

Трудно и даже невозможно представить сегодняшнюю жизнь без электричества. Каждый день мы почти автоматически нажимаем кнопки и включаем самые разнообразные приборы и технические устройства, делающие нашу жизнь комфортной. Электролампы освещают квартиры и улицы, электрообогреватели греют, а холодильники охлаждают. Станки, компьютеры, радиоприемники, телевизоры, телефоны и др. — все эти устройства используют электричество. Электричество связано с магнетизмом. С этими интересными и очень важными электромагнитными явлениями мы познакомимся в этой главе.



§ 12.

Электризация тел. Взаимодействие зарядов

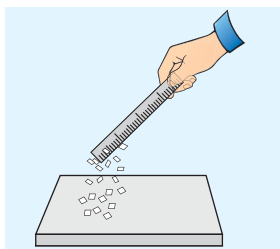


Рис. 79

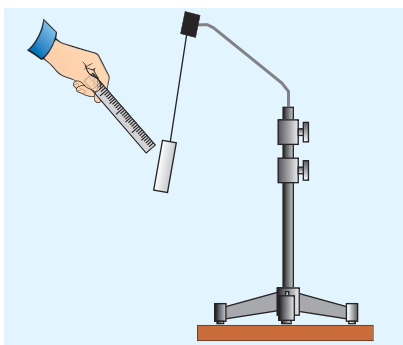


Рис. 80

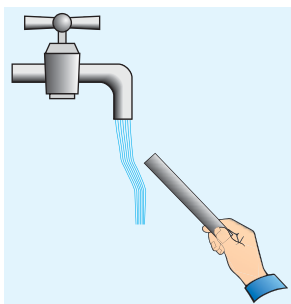


Рис. 81

С электричеством связана не только работа современных приборов и технических устройств. Оно играет гораздо более важную роль. Электрические силы взаимодействия атомов и молекул ответственны за обмен веществ в человеческом организме. Что же представляют собой электрические явления?

Слово «электричество» происходит от греческого названия янтаря (*electron* — янтарь). Еще древние греки заметили, что янтарь, потертый о ткань, притягивает легкие тела.

Проведем опыт. Потрем о сухую бумагу пластмассовое тело (линейку, расческу). Оно начнет притягивать другие тела: крошки пенопласта, мелко нарезанную бумагу (рис. 79), пух, гильзу из фольги (рис. 80).

Говорят, что тело (из пластмассы, стекла, фарфора и т. д.) при трении *электризуется*, или *приобретает электрический заряд*.

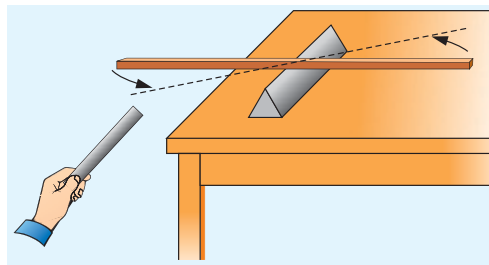


Рис. 82

В ряде случаев действие наэлектризованных тел может быть весьма значительным. Например, при поднесении наэлектризованной палочки искривляется струя воды (рис. 81), поворачивается деревянная рейка (линейка) (рис. 82).

В XVIII в. были установлены два важных свойства электризации.

1. При трении *электризуются*, или приобретают электрический заряд, *оба тела* (янтарь и ткань, пластмассовая линейка и бумага). Само трение малосущественно, оно лишь увеличивает площадь контакта тел.

Подтвердим сказанное опытом. Потрем друг о друга чистые и сухие кусок резинового шланга *A* и стеклянную палочку *B* (рис. 83, *a*). И шланг, и палочка после этого притягивают к себе легкую гильзу (рис. 83, *б*, *в*). Значит, электрические заряды появились у обоих тел.

2. Появляющиеся на телах *заряды* принципиально отличаются друг от друга. Они *разноименны*.

В том, что эти заряды неодинаковы, легко убедиться на опыте. Подвесим на шелковой нити наэлектризованную стеклянную палочку *B*. Поднесем к ней наэлектризованный кусок шланга *A*. Стеклянная палочка *B* к нему притягивается (рис. 84, *a*). Но если поднести к стеклянной палочке *B* потертую о резину стеклянную палочку *C*, то палочка *B* уже отталкивается (рис. 84, *б*). Значит, электрические заряды, возникающие на стекле и резине, *разноименны*, и они *притягиваются*. А заряды, возникающие на стеклянных палочках, *одноименны*, и они *отталкиваются*.

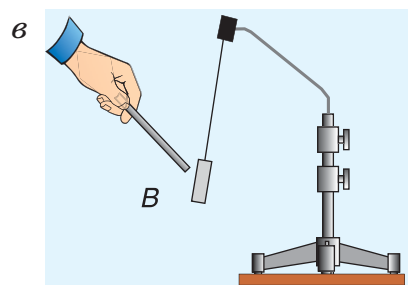
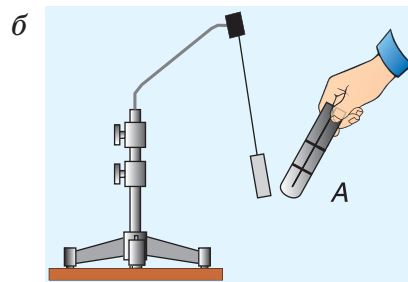
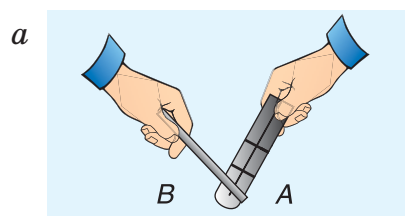


Рис. 83

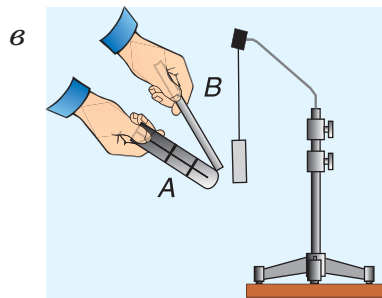
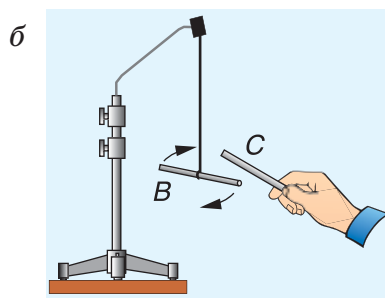
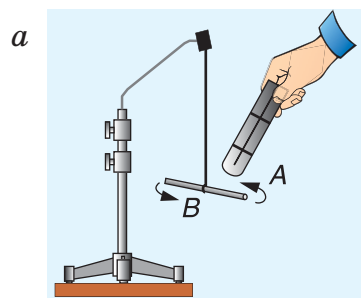


Рис. 84

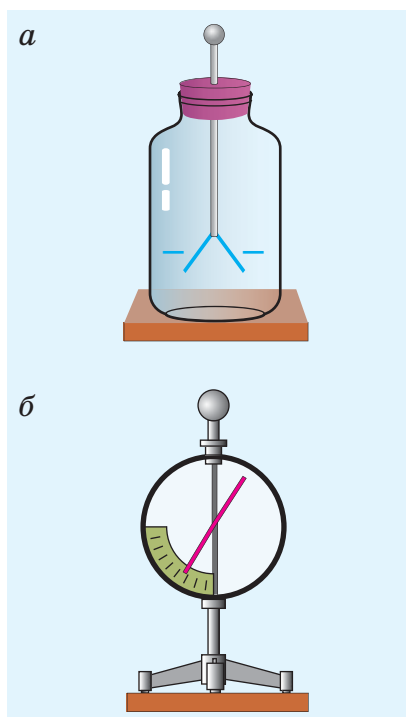


Рис. 85

Продолжим опыт. Сложим вместе потертые друг о друга кусок шланга и стеклянную палочку и поднесем их к подвешенной гильзе (рис. 84, в). Действия нет! Хотя заряды были на обоих телах (шланге и палочке). Значит, значения зарядов обоих тел равны, а их знаки противоположны. Этим объясняются названия электрических зарядов: *положительный* (у стекла) и *отрицательный* (у резины). Вспомните математику: результат сложения двух равных по модулю чисел противоположных знаков равен нулю ($-5 + 5 = 0$).

Итак, **электрическое взаимодействие** — это **притяжение разноименно заряженных тел и отталкивание одноименно заряженных тел**.

Отталкивание одноименно заряженных тел лежит в основе устройства прибора для оценки и сравнения величины электрического заряда (количества электричества) — *электроскопа* (рис. 85, а).

Он представляет собой стеклянный баллон, внутри которого сквозь пробку вставлен металлический стержень. К концу стержня прикреплены легкие листочки фольги. Снаружи к стержню прикреплен металлический шарик. При передаче шарiku электроскопа, например, отрицательного заряда мы заряжаем этим зарядом листочки электроскопа. Одноименно заряженные листочки расходятся на некоторый угол, тем больший, чем больше переданный электроскопу заряд.

Более совершенным прибором является *электрометр* (рис. 85, б). Сообщенный шарiku, а через него стержню и стрелке заряд вызывает отталкивание стрелки от заряженного стержня. Нижний конец стрелки перемещается при этом по шкале с делениями.

■ Главные выводы

1. При контакте двух различных тел оба тела заряжаются и приобретают способность к электрическому взаимодействию.
2. Возникающие на телах заряды называются положительными и отрицательными.
3. Одноименно заряженные тела отталкиваются, а разноименно заряженные — притягиваются.

? Контрольные вопросы

1. Что такое электризация трением? Какова роль трения при такой электризации?
2. Почему заряды получили название положительных и отрицательных?
3. Для чего служит электроскоп? Как он работает?
4. Каков знак заряда шарика, подвешенного на шелковой нити и расположенного вблизи заряженной палочки (рис. 86, а, б)?

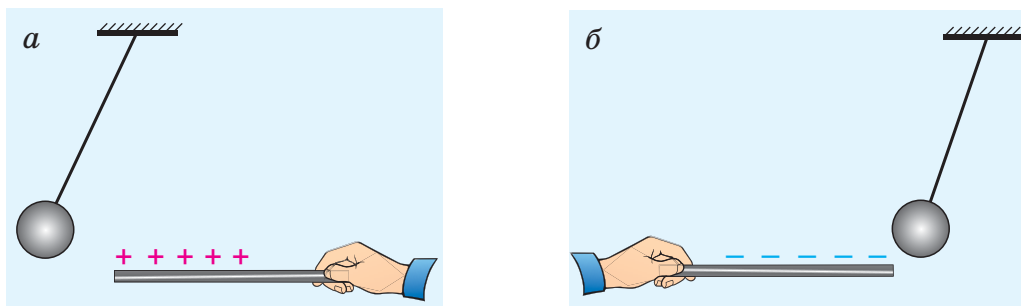


Рис. 86

→ Домашнее задание

1. Изготовьте электроскоп. К концу медной проволоки прикрепите ниткой согнутую пополам полоску фольги. Другим концом проволоки проткните крышку бутылки. Вставьте конец проволоки с полоской фольги в бутылку так, чтобы фольга не касалась стенок и дна. Закрутите крышку. Проверьте работу электроскопа. Опишите результаты.

2. На рисунке 87 представлены электроскоп и три палочки А, В, С, одна из которых заряжена положительно, другая — отрицательно, третья не имеет заряда. Предложите способы определения:

- а) какая палочка не заряжена;
- б) какие палочки имеют заряд;
- в) одинаковы ли абсолютные величины зарядов палочек.

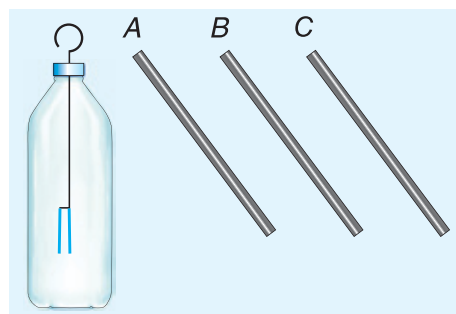


Рис. 87



§ 13.

Проводники и диэлектрики

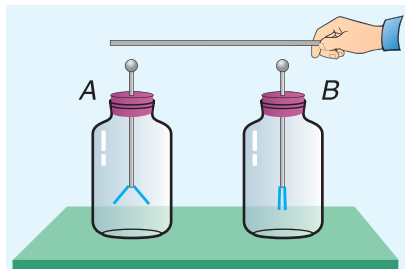


Рис. 88

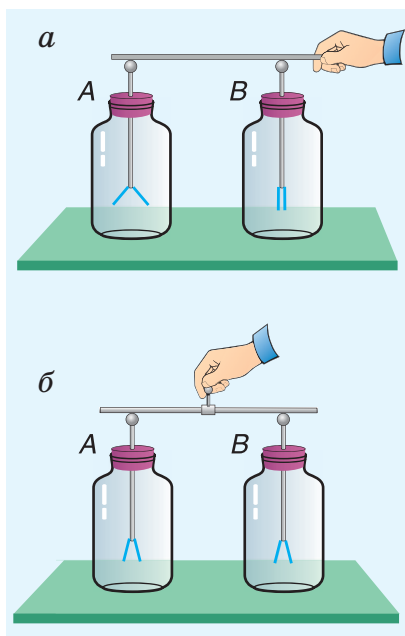


Рис. 89

Можно ли имеющийся на наэлектризованном теле заряд передать другому телу? Перейдет ли, например, заряд от заряженного электрометра *A* к незаряженному электрометру *B* (рис. 88), если их соединить перемычкой?

Проверим это на опыте, используя для соединения заряженного *A* и незаряженного *B* электрометров перемычки из разных веществ. Опыт показывает, что через перемычку из таких веществ, как стекло, резина, большинство пластмасс, заряд с заряженного электрометра *A* на незаряженный *B* не переходит (рис. 89, *a*). Эти вещества являются **диэлектриками** (их часто называют **изоляторами**). Именно из таких веществ изготовлены оболочки проводов, розетки, выключатели, ручки отверток (рис. 90) и т. д. Диэлектриком является и сухой воздух.

Если же соединить электрометры *A* и *B* перемычкой из металла, часть электрического заряда переходит к электрометру *B* (рис. 89, *б*). Это значит, что металлы (и в твердом, и в жидком состояниях) — типичные представители **проводников**. К проводникам относится также большинство жидкостей: растворы кислот, солей, включая обычную питьевую воду. Проводником является и тело человека, состоящее более чем на две трети из жидкости.

Очень важно понимать, что идеальных диэлектриков нет. У любого диэлектрика можно обнаружить хотя бы малую проводимость. Так,



Рис. 90

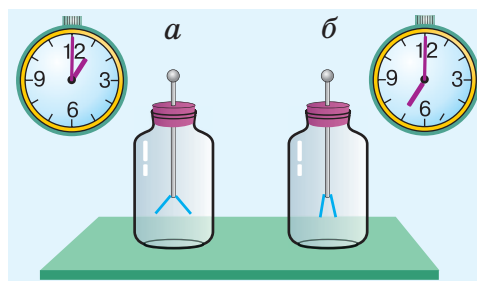


Рис. 91



Рис. 92

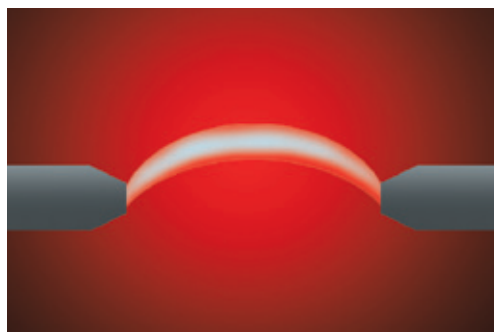


Рис. 93

если оставить на несколько часов заряженный электроскоп (рис. 91, а), то его заряд уменьшится (рис. 91, б). Это говорит о наличии некоторой проводимости у воздуха.

Все вы неоднократно наблюдали молнию (рис. 92). Молния, электрическая дуга при сварке металлов (рис. 93) свидетельствуют о том, что воздух при определенных условиях становится очень хорошим проводником.

Даже такие отличные диэлектрики, как фарфор и стекло, могут превратиться в проводники. Именно поэтому в линиях электропередач применяются целые гирлянды изоляторов (рис. 94).



Рис. 94

▼ Для любознательных

Существует еще одна группа веществ — полупроводники. У этих веществ (например, германия Ge, кремния Si) способность проводить заряд (проводимость) во много раз меньше, чем у проводников (металлов). Очень важно, что проводимость полупроводников можно значительно увеличивать различными воздействиями: нагреванием, освещением, радиационным облучением. Это связано с особенностью строения веществ этой группы. Именно полупроводники позволили создать сложнейшие устройства: солнечные батареи для спутников, компьютер, калькулятор, мобильный телефон и многое другое.

Следует отметить, что выдающийся вклад в развитие полупроводников внес всемирно известный лауреат Нобелевской премии по физике, уроженец Республики Беларусь Жорес Иванович Алферов.

С этой группой веществ вы познакомитесь подробнее при изучении физики в 10-м классе.

■ Главные выводы

1. Электрический заряд может перемещаться внутри тела или от одного тела к другому.
2. Вещества, в которых возможно направленное перемещение заряда, называются проводниками.
3. Вещества, в которых направленное перемещение заряда затруднено, называются диэлектриками (изоляторами).

? Контрольные вопросы

1. В чем отличие проводников от диэлектриков?
2. Как можно установить, является данное вещество проводником или диэлектриком?
3. Какими опытами можно подтвердить диэлектрические свойства воздуха?
4. Если коснуться пальцем шарика заряженного электроскопа (электрометра), то заряд на приборе исчезнет. Какие выводы можно сделать из этого?
5. Почему во влажном помещении опыты по электризации «не получаются»?
6. Что такое идеальный диэлектрик? Существует ли он?

➔ Домашнее задание

Возьмите две узкие сухие полоски газетной бумаги и проведите по ним пальцами сухих рук (рис. 95). Объясните поведение полосок. Действие какого прибора иллюстрирует этот опыт?

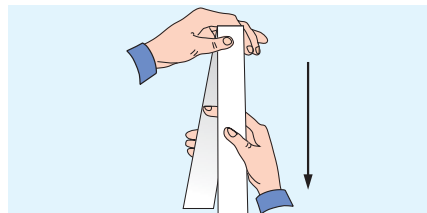


Рис. 95

Упражнение 10

1. Почему при надевании свитера он прилипает к рубашке? Почему спустя некоторое время прилипание исчезает?

2. На рисунке 96 изображена часть установки, примененной русским ученым Г. В. Рихманом для изучения электрических явлений. При передаче металлическому стержню AB заряда хлопчатая нить CD отклонялась и ее конец перемещался по шкале F . Что измерял этот прибор?

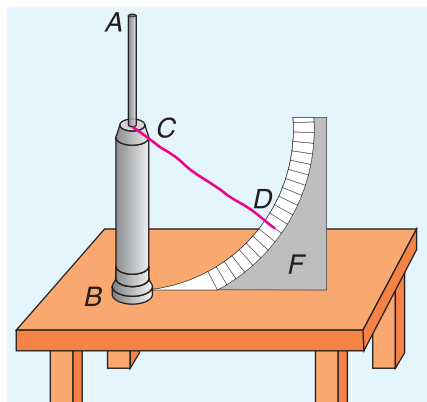


Рис. 96

3. Каким простым способом можно разрядить электроскоп, т. е. убрать с прибора ранее полученный им заряд?

4. Два заряженных проводящих шара соединили проводником. Как распределится между ними заряд, если шары одинакового размера и изготовлены из одного и того же металла?

5. Как можно уменьшить электрический заряд на проводящем теле (металлическом шарике) ровно вдвое? В четыре раза?

6. Почти до конца XVIII в. считали, что металлические и влажные тела не электризуются при трении. На чем было основано это неверное мнение?

7. Почему на некоторых производствах (прядельных, полиграфических) искусственно поддерживают высокую влажность воздуха?

 8. Проводящим шарикам *A* и *B* сообщили равные разноименные заряды, а затем, предварительно разрядив шарики, — такие же одноименные заряды. Будут ли модули сил притяжения шариков в первом случае равны модулям сил отталкивания шариков во втором?

9. Можно ли наэлектризовать металлическую ложку? Как?

10. На рисунке изображен заряженный электроскоп (рис. 97, *a*) и его состояние после того, как его шарика коснулись: а) положительно заряженной палочкой (рис. 97, *б*); б) отрицательно заряженной палочкой (рис. 97, *в*). Какого знака заряд был на электроскопе изначально?

11. Два висящих на нитях заряженных шарика сначала притянулись (рис. 98, *a*), а затем разошлись на некоторый угол (рис. 98, *б*). Как можно объяснить данное явление?

12. При движении автомобиля в сухую погоду вследствие трения шин об асфальт накапливается большой электрический заряд. Какую роль в автомобиле, перевозящем огнеопасные жидкости, играет прикрепленная металлическая цепь, скользящая по асфальту?

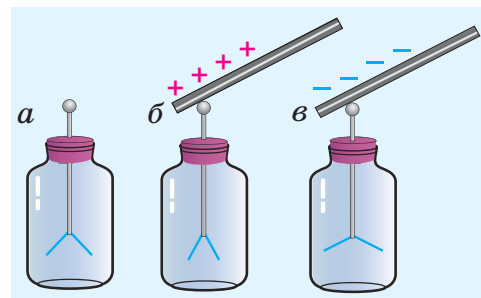


Рис. 97

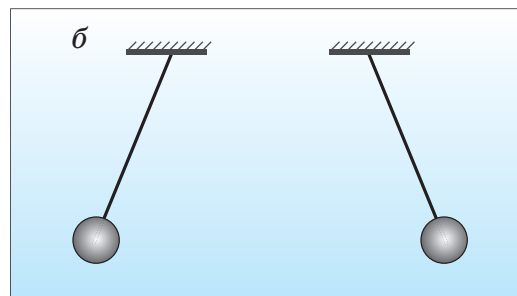
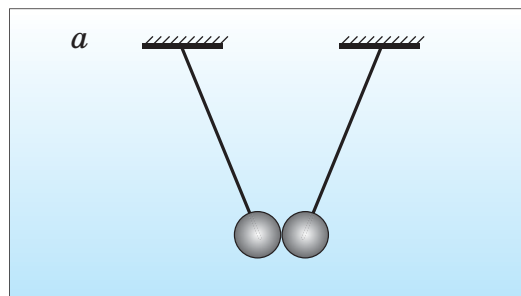


Рис. 98



§ 14.

Электризация через влияние

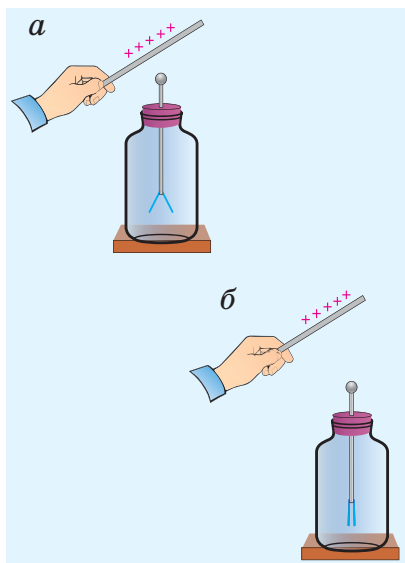


Рис. 99

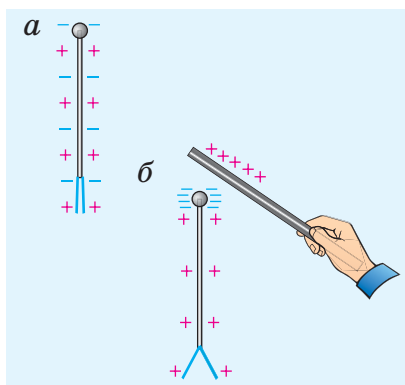


Рис. 100

Мы уже знаем, что заряженное тело притягивает к себе другое заряженное тело, если их заряды разноименны. Но почему к заряженному телу притягиваются незаряженные тела (пух, кусочки бумаги, струя воды, подвешенная гильза) (см. рис. 79–81, с. 52)?

Для ответа на поставленный вопрос проведем опыт. Поднесем к шарiku незаряженного электроскопа (электрометра), не касаясь его, наэлектризованную палочку. Электроскоп фиксирует появление на металлических листочках заряда (рис. 99, а). Уберем палочку — листочки спадают (рис. 99, б). Значит, заряд от палочки на листочки электроскопа через воздух не перешел, а появился под влиянием заряда палочки.

Зная, что заряд может перемещаться в теле, мы можем объяснить произошедшее. В любом незаряженном теле всегда имеются равные количества зарядов противоположных знаков, равномерно распределенных по всему телу (рис. 100, а). Заряд на поднесенной к электроскопу палочке притягивает к себе разноименный и отталкивает одноименный заряд на стержне и листочках электроскопа (рис. 100, б), что и объясняет появление заряда на листочках.

Это можно подтвердить более наглядным опытом. Поднесем наэлектризованную палочку к одному

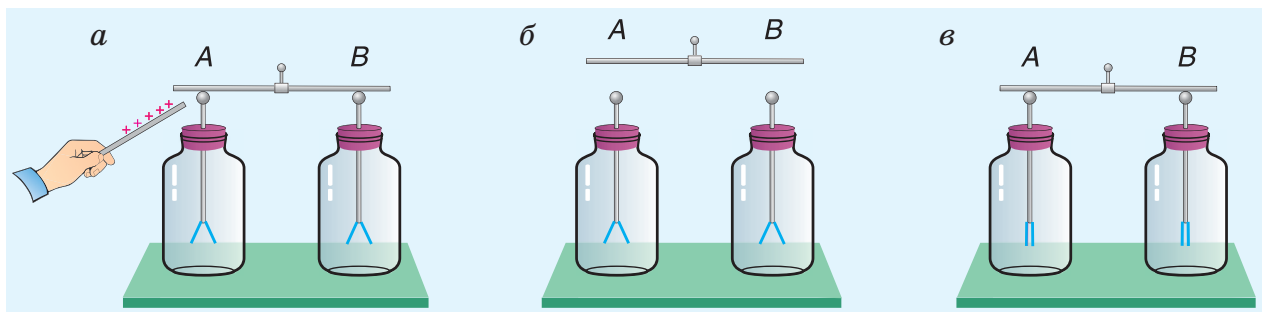


Рис. 101

из двух незаряженных электроскопов, соединенных проводящей перемычкой. Оба прибора фиксируют появление заряда (рис. 101, а). Не отдавая палочку, уберем сначала перемычку, а затем палочку. Заряды остаются на обоих приборах (рис. 101, б). Эти заряды равны по модулю и противоположны по знаку. В этом можно убедиться, соединив приборы вновь перемычкой, — заряды нейтрализуют друг друга (рис. 101, в).

Перераспределение заряда в теле, вызываемое воздействием другого заряженного тела, называется электризацией через влияние.

Теперь ясно, почему к заряженному телу притягиваются незаряженные тела. В незаряженном теле (гильзе из фольги) (рис. 102) под действием заряженного тела (палочки) происходит перераспределение зарядов. На противоположных его сторонах возникают два равных разноименных заряда. Это создает и силу притяжения F_1 , и силу отталкивания F_2 . Так как заряд противоположного знака расположен ближе к палочке, то модуль силы притяжения F_1 больше модуля силы отталкивания F_2 . В итоге незаряженная гильза притягивается к заряженной палочке. Докажите самостоятельно, что такой же результат будет, если к гильзе поднести не стеклянную, а эбонитовую наэлектризованную палочку.

Электризация через влияние происходит чрезвычайно часто. Например, следствием электризации через влияние является молния (грозовой разряд). Нижняя часть облака, заряженная отрицательно (рис. 103), вызывает перераспределение заряда в почве, деревьях, домах и т. д. При большой величине заряда между облаком и поверхностью земли происходит разряд (молния).

Электризация через влияние играет важную роль во многих технических устройствах, с которыми вы познакомитесь при последующем изучении физики. В кабинетах физики часто применяют изобретенную еще в XVIII в. электрофорную машину (рис. 104), в которой используется

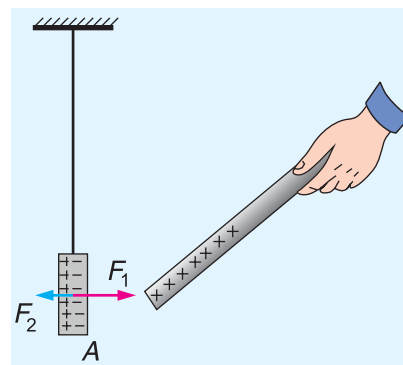


Рис. 102



Рис. 103

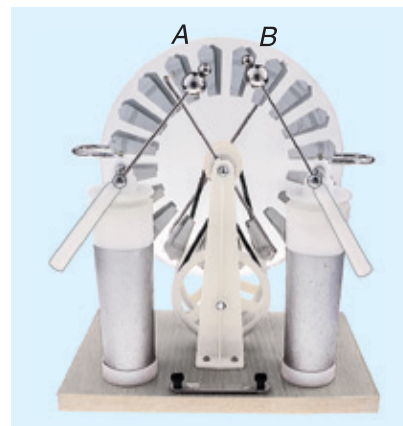


Рис. 104

как электризация трением, так и электризация через влияние, что позволяет создавать на шариках *A* и *B* прибора значительные разноименные электрические заряды.

Главные выводы

1. Наэлектризованное тело может вызвать в другом теле перераспределение зарядов (электризация через влияние).
2. При поднесении заряженного тела на ближней к нему стороне незаряженного тела возникает заряд противоположного знака.
3. Заряды, появляющиеся при электризации через влияние в частях тела, обязательно равны по модулю и противоположны по знаку.
4. Электризацией через влияние объясняется притяжение незаряженных тел к заряженным независимо от знака заряда.

Контрольные вопросы

1. В чем суть электризации через влияние? Почему она возможна?
2. Как доказать, что при электризации через влияние заряды частей тела противоположны по знаку?
3. В чем различие электризации трением и электризации через влияние?
4. Как объясняется притяжение незаряженных тел к заряженным?

Домашнее задание

Потрите пластмассовую линейку сухой бумагой. Поднесите линейку к волосам головы, не касаясь их. Объясните результат опыта.

Упражнение 11

1. Чем объясняется перераспределение зарядов в теле при электризации через влияние?
2. Как можно с помощью стеклянной палочки наэлектризовать два проводящих тела: одно — положительным, другое — отрицательным зарядом?
3. Легкая незаряженная гильза из фольги, подвешенная на изолирующей нити, притянулась к отрицательно заряженной палочке, коснулась ее и тут же оттолкнулась от нее. Почему? Как будет протекать опыт при поднесении к гильзе положительно заряженной палочки?

4. Если поднести руку к заряженной подвешенной гильзе, то гильза притянется к руке. Объясните происходящее.

5. Передадим значительный электрический заряд пластинке с наклеенными нитями или полосками тонкой бумаги. Как объяснить возникновение «ежа» (рис. 105, а)? Попробуйте пальцем дотронуться до такого «ежа». Почему «иголки ежа» начинают «ловить» ваш палец (рис. 105, б)?

6. Одну металлическую пластину зарядили отрицательным зарядом и поднесли ко второй такой же, но незаряженной пластине (рис. 106). Какие изменения произойдут со второй пластиной? Почему?

7. Отрицательно заряженная пластмассовая линейка притягивает подвешенную на нити бумажную гильзу. Значит ли это, что гильза заряжена положительно? Если гильза отталкивается, то обязательно ли, что она заряжена отрицательно?

8. Две легкие бумажные гильзы, из которых одна заряжена, а другая нет, подвешены на тонких шелковых нитях. Предложите способ определения, какая из гильз заряжена.

9. На рисунке 107 показан легкий незаряженный шарик из фольги, подвешенный на шелковой нити. Объясните, почему шарик после того, как начинают вращать ручку электрофорной машины, сначала притягивается к электроду машины, а затем, коснувшись его, отталкивается.

 10. Могут ли два металлических шарика, заряженные зарядом одного знака, притягиваться друг к другу? Почему?



Рис. 105

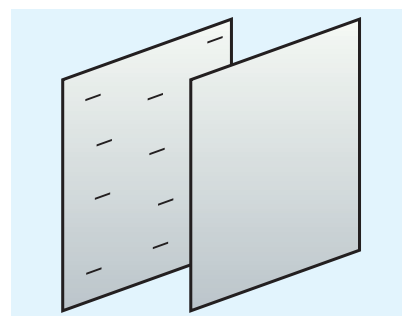


Рис. 106

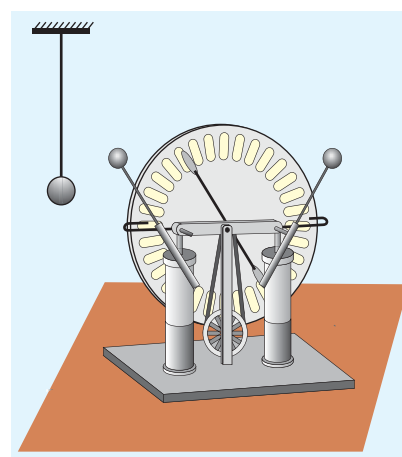


Рис. 107