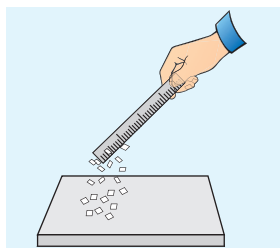


Цяжка і нават немагчыма ўявіць сённяшняе жыццё без электрычнасці. Кожны дзень мы амаль аўтаматычна націскаем кнопкі і ўключаем самыя разнастайныя прыборы і тэхнічныя прылады, якія робяць наша жыццё камфортным. Электралампы асвятляюць кватэры і вуліцы, электраабагравальнікі грэюць, а халадзільнікі ахаладжваюць. Станкі, камп'ютары, радыёпрыёмнікі, тэлевізары, тэлефоны і інш. — усе гэтыя прыборы выкарыстоўваюць электрычнасць. Электрычнасць звязана з магнетызмам. З гэтымі цікавымі і вельмі важнымі электрамагнітнымі з'явамі мы пазнаёмімся ў гэтым раздзеле.

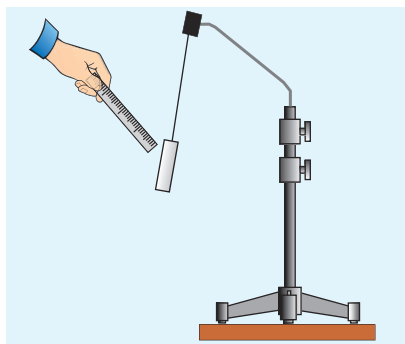


§ 12.

Электрызацыя цел. Узаемадзеянне зарадаў



Мал. 79



Мал. 80



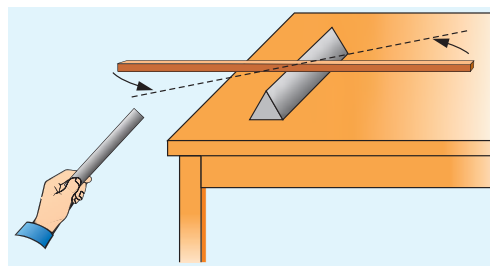
Мал. 81

З электрычнасцю звязана не толькі праца сучасных прыбораў і тэхнічных прылад. Яна адыгрывае значна больш важную ролю. Электрычныя сілы ўзаемадзеяння атамаў і малекул забяспечваюць абмен рэчываў у арганізме чалавека. Што ж уяўляюць сабой электрычныя з'явы?

Слова «электрычнасць» паходзіць ад грэчаскай назвы бурштыну (*electron* — бурштын). Яшчэ старажытныя грэкі заўважылі, што бурштын, пацёрты аб тканіну, прыцягвае лёгкія целы.

Правядзём дослед. Патром аб сухую паперу пластмасавыя цела (лінейку, раскоску). Яно пачне прыцягваць іншыя целы: крошкі пенапласту, дробна нарэзаную паперу (мал. 79), пух, гільзу з фольгі (мал. 80).

Гавораць, што цела (з пластмасы, шкла, фарфору і г. д.) пры трэнні *электрызуецца*, або *набывае электрычны зарад*.



Мал. 82

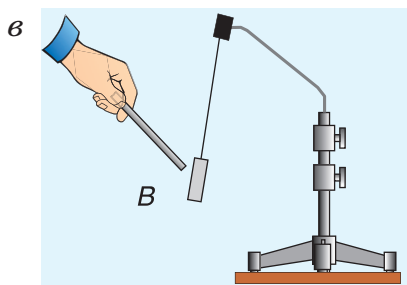
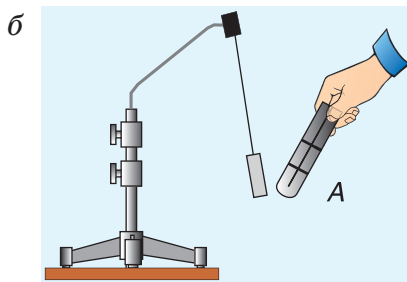
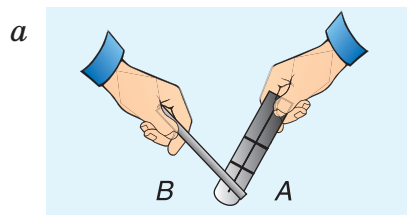
У шэрагу выпадкаў дзеянне наэлектрызаваных цел можа быць вельмі значным. Напрыклад, пры паднясенні наэлектрызаванай палачкі скрыўляецца струмень вады (мал. 81), паварочваецца драўляная рэйка (лінейка) (мал. 82).

У XVIII ст. былі вызначаны дзве важныя ўласцівасці электрызацыі.

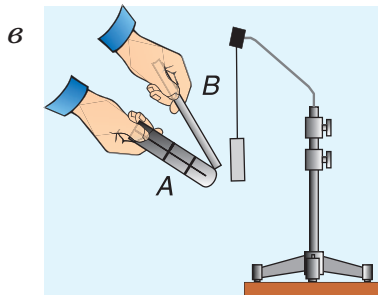
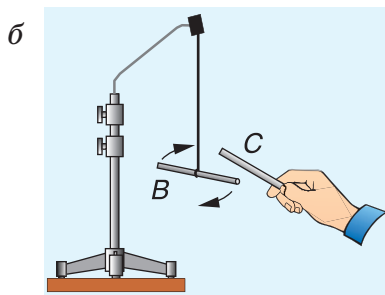
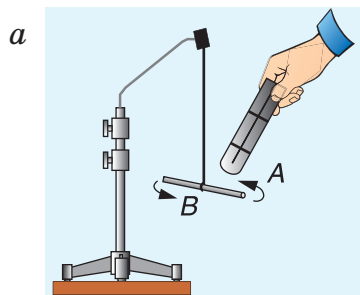
1. Пры трэнні *электрызуюцца*, або набываюць электрычны зарад, *абодва целы* (бурштын і тканіна, пластмасавая лінейка і папера). Само трэнне мала істотнае, яно толькі павялічвае плошчу кантакту цел.

Пацвердзім сказанае доследам. Патром адно аб аднаго чыстыя і сухія кавалак гумавага шланга *A* і шкляную палачку *B* (мал. 83, *a*). І шланг, і палачка пасля гэтага прыцягваюць да сябе лёгкую гільзу (мал. 83, *б*, *в*). Значыць, электрычныя зарады з’явіліся ў абодвух цел.

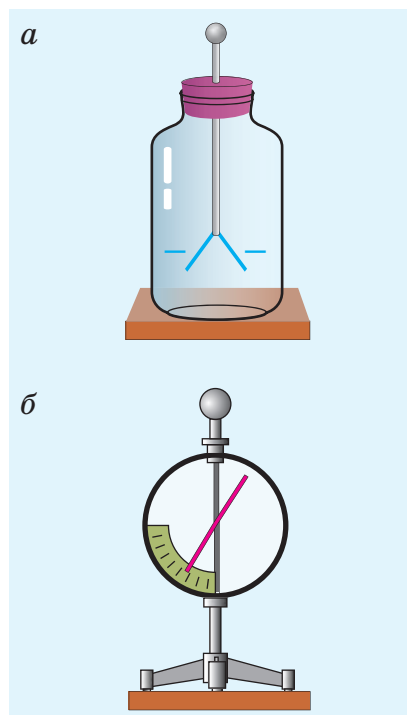
2. *Зарады*, якія з’яўляюцца на целах, прынцыпова адрозніваюцца адзін ад аднаго. Яны *рознаіменныя*. У тым, што гэтыя зарады неаднолькавыя, лёгка пераканацца на доследзе. Падвесім на шаўковай нітцы наэлектрызаваную шкляную палачку *B*. Паднясём да яе наэлектрызаваны кавалак шланга *A*. Шкляная палачка *B* да яго прыцягваецца (мал. 84, *a*). Але калі паднесці да шкляной палачкі *B* пацёртую аб гуму шкляную палачку *C*, то палачка *B* ужо адштурхваецца (мал. 84, *б*). Значыць, электрычныя зарады, якія ўзнікаюць на шкле і гуме, *рознаіменныя*, і яны *прыцягваюцца*. А зарады, якія ўзнікаюць на шкляных палачках, *аднайменныя*, і яны *адштурхваюцца*.



Мал. 83



Мал. 84



Мал. 85

Працягнем дослед. Складзём разам пацёртыя адно аб аднаго кавалак шланга і шкляную палачку і паднясём іх да падвешанай гільзы (мал. 84, в). Дзеяння няма! Хоць зарады былі на абодвух целах (шлангу і палачцы). Значыць, значэнні зарадаў абодвух цел роўныя, а іх знакі процілеглыя. Гэтым тлумачацца назвы электрычных зарадаў: *дадатны* (у шкла) і *адмоўны* (у гумы). Успомніце матэматыку: вынік складання двух роўных па модулі лікаў процілеглых знакаў роўны нулю ($-5 + 5 = 0$).

Такім чынам, **электрычнае ўзаемадзеянне — гэта прыцяжэнне рознаіменна зараджаных цел і адштурхванне аднайменна зараджаных цел.**

Адштурхванне аднайменна зараджаных цел ляжыць у аснове будовы прыбора для ацэнкі і параўнання велічыні электрычнага зараду (колькасці электрычнасці) — *электраскопа* (мал. 85, а).

Ён уяўляе сабой шкляны балон, у які скрозь корак устаўлены металічны стрыжань. Да канца стрыжня прымацаваны лёгкія лісточкі фольгі. Звонку да стрыжня прымацаваны металічны шарык. Пры перадачы шарыку электраскопа, напрыклад, адмоўнага зараду мы зараджаем гэтым зарадам лісточкі электраскопа. Аднайменна зараджаныя лісточкі разыходзяцца на некаторы вугал, тым большы, чым большы перададзены электраскопу зарад.

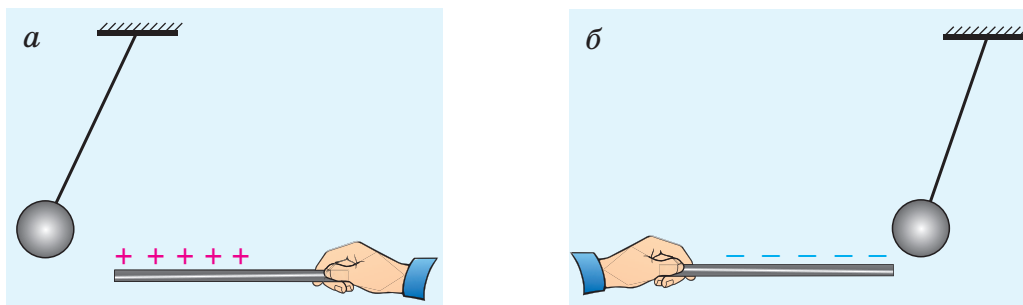
Больш дасканалым прыборам з'яўляецца *электрометр*. Перададзены шарыку, а праз яго стрыжню і стрэлцы зарад выклікае адштурхванне стрэлкі ад зараджанага стрыжня. Ніжні канец стрэлкі перамяшчаецца пры гэтым па шкале з дзяленнямі (мал. 85, б).

■ Галоўныя вывады

1. Пры кантакце двух розных цел абодва целы зараджаюцца і набываюць здольнасць да электрычнага ўзаемадзеяння.
2. Зарады, якія ўзнікаюць на целах, называюцца дадатнымі і адмоўнымі.
3. Аднайменна зараджаныя целы адштурхваюцца, а рознаіменна зараджаныя — прыцягваюцца.

? Кантрольныя пытанні

1. Што такое электрызацыя трэннем? Якая роля трэння пры такой электрызацыі?
2. Чаму зарады атрымалі назву дадатных і адмоўных?
3. Для чаго выкарыстоўваецца электраскоп? Як ён працуе?
4. Які знак зараду шарыка, падвешанага на шаўковай нітцы і размешчанага паблізу ад зараджанай палачкі (мал. 86, а, б)?



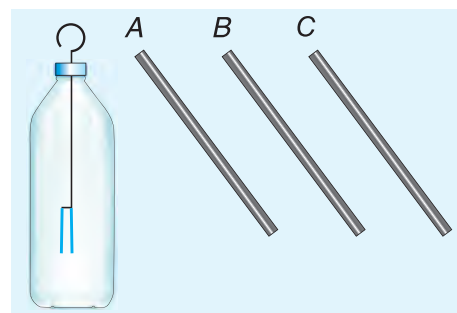
Мал. 86

→ Дамашняе заданне

1. Вырабіце электраскоп. Да канца меднага дроту прымацуйце ніткай сагнутую папалам палоску фольгі. Другім канцом дроту праткніце крышку бутэлькі. Устаўце канец дроту з палоскай фольгі ў бутэльку так, каб фольга не дакраналася да сценак і дна. Закруціце крышку. Праверце, ці працуе электраскоп. Апішыце вынікі.

2. На малюнку 87 паказаны электраскоп і тры палачкі А, В, С, адна з якіх зараджана дадатна, другая — адмоўна, трэцяя не мае зараду. Прапануйце спосабы вызначэння:

- а) якая палачка не зараджана;
- б) якія палачкі маюць зарад;
- в) ці аднолькавыя абсалютныя велічыні зарадаў палачак.

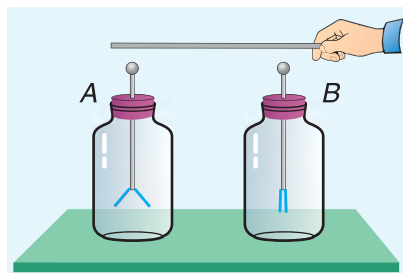


Мал. 87

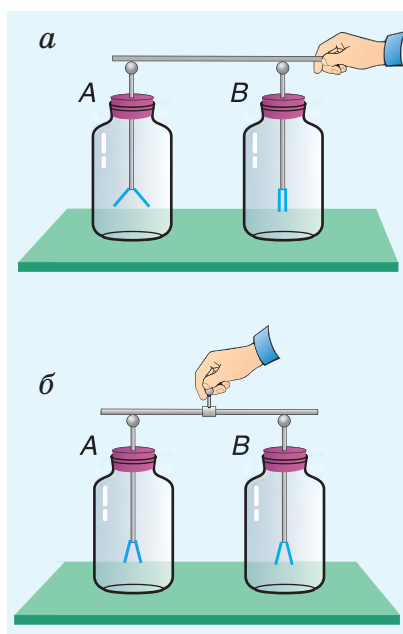


§ 13.

Праваднікі і дыэлектрыкі



Мал. 88



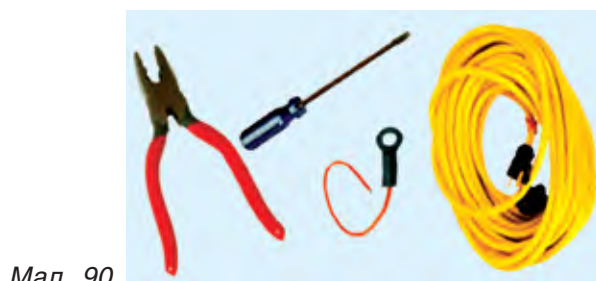
Мал. 89

Ці можна існуючы на наэлектрызаваным целе зарад перадаць іншаму целу? Ці прыродзе, напрыклад, зарад ад зараджанага электраскопа *A* да незараджанага электраскопа *B* (мал. 87), калі іх злучыць перамычкай?

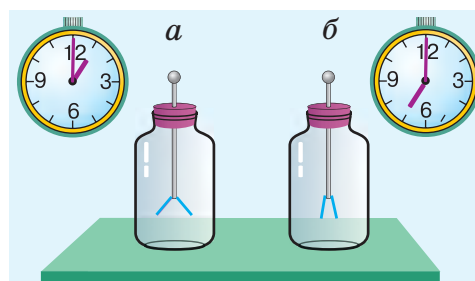
Праверым гэта на доследзе, выкарыстаўшы для злучэння зараджанага *A* і незараджанага *B* электраскопаў перамычкі з розных рэчываў. Дослед паказвае, што праз перамычку з такіх рэчываў, як шкло, гума, большасць пластымас, зарад з зараджанага электраскопа *A* на незараджаны *B* не пераходзіць (мал. 89, *a*). Гэтыя рэчывы з'яўляюцца **дыэлектрыкамі** (іх часта называюць **ізалятарамі**). Менавіта з такіх рэчываў выраблены абалонкі правадоў, разеткі, выключальнікі, ручкі адвёртак (мал. 90) і г. д. Дыэлектрыкам з'яўляецца і сухое паветра.

Калі ж злучыць электраскопы *A* і *B* перамычкай з металу, частка электрычнага зараду прыродзе да электраскопа *B* (мал. 89, *b*). Гэта значыць, што металы (і ў цвёрдым, і ў вадкім станах) — тыповыя прадстаўнікі **праваднікоў**. Да праваднікоў адносіцца таксама большасць вадкасцей: растворы кіслот, солей, уключаючы звычайную пітную ваду. Правадніком з'яўляецца і цела чалавека, якое складаецца больш чым на дзве трэці з вадкасці.

Вельмі важна разумець, што ідэальных дыэлектрыкаў няма. У любога дыэлектрыка можна выя-



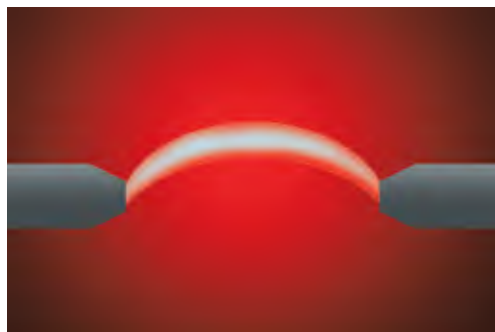
Мал. 90



Мал. 91



Мал. 92



Мал. 93

віць хоць мінімальную праводнасць. Так, калі пакінуць на некалькі гадзін зараджаны электраскоп (мал. 91, а), то яго зарад паменшыцца (мал. 91, б). Гэта гаворыць аб наяўнасці некаторай праводнасці ў паветра.

Усе вы неаднаразова назіралі маланку (мал. 92). Маланка, электрычная дуга пры зварцы металаў (мал. 93) сведчаць аб тым, што паветра пры пэўных умовах становіцца вельмі добрым правадніком.

Нават такія выдатныя дыэлектрыкі, як фарфор і шкло, могуць ператварацца ў праваднікі. Менавіта таму ў лініях электраперадач прымяняюцца цэлыя гірлянды ізалятараў (мал. 94).



Мал. 94

▼ Для дапытлівых

Існуе яшчэ адна група рэчываў — паўправаднікі. У гэтых рэчываў (напрыклад, германію Ge, крэмнію Si) здольнасць праводзіць зарад (праводнасць) у шмат разоў горшая, чым у праваднікоў (металаў). Вельмі важна, што праводнасць паўправаднікоў можна значна павялічваць рознымі ўздзеяннямі: награваннем, асвятленнем, радыяцыйным апраменьваннем. Гэта звязана з асаблівасцю будовы рэчываў гэтай групы. Менавіта паўправаднікі дазволілі стварыць вельмі складаныя прылады: сонечныя батарэі для спадарожнікаў, камп'ютар, калькулятар, мабільны тэлефон і многае іншае.

Трэба адзначыць, што вялікі ўклад у развіццё паўправаднікоў унёс сусветна вядомы лаўрэат Нобелеўскай прэміі па фізіцы, ураджэнец Рэспублікі Беларусь Жарэс Іванавіч Алфёраў.

З гэтай групай рэчываў вы пазнаёміцеся падрабязней пры вывучэнні фізікі ў 10-м класе.

Галоўныя вывады

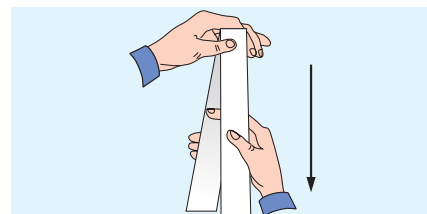
1. Электрычны зарад можа перамяшчацца ўнутры цела або ад аднаго цела да другога.
2. Рэчывы, у якіх магчыма накіраванае перамяшчэнне зараду, называюцца праваднікамі.
3. Рэчывы, у якіх накіраванае перамяшчэнне зараду адбываецца з цяжкасцю, называюцца дыэлектрыкамі (ізалятарамі).

Кантрольныя пытанні

1. У чым адрозненне праваднікоў ад дыэлектрыкаў?
2. Як можна вызначыць, ці з'яўляецца дадзенае рэчыва правадніком або дыэлектрыкам?
3. Якімі доследамі можна пацвердзіць дыэлектрычныя ўласцівасці паветра?
4. Калі дакрануцца пальцам да шарыка зараджанага электраскопа (электромметра), то зарад на прыборы знікне. Якія можна зрабіць з гэтага вывады?
5. Чаму ў вільготным памяшканні доследы па электрызацыі могуць «не атрымлівацца»?
6. Што такое ідэальны дыэлектрык? Ці існуе ён?

Дамашняе заданне

Вазьміце дзве вузкія сухія палоскі газетнай паперы і правядзіце па іх пальцамі сухіх рук (мал. 95). Растлумачце паводзіны палосак. Дзеянне якога прыбора ілюструе гэты дослед?

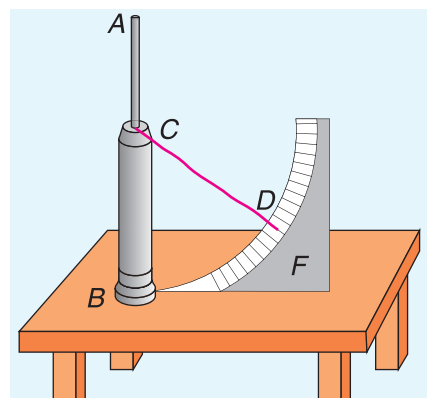


Мал. 95

Практыкаванне 10

1. Чаму падчас надзявання світара ён прыліпае да кашулі? Чаму праз некаторы час прыліпанне знікае?

2. На малюнку 96 паказана частка ўстаноўкі, прымененай рускім вучоным Г. В. Рыхманам для вывучэння электрычных з'яў. Пры перадачы металічнаму стрыжню AB зараду баваўняная нітка CD адхілялася і яе канец перамяшчаўся па шкале F . Што вымяраў гэты прыбор?



Мал. 96

3. Якім простым спосабам можна разрадіць электраскоп, г. зн. зняць з прыбора раней атрыманы ім зарад?

4. Два зараджаныя праводзячыя шары злучылі правадніком. Як размяркуецца паміж імі зарад, калі шары аднолькавага памеру і выраблены з аднаго і таго ж металу?

5. Як можна паменшыць электрычны зарад на праводзячым целе (металічным шарыку) роўна ўдвая? У чатыры разы?

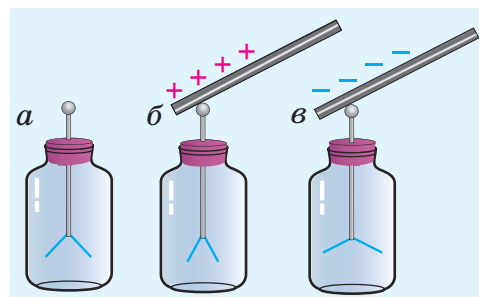
6. Амаль да канца XVIII ст. лічылі, што металічныя і вільготныя целы не электрызуюцца пры трэнні. На чым грунтавалася гэта няправільнае меркаванне?

7. Чаму на некаторых вытворчасцях (прадзільных, паліграфічных) штучна падтрымліваюць высокую вільготнасць паветра?

 8. Праводзячым шарыкам *A* і *B* надалі роўныя рознаіменныя зарады, а затым папярэдне разраджаным шарыкам — такія ж аднайменныя зарады. Ці будуць модулі сіл прыцяжэння шарыкаў у першым выпадку роўны модулям сіл адштурхвання шарыкаў у другім?

9. Ці можна наэлектрызаваць металічную ложку? Як?

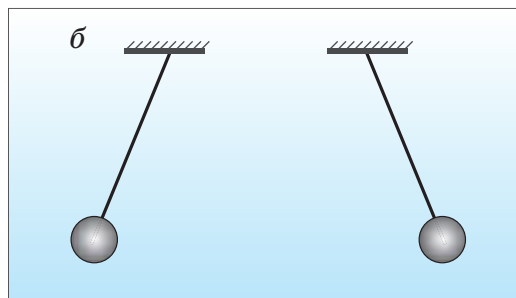
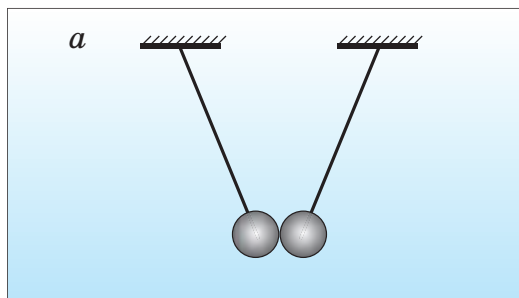
10. На малюнку паказаны зараджаны электраскоп (мал. 97, *а*) і яго стан пасля таго, як да яго шарыка дакрануліся: а) дадатна зараджанай палачкай (мал. 97, *б*); б) адмоўна зараджанай палачкай (мал. 97, *в*). Якога знака зарад быў на электраскопе спачатку?



Мал. 97

11. Два зараджаныя шарыкі, што вісяць на нітках, спачатку прыцягнуліся (мал. 98, *а*), а потым разышліся на некаторы вугал (мал. 98, *б*). Як можна растлумачыць гэту з'яву?

12. Пры руху аўтамабіля ў сухое надвор'е з-за трэння шын аб асфальт назапашваецца вялікі электрычны зарад. Якую ролю ў аўтамабілі, які перавозіць вогненебяспечныя вадкасці, адыгрывае прымацаваны металічны ланцуг, які цягнецца па асфальце?

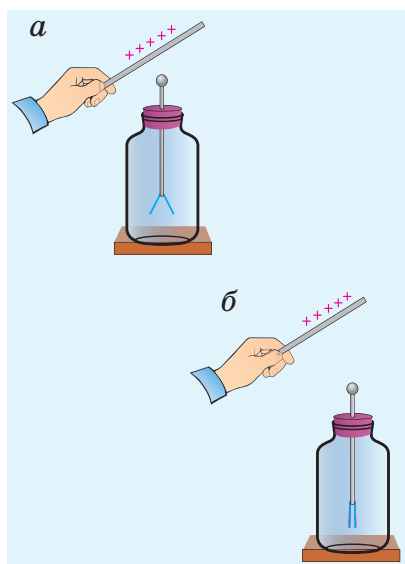


Мал. 98

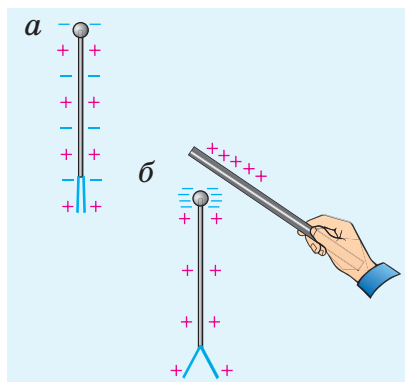


§ 14.

Електризація праз уплыў



Мал. 99



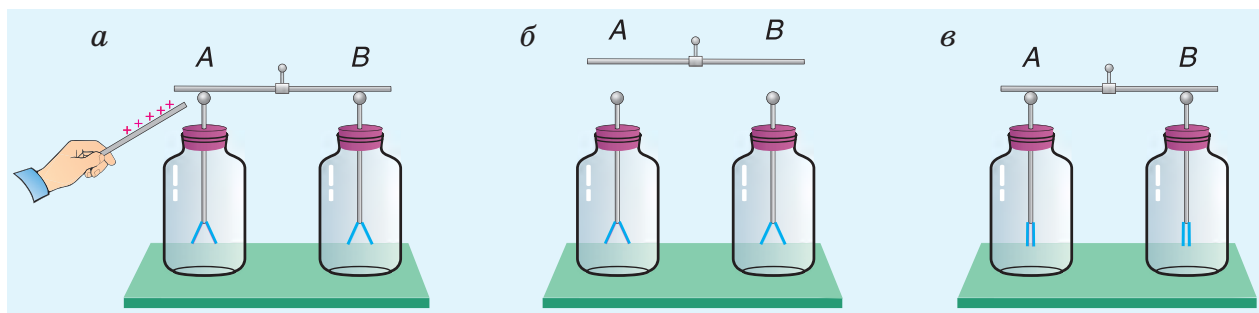
Мал. 100

Мы ўжо ведаем, што зараджанае цела прыцягвае да сябе другое зараджанае цела, калі іх зарады рознаіменныя. Але чаму да зараджанага цела прыцягваюцца незараджаныя целы (пух, кавалачкі паперы, струмень вады, падвешаная гільза) (гл. мал. 79–81)?

Для адказу на пастаўленае пытанне правядзём дослед. Паднясём да шарыка незараджанага электраскопа (электрометра), не дакранаючыся да яго, наэлектризованую палачку. Электраскоп фіксуе з'яўленне на лісточках зараду (мал. 99, а). Прыем палачку — лісточкі спадаюць (мал. 99, б). Значыць, зарад ад палачкі на лісточкі электраскопа праз паветра не перайшоў, а з'явіўся пад уплывам зараду палачкі.

Ведаючы, што зарад можа перамяшчацца ў цэле, мы можам растлумачыць тое, што адбылося. У любым незараджаным цэле заўсёды ёсць роўныя колькасці зарадаў процілеглых знакаў, раўнамерна размеркаваных па ўсім цэле (мал. 100, а). Зарад на паднесенай да электраскопа палачцы прыцягвае да сябе рознаіменны і адштурхвае аднаіменны зарад на стрыжні і лісточках электраскопа (мал. 100, б), што і тлумачыць з'яўленне зараду на лісточках.

Гэта можна пацвердзіць больш наглядным доследам. Паднясём наэлектризованую палачку да



Мал. 101

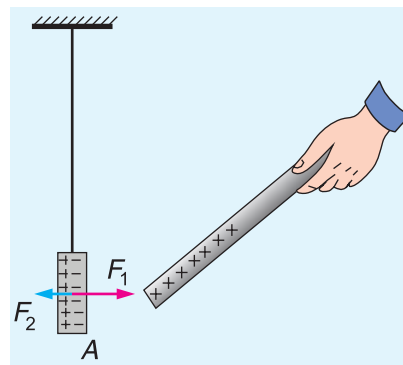
аднаго з двух незараджаных электраскопаў, злучаных праводзячай перапыткай. Абодва прыборы фіксуюць з'яўленне зараду (мал. 101, а). Не аддаляючы палачку, прыем спачатку перапытку, а потым палачку. Зарады застаюцца на абодвух прыборах (мал. 101, б). Гэтыя зарады роўныя па модулі і процілеглыя па знаку. У гэтым можна пераканацца, зноў злучыўшы прыборы перапыткай, — зарады нейтралізуюць адзін аднаго (мал. 101, в).

Пераразмеркаванне зараду ў цэле, якое выклікаецца ўздзеяннем другога зараджанага цела, называецца электрызацыяй праз уплыў.

Цяпер зразумела, чаму да зараджанага цела прыцягваюцца незараджаныя целы. У незараджаным цэле (гільзе з фольгі) (мал. 102) пад уздзеяннем зараджанага цела (палачкі) адбываецца пераразмеркаванне зарадаў. На процілеглых яго баках узнікаюць два роўныя рознаіменныя зарады. Гэта стварае і сілу прыцяжэння F_1 , і сілу адштурхвання F_2 . Паколькі зарад процілеглага знака размешчаны бліжэй да палачкі, то модуль сілы прыцяжэння F_1 большы за модуль сілы адштурхвання F_2 . У выніку незараджаная гільза прыцягваецца да зараджанай палачкі. Дакажыце самастойна, што такі ж вынік будзе, калі да гільзы паднесці не шкляную, а эбанітавую наэлектрызаную палачку.

Электрызацыя праз уплыў адбываецца надзвычай часта. Напрыклад, з прычыны электрызацыі праз уплыў з'яўляецца маланка (навальнічны разрад). Ніжняя частка воблака, зараджаная адмоўна (мал. 103), выклікае пераразмеркаванне зараду ў глебе, дрэвах, дамах і г. д. Пры вялікай велічыні зараду паміж воблакам і паверхняй Зямлі ўзнікае разрад (маланка).

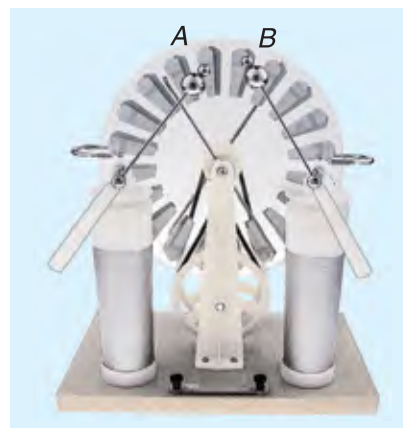
Электрызацыя праз уплыў адыгрывае важную ролю ў шматлікіх тэхнічных прыладах, з якімі вы пазнаёміцеся пры далейшым вывучэнні фізікі. У кабінетах фізікі часта прымяняюць вынайздзеную яшчэ ў XVIII ст. электрафорную машыну (мал. 104),



Мал. 102



Мал. 103



Мал. 104

у якой выкарыстоўваецца як электрызацыя трэннем, так і электрызацыя праз уплыў, што дазваляе ствараць на шарыках A і B прыбора значныя рознаіменныя электрычныя зарады.

■ Галоўныя вывады

1. Наэлектрызаванае цела можа выклікаць у другім цэле пераразмеркаванне зарадаў (электрызацыя праз уплыў).
2. Пры паднясенні зараджанага цела на бліжнім да яго баку незараджанага цела ўзнікае зарад процілеглага знака.
3. Зарады, якія з'яўляюцца пры электрызацыі праз уплыў у частках цела, абавязкова роўныя па модулі і процілеглыя па знаку.
4. Электрызацыяй праз уплыў тлумачыцца прыцяжэнне незараджаных цел да зараджаных незалежна ад знака зараду.

? Кантрольныя пытанні

1. У чым сутнасць электрызацыі праз уплыў? Чаму яна магчыма?
2. Як даказаць, што пры электрызацыі праз уплыў зарады частак цела процілеглыя па знаку?
3. У чым адрозненне электрызацыі трэннем і электрызацыі праз уплыў?
4. Як тлумачыцца прыцяжэнне незараджаных цел да зараджаных?

➔ Дамашняе заданне

Патрыце пласмасавую лінейку сухой паперай. Паднясіце лінейку да валасоў на галаве, не дакранаючыся да іх. Растлумачце вынік доследу.

Практыкаванне 11

1. Чым тлумачыцца пераразмеркаванне зарадаў у цэле пры электрызацыі праз уплыў?

2. Як можна з дапамогай шкляной палачкі наэлектрызаваць два праводзячыя целы: адно — дадатным, другое — адмоўным зарадам?

3. Лёгкая незараджаная гільза з фольгі, падвешаная на ізалячай нитцы, прыцягнулася да адмоўна зараджанай палачкі, дакранулася да яе і адразу адштурхнулася ад яе. Чаму? Як будзе праходзіць

дослед пры паднясенні да гільзы дадатна зараджанай палачкі?

4. Калі паднесці руку да зараджанай падвешанай гільзы, то гільза прыцягнецца да рукі. Растлумачце, што адбываецца.

5. Перададзім значны электрычны зарад пласцінцы з наклеенымі ніткамі або палоскамі тонкай паперы. Як растлумачыць узнікненне «вожыка» (мал. 105, а)? Паспрабуйце пальцам дакрануцца да такога «вожыка». Чаму «іголка вожыка» пачынаюць «лавіць» ваш палец (мал. 105, б)?

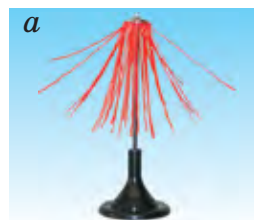
6. Адну металічную пласціну зарадзілі адмоўным зарадам і паднеслі да другой такой самай, але незараджанай пласціны (мал. 106). Якія змяненні адбудуцца з другой пласцінай? Чаму?

7. Адмоўна зараджаная пластымасавая лінейка прыцягвае падвешаную на нітцы папяровую гільзу. Ці азначае гэта, што гільза зараджана дадатна? Калі гільза адштурхваецца, то ці абавязкова яна зараджана адмоўна?

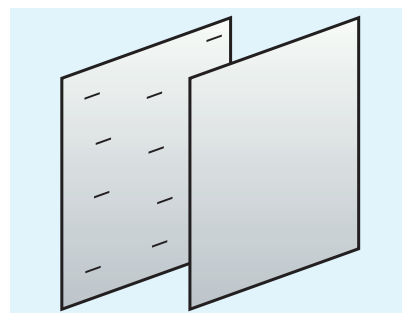
8. Дзве лёгкія папяровыя гільзы, з якіх адна зараджаная, а другая незараджаная, падвешаны на тонкіх шаўковых нітках. Прапануйце спосаб вызначэння, якая з гільз зараджаная.

9. На малюнку 107 паказаны лёгкі незараджаны шарык з фольгі, падвешаны на шаўковай нітцы. Растлумачце, чаму шарык пасля таго, як пачынаюць круціць ручку электрафорнай машыны, спачатку прыцягваецца да электрода машыны, а потым, дакрануўшыся да яго, адштурхваецца.

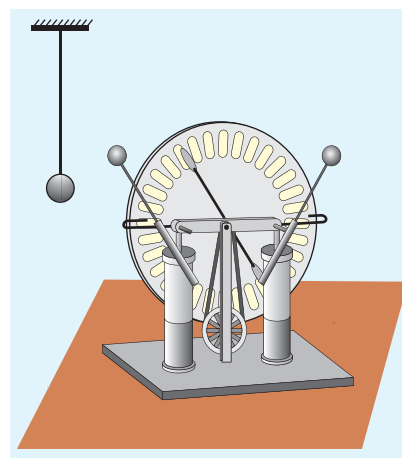
 10. Ці могуць два металічныя шарыкі, зараджаныя зарадам аднаго знака, прыцягвацца адзін да аднаго? Чаму?



Мал. 105



Мал. 106



Мал. 107