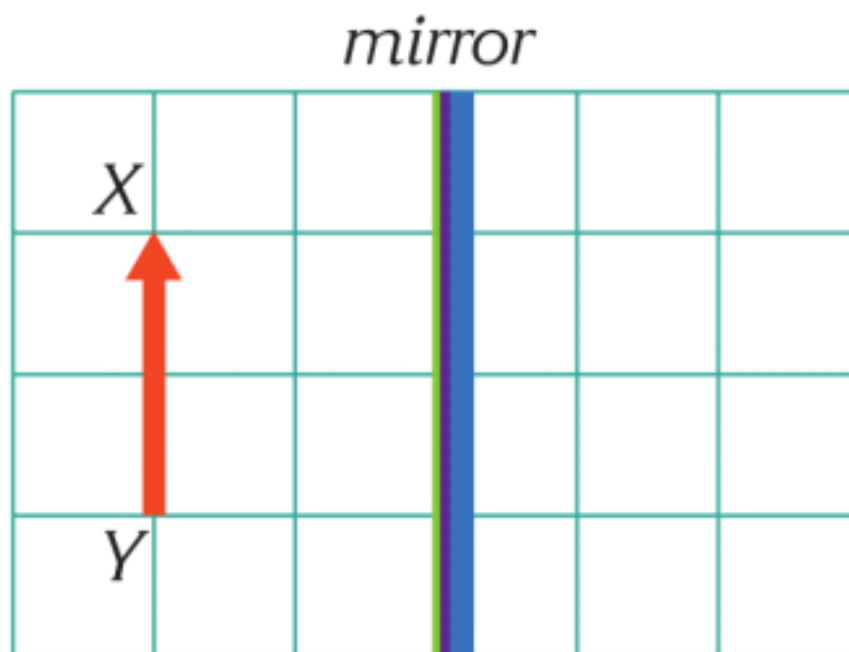


c. The angle between the rays is

$$40^\circ + 40^\circ = 80^\circ$$

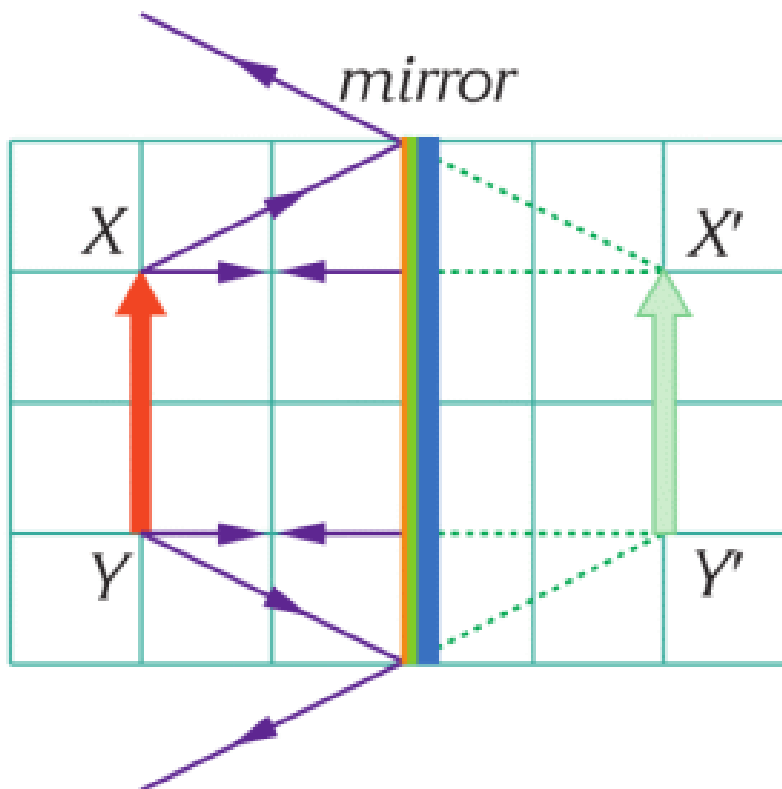


EXAMPLE



Find the image of the arrow in the mirror.

Solution:

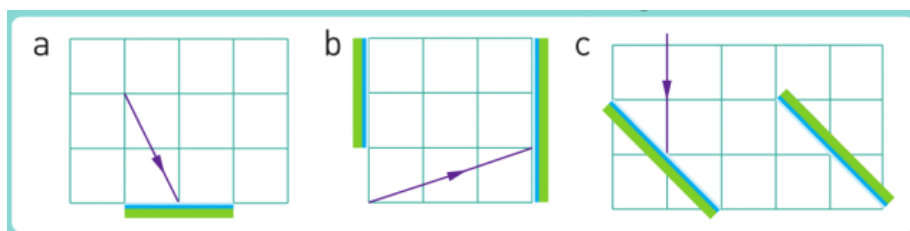


We need at least two rays from a point to draw its image. We use the rules of reflection to draw the image. Image is the same size and the same distance to the mirror as the object.

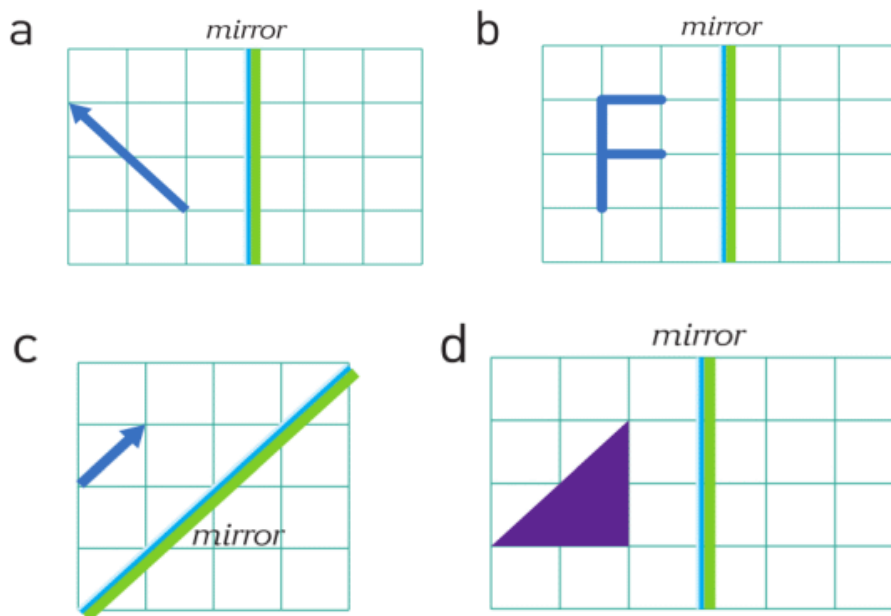
LITERACY

1. Why can you see a reflection in the mirror? Why you cannot see a reflection in a paper?
2. What materials do you need to make a mirror? How can you make a mirror?

3. Why snow is white?
4. Why do we use fog (or smoke) to see laser light?
5. Why does space seems black?
6. Why do objects have colour? What is colour? How do you see colours?
7. How do you understand the words "left-right reversed"?
8. Draw the reflected rays reflected from the mirrors in the figures.



9. Draw the image of the figures below in the plane mirrors.



ART TIME

Make theatre play about 'Mirror'. Show this play to your parents, teachers and friends.

TERMINOLOGY

- to reflect - шағылу / отражаться
- incident ray - бастапқы түскен сәуле / падающий луч
- smooth - тегіс / гладкий
- rough - қисық, қырлы / шершавый

7.3 CONCAVE MIRROR

YOU WILL:

- draw a ray diagram of the image for spherical mirrors and list the properties of the image.

QUESTION



What is happening in the figure below?

CONCAVE MIRROR

Вогнутое сферическое зеркало используется в фарах машин, специальных зеркалах для бритья и даже для солнечной печи, Figure 2.

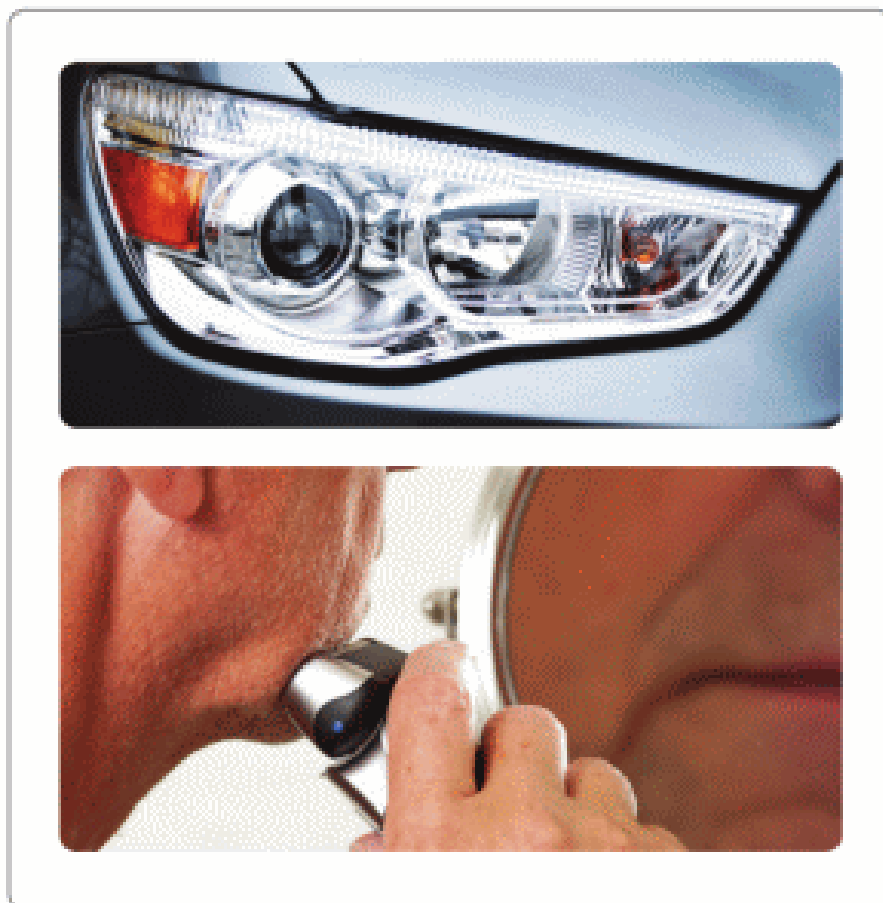


Figure 2

Вогнутое сферическое зеркало имеет свойство отражать и фокусировать лучи, падающие параллельно главной оптической оси, в одну точку. Такая точка называется фокусной точкой и обозначается “F”, Figure 1. Расстояние между полюсом зеркала (точка P) и фокусом называется фокусным расстоянием. Расстояние между точками C и P называется двойным фокусным расстоянием или центром.

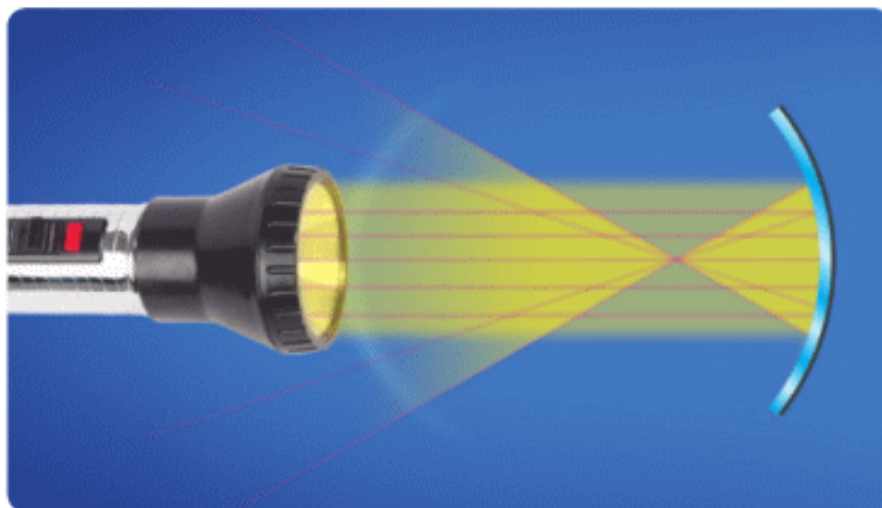


Figure 1

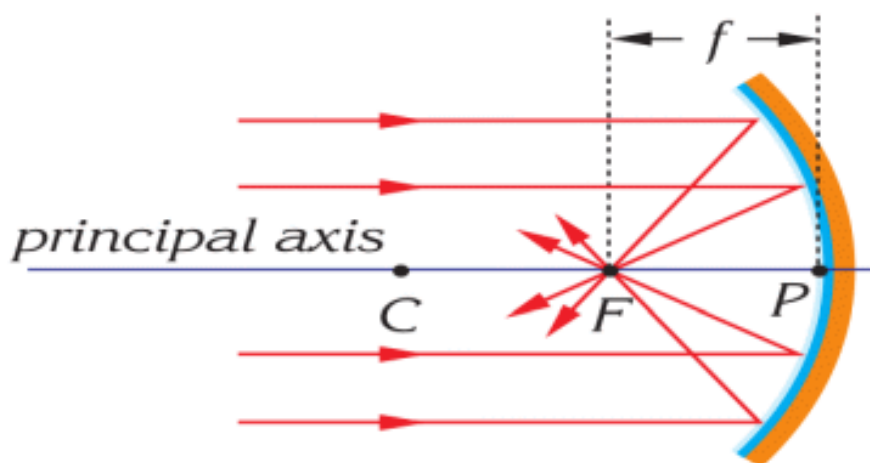
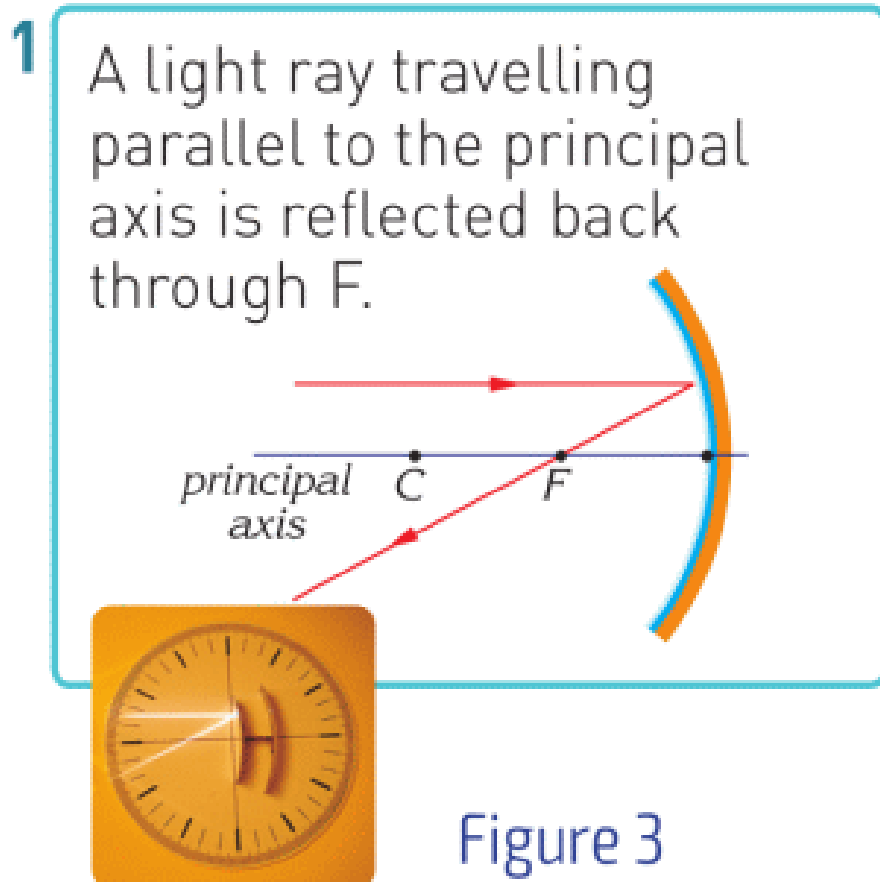


Figure 1

Когда вы смотрите в вогнутое зеркало, вы можете видеть себя перевернутым и уменьшенным, а иногда большим и неперевернутым.

Чтобы объяснить это, воспользуемся специальными лучами для вогнутых зеркал.

Всего используется 4 луча при построении изображения, Figure 3.



- 2 A light ray passing through the centre (C) is reflected back again through the point C.

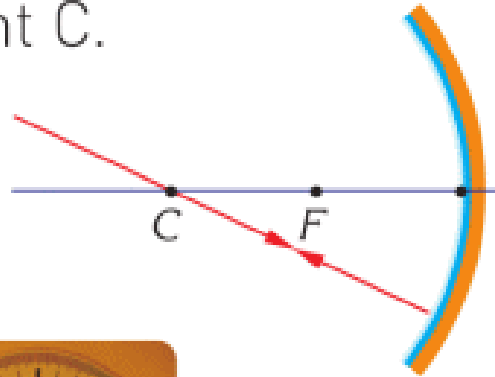


Figure 3

3

A light ray passing through F is reflected back parallel to the principal axis.

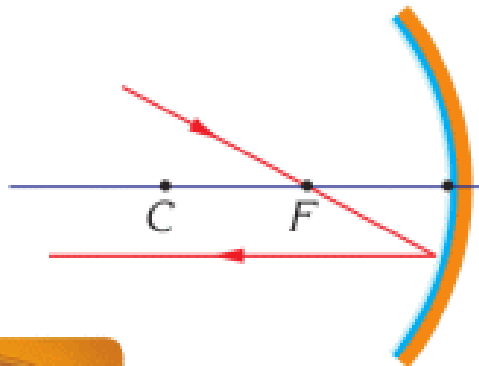


Figure 3

- 4 The angle of incidence of the light striking the pole is equal to the angle of reflection.

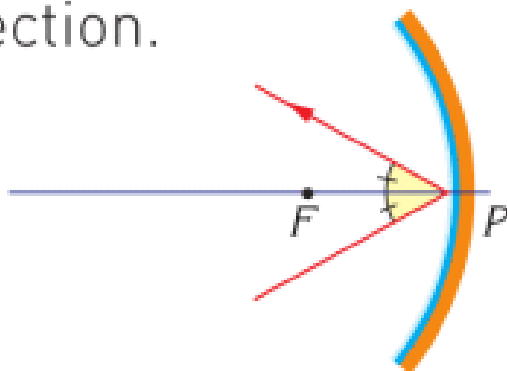
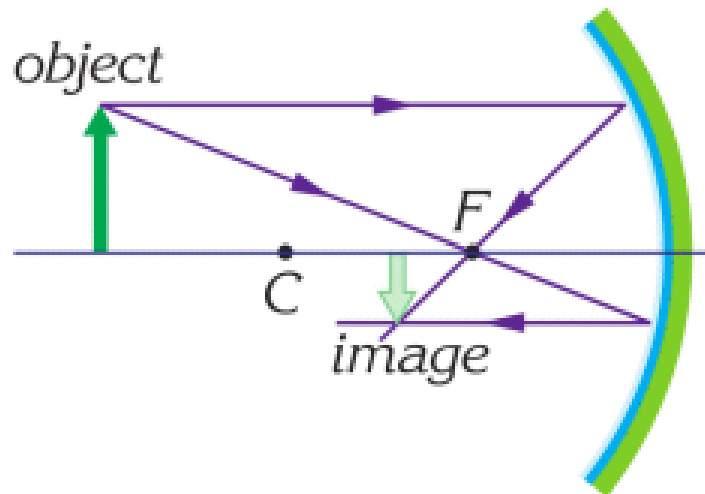


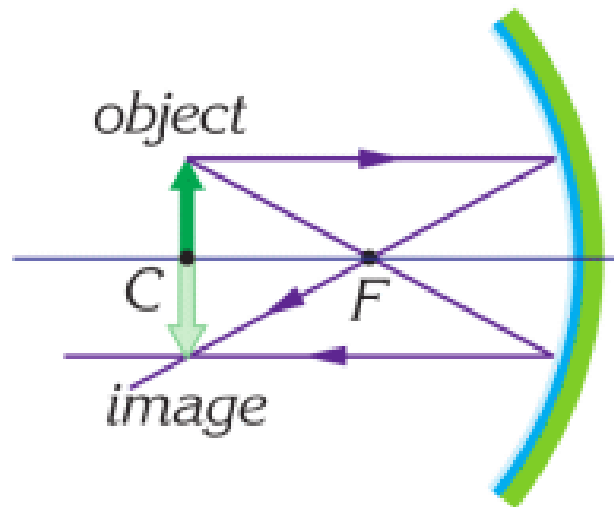
Figure 3

Для того чтобы нарисовать изображение тела, мы используем любые два специальных луча. В Example 1,2,3 нам удобно выбрать специальные лучи 1 и 3. Пересечения отраженных лучей дает изображение тела. В этих примерах изображение является действительным (изображение получается при пересечении самих лучей).



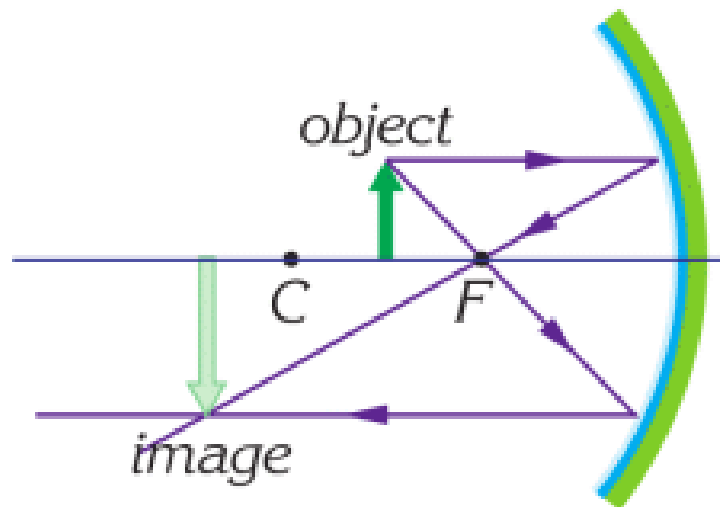
Example 1

- a. beyond the C
- b. smaller than the object
- c. real
- d. inverted



Example 2

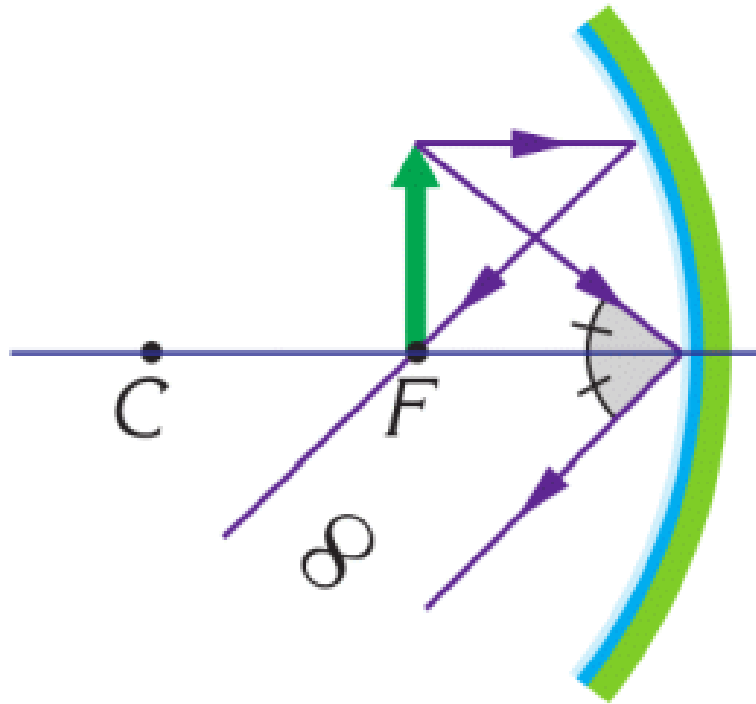
- a. at C
- b. the same size as the object
- c. real
- d. inverted



Example 3

- a. between C and F
- b. larger than the object (magnified)
- c. real
- d. Inverted

Sometimes we can use Special ray 1 and 2 as shown in example 4 and 5.



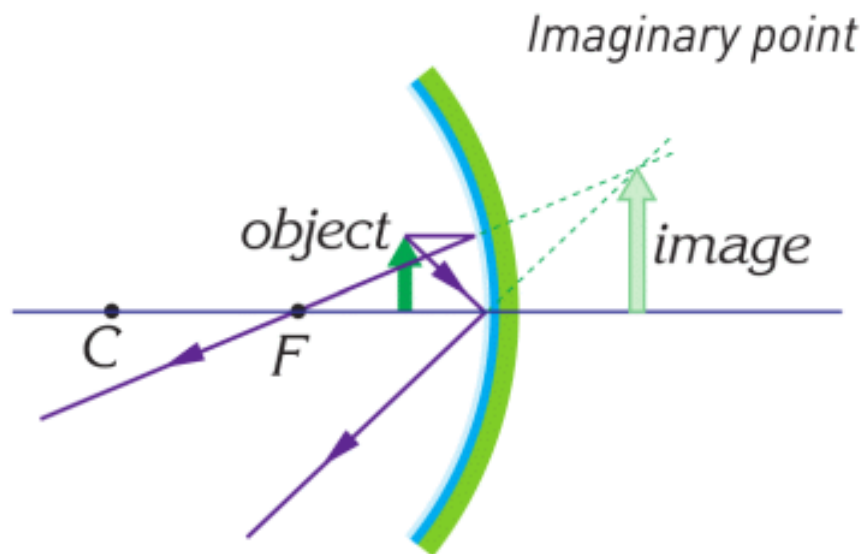
Example 4



Example 5

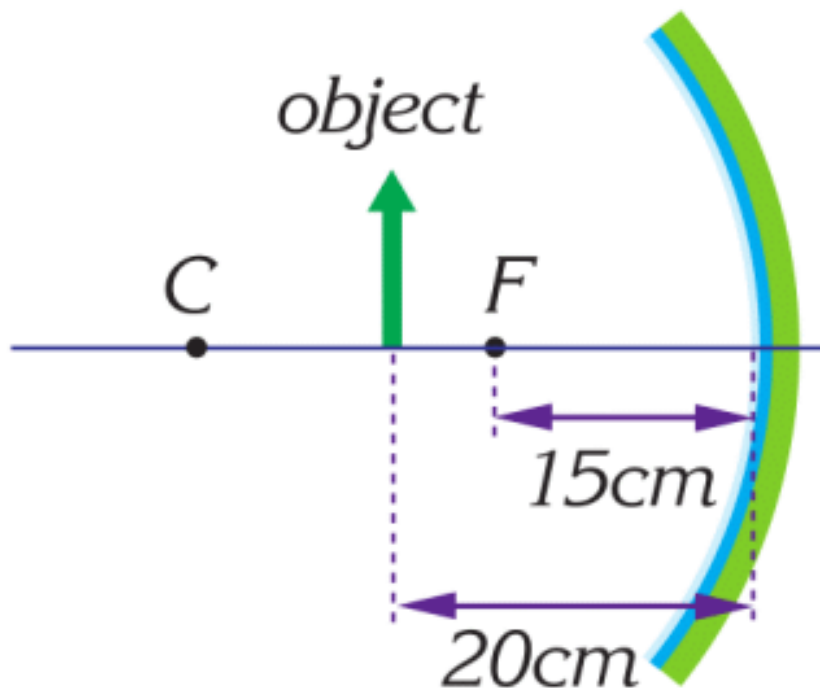
The image of this object is at infinity because reflected rays are parallel. This property is used in headlights.

In this example reflected rays never intersect. That is why we imagine that they start at an imaginary point. Since the reflected rays do not intersect, we call this image as virtual image.



- a. behind the mirror
- b. larger than the object (magnified)
- c. virtual
- d. upright (erect)

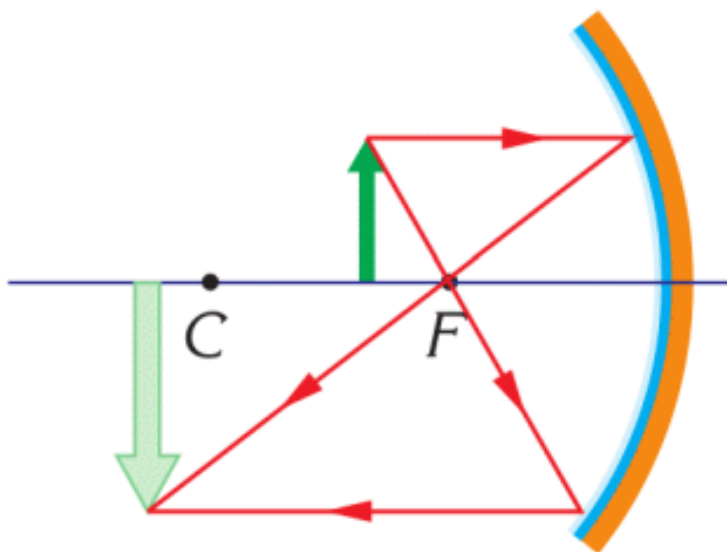
EXAMPLE



An object is 20 cm away from a concave mirror. Its focal length is 15 cm.

- Draw the position of the object.
- What properties does the image have?

Solution:



When we draw two special light rays (for example 1 and 3) and their reflection we obtain the image.

It is real, magnified, and inverted.

FACT



Doctors use a frontal reflector to look inside of throat and ears. The frontal reflector is a concave mirror that reflects light in the throat and ears.

RESEARCH TIME

Concave mirror



Materials: aluminium foil, a plastic bottle, scissors, glue.

Procedure: Use materials to make a concave mirror. Shine light on your mirrors. Observe results.

LITERACY

1. Why do you appear to be same in plane mirror? How do rays travel from plane mirror to your eyes?
2. Why do we use concave mirrors for makeup or shaving? How do rays travel from concave mirror to your eyes?
3. A concave mirror has the focal length of 20 cm. The distance between the object and mirror is 10 cm. Draw a ray diagram of the mirror, the object and the image. Use the ray diagram to measure the distance between the mirror, and the image.
4. Why do we use concave mirrors in car headlights or flashlights?
5. A legend says that Archimedes used mirrors to burn big ships of the enemies. How could Archimedes do that?
6. A concave mirror has the focal length of 20 cm. The distance between the object and the mirror is 50 cm. Draw a ray diagram of the mirror, the object, and the image. Use the ray diagram to measure the distance between the mirror and the image.

ART TIME

Write down an alphabet that you can read in the mirror. Use this alphabet to write a short story. Show your story to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- concave – ойыс / вогнутый
- focus – фокус / фокус
- inverted – төңкерілген / перевернутый

7.4 CONVEX MIRROR

YOU WILL:

- draw a ray diagram of the image for spherical mirrors and list properties of the image.

QUESTION



Why do objects seem to be smaller in a car side view mirror?

CONVEX MIRROR

Зеркало, изображенное на Figure 1 называется выпуклым зеркалом. Такие зеркала используются в боковых зеркалах машин, в зеркалах внешнего наблюдения, и для регулировки движения транспорта на дорогах.



Figure 1



Figure 1

Лучи, падающие на поверхность выпуклого зеркала, параллельны главной оптической оси, отражаются в разных направлениях от выпуклого сферического зеркала, Figure 2. Мнимые продолжения отраженных лучей собираются в одной точке, которая называется фокусом выпуклого зеркала.

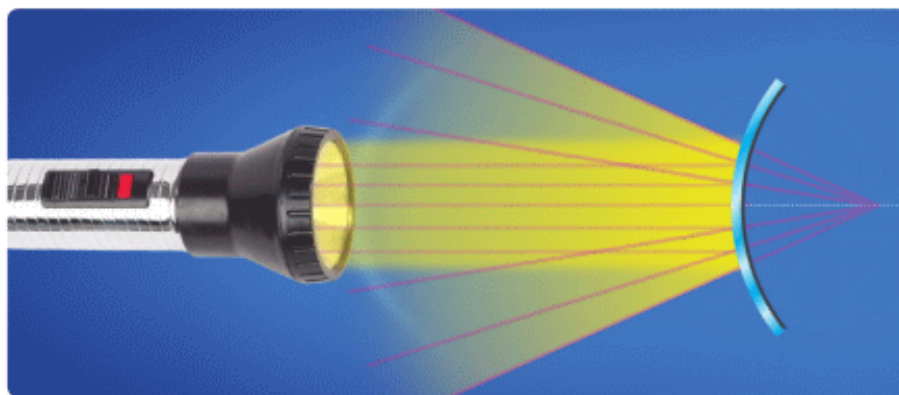


Figure 2

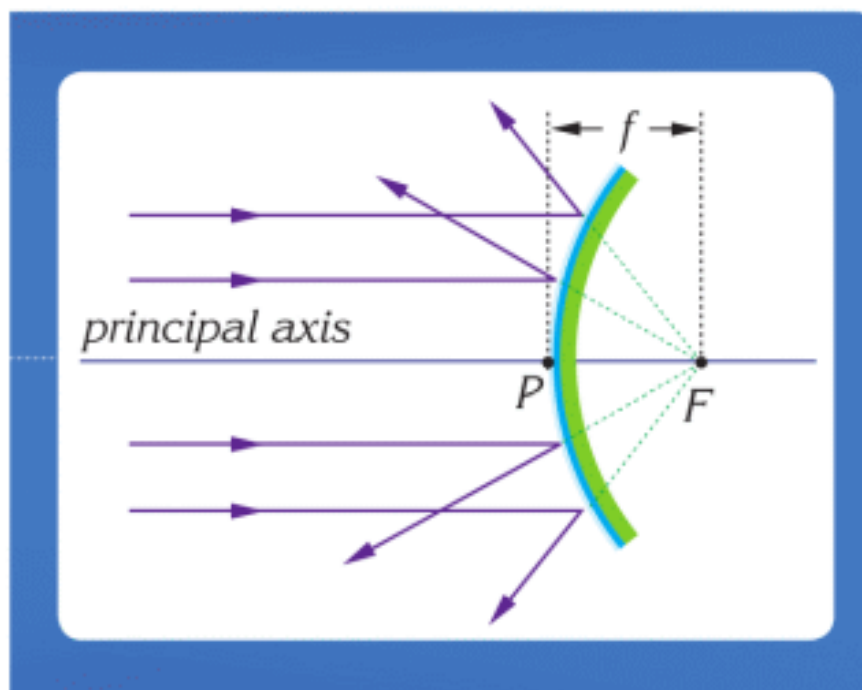
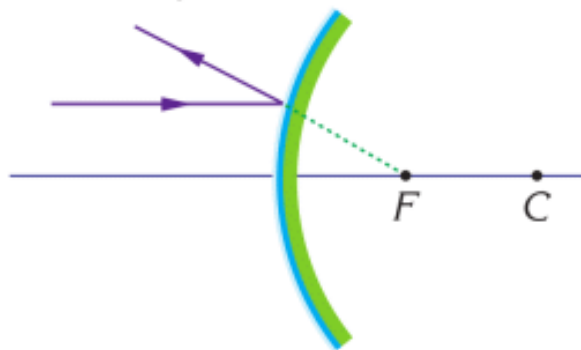


Figure 2

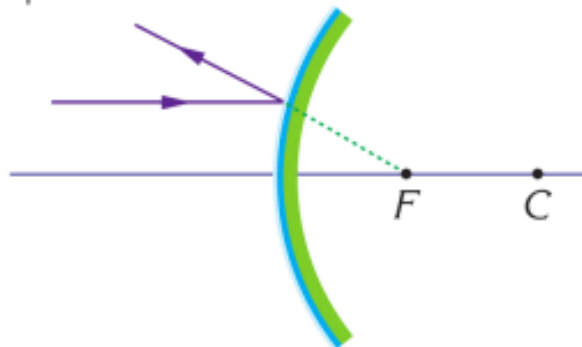
Когда вы смотрите в выпуклое зеркало, вы видите себя уменьшенным и в неперевернутом положении. Для того, чтобы объяснить этот феномен, мы можем воспользоваться специальными лучами для выпуклых зеркал.

Есть 4 специальных луча для данных зеркал:

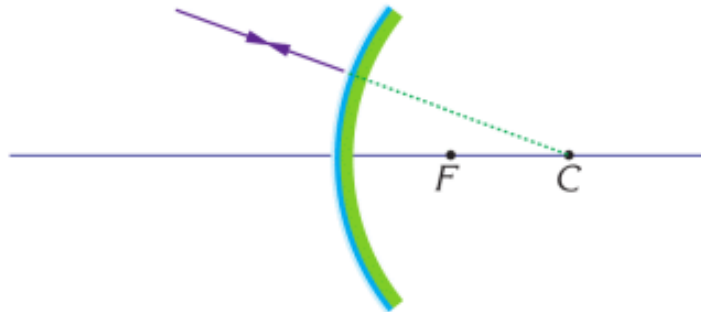
- 1 A ray parallel to the principal axis is reflected back so that its extension passes through F.



- 2 When light aims at point F, after reflection it goes parallel to the principal axis.



- 3 When light aims at point C, after reflection it goes back over itself.



- 4 When light falls on the centre of the mirror, it goes under the same angle.

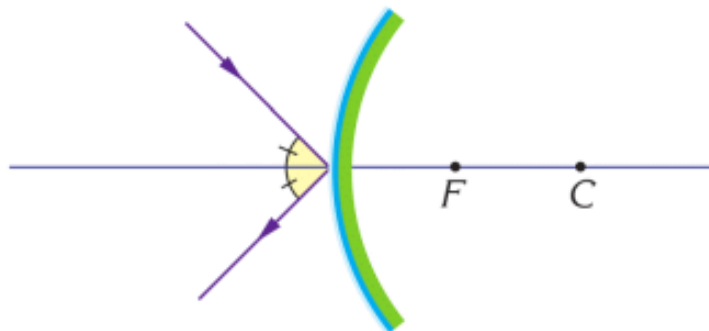
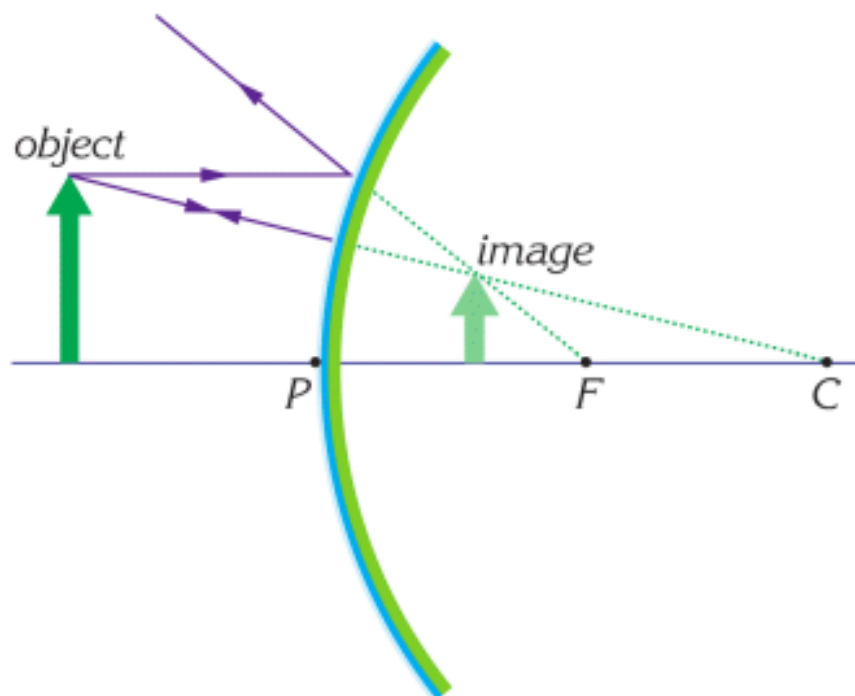


IMAGE FORMATION BY A CONVEX MIRROR

We can use any 2 special rays, to draw the image in a convex mirror.



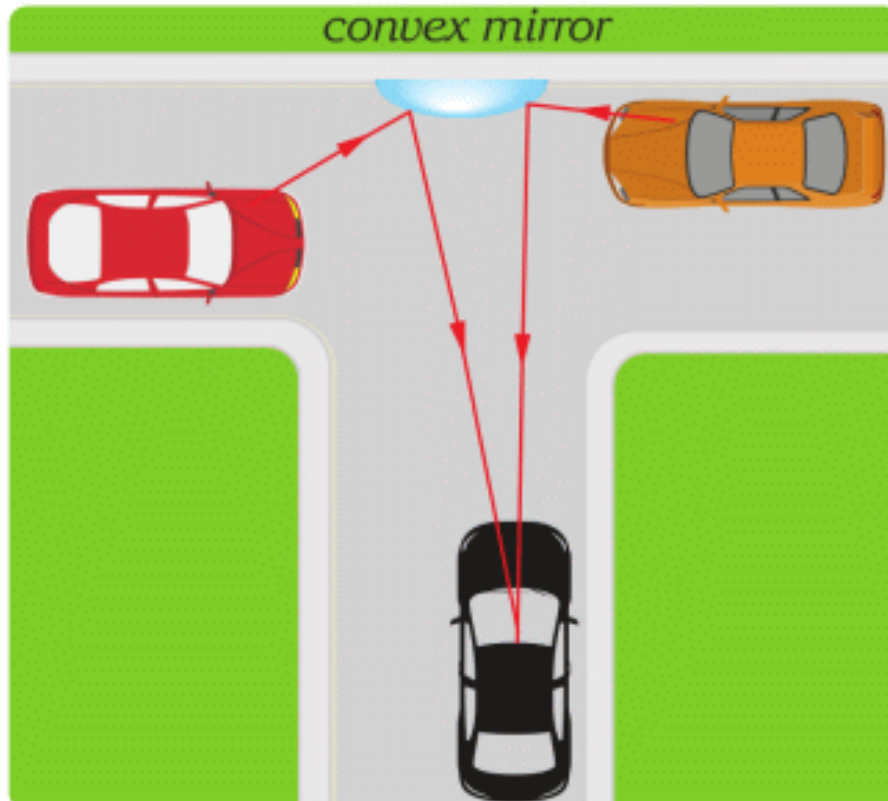
There is only one type of image. It has these properties:

- a. always between F and P
- b. smaller than the object
- c. virtual
- d. upright

IT-LINK

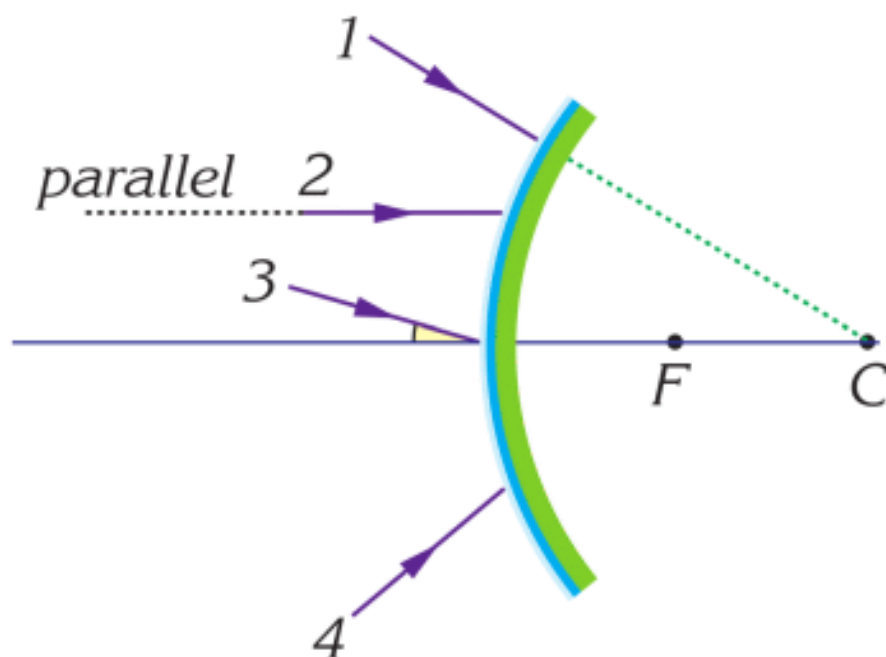
Use Youtube. Search “Mirror anamorphosis”. Can you draw it?

FACT



We place convex mirrors on narrow streets to prevent accidents.

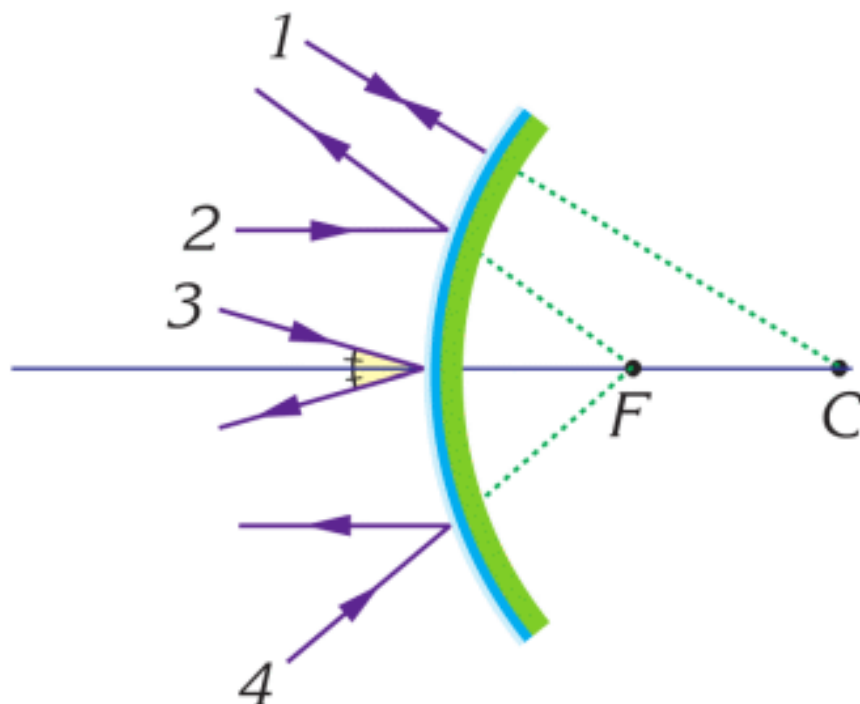
EXAMPLE



Four light rays are directed towards a convex mirror as shown in the figure. Draw their paths after reflection from the mirror.

Solution:

Using the rules for special light rays we can draw the reflected rays as follows.



ACTIVITY

A small pencil stands upright in front of a convex mirror. How does its image change when you move pencil closer? Does it get bigger or smaller? Draw a diagram that shows image formation.

LITERACY

1. Why do you appear smaller in a convex mirror? How do rays travel from convex mirror to your eyes?
2. Why do we use convex mirrors in shops (safety mirrors)?
3. Why do cars use convex mirrors in side view mirrors?
4. Which side view mirror is better, convex or plane? Why?
5. How can you draw fields of view of the plane mirror, concave mirror, and convex mirror?
6. A convex mirror has the focal length of 20 cm. the distance between the object and mirror is 10 cm. Draw a

ray diagram of the mirror, the object, and the image. Use the ray diagram to measure the distance between the mirror and the image.

7. A convex mirror has the focal length of 20 cm. The distance between the object and the mirror is 50 cm. Draw a ray diagram of the mirror, the object, and the image. Use the ray diagram to measure the distance between the mirror and the image.

ART TIME

Perform a theatre play about the dialogue between “plane mirror, concave mirror, and convex mirror”. What can they talk about? Show it to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- convex – дөңес / выпуклый
- extension – жалғасы, ұлғаю / продолжение, расширение

7.5 REFRACTION

YOU WILL:

- apply the law of refraction for problem solving
- draw a ray diagram in rectangular prism.

QUESTION

Why do objects in water seem to be bigger?

REFRACTION

Когда свет переходит от одной среды в другую, он меняет свое направление. Это явление называется преломлением света. Figure 1, карандаш находится сразу в двух разных средах: в воде и в воздухе, поэтому он выглядит сломанным.



Figure 1

Преломление возникает из-за того, что свет имеет разные скорости в разных средах.

Например,

Скорость света в воздухе и вакууме = 300 000 км/с

Скорость света в стекле = 200 000 км/с,

в воде = 225 000 км/с.

Хорошей аналогией преломления света является смена направления движения машины, когда машина въезжает на скользкую дорогу, Figure 2.

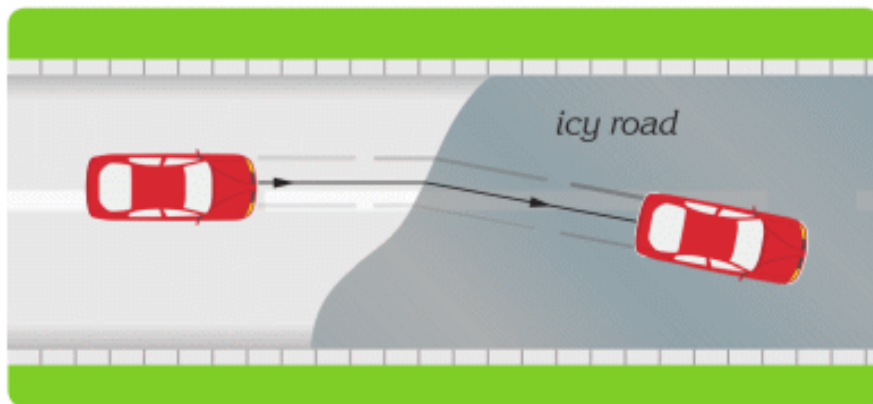


Figure 2

In this topic, we will use n - index of refraction (ratio of speeds).

$$n = \frac{c}{v}$$

c - speed of light in vacuum

v - speed of light in a medium

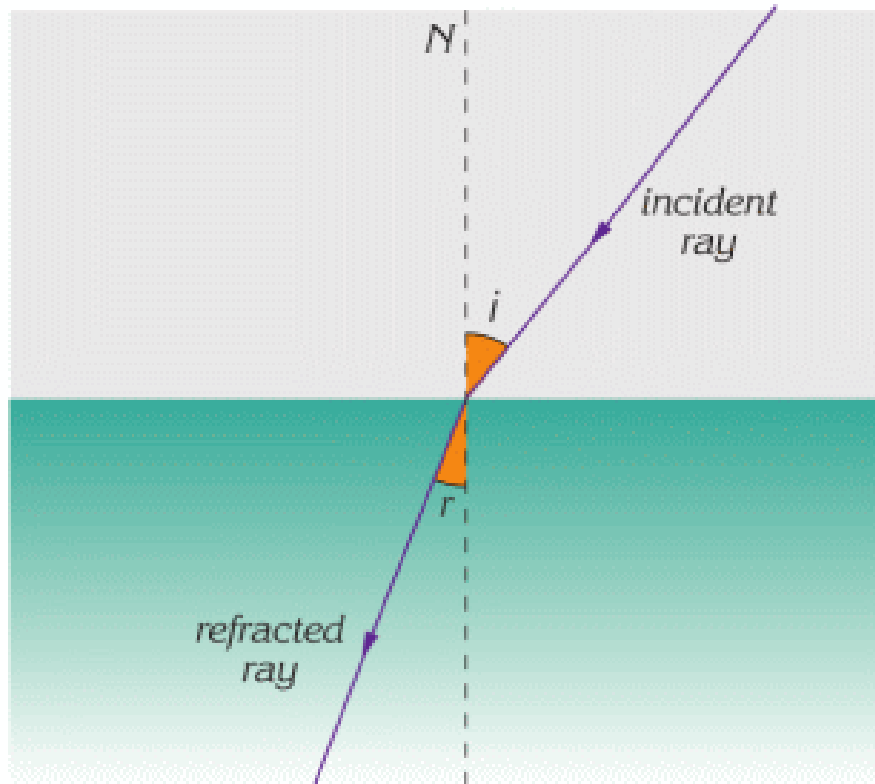
For example,

$$n_{\text{glass}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{200\,000 \text{ km/s}} = 1.5$$

$$n_{\text{water}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{225\,000 \text{ km/s}} \approx 1.3$$

We need an index of refraction to find the path of light rays in different mediums. To do it, we use the law of refraction.

$$n_1 \times \sin i = n_2 \times \sin r$$



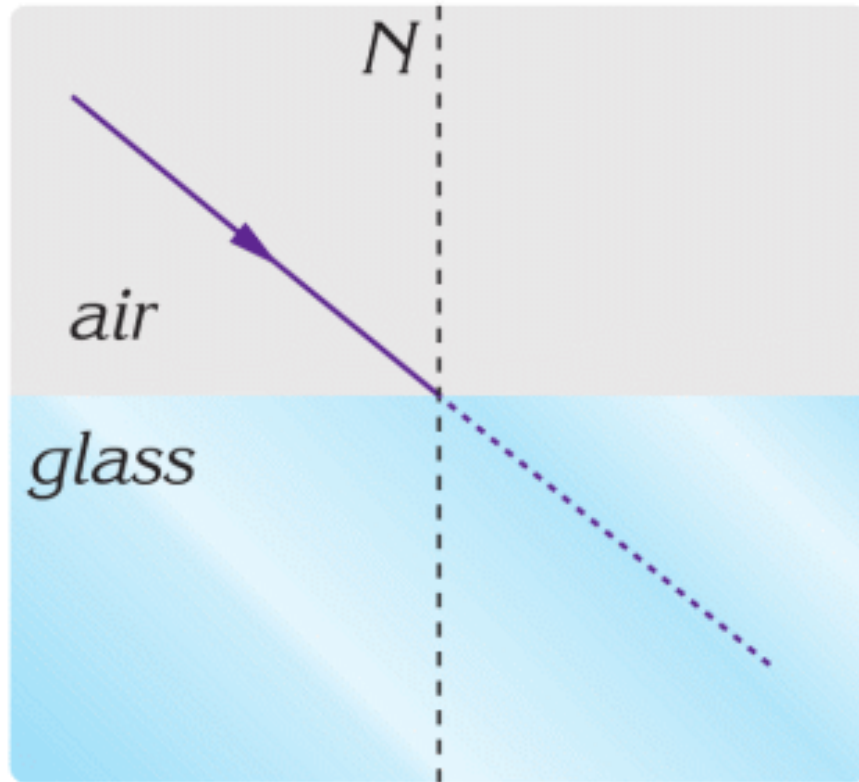
i - angle of incidence

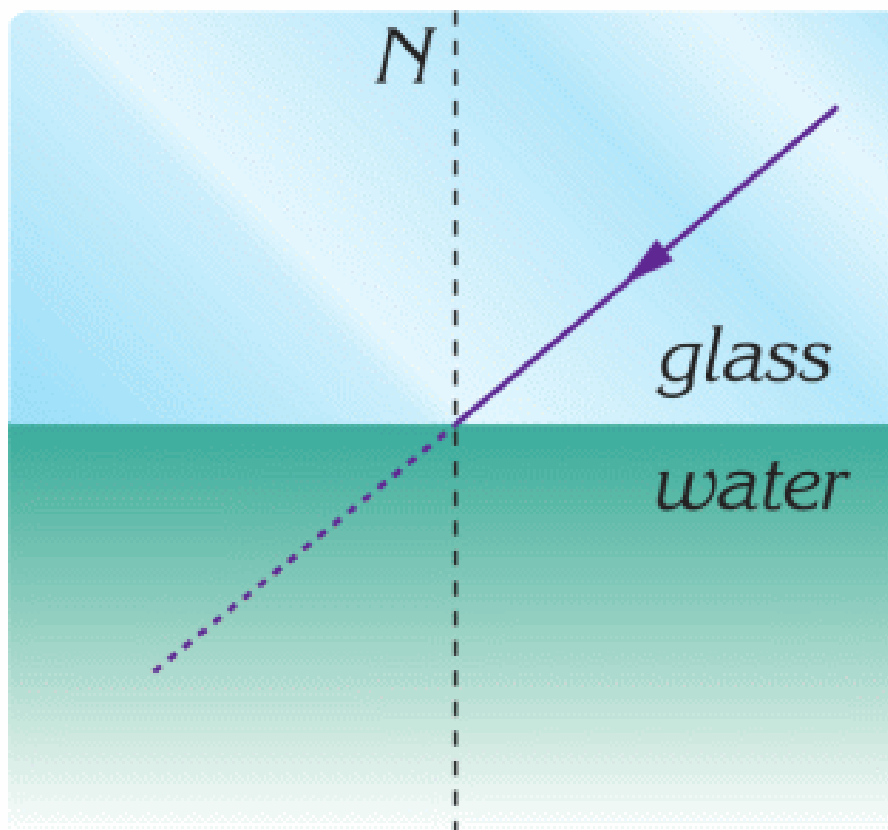
r - angle of refraction

n_1 - index of refraction of first medium

n_2 - index of refraction of second medium

EXAMPLE

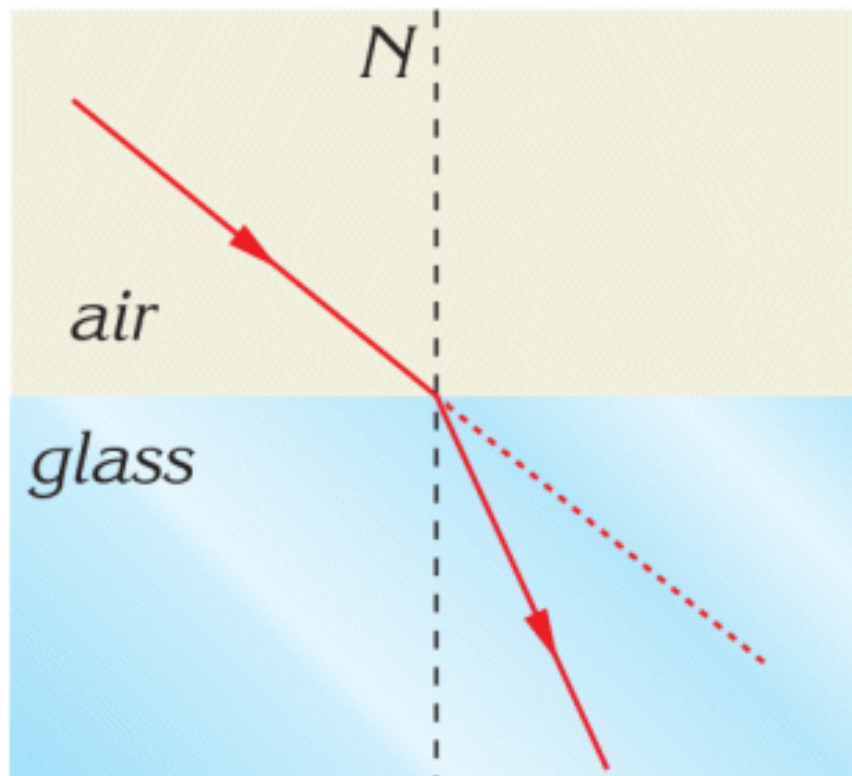


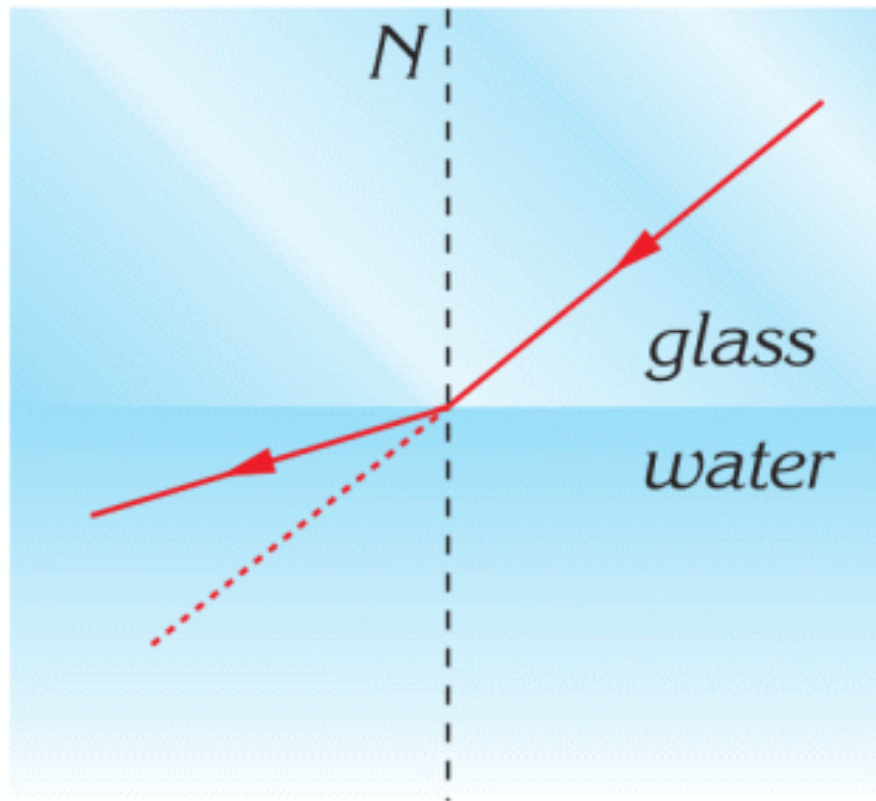


Which path do the light rays follow? Sketch them on the figures. Glass is optically denser than water.

Solution:

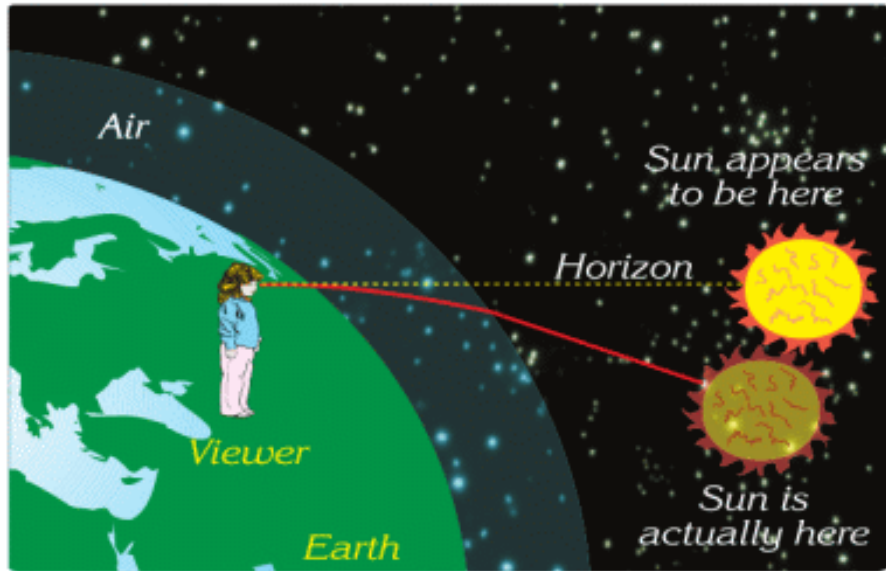
Using the laws of refraction, we can draw the path of the rays.





Notice that light bends away from the normal when it passes from glass into water.

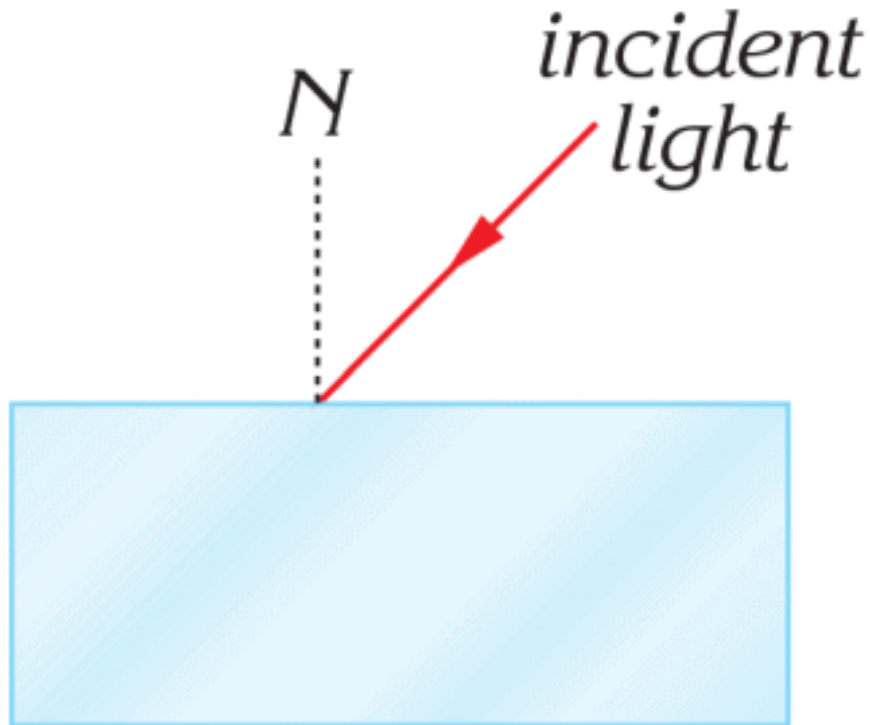
FACT



Because of atmospheric refraction, when the Sun is near the horizon, it appears to be higher in the sky.

ACTIVIY

Glass Block



In this activity you will:

- a) apply the law of refraction
- b) draw the path of the ray through the glass block
- c) use different angles of incidence

Task 1

- a. Choose the angle of incidence.
- b. Use the law of refraction to find how ray passes through the block.
- c. Draw the glass block and paths of an incident and refracted rays.

Task 2.

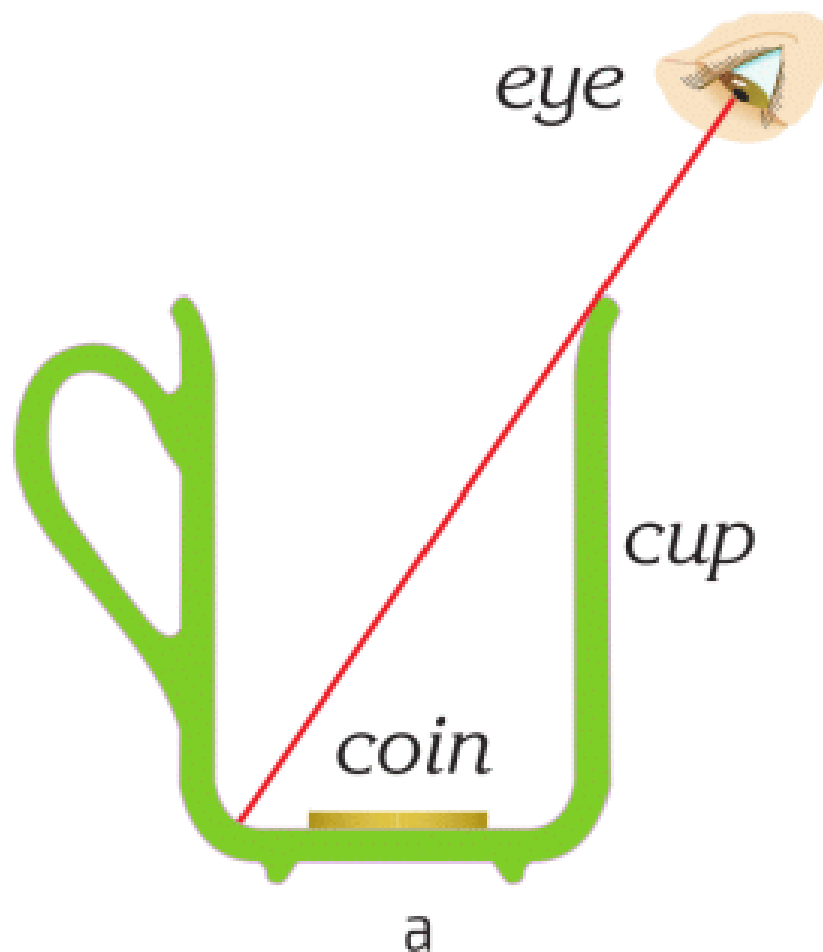
What happens, when you increase your angle of incidence by 10° , 20° , 30° ? Draw another picture of the glass block and paths of rays; use a protractor.

Task 3.

Look at your first picture. Imagine there is no block. How does the ray travel in this case? What is the difference?

RESEARCH TIME

a) Place the coin into the cup.



b) Move your head until you do not see the coin (figure a).

*keep your
head still*



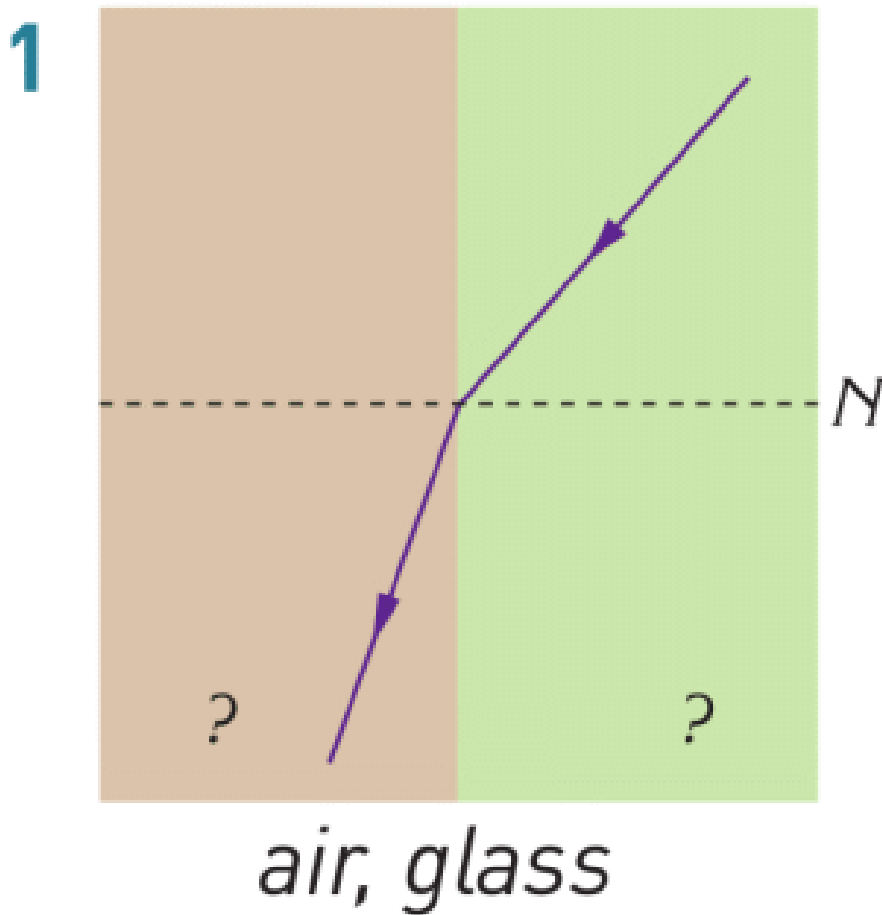
b

Do not move the head and fill the cup with water (figure b).
Do you see the coin now? Why?

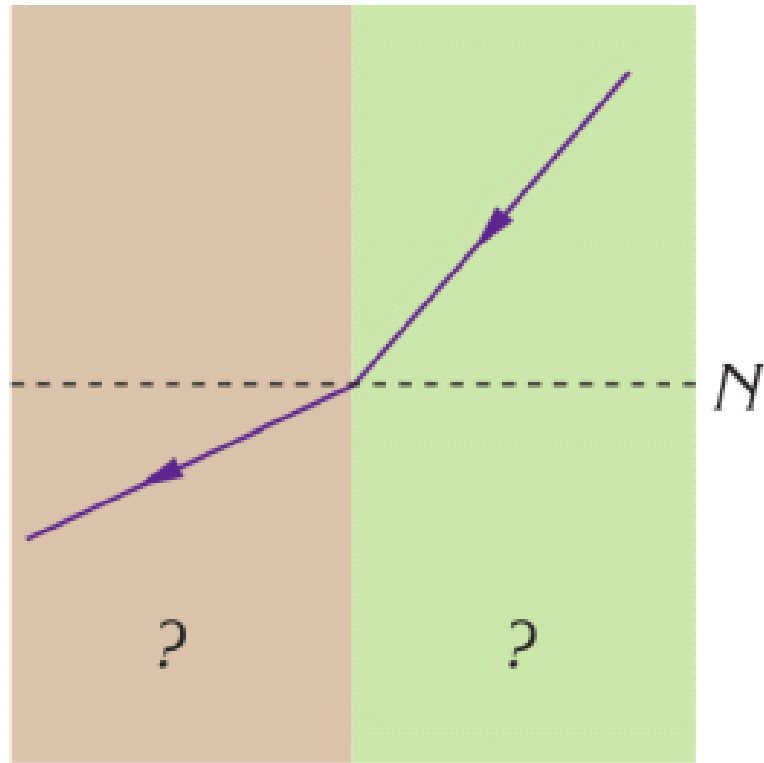
LITERACY

1. You are looking at the fish in water. Can you draw a light ray from the fish to your eye?
2. Rainbow forms because of refraction. What mediums do cause this refraction? How can you draw this refraction?
3. Why does the rainbow have all colours?

4. You send a laser ray into the water. The angle of the incidence in the air is 60° . What is the angle of refraction in water? Index of refraction of water is 1.33. Index of refraction of air is 1.
5. Following the path of the light rays, name the mediums in the figures.

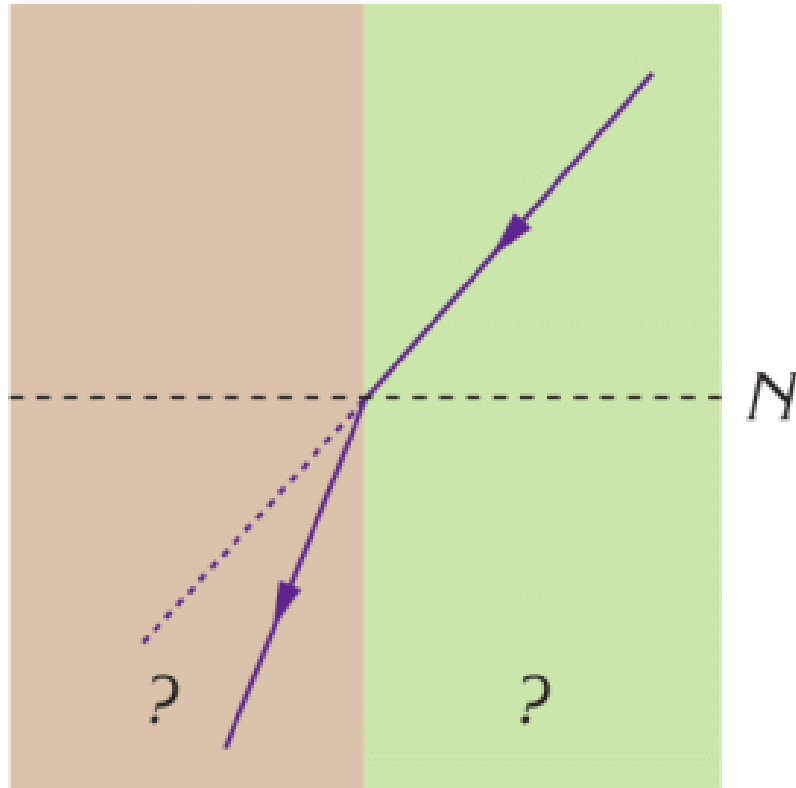


2



air, water

3



glass, water

ART TIME

Perform dance about “refraction”. What moves can you use? Show dance to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- refraction – сыну / преломление
- medium – орта / среда
- index of refraction – сыну коэффициенті / коэффициент преломления

7.6 TOTAL INTERNAL REFLECTION

YOU WILL:

- explain total internal reflection using experiment.

QUESTION



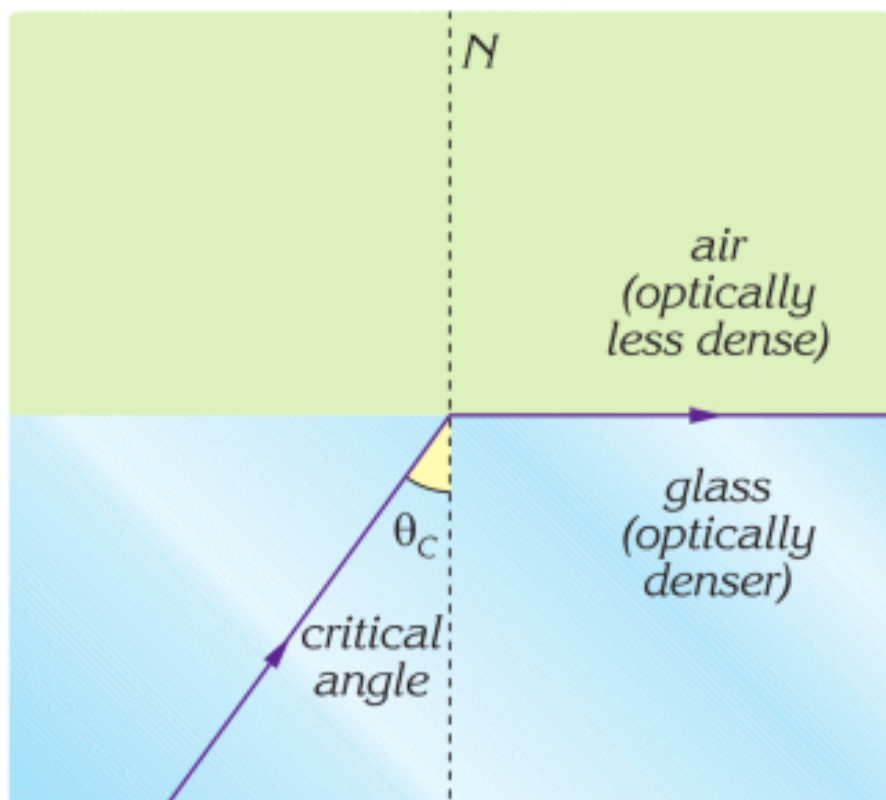


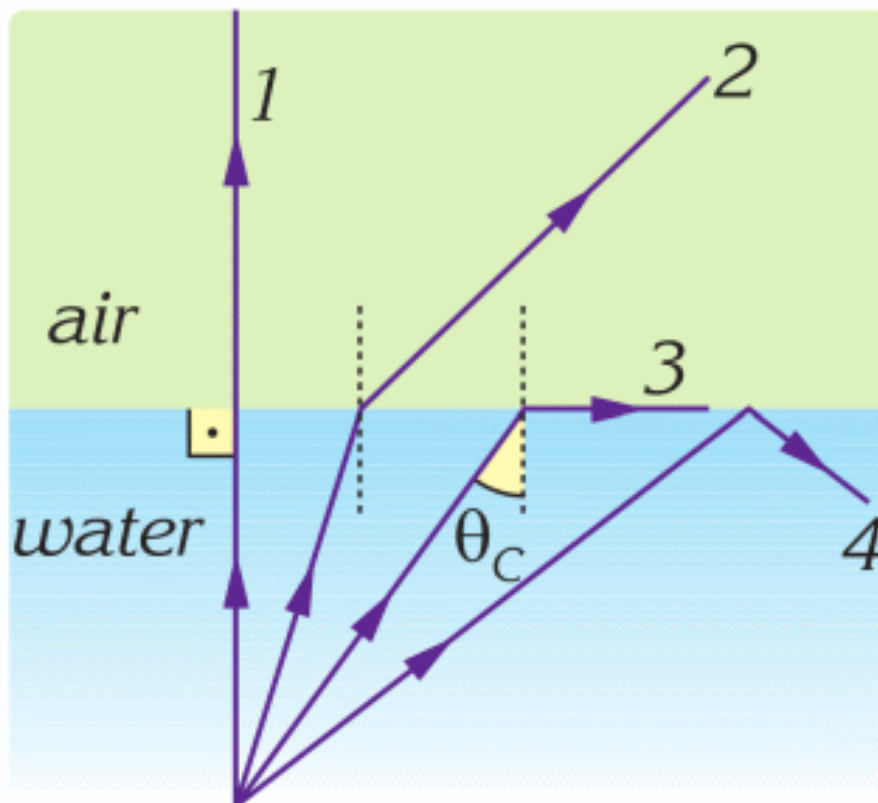
Why do people use endoscopes? How does an endoscope work?

What materials are used to make the endoscope?

TOTAL INTERNAL REFLECTION

Sometimes a light cannot pass from the medium with higher index of refraction into the medium with lower index of refraction. Instead, it travels along the surface. When the angle of refraction is 90° , the angle of the incidence is called the critical angle, ray 3 in the figure below.





If the angle is greater than the critical angle, the light cannot pass through the other medium. The light ray reflects back (ray 4). This phenomenon is called total internal reflection.

Total internal reflection can be observed in glass prisms. The light ray in the glass prism cannot go into the air. The angle of the incidence of ray is 45° . This angle is greater than the critical angle for glass (42°). As a result, total internal reflection is observed. The ray changes direction by 90° , Figure 1.

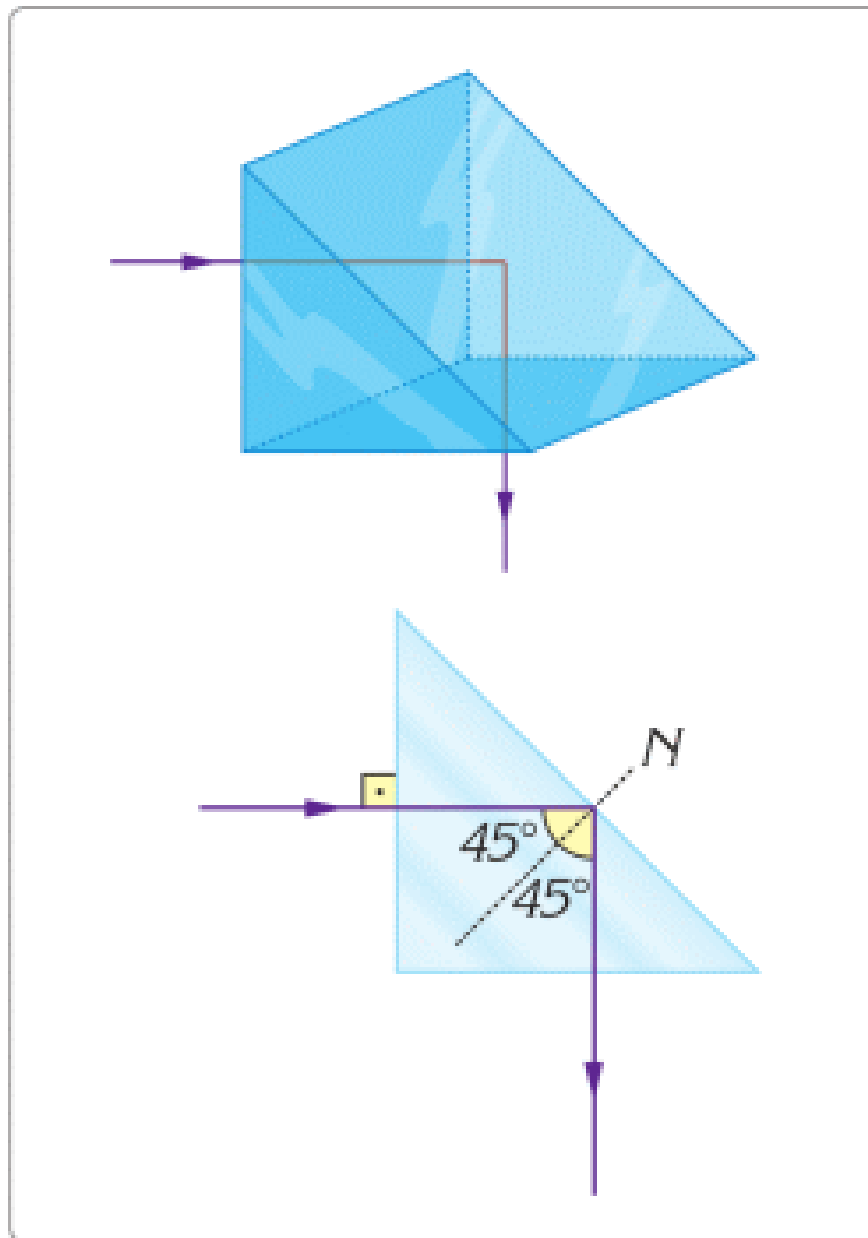


Figure 1

OPTICAL FIBRE

Оптические волокна используют полное внутреннее отражение для того, чтобы оптический сигнал распространялся внутри оптического волокна. На изображении видно, как красный лазер не может

покинуть оптическое волокно. Также на рисунках вы можете видеть оптоволокна в пучке и оптоволоконный кабель, Figure 2.

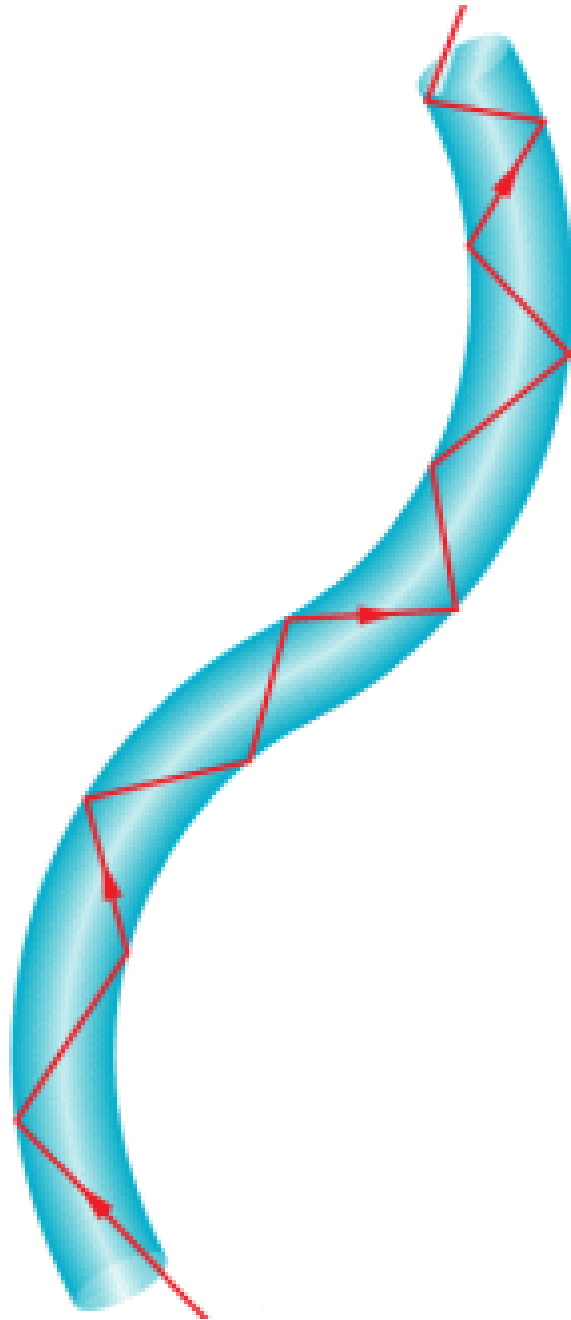


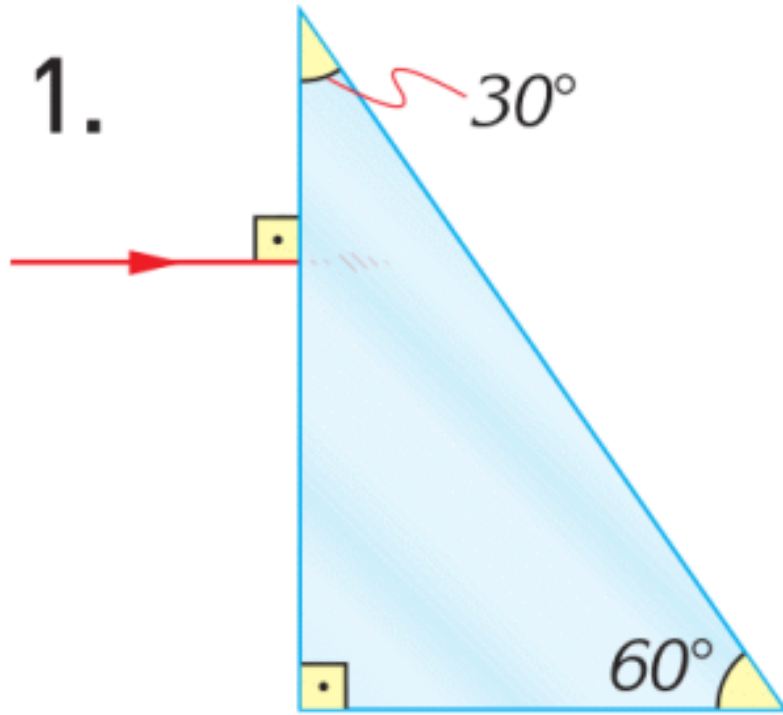
Figure 2



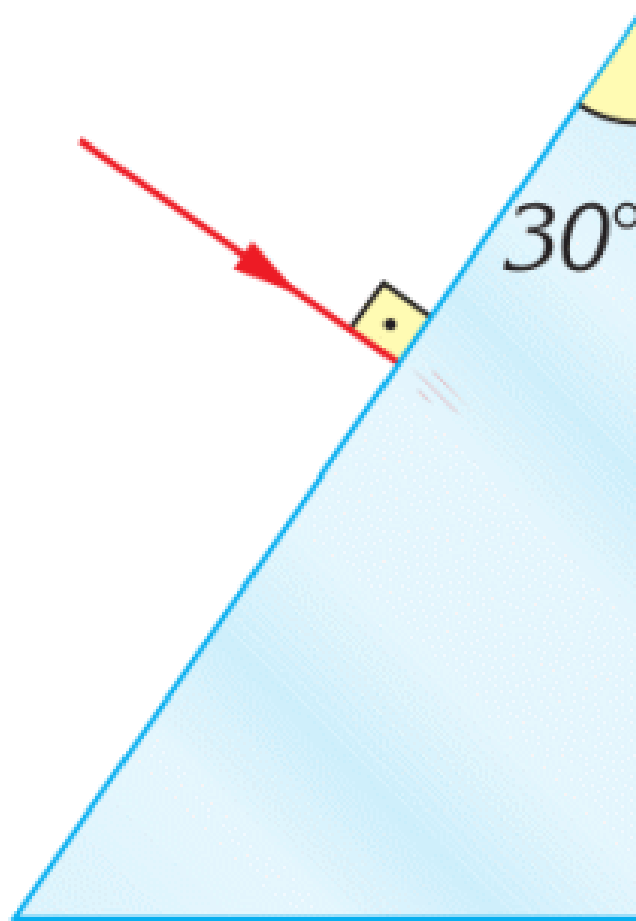
Оптоволоконный кабель используется для передачи сигнала в высокоскоростном интернет подключении. Оптоволоконный кабель может передавать в тысячи раз больше информации, чем обычные медные провода.

EXAMPLE

Draw the paths of the light rays incident on the prisms.

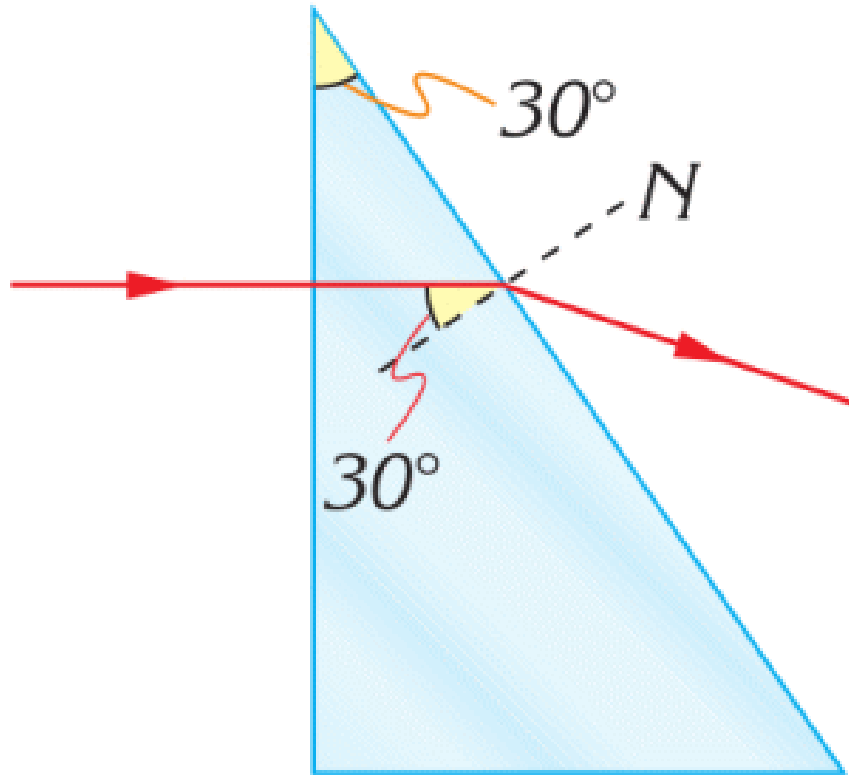


2.

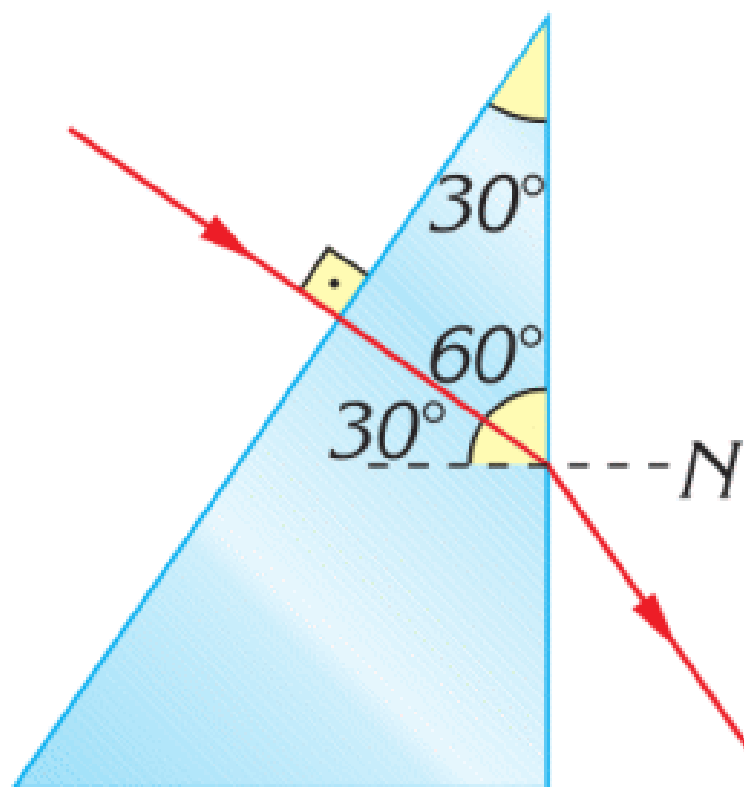


Solution:

1. Ray strikes the second surface with an incident angle of 30° . It is smaller than 42° , so ray passes into the air.



2. Ray strikes the surface with an angle of incidence of 30° . The ray passes into air bending away from the normal, towards the base of the prism.



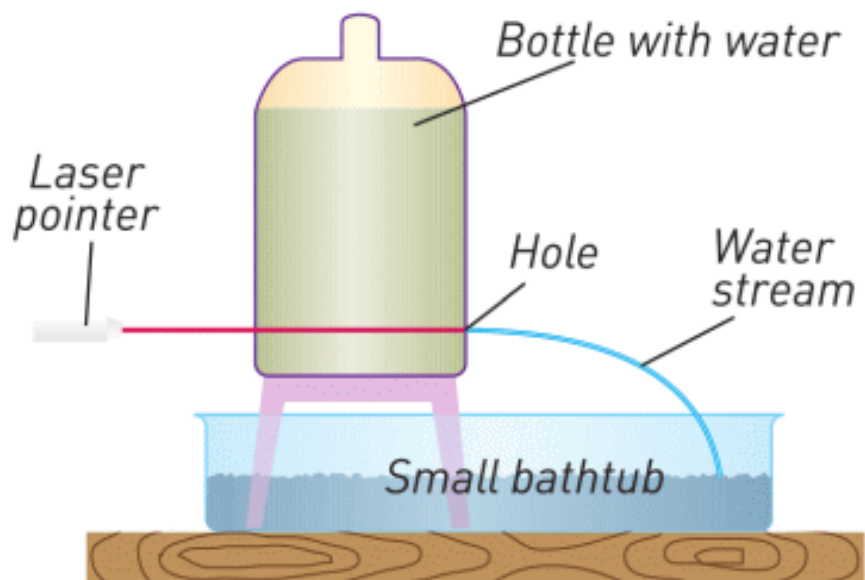
RESEARCH TIME

Area of use of optical fibers	Why and how are optical fibers used?	Who does use them?
Communication		
Temperature sensors		
Medicine		
Lasers		

Fill this table

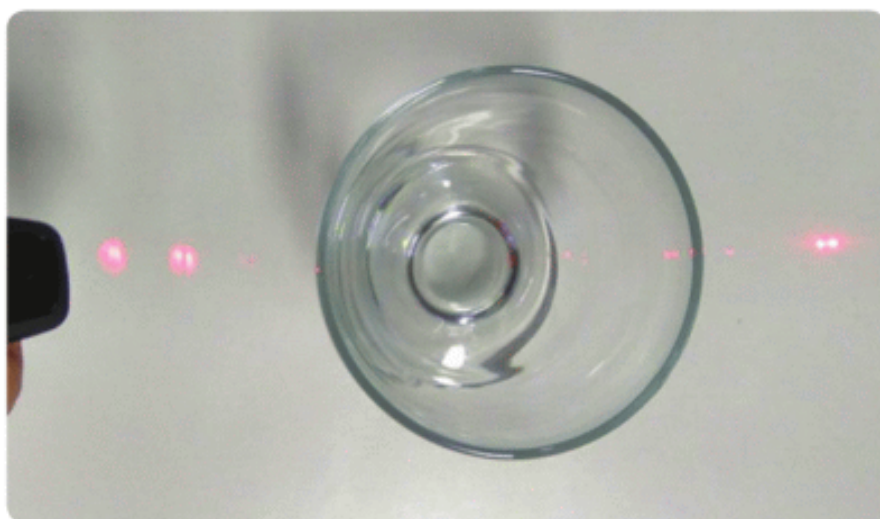
RESEARCH TIME

Materials: Laser pointer, Plastic bottle, Water, Scissors, Small bathtub, Dark room.



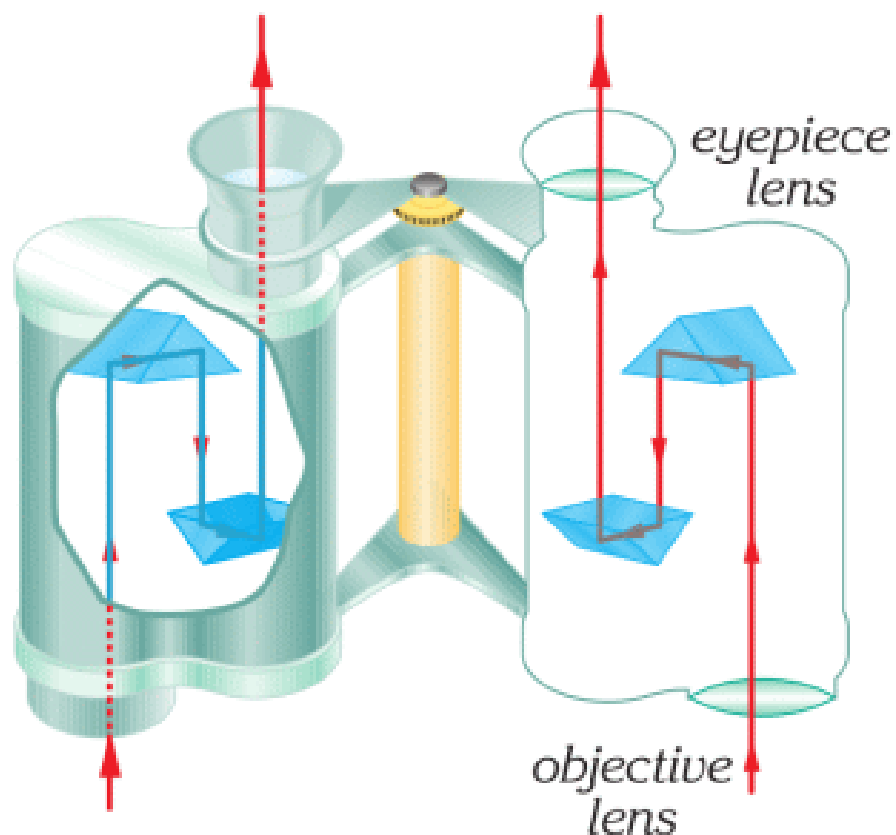
Procedure: Make a setup as on the picture. Direct laser ray into the hole. Look at the stream. What can you see? Why does it happen?

RESEARCH TIME



Point a laser to the glass. Why is the laser ray reflected even if the glass is transparent?

FACT



Binoculars have converging lenses and prisms. Prisms use total internal reflection to turn the inverted image upright.

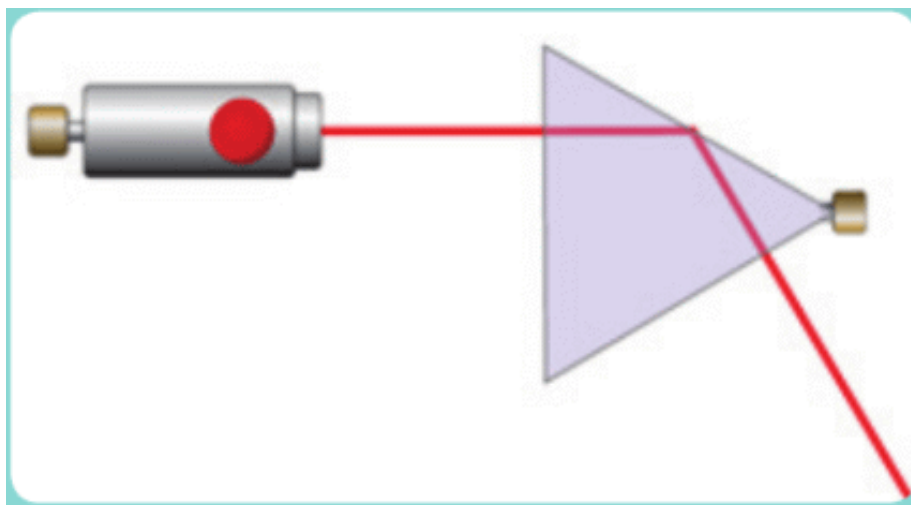
LITERACY

1. You send a laser ray from water. Angle of incidence in the water is 60° . Draw the ray diagram of laser, water, air. Index of refraction of water is 1.33. Index of refraction of air is 1.
2. Why are diamonds very bright? Why is glass not bright?

3. Water has no colour, water is transparent. Why do “light fountains” have colour?



4. In the figure, you can see laser and glass prism. Determine the angle between the incident ray and the refracted ray. Also determine the angle of incidence. Is angle of incidence greater than critical angle for glass? Use a protractor.



ART TIME

Imagine yourself as a signal that travels in an optical internet cable. Imagine feelings and thoughts of this signal. Write a

short story about this signal and read it to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- endoscope - эндоскоп / эндоскоп
- critical angle - критикалық бұрыш / критический угол

7.7 CONVERGING LENS

YOU WILL:

- apply the formula of a thin lens for problem solving;
- apply the formula of a magnification of lens for problem solving;
- draw a ray diagram of the image in a thin lens and list properties of the image.

QUESTION

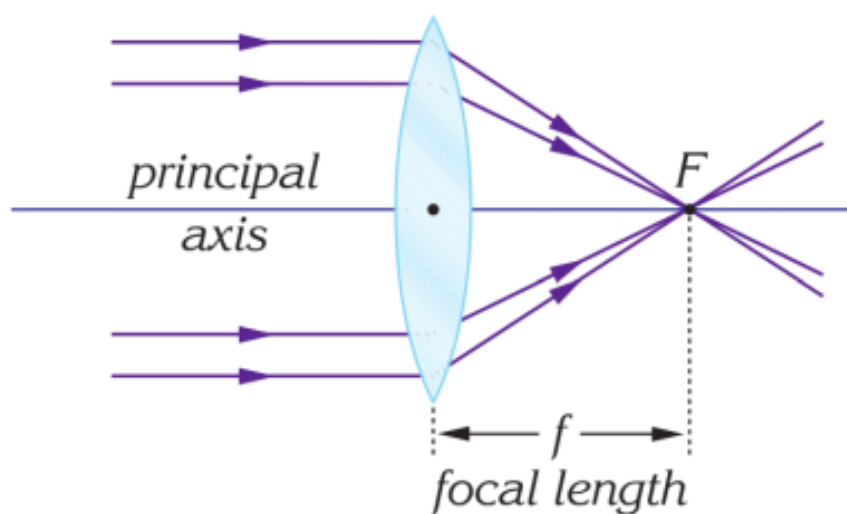
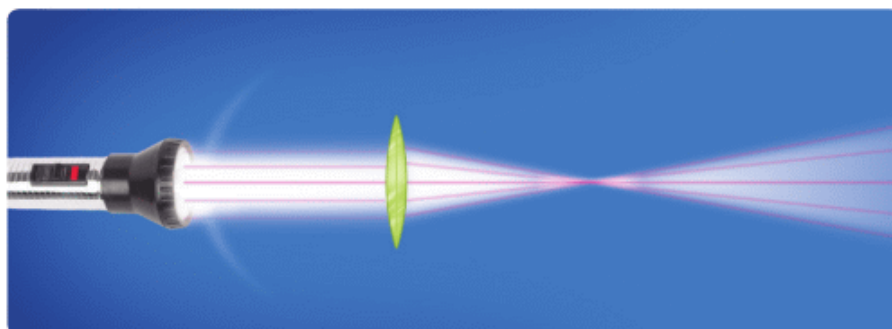


Why does the boy's eye seem bigger?

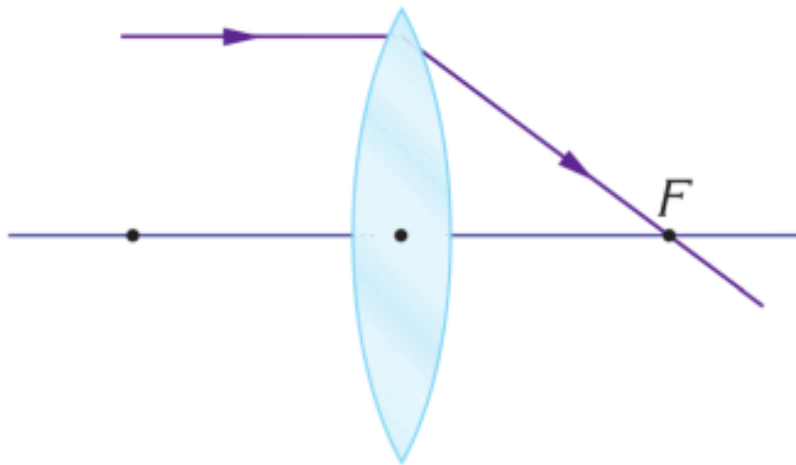
CONVERGING LENS

A converging lens is thicker at the centre. Converging lenses collect rays which are parallel to the principal axis in one point. This point is called a focal point. A distance between

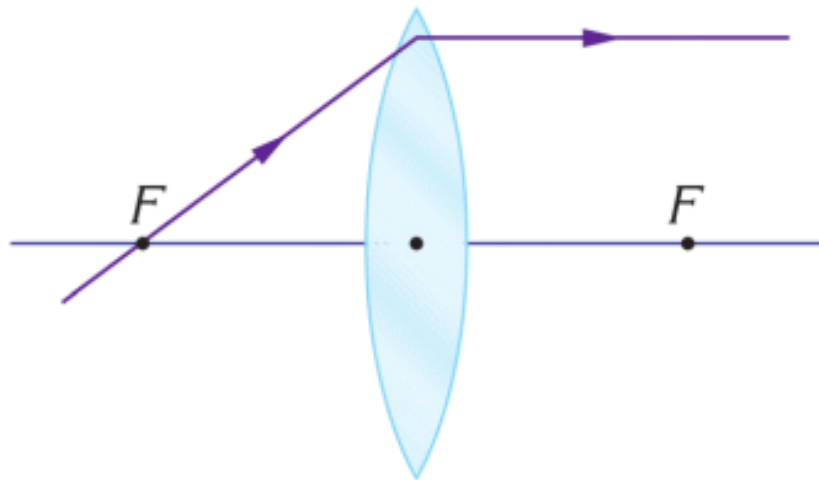
the lens and the focal point is called focal length. Symbol “F” denotes the focal length.



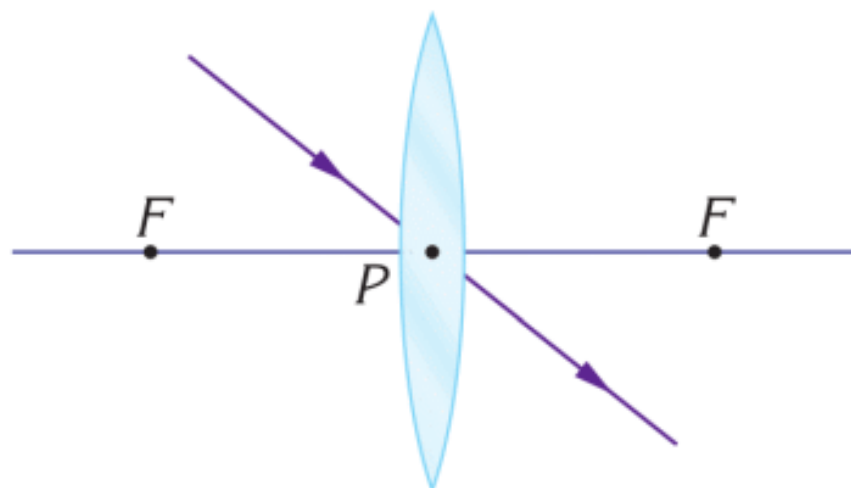
There are three special rays for converging lenses. We use them to draw an image. You can see them below.



Special ray 1



Special ray 2



Special ray 3

IMAGE FORMATION BY A CONVERGING LENS

На Figure 1 объект находится от линзы на расстоянии, больше двойного фокусного расстояния. Для того чтобы показать изображение мы нарисуем два луча исходящие от вершины стрелки.

Первый луч паралелен основной оси Special ray 1. Второй луч направлен через центр линзы Special ray 3. Пересечение лучей и есть вершина изображения.

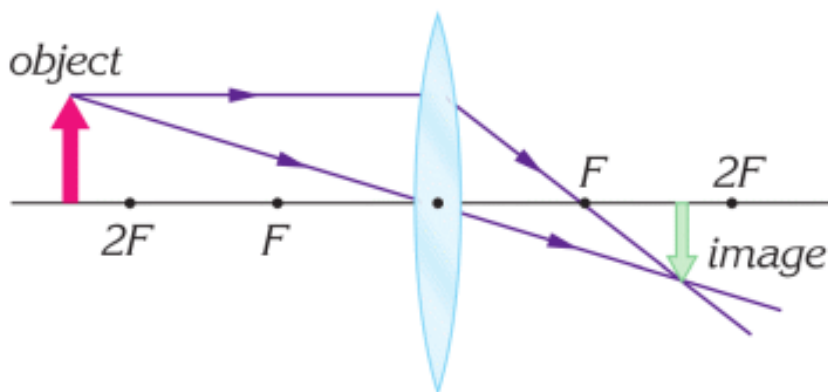


Figure 1

Изображение здесь меньше, чем сам предмет, перевернутое, действительное. Изображение действительное, потому что лучи пересекаются.

На Figure 2 объект находится от линзы на расстоянии, которое меньше фокусного расстояния линзы. Для построения изображения необходимо построить ход двух лучей, начиная с вершины предмета.

Первый луч параллелен оптической оси Special ray 1. Второй луч направлен через центр линзы Special ray 3. Лучи не пересекаются, поэтому мы используем продолжения от преломленных лучей. Пересечение продолжений и формирует вершину изображения.

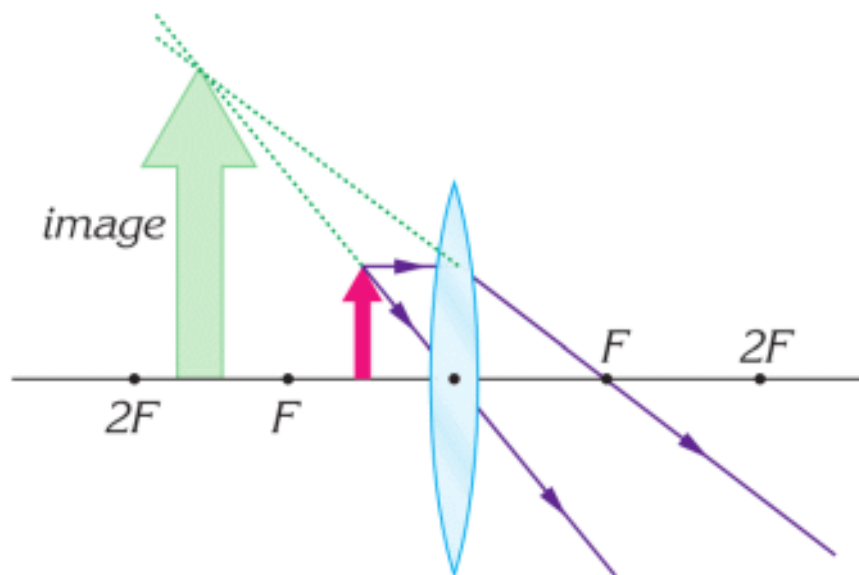


Figure 2

The image here is bigger (not smaller), upright (not inverted), virtual (not real). The image is virtual because rays do not intersect.

THE FORMULA OF THE LENS

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

F: focal length of a lens (meters)

d: distance between the lens and the object (meters)

f: distance between the lens and the image (meters)

The distance d is always positive. However, the distance f can be both negative and positive. If the image is real, then f is positive. If the image is virtual, then f is negative.

MAGNIFICATION OF IMAGE

The converging lens produces an image that can be bigger or smaller than an object. Magnification shows how many times the image is greater or smaller than the object.

$$M = \frac{-f}{d} = \frac{H}{h}$$

M: magnification of the lens

d: distance between the lens and the object (meters)

f: distance between the lens and the image (meters)

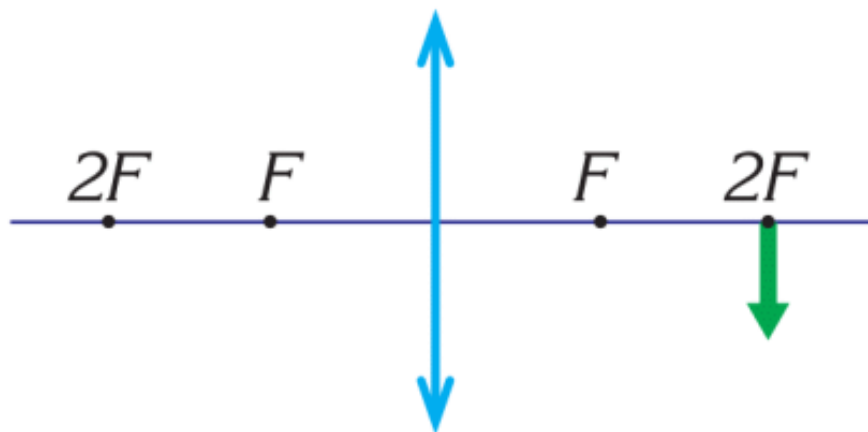
h: height of the object (meters)

H: height of the image (meters)

If $M < 0$, the image is inverted.

If $M > 0$, the image is upright.

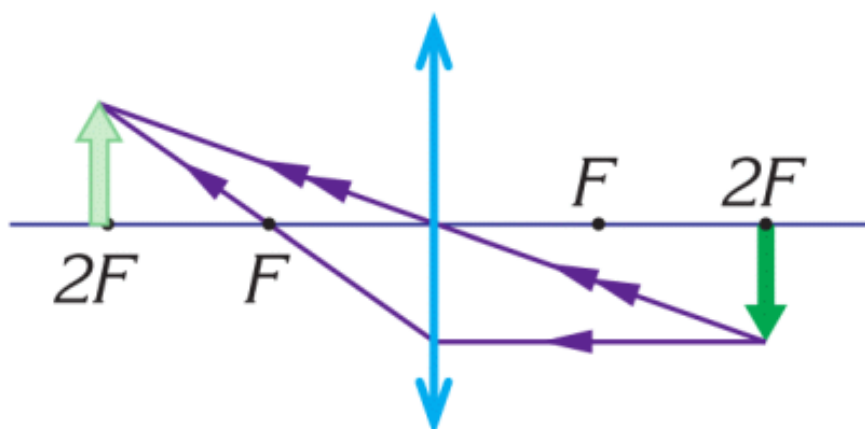
EXAMPLE



An object is at a distance of 0.2 m from the converging lens. The focal length of the lens is 0.1 m.

- Where is the image? Draw the image and find the distance of the image. Use a ruler.
- Determine magnification. Use the ruler.
- List the image properties.

Solution:

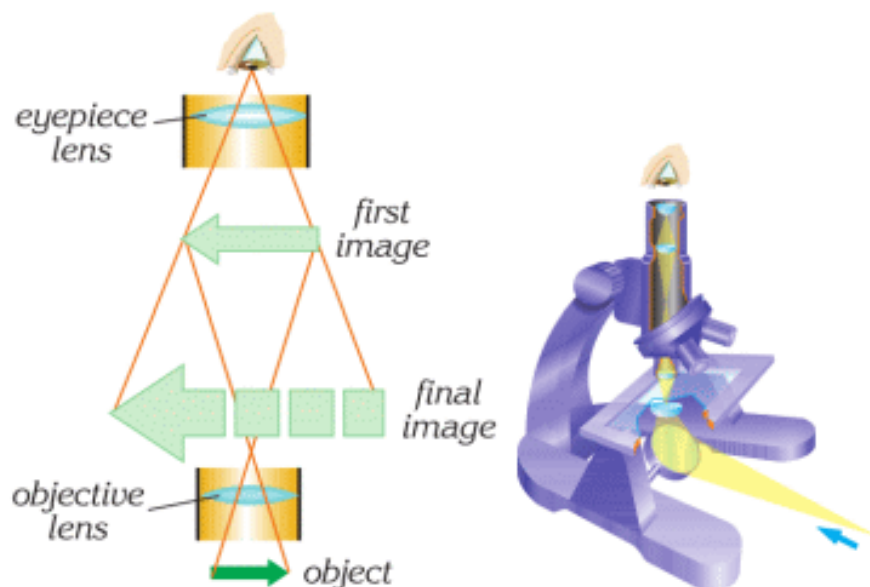


$$a. \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{0.1} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{f}; \quad f = 0.2\text{m};$$

$$b. \quad M = \frac{-f}{d}; \quad M = \frac{-0.2}{0.2} = -1$$

c. The image is real, inverted, and has the same size as the object.

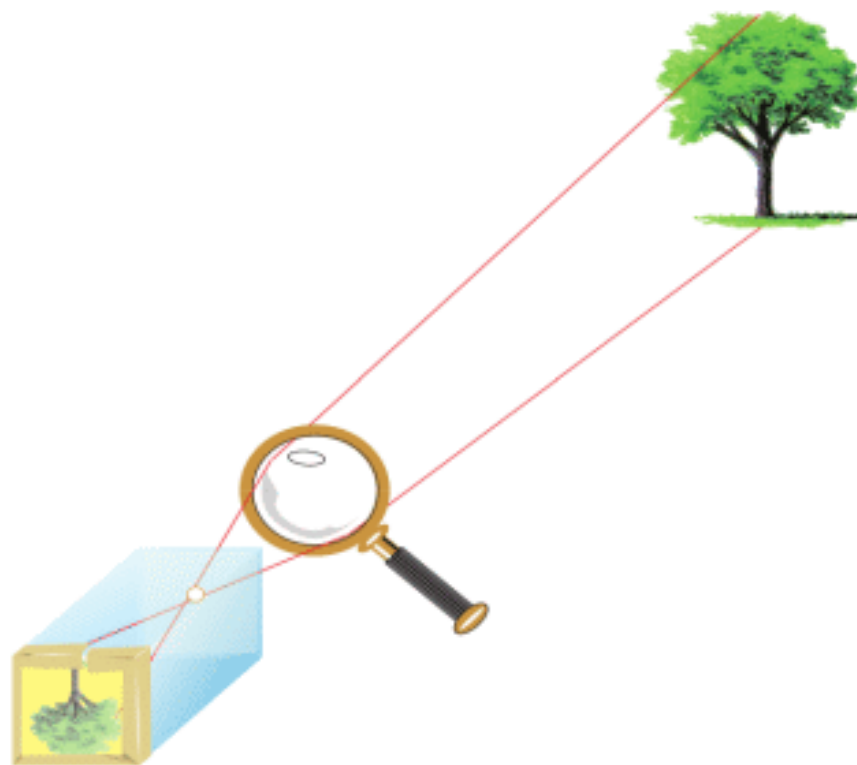
FACT



A microscope uses two converging lenses. Microscope makes bigger images of small objects, Figure.

RESEARCH TIME

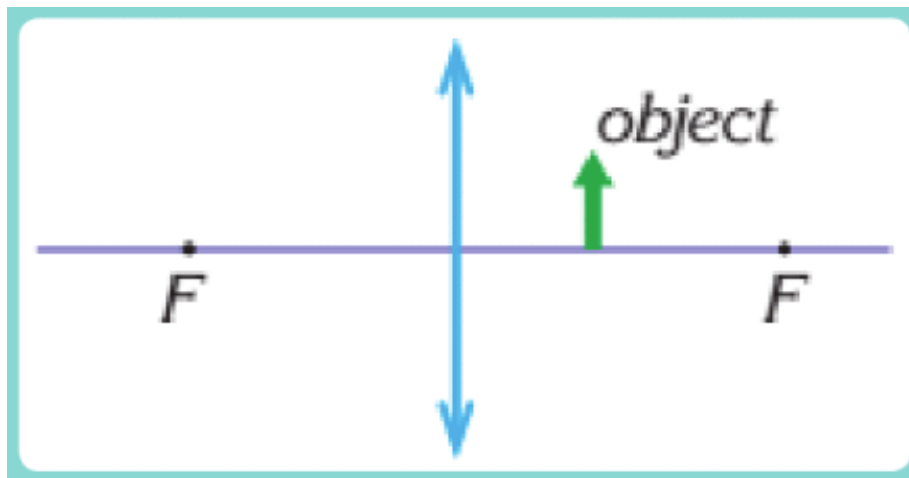
Materials: A small box, tracing paper, tape, nail, converging lens.



Procedure: Make a hole in the box with a nail, as shown in the Figure. Cover one end of the box with the tracing paper. Now make an image of something, as shown in the Figure.

LITERACY

1. Why is the image magnified in a converging lens? How do rays travel through the converging lens to your eyes?
2. At what distance should the magnifying glass be placed so you can see words twice bigger? The magnifying glass has a focal length of 25 cm.
3. How can you make a telescope with two converging lenses? How do rays travel in this telescope? Draw a ray diagram of the telescope.
4. The distance between the lens and the object is 8 cm. The focal length of the lens is 20 cm. Draw image of the object. List its properties. Determine magnification.



ART TIME

Change smartphone to a microscope. What materials can you use? What magnifications can you achieve? Make a microscope from a smartphone and show to parents, teachers, and friends.

TERMINOLOGY

- converging lens – жинағыш линза / собирающая линза
- telescope – телескоп / телескоп
- magnification – ұлғайту / увеличение

7.8 DIVERGING LENS

YOU WILL:

- apply the formula of a thin lens for problem solving;
- draw a ray diagram of the image in a thin lens and list properties of the image.

QUESTION



Why do objects seem smaller in eyeglasses?

DIVERGING LENS

Линза, имеющая вогнутую форму (шире на концах и тоньше по середине), называется рассеивающей. Она называется так из-за того, что лучи падающие параллельно главной оптической оси расходятся в разные стороны после прохождения через линзу. При построении хода этих лучей, видно, что продолжения

лучей пересекаются в одной точке. Эта точка называется фокусной точкой. Расстояние между фокусной точкой и серединой линзы называется фокусным расстоянием, обозначаемой как "F", Figure 1.

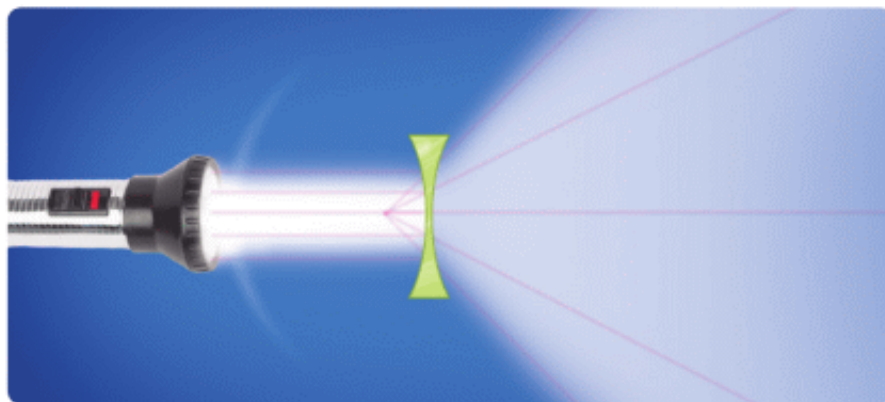


Figure 1

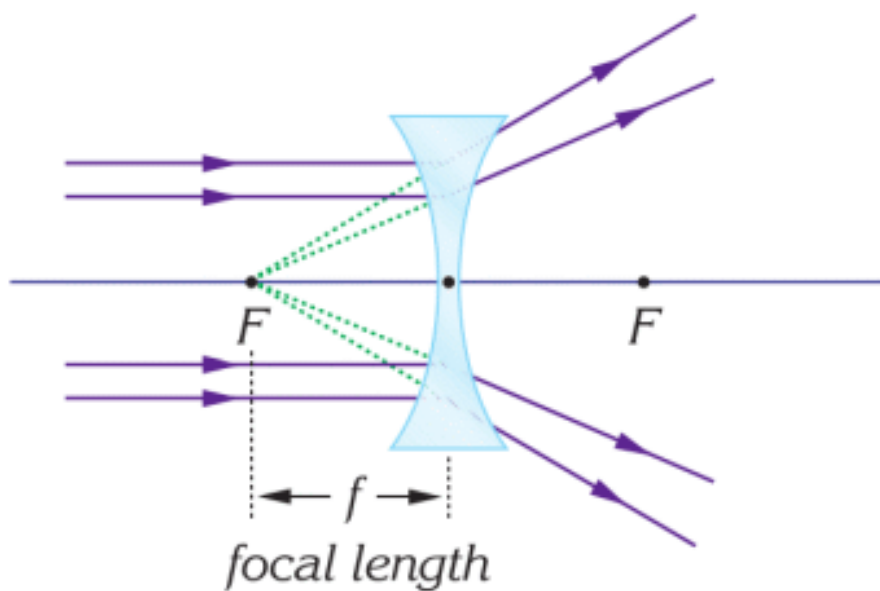
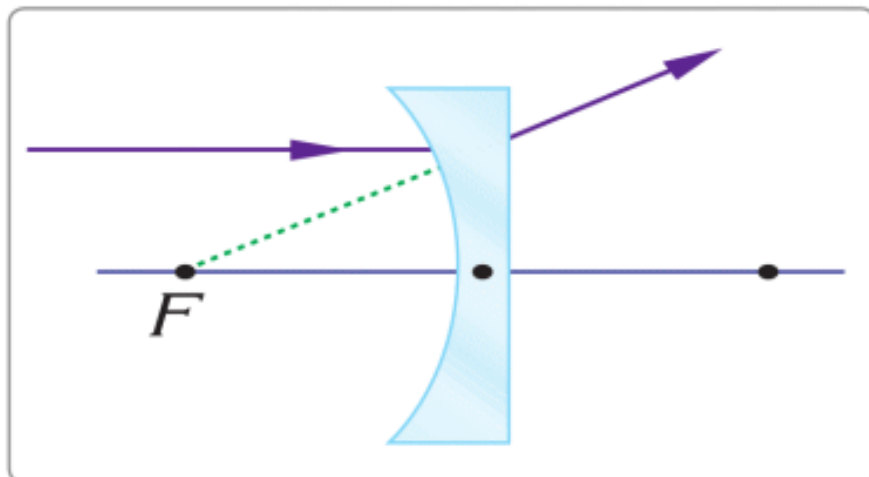
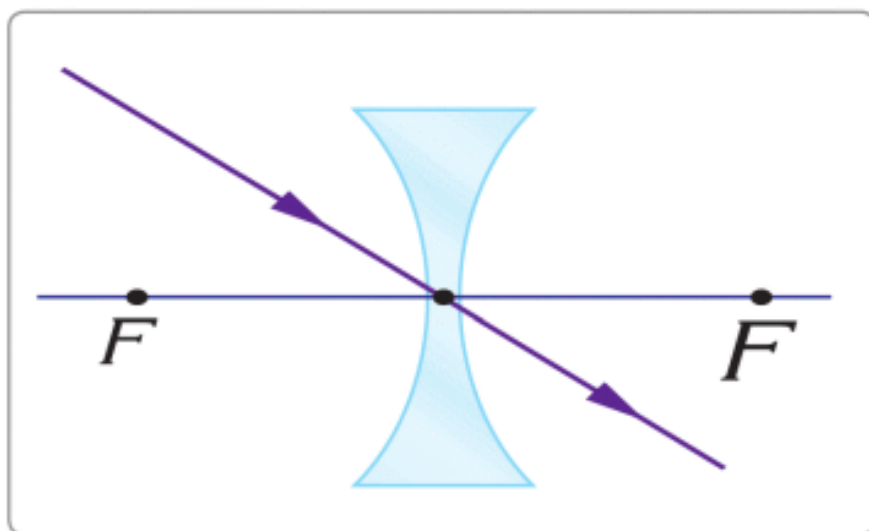


Figure 1

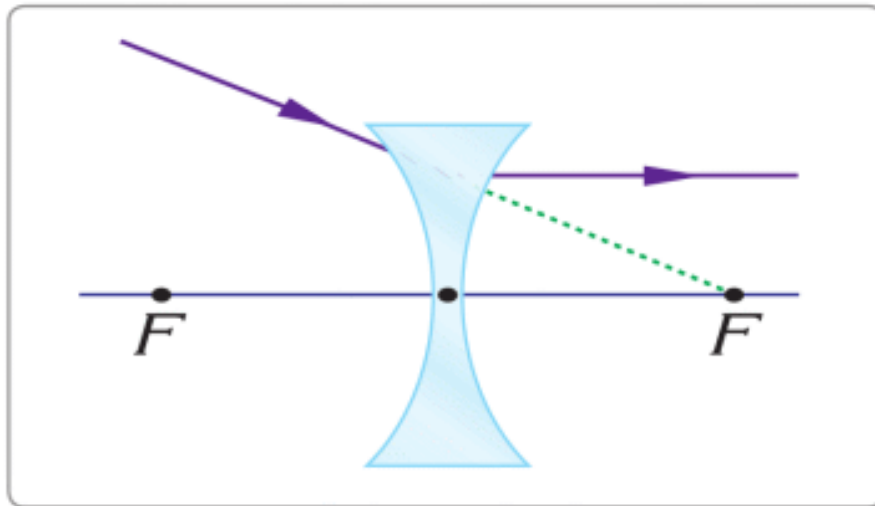
Существуют три специальных луча для рассеивающей линзы. Их используют для получения изображения. Они изображены на рисунке, (Special ray 1,2,3).



Special ray 1



Special ray 2



Special ray 3

IMAGE FORMATION BY A DIVERGING LENS

To form the image, we send two rays from the head of the arrow. The first ray is parallel to the principal axis (use Special ray 1). The second ray goes through centre of the lens (use Special ray 2). Rays do not intersect.

That is why we use extensions of rays. The intersection of extensions of rays is the head of the image, Figure 2.

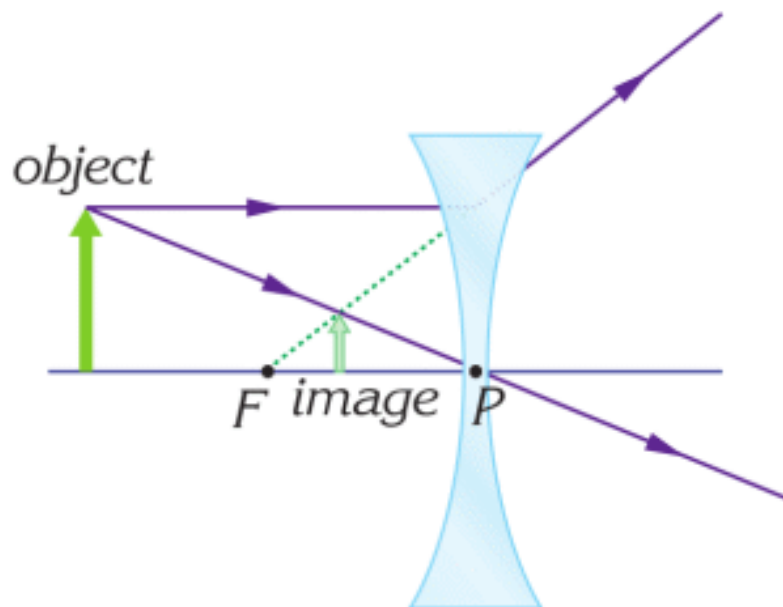


Figure 2

The image here is smaller (not bigger), upright (not inverted), virtual (not real). The image is virtual because rays do not intersect.

FORMULA OF LENS

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$

F: focal length of a lens (meters). The focal length of a diverging lens is ALWAYS negative (minus).

d: distance between the lens and the object (meters)

f: distance between the lens and the image (meters)

The formula for the diverging lens contains negative f. It is because this lens always produces a virtual image.

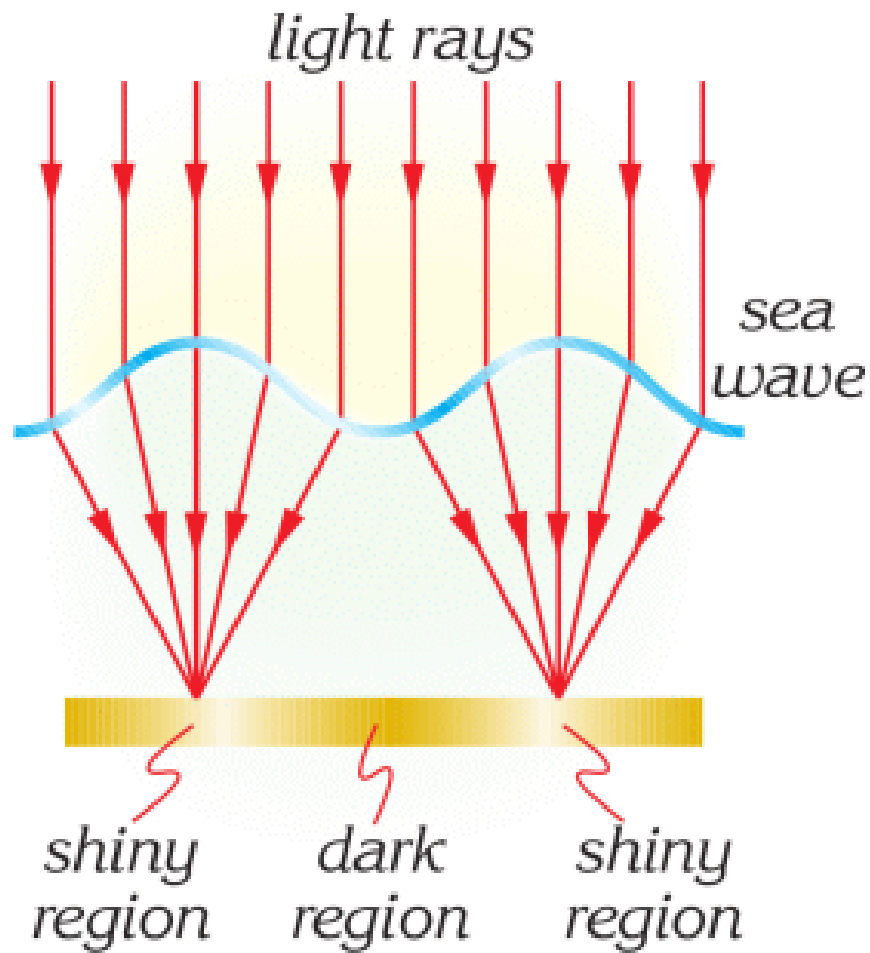
MAGNIFICATION OF IMAGE

For magnification, we can use the formula from the previous topic.

However, a diverging lens always produces the image smaller than the object.

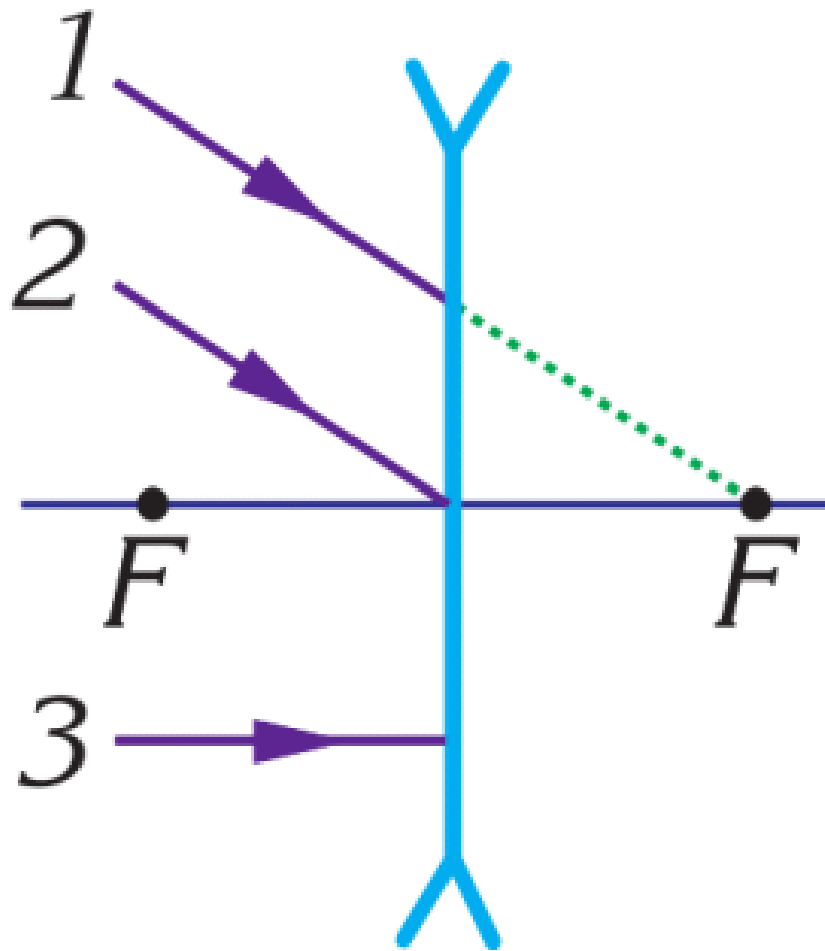
FACT





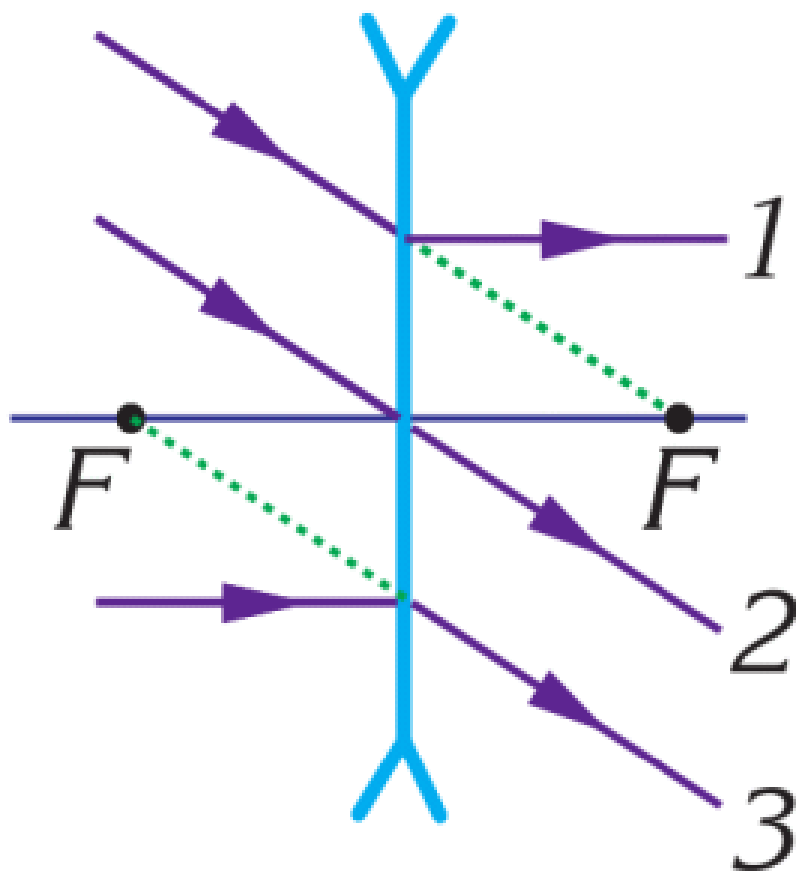
The tops of the waves are converging lenses. They collect light. That's why we see shiny and dark regions in the water.

EXAMPLE



Draw the correct paths of the rays.

Solution: Use special rays 1, 2 and 3.



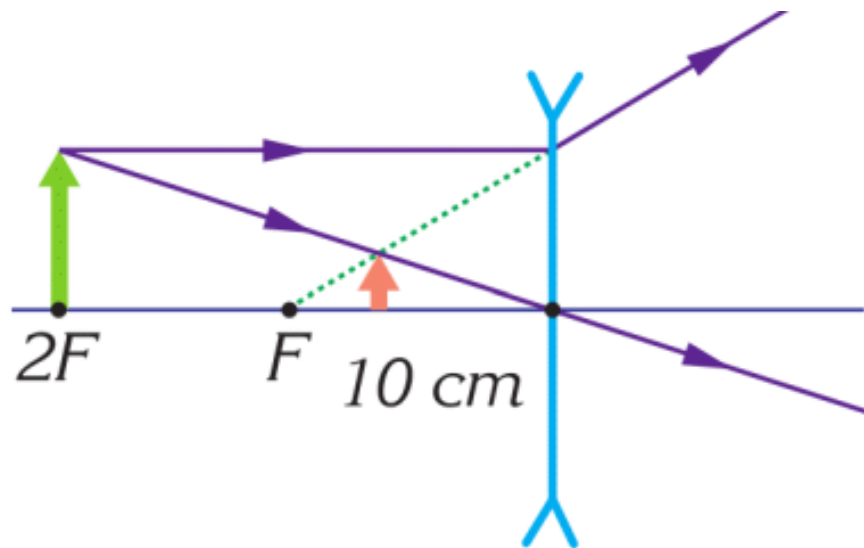
EXAMPLE

An object is 0.2 m away from a diverging lens. Focal length is -0.1 m.

- Draw lens, object, and image. Determine the distance of image.
- Determine magnification.
- List image properties.

Solution:

Using the special rays, we sketch the diagram as in the figure.



$$a. \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad -\frac{1}{0.1} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{f}; \quad f = -0.067 \text{ m} = -6.7 \text{ cm};$$

$$b. M = \frac{-f}{d}; \quad M = \frac{-(-0.067)}{0.2} = 0.33 = 33 \%;$$

c. Virtual, upright, diminished.

RESEARCH TIME

Material: laser pointer, eyeglasses

Procedure: Mark a point on the paper. Direct the laser towards the point. Put the lens of the eyeglasses on the way of the laser. What happens to the laser point on the paper?

Determine if the lens is divergent or convergent.

LITERACY

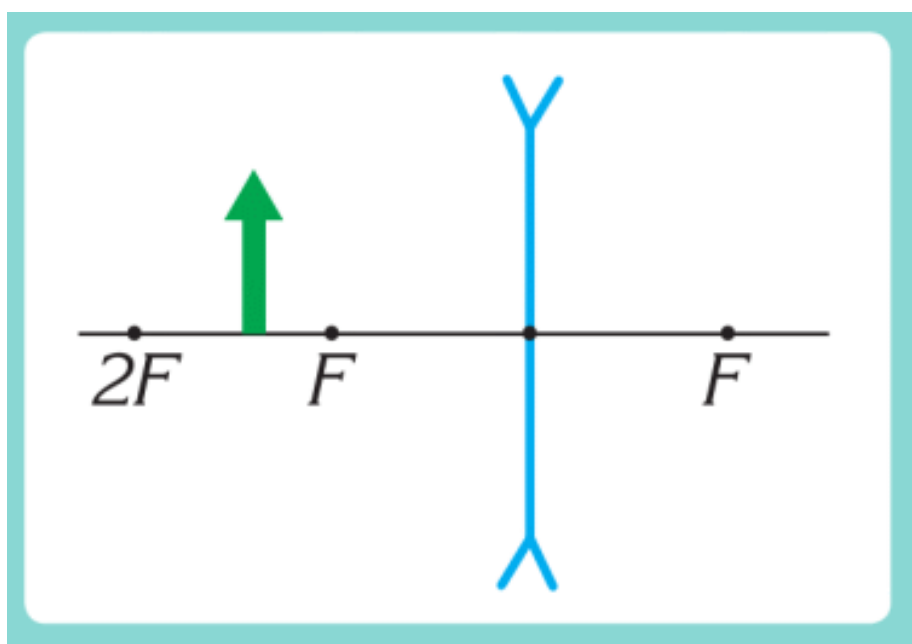
1. Why is the image small in the diverging lens? How do rays travel through diverging lenses to your eyes?

2. At what distance is the diverging lens placed, if you see words twice smaller than they are?

The diverging lens has a focal length of -20 cm.

3. Why do near-sighted people use diverging lenses in glasses? Why do people become near-sighted?

4. Draw an image of any object. Determine image distance and magnification. List its properties. Focal length is -25 cm. The object is at 30 cm from the diverging lens.



TERMINOLOGY

- diverging lens - шашыратқыш линза / рассеивающая линза
- intersection point - қиылысу нүктесі / точка пересечения

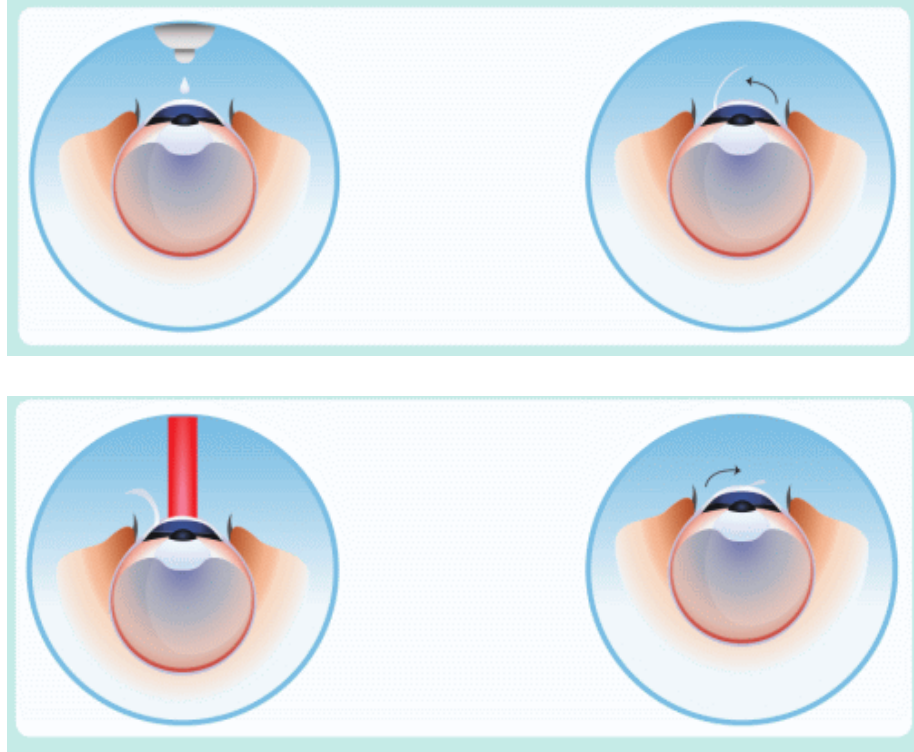
7.9 HUMAN EYE AND OPTICAL DEVICES

YOU WILL:

- describe the correction of myopia and hyperopia.

QUESTION





Why do people have laser eye surgeries?

HUMAN EYE

A human eye has two lenses.

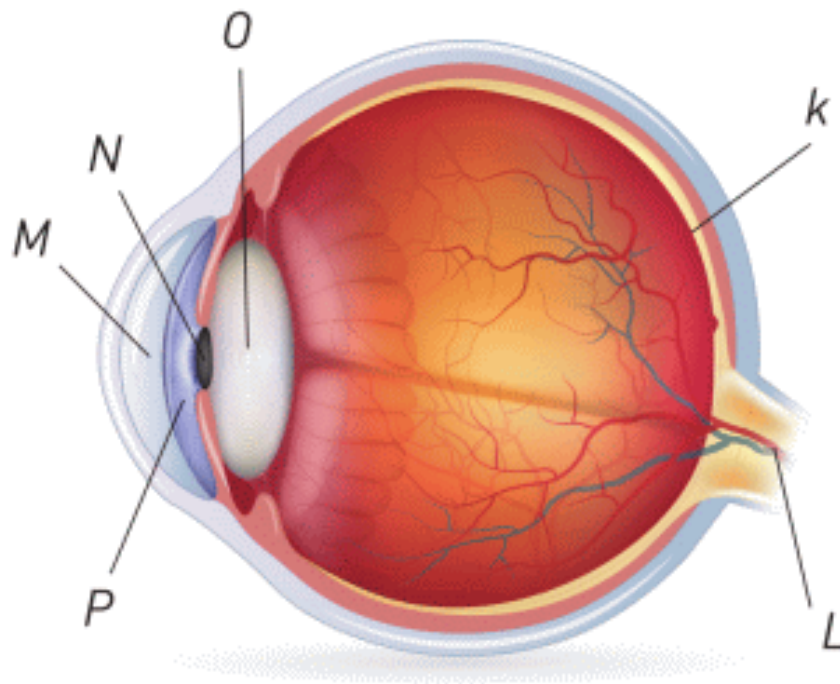


Figure 1

1. Cornea (Part M in the figure)
2. Lens (Part O in the figure)

These two lenses collect light on the retina (part K in the figure). Retina has cells that change the light (photons) into the electric current. This current travels to the brain by an optic nerve (part L in Figure 1).

NORMAL VISION AND EYE DEFECTS

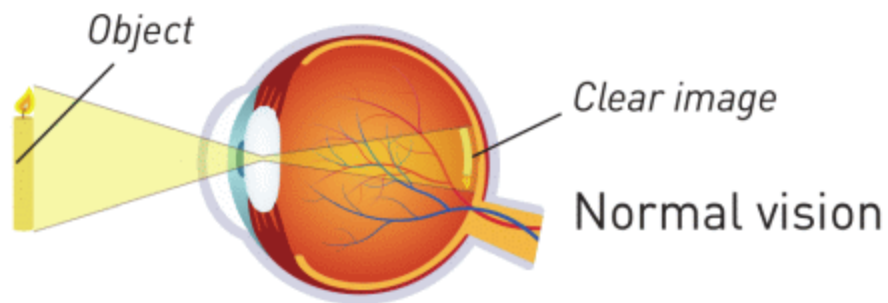


Figure 2

Процесс формирования изображения здоровым человеческим глазом изображен на Figure 2, изображение сформируется на сетчатке глаза.

MYOPIA (NEARSIGHTED EYE)

Четкое изображение формируется перед сетчаткой глаза, Figure 3 a. Поэтому на сетчатке формируется расплывчатое изображение.

Близорукие люди видят хорошо близкие предметы, но плохо видят дальние предметы.

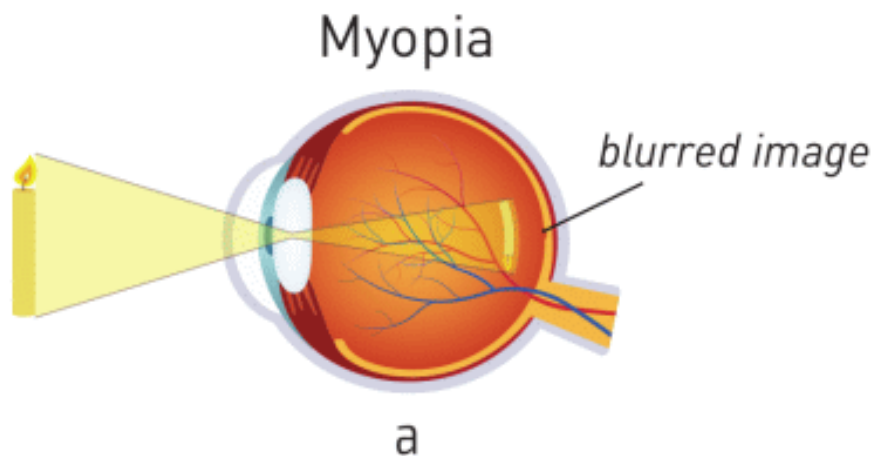


Figure 3

HYPEROPIA (FARSIGHTED EYE)

Четкое изображение формируется за сетчаткой глаза, Figure 3 b.

Поэтому изображение на сетчатке не четкое. Дальнозоркие люди хорошо видят дальние предметы, но плохо видят близкие предметы.

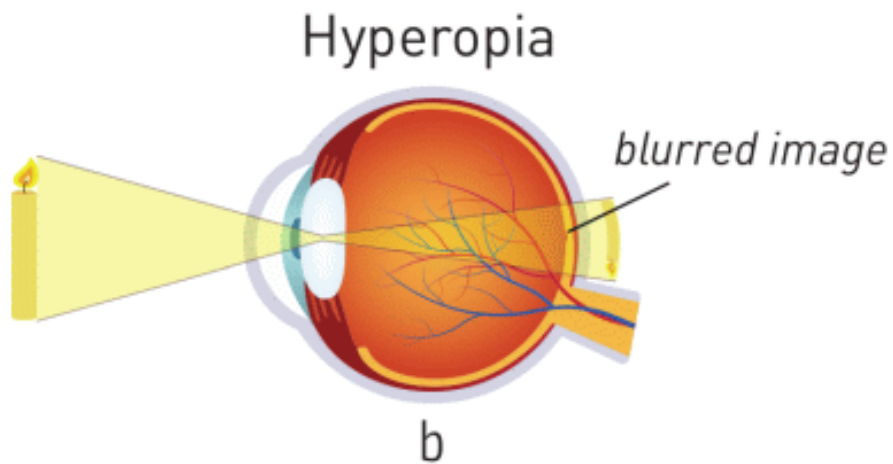


Figure 3

FACT

How to care for your eyes

- Do not look at the Sun
- Do not use screens (smartphones, tablets, laptops, computers, TV) for a long time
- Check your eyes regularly
- Do not use alcohol, drugs, and cigarettes
- Sleep well

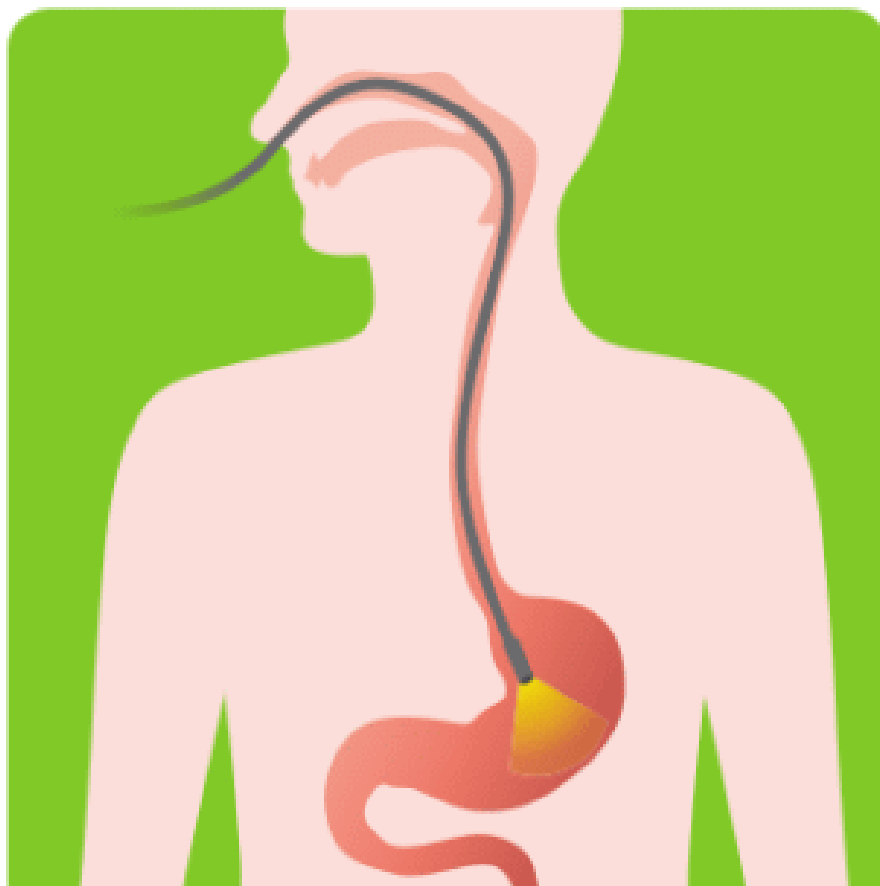
ACTIVITY

Optical devices









Fill the table.

Optical Device	Why, where, who does use this device?	Components that this device may use (mirrors, lenses, prisms, optical fibers)?
Doctor's head mirror		
Flashlight		
Side view mirror		
Endoscope		
Periscope		
Binoculars		
Microscope		
Magnifying glass		
Eyeglasses		
Photo camera		
Telescope		
Projector		
Car headlight		

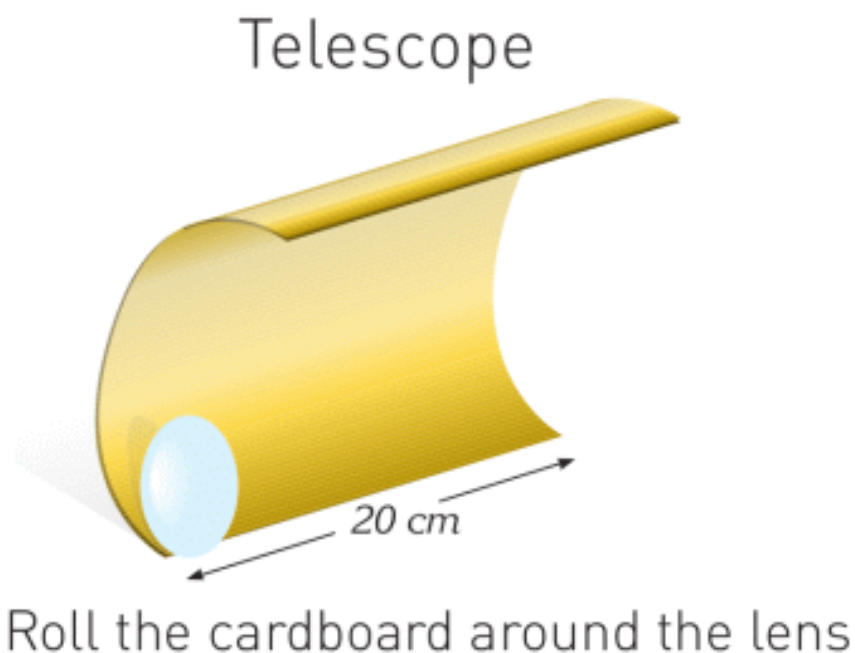
DISCUSSION

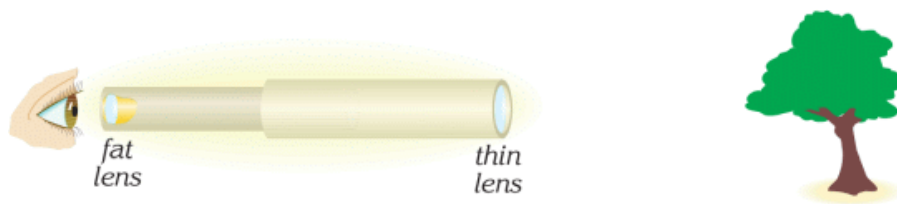
Defect	Lens (diverging or converging)	Why? Explain your answers.
Myopia		
Hyperopia		

We use glasses for near-sighted and farsighted people. What lenses do we use for near-sighted people and farsighted people? Write your answers in the table. Use figure 3 for help.

RESEARCH TIME

Telescope





Slide the tubes backwards and forwards to obtain a magnified image

Use glue to fix the lens to the tube. Make another tube with the other lens. Insert the tube with the fat lens into the tube with the thin lens.

LITERACY

1. Why do people do LASIK (laser eye surgery)? How does LASIK (laser eye surgery) work?
2. Why do people become near-sighted, farsighted or astigmatic? What can you do to save eyesight?
3. Why do you have a lens in your eye? How does this lens work? What is the material of eye lens?
4. Why do people wear glasses? Are contact lenses better than glasses? Why?
5. Why do we use pinhole camera? How does pinhole camera work? Is pinhole camera similar to the human eye?
6. Why do we use periscopes, binoculars, microscopes, telescopes? How do they work?

ART TIME

Make models of a near-sighted, farsighted and normal eye. What is the difference between them? Make models and show them to parents, teachers and friends.

TERMINOLOGY

- retina – торлы қабық / сетчатка
- myopia – алыстан көрмеушілік / близорукость
- hyperopia – жақыннан көрмеушілік / дальнозоркость

LABWORK 10

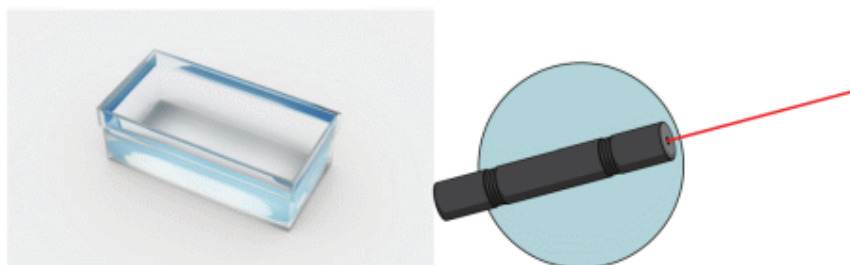
TITLE: Index of refraction

OBJECTIVES:

To determine the index of the refraction of the glass.

MATERIALS LIST:

1. glass prism
2. laser (or light source)
3. graphing paper
4. ruler
5. protractor
6. scientific calculator



SAFETY:

1. Use a hot mitt to handle resistors, light sources, and other equipment that may be hot.

Allow all equipment to cool before storing it.

2. Never put broken glass or ceramics in a regular waste container. Use a dustpan, brush, and heavy gloves to carefully pick up broken pieces, and dispose of them in a container specifically provided for this purpose.

3. Avoid looking directly at a light source.

Looking directly at a light source may cause permanent eye damage. Always wear eye protection during this exercise.

THEORY:

1. Why does ray change direction in prism?

2. Why does light travel slower in glass than in air?

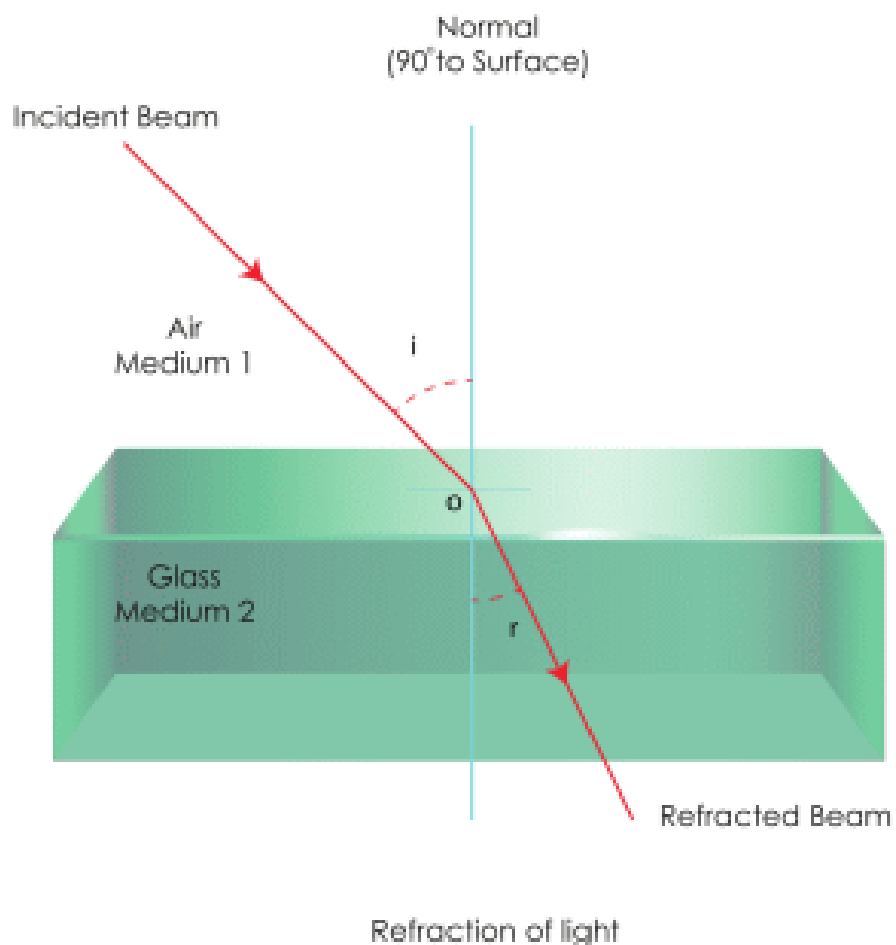
3. Why do we use glass in optical devices? Why don't we use other materials?

4. How do we determine the index of refraction?

5. What is the index of refraction of air?

6. What is the index of refraction of glass?

7. Why do we use the Snell's law of refraction?



PROCEDURE:

1. Put a prism on the graphing paper. Draw an outline of the prism.
2. Direct the ray to prism. Mark two points on the ray.
3. Mark a point at which the ray enters the prism.
4. Mark a point at which the ray exits the prism.
5. Remove the prism from the graphing paper.

6. Use the points to draw the incident ray and the refracted ray.

7. Use a protractor to measure the angle of the incidence and the angle of the refraction.

8. Use the law of refraction to determine the index of refraction of the glass.

Angle of incidence (degrees)	
Angle of refraction (degrees)	
$\sin i$	
$\sin r$	
Index of refraction of air	
Index of refraction of glass	

ANALYSIS:

Index of refraction of glass = _____

CONCLUSIONS:

1. Why is your index of refraction of the glass more than (or less than, or same as) value in the book?
2. How can you use prisms in new ways?

LABWORK 11

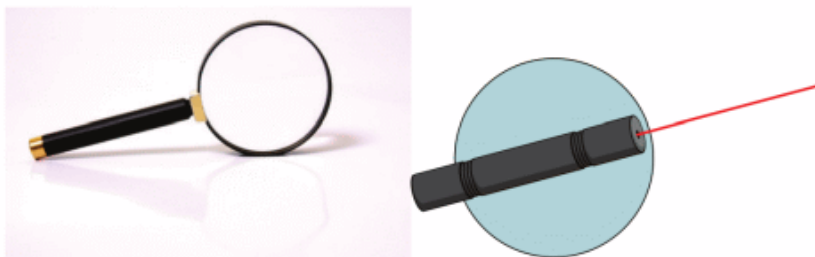
TITLE: Optical power of lens

OBJECTIVES:

To determine focal length of lens.

MATERIALS LIST:

1. lens
2. laser (or light source)
3. ruler
4. graphing paper



SAFETY:

1. Use a hot mitt to handle resistors, light sources, and other equipment that may be hot.

Allow all equipment to cool before storing it.

2. Never put broken glass or ceramics in a regular waste container. Use a dustpan, brush, and heavy gloves to carefully pick up broken pieces, and dispose of them in a container specifically provided for this purpose.

3. Avoid looking directly at a light source.

Looking directly at a light source may cause permanent eye damage. Always wear eye protection during this exercise.

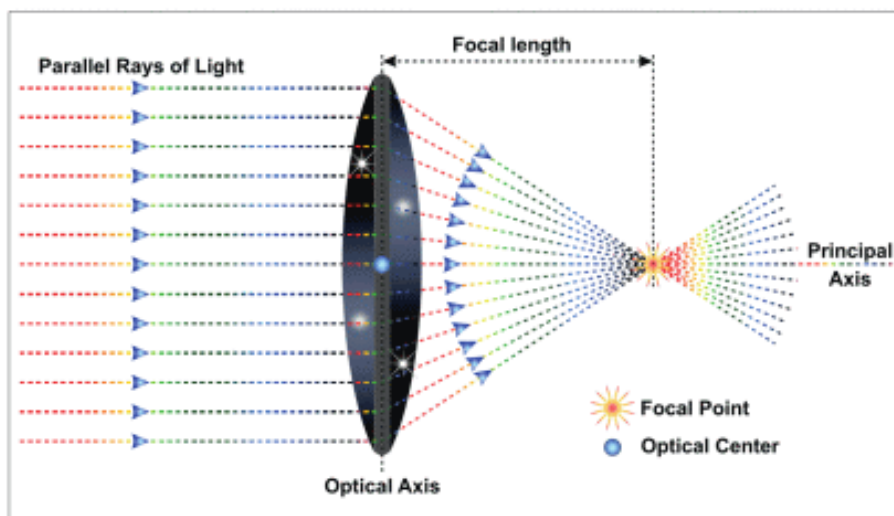
THEORY:

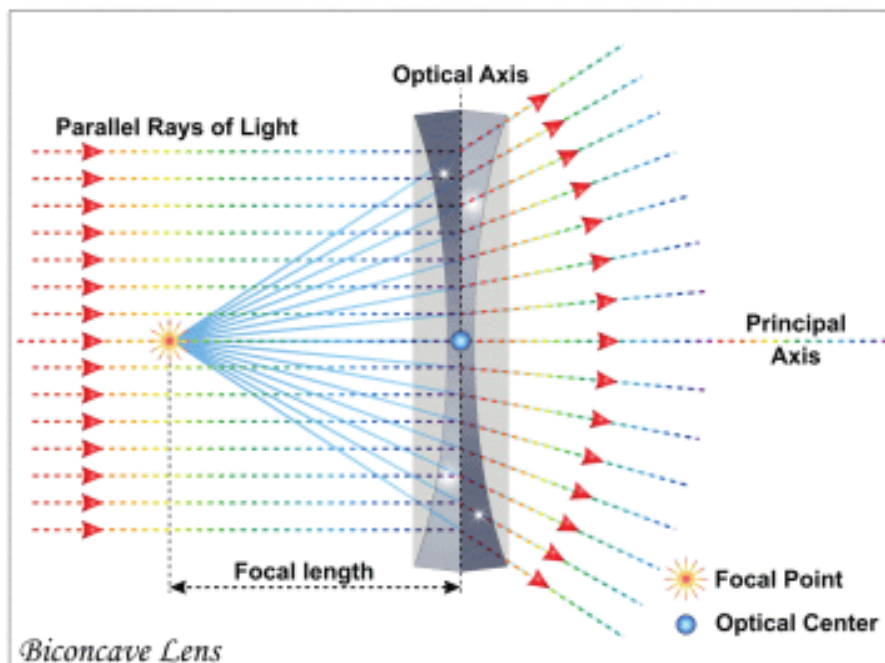
1. Why do we use lenses? How can you make lenses? What materials can you use to make lenses?

2. What is the difference between converging and diverging lenses?

3. How can you determine focal length of the lens? What is the focal length of the lens?

4. How can you determine optical power of the lens? What is the optical power of the lens?





PROCEDURE:

1. Put the lens on the graphing paper.
2. Draw the outline of the lens.
3. Draw the principal axis of the lens on the graphing paper.
4. Direct the ray to the lens parallel to the principal axis.
5. Mark two dots on the incident ray and two dots on the refracted ray.
6. Remove the laser (light source) and the lens.
7. Use dots to draw the incident ray and the refracted ray.
8. Change the position of the laser (light source).
9. Repeat steps 4-5-6-7.

10. Mark the point at which two incident rays and principal axis intersect.
11. Measure the focal length of the lens.
12. Calculate the optical power of the lens.

ANALYSIS:

Focal length (meters)	
Optical power (diopter)	

CONCLUSIONS:

1. How does the focal length of the lens depend on the shape of the lens?
2. How can you use lenses in new ways?

SUMMARY

Light is a type of energy. Light travels in a straight line.

When you put an opaque object in the path of light, a dark region (shadow) called umbra forms on the screen.

Penumbra is a region with half shadow.

We see objects because they produce or reflect light.

Atoms of mirror absorb the incident light and emit the reflected light. “N” is normal (perpendicular) line to mirror.

The angle between “N” and the incident ray is called the angle of incidence. The angle between “N” and the reflected ray is called the angle of reflection.

There are two rules for the reflection of light:

1. The angle of incidence is equal to the angle of the reflection.
2. The incident ray, the reflected ray and the normal are all in the same plane.

To construct an image you need to send at least two rays. When we draw rays, we apply the law of reflection.

Concave mirror reflects all parallel rays to one point. This point is called a focal point.

Parallel light rays travel in different directions after reflection from the convex mirror. Extensions of these reflected rays

appear to come from one point. This point is the focal point of the convex mirror.

When the light passes from one medium into another, it changes direction. This is called refraction of light.



We need an index of refraction to find the path of light rays in mediums. To do it, we use the law of refraction.

$$n_1 \times \sin i = n_2 \times \sin r$$

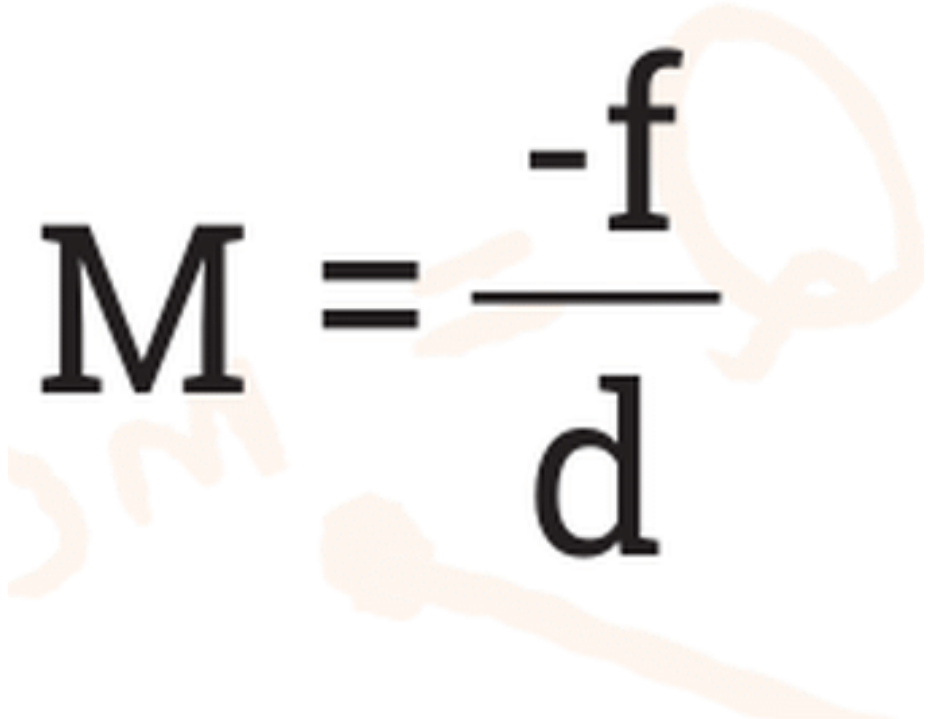
If the light is incident at an angle greater than the critical angle, the light cannot pass into the other medium and is reflected back. This is called a total internal reflection.

A converging lens is thick at the centre. Converging lenses collect parallel rays in one point. This point is called a focal point.

Formula of the lens


$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$


Lens can make the image of an object bigger or smaller.
Magnification shows how much an image is bigger or smaller than the object.


$$M = \frac{-f}{d}$$

A diverging lens is thin at the centre. Parallel rays appear to come from a point behind the diverging lens. This point is called a focal point.

A human eye has two lenses.

1. Cornea
2. Lens

Myopia (Near-sighted eye)

Clear image forms in front of retina.

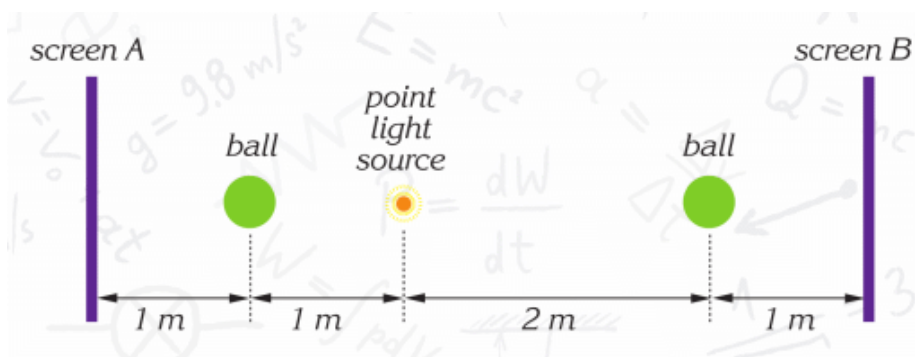
Hyperopia (Farsighted eye)

Image forms at the back of retina.

PROBLEMS

LIGHT AND SHADOW

1. Draw the shadow of each ball.

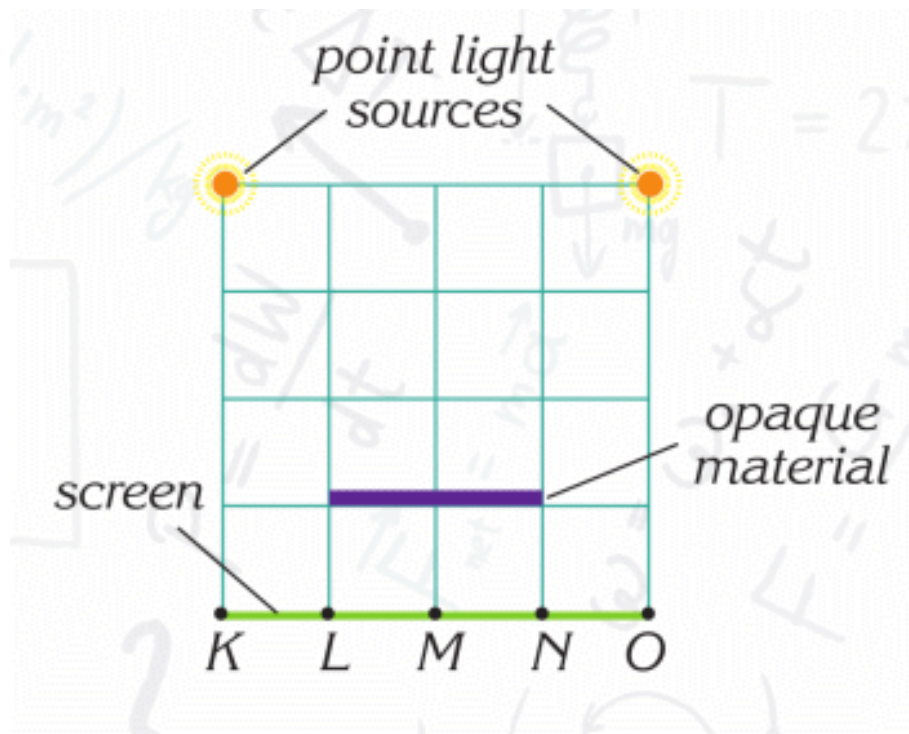


a) Which shadow is greater?

b) What can you do to make shadows same?

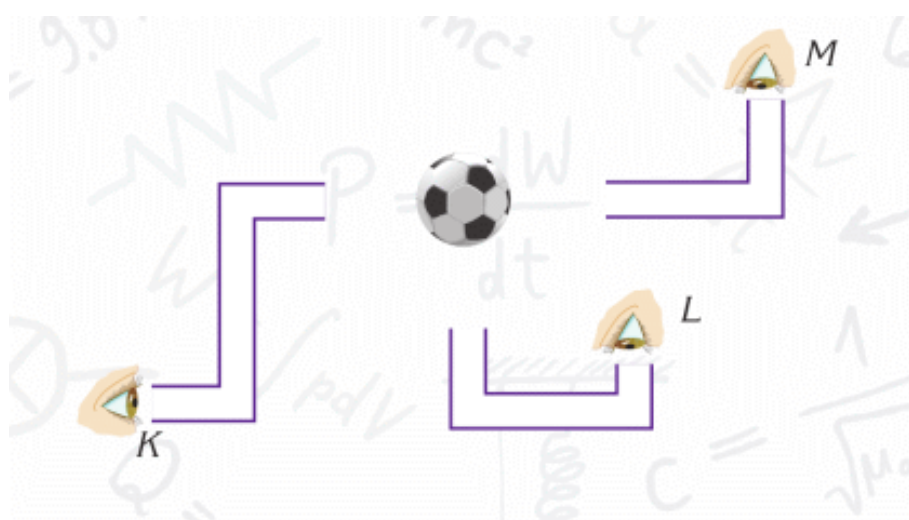
c) Screen B moves to the right. How does the shadow change?

2. Where is umbra and penumbra on the screen?

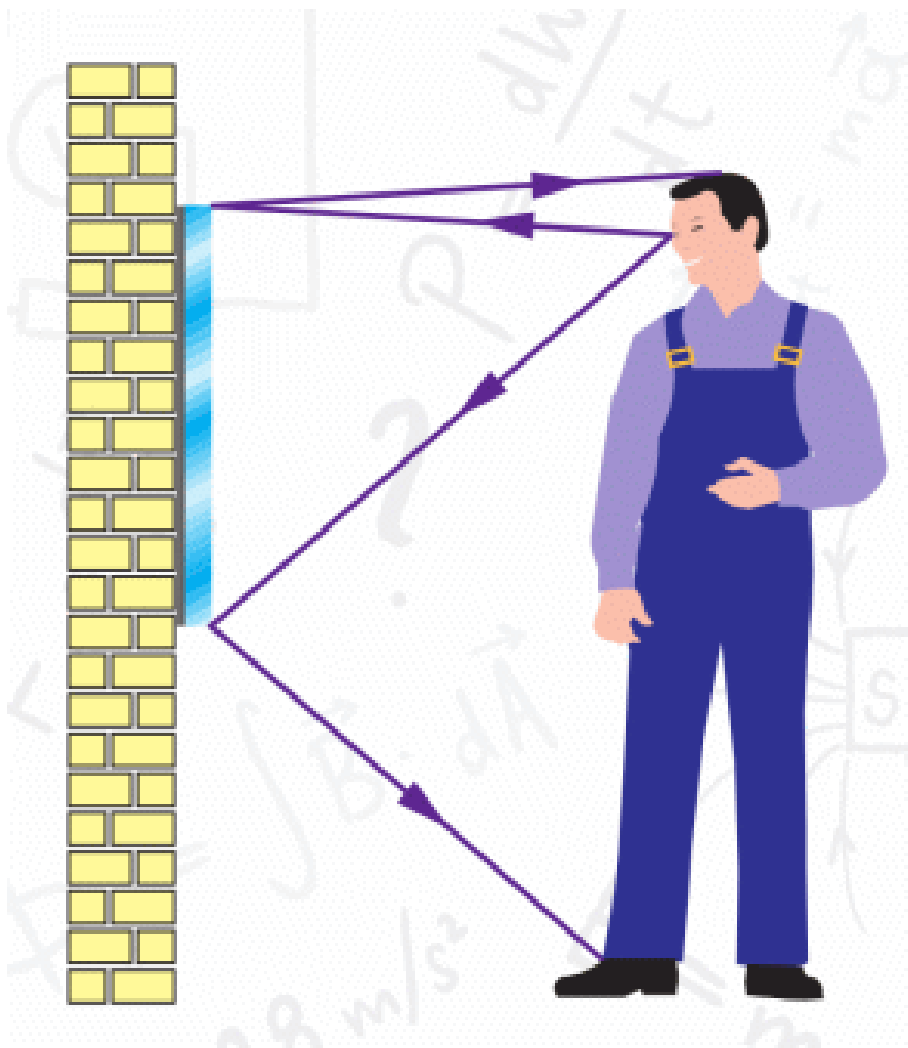


REFLECTION OF LIGHT

3. How many mirrors do you need to place in tubes to see the ball?



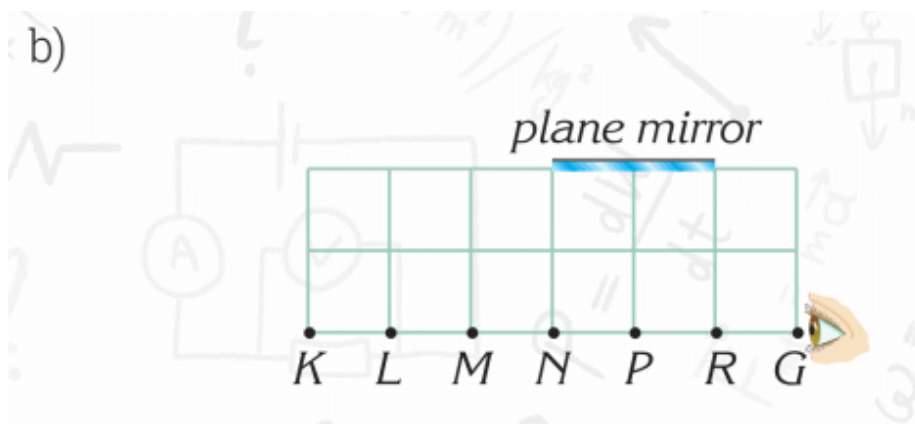
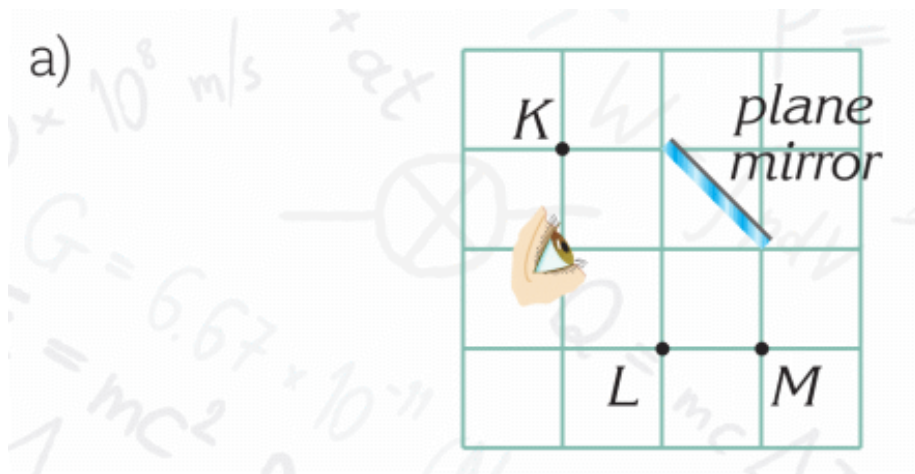
4. Height of a man is 170 cm. His eyes are 160 cm above the floor. He looks at the mirror.



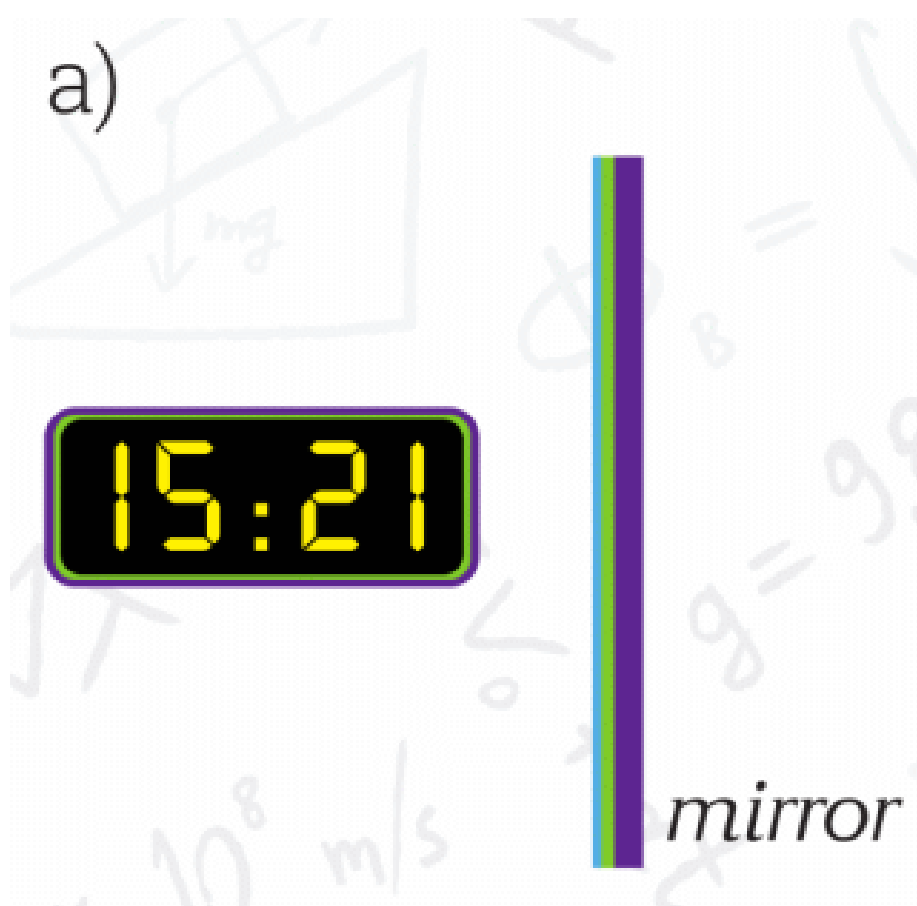
a) What should the height of the mirror be so the man can see his feet?

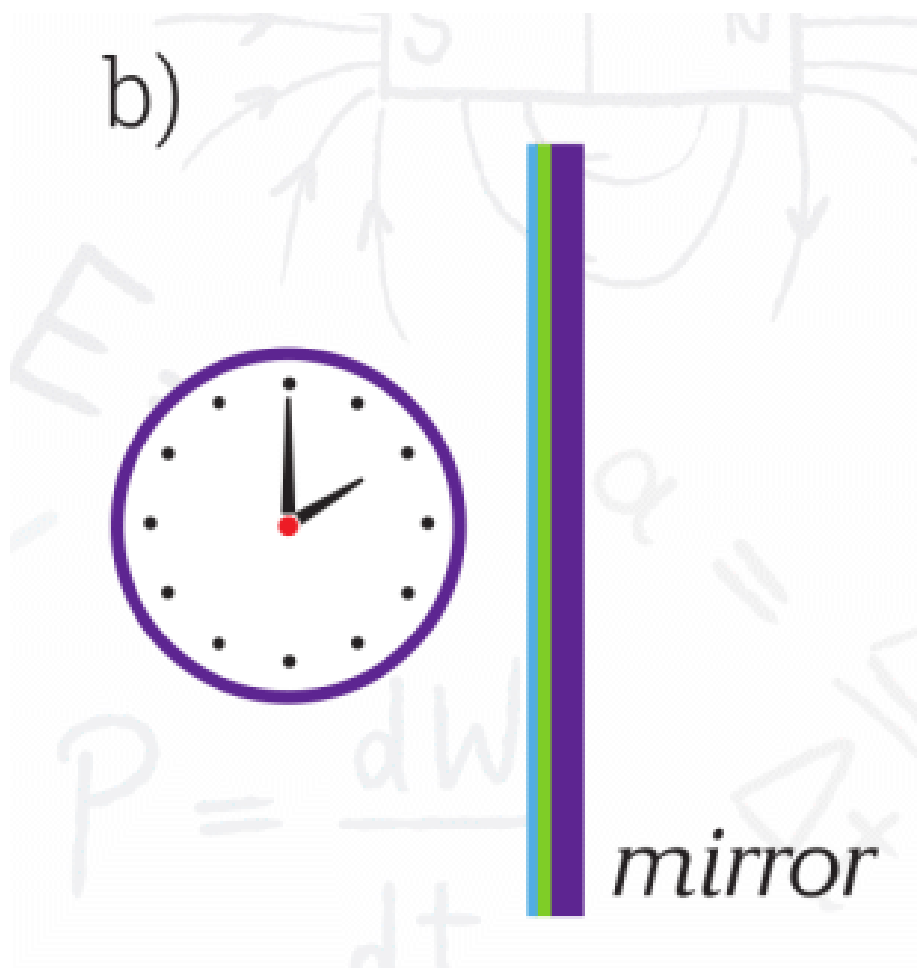
b) What should the height of the mirror be so he can see himself completely?

5. Which points can an eye see in the mirror?

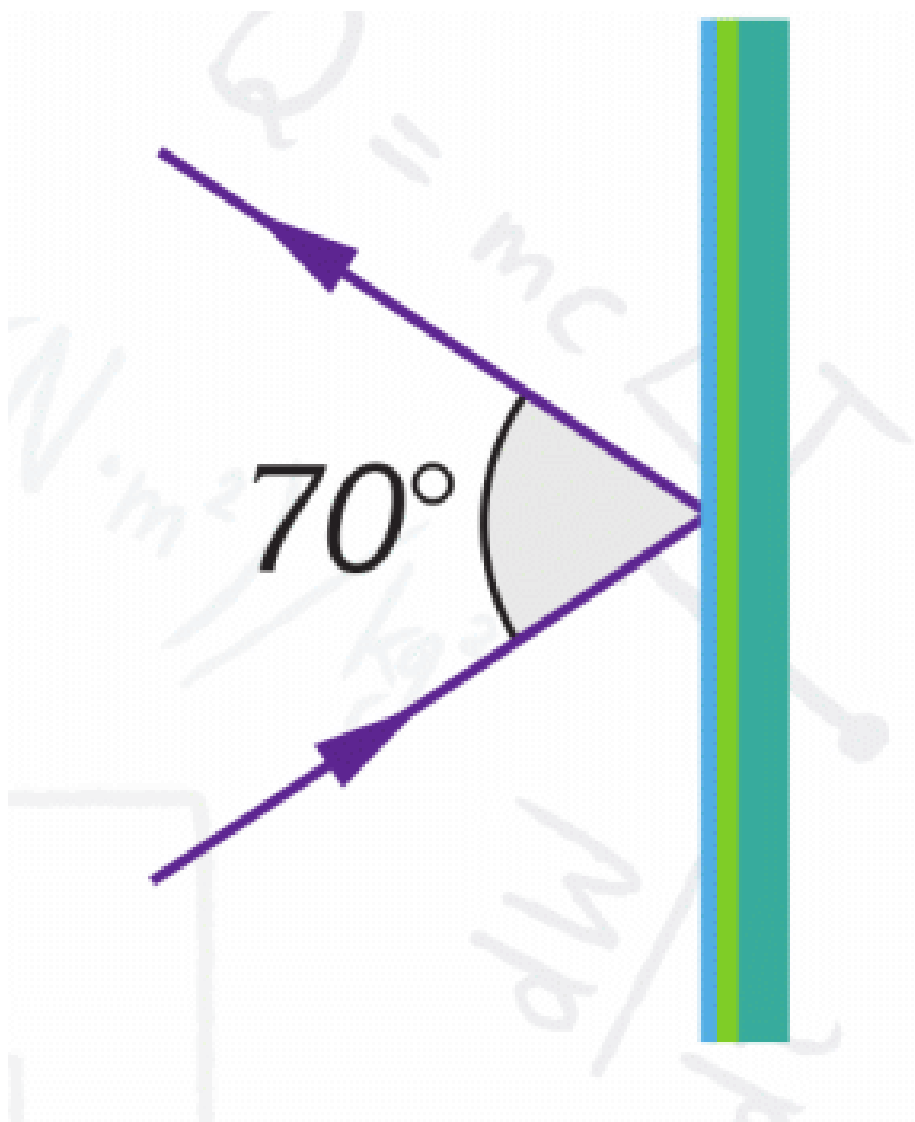


6. What is the time in the mirror?



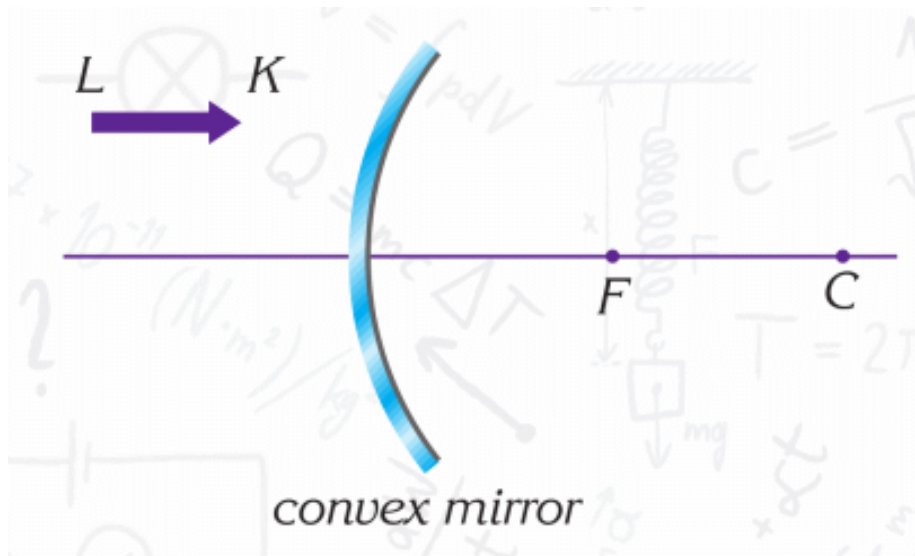
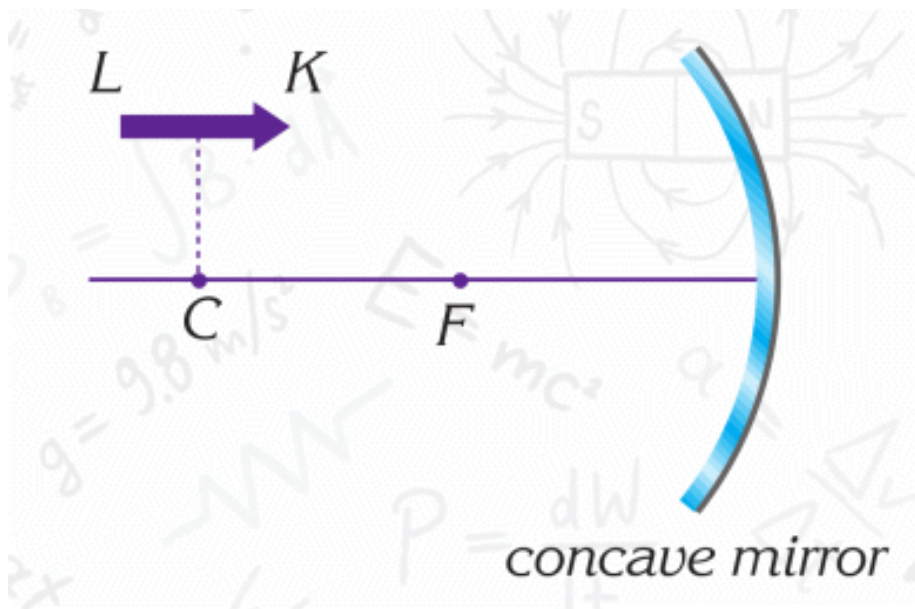


7. What are the angle of incidence and the angle of reflection?

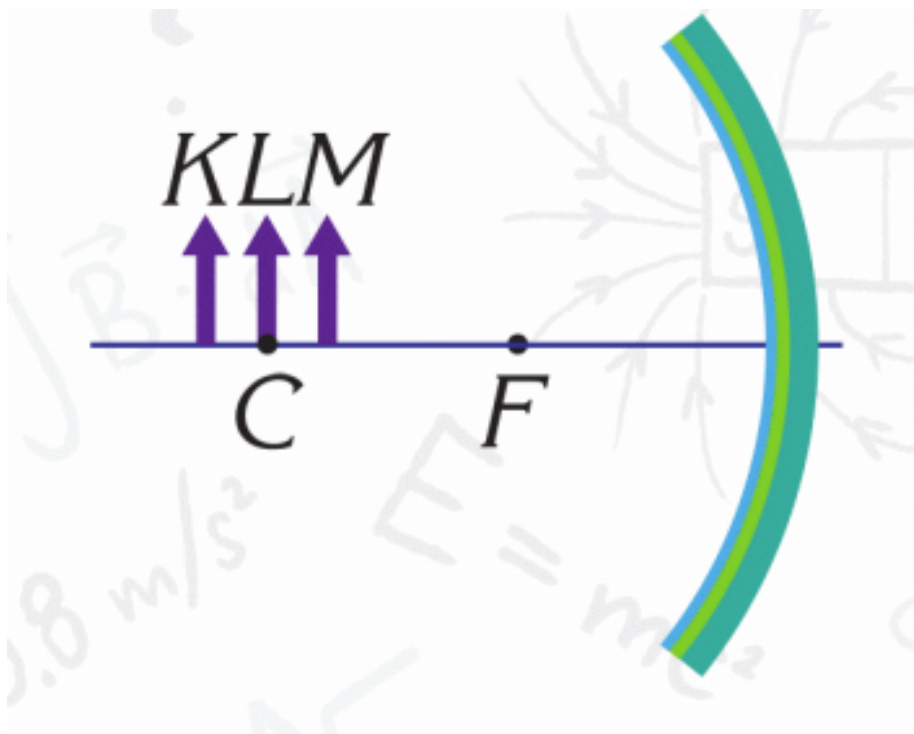


SPHERICAL MIRRORS

8. Find an image of point K by drawing. Find an image of point L by drawing. Then connect them. Do it for 2 mirrors.



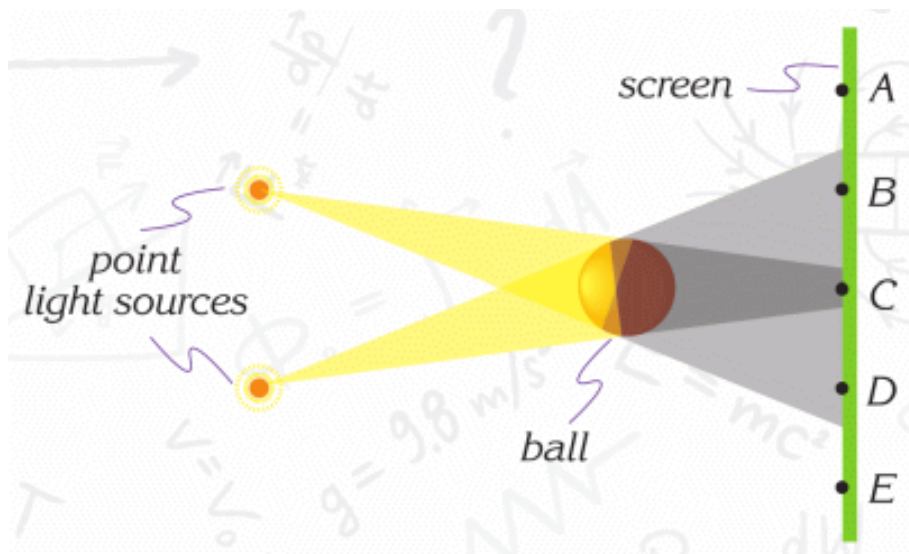
9. Draw images of objects K, L, M in concave mirror.



10. Calculate how many kilometres the light travels in space:

- a. in a day
- b. in a week
- c. in a month

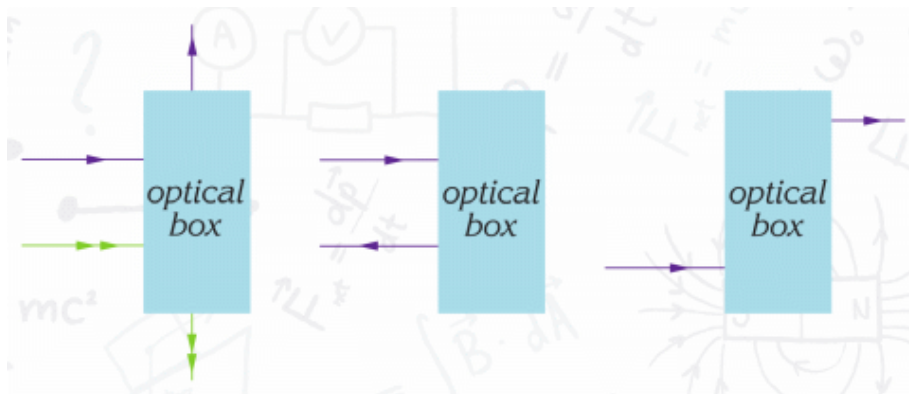
11. In the figure below, which points on the screen are



- a. illuminated?
- b. in the umbra?
- c. in the penumbra?

12. The nearest star called Alpha Centauri is 4.2 light years away from us. Calculate how far it is from the Earth in metres.

13. The figures below show rays of light entering and leaving the optical boxes. Each box contains two plane mirrors. Show how they are placed.



14. A boy stands 10 m in front of a plane mirror, then he moves 3 m towards the mirror. How many metres does his

image move towards him?

15. Draw is the image of the arrow in a plane mirror.



16. What is the image of the number in the mirror?

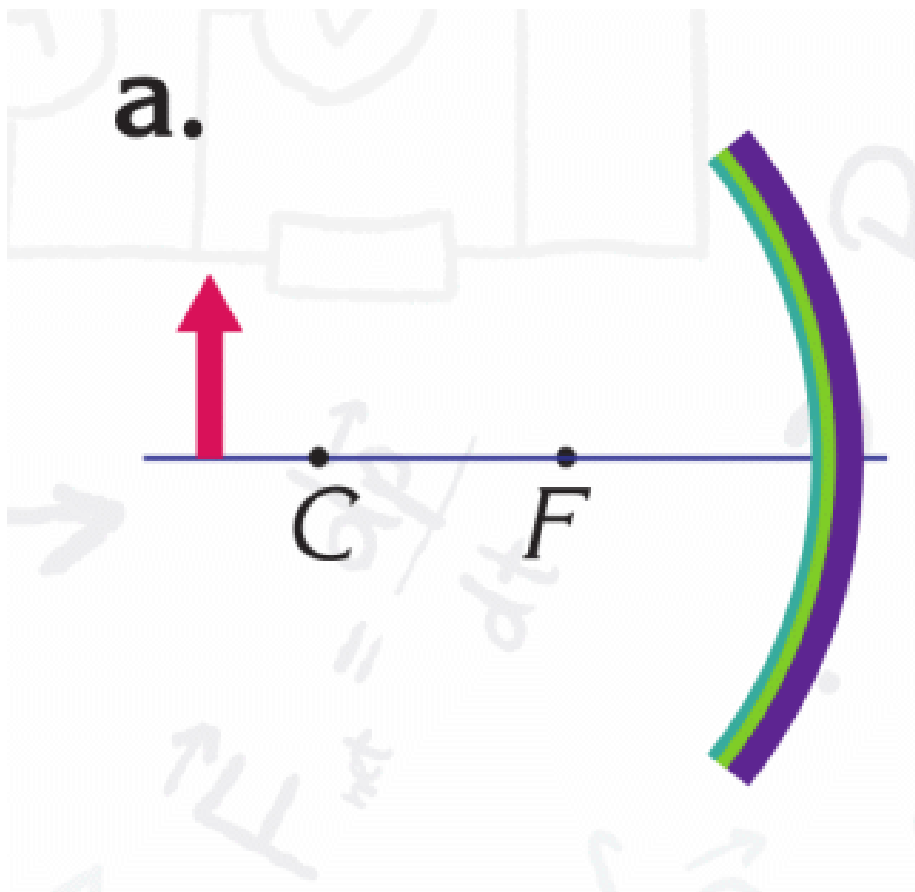


17. A bottle stands 1.5 m in front of a concave mirror which has a 50 cm focal length.

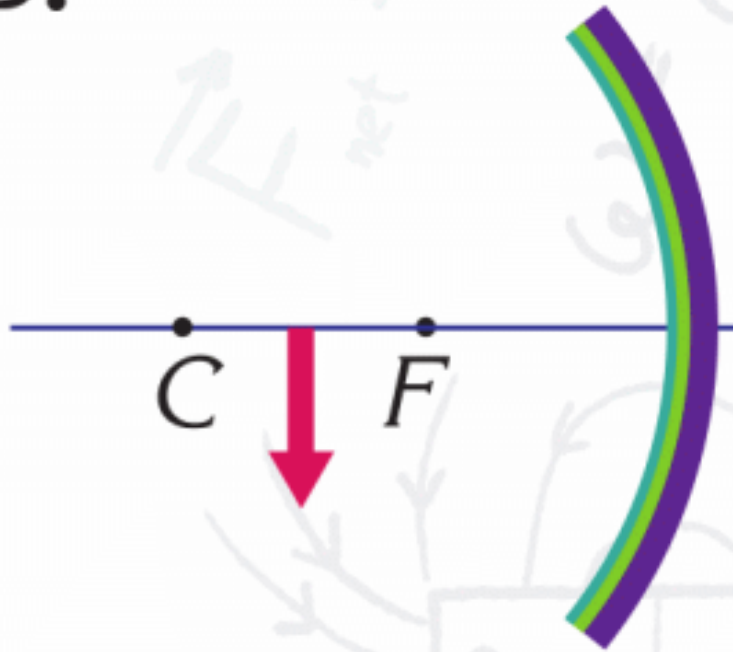
a. Write down the properties of the image.

b. Where should it be placed in order to obtain a magnified image?

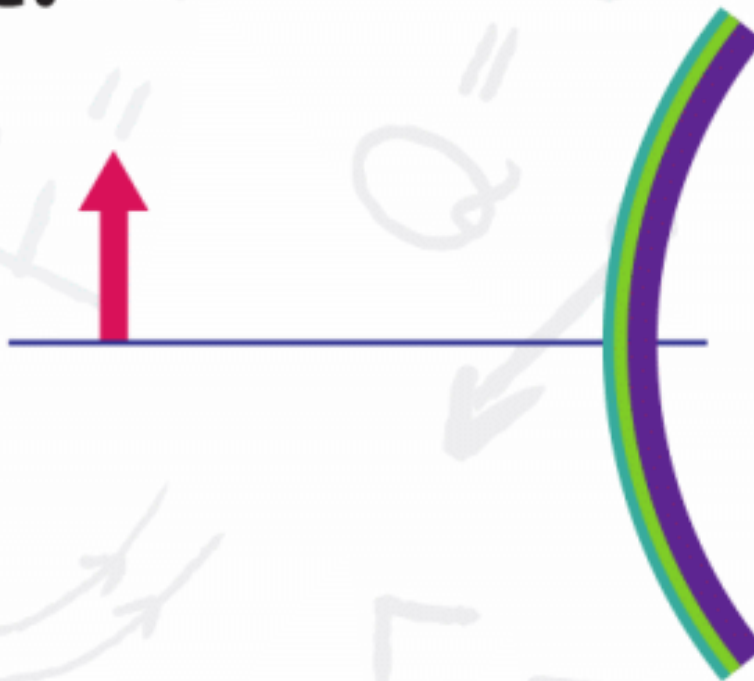
18. Draw images of the objects in the figures below.



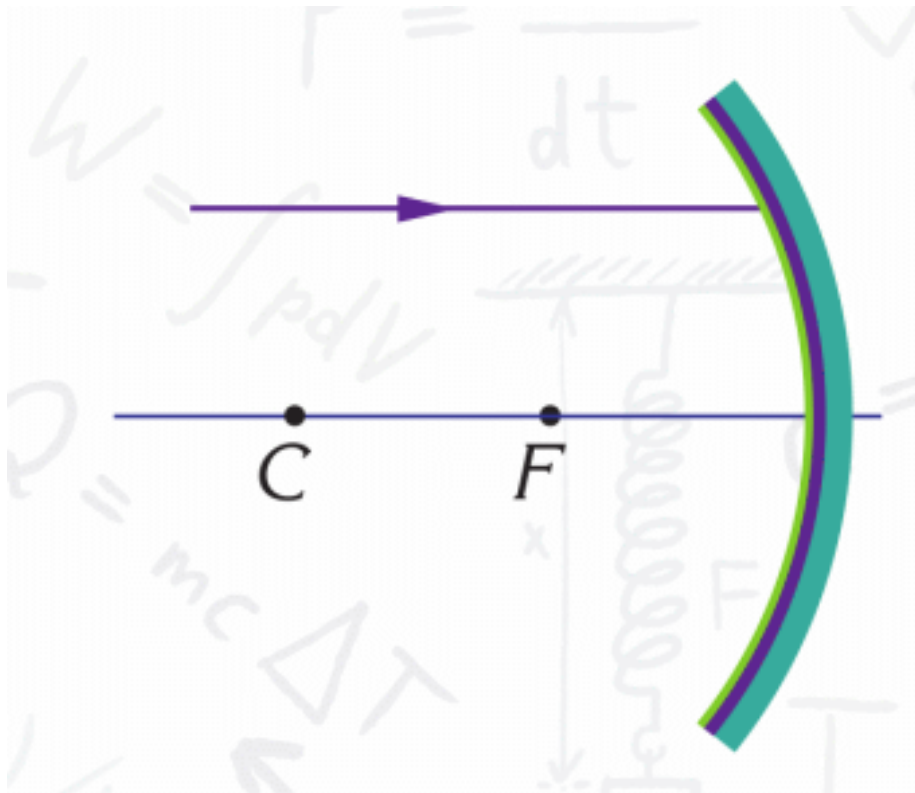
b.



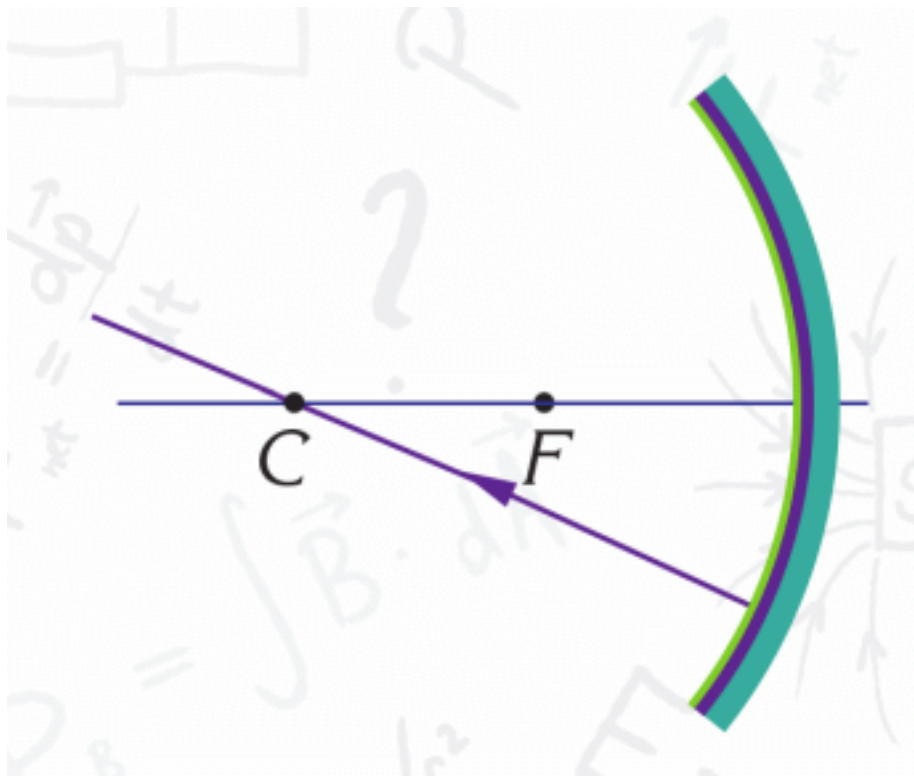
c.



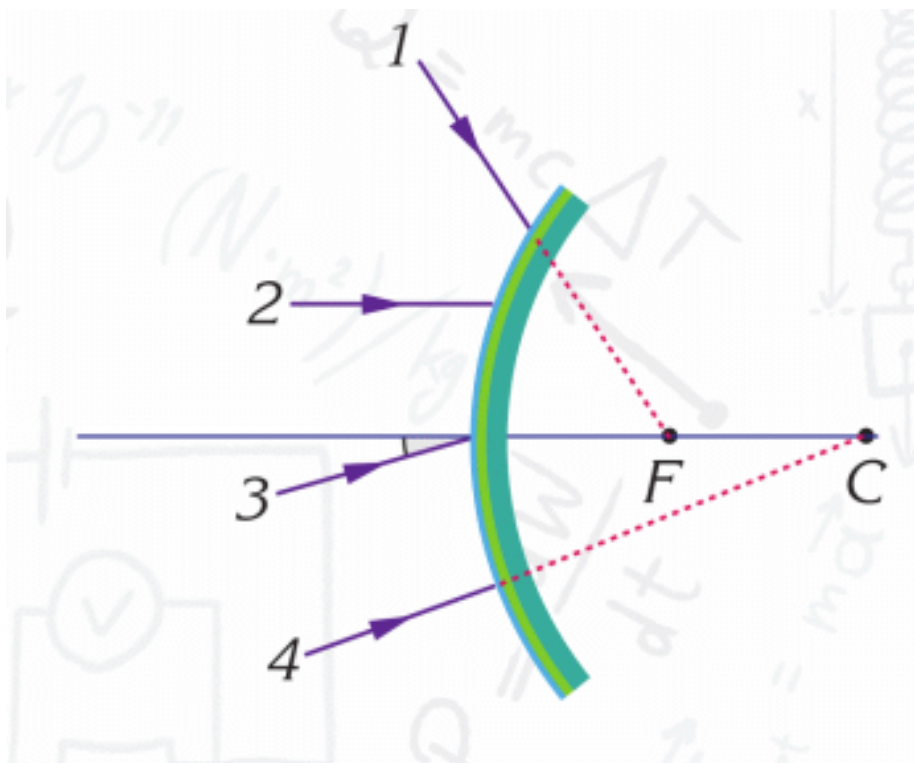
19. What is the path of the ray reflected from the mirror?



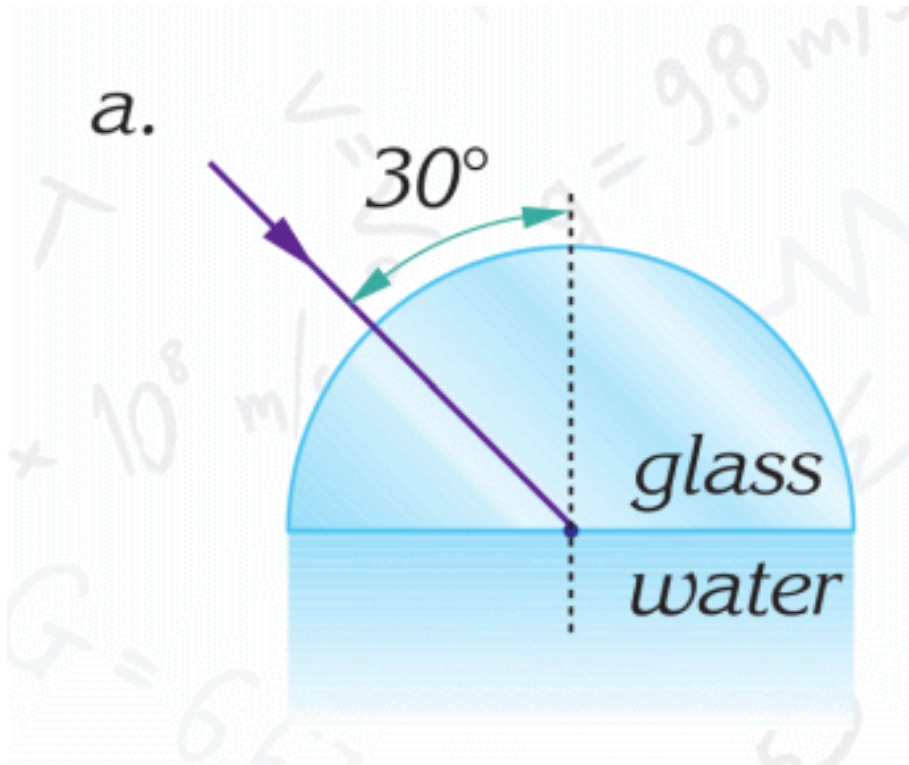
20. What is the path of the ray reflected from the mirror?

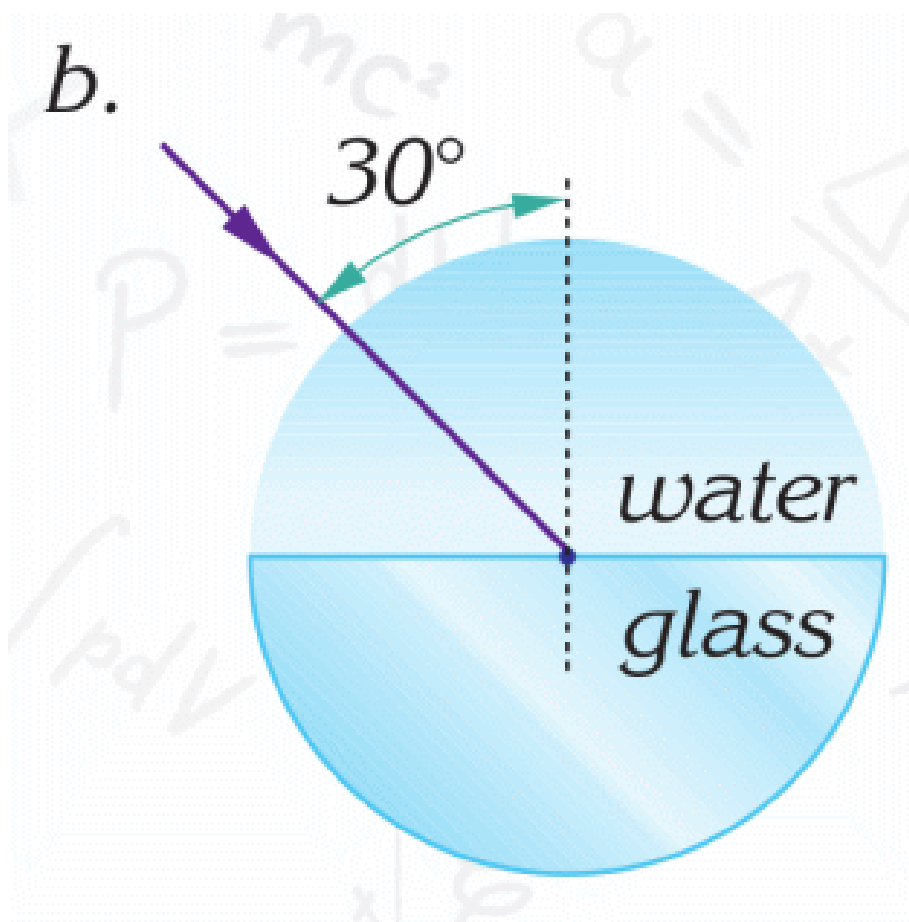


21. Which one of the rays given in the figure follows a path parallel to the principal axis after reflection?

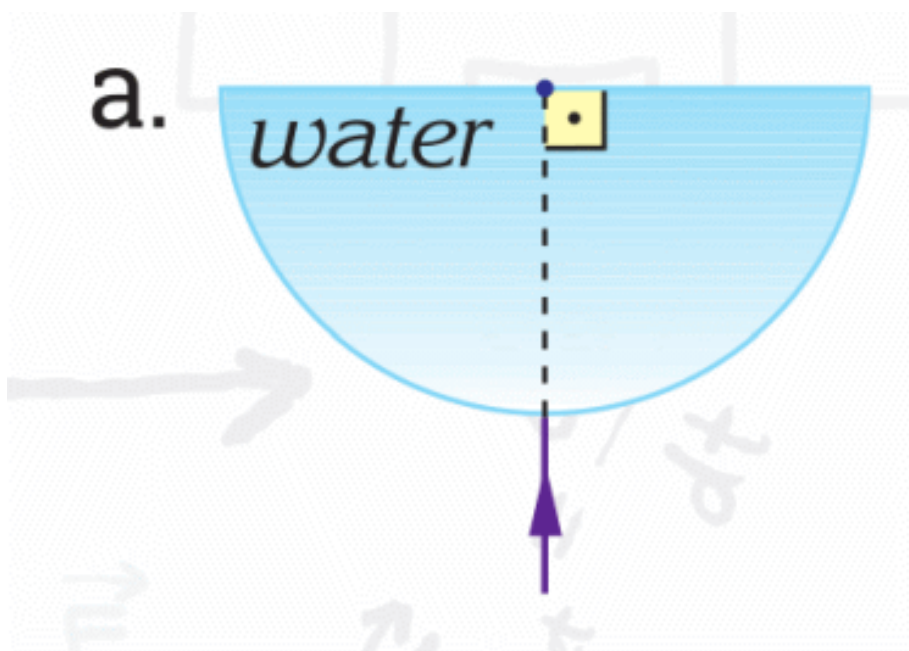


22. Complete the path of each light ray given below.

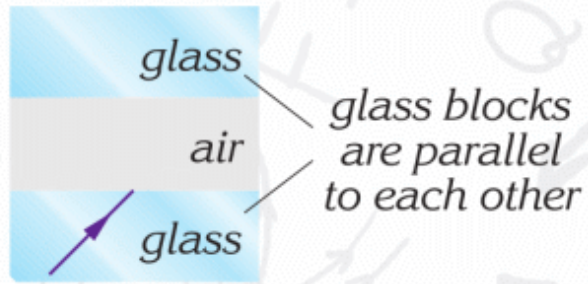




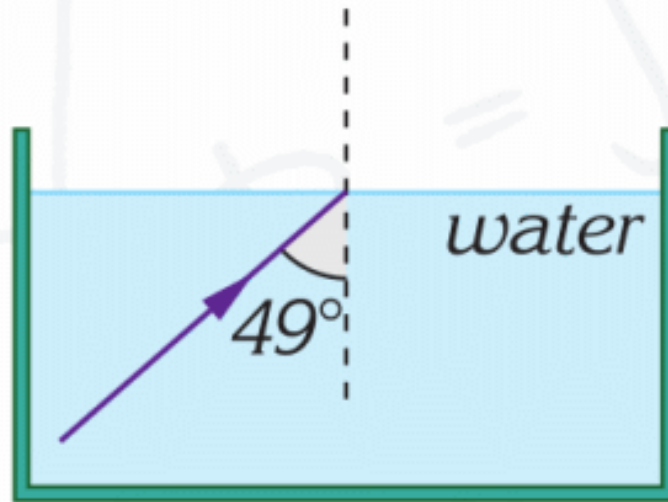
23. Complete the paths of the rays shown in the figures.

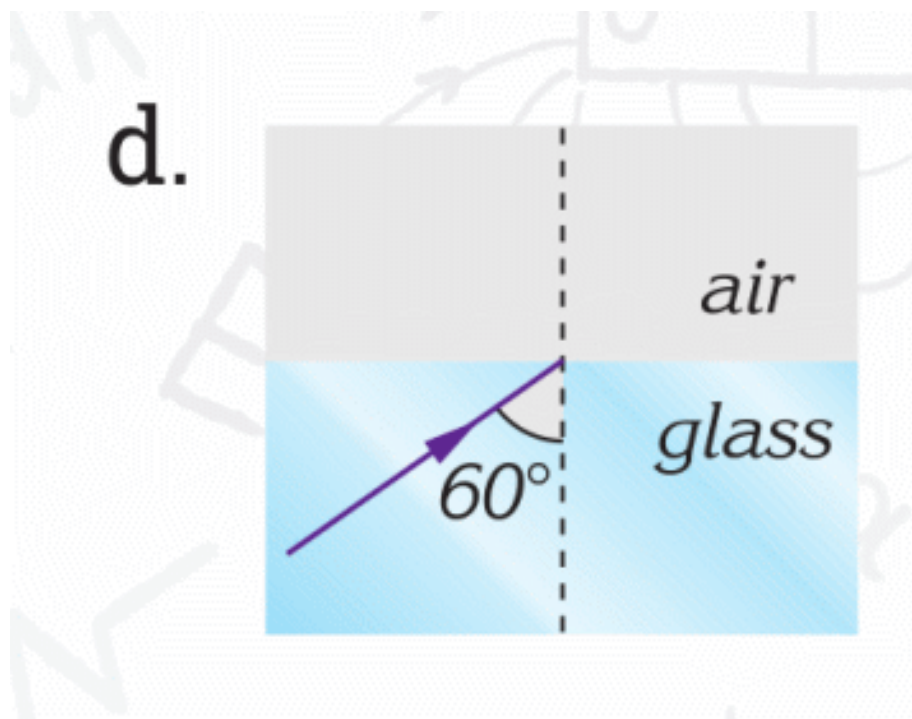


b.



c.





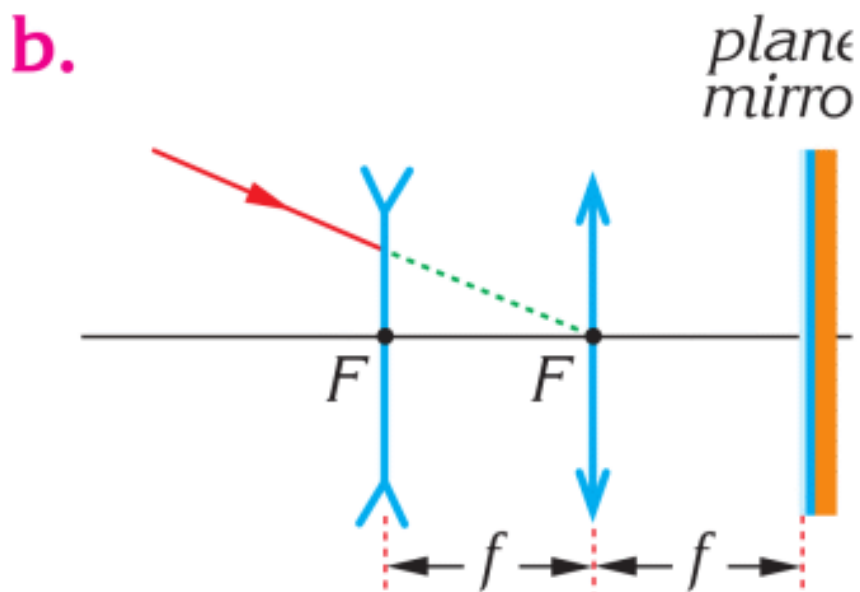
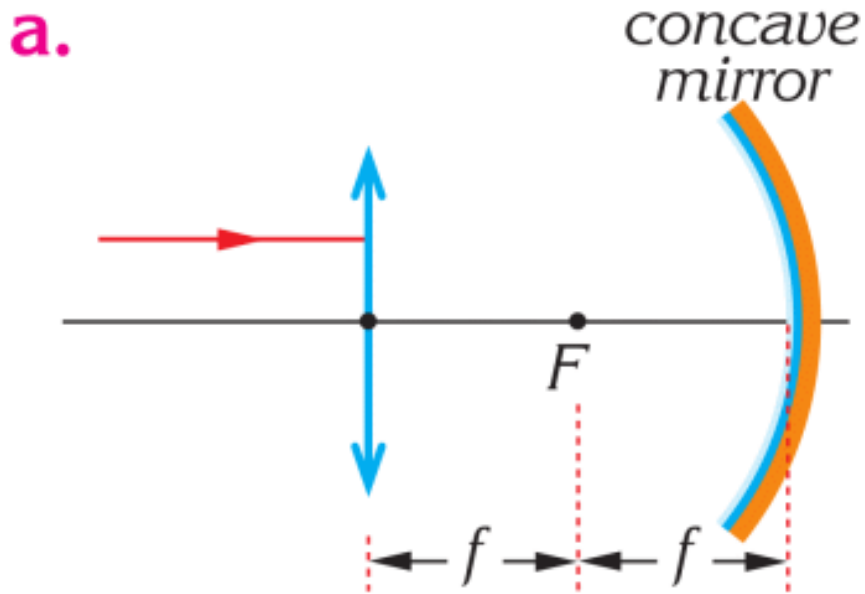
24. An object is 50 cm beyond a convex lens which has a focal length of 20 cm.

a. Where does the image form?

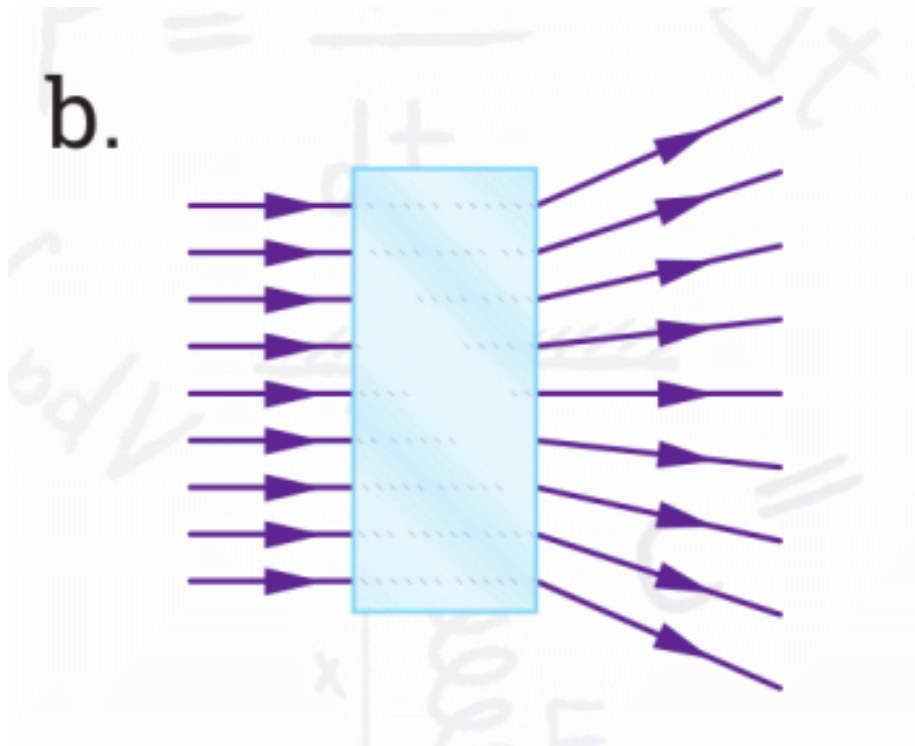
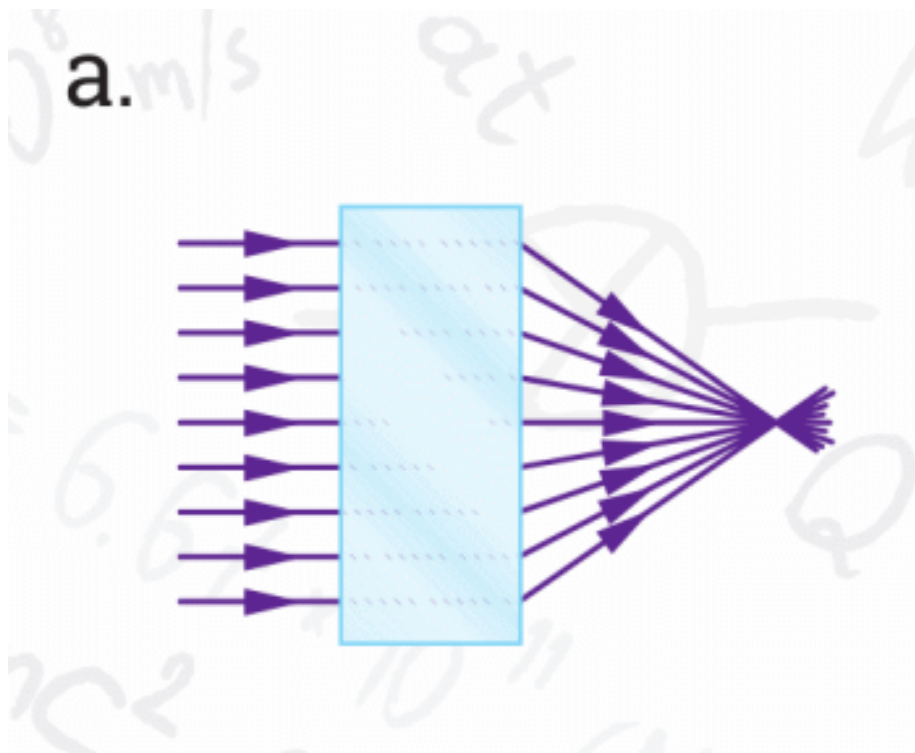
b. List its properties.

c. Where should the object be placed in order to obtain a magnified image?

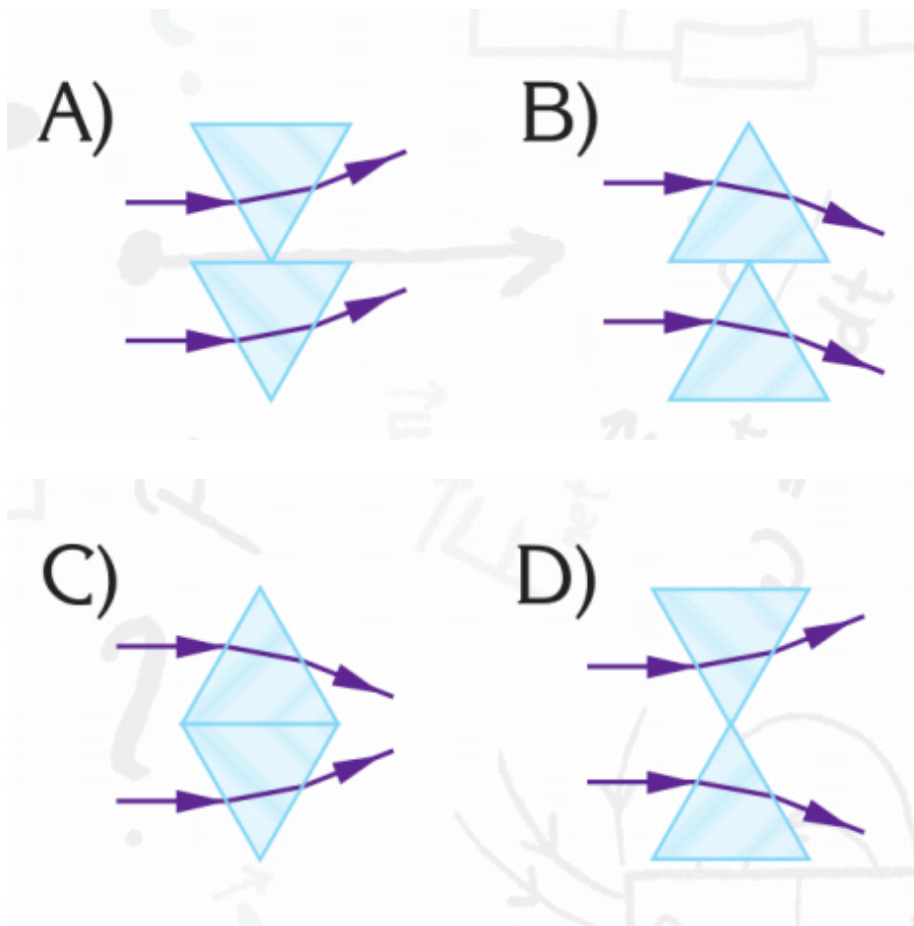
25. Complete the path of each ray in the following figures.
(Mirror's and lens' principal focuses cross at the same point.)



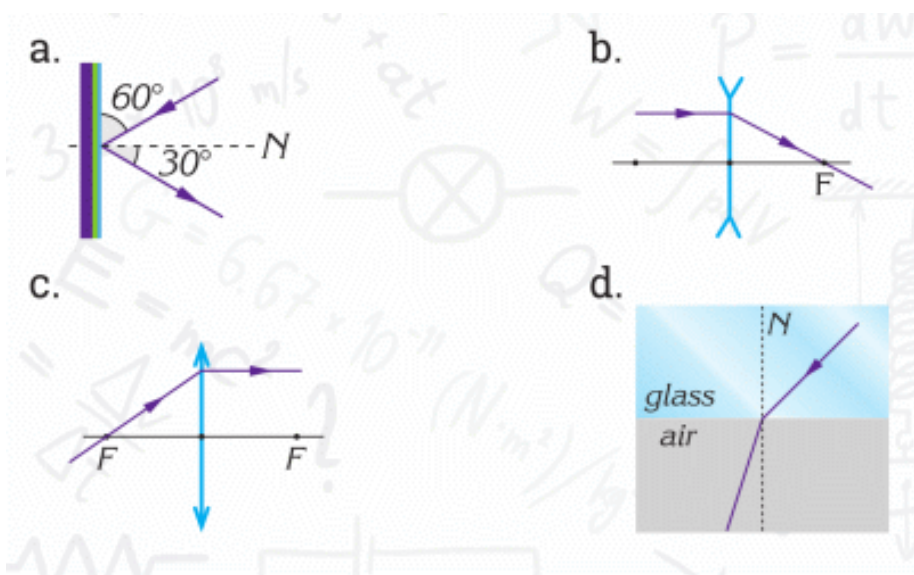
26. The boxes below include only one type of lens; either converging or diverging. Decide which box includes which lens.



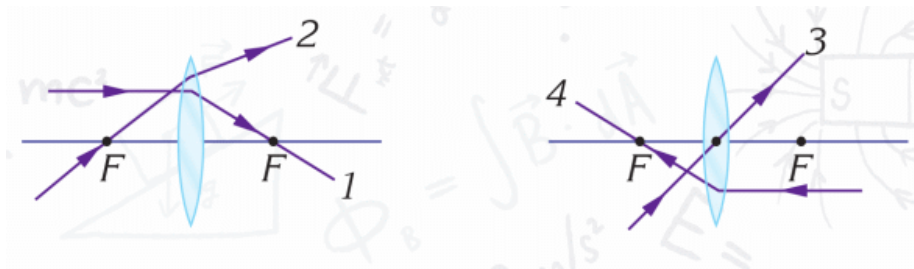
27. Which of the following combination of prisms is similar to a diverging lens?



28. In which of the figures below is the path of the ray incorrect?



29. Which rays are drawn wrong?



PHYSICS IN LIFE

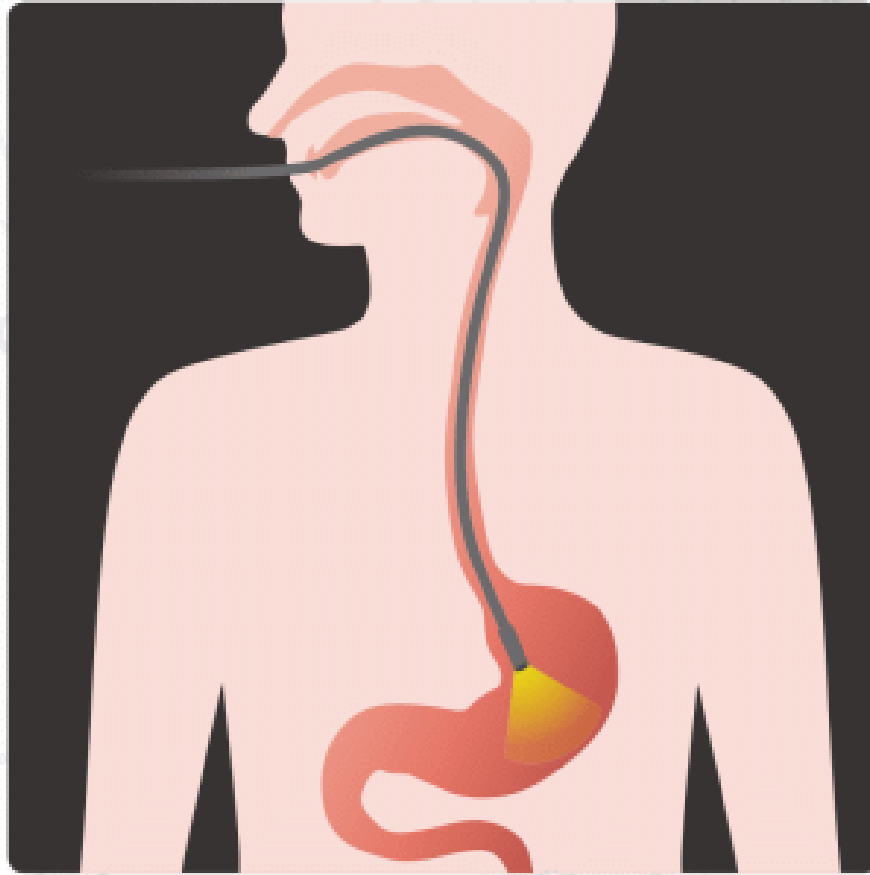
1. These antennas have concave shape. Why?



2. If Proxima Centauri (star) disappears, we will know about it after 4.2 years. Why?



3. Endoscopes use special materials that can “transport” light. Why?



4. Fish is deeper than it looks. Why?



5. Car's dashboard is not smooth. Why?



6. Why do we use such mirrors?



7. We see sunset for several minutes after the Sun disappears.
Why?



GLOSSARY

А

Абсолютная температура – температура T , отсчитываемая от абсолютного нуля (-273.16 C).

Абсолютный ноль – минимальный предел температуры, которую может иметь физическое тело во Вселенной.

Абсолютный нуль служит началом отсчёта абсолютной температурной шкалы Кельвина.

Ампер – единица измерения силы электрического тока.

Амперметр – прибор для измерения силы электрического тока.

Агрегатное состояние – состояние одного и того же вещества в определённом интервале температур и давлений.

Атом – частица вещества микроскопических размеров и массы, наименьшая часть химического элемента.

Б

Близорукость – это дефект (аномалия рефракции) зрения, при котором изображение формируется не на сетчатке глаза, а перед ней.

Броуновское движение – беспорядочное движение микроскопических видимых взвешенных в жидкости или газе частиц твёрдого вещества, вызываемое тепловым движением частиц жидкости или газа.

В

Ватт – единица мощности электрического тока.

Вещество – одна из форм материи которая состоит из частиц, среди которых чаще всего встречаются электроны, протоны и нейтроны.

Влажность – показатель содержания воды в физических телах или средах.

Внутренняя энергия – это сумма кинетической энергии всех молекул, из которых состоит тело, и потенциальной энергии их взаимодействия.

Вольт – единица измерения электрического потенциала, разности потенциалов, электрического напряжения и электродвижущей силы.

Г

Газ – одно из четырёх агрегатных состояний вещества, характеризующееся очень слабыми связями между составляющими его частицами.

Генератор – устройство вырабатывающее электроэнергию или преобразующее один вид энергии в другой.

Горение – процесс превращения исходных веществ в продукты сгорания сопровождающийся интенсивным выделением тепла.

Д

Дальнозоркость – особенность рефракции глаза, состоящая в том, что изображения предметов в покое аккомодации фокусируются за сетчаткой.

Действительное изображение – изображение, которое создаётся сходящимися лучами в местах их пересечения. можно наблюдать на экране.

Джоуль – единица измерения работы, энергии и количества теплоты.

Диффузия – процесс взаимного проникновения молекул или атомов одного вещества между молекулами или атомами.

Ж

Жидкость – вещество, находящееся в жидком агрегатном состоянии, занимающем промежуточное положение между твёрдым и газообразным состояниями.

З

Закрытая система – термодинамическая система, которая может обмениваться с окружающей средой теплом и энергией, но не веществом.

Замкнутая цепь – непрерывная цепь, в которой может протекать электрический ток.

И

Изображение предмета – картина, получаемая в результате прохождения через оптическую систему световых лучей, отражённых от объекта, или излучённых им.

Изолятор – средство для отделения, обособления или ограничения чего-либо от остальной среды, например от электричества или тепла.

Испарение – процесс фазового перехода вещества из жидкого состояния в парообразное или газообразное, происходящий на поверхности вещества.

К

Калориметр – прибор для измерения количества теплоты, которая выделяется или поглощается в какомлибо процессе.

Калория – внесистемная единица количества теплоты.

КилоВатт × час – внесистемная единица измерения количества произведенной или потреблённой элетроэнергии.

Кипение – это интенсивный переход жидкости в пар, происходящий с образованием пузырьков пара по всему объему жидкости при определенной температуре.

Ключ замыкания – электрический коммутационный аппарат, служащий для замыкания и размыкания электрической цепи.

Компас – устройство, облегчающее ориентирование на местности путём указания на стороны света.

Конвекция – вид теплообмена, при котором внутренняя энергия передается струями и потоками.

Конденсатор – устройство для накопления заряда и энергии электрического поля.

Конденсация – переход вещества в жидкое или твёрдое состояние из газообразного.

Коррозия – это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой.

Коэффициент полезного действия (КПД) – характеристика эффективности системы в отношении преобразования или передачи энергии.

Кристаллизация – это процесс перехода тела из жидкого состояния в твердое.

Кулон – единица измерения электрического заряда (количества электричества).

Л

Линза – деталь из прозрачного однородного материала, ограниченная двумя полированными преломляющими поверхностями вращения.

М

Магнит – тело, обладающее собственным магнитным полем.

Магнитное поле – силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом.

Магнитный полюс – условная точка на земной поверхности, в которой силовые линии магнитного поля Земли направлены строго под углом 90° к поверхности.

Мнимое изображение – получается, когда лучи от какой-либо точки после прохождения оптической системы образуют расходящийся пучок. невозможно наблюдать на экране.

Молекула – Мельчайшая частица вещества, имеющая все его основные химические свойства.

Н

Нагревание – искусственный либо естественный процесс повышения температуры материала/тела, либо за счёт внутренней энергии, либо за счёт подведения к нему энергии извне.

Насыщенный пар – это пар, находящийся в термодинамическом равновесии с жидкостью или твёрдым телом того же состава.

Необратимость – невозможность возвращения тел к их первоначальному состоянию.

Непрозрачные объекты – тела не пропускающие свет через себя.

О

Объем – количественная характеристика пространства, занимаемого телом или веществом.

Оптическая ось – прямая, проходящая через центры кривизны сферических поверхностей, составляющих центрированную оптическую систему.

Оптический прибор – устройства, в которых оптическое излучение преобразуется (пропускается, отражается, преломляется, поляризуется).

Отражение света – физический процесс взаимодействия волн или частиц с поверхностью, изменение направления волнового фронта на границе двух сред с разными свойствами.

Отталкивание – взаимодействие между телами, которое пытается отдалить тела друг от друга.

Охлаждение – процесс отбора тепла у тела с результатом понижения температуры.

П

Параллельное соединение – падение напряжения между двумя узлами, объединяющими элементы цепи, одинаково для всех элементов. При этом величина, обратная общему сопротивлению цепи, равна сумме величин, обратных сопротивлениям параллельно включенных проводников.

Перископ – оптический прибор для наблюдения из укрытия.

Плавление – это процесс перехода тела из кристаллического твердого состояния в жидкое.

Полное внутренне отражение – явление отражения электромагнитных или звуковых волн от границы раздела двух сред при условии, что волна падает из среды, где скорость её распространения меньше.

Полупроводник – материалы, по своей удельной проводимости занимающие промежуточное место между проводниками и диэлектриками.

Последовательное соединение – сила тока во всех проводниках одинакова. При этом общее напряжение в цепи равно сумме напряжений на концах каждого из проводников.

Предохранитель – электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи размыканием или разрушением специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определённое значение.

Призма – устройство для преломления световых лучей, имеющая форму геометрической призмы.

Преломление света – явление, при котором луч света, переходя из одной среды в другую, изменяет направление на границе этих сред.

Притяжение – взаимодействие между телами, которое пытается приблизить тела друг к другу.

Проводник – вещество, хорошо проводящее электрический ток или тепло.

Прозрачные объекты – тела пропускающие свет через себя.

Постоянный ток – электрический ток, который с течением времени не изменяется по величине и направлению.

Р

Радиация – исходящий от любого источника поток энергии в форме электромагнитных волн.

Разность потенциалов – см. Электрическое напряжение.

Разомкнутая цепь – цепь, у которой непрерывность нарушена таким образом, что в ней не может быть электрического тока.

Расширение – процесс увеличения размеров объекта.

Резистор – пассивный элемент электрических цепей, обладающий определённым или переменным значением электрического сопротивления.

Реостат – прибор, служащий для регулировки силы тока и напряжения в электрической цепи путём получения требуемой величины сопротивления.

Рассеивающая линза – линза, при прохождении через которую, рассеивает параллельный пучок света в стороны.

С

Световой луч – линия, вдоль которой переносится световая энергия.

Свет – электромагнитное излучение, воспринимаемое человеческим глазом.

Северный географический полюс – точка, в которой ось вращения Земли пересекается с поверхностью Земли. находится в Арктике (центральная часть Северного Ледовитого океана).

Сжатие – процесс уменьшения размеров объекта.

Смесь – система, состоящая из двух или более веществ.

Собирающая линза – линза, при прохождении через которую, собирает параллельный пучок света в одну точку.

Счетчик электрической энергии – прибор для измерения расхода электроэнергии переменного или постоянного тока.

Т

Телескоп – прибор, с помощью которого можно наблюдать отдаленные объекты путём сбора электромагнитного излучения.

Температура – величина, количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел.

Температурные шкалы – способы деления на части интервалов температуры, измеряемых термометрами.

Тепловой двигатель – устройство, совершающее работу за счет использования внутренней энергии топлива.

Теплообмен – необратимый процесс передачи теплоты от более нагретых тел к менее нагретым.

Теплопроводность – перенос энергии от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела, осуществляемый хаотически движущимися частицами тела.

Теплота – форма движения материи — энергия, образуемая движением частиц тела.

Теплота сгорания – количество выделившейся теплоты при полном сгорании единицы вещества.

Термос – прибор для продолжительного сохранения более высокой или низкой температуры объектов.

Тонкая линза – линза, толщина которой мала по сравнению с радиусами кривизны сферических поверхностей.

Топливо – это вещество, способное выделять энергию в ходе горения.

Температура кипения – температура, при которой происходит кипение жидкости, находящейся под постоянным давлением.

У

Увеличение линзы – отношение размеров изображения к соответствующим размерам предмета.

Угол отражения – угол между нормалью к границе раздела сред и лучом отраженной волны.

Угол падения – это угол между лучом, падающим на преломляющую или отражающую поверхность, и нормалью к поверхности в точке падения.

Угол преломления – угол, под которым происходит преломление луча света от поверхности раздела между двумя разными прозрачными средами.

Удельная теплота парообразования (конденсации) – величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо, чтобы обратить количество жидкости с единичной массой в пар(или из пара в жидкость) без изменения температуры.

Удельная теплота плавления (кристаллизации) – количество теплоты, которое необходимо сообщить единице массы кристаллического вещества, чтобы перевести его из твёрдого состояния в жидкое (или из жидкого в твердое).

Удельное сопротивление – физическая величина, характеризующая способность вещества препятствовать прохождению электрического тока.

Удельная теплоемкость – величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать единичной массе данного вещества для того, чтобы его температура изменилась на единицу.

Ф

Флюид – вещество, поведение которого при деформации может быть описано законами механики жидкостей.

Фокальная плоскость – плоскость, перпендикулярная оптической оси и проходящая через передний или задний фокус.

Фокус – точка, в которой пересекаются («фокусируются») первоначально параллельные лучи после прохождения через собирающую систему (либо где пересекаются их продолжения, если система рассеивающая).

Х

Химическая связь – это взаимодействие атомов, обуславливающее устойчивость молекулы или кристалла как целого.

Э

Эквивалентное сопротивление – сопротивление, которым можно заменить систему из других сопротивлений, при котором получается тот же ток в цепи при данном напряжении.

Электрическая мощность – величина, характеризующая скорость передачи или преобразования электрической энергии.

Электрическая схема – это документ, составленный в виде условных изображений или обозначений составных частей изделия.

Электрическая цепь – совокупность устройств, элементов, предназначенных для протекания электрического тока.

Электрический заряд – величина, характеризующая свойство частиц или тел вступать в электромагнитные силовые взаимодействия.

Электрический потенциал – характеристика потенциальной энергии, которой обладает единичный положительный пробный заряд, помещённый в данную точку поля.

Электрический ток – направленное движение электрически заряженных частиц под воздействием электрического поля.

Электрическое напряжение – величина, значение которой равно работе электрического поля, совершаемой при переносе единичного заряда из одной точки в другую.

Электромагнит – устройство, создающее магнитное поле при прохождении электрического тока через него.

Электромагнитные волны – электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью, зависящей от свойств среды.

Электростанция – совокупность установок, оборудования и аппаратуры, используемых непосредственно для производства электрической энергии.

Элементарный заряд – минимальная порция (квант) электрического заряда, наблюдающегося в природе у свободных долгоживущих частиц
Электродвижущая сила – величина, характеризующая работу сторонних сил при перемещении единицы заряда.

Энергия – величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения материи из одних форм в другие.

Ю

Южный географический полюс – точка, в которой ось вращения Земли пересекается с поверхностью Земли, находится в Антарктиде.

ANSWERS

Page 25 topic 1

1.A 2.C 3.A 4 False, they vibrate

Page 25 topic 2

1. A 2. B 3. B 4. True 5. A 6. A 7. B 8. B 9. A 10. B

Page 27 Test-1

1.B 2.D 3.C 4.A 5.C 6.D

Page 27 Test-2

1.C 2.D 3.A 4.B 5.D

Page 42 Test-1

1.A 2.B 3.A 4.D 5.B 6.D 7.C 8.B 9.C 10.D II.A

Page 43 Test-2

1.B 2.C 3.C 4.D 5.A 6.B 7.C 8.B 9.D

Page 57

1.C 2.D

Page 77

1.B 2.A 3.D 4.C 5.B 6.A

Page 107

4. B 6. A

Page 123

3. C, D 4. A 5. C

Page 153

27. D 28. C 29. 2

PROBLEMS

Page 75

9) - 0 + 10) + - 0 11) + 12) I. Open more II. Collapse 13) $7.2 \times 10^4 \text{ N}$
14) $5\sqrt{10} \text{ m}$ 15) $7.2 \times 10^{-4} \text{ N}$ 16) 9 time decrease 7.2×10^4 17) $5.4 \times 10^6 \text{ N}$ 18) -810 nC
19) $5.4 \times 10^4 \text{ V}$, $13.5 \times 10^3 \text{ V}$ 20) 9.10^4 V 21) 2.10^{10} V 22) 0.16 J 23) a) doubled b) tripled c) halved
24) 8 pC 25) 88.5 pF 26) 0.88 mm 190.88 mm 27) 132.7 nC

Page 107

1) 225Ω 2) $I_1=6 \text{ A}$, $I_2=2 \text{ A}$, $I=8 \text{ A}$ 3) 13Ω 4) B 5) 1.9 A 6) A 7) 5.45 A , 9.09 A , 3.27 A
8) $I=6 \text{ A}$ $V=240 \text{ V}$ 9) 6 W

REFERENCES

1. Physics and Astronomy Grade 8, Mehmet Surmen, Астана кітап publishing, Алматы 2016, 279 pages.
2. Modular system First step to Physics Volume 2, Semih Aydin, Zambak publishing, Izmir 2009, 154 pages.
3. Modular system Thermodynamics and Molecular physics, Osman Ozpala, Ahmet Ajet, Zambak publishing, Izmir 2008, 152 pages.
4. Modular system Electricity and Magnetism, Irfan Polat, Omar Ilhan, Zambak publishing, Izmir 2010, 192 pages.
5. Physics for Scientists and Engineers, Serway Jewett, Thomson Brooks publishing, United State of America 2004, 1382 pages.
6. Physics, Raymond A. Serway, Jerry S. Faughn, Holt, Rinehart and Winston publishing 2006, 992 pages.
7. Conceptual Physics, Paul G. Hewitt, Addison-Wesley publishing, United State of America 2006, 811 pages.



PHYSICS

Grade 8

Авторы:

Карабатыров Алтынбек
Байешов Айбек
Дуйсеев Есбол
Шокобалинов Нурсултан
Ташев Нурлыбек

Редактор:

Тусюбжанов Айдын

Дизайн:

Бердибаев Дархан

