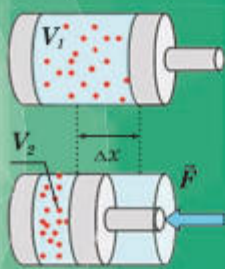
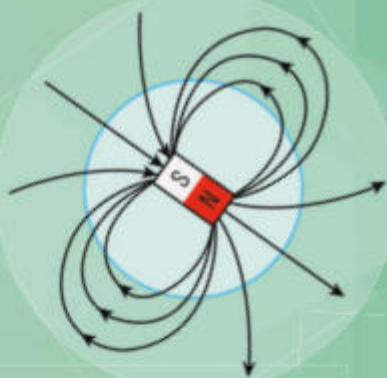


У. У. Дарафейчык, В. М. Белая

ЗБОРНИК

задач па фізіцы

10



У. У. Дарафейчык, В. М. Белая

ЗБОРНІК

задач па фізіцы

Вучэбны дапаможнік для **10** класа
ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі
з беларускай мовай навучання
(базавы і павышаны ўзроўні)

*Дапушчана
Міністэрствам адукацыі
Рэспублікі Беларусь*

Мінск



Нацыянальны інстытут адукацыі
2022

Правообладатель Национальный институт образования

УДК 53(075.3=161.3)

ББК 22.3я721

Д20

Р э ц е н з е н т ы:

кафедра агульнай фізікі ўстановы адукацыі «Гродзенскі дзяржаўны ўніверсітэт імя Янкі Купалы» (кандыдат фізіка-матэматычных навук *А. В. Лавыш*);

настаўнік фізікі кваліфікацыйнай катэгорыі «настаўнік-метадыст» дзяржаўнай установы адукацыі «Сярэдняя школа № 21 г. Бабруйска» *С. В. Крычко*

Дарафейчык, У. У.

Д20 Зборнік задач па фізіцы : вучэб. дапам. для 10-га кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання (базавы і павыш. узроўні) / У. У. Дарафейчык, В. М. Белая. — Мінск : Нацыянальны інстытут адукацыі, 2022. — 336 с.

ISBN 978-985-893-023-3.

Зборнік змяшчае задачы розных відаў і ўзроўняў складанасці, адказы і даведачныя матэрыялы. Заданні размешчаны ў парадку павелічэння складанасці. Адрасуецца вучням 10-га класа ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі, якія вывучаюць фізіку на базавым і павышаным узроўнях.

УДК 53(075.3=161.3)

ББК 22.3я721

ISBN 978-985-893-023-3

© Дарафейчык У. У., Белая В. М., 2022

© Афармленне. НМУ «Нацыянальны інстытут адукацыі», 2022

Ад аўтараў

Авалодаць ведамі школьнага курса фізікі — гэта значыць не толькі навучыцца разумець фізічныя з’явы і заканамернасці, але і ўмець прымяняць іх на практыцы. Любое выкарыстанне агульных палажэнняў фізікі для рашэння канкрэтнага, прыватнага пытання ёсць рашэнне фізічнай задачы. Уменне рашаць задачы робіць веды дзейснымі, якія практычна прымяняюцца.

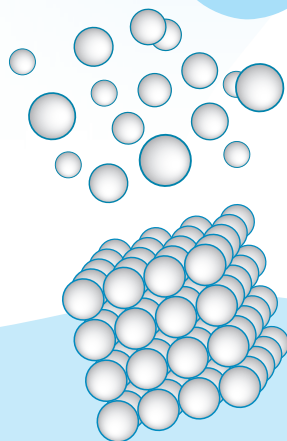
Дадзены зборнік задач адпавядае вучэбнай праграме базавага і павышанага ўзроўняў і прызначаны для вучняў 10-га класа. Зборнік уключае якасныя, графічныя і разліковыя задачы рознага ўзроўню складанасці па двух раздзелах: «Малекулярная фізіка» і «Электрадынаміка». Зорачкай (*) адзначаны задачы і формулы для павышанага ўзроўню. У пачатку кожнай тэмы прыводзяцца кароткія звесткі з тэорыі фізікі, неабходныя пры рашэнні задач па дадзенай тэме. У межах кожнай тэмы задачы размешчаны ў парадку ўзрастання складанасці. У канцы зборніка размешчаны адказы да задач. Пры рашэнні шматлікіх задач, дзе неабходна, варта выкарыстоўваць даведачныя даныя, прыведзеныя ў табліцах, размешчаных у дадатку ў канцы кнігі. У некаторых задачах патрабуецца выкарыстоўваць значэнні фізічных канстант, якія адрозніваюцца ад значэнняў, указаных у даведніку. У такіх выпадках значэнні фізічных канстант

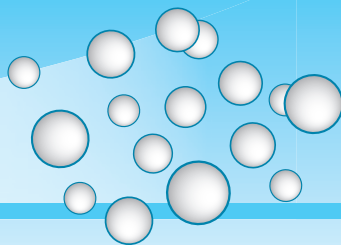
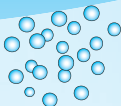
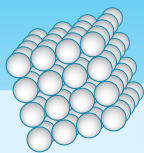
прыводзяцца ў тэкстах задач. Напрыклад, у табліцы фізічных канстант паказана значэнне ўніверсальнай газавай пастаяннай $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$, а ў задачы — $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$. Большасць задач

рэкамендуецца рашаць у Міжнароднай сістэме адзінак (СІ). Але калі ў канчатковай формуле фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у яе, аднастайныя, то пераводзіць іх у адзінкі СІ неабавязкова.

МАЛЕКУЛЯРНАЯ ФІЗІКА

- I. Асновы малекулярна-кінетычнай тэорыі
- II. Асновы тэрмадынамікі





I. АСНОВЫ МАЛЕКУЛЯРНА-КІНЕТЫЧНАЙ ТЭОРЫІ

1. Асноўныя палажэнні малекулярна-кінетычнай тэорыі (МКТ). Маса малекул. Колькасць рэчыва. Малярная маса

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Адносная малекулярная (атамная) маса	$M_r = \frac{m_0}{1 \text{ а. е. м.}}$	M_r — адносная малекулярная (атамная) маса; m_0 — маса малекулы (атама); $1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ — 1 атамная адзінка масы
Колькасць рэчыва	$v = \frac{N}{N_A}$	v — колькасць рэчыва; N — лік часціц рэчыва; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ — пастаянная Авагадра
Малярная маса	$M = \frac{m}{v}$ $M = m_0 N_A$ $M = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$	M — малярная маса; m — маса рэчыва; v — колькасць рэчыва; M_r — адносная малекулярная (атамная) маса; m_0 — маса малекулы (атама); N_A — пастаянная Авагадра
Лік часціц	$N = \frac{m}{m_0}$ $N = v N_A$	N — лік часціц рэчыва; m — маса рэчыва; m_0 — маса малекулы (атама);

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
	$N = \frac{m}{M} N_A$	v — колькасць рэчыва; N_A — пастаянная Авагадра; M — малярная маса
Канцэнтрацыя часціц	$n = \frac{N}{V}$	n — канцэнтрацыя часціц; N — лік часціц рэчыва; V — аб'ём, які займаюць часціцы

- Ці можна сцвярджаць, што аб'ём сернай кіслаты, якую налілі ў коўбу, роўны суме аб'ёмаў яе малекул?
- Фізічны дослед паказвае: калі наліць разам ваду і спірт і перамяшаць іх, то агульны аб'ём сумесі будзе меншы за суму аб'ёмаў вады і спірту да змешвання. Якое палажэнне МКТ даказвае гэты дослед?
- Пры аварыі танкераў нафта часам расцякаецца ў моры па паверхні вады. Якая мінімальна магчымая таўшчыня плеўкі нафты, што пакрывае паверхню вады?
- Даўжыня слупка ртуті ў запаянай трубцы тэрмометра павялічылася. Ці змянілася пры гэтым колькасць малекул ртуті? Ці павялічыўся аб'ём кожнай малекулы ртуті ў тэрмометры?
- Пах араматычнага рэчыва, якое ўнеслі ў памяшканне, распаўсюджваецца з цягам часу па ўсім яго аб'ёме. Якое палажэнне МКТ даказвае гэты факт?
- Пры рамонце дарогі асфальт разаграваюць. Пах гарачага асфальту адчуваецца здалёк, а халоднага — не. Якое палажэнне МКТ даказвае гэты факт?
- Калі ў шклянку з вадой кінуць некалькі крышталікаў перманганату калію (марганцоўкі), то аднароднай фіялетавай вада стане не адразу, а праз некаторы час. Якую фізічную з'яву і якое палажэнне МКТ пацвярджае гэты дослед?

8. Калі разглядаць у мікраскоп кроплю моцна разбаўленага вадой малака, то можна бачыць, што дробныя кроплі масла, якія плаваюць у вадкасці, бесперапынна і хаатычна рухаюцца. Патлумачце гэту з'яву.
9. Нягледзячы на гравітацыйнае прыцягненне да Зямлі, пыл утрымліваецца над яе паверхняй на працягу доўгага часу. На Месяцы гравітацыйнае прыцягненне значна слабейшае, тым не менш пыл, узняты над паверхняй Месяца, адносна хутка асядае. Патлумачце гэтыя факты.
10. Паміж малекуламі цвёрдых цел дзейнічаюць сілы прыцягнення. Чаму часткі талеркі, якая раскалолася, немагчыма злучыць, нават калі іх шчыльна прыціснуць адну да адной?
11. Шкляную пласцінку, якая павешана на гумавым шнур, апусцілі да судакранання з паверхняй вады. Чаму пры пад'ёме пласцінкі шнур дадаткова расцягваецца?
12. У пасудзіне з кранам стварылі вакуум. Ці можна, адкрыўшы кран, напоўніць паветрам толькі палову пасудзіны?
13. Вызначыце масу атама ўрану, адносна атамная маса якога $M_r = 238$ а. е. м.
14. Вызначыце масу атама магнію, малярная маса якога
$$M = 24 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$
15. Вызначыце масы малекул: а) аксіду кальцыю CaO ; б) хромавай кіслаты H_2CrO_4 ; в) глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
16. Вызначыце модуль імпульсу малекулы метану CH_4 , модуль скорасці руху якой $v = 650 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
17. У пасудзіне знаходзіцца вадзяная пара. Вызначыце кінетычную энергію малекулы вады H_2O , калі яе модуль скорасці руху $v = 600 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

18. Вызначыце кінетычную энергію малекулы азоту, калі яе модуль імпульсу $p = 2,8 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.
19. Вызначыце колькасць малекул вадароду, якія знаходзяцца ў балоне, калі маса вадароду $m = 0,080$ кг.
20. У пасудзіне аб'ёмам $V = 0,2 \text{ м}^3$ змяшчаецца $N = 2,7 \cdot 10^{24}$ малекул газу. Вызначыце малярную масу газу. Шчыльнасць газу $\rho = 0,09 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Пастаянная Авагадра $N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.
21. У пасудзіне аб'ёмам $V = 40$ л знаходзіцца фтор F_2 , колькасць малекул якога $N = 1,2 \cdot 10^{24}$. Вызначыце шчыльнасць газу.
22. На дзвярную ручку, плошча паверхні якой $S = 65 \text{ см}^2$, раўнамерна нанесены пласт хрому таўшчынёй $h = 2,0$ мкм. Вызначыце, колькі атамаў хрому змяшчаецца ў пакрыцці ручки.
23. Кісларод масай $m = 80$ г знаходзіцца ў балоне аб'ёмам $V = 50$ л. Вызначыце канцэнтрацыю малекул кіслароду, які знаходзіцца ў балоне.
24. Як, выкарыстоўваючы вагі з разнавагай, вызначыць колькасць рэчыва, якое змяшчаецца ў алюмініевым цыліндры?
25. Вызначыце масу вуглякіслага газу CO_2 , калі яго колькасць рэчыва $\nu = 0,50$ моль.
26. Вызначыце колькасць рэчыва, якое змяшчаецца ў вадзе аб'ёмам $V = 180$ мл.
27. У пасудзіне аб'ёмам $V = 250 \text{ дм}^3$ знаходзіцца аргон, колькасць рэчыва якога $\nu = 0,20$ моль. Вызначыце шчыльнасць гэтага газу ў пасудзіне.
28. Якая колькасць рэчыва змяшчаецца ў злітку серабра, модуль вагі якога ў стане спакою $P = 2,5$ Н?
29. У санаторыях для прафілактыкі захворванняў выкарыстоўваюць радон, які дадаюць у ваду. У колькі разоў

канцэнтрацыя малекул вады ў ванне большая за канцэнтрацыю атамаў радону, калі аб'ём вады ў ванне $V = 300 \text{ дм}^3$, а колькасць атамаў радону ў ёй $N = 5 \cdot 10^8$?

30. У бутэльцы знаходзіцца газіраваная вада, аб'ём якой $V_1 = 1,5 \text{ дм}^3$. Маса вуглякіслага газу CO_2 , які раствораны ў вадзе, $m_2 = 11 \text{ мг}$. Вызначыце, колькі малекул вады прыходзіцца на адну малекулу вуглякіслага газу.
31. Які зарад атрымаў бы медны шар аб'ёмам $V = 9,0 \text{ см}^3$, калі ўдалося б з кожнага нейтральнага атама медзі выдаліць па адным электроне?
32. Газааналізатар паветра пачынае падаваць сігнал, калі ў паветры аб'ёмам $V = 1 \text{ м}^3$ знаходзіцца $m = 5 \text{ мг}$ чаднага газу CO . Вызначыце канцэнтрацыю малекул чаднага газу пры ўключэнні сігналу газааналізатара.
33. У адной з дзвюх аднолькавых пасудзін знаходзіцца вадзяная пара, у другой — крыптон. Шчыльнасць вадзяной пары $\rho_{\text{в.п.}} = 20 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$. Шчыльнасць крыптону $\rho_{\text{к}} = 0,14 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. У колькі разоў адрозніваецца лік атамаў, якія складаюць гэтыя рэчывы?
34. Аднародны жалезны шарык, у якім змяшчаецца $N = 1,2 \cdot 10^{24}$ атамаў, пагружаны ў ваду. Вызначыце модуль сілы Архімеда, якая дзейнічае на шарык.
35. Са шклянкі за час $\tau = 5 \text{ г}$ выпарылася вада масай $m = 5,4 \text{ г}$. Колькі малекул у сярэднім вылятала з паверхні вады за прамежак часу $\Delta t = 1 \text{ с}$?
36. У возера, сярэдняя глыбіня якога $h = 10 \text{ м}$, а плошча $S = 1 \text{ км}^2$, кінулі крышталік кухоннай солі NaCl масай $m = 23 \text{ мг}$. Колькі іонаў хлору аказалася б у шклянцы вады аб'ёмам $V = 200 \text{ см}^3$, узятай з гэтага возера, калі лічыць, што соль, растварыўшыся, раўнамерна размер-

кавалася па ўсім возеры? Малярная маса кухоннай солі

$$M = 58 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

37. Кавалак кобальту масай $m_k = 118$ г і тытанавы стрыжань змяшчаюць аднолькавую колькасць рэчыва. Вызначыце абсалютнае падаўжэнне спружыны, да якой падвешаны тытанавы стрыжань, калі жорсткасць спружыны $k = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.
38. У пасудзіне знаходзіцца кісларод масай $m = 32$ г, пры гэтым $\eta = 25$ % малекул кіслароду распаліся на атамы. Колькі часціц кіслароду змяшчаецца ў пасудзіне?
39. У балоне змяшчаецца азот, колькасць рэчыва якога $\nu = 0,05$ моль. Пры гэтым $\eta = 7$ % малекул азоту дысацыявана на атамы. Колькі часціц азоту змяшчаецца ў балоне?
40. Газавыя сумесі выкарыстоўваюць для павышэння якасці зварнога шва металаў. Вызначыце сярэдняю малярную масу сумесі, у якой знаходзяцца аргон масай $m_1 = 250$ г і кісларод масай $m_2 = 50$ г.

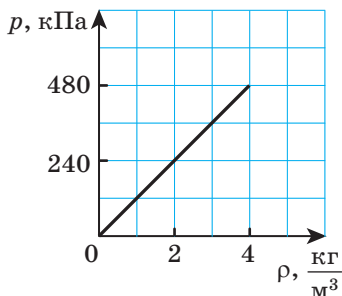
2. Асноўнае ўраўненне малекулярна-кінетычнай тэорыі ідэальнага газу

Закон або фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Асноўнае ўраўненне МКТ ідэальнага газу	$p = \frac{1}{3} n m_0 \langle v^2 \rangle$ або $p = \frac{2}{3} n \langle E_k \rangle$	p — ціск ідэальнага газу; n — канцэнтрацыя часціц газу; m_0 — маса часціцы; $\langle v^2 \rangle$ — сярэдняе значэнне квадрата скорасці цеплавога руху часціц газу; $\langle E_k \rangle$ — сярэдняя кінетычная энергія цеплавога руху часціц

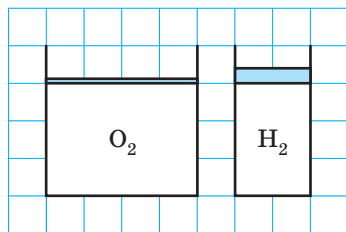
Закон або фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Сярэдняя квадратычная скорасць	$\langle v_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$	$\langle v_{\text{кв}} \rangle$ — сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху часціц газу; $\langle v^2 \rangle$ — сярэдняе значэнне квадрата скорасці цеплавога руху часціц газу

41. У пасудзіне знаходзіцца ідэальны газ, канцэнтрацыя малекул якога $n = 5,1 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. Вызначыце ціск газу, калі маса кожнай малекулы $m_0 = 6,6 \cdot 10^{-24} \text{ г}$, а сярэдняя квадратычная скорасць іх паступальнага руху $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 1,3 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.
42. Вызначыце канцэнтрацыю малекул вадароду, які знаходзіцца ў балоне, калі ціск газу $p = 2,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$, а сярэдняя квадратычная скорасць паступальнага руху яго малекул $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 1,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.
43. Ці зменіцца ціск ідэальнага газу ў пасудзіне, калі канцэнтрацыя яго малекул павялічыцца ў $\alpha = 1,5$ раза, а сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул паменшыцца ў $\beta = 1,5$ раза?
44. Вызначыце масу ідэальнага газу, які змяшчаецца ў пасудзіне ўмяшчальнасцю $V = 5 \text{ л}$, калі ціск газу $p = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$, а сярэдняя квадратычная скорасць паступальнага руху яго малекул $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
45. Вызначыце сярэднюю квадратычную скорасць цеплавога руху малекул ідэальнага газу, ціск якога $p = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$, а маса $m = 60 \text{ г}$. Аб'ём пасудзіны, у якой знаходзіцца газ, $V = 0,1 \text{ м}^3$.

46. Шчыльнасць ідэальнага газу, які знаходзіцца ў пасудзіне, $\rho = 1,5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Вызначыце ціск газу, калі сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху яго малекул $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
47. Вызначыце шчыльнасць ідэальнага газу, малекулы якога аказваюць на сценкі пасудзіны ціск $p = 1,6 \cdot 10^5$ Па. Сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
48. На малюнку 1 паказаны графік залежнасці ціску неону ад яго шчыльнасці. Вызначыце сярэднюю квадратычную скорасць цеплавога руху часціц неону.
49. У цыліндрычных пасудзінах (мал. 2) знаходзяцца кісларод O_2 і вадарод H_2 , колькасць рэчыва якіх аднолькавая. Вызначыце адносіны ціску вадароду да ціску кіслароду, калі адносіны сярэдніх квадратычных скорасцей цеплавога руху іх малекул $\frac{\langle v_{\text{кв}} \rangle_{\text{H}_2}}{\langle v_{\text{кв}} \rangle_{\text{O}_2}} = 4$.
50. У прабірцы аб'ёмам $V = 30 \text{ см}^3$ знаходзіцца вадарод, лік малекул якога $N = 4,5 \cdot 10^{21}$. Прабірка закрыта коркам, плошча папярочнага сячэння якога $S = 3,0 \text{ см}^2$. Ці вылеціць корак з прабіркі, калі газ нагрэць і сярэдняя



Мал. 1



Мал. 2

квадратичная скорасць цеплавога руху малекул стане $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 900 \frac{\text{М}}{\text{с}}$? Вядома, што корак вылятае, калі на яго дзейнічае сіла ціску газу, модуль якой $F \geq 42 \text{ Н}$.

51. Вызначыце лік малекул кіслароду, які знаходзіцца ў балоне аб'ёмам $V = 1,0 \text{ м}^3$, калі ціск газу $p = 77 \text{ кПа}$, а сярэдняя квадратичная скорасць цеплавога руху яго малекул $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 400 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.
52. Пры змяненні рэжыму работы лямпы ціск ідэальнага газу ў яе балоне ўзрос ад $p_1 = 90,0 \text{ кПа}$ да $p_2 = 96,1 \text{ кПа}$, а шчыльнасць газу засталася нязменнай — $\rho = 0,75 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Вызначыце, на колькі паменшылася сярэдняя квадратичная скорасць цеплавога руху малекул газу.
53. У пасудзіне аб'ёмам $V = 0,50 \text{ л}$ знаходзіцца кісларод, ціск якога $p = 5,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Маса кіслароду $m = 3,0 \text{ г}$. Вызначыце модуль змянення імпульсу малекулы кіслароду за час яе пругкага ўдару аб сценку пасудзіны. Імпульс малекулы накіраваны перпендыкулярна сценцы.
54. У пасудзіне аб'ёмам $V = 1,0 \text{ дм}^3$ змяшчаецца гелій, колькасць рэчыва якога $\nu = 1,0 \text{ моль}$. На колькі панізіцца ціск газу ў пасудзіне, калі з прычыны ўцечкі з пасудзіны выйдзе $\alpha = 30 \%$ атамаў? Сярэдняя квадратичная скорасць цеплавога руху атамаў гелію $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 1,4 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, і яна застаецца пастаяннай.
55. З балона ёмістасцю $V = 5 \text{ л}$ з-за няспраўнасці вентыля адбылася ўцечка вуглякіслага газу, у выніку чаго ціск панізіўся на $|\Delta p| = 2,9 \text{ кПа}$, а сярэдняя квадратичная скорасць цеплавога руху малекул у балоне засталася нязменнай — $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 480 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Колькі малекул вуглякіслага газу выляцела з балона?

56. Ідэальны газ, які знаходзіцца ў пасудзіне пад поршнем, нагрэлі і адначасова паменшылі яго аб'ём. У выніку гэтага ціск газу павялічыўся ў $\alpha = 2,7$ раза, а шчыльнасць — у $\beta = 1,2$ раза. У колькі разоў павялічылася сярэдняя квадратычная скорасць паступальнага руху малекул газу?
57. Сярэдняя квадратычная скорасць паступальнага руху малекул ідэальнага газу ў закрытым балоне павялічылася ў $\alpha = 1,3$ раза. Вызначыце, на колькі працэнтаў змяніўся ціск газу.
58. У дзвюх пасудзінах, злучаных трубкай з кранам, знаходзіцца вуглякіслы газ. Ціск газу ў першай пасудзіне p_1 , а лік малекул N_1 . Ціск газу ў другой пасудзіне p_2 , а лік малекул N_2 . Вызначыце ціск, які ўстанавіўся ў пасудзінах пасля адкрыцця крана. Сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул газу ў пасудзінах перад адкрыццём крана і пасля адкрыцця яго аднолькавая.
59. У дзвюх пасудзінах змяшчаўся аднолькавы лік малекул азоту. У адной з пасудзін сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул $\langle v_{\text{KB1}} \rangle = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, у другой — $\langle v_{\text{KB2}} \rangle = 900 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Вызначыце сярэдняю квадратычную скорасць цеплавога руху малекул, якая ўстанавілася пасля таго, як пасудзіны злучылі паміж сабой. Вядома, што ціск у абедзвюх пасудзінах быў аднолькавы і роўны ціску газу пасля іх злучэння.
60. У вертыкальна размешчаным цыліндры, закрытым зверху лёгкарухомым поршнем масай $m = 2,0$ кг і плошчай папярочнага сячэння $S = 2,0$ см², знаходзіцца ідэальны газ. Аб'ём газу $V_0 = 45$ см³. Які стане аб'ём газу, калі цыліндр перамяшчаць вертыкальна ўверх з паскарэннем, модуль якога $a = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, накіраваным уверх? Атмасферны

ціск $p_0 = 100$ кПа. Сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул газу застаецца пастаяннай.

61. Па трубе плошчай папярочнага сячэння $S = 8,00$ см² перапампоўваюць ідэальны газ са скорасцю, модуль якой $v_r = 8,50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Газ масай $m = 1,90$ кг праходзіць праз папярочнае сячэнне трубы за прамежак часу $\Delta t = 5,00$ мін. Вызначыце сярэднюю квадратычную скорасць цеплавога руху малекул, калі ціск газу ў трубе $p = 390$ кПа.
62. У пасудзіне аб'ёмам $V = 6$ л змяшчаецца $N = 3 \cdot 10^{22}$ малекул ідэальнага газу, ціск якога $p = 20$ кПа. Вызначыце сярэднюю кінетычную энергію паступальнага руху малекул газу.
63. У адной з дзвюх аднолькавых пасудзін знаходзіцца азот, у другой — столькі ж малекул вадзяной пары. Ці роўныя ціскі, якія ўтвараюцца гэтымі газамі, калі сярэднія кінетычныя энергіі цеплавога руху малекул у абедзвюх пасудзінах аднолькавыя?
64. У балоне аб'ёмам $V = 10$ л знаходзіцца ідэальны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,0$ моль, а ціск $p = 1,0$ МПа. Вызначыце сярэднюю кінетычную энергію паступальнага руху малекул газу.
65. У пасудзіне аб'ёмам $V = 2$ м³ знаходзіцца аргон, маса якога $m = 2$ кг, а ціск $p = 3,0 \cdot 10^5$ Па. Вызначыце сярэднюю кінетычную энергію паступальнага руху атамаў аргону.
66. У балоне аб'ёмам $V = 25$ л знаходзіцца кісларод, сумарная кінетычная энергія паступальнага руху ўсіх малекул якога $E_k = 6,0$ кДж. Вызначыце ціск кіслароду.
67. У пасудзіне знаходзіцца гелій, ціск якога $p = 1,0 \cdot 10^5$ Па, а колькасць рэчыва $\nu = 2,0$ моль. Вызначыце сумарную кінетычную энергію паступальнага руху атамаў гелію, калі яго шчыльнасць $\rho = 1,0 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

68. У колькі разоў змяніўся аб'ём ідэальнага газу, калі ціск узрос у $\alpha = 6$ разоў, а сярэдняя кінетычная энергія паступальнага руху малекул павялічылася на $\eta = 50\%$?
69. У колькі разоў зменіцца ціск ідэальнага газу, калі яго аб'ём паменшыцца ў $\alpha = 3,0$ раза, а сярэдняя кінетычная энергія паступальнага руху малекул павялічыцца на $\eta = 30\%$?
70. Для падаўжэння тэрміну захоўвання прадуктаў выкарыстоўваюць газавыя ўпакоўкі, у якіх прымяняюць сумесь газаў: азоту і вуглякіслага газу. Модуль сярэдняй квадратычнай скорасці руху малекул азоту $\langle v_{\text{кв}} \rangle_{\text{N}_2} = 0,5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Вызначыце модуль сярэдняй квадратычнай скорасці руху малекул вуглякіслага газу, калі сярэднія кінетычныя энергіі малекул газавай сумесі аднолькавыя.

3. Тэмпература — мера сярэдняй кінетычнай энергіі цеплавога руху часціц рэчыва

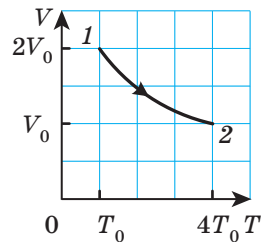
Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Абсалютная тэмпература	$T = t + 273 \text{ (К)}$	T — абсалютная тэмпература; t — тэмпература па шкале Цэльсія
Сярэдняя кінетычная энергія паступальнага руху часціц газу	$\langle E_{\text{к}} \rangle = \frac{3}{2} kT$	$\langle E_{\text{к}} \rangle$ — сярэдняя кінетычная энергія паступальнага руху часціц; T — абсалютная тэмпература; $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ — пастаянная Больцмана

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Ціск ідэальнага газу	$p = nkT$	p — ціск ідэальнага газу; n — канцэнтрацыя часціц; k — пастаянная Больцмана; T — абсалютная тэмпература

71. Максимальная температура паветра, зафіксаваная ў Мінску, складала $t = 35$ °С. Вызначыце сярэднюю кінетычную энергію цеплавога руху малекул паветра, якое знаходзіцца пры гэтай тэмпературы.
72. Вызначыце абсалютную тэмпературу атамаў ртуці, якая знаходзіцца ў энергазберагальных люмінесцэнтных лампах, калі іх сярэдняя кінетычная энергія цеплавога руху $\langle E_k \rangle = 6,25 \cdot 10^{-21}$ Дж.
73. Вызначыце тэмпературу, пры якой сярэдняя кінетычная энергія цеплавога руху малекул ідэальнага газу ў $\alpha = 1,2$ раза большая, чым пры тэмпературы $t_1 = 12$ °С.
74. На колькі працэнтаў павялічыцца сярэдняя кінетычная энергія цеплавога руху малекул ідэальнага газу пры павышэнні яго тэмпературы ад $T_1 = 280$ К да тэмпературы $T_2 = 308$ К?
75. У колькі разоў паменшыцца сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул пры памяншэнні абсалютнай тэмпературы ідэальнага газу ў $\alpha = 4$ разы?
76. У колькі разоў сярэдняя квадратычная скорасць руху малекул вадзяной пары ў летні дзень пры тэмпературы $t_1 = 30$ °С большая, чым у зімні дзень пры тэмпературы $t_2 = -30$ °С?
77. На колькі працэнтаў узрасце сярэдняя квадратычная скорасць паступальнага руху малекул ідэальнага газу, калі яго абсалютная тэмпература павялічыцца ў $\alpha = 1,69$ раза?

78. Пры награванні ідэальнага газу сярэдняя квадратычная скорасць паступальнага руху малекул павялічылася ў $\alpha = 1,1$ раза. На колькі працэнтаў павялічылася абсалютная тэмпература газу?
79. Сярэдняя квадратычная скорасць паступальнага руху атамаў ксенону, які запаўняе аўтамабільную лямпу асвятлення, $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 240 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Вызначыце лік малекул гэтага газу, калі яго маса $m = 1,6$ мг, а тэмпература $t = 27$ °С.
80. Вызначыце сярэднюю квадратычную скорасць паступальнага руху атамаў аргону пры тэмпературы $t = 0$ °С.
81. Нагрэтая гелій-кіслародная сумесь выкарыстоўваецца ў медыцыне для лячэння органаў дыхання. Вызначыце сярэднюю квадратычную скорасць цеплавога руху малекул гелію, калі сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул кіслароду $\langle v_{\text{кв}} \rangle_{\text{O}_2} = 0,49 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.
82. Пры тэмпературы $T = 300$ К шчыльнасць газу $\rho = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Вызначыце канцэнтрацыю малекул газу.
83. Ідэальны газ масай $m = 69$ г пры тэмпературы $T = 300$ К мае сярэднюю квадратычную скорасць руху малекул $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 420 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Колькі малекул змяшчаецца ў гэтым газе?
84. Пры якой абсалютнай тэмпературы сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху атамаў гелію стане роўнай модулю скорасці руху штучнага спадарожніка Зямлі, які лятае па кругавой арбіце на вышыні $h = \frac{R}{2}$ (R — радыус Зямлі) ад паверхні Зямлі? Малярная маса гелію роўная M .

85. У абодвух цеплаізаляваных аднолькавых балонах, якія злучаны трубкай з кранам, знаходзіцца гелій, масы якога аднолькавыя. У адным балоне сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху атамаў гелію $\langle v_{\text{кв1}} \rangle = 1,35 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, у другім — $\langle v_{\text{кв2}} \rangle = 1,80 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Вызначыце сярэднюю квадратычную скорасць цеплавога руху атамаў гелію пасля адкрыцця крана і ўстанаўлення ў балонах цеплай раўнавагі. Цеплаёмістасць балонаў не прымаць да ўвагі.
86. Вызначыце ціск азоту, які знаходзіцца ў балоне пры тэмпературы $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, калі канцэнтраванасць яго малекул $n = 2,0 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$.
87. У колькі разоў павысіўся ціск ідэальнага газу ў балоне, калі яго абсалютная тэмпература павялічылася ў $\alpha = 1,2$ раза?
88. Тэмпература ідэальнага газу ў пасудзіне павялічылася ад $t_1 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ да $t_2 = 81 \text{ }^\circ\text{C}$. На колькі працэнтаў павысіўся ціск газу?
89. На малюнку 3 паказаны графік залежнасці аб'ёму ідэальнага газу ад абсалютнай тэмпературы. У колькі разоў адрозніваецца ціск газу ў станах 1 і 2?
90. Ціск халоднага паветра пры тэмпературы $t_1 = -23 \text{ }^\circ\text{C}$ роўны ціску гэтага ж паветра, нагрэтага да тэмпературы $t_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$. У колькі разоў шчыльнасць халоднага паветра большая за шчыльнасць цёплага паветра?
91. Пры нармальних умовах (ціск $p_0 = 760 \text{ мм рт. сл.}$, тэмпература $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$) шчыльнасць паветра $\rho_0 = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Вызначыце шчыльнасць гэтага ж паветра пры тэмпературы $t = 74 \text{ }^\circ\text{C}$ і ціску $p = 600 \text{ мм рт. сл.}$



Мал. 3

92. У колькі разоў адрозніваецца ціск ідэальных газаў, якія знаходзяцца ў аднолькавых балонах, калі ў першым змяшчаецца $N_1 = 1,0 \cdot 10^{24}$ малекул пры тэмпературы $T_1 = 300$ К, а ў другім — $N_2 = 1,0 \cdot 10^{23}$ малекул пры тэмпературы $T_2 = 500$ К?
93. У балоне знаходзіцца двухатамны ідэальны газ. У колькі разоў павялічыцца ціск газу, калі палова яго малекул распадзецца на атамы, а тэмпература газу застаецца нязменнай?
94. У пасудзіне знаходзіцца вуглякіслы газ CO_2 , ціск якога $p_1 = 100$ кПа, а тэмпература $T_1 = 300$ К. Вызначыце, якім стане ціск газу ў пасудзіне, калі тэмпература газу ўзрастае да $T_2 = 3000$ К і палова малекул распадзецца на атамы. Змяненне аб'ёму пасудзіны не прымаць да ўвагі.
95. У пасудзіне знаходзіцца паветра, колькасць рэчыва якога $\nu = 1,0$ моль. Вызначыце аб'ём пасудзіны, калі адносіны ціску паветра да яго абсалютнай тэмпературы $\alpha = 345 \frac{\text{Па}}{\text{К}}$.
96. Пры награванні ідэальнага газу на $\Delta T = 3$ К пры пастаянным ціску яго аб'ём павялічыўся на $\alpha = 1$ %. Вызначыце пачатковую абсалютную тэмпературу газу.
97. Пасля таго як аб'ём, які займаў ідэальны газ, паменшылі на $\alpha = 10$ %, а тэмпературу павялічылі на $\Delta T = 24$ К, ціск газу ўзрос на $\beta = 20$ %. Вызначыце канчатковую тэмпературу газу.
98. Вызначыце масу вадароду, які змяшчаецца ў пасудзіне ёмістасцю $V = 20$ л пры ціску $p = 2,5 \cdot 10^5$ Па і тэмпературы $t = 27$ °С.
99. Балон ёмістасцю $V = 40$ л змяшчае $m = 6,0$ кг вуглякіслага газу. Балон вытрымлівае ціск, які не перавышае $p = 15$ МПа. Пры якой мінімальнай абсалютнай тэмпературы балон разарвецца?

100. Ідэальны газ аб'ёмам $V = 1$ л пры тэмпературы $t = 0$ °С і ціску $p = 100$ кПа мае масу $m = 89$ мг. Вызначыце малярную масу газу.
101. Умяшчальнасць пасудзіны, у якой створаны вакуум, $V = 14$ см³. У выніку мікратрэшчыны ў пасудзіну кожную секунду пранікае $N_1 = 1,0 \cdot 10^{17}$ малекул паветра. Праз які прамежак часу пасудзіна напоўніцца паветрам да ціску $p = 6,9 \cdot 10^4$ Па? Тэмпература паветра $T = 280$ К.
102. У балоне змяшчаецца $m_1 = 3$ кг ідэальнага газу пры тэмпературы $T_1 = 270$ К. Вызначыце масу газу, які трэба выпусціць з балона, каб пры тэмпературы $T_2 = 300$ К ціск газу ў балоне застаўся ранейшым.
103. У пасудзіне аб'ёмам $V = 69$ см³ змяшчаецца ідэальны газ пры тэмпературы $t = 27$ °С. Вызначыце, на колькі знізіцца ціск газу ў пасудзіне, калі з прычыны ўдечкі з пасудзіны выйдзе $N = 5,0 \cdot 10^{20}$ малекул. Тэмпература газу не змяняецца.
104. Балон змяшчае ідэальны газ пры тэмпературы $t_1 = 27$ °С і ціску $p_1 = 4,0 \cdot 10^6$ Па. Якім стане ціск газу, калі з балона выпусціць палову газу, а тэмпературу знізіць да $t_2 = 12$ °С?
105. Герметычна закрытая пасудзіна цалкам запоўнена вадой пры тэмпературы $t = 27$ °С. Якім стаў бы ціск унутры пасудзіны, калі б сілы ўзаемадзеяння паміж малекуламі вады раптам зніклі?
106. Па газаводзе цячэ прапан C_3H_8 пры ціску $p = 2$ МПа і тэмпературы $t = 17$ °С. За час $\tau = 1$ г транспартуецца $m = 32$ кг газу. Плошча папярочнага сячэння трубы газавода $S = 6$ см². Вызначыце модуль сярэдняй скорасці руху газу ў трубе.

107. Газ знаходзіцца ў вертыкальным цыліндры пад гладкім поршнем масай $m = 5,0$ кг. Вызначыце масу грузу, які трэба палажыць на поршань, каб ён застаўся ў ранейшым становішчы, калі абсалютную тэмпературу газу павялічаць у $\alpha = 2,0$ раза. Атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа. Плошча папярочнага сячэння поршня $S = 10$ см².
108. Пад поршнем у вертыкальным цыліндры, плошча асновы якога $S = 80$ см², знаходзіцца газ пры тэмпературы $T = 280$ К пад ціскам $p = 100$ кПа. На поршань палажылі гіру масай $m = 20$ кг, і поршань апусціўся. На колькі варта нагрэць газ у цыліндры, каб поршань вярнуўся ў першапачатковае становішча? Масу поршня і трэнне не прымаць да ўвагі.
109. Пасудзіна падзелена тонкай перагародкай на дзве часткі. У адной частцы пасудзіны знаходзіцца гелій, ціск якога $p_1 = 2,0 \cdot 10^5$ Па, а лік малекул $N_1 = 4,0 \cdot 10^{20}$. У другой частцы пасудзіны змяшчаецца аргон, ціск якога $p_2 = 5,0 \cdot 10^5$ Па, а лік малекул $N_2 = 5,0 \cdot 10^{20}$. Тэмпература газаў аднолькавая. Вызначыце, які ціск устанавіцца ў пасудзіне, калі прыбраць перагародку. Тэмпература застаецца ранейшай.
110. Для прыгатавання газавай сумесі гелію і аргону, якая выкарыстоўваецца для зваркі алюмінію, злучылі дзве пасудзіны кароткай трубкай з кранам. Пры закрытым кране ў першай пасудзіне знаходзіўся гелій, колькасць рэчыва якога $\nu_1 = 0,050$ моль, пад ціскам $p_1 = 2,0 \cdot 10^5$ Па, у другой пасудзіне знаходзіўся аргон, колькасць рэчыва якога $\nu_2 = 0,15$ моль, пад ціскам $p_2 = 4,0 \cdot 10^5$ Па. Тэмпература газаў аднолькавая. Вызначыце, які ціск устанавіцца ў пасудзінах, калі адкрыюць кран. Тэмпература газаў застаецца ранейшай.

4. Ураўненне стану ідэальнага газу

Ураўненне	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Ураўненне стану ідэальнага газу (ураўненне Клапейрона)	$\frac{pV}{T} = \text{const}$	p — ціск газу; V — аб'ём газу; T — тэмпература газу
Ураўненне стану ідэальнага газу (ураўненне Клапейрона — Мендзялеева)	$pV = \frac{m}{M}RT$	p — ціск газу; V — аб'ём газу; T — тэмпература газу; m — маса газу; M — малярная маса газу; $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ — універсальная газавая пастаянная

111. Вызначыце аб'ём кіслароду масай $m = 60$ г, які знаходзіцца ў балоне пры тэмпературы $t = 47$ °С і ціску $p = 277$ кПа.
112. Ацэтылен масай $m = 200$ г знаходзіцца ў балоне аб'ёмам $V = 40$ л пры тэмпературы $t = 27$ °С. Вызначыце ціск гэтага газу. Малярная маса ацэтылену $M = 26 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.
113. Ідэальны газ у колькасці $\nu = 8,1$ моль знаходзіцца ў пасудзіне пры тэмпературы $t = 27$ °С і ціску $p = 120$ кПа. Вызначыце аб'ём пасудзіны.
114. Вызначыце масу кіслароду, які знаходзіцца ў пасудзіне аб'ёмам $V = 1,0$ дм³ пры тэмпературы $t = 27$ °С і ціску $p = 195$ кПа.
115. Кісларод або гелій, якія знаходзяцца ў аднолькавых пасудзінах пры роўнай тэмпературы, утварае найбольшы ціск?

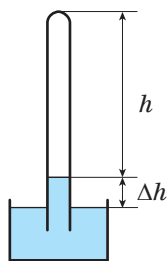
116. Ідэальны газ, маса якога $m_1 = 7,0$ г, знаходзіцца ў балоне пры тэмпературы $T_1 = 300$ К і ціску $p_1 = 50$ кПа. Вызначыце малярную масу гэтага газу, калі вядома, што вадарод масай $m_2 = 4,0$ г, які знаходзіцца пры тэмпературы $T_2 = 330$ К у такім жа балоне, утварае ціск $p_2 = 440$ кПа.
117. З балона, які запоўнены ідэальным газам, выпусцілі палову газу, а абсалютную тэмпературу газу, які застаўся ў балоне, паменшылі ў $\alpha = 2$ разы. У колькі разоў змяніўся ціск газу ў балоне?
118. У балоне знаходзіцца кісларод, ціск якога $p = 200$ кПа, а тэмпература $t = 15$ °С. Вызначыце шчыльнасць кіслароду.
119. Вызначыце шчыльнасць паветра, якое знаходзіцца ў пасудзіне пры ціску $p = 3,8 \cdot 10^4$ Па і тэмпературы $t = 47$ °С, калі пры нармальных умовах ($t_0 = 0$ °С, $p_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па) шчыльнасць такой жа масы паветра $\rho_0 = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
120. Шчыльнасць ідэальнага газу пры тэмпературы $t_1 = 10$ °С і ціску $p_1 = 2,0 \cdot 10^5$ Па складае $\rho_1 = 3,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Вызначыце масу гэтага газу, калі пры тэмпературы $t_2 = 280$ °С і ціску $p_2 = 3,2 \cdot 10^5$ Па ён займае аб'ём $V_2 = 25$ дм³.
121. У эластычнай гумавай абалонцы знаходзіцца паветра аб'ёмам $V_1 = 2,0$ л пры тэмпературы $t_1 = 20$ °С і ціску $p_1 = 1 \cdot 10^5$ Па. Вызначыце аб'ём паветра ў абалонцы, калі яна будзе апушчана ў ваду на глыбіню $h = 10$ м, дзе тэмпература вады $t_2 = 4$ °С. Атмасферны ціск $p_0 = 1 \cdot 10^5$ Па. Сілу пругкасці гумавай абалонкі не прымаць да ўвагі.
122. Абсалютная тэмпература паветра ў мячы, які ляжыць на сонечным святле, узрасла на $\alpha = 47,6$ %, а яго аб'ём павялічыўся на $\beta = 2,5$ %. На колькі працэнтаў пры гэтым павысіўся ціск паветра ў мячы?

123. У дизельным рухавіку ў пачатку такта сціскання тэмпература паветра $t_1 = 27^\circ\text{C}$, а ціск $p_1 = 100$ кПа. Да канца такта сціскання аб'ём паветра паменшыўся ў $\alpha = 15$ разоў, а ціск узрос да $p_2 = 4,0$ МПа. Вызначыце абсалютную тэмпературу паветра ў рухавіку ў канцы такта сціскання.
124. Кампрэсар захоплівае пры кожным пампаванні паветра аб'ёмам $V_0 = 2,8$ дм³ пры нармальным атмасферным ціску $p_0 = 1 \cdot 10^5$ Па і тэмпературы $T_0 = 280$ К і нагнятае яго ў рэзервуар аб'ёмам $V = 1$ м³. Тэмпература паветра ў рэзервуары падтрымліваецца пастаянна $T = 300$ К. Колькі пампаванняў павінен зрабіць кампрэсар, каб ціск у рэзервуары стаў $p_2 = 0,3$ МПа, калі спачатку рэзервуар быў пусты?
125. У цыліндрычнай пасудзіне, закрытай поршнем, знаходзіцца ідэальны газ пры тэмпературы $t_1 = 27^\circ\text{C}$ і ціску $p_1 = 1 \cdot 10^5$ Па. З дапамогай поршня аб'ём газу паменшылі ўдвая, а абсалютную тэмпературу газу павысілі ўдвая. Вызначыце канчатковы ціск газу ў пасудзіне.
126. У вертыкальным цыліндры, плошча асновы якога $S = 100$ см², знаходзіцца паветра пры тэмпературы $t_1 = 27^\circ\text{C}$. На вышыні $h = 60$ см ад асновы цыліндра знаходзіцца гладкі рухомы поршань масай $m_0 = 10$ кг. На колькі апусціцца поршань, калі на яго палажыць груз масай $m = 10$ кг, а паветра ў цыліндры ахаладзіць да $t_2 = 10^\circ\text{C}$? Атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа.
127. Вертыкальная цыліндрычная пасудзіна з геліем, закрытая зверху лёгкарухомым поршнем масай $m_1 = 12$ кг, знаходзіцца ў паветры, ціск якога $p_0 = 1 \cdot 10^5$ Па. Маса гелію $m_2 = 8$ г. Пры ахаладжэнні гелію на $|\Delta T| = 6$ К яго аб'ём паменшыўся на $|\Delta V| = 830$ см³. Вызначыце плошчу папярочнага сячэння поршня.
128. Унутры герметычна закрытага з абодвух канцоў гарызантальнага цыліндра знаходзіцца гладкі поршань, які

шчыльна прылягае да сценак цыліндра. З аднаго боку поршня змяшчаецца азот аб'ёмам $V_1 = 4,0$ л, а з другога — гелій аб'ёмам $V_2 = 8,0$ л. Тэмпература газаў аднолькавая. Вызначыце масу азоту, калі маса гелію $m_2 = 12$ г.

- 129.** Закрытая цыліндрычная пасудзіна з гладкімі сценамі, якая размешчана гарызантальна, падзелена тонкім рухомым цеплаправодным поршнем на дзве часткі, у якіх знаходзяцца ідэальныя газы роўнай масы: у адной частцы змяшчаецца гелій, у другой — азот. Вызначыце даўжыню часткі пасудзіны, якую займае гелій, калі даўжыня ўсёй пасудзіны $L = 32$ см.
- 130.** Закрытая з абодвух канцоў пасудзіна, якая размешчана гарызантальна, падзелена на дзве часткі лёгкарухомай цеплаізаляванай перагародкай. У адной частцы пасудзіны аб'ёмам V_1 змяшчаецца ідэальны газ, колькасць рэчыва якога ν_1 , пры абсалютнай тэмпературы T_1 . Якая колькасць рэчыва змяшчаецца ў другой частцы пасудзіны аб'ёмам V_2 пры абсалютнай тэмпературы T_2 ?

- 131.** Шкляная цыліндрычная трубка, запаяная з аднаго канца, апушчана вертыкальна адкрытым канцом у шырокую пасудзіну з ртуцю (мал. 4). Узровень ртуці ў трубцы размешчаны вышэй узроўню ртуці ў пасудзіне на $\Delta h = 10$ см. У трубцы над ртуцю знаходзіцца паветра, даўжыня слупка якога $h = 50$ см, пры тэмпературы $T_1 = 270$ К. Вызначыце атмасферны ціск, калі пры награванні паветра ў трубцы да тэмпературы $T_2 = 375$ К узроўні ртуці ў трубцы і пасудзіне зраўнаваліся.



Мал. 4

- 132.** Шкляная цыліндрычная трубка, запаяная з аднаго канца, апушчана вертыкальна адкрытым канцом у шырокую пасудзіну з ртуцю. Узровень ртуці ў трубцы знаходзіцца ніжэй узроўню ртуці ў пасудзіне на $\Delta h = 10$ см.

- У трубки над ртуцю змяшчаецца ідэальны газ пры тэмпературы $t_1 = 82^\circ\text{C}$. Даўжыня трубки, якая знаходзіцца ў паветры, $l = 1,0$ м. Да якой тэмпературы варта ахаладзіць газ у трубки, каб узроўні ртуці ў трубки і пасудзіне зраўнаваліся? Атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа.
- 133.** У запаянай з аднаго канца цыліндрычнай трубки, якая размешчана гарызантальна, знаходзіцца ідэальны газ, запэрты слупком ртуці. Абсалютная тэмпература газу ў трубки $T = 310$ К. Даўжыня слупка ртуці $l = 10$ см. Атмасферны ціск $p_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па. Трубку разганяюць з пастаянным паскарэннем, модуль якога $a = 9,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, у напрамку яе восі спачатку ў бок запаянага канца, а затым у процілеглы бок. У колькі разоў адрозніваецца аб'ём газу ў трубки пры яе паскарэннях, калі тэмпература газу зніжаецца на $|\Delta t| = 10^\circ\text{C}$ (у першым выпадку) і павышаецца на $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ (у другім выпадку)? Ртуць з трубки не выліваецца.
- 134.** Балон змяшчае сціснуты ідэальны газ пры тэмпературы $t_1 = 47^\circ\text{C}$ і ціску $p_1 = 200$ кПа. Вызначыце, якім стане ціск газу ў балоне, калі з яго выйдзе $\alpha = 68\%$ малекул газу, а тэмпература знізіцца да $t_2 = 17^\circ\text{C}$.
- 135.** Спачатку ў цыліндры пад поршнем знаходзіўся вадарод аб'ёмам $V = 10$ л пры тэмпературы $t_1 = 0^\circ\text{C}$ і ціску $p = 4$ МПа. Затым частку газу расходавалі, аб'ём вадароду, які застаўся, паменшылі ў $\alpha = 2$ разы, а тэмпературу павысілі да $t_2 = 17^\circ\text{C}$. Вызначыце масу вадароду, які расходавалі, калі канчатковы ціск газу ў цыліндры супаў с першапачатковым.
- 136.** У балоне знаходзіўся ідэальны газ масай $m_1 = 3,00$ кг пры тэмпературы $t_1 = 177^\circ\text{C}$. Пасля таго як з балона выпусцілі $|\Delta m| = 0,75$ кг газу і паменшылі абсалютную тэмпературу газу, які застаўся, ціск газу ў балоне па-

нізіўся на $\alpha = 40\%$. Вызначыце абсалютную тэмпературу газу ў канчатковым стане.

- 137.** У балоне знаходзіўся ідэальны газ масай $m_1 = 500$ г пры тэмпературы $t_1 = 47^\circ\text{C}$. Пасля таго як у балон дадалі яшчэ такі ж газ і павялічылі абсалютную тэмпературу газу ў балоне да $T_2 = 400$ К, ціск газу ў балоне павысіўся на $\alpha = 50\%$. Вызначыце масу газу, які дадалі ў балон.
- 138.** У балоне знаходзіўся ідэальны газ масай $m_1 = 14$ г пры тэмпературы $t_1 = 7^\circ\text{C}$. Пасля таго як у балон дадалі такога ж газу, ціск у балоне павысіўся да $p_2 = 320$ кПа, а тэмпература стала $t_2 = 47^\circ\text{C}$. Вызначыце пачатковы ціск ідэальнага газу, калі ў канчатковым стане маса газу ў балоне стала $m_2 = 56$ г.
- 139.** У балоне ўмяшчальнасцю $V = 50$ л пры тэмпературы $T_1 = 280$ К знаходзіўся кісларод масай $m_1 = 1,6$ кг. У балон дадалі $\Delta m = 400$ г кіслароду і павялічылі яго тэмпературу да $T_2 = 304$ К. Вызначыце, на колькі павялічыўся ціск газу ў балоне.
- 140.** У балоне знаходзіўся гелій пад ціскам $p_1 = 100$ кПа пры тэмпературы $t_1 = 27^\circ\text{C}$. Масу гелію ў балоне паменшылі ў два разы, а газ, які застаўся, нагрэлі. Вызначыце сярэднюю кінетычную энергію паступальнага руху атамаў гелію, які застаўся ў балоне, калі канчатковы ціск газу $p_2 = 90$ кПа.
- 141.** У пасудзіне знаходзіўся ідэальны газ, ціск якога $p_1 = 2,0$ МПа і тэмпература $t_1 = 27^\circ\text{C}$. Тэмпературу газу павялічылі на $\Delta t = 30^\circ\text{C}$, а масу газу ў пасудзіне паменшылі ў $\alpha = 2,0$ раза. Вызначыце ціск газу, які застаўся ў пасудзіне.
- 142.** Пасля таго як натапілі печ у пакоі, тэмпература паветра ў ім павысілася ад $t_1 = 15^\circ\text{C}$ да $t_2 = 27^\circ\text{C}$. На колькі працэнтаў паменшыўся лік малекул паветра ў гэтым пакоі, калі атмасферны ціск у ім не змяніўся?

143. У пакоі аб'ёмам $V = 60 \text{ м}^3$ тэмпература паветра летам дасягае $t_1 = 33 \text{ }^\circ\text{C}$, а зімой апускаецца да $t_2 = 13 \text{ }^\circ\text{C}$. На колькі адрозніваецца маса паветра, якое знаходзіцца ў пакоі, зімой і летам, калі атмасферны ціск адволькавы — $p_0 = 100 \text{ кПа}$? Малярная маса паветра $M = 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$.
144. У балоне знаходзіўся ідэальны газ. Калі частку газу выпусцілі, абсалютная тэмпература газу ў балоне паменшылася ў $\alpha = 1,2$ раза, а ціск — у $\beta = 1,5$ раза. На колькі працэнтаў змянілася маса газу ў балоне?
145. У пасудзіне аб'ёмам $V = 10 \text{ л}$ знаходзіўся гелій пад ціскам $p_1 = 3,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$ пры тэмпературы $t_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$. У пасудзіну яшчэ дадаткова запампавалі гелій, колькасць рэчыва якога $\Delta\nu = 2,5 \text{ моль}$, і нагрэлі газ у пасудзіне да тэмпературы $t_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце канчатковы ціск газу ў пасудзіне.
146. У балоне знаходзіўся кісларод, ціск якога $p_1 = 385 \text{ кПа}$, а тэмпература $T_1 = 280 \text{ К}$. З балона адпампавалі $|\Delta m| = 321 \text{ г}$ кіслароду і павысілі тэмпературу газу, які застаўся, да $T_2 = 309 \text{ К}$. Вызначыце першапачатковую масу кіслароду, калі ціск кіслароду ў балоне паменшыўся да $p_2 = 320 \text{ кПа}$.
147. У закрытай пасудзіне аб'ёмам $V = 345 \text{ см}^3$ утварылася маленькая трэшчына, праз якую ў пасудзіну пачало паступаць паветра з пастаяннай скорасцю $N_\tau = 5,0 \cdot 10^{19} \frac{\text{малекул}}{\text{сут}}$. Тэмпература газу ў пасудзіне падтрымліваецца пастаянна $T = 300 \text{ К}$. Да якога ціску запоўніцца пасудзіна праз час $\tau = 30 \text{ сут}$, калі спачатку паветра ў пасудзіне адсутнічала?
148. Аэрастат запоўнены геліем, тэмпература якога $t_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$, а шчыльнасць $\rho = 166 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$. На сонечным святле газ у аэра-

стаце нагрэўся да тэмпературы $t_2 = 33 \text{ }^\circ\text{C}$. Пры гэтым лішак газу выйшаў праз рэгулявальны клапан, у выніку чаго маса гелію ўнутры аэрастата паменшылася на $|\Delta m| = 130 \text{ г}$, а ціск застаўся ранейшым. Вызначыце аб'ём аэрастата, лічачы яго нязменным.

- 149.** Шар, маса абалонкі якога $m = 35,1 \text{ г}$, запоўнены геліем пад ціскам $p = 1,03 \cdot 10^5 \text{ Па}$ пры тэмпературы $t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$. Шар прымацаваны да паверхні зямлі лёгкай ніткай. Модуль сілы нацяжэння ніткі $F = 330 \text{ мН}$. Шчыльнасць атмасфернага паветра $\rho = 1,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Вызначыце аб'ём шара. Таўшчыню абалонкі не прымаць да ўвагі.
- 150.** Шар аб'ёмам $V = 0,11 \text{ м}^3$, які зроблены з тонкай паперы, напоўнены гарачым паветрам, якое мае тэмпературу $T_1 = 340 \text{ К}$. Тэмпература атмасфернага паветра $T_2 = 290 \text{ К}$. Ціск паветра ўнутры шара і атмасферны ціск аднолькавыя: $p_1 = p_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Вызначыце масу папяровай абалонкі шара, калі ён раўнамерна і павольна падымаецца ўверх. Малярная маса паветра $M = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.
- 151.** Вызначыце мінімальную масу гелію, які патрабуецца для напаўнення шара аб'ёмам V , каб шар змог падняць груз масай m пры нармальным атмасферным ціску p_0 паветра і абсалютнай тэмпературы T . Маса абалонкі шара роўная m_0 . Аб'ём грузу і таўшчыню сценак шара не прымаць да ўвагі. Малярная маса паветра M .
- 152.** Па трубе плошчай папярочнага сячэння $S = 5 \text{ см}^2$ перапампоўваюць аргон пры ціску $p = 0,83 \text{ МПа}$ і тэмпературы $T = 300 \text{ К}$. Вызначыце модуль скорасці руху газу ў трубе, калі за час $\tau = 2,5 \text{ мін}$ па трубе працякае $\nu = 100 \text{ моль}$ аргону.
- 153.** На электраплітцы магутнасцю $P = 1,0 \text{ кВт}$ кіпіць вада ў чайніку. Вызначыце модуль сярэдняй скорасці выхаду

пары з носіка чайніка, плошча папярочнага сячэння якога $S = 1,0 \text{ см}^2$. Ціск пары на выхадзе з чайніка роўны атмасфернаму ціску $p_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Палова колькасці цеплыні, якая выдзяляецца пліткай, перадаецца вадзе. Тэмпература кіпення вады $t_{\text{к}} = 100 \text{ }^\circ\text{С}$.

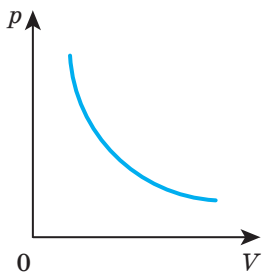
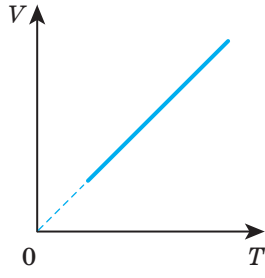
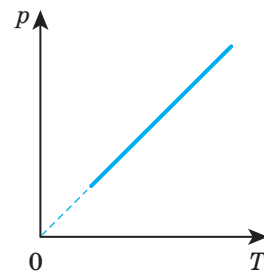
- 154.** Залежнасць ціску ідэальнага газу ад яго аб'ёму мае выгляд: $p = \alpha V$, дзе α — пастаянная велічыня. У колькі разоў павялічыцца аб'ём газу пры павышэнні яго тэмпературы ад $T_1 = 280 \text{ К}$ да $T_2 = 630 \text{ К}$?
- 155.** Залежнасць ціску ідэальнага газу ад яго аб'ёму мае выгляд: $p = \frac{\alpha}{V^2}$, дзе α — пастаянная велічыня. У колькі разоў павялічыцца абсалютная тэмпература ідэальнага газу, калі паменшыць яго аб'ём у $\alpha = 1,6$ раза?
- 156.** Два балоны злучаны паміж сабой тонкай трубкай з кранам. У адным балоне знаходзіцца газ масай $m_1 = 2,0 \text{ г}$ пад ціскам $p_1 = 0,40 \text{ МПа}$, у другім — такі ж газ масай $m_2 = 4,0 \text{ г}$ пад ціскам $p_2 = 0,20 \text{ МПа}$. Які ціск устаноўіцца ў балонах, калі адкрыць кран? Тэмпература газаў аднолькавая.
- 157.** На сталі ў гарызантальным становішчы ляжыць цыліндрычная пасудзіна даўжынёй $l = 1,0 \text{ м}$, запаяная з абодвух канцоў. Унутры пасудзіны знаходзіцца тонкая гладкая незамацаваная перагародка, якая дзеліць пасудзіну на дзве роўныя часткі, у кожнай з іх змяшчаецца паветра пры тэмпературы $t = 27 \text{ }^\circ\text{С}$. Паветра ў адной частцы пасудзіны награваяць на $\Delta t = 12 \text{ }^\circ\text{С}$, а ў другой — на столькі ж ахалоджваюць. Вызначыце зрушэнне перагародкі.
- 158.** Унутры закрытага з абодвух канцоў гарызантальна размешчанага цыліндра аб'ёмам $V = 12 \text{ дм}^3$ знаходзіцца тонкі рухомы гладкі поршань, які дзеліць аб'ём цыліндра на два роўныя адсекі. Плошча папярочнага сячэння роўная $S = 80 \text{ см}^2$. У адсеках змяшчаецца ад-

нолькавы ідэальны газ, абсалютныя тэмпературы якога адрозніваюцца ў $\alpha = 2,0$ раза. Вызначыце модуль перамяшчэння поршня пры выраўноўванні тэмператур.

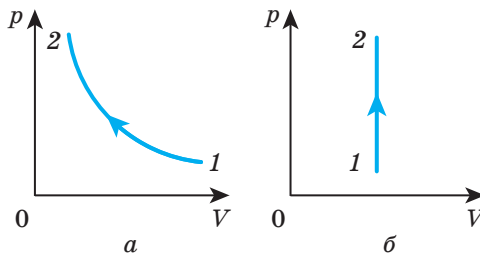
- 159.** Вертыкальна размешчаная цыліндрычная пасудзіна вышынёй $H = 50$ см падзелена рухомым гладкім поршнем на дзве часткі, у кожнай з якіх змяшчаецца аднолькавая колькасць ідэальнага газу. Пасудзіна закрыта з абодвух канцоў. Модуль вагі поршня $P = 100$ Н. Вызначыце колькасць рэчыва газу, які знаходзіцца ў кожнай частцы цыліндра, калі пры тэмпературы $T = 289$ К поршань знаходзіцца на вышыні $h = 20$ см ад дна пасудзіны. Таўшчыню поршня не прымаць да ўвагі.
- 160.** Вертыкальна размешчаны цыліндр, закрыты з абодвух канцоў, дзеліцца на дзве часткі гладкім рухомым поршнем. Лік малекул ідэальнага газу, які знаходзіцца пад поршнем, у $\alpha = 3$ разы большы за лік малекул ідэальнага газу, які знаходзіцца над поршнем. Малярныя масы газаў аднолькавыя. Пры тэмпературы $T_1 = 300$ К поршань дзеліць цыліндр напалову. У колькі разоў аб'ём газу, які знаходзіцца пад поршнем, будзе большы за аб'ём газу, які знаходзіцца над поршнем, пры тэмпературы $T_2 = 800$ К?

5. Ізапрацэсы

Ізапрацэс		
ізатэрмічны	ізабарны	ізахорны
$m = \text{const}, M = \text{const},$ $T = \text{const}$	$m = \text{const}, M = \text{const},$ $p = \text{const}$	$m = \text{const}, M = \text{const},$ $V = \text{const}$
$p = \frac{\text{const}}{V};$ $p_1 V_1 = p_2 V_2$	$V = \text{const} T;$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$p = \text{const} T;$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

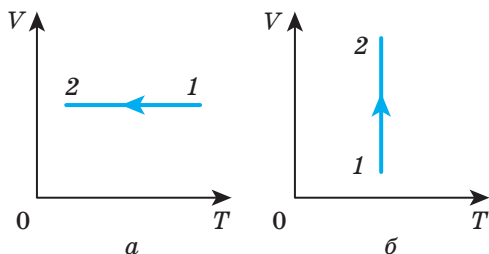
Ізапрацэс		
ізатэрмічны	ізабарны	ізахорны
ізатэрма	ізабара	ізахора
		

- 161.** На малюнку 5 паказаны графікі пераходу ідэальнага газу пэўнай масы са стану 1 у стан 2 для двух ізапрацэсаў. Ці змяняліся пры гэтых працэсах тэмпература, ціск і аб'ём газу? Адлюстрыце дадзеныя працэсы ў каардынатах (p, T) і (V, T) .



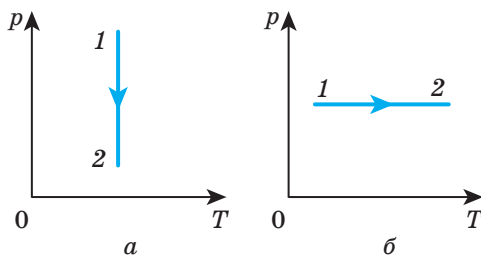
Мал. 5

- 162.** На малюнку 6 паказаны графікі пераходу ідэальнага газу, колькасць рэчыва якога пастаянная, са стану 1 у стан 2 для двух ізапрацэсаў. Ці змяняліся пры гэтых працэсах тэмпература, ціск і аб'ём газу? Адлюстрыце дадзеныя працэсы ў каардынатах (p, T) і (p, V) .



Мал. 6

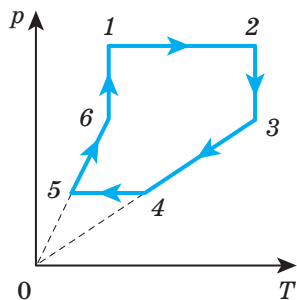
163. На малюнку 7 паказаны графікі пераходу ідэальнага газу, колькасць рэчыва якога пастаянная, са стану 1 у стан 2 для двух ізапрацэсаў. Патлумачце, як змяняўся аб'ём газу ў гэтых працэсах. Адлюстрыце дадзеныя працэсы ў каардынатах (p, V) і (V, T) .



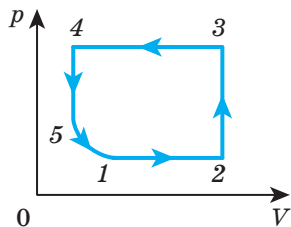
Мал. 7

164. На малюнку 8 паказана шэсць працэсаў змянення стану ідэальнага газу пэўнай масы, якія ўтвараюць замкнуты цыкл. Які з працэсаў адпавядае ізахорнаму ахаладжэнню; б) ізабарнаму сцісканню; в) іза-тэрмічнаму пашырэнню?

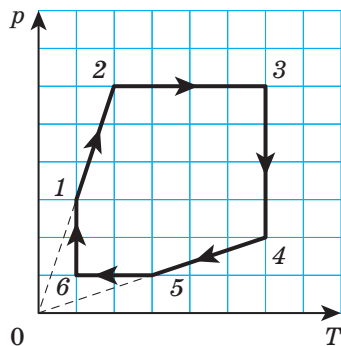
165. На малюнку 9 паказана пяць працэсаў змянення стану ідэальнага газу пэўнай масы, якія ўтвараюць замкнуты цыкл. Які з працэсаў адпавядае: а) ізахорнаму



Мал. 8



Мал. 9

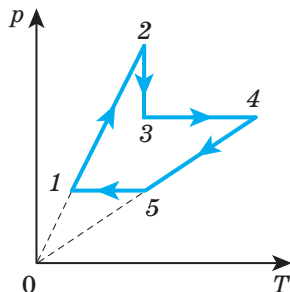


Мал. 10

награванню; б) ізатэрмічнаму пашырэнню; в) ізабарнаму ахаладжэнню?

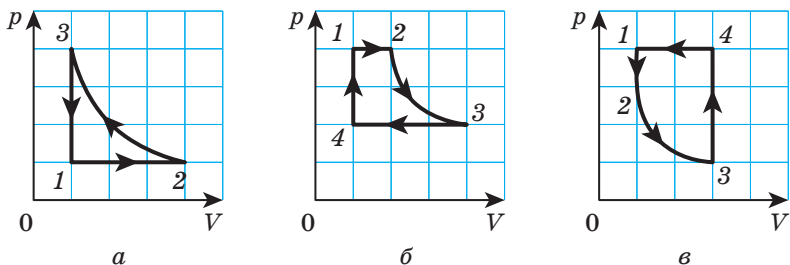
166. На малюнку 10 паказаны ціклічны працэс змянення стану ідэальнага газу пэўнай масы. Пакажыце, на якіх працэсах: а) сярэдняя кінетычная энергія цеплавога руху малекул газу павялічвалася; б) канцэнтрацыя газу памяншалася; в) шчыльнасць газу павялічвалася.

167. На малюнку 11 паказана пяць працэсаў змянення стану ідэальнага газу пэўнай масы, якія ўтвараюць замкнуты цыкл. Пакажыце, на якіх працэсах: а) шчыльнасць газу памяншалася; б) канцэнтрацыя газу не змянялася; в) сярэдняя квадратычная скорасць руху малекул газу памяншалася.



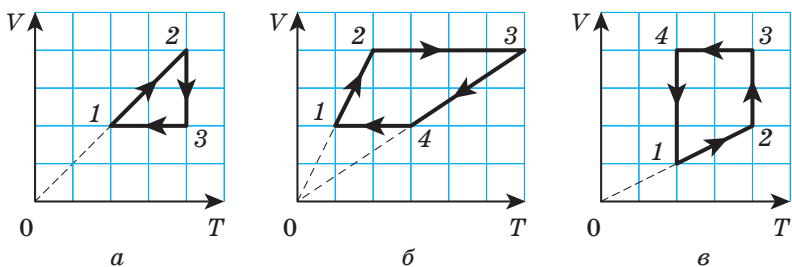
Мал. 11

168. На малюнку 12 паказаны графікі змянення стану ідэальнага газу ў каардынатах (p, V) , дзе ўчастак 2—3 — ізатэрма. Адлюстрыце гэтыя працэсы ў каардынатах (p, T) і (V, T) .



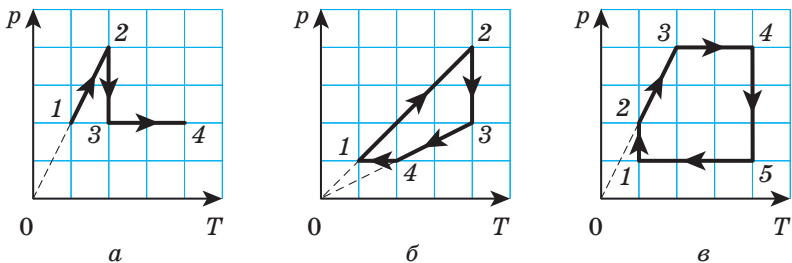
Мал. 12

169. На малюнку 13 паказаны графікі змянення стану ідэальнага газу ў каардынатах (V, T) . Адлюстрыце гэтыя працэсы ў каардынатах (p, V) і (p, T) .



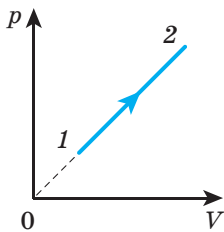
Мал. 13

170. На малюнку 14 паказаны графікі змянення стану ідэальнага газу ў каардынатах (p, T) . Адлюстрыце гэтыя працэсы ў каардынатах (p, V) і (V, T) .

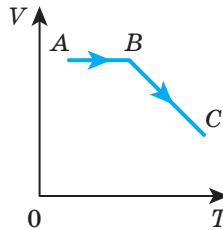


Мал. 14

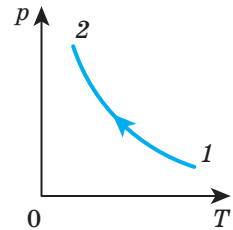
171. На малюнку 15 паказаны графік залежнасці ціску ідэальнага газу нязменнай масы ад яго аб'ёму. Патлумачце, як змянялася тэмпература газу пры пераходзе са стану 1 у стан 2.
172. На малюнку 16 паказаны графік залежнасці аб'ёму ідэальнага газу нязменнай масы ад абсалютнай тэмпературы. Патлумачце, ці змяняўся ціск газу пры пераходзе са стану A ў стан C.
173. На малюнку 17 паказаны графік залежнасці ціску ідэальнага газу нязменнай масы ад абсалютнай тэмпературы. Патлумачце, ці змяняўся аб'ём газу пры пераходзе са стану 1 у стан 2.



Мал. 15

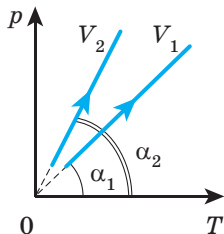


Мал. 16

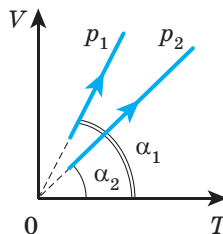


Мал. 17

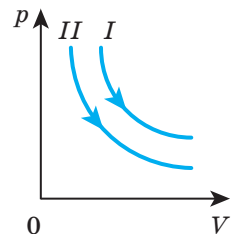
174. На малюнку 18 паказаны дзве ізахоры для аднолькавага ідэальнага газу роўнай масы. Вызначыце адносіны аб'ёмаў газаў, калі вуглы нахілу ізахор да восі тэмпературы α_1 і α_2 .



Мал. 18

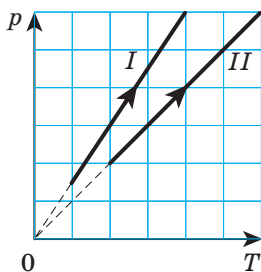


Мал. 19

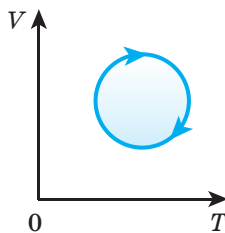


Мал. 20

175. На малюнку 19 паказаны дзве ізабары для аднолькавага ідэальнага газу роўнай масы. Вызначыце адносіны ціску газаў, калі вуглы нахілу ізабар да восі тэмпературы α_1 і α_2 .
176. На малюнку 20 паказаны дзве ізатэрмы для дзвюх порцый ідэальных газаў роўнай масы. Ці адрозніваюцца тэмпературы газаў, калі газы аднолькавыя? Ці адрозніваюцца малярныя масы газаў, калі тэмпературы газаў аднолькавыя?
177. Правялі два ізатэрмічныя працэсы: з геліем і неонам. Масы і тэмпературы газаў былі аднолькавыя. Пабудуйце графікі залежнасці ціску газаў ад аб'ёму.
178. На малюнку 21 паказаны графікі залежнасці ціску ідэальнага газу ад абсалютнай тэмпературы пры ізахорным нагрыванні двух газаў — кіслароду і азону. Шчыльнасці газаў аднолькавыя. Які графік адпавядае кіслароду?
179. На малюнку 22 паказаны замкнуты працэс, які правялі з ідэальным газам пастаяннай масы. Патлумачце, як змяняўся ціск газу.



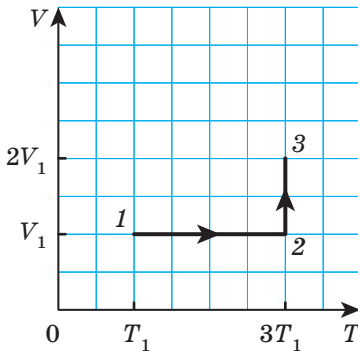
Мал. 21



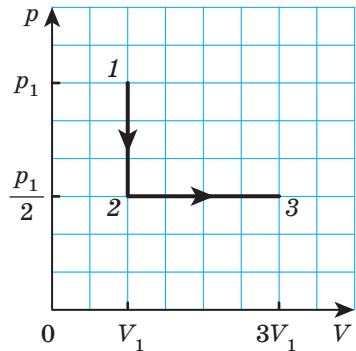
Мал. 22

180. У пасудзіне нязменнага аб'ёму двойчы правялі нагрыванне ідэальнага газу масай m і масай $2m$. Пабудуйце графікі залежнасці ціску газу ад абсалютнай тэмпературы.

- 181.** Пабудуйце графікі залежнасці шчыльнасці ідэальнага газу пастаяннай масы ад абсалютнай тэмпературы пры ізабарным і ізахорным працэсах.
- 182.** Ідэальны газ нязменнай масы пераводзяць са стану 1 у стан 3 (мал. 23). Вызначыце ціск газу ў станах 2 і 3, калі ў стане 1 ціск газу $p_1 = 20$ кПа.
- 183.** Ідэальны газ нязменнай масы пераводзяць са стану 1 у стан 3 (мал. 24). Вызначыце абсалютную тэмпературу газу ў станах 1 і 3, калі ў стане 2 абсалютная тэмпература $T_2 = 300$ К.

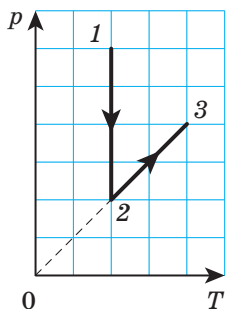


Мал. 23

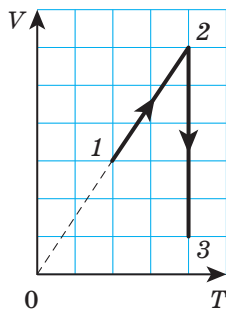


Мал. 24

- 184.** На малюнку 25 паказаны графік залежнасці ціску ідэальнага газу пэўнай масы ад абсалютнай тэмпературы. У стане 1 аб'ём газу $V_1 = 30$ см³. Вызначыце аб'ём газу ў станах 2 і 3.
- 185.** На малюнку 26 паказаны графік залежнасці аб'ёму ідэальнага газу пэўнай масы ад абсалютнай тэмпературы. У стане 1 ціск газу $p_1 = 60$ кПа. Вызначыце ціск газу ў станах 2 і 3.
- 186.** Пабудуйце графік залежнасці ціску ідэальнага газу пэўнай масы ад абсалютнай тэмпературы пры пастаянным аб'ёме. Пачатковая тэмпература газу $t_1 = -23$ °С.



Мал. 25



Мал. 26

А яго ціск у пачатковым і канчатковым станах $p_1 = 80$ кПа і $p_2 = 160$ кПа адпаведна.

- 187.** Пабудуйце графік залежнасці ціску вуглякіслага газу CO_2 ад абсалютнай тэмпературы пры ізахорным працэсе. Аб'ём газу $V = 27,7$ дм³. Пачатковая і канчатковая тэмпература газу $T_1 = 300$ К і $T_2 = 600$ К адпаведна. Маса газу $m = 44$ г.
- 188.** Графік працэсаў змянення стану ідэальнага газу пэўнай масы ў каардынатах (p, V) уяўляе сабой трохвугольнік ABC . Каардынаты вяршынь трохвугольніка: $A(120$ кПа; 12 л), $B(120$ кПа; 24 л), $C(60$ кПа; 12 л). Вызначыце адносіны максімальнай да мінімальнай абсалютнай тэмпературы, якой дасягаў газ у гэтых працэсах.
- 189.** Ідэальны газ пэўнай масы ізатэрмічна пашырыўся ад аб'ёму $V_1 = 60,0$ дм³ да аб'ёму $V_2 = 76,0$ дм³. Вызначыце канчатковы ціск газу, калі яго пачатковы ціск $p_1 = 133$ кПа.
- 190.** Аб'ём ідэальнага газу, які знаходзіцца ў эластычнай абалонцы, ізатэрмічна паменшылі ад $V_1 = 1,8$ л да $V_2 = 1,5$ л. У колькі разоў павялічыўся ціск газу?
- 191.** Ідэальны газ, які знаходзіцца ў цыліндры пад поршнем, ізатэрмічна сціснулі, паменшыўшы яго аб'ём ад

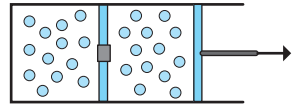
$V_1 = 0,16 \text{ м}^3$ да $V_2 = 0,10 \text{ м}^3$. Пры гэтым ціск газу павялічыўся на $\Delta p = 45 \text{ кПа}$. Вызначыце пачатковы ціск газу ў цыліндры.

- 192.** Аб'ём ідэальнага газу ізатэрмічна павялічыўся на $\Delta V = 14 \text{ см}^3$. Пры гэтым ціск газу знізіўся ад $p_1 = 150 \text{ кПа}$ да $p_2 = 125 \text{ кПа}$. Вызначыце пачатковы аб'ём газу.
- 193.** Пасудзіну аб'ёмам $V_1 = 10 \text{ л}$, напоўненую ідэальным газам пры ціску $p_1 = 169 \text{ кПа}$, злучаюць з пустой пасудзінай аб'ёмам $V_2 = 16 \text{ л}$. Вызначыце ціск газу, які ўстанавіўся ў пасудзінах, калі яго тэмпература не змянілася.
- 194.** Шар умяшчальнасцю $V = 190 \text{ см}^3$ напоўнены паветрам, ціск якога $p = 600 \text{ мм рт. сл.}$ Шар часткова апусцілі ў пасудзіну з вадой і ў ніжняй частцы шара пракалолі маленькую адтуліну. Вызначыце масу вады, якая ўвойдзе ў шар. Атмасферны ціск $p_0 = 760 \text{ мм рт. сл.}$ Тэмпература паветра застаецца пастаяннай. Узроўні вады ў шары і пасудзіне супадаюць.
- 195.** Бурбалка падымаецца з дна вадаёма. Якая глыбіня вадаёма, калі радыус бурбалкі каля паверхні вады ў $\alpha = 2,0$ раза большы, чым на дне? Атмасферны ціск $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Тэмпература паветра ў бурбалцы застаецца пастаяннай.
- 196.** Невялікая бурбалка павольна падымаецца ў вадаёме з глыбіні h_1 , дзе на яе дзейнічала сіла Архімеда, модуль якой $F_{A1} = 3,9 \text{ мН}$. На глыбіні $h_2 = 2,0 \text{ м}$ на бурбалку дзейнічае сіла Архімеда, модуль якой $F_{A2} = 5,2 \text{ мН}$. Атмасферны ціск $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Вызначыце глыбіню h_1 , калі змяненне тэмпературы паветра ў бурбалцы не прымаць да ўвагі.
- 197.** Хлопчык п'е ліманад са шклянёй бутэлькі, шчыльна прыціснуўшы яе рыльца да вуснаў. Ёмістасць бутэлькі $V = 0,50 \text{ л}$. Спачатку ў бутэльцы знаходзілася $V_1 = 0,23 \text{ л}$ ліманаду. Вызначыце аб'ём ліманаду, які

выпіў хлопчык, калі ціск паветра ў бутэльцы знізіўся на $|\Delta p| = 10$ кПа. Атмасферны ціск $p_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па. Тэмпература паветра ў бутэльцы не змяняецца.

- 198.** Газ, які знаходзіцца ў цыліндры пад лёгкім гладкім поршнем, спачатку займаў аб'ём $V_1 = 240$ см³ пры ціску $p_1 = 100$ кПа. Затым газ ізатэрмічна сціснулі, зрушыўшы поршань на $\Delta r = 20$ мм. Вызначыце модуль сілы, якую прыкладваюць, калі дзейнічаюць перпендыкулярна поршню, каб утрымліваць яго ў новым становішчы. Плошча поршня $S = 24$ см².
- 199.** У гарызантальнай цыліндрычнай трубцы радыусам $r = 1,0$ см, закрытай з аднаго канца коркам, а з другога — поршнем, знаходзіцца паветра пад ціскам $p_1 = 100$ кПа. Адлегласць паміж коркам і поршнем $l = 25$ см. Поршань пачалі павольна ўсоўваць у трубку. Калі яго перасунулі на адлегласць $\Delta l = 8,1$ см, корак вылецеў. Вызначыце модуль максімальнай сілы трэння спакою, якая дзейнічае на корак, калі атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа.
- 200.** У вертыкальнай цыліндрычнай пасудзіне пад гладкім поршнем знаходзіцца ідэальны газ. Каб паменшыць аб'ём газу ў $\alpha = 2$ разы, на поршань трэба палажыць груз масай $m_1 = 1$ кг. Груз якой масы трэба дадаткова палажыць на поршань, каб паменшыць аб'ём газу яшчэ ў $\beta = 3$ разы? Тэмпература газу падтрымліваецца пастаяннай.
- 201.** Гарызантальны цыліндр, закрыты з абодвух канцоў, падзелены гладкім рухомым поршнем масай m і плошчай папярочнага сячэння S на дзве роўныя часткі, у якіх знаходзіцца ідэальны газ, які ўтварае ціск p_0 . Вызначыце модуль паскарэння, з якім уздоўж сваёй восі павінен рухацца цыліндр, каб адносіны аб'ёмаў газу сталі $\alpha = 2$. Тэмпература газу не змяняецца.

202. Цыліндр падзелены на два роўныя адсекі замацаванай перагародкай з адтулінай, закрытай коркам (мал. 27). У абодвух адсеках змяшчаецца аднолькавы ідэальны газ



Мал. 27

- пад ціскам p . Корак вылятае, калі перапад ціскаў у адсеках роўны Δp . Поршань павольна выцягваюць з цыліндра і спыняюць яго рух, калі корак вылятае з адтуліны. Вызначыце канчатковы ціск газу, які ўстанавіўся ў цыліндры. Тэмпература газу пастаянная.
203. Закрытая гарызантальная цыліндрычная пасудзіна даўжынёй l падзелена на дзве роўныя часткі бязважкім тонкім гладкім поршнем. Пры застопараным поршні абедзве паловы пасудзіны запоўнены ідэальным газам, пры гэтым у адной з іх ціск газу ў α разоў большы, чым у другой. Стопар адпускаюць. І поршань змяшчаецца, займаючы становішча ўстойлівай раўнавагі. Вызначыце змяшчэнне поршня. Тэмпературу газу лічыць нязменнай.
204. У закрытай гарызантальнай цыліндрычнай пасудзіне замацаваны бязважкі гладкі поршань, які дзеліць пасудзіну на два адсекі. Ціск і аб'ём ідэальнага газу ў адсеках роўныя p_1 , V_1 і p_2 , V_2 адпаведна. Вызначыце ціск газу, які ўстанавіўся ў адсеках пасля вызвалення поршня. Тэмпературу газу лічыць пастаяннай.
205. Кампрэсар засмоктвае з атмасферы паветра і падае яго ў балон аб'ёмам $V = 120$ л са скорасцю $V_c = 4,0 \frac{\text{л}}{\text{с}}$. Вызначыце, праз які час ціск паветра ў балоне стане ў $\alpha = 9,0$ раза большы за атмасферны. Пачатковы ціск паветра ў балоне не прымаць да ўвагі. Тэмпература паветра пастаянная.
206. Камеру футбольнага мяча ўмяшчальнасцю $V = 4,0$ л напампоўваюць поршневай помпай да ціску $p = 150$ кПа.

Колькі хадоў патрэбна зрабіць поршню помпы, калі пры кожным ходзе яна засмоктвае $V_0 = 200 \text{ см}^3$ паветра? Атмасферны ціск $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Першапачаткова камера мяча была пустая. Змяненне тэмпературы паветра не прымаць да ўвагі

- 207.** Каб паменшыць ціск паветра ў пасудзіне аб'ёмам $V = 4,0 \text{ л}$, помпай было праведзена $n = 4$ пампаванні. Вызначыце канчатковы ціск паветра ў пасудзіне, калі пачатковы ціск у ёй $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Аб'ём цыліндра помпы $V_0 = 1,0 \text{ л}$. Тэмпература паветра лічыць пастаяннай.
- 208.** У вертыкальнай цыліндрычнай пасудзіне плошчай папярочнага сячэння S пад бязважкім гладкім поршнем знаходзяцца паветра і гумава шарык аб'ёмам V . У шарыку змяшчаецца паветра, ціск якога роўны p . На колькі зрушыцца поршань, калі шарык лопне? Атмасферны ціск роўны p_0 , пры гэтым $p_0 < p$. Тэмпература паветра ў пасудзіне не змяняецца.
- 209.** Для вызначэння аб'ёму цвёрдага рэчыва сыпкіх матэрыялаў выкарыстоўваюць закон Бойля — Марыёта. Для гэтага сыпкі матэрыял ссыпаюць у цыліндр, герметычна закрываюць яго і вымяраюць ціск паветра ўнутры цыліндра пры двух становішчах поршня. Атрымайце формулу для вызначэння аб'ёму цвёрдага рэчыва сыпкага матэрыялу, калі пры аб'ёме V_1 і V_2 змесціва цыліндра ціск паветра ў ім p_1 і p_2 ($p_2 > p_1$) адпаведна. Тэмпературу паветра лічыць пастаяннай.
- 210.** Шкляная вертыкальная трубка была напалову апушчана ў ртуць. Верхнюю адтуліну трубка закрываюць і вымаюць яе з ртуці. Пры гэтым частка ртуці выліваецца. Даўжыня слупка ртуці, якая засталася ў трубцы, $l_1 = 25 \text{ см}$. Атмасферны ціск $p_0 = 102 \text{ кПа}$. Вызначыце даўжыню трубка, калі тэмпература паветра ў ёй застаецца пастаяннай.

211. Трубка, запаяная з аднаго канца, размешчана вертыкальна адкрытым канцом уверх і часткова запоўнена ртутцю масай $m = 800$ г. Паміж запаяным канцом трубки і ртутцю знаходзіцца слупок паветра. Калі трубку павярнулі і размясцілі яе гарызантальна, аб'ём слупка паветра павялічыўся на $\eta = 1,6\%$. Вызначыце атмасферны ціск, калі плошча папярочнага сячэння трубки $S = 50$ см². Тэмпературу паветра лічыць пастаяннай.
212. Для вымярэння атмасфернага ціску геолагі выкарыстоўвалі тонкую трубку даўжынёй $l = 800$ мм. Яны апусцілі трубку вертыкальна ў ваду на глыбіню $h = 416$ мм і, закрывшы пальцам верхнюю адтуліну трубки, дасталі яе з вады. Пры гэтым у трубцы застаўся слуп вады, які запаўняе палову трубки. Зрабіўшы разлікі, геолагі вызначылі атмасферны ціск. Якое значэнне атмасфернага ціску яны атрымалі, калі лічыць тэмпературу паветра ў трубцы пастаяннай?
213. Для доследнага вызначэння атмасфернага ціску выкарыстоўвалі шклянную трубку даўжынёй $l = 58$ см, запаяную з аднаго канца. Адкрытым канцом трубки, якая размешчана вертыкальна, дакрануліся да паверхні вады і сталі павольна апускаць трубку ўніз. Калі верхні канец трубки зраўнаваўся з паверхняй вады, даўжыня слупка вады, якая ўвайшла ў трубку, аказалася $l_0 = 3,0$ см. Якое значэнне атмасфернага ціску было атрымана па выніках эксперымента? Модуль паскарэння свабоднага падзення $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
214. Вертыкальную трубку даўжынёй $l = 76$ см, запаяную з аднаго канца, павольна апускаюць адкрытым канцом у пасудзіну з ртутцю. На якой адлегласці ад паверхні ртутці ў пасудзіне павінен знаходзіцца запаяны канец трубки, каб узровень ртутці ў ёй быў ніжэй за ўзровень ртутці ў пасудзіне на $\Delta h = 7,6$ см? Атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа.

- 215.** Вертыкальную трубку, запаяную з аднаго канца, павольна апускалі адкрытым канцом у ртуць да таго часу, пакуль яе верхні канец не зраўнаваўся з узроўнем ртуці ў пасудзіне. Вызначыце даўжыню трубка, калі даўжыня слупка паветра ў трубки, якая апушчана ў ртуць, $l = 30$ см. Атмасферны ціск $p_0 = 102$ кПа.
- 216.** У запаянай з аднаго канца шкляной вертыкальна размешчанай трубки знаходзіцца слупок паветра, запёрты слупком ртуці вышыняй $h_1 = 20$ см, якая даходзіць да верхняга краю трубка. Трубку павольна пераварочваюць уверх дном, пры гэтым частка ртуці выліваецца, і ў трубки застаецца слупок ртуці вышыняй $h_2 = 3,5$ см. Вызначыце даўжыню трубка, калі атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа.
- 217.** Пасярэдзіне часткова адпампаванай і запаянай з абодвух канцоў гарызантальнай трубка даўжынёй $L = 100$ см знаходзіўся слупок ртуці даўжынёй $l = 20$ см. Калі трубку паставілі вертыкальна, слупок ртуці перамясціўся ўніз на $\Delta l = 10$ см. Вызначыце першапачатковы ціск паветра ў трубки, калі яго тэмпература была пастаянная.
- 218.** У вузкай шкляной трубки, запаянай з аднаго канца і размешчанай гарызантальна, знаходзіцца слупок паветра даўжынёй $l = 30$ см, запёрты слупком ртуці даўжынёй $l_0 = 20$ см. Атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа. Вызначыце, якая будзе даўжыня паветранага слупка, калі трубку паставіць вертыкальна: а) адтулінай уверх; б) адтулінай уніз (ртуць пры гэтым з трубка не выліваецца).
- 219.** У доўгай гарызантальнай трубки, адкрытай з аднаго канца, слупок паветра даўжынёй $l_0 = 16$ см запёрты слупком ртуці даўжынёй $h = 20$ см. Трубку прыводзяць у вярчэнне вакол вертыкальнай восі, якая праходзіць праз яе закрыты канец. Вызначыце вуглавую скорасць вярчэння, пры якой слупок ртуці зрушыцца на $\Delta l = 4$ см. Атмасферны ціск $p_0 = 102$ кПа.

220. Тонкую шклянку масай $m = 50$ г пераварочваюць уверх дном і павольна апускаюць у возера, не даючы выйсці паветру са шклянкі. Вышыня шклянкі $h = 10$ см. Плошча дна шклянкі $S = 20$ см². Вызначыце мінімальную глыбіню, на якую трэба апусціць шклянку ў ваду, каб яна патанула. Атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа. Глыбіню лічыць ад паверхні вады ў возеры да ўзроўню вады ў шклянцы. Тэмпература паветра ў шклянцы не змяняецца.
221. Ідэальны газ пэўнай масы ізабарна нагрываюць ад тэмпературы $t_1 = 7$ °С да тэмпературы $t_2 = 77$ °С. Вызначыце канчатковы аб'ём газу, калі яго пачатковы аб'ём $V_1 = 0,48$ м³.
222. Пры ізабарным нагрыванні ідэальнага газу пэўнай масы тэмпература газу павялічылася ад $t_1 = 27$ °С да $t_2 = 627$ °С. У колькі разоў павялічыўся аб'ём газу?
223. На колькі градусаў трэба нагрэць ідэальны газ нязменнай масы, каб пры ізабарным расшырэнні яго аб'ём павялічыўся на $\alpha = 30$ %? Пачатковая тэмпература газу $t_1 = 17$ °С.
224. Ідэальны газ, маса якога $m = 60,0$ г, займае аб'ём $V_1 = 12,0$ л пры абсалютнай тэмпературы $T_1 = 240$ К. Вызначыце, да якой абсалютнай тэмпературы варта нагрэць газ пры пастаянным ціску, каб яго шчыльнасць стала $\rho = 2,40 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
225. Эластычны шар, напоўнены паветрам, прынеслі з вуліцы, дзе тэмпература паветра $t_1 = -13$ °С, у пакой, у якім тэмпература паветра $t_2 = 26$ °С. На колькі працэнтаў павялічыцца аб'ём шара пры ізабарным нагрыванні ў ім паветра да пакаёвай тэмпературы?
226. У цыліндры, закрытым гладкім поршнем плошчай $S = 10$ см², знаходзілася паветра пры тэмпературы $t_1 = 27$ °С. Пасля ізабарнага нагрывання паветра на $\Delta T = 30$ К

поршань перамясціўся на $\Delta l = 50$ мм. Вызначыце канчатковы аб'ём гэтага паветра.

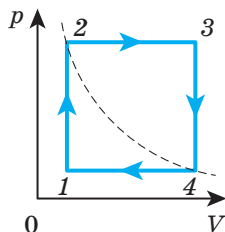
- 227.** Тэмпература паветра ў цыліндры, закрытым гладкім поршнем, $t_1 = 7$ °С. На колькі перамясціцца поршань пры ізабарным награванні паветра на $\Delta T = 20$ К, калі да награвання адлегласць ад дна цыліндра да поршня была $h = 14$ см?
- 228.** Ідэальны газ нагрэлі ад тэмпературы $t_1 = 31$ °С да тэмпературы $t_2 = 47$ °С. На колькі працэнтаў паменшылася канцэнтрацыя газу, калі ціск застаўся нязменным?
- 229.** Паветра ў шклянцы аб'ёмам $V_1 = 0,35$ дм³ нагрэлі да тэмпературы $t_1 = 77$ °С. Шклянку перавярнулі ўверх дном і ніжнім краем дакрануліся да паверхні халоднай вады, налітай у каструлю. Вада пачала падымацца ў шклянку. Калі тэмпература паветра ў шклянцы апусцілася да $t_2 = 17$ °С, шклянку апусцілі ніжэй на столькі, каб узровень вады ў шклянцы і каструлі супаў. Вызначыце масу вады, якая знаходзілася ў шклянцы пры тэмпературы t_2 .
- 230.** У працэсе ізахорнага ахалоджвання ідэальнага газу пастаяннай масы яго ціск паменшыўся ў $\alpha = 1,2$ раза. Вызначыце канчатковую тэмпературу газу, калі яго пачатковая тэмпература $t_1 = 27$ °С.
- 231.** Пры награванні ідэальнага газу на $\Delta T = 3$ К пры пастаянным аб'ёме яго ціск павялічыўся на $\alpha = 1$ %. Вызначыце пачатковую абсалютную тэмпературу газу, калі яго колькасць рэчыва заставалася нязменнай.
- 232.** Манометр, які падключаны да балона са сціснутым газам, тэмпература якога $t_1 = 22$ °С, паказвае ціск $p_1 = 5,9$ МПа. Вызначыце, які ціск будзе паказваць манометр, калі тэмпература газу ў балоне знізіцца да тэмпературы $T_2 = 275$ К.

- 233.** На колькі змяніўся ціск паветра ў шыне аўтамабіля пры павышэнні тэмпературы на $\Delta T = 30$ К, калі пры пачатковай тэмпературы $T_1 = 270$ К ціск паветра ў шыне быў $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па? Змяненне аб'ёму шыны не прымаць да ўвагі.
- 234.** У вертыкальным цыліндры пад гладкім цяжкім поршнем знаходзіцца паветра пры ціску $p_1 = 200$ кПа і тэмпературы $t_1 = 27$ °С. Паветра ў цыліндры нагрэлі да тэмпературы $t_2 = 50$ °С, і яно расшырылася, падняўшы поршань уверх. Вызначыце масу грузу, які трэба палажыць на поршань, каб поршань вярнуўся ў першапачатковае становішча. Плошча поршня $S = 30$ см².
- 235.** Ідэальны газ, абсалютная тэмпература якога $T_1 = 300$ К, ізатэрмічна расшырыўся да аб'ёму $V_2 = 2$ л. Потым ціск газу быў ізакорна паменшаны ў $\alpha = 2$ разы. Далей газ ізабарна расшырыўся да аб'ёму $V_4 = 4$ л. Вызначыце абсалютную тэмпературу газу ў канчатковым стане.
- 236.** Пачатковы стан ідэальнага газу вызначаецца аб'ёмам V_0 , абсалютнай тэмпературай T_0 і ціскам p_0 . Газ падверглі спачатку ізабарнаму расшырэнню да аб'ёму V_1 , пасля чаго нагрэлі пры пастаянным аб'ёме да ціску p_2 . Вызначыце тэмпературу газу ў канчатковым стане.
- 237.** Паветра, якое знаходзіцца ў цыліндры пад поршнем, спачатку ізатэрмічна сціснулі, павялічыўшы ціск у $\alpha = 2$ разы, а потым ізабарна нагрэлі. У выніку аб'ём паветра павялічыўся ў $\beta = 3$ разы ў параўнанні з пачатковым аб'ёмам газу. Вызначыце канчатковую абсалютную тэмпературу газу, калі яго пачатковая тэмпература $t_1 = 27$ °С.
- 238.** Ідэальны газ, які знаходзіцца пры тэмпературы $t_1 = 127$ °С і ціску $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Па, першапачаткова займаў аб'ём $V_1 = 3$ л. Спачатку газ ізатэрмічна сціснулі, потым ізакорна ахаладзілі да тэмпературы $t_3 = -73$ °С і пасля

гэтага ізатэрмічна расшырылі да аб'ёму $V_4 = 0,5$ л. Вызначыце канчатковы ціск газу.

239. Два бязважкія гладкія поршні, злучаныя ніткай, усунуты ў адкрытую з двух бакоў гарызантальна размешчаную трубку плошчай папярочнага сячэння $S = 10$ см². Ціск паветра паміж поршнямі і звонку аднолькавы: $p_1 = p_0 = 100$ кПа. Тэмпература паветра $t_1 = 27$ °С. Вызначыце мінімальную абсалютную тэмпературу, да якой трэба нагрэць паветра паміж поршнямі, каб нітка, якая злучае поршні, разарвалася. Нітка вытрымлівае сілу нацяжэння, модуль якой $F = 30$ Н.

240. На малюнку 28 паказаны замкнуты цыкл, які правялі з адным молам ідэальнага газу. Тэмпература газу ў станах 1 і 3 адпаведна роўная $T_1 = 100$ К і $T_3 = 900$ К. Вызначыце абсалютную тэмпературу газу ў другім стане, калі станы 2 і 4 ляжаць на адной ізатэрме.



Мал. 28

6. Будова і ўласцівасці цвёрдых цел і вадкасцей

241. У музеі «Імперыя крышталёў» сабраны толькі крышталічныя рэчывы, як сфарміраваныя прыродай, так і створаныя чалавекам. Якія з рэчываў — рубін, сапфір, бурштын, кварц, каніфоль, жэмчуг, алмаз — не знаходзяцца ў гэтым музеі?

242. Патлумачце, чаму кубік, які выразалі з монакрышталю, пры награванні можа змяніць не толькі аб'ём, але і форму.

243. Ці з'яўляецца сапраўдным сцвярджэнне: а) калі цела валодае анізатрапіяй, яно з'яўляецца крышталічным; б) калі цела валодае ізатрапіяй, яно з'яўляецца аморфным?

244. Чаму ў табліцах тэмпературы плаўлення і ўдзельнай цеплаты плаўлення не ўказваюць даныя для шкла?

245. Крышталічныя целы падзяляюць на чатыры асноўныя тыпы: атамныя, малекулярныя, іонныя, металічныя. Да якога тыпу крышталёў адносяцца нафталін $C_{10}H_8$, уран, кухонная соль, крэмній, нягашаная вапна CaO , вальфрам, лёд, бор?
246. З пластыліну і запалак зрабіце мадэль элементарнай ячэйкі: а) палонію; б) жалеза. Колькі атамаў гэтых металаў прыходзіцца на адну элементарную ячэйку?
247. Калі рэзервуар тэрмометра шчыльна абгарнуць кавалкам бінту і змачыць яго ацэтонам або спіртамі, праз некаторы час паказанні тэрмометра значна паменшацца. Патлумачце гэты дослед.
248. Чаму цяжка зняць з рукі мокрую пальчатку?
249. Чаму палатно палаткі моцна нацягваецца пасля дажджу?
250. Чаму мокрыя рукі дрэнна выціраюцца шарсцяной або шоўкавай тканінай?
251. Чаму перад фарбаваннем паверхні пакрываюць грунтоўкай?
252. Чаму перад паяннем паверхні, якія злучаюцца, падвяргаюць стараннай ачыстцы ад вокіслаў?
253. Якая форма кропель вады, з якіх складаецца туман?
254. Чаму ў касмічным караблі, які знаходзіцца ў бязважкасці, вада, якую выплеснулі са шклянкі, прымае форму шара?
255. З дзвюх кропельніц з аднолькавымі дыяметрамі адтулін выцякаюць кроплі роўнай масы вады і спірту пры аднолькавай пакаёвай тэмпературы. Патлумачце, ці аднолькавым будзе лік кропель, якія ўтварыліся, гэтых вадкасцей.
256. Па капілярах (вузкіх трубках) вадкасць можа падымацца вышэй або апускацца ніжэй узроўню такой жа

вадкасці, якая знаходзіцца ў пасудзіне. Капілярная шкляная трубка вертыкальна апушчана ў пасудзіну з гарачай вадой. Ці зменіцца ўзровень вады ў капіляры пасля яе ахалоджвання?

- 257.** Вадкія лекі часта вымяраюць кроплямі. Ці з'яўляецца гэта дастаткова дакладнай мерай?
- 258.** Чаму вільгаць даўжэй затрымліваецца ў глебе, калі яе верхні пласт разрыхліць?
- 259.** На сырым грунце сляды ад шагоў чалавека намакаюць. Чаму?
- 260.** Калі пакласці кавалак крэйды на мокрую губку, ён намокне, а калі сухую губку пакласці на мокрую крэйду, губка застанецца сухой. Чаму?

7. Выпарэнне і кандэнсацыя. Насычаная пара. Вільготнасць паветра

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Абсалютная вільготнасць	$\rho_{\text{п}} = \frac{p_{\text{п}} M}{RT}$	$\rho_{\text{п}}$ — абсалютная вільготнасць; $p_{\text{п}}$ — парцыяльны ціск; $M = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ — малярная маса вады; $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ — універсальная газавая пастаянная; T — тэмпература паветра
Адносная вільготнасць	$\varphi = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} \cdot 100\%$ <p style="text-align: center;">або</p> $\varphi = \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{н}}} \cdot 100\%$	φ — адносная вільготнасць; $\rho_{\text{п}}$ — абсалютная вільготнасць; $\rho_{\text{н}}$ — шчыльнасць насычанай пары; $p_{\text{п}}$ — парцыяльны ціск; $p_{\text{н}}$ — ціск насычанай пары

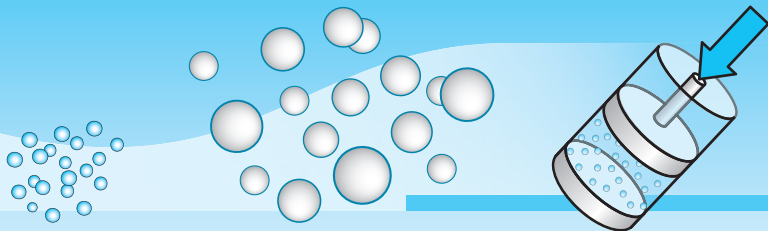
261. У цыліндры пад поршнем знаходзіцца толькі насычаная пара ацэтона. Патлумачце, ці будзе змяняцца ціск пары, калі яе ізатэрмічна: а) сціскаць; б) расшыраць.
262. У пасудзіне знаходзяцца ртуць у вадкім стане і яе насычаная пара. Патлумачце, ці будзе змяняцца ціск ртутнай пары, калі змесціва пасудзіны: а) нагрываць; б) ахалоджваць. Змяненне аб'ёму пасудзіны не прымаць да ўвагі.
263. Закрытая пасудзіна часткова напоўнена вадой. Ці зменіцца канцэнтрацыя малекул вадзяной пары ў пасудзіне пры нагрыванні вады?
264. Як паменшыць адносную вільготнасць паветра ў кнігасховішчы?
265. На вуліцы імжыць халодны дождж. Як зменіцца адносная вільготнасць паветра ў цёплым пакоі, калі адкрыць акно для праветрывання? Змяненне тэмпературы паветра ў пакоі не прымаць да ўвагі.
266. Ці з'яўлялася вадзяная пара насычанай, калі: а) пры тэмпературы $t = 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ціск вадзяной пары $p = 1,0\text{ кПа}$; б) пры тэмпературы $t = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ шчыльнасць вадзяной пары $\rho = 16,3\text{ }\frac{\text{г}}{\text{м}^3}$; в) пры тэмпературы $t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ у $1,0\text{ м}^3$ змяшчаецца 18 г вады?
267. Вызначыце масу насычанай вадзяной пары, якая знаходзіцца ў акварыуме аб'ёмам $V = 2,0\text{ м}^3$ пры тэмпературы $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
268. У цыліндры, закрытым рухомым поршнем, знаходзіцца $m = 100\text{ мг}$ вадзяной пары пры тэмпературы $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Пару пачынаюць павольна сціскаць пры пастаяннай тэмпературы, памяншаючы яе аб'ём ад $V_1 = 2,0\text{ дм}^3$ да $V_2 = 1,0\text{ дм}^3$. Пры дасягненні аб'ёму $V = 1,2\text{ дм}^3$ пара становіцца насычанай. Вызначыце ціск пары пры аб'ёме V_1 і V . Якая маса пары скандэнсуецца ў працэсе яе сціскання ад аб'ёму V_1 да аб'ёму V_2 ?

- 269.** У пасудзіне, умяшчальнасць якой можна змяняць, знаходзіцца вадзяная пара масай $m = 500$ г, нагрэтая да тэмпературы $t = 80$ °С. Першапачатковы аб'ём пары $V_0 = 2,0$ м³. Да якога аб'ёму неабходна ізатэрмічна сціснуць пару, каб яна пачала кандэнсавацца? Якім стане ціск пары, калі яе аб'ём пры пастаяннай тэмпературы паменшыць да $V = 1,0$ м³? Аб'ём пары, якая скандэнсавалася, не прымаць да ўвагі.
- 270.** Пры тэмпературы $t = 19$ °С парцыяльны ціск вадзяной пары, якая змяшчаецца ў паветры, $p = 1,1$ кПа. Вызначыце: а) адносную вільготнасць паветра; б) абсалютную вільготнасць паветра; в) кропку расы.
- 271.** Пры тэмпературы $t_1 = 16$ °С адносная вільготнасць паветра ў пакоі $\varphi_1 = 65$ %. Вызначыце парцыяльны ціск вадзяной пары і абсалютную вільготнасць паветра.
- 272.** У памяшканні аб'ёмам $V = 72$ м³ пры тэмпературы $t = 20$ °С адносная вільготнасць паветра $\varphi = 36$ %. Вызначыце лік малекул вадзяной пары, якая змяшчаецца ў памяшканні.
- 273.** У пакоі аб'ёмам $V = 100$ м³ пры тэмпературы $t = 22$ °С адносная вільготнасць паветра $\varphi_1 = 50$ %. Вызначыце абсалютную вільготнасць паветра. Якой стане адносная вільготнасць паветра, калі ў пакоі пры той жа тэмпературы дадаткова выпарыць ваду масай $\Delta m = 0,43$ кг?
- 274.** Да прыбірання ў пакоі аб'ёмам $V = 90$ м³ пры тэмпературы $t = 20$ °С адносная вільготнасць паветра была $\varphi_1 = 60$ %. Вызначыце масу вады, якая выпарылася пасля вільготнага прыбірання пакоя, калі адносная вільготнасць паветра пры ранейшай тэмпературы стала $\varphi_2 = 75$ %.
- 275.** У зале аб'ёмам $V = 600$ м³ пры тэмпературы $t_1 = 16$ °С адносная вільготнасць паветра $\varphi_1 = 60$ %. Пасля ўключэння ацяплення тэмпература паветра павысілася да

- $t_2 = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце масу вады, якую неабходна выпарыць, каб у зале захаваць адносную вільготнасць паветра ранейшай.
- 276.** У закрытай цяпліцы аб'ёмам $V = 33,2\text{ м}^3$ адносная вільготнасць у начны час пры тэмпературы $t_1 = 15\text{ }^\circ\text{C}$ была $\varphi_1 = 92\text{ \%}$. Вызначыце мінімальную масу вады, якую трэба дадаткова выпарыць у цяпліцы ўдзень, калі тэмпература павысіцца да $t_2 = 27\text{ }^\circ\text{C}$, каб адносная вільготнасць не ўпала ніжэй за $\varphi_2 = 75\text{ \%}$.
- 277.** Увечары пры тэмпературы $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$ адносная вільготнасць паветра складала $\varphi = 80\text{ \%}$. Ці выпадзе роса, калі ноччу тэмпература панізіцца да $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$? Вызначыце масу вады, якая выпадзе ў выглядзе росы з паветра аб'ёмам $V = 1,0\text{ м}^3$, калі тэмпература ноччу панізіцца да $t_2 = 18\text{ }^\circ\text{C}$.
- 278.** Пры тэмпературы $t_1 = 30\text{ }^\circ\text{C}$ адносная вільготнасць паветра ў фургоне была $\varphi_1 = 82\text{ \%}$. Вызначыце, якой стане абсалютная вільготнасць паветра ў фургоне, калі тэмпература панізіцца да $t_2 = 15\text{ }^\circ\text{C}$.
- 279.** У балоне аб'ёмам $V = 5,0\text{ л}$ знаходзілася паветра адноснай вільготнасцю $\varphi_1 = 50\text{ \%}$ пры тэмпературы $t_1 = 27\text{ }^\circ\text{C}$. У балон дадалі ваду, колькасць рэчыва якой $\nu = 0,11\text{ моль}$, а тэмпературу павысілі да $t_2 = 100\text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце адносную вільготнасць паветра, якая ўстанавілася ў балоне.
- 280.** У адным пакоі аб'ёмам $V_1 = 20\text{ м}^3$ адносная вільготнасць паветра $\varphi_1 = 40\text{ \%}$, у другім пакоі аб'ёмам $V_2 = 30\text{ м}^3$ адносная вільготнасць паветра $\varphi_2 = 50\text{ \%}$. Вызначыце, якая адносная вільготнасць паветра ўстанавіцца ў пакоях, калі адчыніць сумежныя дзверы. Тэмпература паветра ў пакоях аднолькавая.

- 281.** Кандыцыянер забірае з вуліцы паветра пры тэмпературы $t_1 = 10^\circ\text{C}$ і адноснай вільготнасці $\varphi_1 = 80\%$ і падае яго ў памяшканне аб'ёмам $V = 5,0 \cdot 10^4 \text{ м}^3$ пры тэмпературы $t_2 = 18^\circ\text{C}$ і адноснай вільготнасці $\varphi_2 = 60\%$. Вызначыце, якую масу вады дадаткова выпарвае кандыцыянер ў паветра, якое падаецца.
- 282.** Паветра ў пакоі аб'ёмам $V = 50 \text{ м}^3$ мае тэмпературу $t = 27^\circ\text{C}$ і адносную вільготнасць $\varphi_1 = 30\%$. Колькі часу павінен працаваць увільгатняльнік паветра, які распыляе ваду з прадукцыйнасцю $\alpha = 2,0 \frac{\text{кг}}{\text{г}}$, каб адносная вільготнасць у пакоі павысілася да $\varphi_2 = 70\%$?
- 283.** У лістападзе пасля месяца працяглых дажджоў з мокрым снегам пры тэмпературы $t_1 = 0^\circ\text{C}$ адносная вільготнасць паветра складала $\varphi_1 = 95\%$. У ліпені пасля месяца сухога надвор'я пры тэмпературы $t_2 = 30^\circ\text{C}$ адносная вільготнасць паветра складала $\varphi_2 = 40\%$. Вызначыце адносіны абсалютнай вільготнасці паветра ў ліпені да абсалютнай вільготнасці паветра ў лістападзе.
- 284.** У даліне ракі ноччу ўтварыўся туман. Колькі аднолькавых ваннаў умяшчальнасцю $V = 155 \text{ л}$ кожная можна было б напоўніць вадой, якая вылучылася пры гэтым з паветра на тэрыторыі плошчай $S = 1,0 \text{ км}^2$ пры вышыні пласта туману $h = 50 \text{ м}$? Тэмпература паветра ўвечары была $t_0 = 25^\circ\text{C}$ пры адноснай вільготнасці $\varphi_1 = 60\%$, а да раніцы панізілася да $t_2 = 12^\circ\text{C}$.
- 285.** У запаянай з аднаго канца гарызантальнай трубцы знаходзіцца паветра, якое адзелена ад атмасферы слупком ртуці даўжынёй $l_0 = 10 \text{ см}$. Адносная вільготнасць паветра ў трубцы $\varphi_1 = 50\%$. Вызначыце, якой стане вільготнасць паветра ў трубцы, калі трубку павольна павярнуць і паставіць вертыкальна адкрытым канцом уверх. Атмасферны ціск $p_0 = 101 \text{ кПа}$.

286. У пакоі адносная вільготнасць паветра $\varphi = 84\%$. Якую тэмпературу паказваюць сухі і вільготны тэрмометры псіхромэтра, калі рознасць іх паказанняў: а) $\Delta t = 1\text{ }^\circ\text{C}$; б) $\Delta t = 2\text{ }^\circ\text{C}$?
287. Пры тэмпературы паветра $t_1 = 9\text{ }^\circ\text{C}$ паказанні сухога і вільготнага тэрмомэтраў псіхромэтра былі аднолькавыя. Пасля таго як уключылі ацяпленне, тэмпература паветра ў памяшканні павысілася да $t_2 = 18\text{ }^\circ\text{C}$. Лічачы парцыяльны ціск вадзяной пары пастаянным, вызначыце: а) адносную вільготнасць паветра пры тэмпературы t_1 і t_2 ; б) паказанне вільготнага тэрмомэтра пры тэмпературы t_2 .
288. Вільготны тэрмометр псіхромэтра, які знаходзіцца ў пакоі, паказвае тэмпературу $t_{\text{в}} = 10\text{ }^\circ\text{C}$, а сухі — тэмпературу $t_{\text{с}} = 14\text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце адносную вільготнасць і парцыяльны ціск вадзяной пары.
289. У цыліндры пад рухомым поршнем знаходзіцца вільготнае паветра пры тэмпературы $t_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ і ціску $p_0 = 13\text{ кПа}$. Адносная вільготнасць паветра $\varphi_0 = 70\%$. Якім стане ціск паветра ў цыліндры, калі яго аб'ём пры той жа тэмпературы паменшыць у $n = 10$ разоў?
290. У пасудзіне пры тэмпературы $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$ знаходзілася вільготнае паветра пад ціскам $p_0 = 100\text{ кПа}$. Пасля памяншэння аб'ёму паветра ў $\alpha = 4,0$ раза пры пастаянай тэмпературы ціск павялічыўся ў $\beta = 3,8$ раза. Вызначыце адносную вільготнасць паветра ў пачатковым стане. Аб'ём вады, якая скандэнсавалася, не прымаць да ўвагі.



II. АСНОВЫ ТЭРМАДЫНАМІКІ

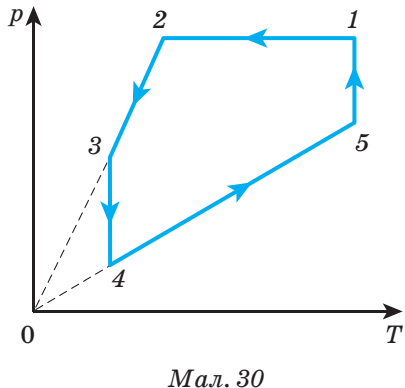
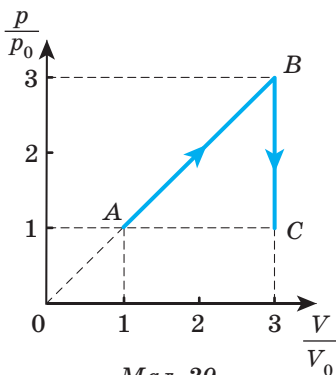
8. Унутраная энергія ідэальнага газу

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Унутраная энергія ідэальнага аднаатамнага газу	$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$ або $U = \frac{3}{2} pV$	U — унутраная энергія ідэальнага газу; m — маса ідэальнага газу; M — малярная маса газу; T — абсалютная тэмпература ідэальнага газу; $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ — універсальная газавая пастаянная; p — ціск ідэальнага газу; V — аб'ём ідэальнага газу
Змяненне ўнутранай энергіі ідэальнага аднаатамнага газу	$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$	ΔU — змяненне ўнутранай энергіі ідэальнага газу; m — маса ідэальнага газу; M — малярная маса; R — універсальная газавая пастаянная; ΔT — змяненне абсалютнай тэмпературы ідэальнага газу

291. Вызначыце ўнутраную энергію крыптону масай $m = 5,0$ г, які знаходзіцца ў балоне пры тэмпературы $T = 280$ К.

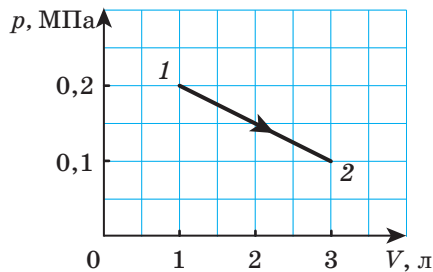
292. Вызначыце ўнутраную энергію ідэальнага аднаатамнага газу, колькасць рэчыва якога $\nu = 5,0$ моль, які знаходзіцца пры тэмпературы $t = -13$ °С.
293. У пасудзіне знаходзіцца $N = 2,40 \cdot 10^{24}$ атамаў ксенону. Вызначыце абсалютную тэмпературу газу, калі яго ўнутраная энергія $U = 14,6$ кДж.
294. Унутраная энергія ідэальнага аднаатамнага газу $U = 300$ Дж. Вызначыце канцэнтрацыю малекул газу, калі яго аб'ём $V = 2,0$ л, а тэмпература $t = 27$ °С.
295. У балоне аб'ёмам $V = 20$ дм³ знаходзіцца аргон пры тэмпературы $t = 47$ °С. Вызначыце ўнутраную энергію аргону, калі яго шчыльнасць $\rho = 0,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
296. Ідэальны аднаатамны газ знаходзіцца ў балоне аб'ёмам $V = 10$ см³ пры ціску $p = 80$ кПа. Вызначыце ўнутраную энергію газу.
297. У вертыкальнай цыліндрычнай пасудзіне плошчай папярочнага сячэння $S = 50$ см² на вышыні $h = 24$ см ад асновы пасудзіны размешчаны гладкі поршань масай $m = 1,0$ кг. Пад поршнем змяшчаецца ідэальны аднаатамны газ. Вызначыце ўнутраную энергію гэтага газу, калі атмасферны ціск $p_0 = 98$ кПа.
298. У вертыкальнай цыліндрычнай пасудзіне плошчай папярочнага сячэння $S = 30$ см² знаходзіцца ідэальны аднаатамны газ масай $m_1 = 45$ г, закрыты гладкім поршнем масай $m_2 = 1,5$ кг. Вызначыце шчыльнасць газу, які знаходзіцца ў пасудзіне, калі яго ўнутраная энергія $U = 0,18$ МДж. Атмасферны ціск $p_0 = 99$ кПа.
299. Цыліндрычная пасудзіна змяшчае ідэальны аднаатамны газ, закрыты бязважкім лёгкарухомым поршнем, плошча папярочнага сячэння якога $S = 120$ см². Газу надалі некаторую колькасць цеплаты, і яго ўнутраная энергія павялічылася на $\Delta U = 0,36$ кДж. Вызначыце зрушэнне поршня, калі атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа.

- 300.** Ідэальны аднаатамны газ масай $m = 0,5$ кг знаходзіцца ў пасудзіне пад ціскам $p = 8 \cdot 10^4$ Па. Вызначыце ўнутраную энергію газу, калі яго шчыльнасць $\rho = 0,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
- 301.** Ідэальны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, перавалялі са стану A ў стан C двума паслядоўнымі працэсамі AB і BC (мал. 29). У якім стане ўнутраная энергія газу была найбольшай, а ў якім — найменшай?
- 302.** Як змянялася ўнутраная энергія ідэальнага газу на працэсах, якія адлюстраваны на малюнку 30?



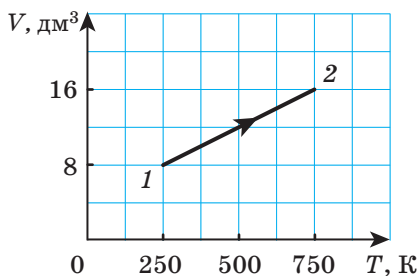
- 303.** Ці можа ўнутраная энергія ідэальнага газу застацца нязменнай, калі газ прайдзе з аднаго стану ў другі? Ці можа ўнутраная энергія ідэальнага газу быць роўнай нулю?
- 304.** Вызначыце ўнутраную энергію сумесі, якая складаецца з гелію масай $m_1 = 20$ г і неону масай $m_2 = 30$ г і мае тэмпературу $T = 300$ К.
- 305.** У пасудзіне знаходзяцца крыптон у колькасці $\nu_1 = 0,5$ моль і аргон у колькасці $\nu_2 = 0,3$ моль. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі сумесі пры яе нагрыванні на $\Delta t = 50$ °С.

306. Ідэальны аднаатамны газ сціскаюць і адначасова нагрываюць. Пры гэтым аб'ём газу памяншаецца ў $\alpha = 5,0$ раза, а ціск павышаецца ў $\beta = 7,0$ раза. У колькі разоў павялічваецца ўнутраная энергія газу?
307. Пры памяншэнні аб'ёму ідэальнага аднаатамнага газу ў $\alpha = 3,0$ раза ціск газу павялічыўся на $\beta = 20\%$. У колькі разоў змянілася ўнутраная энергія газу?
308. Ідэальны аднаатамны газ нагрэлі ад тэмпературы $t_1 = 12^\circ\text{C}$ да тэмпературы $t_2 = 69^\circ\text{C}$. На колькі працэнтаў узрасла яго ўнутраная энергія?
309. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі ідэальнага аднаатамнага газу, колькасць рэчыва якога $\nu = 5,0$ моль, пры яго нагрыванні ад тэмпературы $t_1 = 27^\circ\text{C}$ да тэмпературы $t_2 = 127^\circ\text{C}$.
310. Ідэальны аднаатамны газ пераводзяць са стану 1 у стан 2 (мал. 31). Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу.

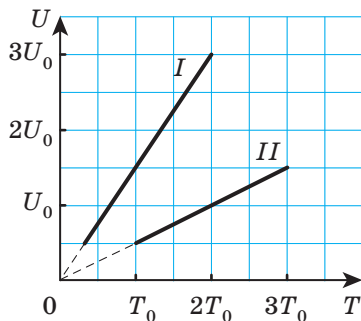


Мал. 31

311. Гелій масай $m = 60$ г пераводзяць са стану 1 у стан 2 (мал. 32). Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу.
312. На малюнку 33 адлюстраваны графікі залежнасці ўнутранай энергіі двух ідэальных аднаатамных газаў ад абсалютнай тэмпературы. Вызначыце колькасць рэчыва першага газу, калі колькасць рэчыва другога газу $\nu_{II} = 2$ моль.



Мал. 32



Мал. 33

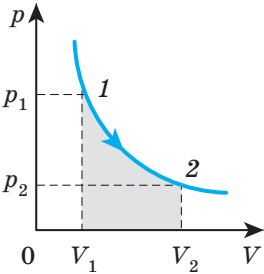
- 313.** Дно адкрытай коўбы апусцілі ў гарачую вадку, і паветра, якое знаходзіцца ў коўбе, нагрэлася. Ці змянілася ўнутраная энергія паветра, якое запаўняе коўбу?
- 314.** У пасудзіне, якая змяшчае ідэальны газ, утварылася трэшчына. За некаторы час ціск газу паменшыўся ў $\alpha = 8$ разоў, а яго абсалютная тэмпература панізілася ў $\beta = 2$ разы. У колькі разоў змянілася ўнутраная энергія газу ў пасудзіне?
- 315.** Шар умяшчальнасцю $V = 70 \text{ см}^3$ напоўнены геліем пад ціскам $p = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$. У выніку сонечнага нагрэву тэмпература газу ў шары паднялася ад $t_1 = 10 \text{ °C}$ да $t_2 = 25 \text{ °C}$. На колькі павялічылася ўнутраная энергія газу? Аб'ём шара не змяніўся.
- 316.** У вертыкальным цыліндры пад гладкім поршнем знаходзіцца ідэальны аднаатамны газ, які займае аб'ём $V_1 = 0,40 \text{ м}^3$. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу пры павелічэнні яго абсалютнай тэмпературы ў $\alpha = 1,2$ раза. Атмасферны ціск $p_0 = 100 \text{ кПа}$, маса поршня $m_{\text{п}} = 5,0 \text{ кг}$. Плошча папярочнага сячэння цыліндра $S = 10 \text{ см}^2$.
- 317.** Ідэальны аднаатамны газ у колькасці $\nu = 10,0$ моль пашыраецца па законе: $\frac{p}{V} = \text{const}$, дзе p — ціск газу, V — аб'ём газу. Пры гэтым аб'ём газу павялічваецца

ўтрая, а яго ўнутраная энергія павышаецца на $\Delta U = 9,972 \times 10^4$ Дж. Вызначыце пачатковую абсалютную тэмпературу газу.

- 318.** Змяненне стану ідэальнага аднаатамнага газу, колькасць рэчыва якога $\nu = 1,0$ моль, адбываецца па законе: $pV^2 = \text{const}$, дзе p — ціск газу, V — аб'ём газу. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу пры павелічэнні яго аб'ёму ў $\alpha = 2,0$ раза. Пачатковая тэмпература газу $T_0 = 300$ К.
- 319.** Пры пераходзе ідэальнага аднаатамнага газу з пачатковага стану ў канчатковы яго ціск p змяняўся па законе: $p = \alpha T^2$, дзе α — каэфіцыент прапарцыянальнасці, T — абсалютная тэмпература. У выніку пераходу ўнутраная энергія газу паменшылася на $|\Delta U| = 48$ Дж, а аб'ём павялічыўся ў $\beta = 5,0$ раза. Вызначыце ціск газу ў пачатковым стане, калі ў гэтым стане аб'ём газу $V_1 = 10$ л.
- 320.** Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога ν , знаходзіўся пры абсалютнай тэмпературы T_1 . Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу пры павелічэнні яго аб'ёму ў n разоў, калі змяненне стану газу адбываецца па законе: $\frac{p^2}{V} = \text{const}$, дзе p — ціск газу, V — аб'ём газу.

9. Работа ў тэрмадынаміцы

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Работа сілы ціску ідэальнага газу пры ізабарным працэсе	$A = p\Delta V$	A — работа сілы ціску ідэальнага газу пры ізабарным працэсе; p — ціск ідэальнага газу; ΔV — змяненне аб'ёму ідэальнага газу

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Геаметрычнае тлумачэнне работы	 <p style="text-align: center;">Мал. 34</p>	Работа лікава роўная плошчы фігуры, якая абмежавана графікам залежнасці $p(V)$. На малюнку 34 работа лікава роўная плошчы крывалінейнай трапецыі $V_1 12V_2$

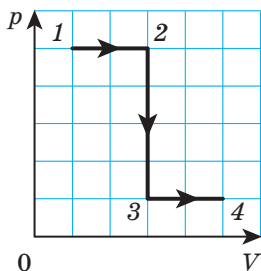
- 321.** Пры пастаянным ціску $p = 3,0 \cdot 10^4$ Па аб'ём ідэальнага газу павялічыўся ад $V_1 = 70$ л да $V_2 = 120$ л. Вызначыце работу, якую выканалала сіла ціску газу.
- 322.** Пры ізабарным расшырэнні ідэальнага газу сіла ціску газу выканалала работу $A = 310$ Дж. Вызначыце змяненне аб'ёму газу, калі яго ціск $p = 50$ кПа.
- 323.** Вызначыце работу, выкананую сілай ціску ідэальнага газу, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,0$ моль, пры ізабарным павышэнні яго тэмпературы на $\Delta T = 50$ К.
- 324.** Пры ізабарным награванні паветра масай $m = 2,00$ кг яго сілай ціску выканана работа $A = 166,2$ кДж. Вызначыце змяненне тэмпературы паветра. Малярная маса паветра $M = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.
- 325.** Пры ізабарным награванні ідэальнага аднаатамнага газу яго ўнутраная энергія павялічылася на $\Delta U = 60$ Дж. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу.
- 326.** Абсалютныя тэмпературы вадароду і кіслароду роўнай масы пры ізабарным награванні змяніліся аднолькава. У колькі разоў работа, выкананая сілай ціску вадароду, большая за работу, выкананую сілай ціску кіслароду?

- 327.** У ізабарным працэсе пры ціску $p = 300$ кПа абсалютная тэмпература ідэальнага газу павялічылася ў $n = 3,0$ раза. Вызначыце пачатковы аб'ём газу, калі пры расшырэньні сілай ціску газу выканана работа $A = 18$ кДж.
- 328.** Ідэальны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,0$ моль, награвуюць пры пастаянным ціску. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу, калі яго пачатковая тэмпература $t_1 = 52$ °С, а канчатковы аб'ём у $n = 3,0$ раза большы за пачатковы.
- 329.** Ідэальны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 2$ моль, а пачатковая тэмпература $T_1 = 300$ К, ізабарна расшырыўся. Вызначыце работу сілы ціску газу, калі яго канцэнтрацыя малекул у канчатковым стане ў $\alpha = 2$ разы меншая, чым у пачатковым.
- 330.** У ізабарным працэсе пры ціску $p = 120$ кПа абсалютная тэмпература ідэальнага газу павялічылася на $\alpha = 65$ %. Вызначыце пачатковы аб'ём газу, калі пры расшырэньні сілай ціску газу выканана работа $A = 15,6$ Дж.
- 331.** У вертыкальным цыліндры пад гладкім поршнем знаходзіўся ідэальны газ, які займаў аб'ём $V_1 = 0,6$ м³. Вызначыце работу, якую выканала сіла ціску газу пры яго ізабарным награванні, калі аб'ём газу павялічыўся ў $n = 1,5$ раза. Атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа, маса поршня $m_{\text{п}} = 10$ кг. Плошча папярочнага сячэння цыліндра $S = 10$ см².
- 332.** У гарызантальным цыліндры, закрытым гладкім поршнем, знаходзіцца ідэальны газ пры тэмпературы $T_1 = 490$ К і ціску $p = 98$ кПа. Аб'ём газу $V_1 = 5,0$ л. На колькі трэба ахаладзіць газ пры нязменным ціску, каб пры гэтым знешняя сіла, сціскаючы газ, выканала работу $A_{\text{зн}} = 50$ Дж?

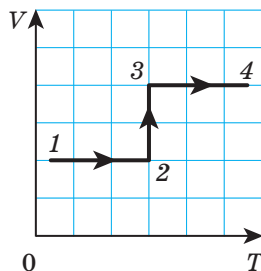
333. У вертыкальным цыліндры з плошчай асновы $S = 100 \text{ см}^2$ знаходзіцца ідэальны газ пры тэмпературы $T_1 = 300 \text{ К}$. На вышыні $h_1 = 30 \text{ см}$ ад асновы цыліндра размешчаны гладкі поршань масай $m_{\text{п}} = 60 \text{ кг}$. Вызначыце работу, якую выканае сіла ціску газу пры расшырэнні, калі яго тэмпература павольна павысіць на $\Delta t = 50 \text{ }^\circ\text{С}$. Атмасферны ціск $p_0 = 100 \text{ кПа}$.

334. На малюнку 35 паказаны графік залежнасці ціску ідэальнага газу ад аб'ёму. На якім працэсе сілай ціску газу выканана найбольшая работа?

335. На малюнку 36 паказаны графік залежнасці аб'ёму ідэальнага газу ад абсалютнай тэмпературы. На якім працэсе сілай ціску газу выканана найбольшая работа?

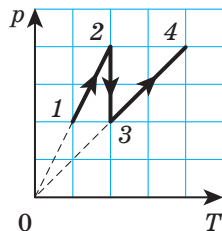


Мал. 35



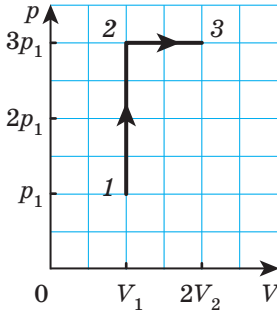
Мал. 36

336. На малюнку 37 паказаны графік залежнасці ціску ідэальнага газу ад тэмпературы. На якім працэсе сілай ціску газу выканана найбольшая работа?

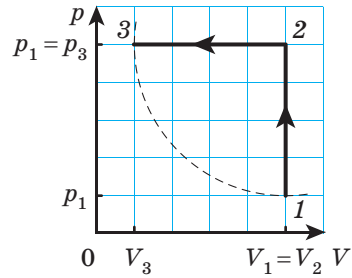


Мал. 37

337. Ідэальны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,0$ моль, спачатку награвалі ізахорна, а затым — ізабарна (мал. 38). Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу пры ізабарным нагрыванні, калі ў стане 1 абсалютная тэмпература газу $T_1 = 280 \text{ К}$.



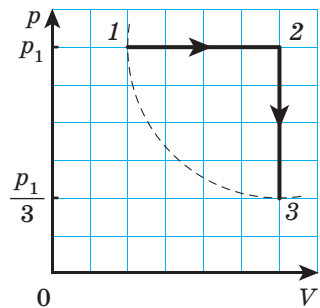
Мал. 38



Мал. 39

338. Ідэальны газ, пачатковая абсалютная тэмпература якога T_1 , спачатку нагрываюць пры пастаянным аб'ёме так, што яго ціск узрастае ў n разоў, а потым сціскаюць пры пастаянным ціску, даўёўшы тэмпературу да ранейшага значэння $T_3 = T_1$ (мал. 39). Якая работа выканана знешняй сілай пры ізабарным сцісканні газу, калі яго маса m , а малярная маса M ?

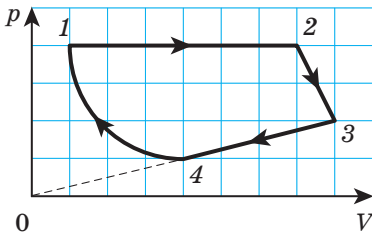
339. Спачатку ідэальны газ, колькасць малекул якога $N = 1,2 \cdot 10^{20}$, ізабарна нагрэлі (мал. 40), а потым ізэхорна ахаладзілі да першапачатковай тэмпературы $T_3 = T_1 = 600$ К. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу пры ізабарным працэсе.



Мал. 40

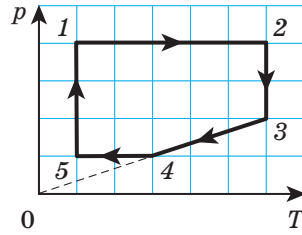
340. Кісларод, колькасць рэчыва якога $\nu = 1,5$ моль, спачатку ахаладзілі ізэхорна, у выніку чаго яго ціск паменшыўся ў $n = 3,0$ раза. Потым газ ізабарна расшырылі так, што яго абсалютная тэмпература стала роўнай першапачатковай. Вызначыце работу, якую выканала сіла ціску газу ў ізабарным працэсе, калі абсалютная тэмпература кіслароду ў першапачатковым стане $T_1 = 310$ К.

341. Стан ідэальнага газу, маса якога пастаянная, змяняўся так, як паказана на малюнку 41. На якіх участках цыкла сіла ціску газу выконвала дадатную работу, а на якіх — адмоўную?



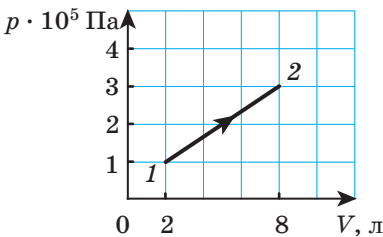
Мал. 41

342. Стан ідэальнага газу, маса якога пастаянная, змяняўся так, як адлюстравана на малюнку 42. На якіх участках цыкла сіла ціску газу выконвала дадатную работу, а на якіх — адмоўную?



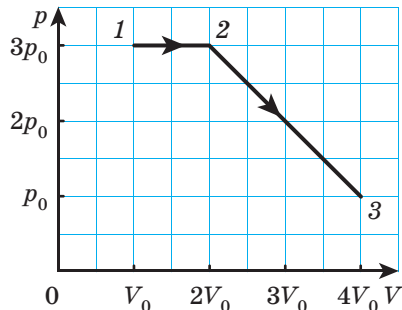
Мал. 42

343. Ідэальны газ пераходзіць са стану 1 у стан 2 (мал. 43). Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу.

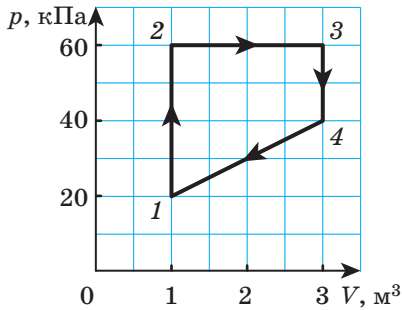


Мал. 43

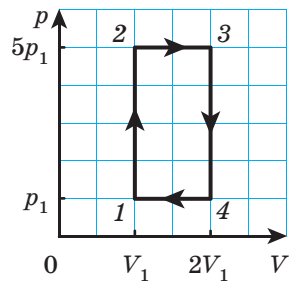
344. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску ідэальнага газу пры пераходзе са стану 1 у стан 3 (мал. 44). Ціск $p_0 = 0,1$ МПа, аб'ём $V_0 = 1$ л.



Мал. 44



Мал. 45



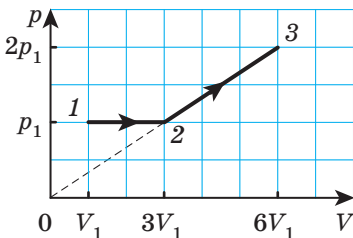
Мал. 46

345. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску ідэальнага газу пры цыклічным працэсе, графік якога паказаны на малюнку 45.

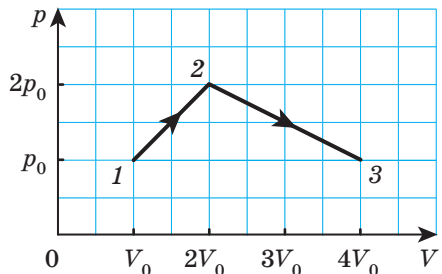
346. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску ідэальнага газу пры цыклічным працэсе, графік якога паказаны на малюнку 46. Колькасць рэчыва газу $\nu = 3,0$ моль. У стане 1 тэмпература газу $T_1 = 280$ К.

347. Залежнасць ціску ідэальнага газу ад аб'ёму мае выгляд: $p = \alpha V$, дзе $\alpha = 4,0 \frac{\text{МПа}}{\text{м}^3}$. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу, калі ён расшырыўся ад аб'ёму $V_1 = 10$ л да аб'ёму $V_2 = 110$ л.

348. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, пераводзяць са стану 1 у стан 3 (мал. 47). На ўча-



Мал. 47



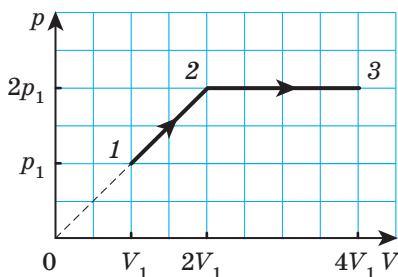
Мал. 48

стку 1—2 змяненне ўнутранай энергіі газу $\Delta U_{12} = 28$ кДж. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу на ўчастку 2—3.

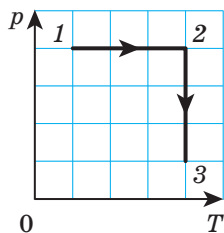
349. Унутраная энергія ідэальнага аднаатамнага газу пры пераходзе са стану 1 у стан 3 (мал. 48) змянілася на $\Delta U_{13} = 60$ Дж. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу пры працэсе 2—3.

350. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, пераводзяць са стану 1 у стан 3 (мал. 49). Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу на ўчастку 1—2, калі на ўчастку 2—3 змяненне ўнутранай энергіі газу $\Delta U_{23} = 76$ кДж.

351. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 4,0$ моль, перавялі са стану 1 у стан 3 (мал. 50). Пры гэтым тэмпература газу змянілася на $\Delta T = 10$ К. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу пры яго пераходзе з пачатковага стану ў канчатковы, калі на ўчастку 2—3 работа сілы ціску газу $A_{23} = 420$ кДж.



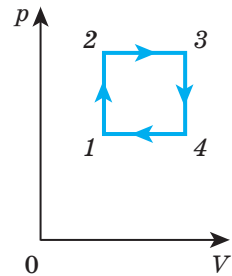
Мал. 49



Мал. 50

352. Ідэальны газ у колькасці $\nu = 4,0$ моль расшыраецца так, што яго ціск змяняецца прама прапарцыянальна аб'ёму. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу пры павелічэнні яго тэмпературы на $\Delta T = 10$ К.

- 353.** Ідэальны газ у колькасці $\nu = 2,0$ моль спачатку знаходзіўся пры тэмпературы $T_1 = 400$ К. Яго аб'ём павялічылі ў два разы. Пры гэтым ціск газу пры расшырэнні лінейна залежаў ад аб'ёму. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу ў гэтым працэсе, калі канчатковая тэмпература газу стала роўнай пачатковай.
- 354.** Сіла ціску газавай сумесі, якая складаецца з кіслароду масай $m_1 = 1,5$ г і гелію масай $m_2 = 1,0$ г, пры ізабарным расшырэнні выканала работу $A = 2,5$ кДж. Вызначыце, у колькі разоў павялічыўся аб'ём газавай сумесі, калі яе пачатковая тэмпература $T_1 = 300$ К.
- 355.** З ідэальным газам, колькасць рэчыва якога $\nu = 0,25$ моль, выконваюць замкнуты цыклічны працэс, які складаецца з дзвюх ізохор і дзвюх ізабар (мал. 51). Пункты 2 і 4 ляжаць на адной ізатэрме. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу за цыкл, калі абсалютная тэмпература газу ў станах 1 і 2 адпаведна роўная $T_1 = 484$ К і $T_2 = 704$ К.



Мал. 51

10. Колькасць цеплаты

Назва	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Колькасць цеплаты пры награванні (ахаладжэнні)	$Q = cm(t_2 - t_1)$	Q — колькасць цеплаты, необходимая для награвання цела (якая вылучылася пры ахаладжэнні цела); c — удзельная цеплаёмкасць рэчыва; m — маса цела; t_2 — канчатковая тэмпература цела; t_1 — пачатковая тэмпература цела

Назва	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Цеплаёміс- тасць цела	$C = ct$	C — цеплаёмістасць цела; c — удзельная цеплаёміс- тасць рэчыва; t — маса цела
Колькасць цеплаты пры плаўленні і крышталі- зацыі	Пры плаўленні: $Q = \lambda t$; пры крышталі- зацыі: $Q = -\lambda t$	Q — колькасць цеплаты, неабходная для плаўлення цвёрдага цела, якое знахо- дзіцца пры тэмпературы плаўлення (пры крышталі- зацыі Q — вылучаная колькасць цеплаты); λ — удзельная цеплата плаўлення; t — маса цела
Колькасць цеплаты пры параўтварэнні (кіпенні) і кандэнсацыі	Пры параўтварэнні: $Q = Lm$; пры кандэнсацыі: $Q = -Lm$	Q — колькасць цеплаты, неабходная для ператва- рэння вадкасці, якая зна- ходзіцца пры тэмпературы кіпення, у пару (пры кан- дэнсацыі Q — вылучаная колькасць цеплаты); L — удзельная цеплата параўтварэння; m — маса вадкасці
Колькасць цеплаты пры згаранні паліва	$Q = qm$	Q — колькасць цеплаты, вылучаная пры поўным згаранні паліва; q — удзельная цеплата зга- рання паліва; m — маса паліва
Ураўненне цеплавога балансу	$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots +$ $+ Q_n = 0$	$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ — коль- касці цеплаты, атрыманыя або адданыя цэламі сістэмы

356. Нармальная тэмпература цела чалавека $t = 36,6$ °С. Ча-
му чалавеку не холадна пры тэмпературы $t_1 = 25$ °С і
вельмі гарача пры тэмпературы $t_2 = 37$ °С?
357. У стальной каструлі масай $m_1 = 500$ г знаходзіцца вада
масай $m_2 = 1,6$ кг. Вызначыце колькасць цеплаты, якую
трэба затраціць, каб ваду разам з каструляй нагрэць
ад тэмпературы $t_1 = 20$ °С да тэмпературы $t_2 = 80$ °С.
358. У цеплаізалаваным каларыметры змяшалі ваду масай
 $m_1 = 1,0$ кг пры тэмпературы $t_1 = 51$ °С і ваду масай
 $m_2 = 2,0$ кг пры тэмпературы $t_2 = 30$ °С. Вызначыце тэм-
пературу сумесі. Цеплаёмістасць каларыметра не пры-
маць да ўвагі.
359. Медны цыліндр, нагрэты да тэмпературы $t_1 = 100$ °С,
апусцілі ў ваду, маса якой у тры разы меншая за масу
цыліндра. Цеплавая раўнавага настала пры тэмперату-
ры $t = 30$ °С. Вызначыце пачатковую тэмпературу вады.
Страты энергіі не прымаць да ўвагі.
360. У латунным каларыметры масай $m_0 = 800$ г знаходзіц-
ца вада масай $m_1 = 2,0$ кг пры тэмпературы $t_1 = 9$ °С.
У каларыметр апусцілі стальной брусок, тэмпература
якога $t_2 = 100$ °С. У выніку цеплаабмену ў каларыметры
ўстанавілася тэмпература $t = 32$ °С. Вызначыце масу
стальнога бруска. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.
361. Для прыгатавання ванны ёмістасцю $V = 200$ л змяшалі
халодную ваду пры тэмпературы $t_1 = 10$ °С з гарачай
вадой пры тэмпературы $t_2 = 60$ °С. Вызначыце аб'ём
халоднай вады, калі ў ванне ўстанавілася тэмпература
вады $t = 40$ °С. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.
362. У медны каларыметр масай $m_1 = 110$ г, які змяшчае вад-
касць цеплаёмістасцю $C_2 = 418 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{С}}$ пры тэмпературы
 $t_1 = 12$ °С, апусцілі цынкавы шарык масай $m_3 = 209$ г
пры тэмпературы $t_3 = 52$ °С і латунны шарык пры тэм-

пературы $t_4 = 92 \text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце масу латуннага шарыка, калі ў каларыметры ўстанавілася канчатковая тэмпература $t = 32 \text{ }^\circ\text{C}$. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.

363. У каларыметр цеплаёмістасцю $C_0 = 90 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$ наліта газа

пры тэмпературы $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$. У газу дадалі свінцовыя шарыкі агульнай масай $m_2 = 400 \text{ г}$ пры тэмпературы $t_2 = 130 \text{ }^\circ\text{C}$. У выніку цеплаабмену ўстанавілася тэмпература $t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце цеплаёмістасць газы. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.

364. У алюмініевы каларыметр масай $m_1 = 100 \text{ г}$ наліта вада масай $m_2 = 460 \text{ г}$ пры тэмпературы $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. У ваду апусцілі алюмініевы цыліндр масай $m_3 = 800 \text{ г}$ пры тэмпературы $t_3 = 175 \text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце тэмпературу, якая ўстанавілася ў каларыметры ў выніку цеплаабмену, калі страты энергіі ў навакольнае асяроддзе склалі $\eta = 34 \text{ \%}$.

365. У алюмініевы каларыметр масай $m_1 = 200 \text{ г}$, які змяшчае ваду масай $m_2 = 0,92 \text{ кг}$ пры тэмпературы $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, апусцілі чыгунны цыліндр пры тэмпературы $t_3 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$. У выніку цеплаабмену ўстанавілася тэмпература $t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце масу цыліндра, калі страты энергіі ў навакольнае асяроддзе склалі $\eta = 8 \text{ \%}$.

366. У ваду, якая мае тэмпературу $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, апусцілі шарык, нагрэты да тэмпературы $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$. У выніку цеплаабмену ўстанавілася тэмпература $t_0 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Вызначыце, якой стане тэмпература вады, калі, не вымаючы першы шарык, апусціць у яе яшчэ адзін такі ж шарык, нагрэты да тэмпературы $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.

367. Лёд прынеслі ў памяшканне, у якім тэмпература $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. Ці будзе раставаць лёд у гэтым памяшканні? Ці будзе замярзаць вада, калі прынесці ваду ў гэтае памяшканне? Адказы патлумачце.

368. Вада з'яўляецца цудоўным ахаладжальнікам. Чаму для засцярогі раслін ад вясенніх замаразкаў іх рэкамендуюць перыядычна апырскваць вадой?
369. Якую колькасць цеплаты трэба перадаць волаву масай $m_1 = 120$ г, якое ўзята пры тэмпературы $t_1 = 32$ °С, каб цалкам расплавіць яго?
370. Лёд аб'ёмам $V_1 = 4,0$ дм³ змяшчае свінцовыя шрацінкі агульным аб'ёмам $V_2 = 1,0$ см³ і знаходзіцца пры тэмпературы $t_1 = -15$ °С. Лёд са шрацінкамі награвваюць, лёд плавіцца, і вада са шрацінкамі награвецца да $t_2 = 80$ °С. Вызначыце затрачаную колькасць цеплаты.
371. У пасудзіне знаходзіўся лёд пры тэмпературы $t_1 = -15$ °С. На лёд вылілі ваду пры тэмпературы $t_2 = 81$ °С. У выніку цеплаабмену ўвесь лёд растаў, а ў пасудзіне ўстанавілася канчатковая тэмпература $t = 0$ °С. Вызначыце масу лёду, калі маса вады $m_2 = 4,5$ кг. Страты энергіі і цеплаёмістасць пасудзіны не прымаць да ўвагі.
372. У цеплаізаляванай пасудзіне знаходзіцца вада масай $m_1 = 5,0$ кг пры тэмпературы $t_1 = 5,0$ °С. У ваду апусцілі кавалак лёду пры тэмпературы $t_2 = -25$ °С. Вызначыце масу лёду, калі ў пасудзіне ўся вада замерзла і ўстанавілася тэмпература $t_0 = 0$ °С. Цеплаёмістасць пасудзіны не прымаць да ўвагі.
373. На лёд масай $m_1 = 3,0$ кг, які мае тэмпературу $t_1 = -10$ °С, вылілі расплаўленае волава пры тэмпературы плаўлення $t_{\text{п}} = 232$ °С. У выніку цеплаабмену ўстанавілася тэмпература $t_2 = 32$ °С. Вызначыце масу волава. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.
374. Ці можа кіпець вада ў прабірцы, якая плавае ў каструлі з кіпячай вадой?
375. Якая колькасць цеплаты спатрэбіцца, каб ператварыць $m = 80$ г лёду, узятага пры тэмпературы $t_0 = -4,0$ °С, у пару пры тэмпературы $t = 100$ °С?

- 376.** Якую масу газы трэба спаліць, каб, перадаўшы ўсю вылучаную пры гэтым энергію, ператварыць у пару $V_1 = 1,0$ л вады, якая мае пачатковую тэмпературу $t_1 = 20$ °С? Тэмпература кіпення вады $t_2 = 100$ °С.
- 377.** У цеплаізаляваным медным каларыметры масай $m_1 = 0,7$ кг знаходзілася вада пры тэмпературы $t_1 = 12$ °С. У каларыметр упусцілі вадзяную пару масай $m_2 = 50$ г пры тэмпературы $t_2 = 100$ °С. Вызначыце пачатковую масу вады ў каларыметры, калі пасля ўстанаўлення цеплавой раўнавагі тэмпература вады стала $t_3 = 46$ °С.
- 378.** Сумесь, якая складаецца з вады масай $m_1 = 500$ г і лёду масай $m_2 = 300$ г і знаходзіцца пры тэмпературы $t_1 = 0$ °С, неабходна нагрэць да тэмпературы $t_2 = 40$ °С, прапускаючы праз яе вадзяную пару пры тэмпературы $t_3 = 100$ °С. Вызначыце масу пары. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.
- 379.** У цеплаізаляванай пасудзіне награвваюць ваду ад тэмпературы $t_1 = 31$ °С да кіпення ($t_k = 100$ °С), прапускаючы праз яе вадзяную пару пры тэмпературы $t_2 = 100$ °С. На колькі працэнтаў павялічыцца маса вады ў пасудзіне, калі цеплаёмістасць пасудзіны вельмі малая?
- 380.** На электраплітцы нагрэлі $V_1 = 1,2$ л вады ад тэмпературы $t_1 = 10$ °С да тэмпературы $t_2 = 100$ °С. Пры гэтым $\alpha = 3,0$ % яе ператварылася ў пару. Колькі часу доўжылася награванне, калі магутнасць пліткі $P = 800$ Вт, а яе ККДз $\eta = 65$ %?

11. Першы закон тэрмадынамікі

Фізічны закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Першы закон тэрмадынамікі	$Q = \Delta U + A$ або $\Delta U = Q + A'$	Q — колькасць цеплаты, атрыманая (адданая) ідэальным газам; ΔU — змяненне ўнутранай энергіі ідэальнага газу;

Фізічны закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
		A — работа, выкананая сіламі ціску ідэальнага газу; A' — работа знешніх сіл па змяненні аб'ёму ідэальнага газу

Прымяненне першага закону тэрмадынамікі да ізапрацэсаў у ідэальным газе

Працэс	Змяненне ўнутранай энергіі ідэальнага аднаатамнага газу	Работа сілы ціску ідэальнага газу	Ураўненне першага закону тэрмадынамікі
Ізатэрмічны	$\Delta U = 0$	Лікава роўная плошчы пад графікам $p(V)$	$Q = A$
Ізахорны	$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$ або $\Delta U = \frac{3}{2} V \Delta p$	$A = 0$	$Q = \Delta U$
Ізобарны	$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$ або $\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$	$A = \frac{m}{M} R \Delta T$ або $A = p \Delta V$	$Q = \Delta U + A$

381. Запоўніце табліцу.

Працэс	Змяненне ўнутранай энергіі ідэальнага аднаатамнага газу ΔU , Дж	Работа сілы ціску ідэальнага газу A , Дж	Ураўненне першага закону тэрмадынамікі, Дж
Ізахорны	200		
Ізатэрмічны		50	
Ізобарны	450		750

382. Пры ізобарным награванні ідэальнаму аднаатамнаму газу надалі $Q = 250$ Дж цеплаты, у выніку чаго ўнутраная энергія газу павялічылася на $\Delta U = 150$ Дж, а яго аб'ём узрос на $\Delta V = 2,0$ дм³. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу, і ціск газу. Ці можна рашыць задачу, не выкарыстоўваючы ўсе даныя?

383. Ідэальнаму аднаатамнаму газу пры пастаянным ціску $p = 0,1$ МПа перадалі колькасць цеплаты $Q = 1,0$ кДж. Вызначыце змяненне аб'ёму газу і канчатковую ўнутраную энергію газу, калі яго пачатковая ўнутраная энергія $U_1 = 0,2$ кДж.

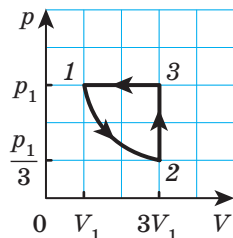
384. У балоне ўмяшчальнасцю $V = 5,0$ л знаходзіўся ідэальны аднаатамны газ пад ціскам $p_1 = 100$ кПа. Вызначыце колькасць цеплаты, якую надалі газу, калі ціск у балоне ўзрос у $\alpha = 3,4$ раза.

385. Ідэальнаму аднаатамнаму газу, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,0$ моль, надалі колькасць цеплаты $Q = 2,5$ кДж. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу, і змяненне яго ўнутранай энергіі, калі тэмпература газу ізобарна павысілася на $\Delta T = 60$ К. Рашыце задачу некалькімі спосабамі.

386. Аб'ём ідэальнага аднаатамнага газу, які знаходзіцца пад ціскам $p = 100$ кПа, ізабарна павялічыўся на $\Delta V = 0,60$ м³. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу, работу, выкананую сілай ціску газу, і колькасць цеплаты, атрыманую газам.
387. Колькі працэнтаў цеплаты, атрыманай ідэальным аднаатамным газам пры ізабарным нагрыванні, расходуюцца на павелічэнне яго ўнутранай энергіі і колькі працэнтаў — на выкананне ім работы?
388. Пры ізабарным расшырэнні ўнутраная энергія аргону павялічылася на $\Delta U = 57$ кДж. Вызначыце колькасць цеплаты, нададзенай газу.
389. Пры ізабарным расшырэнні сілай ціску ідэальнага аднаатамнага газу выканана работа $A = 96$ кДж. Вызначыце колькасць цеплаты, атрыманай газам.
390. Пры ізабарным нагрыванні ідэальны аднаатамны газ атрымаў колькасць цеплаты $Q = 300$ Дж. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу.
391. Пры ізабарным нагрыванні ідэальны аднаатамны газ атрымаў колькасць цеплаты $Q = 600$ Дж. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу.
392. Ідэальны аднаатамны газ знаходзіцца ў вертыкальным цыліндры, закрытым зверху бязважкім гладкім поршнем. Плошча папярочнага сячэння поршня $S = 100$ см². Атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа. Вызначыце модуль перамяшчэння поршня, калі газу надаць колькасць цеплаты $Q = 0,50$ кДж.
393. У вертыкальным цыліндры пад гладкім поршнем масай $m = 5,0$ кг знаходзіцца ідэальны аднаатамны газ. Плошча папярочнага сячэння поршня $S = 50$ см². Газу надалі колькасць цеплаты $Q = 770$ Дж. Вызначыце модуль перамяшчэння поршня, калі атмасферны ціск $p_0 = 100$ кПа.

394. Гелій масай $m = 0,30$ г ізабарна нагрэлі ад тэмпературы $t_1 = 20$ °C да тэмпературы $t_2 = 76$ °C. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу, выкананую ім работу і колькасць цеплаты, атрыманую газам.

395. З ідэальным аднаатамным газам, узятым у колькасці $\nu = 2,0$ моль, правялі цыклічны працэс $1-2-3-1$ (мал. 52). Тэмпература газу ў станах 1 і 2 аднолькавая: $T_1 = T_2 = 300$ К. Вызначыце колькасць цеплаты, атрыманую газам пры ізахорным працэсе.



Мал. 52

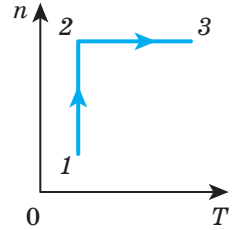
396. Пры ізабарным расшырэнні аргону, колькасць рэчыва якога $\nu = 5,0$ моль, яго аб'ём павялічыўся ў $k = 5,0$ раза, а ўнутраная энергія павысілася на $\Delta U = 60$ кДж. Вызначыце пачатковую тэмпературу аргону і колькасць цеплаты, перададзеную яму.

397. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, пры ізабарным награванні атрымаў колькасць цеплаты $Q = 249,3$ Дж. Пры гэтым аб'ём газу павялічыўся ў $k = 1,2$ раза. Вызначыце колькасць рэчыва газу, калі яго пачатковая тэмпература $t_1 = 27$ °C.

398. Пры ізабарным награванні абсалютная тэмпература ідэальнага аднаатамнага газу павялічылася ў $k = 3$ разы. Вызначыце колькасць цеплаты, нададзеную газу, калі яго ціск $p = 250$ кПа, а пачатковы аб'ём $V_1 = 0,80$ л.

399. Ідэальнаму аднаатамнаму газу, які знаходзіцца ў балоне, надалі колькасць цеплаты $Q = 15$ кДж. Пры гэтым сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул газу павялічылася ў $\alpha = 1,2$ раза. Вызначыце пачатковую тэмпературу газу, калі яго колькасць рэчыва $\nu = 8,0$ моль.

400. З ідэальным газам пастаяннай масы правялі два працэсы, залежнасць канцэнтрацыі якога ад тэмпературы паказана на малюнку 53. Патлумачце, газ атрымліваў або аддаваў цеплату на кожным працэсе.

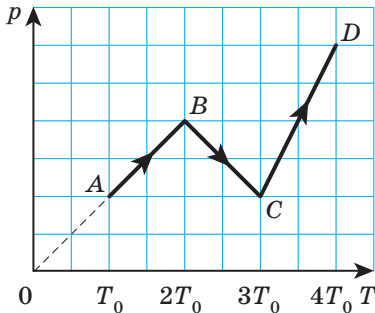


Мал. 53

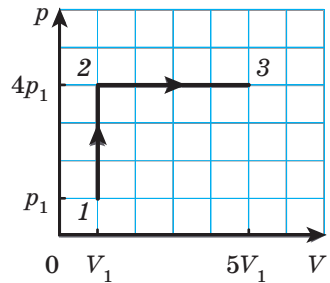
401. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 10$ моль, ізабарна сціснулі, паменшыўшы яго аб'ём у $k = 3,0$ раза. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася, калі канчатковая абсалютная тэмпература газу $T_2 = 200$ К.

402. З ідэальным газам, маса якога пастаянная, правялі тры працэсы — AB , BC і CD , паказаныя на малюнку 54. Параўнайце паміж сабой колькасць цеплаты, атрыманую газам на кожным працэсе.

403. Ідэальны аднаатамны газ, маса якога пастаянная, правялі са стану 1 у стан 3 (мал. 55). Вызначыце колькасць цеплаты, атрыманую газам за два працэсы, калі ціск $p_1 = 45$ кПа, аб'ём $V_1 = 14$ л.

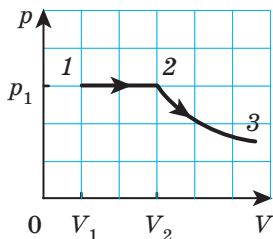


Мал. 54

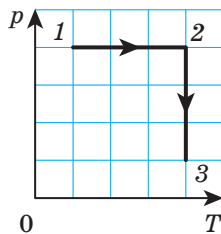


Мал. 55

404. Ідэальны аднаатамны газ, маса якога пастаянная, пры пераходзе са стану 1 у стан 3 (мал. 56) атрымаў колькасць цеплаты $Q = 1,0$ кДж. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу пры яго ізатэрмічным расшы-



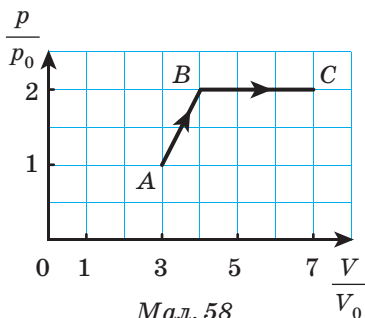
Мал. 56



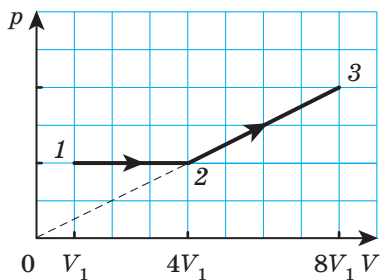
Мал. 57

рэнні на ўчастку 2—3, калі ціск $p_1 = 100$ кПа, аб'ём $V_1 = 0,80$ л, $V_2 = 2,4$ л.

- 405.** Ідэальны аднаатамны газ, лік атамаў якога пастаянны, перавялі са стану 1 у стан 3 (мал. 57). Вызначыце, якая колькасць цеплаты была перададзена газу, калі на ўчастку 1—2 змяненне ўнутранай энергіі $\Delta U_{12} = 90,0$ кДж, а на ўчастку 2—3 работа сілы ціску газу $A_{23} = 66,0$ кДж.
- 406.** Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, пераводзяць са стану А ў стан С (мал. 58). Вызначыце, якую колькасць цеплаты атрымаў газ, калі ў стане А ціск $p_A = p_0 = 100$ кПа, аб'ём $V_A = 3V_0 = 30$ л.
- 407.** Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, пры пераходзе са стану 1 у стан 2 (мал. 59) атрымаў колькасць цеплаты $Q_{12} = 15$ Дж. Вызначыце работу, выкананую сілай ціску газу на ўчастку 2—3.

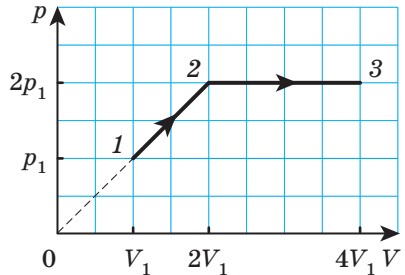


Мал. 58



Мал. 59

408. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, перавялі са стану 1 у стан 3 (мал. 60). Работа, выкананая сілай ціску газу, $A_{12} = 12$ кДж. Вызначыце колькасць цеплаты, атрыманую газам на ўчастку 2—3.



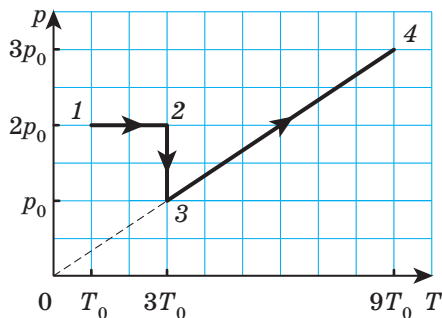
Мал. 60

409. Пры ізабарным расшырэнні ідэальны аднаатамны газ выканаў работу $A = 100$ Дж. Пры наступным ізахорным працэсе газу надалі такую ж колькасць цеплаты, як і пры ізабарным працэсе. Вызначыце прырашчэнне ўнутранай энергіі газу ў выніку двух працэсаў.
410. Пры ізатэрмічным расшырэнні ідэальнага аднаатамнага газу, колькасць рэчыва якога $\nu = 1,00$ моль, сіла ціску газу выканала работу $A = 1,577$ кДж. Пры наступным ізабарным награванні газу надалі ў два разы большую колькасць цеплаты, чым пры ізатэрмічным расшырэнні. Вызначыце пачатковую абсалютную тэмпературу газу, калі канчатковая тэмпература газу $T_2 = 454$ К.
411. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, пры ізатэрмічным расшырэнні атрымаў колькасць цеплаты $Q_1 = 2,4$ кДж. Пры наступным ізабарным награванні сіла ціску газу выканала работу ў два разы большую, чым пры ізатэрмічным расшырэнні. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі газу за два працэсы.
412. Пры ізахорным награванні ідэальны аднаатамны газ атрымаў колькасць цеплаты $Q_1 = 30$ Дж. Вызначыце, якую колькасць цеплаты аддаў газ пры ізабарным ахаладжэнні да першапачатковай тэмпературы.

- 413.** У ізатэрмічным працэсе газ выконвае работу $A = 150$ Дж. Вызначыце змяненне ўнутранай энергіі гэтага газу, калі яму надаць колькасць цеплаты ў два разы меншую, чым у першым выпадку, а працэс правесці ізахорна.
- 414.** Ідэальны аднаатамны газ у колькасці $\nu = 1,0$ моль нагрэлі спачатку ізабарна, а потым ізахорна. У выніку як ціск, так і аб'ём газу павялічыліся ў два разы. Вызначыце колькасць цеплаты, атрыманую газам, калі яго пачатковая тэмпература была $T_1 = 240$ К.
- 415.** Гелій масай $m = 8,0$ г нагрэлі спачатку ізахорна, а затым ізабарна. У выніку як ціск, так і аб'ём газу павялічыліся ў два разы. Вызначыце колькасць цеплаты, атрыманую геліем, калі яго пачатковая тэмпература была $T_1 = 290$ К.
- 416.** Спачатку ціск ідэальнага аднаатамнага газу пастаяннай масы ізахорна павялічылі ў $n = 2,0$ раза, а потым яго аб'ём ізабарна павялічылі ў $k = 3,0$ раза. Вызначыце колькасць цеплаты, якую надалі газу, калі ў пачатковым стане ціск і аб'ём газу адпаведна роўныя $p_0 = 100$ кПа і $V_0 = 20$ л.
- 417.** Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 2$ моль, абсалютная тэмпература $T_1 = 500$ К, спачатку ахаладжаецца ізахорна так, што ціск газу памяншаецца ў $n = 2,0$ раза. Потым газ нагрываецца ізабарна да тэмпературы, якая перавышае першапачатковую ў $k = 3,0$ раза. Вызначыце колькасць цеплаты, атрыманую газам пры ізабарным працэсе.
- 418.** Ідэальны аднаатамны газ у колькасці $\nu = 1$ моль спачатку нагрэлі пры пастаянным ціску, а потым пры пастаянным аб'ёме перавялі ў стан з тэмпературай, роўнай першапачатковай тэмпературы $T_1 = 300$ К. Выявілася, што ў выніку газу перададзена колькасць

цеплаты $Q = 12,45$ кДж. У колькі разоў павялічыўся аб'ём газу? Універсальная газавая пастаянная $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$.

- 419.** Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, займаў аб'ём $V_1 = 1,0$ м³. Спачатку газ ізобарна нагрэлі, і яго аб'ём павялічыўся да $V_2 = 3,0$ м³. Потым газ працягвалі награвать ізохорна. Пры гэтым ціск узрос да $p_3 = 500$ кПа. Вызначыце ціск газу ў пачатковым стане, калі пры пераходзе з пачатковага стану ў канчатковы газ атрымаў колькасць цеплаты $Q = 2,35$ МДж.
- 420.** У пасудзіне змяшчаецца ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога ν , пры абсалютнай тэмпературы T_1 . Пры ізохорным награванні сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул газу павялічылася ў n разоў. Вызначыце колькасць цеплаты, падведзеную да газу.
- 421.** Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,0$ моль, перавялі са стану 1 у стан 4 (мал. 61). Якую колькасць цеплаты надалі газу, калі пры ізатэрмічным расшырэнні сілы ціску газу выканалі работу $A_{23} = 9,28$ кДж? У стане 1 тэмпература газу была $t_0 = 27$ °С. Універсаль-



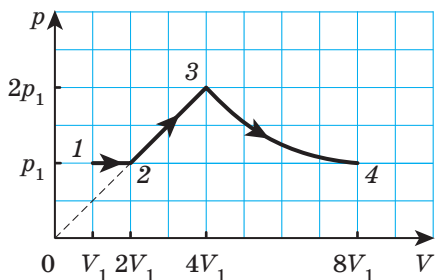
Мал. 61

ная газавая пастаянная $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$. У колькі разоў змянілася сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул?

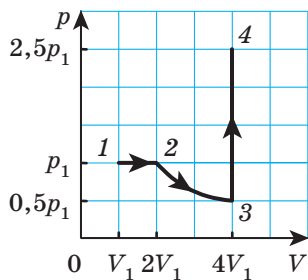
422. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,0$ моль, перавялі са стану 1 у стан 4 (мал. 62). Якую колькасць цеплаты надалі газу, калі пры ізатэрмічным расшырэнні сілы ціску газу выканалі работу $A_{34} = 2,79$ кДж? Тэмпература газу ў першым стане $T_1 = 300$ К. Універсальная газавая пастаянная $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$.

423. Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,0$ моль, перавялі са стану 1 у стан 4 (мал. 63), надаўшы яму колькасць цеплаты $Q_{14} = 49$ кДж. Пры ізатэрмічным расшырэнні сілы ціску газу выканалі работу $A_{23} = 0,86$ кДж. Вызначыце абсалютную тэмпературу газу ў першым стане. Універсальная газавая пастаянная $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$.

424. * У дзвюх цеплаізаляваных пасудзінах, злучаных тонкай трубкай з кранам, знаходзіцца гелій у колькасцях $\nu_1 = 2,0$ моль і $\nu_2 = 3,0$ моль пры тэмпературах $T_1 = 300$ К



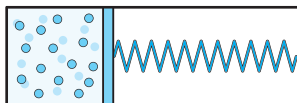
Мал. 62



Мал. 63

- і $T_2 = 400$ К адпаведна. Вызначыце, якой стане абсалютная тэмпература газу пасля адкрывання крана і ўстаўлення цеплавой раўнавагі.
- 425.** У дзвюх цеплаізалаваных пасудзінах аб'ёмам $V_1 = 2,0$ л і $V_2 = 5,0$ л, злучаных тонкай трубкай з кранам, знаходзіцца гелій пры розных тэмпературах пад ціскам $p_1 = 300$ кПа і $p_2 = 160$ кПа адпаведна. Вызначыце, які ціск устанавіцца ў пасудзінах пасля адкрыцця крана і наступлення цеплавой раўнавагі.
- 426.** Ідэальны газ, які змяшчаецца ў пасудзіне, двойчы пераводзілі са стану *1* з ціскам $p_1 = 200$ кПа і аб'ёмам $V_1 = 1,0$ м³ у стан *2* з ціскам $p_2 = 400$ кПа і аб'ёмам $V_2 = 3,0$ м³. Адзін раз перавод ажыццяўляўся спачатку па ізабарным законе, потым — па ізахорным. Другі раз наадварот: спачатку — па ізахорным законе, а потым — па ізабарным. Вызначыце розніцу колькасцей цеплаты, нададзеных газу.
- 427.** Ціск гелію масай $m = 4,0$ г павялічваецца прама прапарцыянальна аб'ёму. Вызначыце, якую колькасць цеплаты падвялі да газу пры павелічэнні яго тэмпературы на $\Delta T = 20$ К.
- 428.** Залежнасць абсалютнай тэмпературы ад аб'ёму ідэальнага аднаатамнага газу, колькасць рэчыва якога $\nu = 2,5$ моль, мае выгляд: $T = \alpha V^2$, дзе α — пастаянная велічыня. Вызначыце колькасць цеплаты, нададзеную газу, калі яго тэмпература ўзрасла на $\Delta T = 150$ К.
- 429.** У працэсе расшырэння да ідэальнага аднаатамнага газу была падведзена колькасць цеплаты, якая ў $n = 4$ разы перавышала значэнне ўнутранай энергіі газу ў пачатковым стане. У колькі разоў павялічыўся аб'ём газу, калі ціск павялічваўся прама прапарцыянальна аб'ёму?

430. У цеплаізаляваным гарызантальным цыліндры (мал. 64) з аднаго боку ад замацаванага гладкага поршня знаходзіўся ідэальны аднаатамны газ пры абсалютнай тэмпературы T_1 , з другога боку быў створаны вакуум. Спружына спачатку не была дэфармаванай. Поршань вызвалілі. Пасля ўстанаўлення раўнавагі аб'ём газу павялічыўся ўдвая. Вызначыце абсалютную тэмпературу газу ў канчатковым стане. Цеплаёмістасць цыліндра, поршня і спружыны не прымаць да ўвагі.



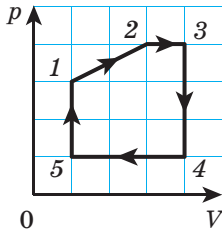
Мал. 64

12. Цыклы. Цеплавые рухавікі

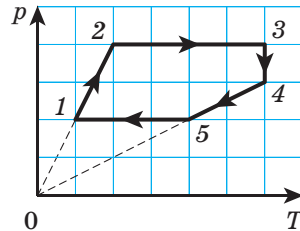
Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Эфектыўны каэфіцыент карыснага дзеяння (ККДз) цеплавога рухавіка	$\eta_o = \frac{E_k}{E} \cdot 100 \%$	η_o — эфектыўны ККДз цеплавога рухавіка; E_k — карысная энергія; E — энергія, атрыманая цеплавым рухавіком пры поўным згаранні паліва
Тэрмічны ККДз цеплавога рухавіка	$\eta = \frac{A_{ц}}{Q_1} \cdot 100 \%$ або $\eta = \frac{Q_1 - Q_2 }{Q_1} \cdot 100 \%$	η — тэрмічны ККДз цеплавога рухавіка; $A_{ц}$ — работа, якую выконвае рабочае цела за адзін цыкл; Q_1 — колькасць цеплаты, атрыманая рабочым целам ад нагрэвальніка за цыкл; Q_2 — колькасць цеплаты, адданая рабочым целам халадзільніку за цыкл

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
ККДз цыкла Карно	$*\eta_K = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$	η_K — ККДз цыкла Карно; T_1 — тэмпература нагрэвальніка; T_2 — тэмпература халадзільніка

431. Стан ідэальнага газу змяняўся па замкнутым цыкле, графік якога паказаны на малюнку 65. На якіх участках графіка газ атрымліваў энэргію?
432. Стан ідэальнага газу змяняўся па замкнутым цыкле, графік якога паказаны на малюнку 66. На якіх участках графіка газ аддаваў энэргію?

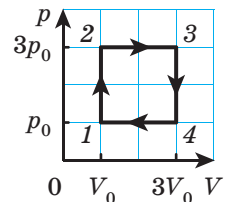


Мал. 65



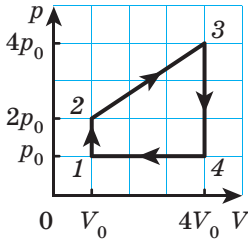
Мал. 66

433. Цыклічны працэс, які выконвае ідэальны аднаатамны газ, складаецца з дзвюх ізахор і дзвюх ізабар (мал. 67). Вызначыце колькасць цеплаты, атрыманую газам за адзін цыкл, калі ў стане 1 ціск і аб'ём газу роўныя p_0 і V_0 адпаведна.

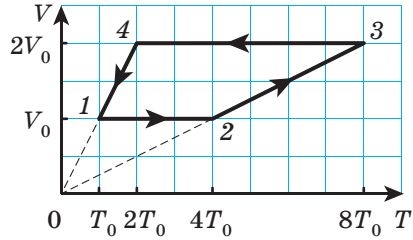


Мал. 67

434. На малюнку 68 паказаны цыклічны працэс, праведзены з ідэальным аднаатамным газам. У стане 1 ціск $p_0 = 40$ кПа. Вызначыце аб'ём газу ў стане 1, калі за адзін цыкл газ атрымаў колькасць цеплаты $Q_1 = 0,63$ МДж.



Мал. 68

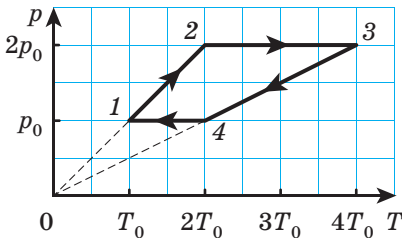


Мал. 69

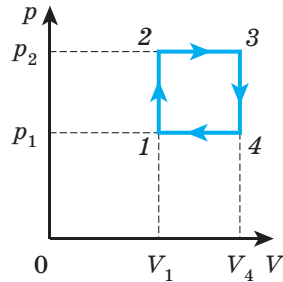
435. На малюнку 69 паказаны цыклічны працэс, праведзены з ідэальным аднаатамным газам. У стане 1 ціск і аб'ём газу роўныя $p_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па і $V_0 = 0,40$ м³ адпаведна. Вызначыце колькасць цеплаты, адданую газам за цыкл.

436. На малюнку 70 паказаны цыклічны працэс, праведзены з ідэальным аднаатамным газам. У стане 1 ціск і аб'ём газу роўныя $p_0 = 6,0 \cdot 10^4$ Па і $V_0 = 50$ см³ адпаведна. Вызначыце карысную работу, выкананую сіламі ціску газу за $n = 10$ цыклаў.

437. Цыкл, праведзены з ідэальным газам, колькасць рэчыва якога $\nu = 3,0$ моль, складаецца з дзвюх ізахор і дзвюх ізабар (мал. 71). Адносіны ціскаў пры ізахорных працэсах $\frac{p_2}{p_1} = \frac{5}{4}$. Адносіны аб'ёмаў газу пры ізабарных



Мал. 70



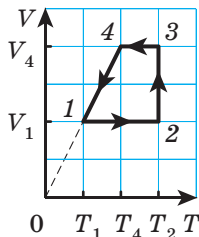
Мал. 71

працэсах $\frac{V_4}{V_1} = \frac{6}{5}$. Вызначыце работу сіл ціску газу, выкананую за адзін цыкл. Рознасць паміж максімальнай і мінімальнай тэмпературай газу ў цыкле $\Delta T = 100$ К.

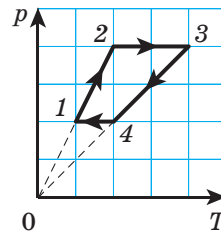
438. На малюнку 72 паказаны цыкл, які выконвае ідэальны газ, што знаходзіцца ў цыліндры ў колькасці $\nu = 1,5$ моль. Тэмпература газу $T_1 = 300$ К, $T_4 = 600$ К. Вызначыце карысную работу, выкананую сіламі ціску газу за цыкл, калі на ўчастку 2—3 газу была перададзена колькасць цеплаты $Q_{23} = 6,84$ кДж.

439. Цыкл, праведзены з ідэальным газам, колькасць рэчыва якога $\nu = 3,0$ моль, складаецца з дзвюх ізахор і дзвюх ізабар (мал. 73). У стане 1 сярэдняя квадратычная скорасць цеплавога руху малекул $\langle v_{\text{кв1}} \rangle = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Малярная маса газу $M = 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Вызначыце работу сіл ціску газу, выкананую за адзін цыкл.

440. Стан ідэальнага аднаатамнага газу змяняецца па замкнутым цыкле, які складаецца з дзвюх ізахор і дзвюх ізабар (мал. 73). Маса газу $m = 20$ г, яго малярная маса $M = 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Тэмпература газу ў першым стане $T_1 = 256$ К,



Мал. 72



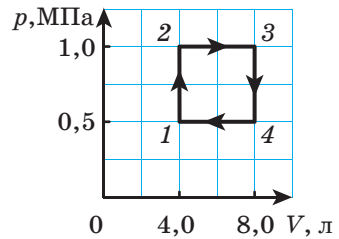
Мал. 73

у трэцім стане — $T_3 = 1024$ К. Вызначыце карысную работу, выкананую сілай ціску газу за цыкл, калі ў другім і чацвёртым станах тэмпература газу аднолькавая: $T_2 = T_4$.

- 441.** Ідэальны аднаатамны газ, колькасць рэчыва якога пастаянная, выконвае цыклічны працэс $1-2-3-4-1$, які складаецца з дзвюх ізабар $1-2$ і $3-4$ і дзвюх ізатэрмаў $2-3$ і $4-1$. Пры ізабарным сцісканні $3-4$ газ аддае колькасць цеплаты $|Q_{34}| = 75$ кДж. Вызначыце работу сіл ціску газу пры ізабарным расшырэнні $1-2$.
- 442.** Ідэальны газ у цеплавым рухавіку за адзін цыкл атрымаў ад нагрэвальніка колькасць цеплаты $Q_1 = 5,5$ кДж і аддаў халадзільніку колькасць цеплаты $|Q_2| = 4,4$ кДж. Вызначыце тэрмічны ККДз цеплавога рухавіка.
- 443.** У цеплавым рухавіку газ выканаў за адзін цыкл карысную работу $A = 1,8$ кДж. Пры гэтым халадзільніку была перададзена колькасць цеплаты $|Q_2| = 7,2$ кДж. Вызначыце тэрмічны ККДз цеплавога рухавіка.
- 444.** Тэрмічны ККДз цеплавога рухавіка $\eta_1 = 19$ %. У выніку ўдасканалення рухавіка колькасць цеплаты, атрыманая ад нагрэвальніка ў адзінку часу, павялічылася на $\varepsilon = 8$ %, але пры гэтым колькасць цеплаты, адданая халадзільніку, засталася ранейшай. Вызначыце тэрмічны ККДз удасканаленага цеплавога рухавіка.
- 445.** Тэрмічны ККДз цеплавога рухавіка $\eta_1 = 20$ %. Вызначыце тэрмічны ККДз рухавіка, калі колькасць цеплаты, атрыманую ад нагрэвальніка за цыкл, павялічыць на $\alpha = 20$ %, а колькасць цеплаты, адданую халадзільніку, паменшыць на $\beta = 16$ %.

446. Першапачатковы тэрмічны каэфіцыент карыснага дзеяння цеплага рухавіка быў $\eta_1 = 40\%$. Потым колькасць цеплаты, адданую халадзільніку за адзін цыкл, павялічылі на $\alpha = 36\%$. Вызначыце, які стаў тэрмічны ККДз рухавіка, калі карысная работа, выкананая сіламі ціску газу за адзін цыкл, паменшылася на $\beta = 4\%$.

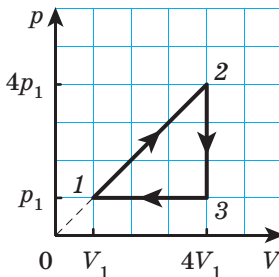
447. Стан ідэальнага аднаатамнага газу змяняецца па цыкле, адлюстраваным на малюнку 74. Вызначыце за адзін цыкл: а) карысную работу, выкананую сілай ціску газу; б) колькасць цеплаты, атрыманую ад награвальніка; в) колькасць цеплаты, адданую халадзільніку; г) максімальнае змяненне ўнутранай энергіі газу; д) тэрмічны ККДз цыкла.



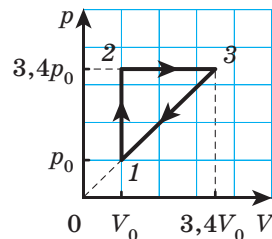
Мал. 74

448. Цеплавы рухавік працуе па цыкле, адлюстраваным на малюнку 75. Рабочым целам рухавіка з'яўляецца ідэальны аднаатамны газ. Вызначыце тэрмічны каэфіцыент карыснага дзеяння цыкла.

449. Ідэальны аднаатамны газ выконвае замкнуты цыкл, адлюстраваны на малюнку 76. Вызначыце тэрмічны ККДз цыкла.

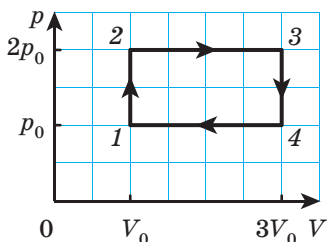


Мал. 75

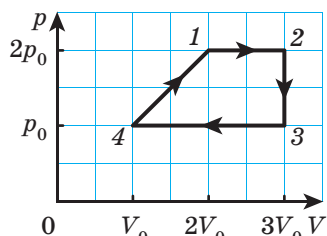


Мал. 76

450. Ідэальны аднаатамны газ выконвае замкнуты цыкл, які складаецца з двух ізахорных і двух ізабарных працэсаў. Пры ізахорным нагрыванні ціск павялічваецца ў $\alpha = 2,0$ раза, а пры ізабарным нагрыванні аб'ём павялічваецца на $\beta = 70\%$. Вызначыце тэрмічны ККДз цыкла, калі вядома, што карысная работа сіл ціску газу дадатная.
451. Ідэальны аднаатамны газ выконвае замкнуты цыкл, адлюстраваны на малюнку 77. Вызначыце тэрмічны ККДз цыкла.
452. Ідэальны аднаатамны газ выконвае замкнуты цыкл, адлюстраваны на малюнку 78. Вызначыце тэрмічны ККДз цыкла.

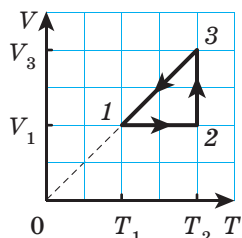


Мал. 77



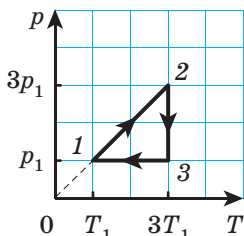
Мал. 78

453. Цеплавы рухавік, тэрмічны ККДз якога $\eta = 13\%$, працуе па цыкле, адлюстраваным на малюнку 79. Рабочым целам з'яўляецца $\nu = 0,50$ моль ідэальнага аднаатамнага газу. У стане 1 тэмпература газу $T_1 = 335$ К. Вызначыце работу, выкананую сіламі ціску газу пры ізатэрмічным расшырэнні, калі аб'ём $V_3 = 2V_1$.

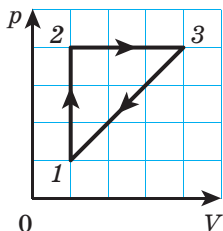


Мал. 79

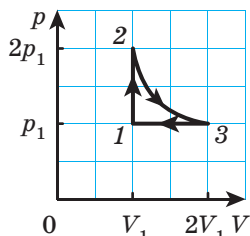
454. Цеплавы рухавік працуе па цыкле, адлюстраваным на малюнку 80. Рабочым целам з'яўляецца ідэальны аднаатамны газ. У стане 1 ціск газу $p_1 = 1,0 \cdot 10^5$ Па, аб'ём



Мал. 80



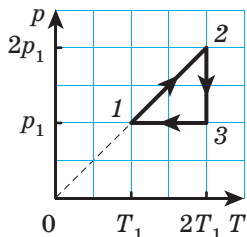
Мал. 81



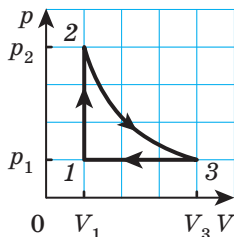
Мал. 82

$V_1 = 8 \text{ дм}^3$. Знайдзіце ККДз цыкла, калі колькасць цеплаты, атрыманая газам пры ізатэрмічным расшырэнні, $Q_{23} = 2,6 \text{ кДж}$.

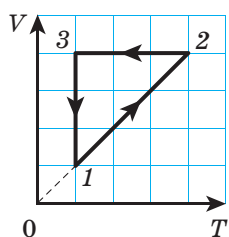
- 455.** Над ідэальным аднаатамным газам у цеплавым рухавіку выкананы цыкл $1-2-3-1$ (мал. 81). Карысная работа, якая выконваецца газам у гэтым цыкле, у $n = 9,0$ раза меншая за колькасць цеплаты, адданую газам на ўчастку $3-1$. Вызначыце тэрмічны ККДз цыкла.
- 456.** Ідэальны аднаатамны газ выконвае цыклічны працэс, які складаецца з ізахоры, ізатэрмы і ізабары (мал. 82). Ціск $p_1 = 400 \text{ кПа}$. Аб'ём $V_1 = 0,80 \text{ л}$. Вызначыце тэрмічны ККДз цыкла, калі пры ізатэрмічным расшырэнні выканана работа $A = 1,12 \text{ кДж}$.
- 457.** Ідэальны аднаатамны газ у колькасці $\nu = 3,8$ моль, які знаходзіцца ў цеплавым рухавіку, выканаў цыкл, адлюстраваны на малюнку 83. Тэрмічны ККДз рухавіка $\eta = 24 \%$. Вызначыце карысную работу, выкананую сіламі ціску газу за адзін цыкл, калі ў стане 1 тэмпература газу $T_1 = 300 \text{ К}$.
- 458.** Ідэальны аднаатамны газ выконвае цыкл, які складаецца з ізахоры, ізатэрмы і ізабары (мал. 84). Пры гэтым рознасць аб'ёмаў $V_3 - V_1 = 600 \text{ см}^3$. Тэрмічны ККДз цыкла $\eta = 20 \%$. Вызначыце ціск газу ў стане 1, калі газ за адзін цыкл атрымаў ад награвальніка колькасць цеплаты $Q_1 = 1,2 \text{ кДж}$.



Мал. 83



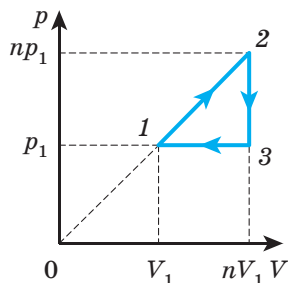
Мал. 84



Мал. 85

459. Цеплавны рухавік працуе па цыкле, адлюстраваным на малюнку 85. Рабочым целам рухавіка з'яўляецца ідэальны аднаатамны газ, сілы ціску якога пры ізобарным расшырэнні выконваюць работу $A_{12} = 1,5$ кДж. Вызначыце тэрмічны ККДз цеплавога рухавіка, калі пры ізатэрмічным сцісканні знешнія сілы выконваюць работу $A_{31} = 0,90$ кДж.

460. Ідэальны аднаатамны газ выконвае замкнуты цыкл, адлюстраваны на малюнку 86. Вызначыце значэнне n , калі тэрмічны ККДз цыкла $\eta = 12,5$ %.



Мал. 86

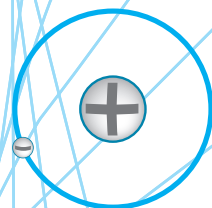
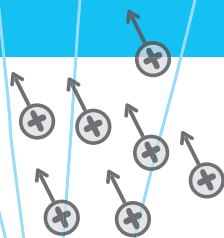
461. Для забеспячэння работы рухавіка ўнутранага згарання, эфектыўны ККДз якога $\eta_0 = 20$ %, назапашаны бензін аб'ёмам $V = 6,6$ м³. Вызначыце, на колькі сутак хопіць запасу паліва пры штодзённай рабоце на працягу часу $\tau = 7,0$ г, калі сярэдняя магутнасць рухавіка ў час работы $\langle P \rangle = 15$ кВт.

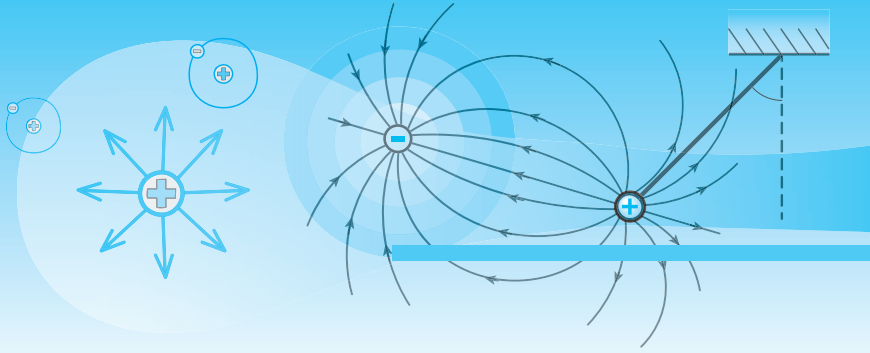
462. Вызначыце модуль скорасці руху аўтобуса, калі ён расходuje $m = 30$ кг дызельнага паліва на $s = 100$ км шляху. Магутнасць рухавіка $P = 105$ кВт. Яго эфектыўны каэфіцыент карыснага дзеяння $\eta_0 = 35$ %.

463. Вызначыце эфектыўны ККДз цеплавога рухавіка магутнасцю $P = 70$ кВт, калі за прамежак часу $\Delta t = 30$ мін ён спажывае бензін аб'ёмам $V = 9,2$ л.
464. Вызначыце магутнасць рухавіка аўтамабіля, калі за прамежак часу $\Delta t = 45$ мін ён затрачвае бензін масай $m = 4,0$ кг. Эфектыўны ККДз цеплавога рухавіка $\eta_3 = 25$ %.
465. Аўтамабіль рухаецца з пастаяннай скорасцю па гарызантальным участку дарогі. На шляху $s = 50$ км ён расходаваў $m = 3,5$ кг бензіну. Вызначыце модуль сілы супраціўлення, якая дзейнічае на аўтамабіль, калі эфектыўны ККДз рухавіка $\eta_3 = 32$ %.

ЭЛЕКТРА- ДЫНАМІКА

- III. Электростатыка
- IV. Пастаянны электрычны ток
- V. Магнітнае поле.
Электрамагнітная індукцыя
- VI. Электрычны ток у розных
асяроддзях





III. ЭЛЕКТРАСТАТИКА

13. Электрычны зарад. Закон захавання электрычнага зараду. Закон Кулона

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Зарад цела	$q = e(N_p - N_e)$	q — зарад цела; N_p — лік пратонаў у цэле; N_e — лік электронаў у цэле; e — элементарны зарад ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл)
Закон захавання электрычнага зараду	$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$	$q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ — электрычныя зарады; n — лік зарадаў у ізаляванай сістэме
Закон Кулона	$F = k \frac{ q_1 q_2 }{\epsilon r^2}$	F — модуль сілы ўзаемадзеяння двух нерухомых пунктавых зараджаных цел; $ q_1 $ і $ q_2 $ — модулі пунктавых зарадаў; r — адлегласць паміж зарадамі; k — каэфіцыент прапарцыянальнасці $(k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2})$,

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
		дзе $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$ — электрычная пастаянная); ϵ — дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва
Дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва	$\epsilon = \frac{F_0}{F}$	ϵ — дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва; F_0 — модуль сілы электрстатычнага ўзаемадзеяння зарадаў у вакууме; F — модуль сілы электрстатычнага ўзаемадзеяння зарадаў у аднародным асяроддзі
Прынцып суперпазіцыі для кулонаўскіх сіл	$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$	\vec{F} — выніковая сіл, якія дзейнічаюць на зарад q з боку іншых зарадаў; $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ — сілы, з якімі асобныя зарады дзейнічаюць на зарад q

- 466.** Як, выкарыстоўваючы эбанітавую палачку і кавалак футра, вызначыць знак зараду электраскопа?
- 467.** Як, выкарыстоўваючы шкляную палачку і кавалак шоўкавай тканіны, вызначыць знак зараду паветранага шарыка, які пацерлі аб цэлафан?
- 468.** Гумавую палоску пацерлі аб пластыкавую пласцінку ўдвая большага аб'ёму. Ці роўныя модулі зарадаў, атрыманых у выніку трэння, на палосцы і пласцінцы?
- 469.** Да металічнай гільзы, падвешанай на шоўкавай нітцы, паднеслі адмоўна зараджаную палачку. Ці з'яўляецца

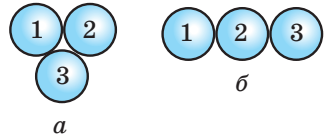
зараджанай гільза, калі яна: а) прыцягнулася да палачкі; б) адштурхнулася ад палачкі?

470. Эбанітавая пласцінка, пацертая аб кавалак футры, зарадзілася адмоўна, а футра — дадатна. Ці змянілася маса пласцінкі і футра пасля электрызацыі?
471. Шкляной палачкай, наэлектрызаванай шоўкавай тканінай, дакрануліся да стрыжня электрометра. Стрэлка прыбора адхілілася. Ці зменіцца паказанне электрометра, калі да яго стрыжня дакрануцца шоўкавай тканінай?
472. Зараджаны шарык вісіць на тонкай шоўкавай нітцы. Як зменіцца сіла нацяжэння ніткі, калі знізу да шарыка паднесці іншы шарык, зараджаны: а) аднайменным зарадам; б) рознаіменным зарадам?
473. Часам пры нанясенні фарбы пульверызатарам на металічную паверхню ёй надаюць зарад аднаго знака, а кропелькам фарбы — зарад процілеглага знака. З якой мэтай зараджаюць фарбу і паверхню?
474. Металічныя шарыкі роўнага радыуса спачатку зарадзілі аднайменнымі роўнымі зарадамі, а потым разрадзілі і зноў зарадзілі, але рознаіменнымі зарадамі, роўнымі па велічыні першапачатковым зарадам. Ці з аднолькавай электрычнай сілай узаемадзейнічалі шарыкі ў гэтых выпадках?
475. Лёгкая зараджаная гільза вісіць на непроводнай нітцы. Калі да гільзы паднесці моцна наэлектрызаваную палачку, зараджаную аднайменным з гільзай зарадам, то часам назіраецца не адштурхванне гільзы ад палачкі, а прыцягненне яе да палачкі. Як патлумачыць гэты парадокс?
476. Першапачаткова нейтральны стрыжань электраскопа зарадзілі адмоўным зарадам q_1 , потым стрыжню перадалі дадатны зарад q_2 . Які электрычны зарад аказаўся на стрыжні электраскопа, калі $q_2 = 3|q_1|$?

477. Ад кроплі вады, якая мае зарад $q_1 = -20e$, аддзялілася кропелька з электрычным зарадам $q_2 = -3e$, дзе e — элементарны зарад. Вызначыце зарад кроплі вады, якая засталася.
478. Колькі электронаў павінна згубіць пластмасавая лінейка, каб набыць зарад $q = 3,2$ нКл?
479. Два металічныя аднолькавыя шарыкі, электрычныя зарады якіх $q_1 = -9,6 \cdot 10^{-18}$ Кл і $q_2 = 9,6 \cdot 10^{-18}$ Кл, прывялі ў судакрананне. Колькі электронаў перайшло з аднаго шарыка на другі?
480. Вызначыце сумарны зарад электронаў, агульная маса якіх складае $m = 9,1 \cdot 10^{-12}$ кг.
481. Першапачаткова нейтральная эбанітавая палачка пры трэнні аб футравую тканіну набыла зарад $q = -0,72$ нКл. Вызначыце сумарную масу электронаў, якія перайшлі з тканіны на палачку.
482. Зарад металічнага шарыка $q_1 = 4$ нКл. На колькі павялічыцца зарад шарыка, калі яго прывесці ў судакрананне з такім жа металічным шарыкам, зарад якога $q_2 = 16$ нКл?
483. Два аднолькавыя металічныя шарыкі з аднайменнымі дадатнымі зарадамі, велічыні якіх адносяцца як 1 : 3, прывялі ў судакрананне. Пры гэтым зарад аднаго з шарыкаў павялічыўся на $\Delta q = 2 \cdot 10^{-10}$ Кл. Вызначыце зарад кожнага шарыка да судакранання.
484. Два роўныя па памеры праводныя шарыкі з аднайменнымі зарадамі прывялі ў судакрананне. Пры гэтым зарад аднаго з шарыкаў павялічыўся на 40 %. Вызначыце адносіны зарадаў шарыкаў да судакранання.
485. Пры судакрананні двух аднолькавых праводных шарыкаў, зарады якіх q_1 і q_2 , зарад першага шарыка стаў $q'_1 = -\frac{q_1}{4}$. Вызначыце зарад другога шарыка да судакранання.

486. Пасля судакранання двух аднолькавых металічных шарыкаў, модулі зарадаў якіх адрозніваліся ў $n = 5,0$ раз, зарад кожнага шарыка стаў $q = 24$ мкКл. Вызначыце зарады шарыкаў да судакранання, калі вядома, што яны былі рознаіменнымі і $|q_2| > |q_1|$.

487. Тры аднолькавыя сталёныя шарыкі маюць зарады $q_1 = 15$ пКл, $q_2 = 75$ пКл і $q_3 = -30$ пКл. Якімі будуць зарады кожнага шарыка, калі іх прывесці ў судакрананне двума спосабамі, адлюстраванымі на малюнку 87, а, б?



Мал. 87

488. Унутраная энергія ідэальнага аднаатамнага газу, які знаходзіцца пры абсалютнай тэмпературы T , роўная U . Які зарад меў бы газ, калі б усе яго атамы былі аднаразова іанізаваны?

489. Які зарад набыў бы свінцовы шарык масай $m = 207$ г, калі б кожны атам шарыка згубіў па адным электроне?

490. У балоне аб'ёмам $V = 20$ л змяшчаецца неон пры ціску $p = 120$ кПа. Сярэдняя квадратычная скорасць атамаў газу $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Вызначыце, якім будзе сумарны зарад газу, калі пасля апраменьвання 10 % атамаў аднаразова іанізуюцца.

491. Як зменіцца сіла электрастатычнага ўзаемадзеяння двух пунктавых зарадаў: а) пры павелічэнні модуля аднаго з зарадаў у 2 разы; б) пры памяншэнні модуля аднаго з зарадаў у 2 разы; в) пры павелічэнні адлегласці паміж імі ў 3 разы; г) пры памяншэнні адлегласці паміж імі ў 2 разы і памяншэнні модуля кожнага з зарадаў на 10 %; д) пры запаўненні прасторы паміж зарадамі гліцэрынай, дыэлектрычная пранікальнасць якой $\epsilon = 39$?

492. Два пунктавыя зарады, знаходзячыся ў вакууме, узаемадзейнічаюць адзін з адным з сілай, модуль якой $F_0 = 8,0$ мН. Якім будзе модуль сілы ўзаемадзеяння паміж зарадамі, калі: а) модуль кожнага з зарадаў павялічыць у два разы; б) адлегласць паміж зарадамі павялічыць у два разы; в) запоўніць прастору, якая акружае зарады, рэчывам, дыэлектрычная пранікальнасць якога $\epsilon = 2,0$?

З а ў в а г а. Калі ў задачы не ўказана асяроддзе, у якім знаходзяцца зарады, то лічыць, што зарады знаходзяцца ў вакууме, дыэлектрычная пранікальнасць якога $\epsilon = 1$.

493. Вызначыце модуль сілы ўзаемадзеяння двух пунктавых зарадаў $q_1 = 10$ нКл і $q_2 = 15$ нКл, якія знаходзяцца ў вакууме на адлегласці $r = 50$ мм адзін ад аднаго.

494. Два аднолькавыя пунктавыя зарады адштурхваюцца ў паветры адзін ад аднаго з сілай, модуль якой $F = 4$ мН. Вызначыце модуль кожнага зараду, калі адлегласць паміж імі $r = 3$ см.

495. Заряд $q_1 = 2,5$ мкКл прыцягваецца ў вакууме да зараду $q_2 = -1,6$ мкКл з сілай, модуль якой $F = 10$ Н. Вызначыце адлегласць паміж зарадамі.

496. Пунктавы заряд $q_1 = -1$ мкКл прыцягваецца ў газе да зараду $q_2 = 4$ мкКл, які знаходзіцца на адлегласці $r = 10$ см, з сілай, модуль якой $F = 1,8$ Н. Вызначыце дыэлектрычную пранікальнасць газы.

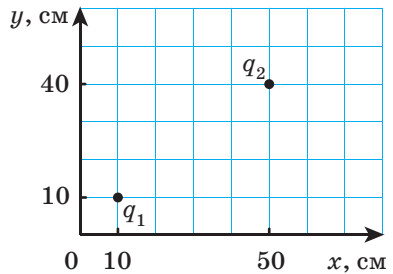
497. Два пунктавыя зарады, якія знаходзяцца ў вакууме на адлегласці $r_1 = 5,0$ см адзін ад аднаго, узаемадзейнічаюць з сілай, модуль якой $F_1 = 120$ мкН, а знаходзячыся ў вадкім дыэлектрыку на адлегласці $r_2 = 10,0$ см, — з сілай, модуль якой $F_2 = 15$ мкН. Вызначыце дыэлектрычную пранікальнасць дыэлектрыка.

498. Два дадатныя пунктавыя зарады, знаходзячыся ў дыэлектрыку на адлегласці $r = 10$ см адзін ад аднаго, адштурхваюцца з сілай, модуль якой $F = 1,8$ Н. Якая

велічыня другога зараду, калі першы зарад $q_1 = 1$ мкКл? Дыэлектрычная пранікальнасць дыэлектрыка $\varepsilon = 4$.

499. Калі адлегласць паміж двума пунктавымі зарадамі паменшыць на $\Delta r = 20$ см, сіла ўзаемадзеяння паміж імі павялічыцца ў $n = 4$ разы. Вызначыце першапачатковую адлегласць паміж зарадамі.
500. Модуль сілы, з якой адштурхваюцца дзве адмоўна зараджаныя маленькія пылінкі, што знаходзяцца ў паветры на адлегласці $r = 3,2$ см адна ад адной, $F = 9,0 \cdot 10^{-5}$ Н. Вызначыце лік «лішніх» электронаў на кожнай пылінцы, калі зарады пылінак аднолькавыя.

501. На малюнку 88 адлюстравана становішча двух пунктавых зарадаў $q_1 = 1,0$ мкКл і $q_2 = 2,5$ мкКл у прамавугольнай сістэме каардынат xOy . Вызначыце праекцыі на восі каардынат сілы, якая дзейнічае на другі зарад. Зарады размешчаны ў вакууме.



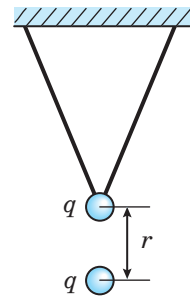
Мал. 88

502. Два зараджаныя шарыкі, знаходзячыся ў вакууме на адлегласці, якая значна перавышае іх памеры, прыцягваюцца адзін да аднаго з некаторай сілай, модуль якой роўны F_0 . У пачатковым стане зарады шарыкаў роўныя: $|q_1| = |q_2|$. Не змяняючы адлегласць паміж шарыкамі, палову зараду з аднаго з іх перанеслі на другі. У выніку модуль сілы ўзаемадзеяння паміж шарыкамі стаў $F = 12$ мН. Вызначыце модуль сілы F_0 .
503. У колькі разоў зменіцца сіла кулонаўскага адштурхвання дзвюх маленькіх пацерак з першапачаткова аднолькавымі зарадамі, калі, не змяняючы адлегласць паміж імі, перанесці дзве трэція зараду з адной пацэркі на другую?

- 504.** Два зараджаныя шарыкі, знаходзячыся ў вакууме на адлегласці, якая значна перавышае іх памеры, прыцягваюцца адзін да аднаго з некаторай сілай, модуль якой роўны F_0 . У пачатковым стане модулі зарадаў шарыкаў аднолькавыя: $|q_1| = |q_2|$. Не змяняючы адлегласць паміж шарыкамі, палову зараду з аднаго з іх перанесли на другі. У выніку модуль сілы ўзаемадзеяння паміж шарыкамі змяніўся на $|\Delta F| = 12$ мкН. Вызначыце модуль сілы F_0 .
- 505.** Два металічныя шарыкі роўнага дыяметра знаходзіліся ў вакууме і мелі зарады $q_1 = -40$ мкКл і $q_2 = 20$ мкКл. Пасля судакранання шарыкаў адзін з адным і развядзення іх на ранейшую адлегласць модуль сілы электрстатычнага ўзаемадзеяння паміж імі стаў $F_1 = 11$ мН. Вызначыце модуль сілы электрстатычнага ўзаемадзеяння паміж шарыкамі да судакранання.
- 506.** Два аднолькавыя па памеры аднайменна зараджаныя маленькія металічныя шарыкі знаходзяцца на адлегласці $r_1 = 30$ см адзін ад аднаго. Зарад аднаго шарыка ў $n = 9,0$ раза большы за зарад другога. Шарыкі прывялі ў судакрананне і развялі на адлегласць r_2 . Вызначыце r_2 , калі сіла ўзаемадзеяння паміж шарыкамі засталася ранейшай.
- 507.** Адлегласць паміж пунктавымі дадатнымі зарадамі павялічылі на $\Delta r = 24$ см, а велічыню кожнага зараду павялічылі ў $n = 3,0$ раза. Вызначыце першапачатковую адлегласць паміж зарадамі, калі сіла ўзаемадзеяння зарадаў не змянілася.
- 508.** Два аднолькавыя па памеры металічныя шарыкі, якія знаходзяцца ў вакууме, маюць зарады $q_1 = 7$ мкКл і $q_2 = -3$ мкКл. Шарыкі прывялі ў судакрананне і развялі на некаторую адлегласць r , пасля чаго модуль сілы іх узаемадзеяння стаў $F = 0,4$ Н. Вызначыце адлегласць r .

- 509.** Два маленькія праводныя аднолькавыя па памеры шарыкі, знаходзячыся ў паветры, прыцягваюцца адзін да аднаго з сілай, модуль якой $F_1 = 1,6$ мкН. Модуль зараду аднаго з шарыкаў у $n = 4,0$ раза большы за модуль зараду другога шарыка. Вызначыце модуль сілы, з якой будуць адштурхвацца шарыкі, калі іх прывесці ў судакрананне і зноў развесці на ранейшую адлегласць.
- 510.** Два аднолькавыя металічныя шарыкі прыцягваюцца з некаторай сілай. Шарыкі прывялі ў судакрананне і развялі на адлегласць у $n = 2$ разы большую за ранейшую. Пры гэтым модуль сілы ўзаемадзеяння паміж зарадамі паменшыўся ў $k = 5$ разоў. Вызначыце модуль зараду другога шарыка да судакранання, калі зарад першага шарыка быў $q_1 = 15$ нКл.
- 511.** Два аднолькавыя праводныя шарыкі, якія валодаюць зарадамі $q_1 = -50$ нКл і $q_2 = 10$ нКл, знаходзіліся на некаторай адлегласці адзін ад аднаго. Іх прывялі ў судакрананне і развялі на ранейшую адлегласць. На колькі працэнтаў пры гэтым змяніўся модуль сілы ўзаемадзеяння зарадаў? Разгледзьце выпадак, калі першы шарык да судакранання меў зарад $q_1 = 50$ нКл.
- 512.** Два аднайменныя пунктавыя зарады, якія знаходзяцца ў дыэлектрыку з дыэлектрычнай пранікальнасцю $\epsilon = 6$ на адлегласці $r = 2$ м адзін ад аднаго, адштурхваюцца з сілай, модуль якой $F = 3$ мН. Вызначыце велічыню кожнага зараду, калі іх сумарны зарад $Q = 6$ мкКл.
- 513.** Шарык масай $m = 90$ мг, які знаходзіцца ў вакууме, падвешаны на непроводнай нітцы і мае зарад $q_1 = 10$ нКл. Пасля таго як пад шарыкам на адлегласці $r = 10$ см ад яго размясцілі пунктавы зарад іншага знака, сіла нацяжэння ніткі павялічылася ўдвая. Вызначыце модуль пунктавага зараду.

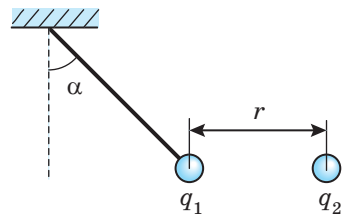
514. Тонкая шоўкавая нітка, на якой у вакууме падвешаны маленькі шарык масай $m = 600$ мг і зарадам $q_1 = 16$ нКл, вытрымлівае максімальную сілу нацяжэння, модуль якой $F = 10$ мН. Знізу па адной вертыкалі да шарыка падносяць іншы маленькі шарык, зарад якога $q_2 = -9,0$ нКл. Вызначыце максімальную адлегласць паміж шарыкамі, пры якой нітка парвецца.
515. Два аднолькавыя невялікія праводныя шарыкі масай $m = 0,45$ г кожны падвешаны на бязважкіх вертыкальных нітках аднолькавай даўжыні $l = 30$ см так, што іх паверхні судакранаюцца. Пасля таго як сістэме надалі зарад, шарыкі разышліся так, што ніткі ўтварылі паміж сабой вугал $\varphi = 60^\circ$. Вызначыце зарад, які надалі сістэме.
516. Два аднолькавыя маленькія шарыкі масай $m = 80$ г кожны падвешаны ў вакууме на бязважкіх нітках роўнай даўжыні $l = 30$ см. Свабодныя канцы нітак замацаваны ў адным пункце. Які зарад трэба надаць кожнаму шарыку, каб ніткі разышліся пад прамым вуглом адна да адной?
517. Два маленькія шарыкі масай $m = 6,0$ г кожны падвешаны ў вакууме на непроводных лёгкіх нітках роўнай даўжыні $l = 13$ см. Свабодныя канцы нітак замацаваны ў адным пункце. Які зарад трэба надаць кожнаму шарыку, каб яны разышліся на адлегласць $r = 24$ см?
518. На дзвюх шоўкавых нітках роўнай даўжыні ў вакууме падвешаны дадатна зараджаны шарык масай $m = 1,8$ г (мал. 89). Знізу да яго падносяць другі такі ж шарык з такім жа зарадам. Пры гэтым модуль сілы нацяжэння ніткі памяншаецца ў $n = 2$ разы. Вызначыце зарад кожнага шарыка, калі адлегласць паміж цэнтрамі шарыкаў $r = 1,0$ см.



Мал. 89

519. Адзін з двух аднолькавых маленькіх праводных шарыкаў, якія судакранаюцца і знаходзяцца ў вакууме, нерухома замацаваны, а другі прывязаны да канца вертыкальнай бязважкай ніткі даўжынёй $l = 20$ см. Маса кожнага шарыка $m = 0,9$ г. Шарыкам надалі аднолькавыя электрычныя зарады, і нітка адхілілася на вугал $\alpha = 60^\circ$ ад вертыкалі. Які зарад быў нададзены кожнаму шарыку?

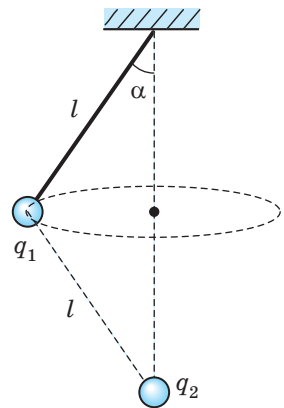
520. Маленькі шарык масай $m = 4$ г, зараджаны дадатным зарадам $q_1 = 16$ нКл, падвешаны ў паветры на бязважкай непроводнай пругкай нітцы. Калі да шарыка прыблізілі другі адмоўна зараджаны шарык з зарадам q_2 , нітка адхілілася на вугал $\alpha = 45^\circ$ ад вертыкалі, а адлегласць паміж шарыкамі стала $r = 6$ см (мал. 90). Вызначыце зарад q_2 .



Мал. 90

521. Маленькі шарык масай $m = 2,0$ г і зарадам $q = -0,10$ мкКл вісіць у паветры на тонкай шоўкавай бязважкай нітцы. На адной гарызанталі з шарыкам размешчаны пунктавы зарад $q_0 = -20$ нКл. Вызначыце вугал паміж ніткай і вертыкаллю, калі адлегласць паміж шарыкам і пунктавым зарадам $r = 3,0$ см.

522. Маленькі шарык масай m , які валодае зарадам $q_1 = -q$ (зарад $q > 0$) і падвешаны на шоўкавай нітцы, верцяць вакол вертыкальнай восі так, што нітка ўтварае з вертыкаллю вугал α . Нерухомы зарад $q_2 = q$ знаходзіцца на восі вярчэння на адлегласці l ад шарыка (мал. 91).



Мал. 91

Вызначыце перыяд абарачэння шарыка. Даўжыня ніткі роўная l .

- 523.** Вакол пунктавага зараду $q_1 = 5,0$ нКл па акружнасці радыуса $r = 3,0$ см у вакууме верціцца з вуглавой скорасцю $\omega = 5,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ маленькі адмоўна зараджаны шарык.

Вызначыце адносіны зараду шарыка да яго масы.

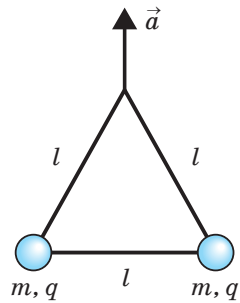
- 524.** Невялікі зараджаны шарык, які падвешаны на непроводнай нітцы, верціцца ў гарызантальнай плоскасці з вуглавой скорасцю $\omega_1 = 3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, пры гэтым у цэнтры акружнасці, якую ён апісвае, размешчаны такія ж самы зарад. Калі знак зараду шарыка, які верціцца, змяніць на процілеглы, то пры тым жа радыусе вярчэння вуглавая скорасць стане $\omega_2 = 4 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Вызначыце адлегласць ад пункта падвеса шарыка да плоскасці яго вярчэння.

- 525.** Два аднолькавыя маленькія шарыкі з зарадамі $q = -100$ нКл кожны рухаюцца па акружнасці радыуса $R = 10$ см вакол замацаванага дадатнага зараду $Q = |q| = 100$ нКл. Пры гэтым шарыкі знаходзяцца ў дыяметральна процілеглых пунктах акружнасці. Вызначыце вуглавую скорасць абарачэння шарыкаў, калі маса кожнага з іх $m = 0,30$ г.

- 526.** Падвешаны на непроводнай нітцы шарык масай $m = 1,0$ г мае зарад $q = 3$ нКл і рухаецца ў гарызантальнай плоскасці па акружнасці радыусам $r = 3,0$ см з вуглавой скорасцю $\omega_1 = 2,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. У цэнтр акружнасці змясцілі шар з такім жа зарадам. Вызначыце, якой павінна стаць вуглавая скорасць вярчэння шарыка, каб радыус акружнасці не змяніўся.

527. Маленькі шарык масай m і зарадам q , які падвешаны на непроводнай нітцы даўжынёй l , верціцца ў вакууме вакол вертыкальнай восі так, што нітка ўтварае з вертыкаллю вугал α . Вызначыце модуль сілы нацяжэння ніткі, калі ў пункце падвеса ніткі знаходзіцца яшчэ адзін нерухомы пунктавы зарад q .

528. Два аднолькавыя зараджаныя шарыкі масай $m = 5\sqrt{3}$ г і зарадам $q = 5,0 \cdot 10^{-7}$ Кл кожны злучаны дзвюма ізаляванымі бязважкімі ніткамі даўжынёй l і $2l$. Даўжыня кароткай ніткі $l = 10$ см. Утрымліваючы сістэму за сярэдзіну доўгай ніткі, пачынаюць гэтую сістэму падымаць уверх з паскарэннем, модуль якога $a = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ (мал. 92).



Мал. 92

Вызначыце модуль нацяжэння кароткай ніткі, якая злучае шарыкі, у час іх пад'ёму.

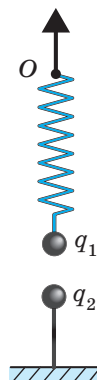
529. Дзве маленькія плоскія шайбы масамі $m_1 = m_0$ і $m_2 = 2m_0$, зараджаныя рознаіменнымі зарадамі $q_1 = 100$ нКл і $q_2 = -100$ нКл, знаходзяцца ў спакоі ў вакууме на шурпатай гарызантальнай непроводнай паверхні на адлегласці $l = 10$ см адна ад адной. Пры гэтым модуль сілы кулонаўскага прыцягнення, якая дзейнічае на шайбу m_1 , роўны модулю максімальнай сілы трэння спакою, якая дзейнічае на яе. Вызначыце модуль мінімальнай гарызантальна накіраванай сілы, якую трэба прыкладасці да шайбы m_2 , каб яна пачала аддаляцца ад шайбы m_1 . Каэфіцыент трэння спакою паміж шайбамі і паверхняй аднолькавы.

530. Два аднолькавыя аднайменна зараджаныя шарыкі вісяць на непроводных бязважкіх нітках роўнай даўжыні, замацаваных у адным пункце. Вызначыце шчыльнасць матэрыялу шарыкаў, калі вугал разыходжання нітак

не змяніўся пасля апускання шарыкаў у вадкасць шчыльнасцю $\rho_v = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ і дыэлектрычнай пранікальнасцю $\varepsilon = 2,0$.

531. Два аднайменна зараджаныя шарыкі масай $m = 0,8$ г кожны падвешаны ў вакууме на тонкіх бязважкіх нерасцяжных і непроводных нітках аднолькавай даўжыні. Ніткі, верхнія канцы якіх прывязаны ў адным пункце, утвараюць паміж сабой вугал $\alpha = 90^\circ$. Вызначыце модуль сілы нацяжэння ніткі, калі ўсю сістэму апусціць у неэлектраправодную вадкасць, шчыльнасць якой роўная шчыльнасці матэрыялу шарыкаў, а яе дыэлектрычная пранікальнасць $\varepsilon = 2$.

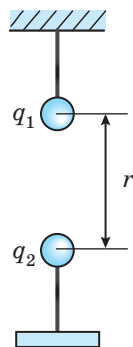
532. Маленькія шарыкі масай $m = 10$ г кожны маюць аднолькавыя па модулі і процілеглыя па знаку зарады $|q_1| = |q_2| = 1,0$ мкКл (мал. 93). Адзін з шарыкаў падвешаны на бязважкай непроводнай спружыне жорсткасцю $k_{\text{спр}} = 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ над другім шарыкам, які ўтрымліваецца ў раўнавазе шоўкавай нерасцяжнай ніткай. У пачатковым становішчы модуль сілы кулонаўскага ўзаемадзеяння паміж шарыкамі роўны $4mg$. Прыкладаючы сілу да верхняга канца спружыны (пункт O), яе павольна падымаюць. На якую мінімальную адлегласць трэба перамясціць вертыкальна ўверх пункт O , каб нацяжэнне ніткі, якая ўтрымлівае другі шарык, стала роўнае нулю?



Мал. 93

533. Два маленькія аднолькавыя шарыкі зараджаны роўнымі па велічыні, але процілеглымі па знаку зарадамі $|q_1| = |q_2|$. Да шарыкаў прымацаваны тонкія доўгія лёгкія непроводныя ніткі, якія праходзяць праз адну вертыкаль так, што адлегласць паміж шарыкамі роўная r (мал. 94). Пасля таго як прастору запоўнілі газай,

аказалася, што сіла нацяжэння ніткі, да якой прывязаны другі шарык, не змянілася. Вызначыце модуль сілы нацяжэння гэтай ніткі і масу аднаго з шарыкаў. Шчыльнасць газу ρ_r , яе дыэлектрычная пранікальнасць ε . Шчыльнасць рэчыва кожнага шарыка роўная ρ .

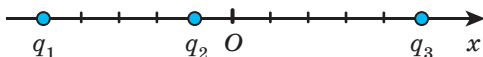


Мал. 94

- 534.** Пунктавыя зарады $q_1 = 54$ нКл і $q_2 = 36$ нКл знаходзяцца ў вакууме на адлегласці $r_0 = 18$ см адзін ад аднаго. Вызначыце модуль кулонаўскай сілы, якая дзейнічае на пунктавы зарад $q_3 = 50$ нКл, які размешчаны на сярэдзіне адрэзка, што злучае зарады.
- 535.** Два невялікія шарыкі, зарады якіх $q_1 = -12$ нКл і $q_2 = 24$ нКл, знаходзяцца ў вакууме на адлегласці $r = 9,0$ см адзін ад аднаго. Вызначыце модуль кулонаўскай сілы, якая дзейнічае на зарад $q_3 = 3,0$ нКл, што размешчаны паміж імі на адлегласці $r_1 = 3,0$ см ад першага зараду.
- 536.** Пасля таго як на сярэдзіне адрэзка, які злучае два пунктавыя аднолькавыя дадатныя зарады, размясцілі трэці пунктавы зарад, сістэма зарадаў аказалася ў раўнавазе (на кожны зарад раўнадзейная сіла электростатычнага ўзаемадзеяння стала роўнай нулю). Вызначыце адносіны модуля крайняга зараду да модуля сярэдняга зараду.
- 537.** Два аднолькавыя пунктавыя зарады знаходзяцца на некаторай адлегласці адзін ад аднаго. У колькі разоў узрасце модуль сілы, якая дзейнічае на адзін з гэтых зарадаў, калі на сярэдзіне прамой, што злучае іх, размясціць трэці: а) такі ж па велічыні, але процілеглы па знаку пунктавы зарад; б) такі ж па знаку, але ўдвая большы па велічыні пунктавы зарад?
- 538.** Тры аднолькавыя незараджаныя металічныя шарыкі 1, 2 і 3 размешчаны ўздоўж адной прамой, і суседнія

шарыкі звязаны паміж сабой аднолькавымі доўгімі ізаляванымі ніткамі. Чацвёрты такі ж шарык зарадзілі і па чарзе дакрануліся ім да першых трох у парадку ўзрастання іх нумараў. У колькі разоў пасля гэтага адрозніваюцца сілы нацяжэння нітак?

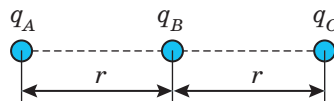
539. Тры аднолькавыя пунктавыя зарады $q_1 = q_2 = q_3 = q$ размешчаны на адной каардынатнай восі Ox (мал. 95). Вызначыце модуль кулонаўскай сілы, якая дзейнічае на трэці зарад, калі першы зарад дзейнічае на другі з сілай, модуль якой $F_{12} = 225$ мН.



Мал. 95

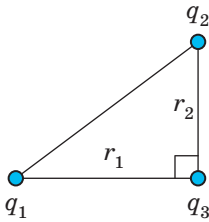
540. Пунктавыя зарады q , q і $2q$ размешчаны на адной прамой адзін за адным. Пры гэтым адлегласць паміж суседнімі зарадамі аднолькавая. На сярэдні зарад дзейнічае сіла, модуль якой $F_1 = 2$ мН. Вызначыце модуль сілы, якая дзейнічае на зарад $2q$.
541. Два пунктавыя зарады q і $4q$ знаходзяцца ў вакууме на адлегласці l адзін ад аднаго. Які зарад трэба размясціць і на якой адлегласці ад зараду q , каб уся сістэма знаходзілася ў раўнавазе?

542. Тры аднолькавыя металічныя шарыкі з зарадамі $q_A = q > 0$, $q_B = -3q < 0$ і $q_C = q > 0$ размешчаны на прамой на роўнай адлегласці r адзін ад аднаго

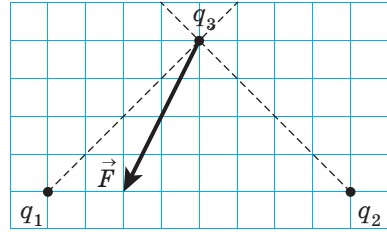


Мал. 96

- (мал. 96). У колькі разоў паменшыцца модуль сілы, якая дзейнічае на зарад q_C , калі шарыкі з зарадамі q_A і q_B прывесці ў судакрананне і вярнуць іх на ранейшае месца?
543. У вакууме ў вяршынях прамавугольнага трохвугольніка размешчаны пунктавыя зарады $q_1 = 64$ нКл, $q_2 = -48$ нКл



Мал. 97



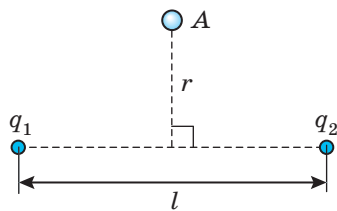
Мал. 98

і $q_3 = 10$ нКл (мал. 97). Вызначыце модуль кулонаўскай сілы, якая дзейнічае на зарад q_3 . Адлегласць $r_1 = 80$ мм, $r_2 = 60$ мм.

544. Два дадатныя пунктавыя зарады q_1 кожны знаходзяцца ў вакууме на адлегласці r адзін ад аднаго. Вызначыце модуль сілы, з якой яны дзейнічаюць на дадатны пунктавы зарад q_2 , што знаходзіцца на адлегласці r ад кожнага з іх. Разгледзьце выпадак, калі адзін з зарадаў q_1 адмоўны.
545. Тры пунктавыя зарады q_1 , q_2 і q_3 ляжаць у адной плоскасці. Выніковая \vec{F} кулонаўскіх сіл, з якімі пунктавыя зарады q_1 і q_2 дзейнічаюць на адмоўны зарад q_3 , адлюстравана на малюнку 98. Вызначыце суадносіны паміж зарадамі q_1 і q_2 .
546. У вяршынях правільнага трохвугольніка са стараной a размешчаны ў вакууме аднолькавыя дадатныя пунктавыя зарады q . Вызначыце модуль сілы, якая дзейнічае са стараны двух зарадаў на трэці. Які адмоўны зарад трэба размясціць у цэнтры трохвугольніка, каб уся сістэма зарадаў знаходзілася ў раўнавазе?
547. У дзвюх вяршынях правільнага трохвугольніка са стараной a размешчаны ў дыстыляванай вадзе дадатныя пунктавыя зарады q . У трэцяй вяршыні размешчаны адмоўны зарад $-q$. Вызначыце модуль сілы, якая дзейнічае на адзін з дадатных зарадаў. Дыэлектрычная працікальнасць вады роўная ϵ .

548. У кожнай вяршыні правільнага трохвугольніка размешчаны ў вакууме аднолькавыя пунктавыя зарады $q = 1,0$ мкКл. Вызначыце модуль сілы, якая дзейнічае на зарад $q_0 = 16$ нКл, што размешчаны на сярэдзіне адной са старон трохвугольніка. Старана трохвугольніка $a = 8,0$ см.

549. Два пунктавыя зарады $q_1 = 5 \cdot 10^{-4}$ Кл і $q_2 = -5 \cdot 10^{-4}$ Кл размешчаны ў вакууме на адлегласці $l = 10$ см адзін ад аднаго (мал. 99). Вызначыце модуль кулонаўскай сілы, якая дзейнічае на кропельку масла, што размешчана ў пункце A на адлегласці $r = 5$ см ад сярэдзіны адрэзка, які злучае зарады q_1 і q_2 . Кропелька змяшчае $n = 1 \cdot 10^{10}$ «лішніх» электронаў.

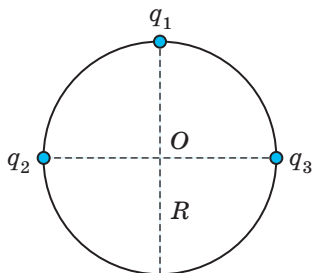


Мал. 99

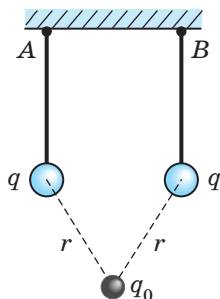
550. Два пунктавыя зарады $q_1 = q_2 = 25$ нКл размешчаны ў вакууме на адлегласці $r = 24$ см адзін ад аднаго. Вызначыце модуль раўнадзейнай сілы, з якой гэтыя зарады дзейнічаюць на трэці пунктавы зарад $q_3 = 2$ нКл, размешчаны ў пункце, аддаленым на $l = 15$ см ад кожнага з зарадаў. Разгледзьце выпадак, калі зарады q_1 і q_2 рознаіменныя.

551. У вакууме на аднолькавай адлегласці адзін ад аднаго на акружнасці, радыус якой $R = 9,0$ см, замацаваны пунктавыя зарады $q_1 = q_2 = 3,0$ нКл і $q_3 = -3,0$ нКл. Вызначыце модуль выніковай электростатычных сіл, з якімі будуць дзейнічаць гэтыя зарады на пунктавы зарад $q_0 = 1,5$ нКл, калі яго размясціць у цэнтры акружнасці.

552. Тры пунктавыя зарады $q_1 = q = 10$ мкКл, $q_2 = 2q$ і $q_3 = -3q$ размешчаны ў вакууме на акружнасці радыусам $R = 30$ см (мал. 100). Вызначыце модуль кулонаўскай сілы, якая дзейнічае на зарад q_1 .



Мал. 100



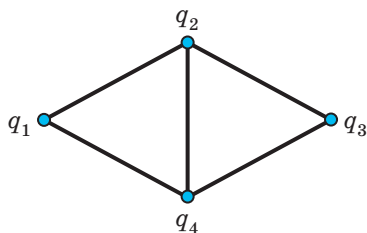
Мал. 101

- 553.** Два аднолькавыя шарыкі, зараджаныя роўнымі аднайменнымі зарадамі $q = 1,6$ мкКл кожны, падвешаны ў вакууме на адной вышыні на непроводных лёгкіх нітках роўнай даўжыні. Адлегласць паміж пунктамі падвеса $AB = 20$ см (мал. 101). Які зарад трэба змясціць на адлегласці $r = 20$ см ад кожнага з шарыкаў, каб ніткі былі размешчаны вертыкальна?
- 554.** У вакууме ў процілеглых вяршынях квадрата са стараной $a = 10$ см размешчаны два пунктавыя дадатныя зарады $q_1 = 3$ нКл і $q_2 = 4$ нКл. У трэцяй вяршыні размяшчаюць зарад $q_3 = 2$ нКл. Вызначыце модуль сілы, якая дзейнічае на трэці зарад.
- 555.** Чатыры аднолькавыя пунктавыя зарады q кожны размешчаны ў вакууме ў вяршынях квадрата са стараной a . Вызначыце модуль сілы, якая дзейнічае са стараны трох зарадаў на чацвёрты. Які зарад варта памясціць у цэнтр квадрата, каб раўнадзейная кулонаўскіх сіл, якія дзейнічаюць на кожны зарад, была роўнай нулю?
- 556.** У вяршынях квадрата ў вакууме знаходзяцца пунктавыя зарады $+q, +q, -q, -q$. Пры гэтым на адной дыяганалі квадрата размешчаны рознаіменныя зарады. На зарад $q_0 = 4,0$ нКл, які знаходзіцца ў цэнтры квадрата,

дзеінічае кулонаўская сіла, модуль якой $F = 9\sqrt{2}$ мН. Вызначыце модуль кожнага зараду, які размешчаны ў вяршыні квадрата. Старана квадрата $a = 8,0$ см.

557. У дзвюх процілеглых вяршынях квадрата знаходзяцца аднолькавыя зарады $q = 1,0$ мкКл кожны. У колькі разоў павялічыцца модуль сілы, якая дзейнічае на адзін з гэтых зарадаў, калі ў дзве іншыя вяршыні квадрата змясціць зарады $q_1 = 1,0$ мкКл і $q_2 = -1,0$ мкКл?

558. Чатыры дадатныя пунктавыя зарады $q_1 = q_3 = 5,0$ нКл, $q_2 = q_4 = 7,0$ нКл, якія знаходзяцца ў паветры, звязаны лёгкімі шоўкавымі ніткамі аднолькавай даўжыні так, што яны ўтвараюць два роўнастароннія трохвугольнікі, даўжыні старон якіх $l = 90$ мм (мал. 102). Вызначыце модуль сілы нацяжэння ніткі, якая звязвае зарады q_2 і q_4 .



Мал. 102

559. Тры аднолькавыя маленькія шарыкі, злучаныя разам дзвюма непроводнымі спружынамі жорсткасцю $k_{\text{спр}}$ кожная, размешчаны ў паветры ўздоўж адной прамой на гладкай гарызантальнай паверхні. Адлегласць паміж крайнімі шарыкамі l_0 . Пасля таго як кожнаму шарыку надалі роўныя аднайменныя зарады, адлегласць паміж крайнімі шарыкамі стала роўнай l . Які зарад надалі кожнаму шарыку?

560. Тры шарыкі злучаны паміж сабой аднолькавымі гумавамі шнурамі даўжынёй l_0 кожны так, што атрымаўся правільны трохвугольнік. Сістэма ляжыць на гладкім гарызантальным сталю. Якія аднолькавыя зарады трэба надаць шарыкам, каб плошча трохвугольніка павялічылася ў $n = 4$ разы? Жорсткасць кожнага шнура роўная $k_{\text{ш}}$.

14. Напружанасць электростатычнага поля

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Напружанасць электростатычнага поля	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$	\vec{E} — напружанасць электростатычнага поля; q_0 — пробны зарад; \vec{F} — сіла, якая дзейнічае на пробны зарад
Напружанасць поля, якое створана пунктавым зарадам	$E = k \frac{ q }{\varepsilon r^2}$	E — модуль напружанасці поля, якое створана пунктавым зарадам; $ q $ — модуль зараду, які стварае электростатычнае поле; r — адлегласць паміж пунктавым зарадам і пунктам, у якім вызначаюць напружанасць; k — каэфіцыент прапарцыянальнасці $(k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2},$ дзе $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$ — электрычная пастаянная); ε — дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва
Прынцып суперпазіцыі электростатычных палёў, якія створаны пунктавымі зарадамі	$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n$	\vec{E} — напружанасць электростатычнага поля; $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3, \dots, \vec{E}_n$ — напружанасць электростатычнага поля ў дадзеным пункце, які створаны

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
		першым, другім, трэцім, ... , n -м пунктавым зарадам паасобку

- 561.** На пунктавы зарад $q = 200$ нКл, які знаходзіцца ў некаторым пункце электрстатычнага поля, дзейнічае сіла, модуль якой $F = 15$ мН. Вызначыце модуль напружанасці электрстатычнага поля ў гэтым пункце.
- 562.** У некаторым пункце электрстатычнага поля модуль напружанасці $E = 1,15 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. У гэты пункт унесены пунктавы зарад, на які дзейнічае сіла, модуль якой $F = 23$ мкН. Вызначыце модуль пунктавага зараду.
- 563.** У некаторым пункце электрстатычнага поля модуль напружанасці $E = 1,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Вызначыце модуль сілы, з якой электрстатычнае поле дзейнічае на пунктавы зарад $q = 56$ мкКл, змешчаны ў гэты пункт.
- 564.** Зараджаная часціца знаходзіцца ў вакууме і стварае электрстатычнае поле. У пункце A модуль напружанасці гэтага поля $E_0 = 6 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Прасторы, якая акружае часціцу, запаўняюць газай, дыэлектрычная пранікальнасць якой $\epsilon = 2$. Вызначыце модуль сілы, з якой будзе дзейнічаць электрстатычнае поле на зарад $q = 3$ нКл, змешчаны ў пункт A .
- 565.** Вызначыце модуль сілы, з якой аднароднае электрстатычнае поле дзейнічае на электрон, які рухаецца ў ім, калі модуль напружанасці поля $E = 2,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Не прымаючы да ўвагі сілу цяжару, якая дзейнічае на электрон, апішыце характар яго руху, калі электрон уляцеў

у поле: а) па напрамку вектара \vec{E} ; б) супраць напрамку вектара \vec{E} ; в) перпендыкулярна вектару \vec{E} .

- 566.** Падвешаны на шоўкавай бязважкай нітцы дадатна зараджаны шарык масай $m = 40$ г знаходзіцца ў аднародным гарызантальным электростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 160 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Вызначыце зарад шарыка, калі нітка ўтварае з вертыкаллю вугал $\alpha = 45^\circ$.
- 567.** У вакууме ў аднародным электростатычным полі, вектар напружанасці якога накіраваны вертыкальна ўверх, знаходзіцца ў раўнавазе пылінка масай $m = 4,0 \cdot 10^{-8}$ кг і зарадам $q = 4,0$ нКл. Вызначыце: а) модуль напружанасці поля; б) модуль паскарэння, з якім пачне рухацца пылінка, калі яе зарад паменшыць удвая; в) модуль паскарэння, з якім пачне рухацца пылінка, калі, не змяняючы яе зараду, паменшыць напружанасць поля на 25 %.
- 568.** Маленькі шарык, які падвешаны ў вакууме на бязважкай шоўкавай нітцы, мае зарад $q = 0,60$ мкКл і масу $m = 8,0$ г. Вызначыце модуль сілы нацяжэння ніткі, калі шарык змешчаны ў аднароднае электростатычнае поле, модуль напружанасці якога $E = 100 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, а лініі напружанасці поля накіраваны: а) вертыкальна ўніз; б) вертыкальна ўверх; в) гарызантальна.
- 569.** На сталі ў вертыкальным становішчы замацавана пружкая непроводная спружына жорсткасцю k . Зверху на спружыне ляжыць шарык, зараджаны дадатным зарадам q . Пасля ўключэння аднароднага электростатычнага поля, вектар напружанасці якога накіраваны вертыкальна ўніз, даўжыня спружыны паменшылася на $|\Delta x|$. Вызначыце модуль напружанасці электростатычнага поля.

570. У вакууме ў аднародным электростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 1,0 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$, на непроводнай лёгкай нітцы вісіць шарык масай $m = 2,0$ г і зарадам $q = 20$ нКл. Вызначыце модуль сілы нацяжэння ніткі, калі вектар напружанасці поля накіраваны ўверх пад вуглом $\alpha = 60^\circ$ да вертыкалі.
571. Шарык масай $m = 2,0$ г і зарадам $q = 1,0$ мкКл падвешаны ў вакууме на бязважкай непроводнай нітцы, другі канец якой замацаваны. Пасля таго як сістэму змясцілі ў аднароднае вертыкальна накіраванае электростатычнае поле, модуль сілы нацяжэння ніткі застаўся такім жа, як і пры адсутнасці поля. Вызначыце модуль напружанасці поля.
572. Пратон разганяецца са стану спакою ў аднародным электростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 3,0 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$. Вызначыце модуль скорасці пратона праз прамежак часу $\Delta t = 1,0$ нс пасля пачатку руху.
573. Электрон рухаецца па напрамку сілавых ліній аднароднага электростатычнага поля, модуль напружанасці якога роўны E . Не прымаючы да ўвагі сілу цяжару, якая дзейнічае на электрон, вызначыце шлях, пройдзены электронам да спынення, калі модуль яго пачатковай скорасці роўны v_0 . За які прамежак часу будзе пройдзены гэты шлях?
574. Вось каардынат Ox накіравана ўздоўж сілавой лініі аднароднага электростатычнага поля, у якім па напрамку вектара напружанасці рухаецца зараджаная часціца масай $m = 6,0 \cdot 10^{-12}$ кг і зарадам $q = 3$ мкКл. Залежнасць каардынаты часціцы ад часу мае выгляд: $x = At + Bt^2$, дзе $A = 2 \frac{\text{кМ}}{\text{с}}$, $B = 5 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Вызначыце

модуль напружанасці электростатычнага поля. Сілу цяжару, якая дзейнічае на часціцу, не прымаць да ўвагі.

- 575.** Дзве зараджаныя часціцы знаходзяцца ў вакууме на адлегласці $l = 1,0$ м адна ад адной. Зарад першай часціцы $q_1 = -2,0$ мкКл, яе маса $m_1 = 2,0$ мг. Зарад другой часціцы $q_2 = 4,0$ мкКл, яе маса $m_2 = 4,0$ мг. Вызначыце модуль напружанасці аднароднага электростатычнага поля, якое неабходна стварыць, каб часціцы рухаліся з аднолькавымі паскарэннямі, гэта значыць, адлегласць паміж імі не змянялася. Сілу цяжару, якая дзейнічае на часціцы, не прымаць да ўвагі.
- 576.** У вакууме ў аднародным электрычным полі, вектар напружанасці якога накіраваны гарызантальна, на гладкай непроводнай гарызантальнай паверхні знаходзяцца два невялікія шарыкі, зараджаныя роўнымі па велічыні, але процілеглымі па знаку зарадамі $|q_1| = |q_2| = 30$ мкКл. Шарыкі, злучаныя бязважкай непроводнай пружкай спружынай жорсткасцю $k_{\text{спр}} = 3,0 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, ляжаць на адной сілавой лініі. Пры гэтым спружына не дэфармавана. Вызначыце модуль напружанасці поля, калі пры змяненні напрамку поля на процілеглы спружына сціскаецца ўдвая.
- 577.** Шарык з зарадам $q = 0,10$ мкКл плавае ў газе ў аднародным электростатычным полі, модуль напружанасці якога ў гэтай вадкасці $E = 2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. Шчыльнасць газы $\rho_1 = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, шчыльнасць рэчыва шарыка $\rho_2 = 1,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Вызначыце масу шарыка, калі ён плавае, цалкам апусціўшыся ў газу.
- 578.** Жалезны шар радыусам R і зарадам q памешчаны ў газу, шчыльнасць якой ρ_r . Вызначыце модуль напружа-

насці аднароднага электрстатычнага поля ў газе, калі шар плавае, цалкам апусціўшыся ў гэтую вадкасць. Шчыльнасць жалеза роўная $\rho_{\text{ж}}$.

- 579.** Зараджаны алюмініевы шарык падвешаны на неправоднай лёгкай тонкай нітцы ў вакууме і знаходзіцца ў аднародным гарызантальна накіраваным электрстатычным полі. У колькі разоў неабходна павялічыць модуль напружанасці поля, каб пры змяшчэнні гэтай сістэмы ў вадку вугал паміж ніткай і вертыкаллю не змяніўся? Дыэлектрычная пранікальнасць вадкі $\epsilon = 81$.

Шчыльнасць алюмінію $\rho_{\text{ал}} = 2,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, шчыльнасць вадкі

$$\rho_{\text{в}} = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

- 580.** Дадатна зараджаная часціца ўлятае ў прастору паміж дзвюма рознаіменна зараджанымі паралельнымі пласцінамі на роўнай адлегласці ад іх. Пачатковая скорасць часціцы накіравана паралельна пласцінам. Модуль гэтай скорасці $v_0 = 980 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Адлегласць паміж пласцінамі $d = 20$ мм. Модуль аднароднага электрстатычнага поля, створанага паміж пласцінамі, $E = 5,0 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Вызначыце ўдзельны зарад $\left(\frac{q}{m}\right)$ часціцы, калі да моманту яе дакранання да адной з пласцін часціца праляцела ўздоўж яе адлегласць $l = 20$ см. Сілу цяжару, якая дзейнічае на часціцу, не прымаць да ўвагі.

- 581.** Электрон улятае ў прастору паміж дзвюма рознаіменна зараджанымі паралельнымі пласцінамі на роўнай адлегласці ад іх. Праз які час электрон пападзе на адну з пласцін? Вызначыце модуль скорасці ў момант дакранання да пласціны. Скорасць электрона пры ўлёце паралельна пласцінам, а яе модуль роўны v_0 . Модуль

напружанасці аднароднага электростатычнага поля паміж пласцінамі роўны E . Адлегласць паміж пласцінамі d . Сілу цяжару, якая дзейнічае на электрон, не прымаць да ўвагі.

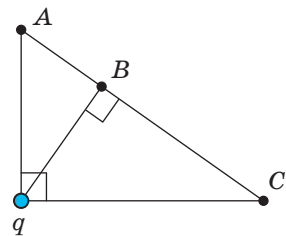
- 582.** Аднароднае электростатычнае поле створана дзвюма гарызантальнымі рознаіменна зараджанымі паралельнымі пласцінамі. Пратон і α -часціца, якія рухаюцца з аднолькавымі скарасцямі, улятаюць у гэтае поле перпендыкулярна вектару напружанасці. Зарад і маса α -часціцы адпаведна ў два і чатыры разы большыя зараду і масы пратона ($q_\alpha = 2q_p$, $m_\alpha = 4m_p$). Вызначыце, у колькі разоў адрозніваюцца адхіленні часціц ад прамалінейнага распаўсюджвання пры вылеце з вобласці поля. Сілу цяжару, якая дзейнічае на часціцы, не прымаць да ўвагі.
- 583.** Электрон улятае паміж дзвюма рознаіменна зараджанымі паралельнымі пласцінамі паралельна ім. Даўжыня пласцін l . Модуль напружанасці аднароднага электростатычнага поля паміж пласцінамі роўны E . Вызначыце модуль пачатковай скорасці электрона, калі, праляцеўшы паміж пласцінамі, электрон адхіліўся на адлегласць h . Сілу цяжару, якая дзейнічае на электрон, не прымаць да ўвагі.
- 584.** На шоўкавай нітцы даўжынёй l падвешаны маленькі шарык масай m і дадатным зарадам q . Шарык абарачаецца з пастаяннай вуглавой скорасцю вакол вертыкальнай восі ў аднародным электростатычным полі, модуль напружанасці якога роўны E , а вектар напружанасці накіраваны вертыкальна ўніз. Вызначыце вуглавую скорасць абарачэння шарыка і модуль сілы нацяжэння ніткі, калі вугал, які ўтвараецца ніткай і вертыкаллю, роўны α . Знайдзіце кінетычную энергію шарыка.
- 585.** Падвешаны на лёгкай нерасцяжнай непроводнай нітцы шарык масай $m = 10$ г рухаецца ў гарызантальнай плоскасці па акружнасці са скорасцю, модуль якой паста-

янні. У колькі разоў зменіцца перыяд абарачэння шарыка па ранейшай траекторыі, калі яму надаць зарад $q = 30 \text{ мкКл}$ і стварыць аднароднае накіраванае вертыкальна ўніз электростатычнае поле, модуль напружанасці якога $E = 10 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$?

- 586.** Модуль напружанасці электростатычнага поля пунктавага зараду ў вакууме ў пункце, размешчаным на адлегласці $r = 25 \text{ см}$ ад яго, $E = 7,2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Вызначыце модуль гэтага зараду.
- 587.** На якой адлегласці ад пунктавага зараду $q = -8 \text{ мкКл}$, што знаходзіцца ў вакууме, модуль напружанасці электростатычнага поля $E = 0,8 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$? Пабудуйце графік залежнасці модуля напружанасці электростатычнага поля зараду q ад адлегласці да яго.
- 588.** Пунктавы зарад стварае ў некаторым пункце ў вакууме электростатычнае поле, модуль напружанасці якога $E_0 = 600 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. Якім будзе модуль напружанасці поля ў гэтым пункце, калі зарад павялічыць у $n = 5,0$ раза, а прастору вакол яго запоўніць газай з дыэлектрычнай пранікальнасцю $\epsilon = 2,0$?
- 589.** У колькі разоў модуль напружанасці электростатычнага поля пунктавага зараду на адлегласці $r_1 = 25 \text{ см}$ ад яго адрозніваецца ад модуля напружанасці поля гэтага ж зараду на адлегласці $r_2 = 75 \text{ см}$?
- 590.** Вызначыце модуль напружанасці электростатычнага поля ў пункце, аддаленым на адлегласць $r_1 = 60 \text{ см}$ ад пунктавага зараду, які стварае поле, калі ў пункце, аддаленым на адлегласць $r_2 = 20 \text{ см}$ ад яго, модуль напружанасці поля $E_2 = 0,90 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

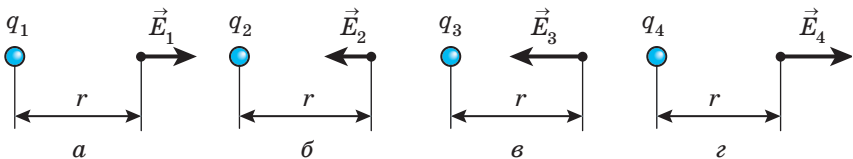
- 591.** З прычыны «сцяжання зараду» з маленькага шарыка модуль напружанасці электростатычнага поля на адлегласці $r = 30$ см ад яго паменшыўся на $|\Delta E| = 200 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. На колькі паменшыўся зарад шарыка?
- 592.** У пункце A модуль напружанасці электростатычнага поля, якое створана пунктавым зарадам, $E_A = 3,60 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, а ў пункце C , які ляжыць на той жа сілавой лініі, што і пункт A , $E_C = 225 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. Вызначыце модуль напружанасці электростатычнага поля на сярэдзіне адрэзка AC .

- 593.** Модуль напружанасці электростатычнага поля, створанага пунктавым зарадам q , які знаходзіцца на вяршыні прамога вугла (мал. 103), у пункце A і C адпаведна роўны $E_A = 0,2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$ і $E_C = 0,1 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Вызначыце модуль напружанасці поля ў пункце B .



Мал. 103

- 594.** На малюнку 104, a — $г$ адлюстраваны вектары напружанасці электростатычных палёў у пунктах, якія роўна аддалены ад пунктавых зарадаў, модулі якіх аднолькавыя. Зарады змешчаны ў розныя аднародныя дыэлектрыкі. Пакажыце знакі зарадаў і найбольшую дыэлектрычную пранікальнасць асяроддзя.



Мал. 104

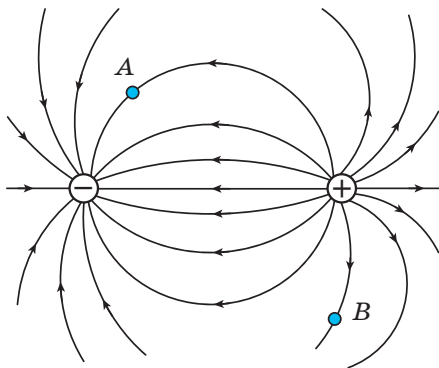
- 595.** На малюнку 105 у пункце A паказаны вектар напружанасці \vec{E} электростатычнага поля, створанага маленькім

шарыкам, зарад якога Q . Лішкам або недахопам электронаў утвораны зарад шарыка?



Мал. 105

596. Адлюструйце лініі напружанасці электростатычнага поля, створанага пунктавым: а) дадатным зарадам q ; б) адмоўным зарадам $-2q$.
597. Як накіравана сіла электростатычнага поля, якая дзейнічае: а) на адмоўна зараджаны іон, размешчаны ў пункце A ; б) дадатна зараджаны іон, размешчаны ў пункце B (мал. 106)?

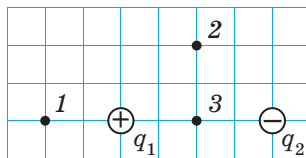


Мал. 106

598. Два маленькія аднолькавыя па памеры праводныя шарыкі маюць зарады $q_1 = 49$ мкКл і $q_2 = -17$ мкКл. Шарыкі спачатку прывялі ў судакрананне, а потым размясцілі іх у вакууме на адлегласці $r = 90$ см адзін ад аднаго. Вызначыце модуль напружанасці электростатычнага поля ў пункце, які знаходзіцца на адлегласці $r_1 = 30$ см ад аднаго з зарадаў і ляжыць на адрэзку, што злучае гэтыя зарады.
599. Два рознаіменныя пунктавыя зарады $q_1 = 4$ нКл і $q_2 = -4$ нКл знаходзяцца ў вакууме на адлегласці $l = 60$ см адзін ад аднаго. Вызначыце модуль напружанасці поля ў пункце, які размешчаны на сярэдзіне адрэзка, што злучае зарады.

600. Два аднолькавыя па велічыні пунктавыя зарады знаходзяцца на некаторай адлегласці адзін ад аднаго. У якім выпадку напружанасць у пункце, які ляжыць пасярэдзіне паміж зарадамі, большая: калі зарады аднайменныя або рознаіменныя?

601. Два рознаіменныя зарады q_1 і q_2 (мал. 107), модулі якіх роўныя, ствараюць электростатычнае поле. У якім пункце — 1, 2 або 3 — на пробны зарад дзейнічае найбольшая сіла?



Мал. 107

602. Два пунктавыя зарады $q_1 = +25q$ і $q_2 = -9q$ размешчаны на адлегласці $l = 10$ см адзін ад аднаго. На якой адлегласці ад другога зараду на лініі, што праходзіць праз гэтыя зарады, напружанасць электростатычнага поля роўная нулю?

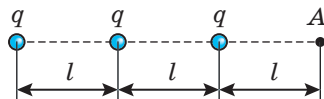
603. Электростатычнае поле створана двума дадатнымі пунктавымі зарадамі $q_1 = 9,0$ нКл і $q_2 = 4,0$ нКл. Вызначыце адлегласць паміж гэтымі зарадамі, калі вядома, што пункт, у якім напружанасць поля роўная нулю, знаходзіцца на адлегласці $r = 33$ см ад першага зараду.

604. Два пунктавыя зарады $q_1 = 10$ нКл і $q_2 = 90$ нКл, якія знаходзяцца ў вакууме, узаемадзейнічаюць з сілай, модуль якой $F = 90$ мкН. Вызначыце модуль напружанасці электростатычнага поля ў пункце, які з'яўляецца сярэдзінай адрэзка, што злучае зарады.

605. На сярэдзіне адрэзка, які злучае два пунктавыя нерухомыя зарады $q_1 = 2,0$ нКл і $q_2 = -4,0$ нКл, модуль выніковай напружанасці поля $E = 600 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. Вызначыце ў гэтым жа пункце модуль напружанасці поля, створанага толькі першым зарадам.

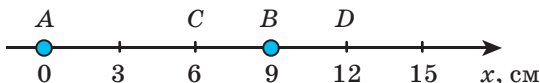
606. Адлегласць паміж двума дадатнымі пунктавымі зарадамі $r = 8$ см. На адлегласці $r_1 = 6$ см ад першага зараду на прамой, якая злучае зарады, напружанасць поля роўная нулю. Вызначыце адносіны зарадаў.

607. Тры аднолькавыя пунктавыя зарады q кожны размешчаны ў вакууме ўздоўж прамой лініі (мал. 108). Адлегласць паміж суседнімі зарадамі роўная l . Вызначыце модуль выніковай напружанасці электростатычнага поля, створанага гэтымі зарадамі, у пункце A .



Мал. 108

608. У вакууме ў пункце A размешчаны пунктавы зарад q_1 , а ў пункце B — пунктавы зарад q_2 (мал. 109). Вызначыце праекцыю на вось Ox выніковага вектара напружанасці электростатычнага поля, створанага гэтымі зарадамі, у пунктах C і D . Рашыце задачу для наступных значэнняў зарадаў: а) $q_1 = 40$ нКл, $q_2 = 10$ нКл; б) $q_1 = 40$ нКл, $q_2 = -10$ нКл; в) $q_1 = -40$ нКл, $q_2 = 10$ нКл; г) $q_1 = -40$ нКл, $q_2 = -10$ нКл.

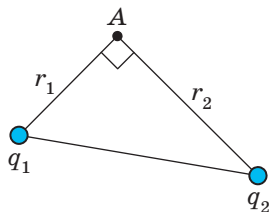


Мал. 109

609. У прасторы створаны два аднародныя электростатычныя палі, модулі напружанасці якіх $E_1 = 1,2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$ і $E_2 = 1,6 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

Вызначыце модуль выніковай напружанасці электростатычнага поля, калі лініі напружанасці гэтых палёў узаемна перпендыкулярныя.

610. Два пунктавыя зарады $q_1 = -60$ нКл і $q_2 = 80$ нКл знаходзяцца ў вакууме (мал. 110). Вызначыце модуль



Мал. 110

выніковай напружанасці электростатычнага поля, створанага гэтымі зарадамі, у пункце A , калі адлегласць $r_1 = 15$ см, $r_2 = 20$ см.

611. У дзвюх вяршынях роўнастаронняга трохвугольніка памешчаны аднолькавыя пунктавыя зарады $q_1 = q_2 = 2,8$ мкКл. Які пунктавы зарад варта памясціць у сярэдзіну стараны, якая злучае гэтыя зарады, каб напружанасць электростатычнага поля ў трэцяй вяршыні трохвугольніка стала роўнай нулю?
612. Два аднолькавыя пунктавыя зарады q кожны знаходзяцца ў вакууме на адлегласці r адзін ад аднаго. Вызначыце модуль напружанасці электростатычнага поля ў пункце, аддаленым на адлегласць r ад кожнага з зарадаў.
613. Два пунктавыя зарады, модуль кожнага з якіх $q = 6,25$ мкКл, размешчаны ў вакууме на адлегласці $r_1 = 6,0$ см адзін ад аднаго. Вызначыце модуль напружанасці поля ў пункце, аддаленым на $r_2 = 5,0$ см ад кожнага з зарадаў. Рашыце задачу для выпадкаў: а) абодва зарады дадатныя; б) адзін зарад дадатны, а другі — адмоўны.
614. У дзвюх процілеглых вяршынях квадрата са стараной $a = 30$ см знаходзяцца ў вакууме зарады $q = 2,0 \cdot 10^{-7}$ Кл кожны. Вызначыце модуль напружанасці поля ў дзвюх іншых вяршынях квадрата.
615. Пунктавыя зарады $q_1 = 5,0$ нКл і $q_2 = -5,0$ нКл размешчаны ў вакууме ў дзвюх вяршынях роўнастаронняга трохвугольніка, старана якога $r = 30$ см. Вызначыце модуль напружанасці электростатычнага поля ў трэцяй вяршыні трохвугольніка.
616. У дзвюх вяршынях роўнастаронняга трохвугольніка знаходзяцца дадатныя пунктавыя зарады, а ў трэцяй —

адмоўны. Модулі ўсіх зарадаў аднолькавыя. Вызначыце модуль напружанасці электрстатычнага поля, створанага гэтымі зарадамі, у цэнтры трохвугольніка, калі ў пункце, размешчаным на сярэдзіне стараны трохвугольніка, які злучае аднайменныя зарады, $E = 10 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

- 617.** У вакууме ў вяршынях двух вострых вуглоў ромба, складзенага з двух роўнастаронніх трохвугольнікаў са стараной a , размешчаны дадатныя зарады q_1 . У вяршыні аднаго з тупых вуглоў знаходзіцца дадатны зарад q_2 . Вызначыце модуль напружанасці электрстатычнага поля ў чацвёртай вяршыні ромба.
- 618.** Тры аднолькавыя маленькія металічныя шарыкі, якія маюць зарады $q_1 = 30,0$ нКл, $q_2 = -20,0$ нКл і $q_3 = 5,0$ нКл, спачатку прывялі ў судакрананне, а потым развялі іх і змясцілі ў вакууме ў вяршыні квадрата са стараной $a = 10$ см. Вызначыце модуль напружанасці электрстатычнага поля ў чацвёртай вяршыні квадрата, калі ўсе шарыкі пасля судакранання былі зараджаныя.
- 619.** У вакууме ў дзвюх вяршынях правільнага трохвугольніка са стараной $a = 20$ см знаходзяцца пунктавыя зарады па $q_1 = 14$ пКл кожны, а ў трэцяй вяршыні — пунктавы зарад $q_2 = -2$ пКл. Вызначыце модуль напружанасці электрстатычнага поля ў сярэдзіне стараны, якая злучае рознаіменныя зарады.
- 620.** У дзвюх вяршынях правільнага трохвугольніка са стараной $a = 30$ см у вакууме знаходзяцца розныя па знаку, але роўныя па велічыні пунктавыя зарады $|q_1| = |q_2| = 25$ пКл, а ў трэцяй вяршыні — пунктавы зарад $q_3 = 55$ пКл. Вызначыце модуль напружанасці поля ў цэнтры трохвугольніка.

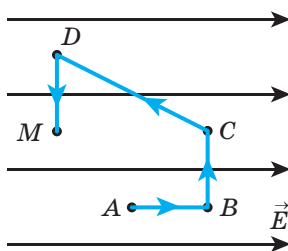
15. Работа сіл электростатычнага поля. Патэнцыял

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Патэнцыял электростатычнага поля	$\varphi = \frac{W_{\text{п}}}{q_0}$	φ — патэнцыял электростатычнага поля; q_0 — пробны заряд; $W_{\text{п}}$ — патэнцыяльная энергія ўзаемадзеяння пробнага зараду і электростатычнага поля, у якім знаходзіцца гэты заряд
Патэнцыял электростатычнага поля, створанага пунктавым зарадам	$\varphi = k \frac{q}{\epsilon r}$	q — пунктавы заряд, які стварае электростатычнае поле; r — адлегласць паміж пунктавым зарадам і пунктам, у якім вызначаюць патэнцыял; k — каэфіцыент прапарцыянальнасці $(k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2},$ дзе $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$ — электрычная пастаянная); ϵ — дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва
Работа сіл электростатычнага поля	$A = -\Delta W_{\text{п}},$ дзе $\Delta W_{\text{п}} = W_{\text{п}2} - W_{\text{п}1}$	A — работа сіл электростатычнага поля пры перамяшчэнні зараду з пачатковага пункта ў канчатковы; $\Delta W_{\text{п}}$ — змяненне патэнцыяльнай энергіі ўзаемадзеяння зараду і электростатычнага поля; $W_{\text{п}1}$ і $W_{\text{п}2}$ — патэнцыяльныя энергіі ўзаемадзеяння зараду і электростатычнага поля

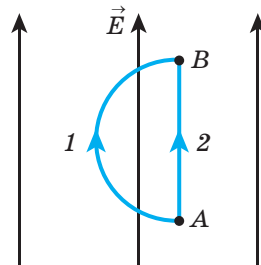
Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
		ў пачатковым пункце 1 і канчатковым пункце 2 гэтага поля
Работа сілы аднароднага электрстатычнага поля	$A_{12} = qEd_{12}$	<p>A_{12} — работа сілы аднароднага электрстатычнага поля пры перамяшчэнні зараду з пачатковага пункта 1 у канчатковы пункт 2;</p> <p>q — зарад, які перамяшчаюць;</p> <p>E — модуль напружанасці аднароднага электрстатычнага поля;</p> <p>d_{12} — праекцыя перамяшчэння Δr_{12} зараду з пачатковага пункта 1 у канчатковы пункт 2 на напрамак напружанасці поля</p>
Работа сіл электрстатычнага поля і рознасць патэнцыялаў	$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$ <p style="text-align: center;">або</p> $A_{12} = qU_{12}$	<p>A_{12} — работа сіл электрстатычнага поля пры перамяшчэнні зараду з пачатковага пункта 1 у канчатковы пункт 2;</p> <p>q — зарад, які перамяшчаюць;</p> <p>$\varphi_1 - \varphi_2$ — рознасць патэнцыялаў пры перамяшчэнні зараду з пачатковага пункта 1 у канчатковы пункт 2 поля;</p> <p>U_{12} — напружанне паміж пунктамі 1 і 2 электрстатычнага поля</p>
Прынцып суперпазіцыі электрстатычнах палёў (для патэнцыялу)	$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \dots + \varphi_n$	<p>φ — патэнцыял электрстатычнага поля сістэмы пунктавых зарадаў;</p> <p>$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots, \varphi_n$ — патэнцыял электрстатычнага поля ў дадзеным пункце, створанага першым, другім, трэцім, ..., n-м пунктавым зарадам паасобку</p>

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Сувязь паміж напружаннем і напружанасцю аднароднага электростатычнага поля	$E = \frac{U_{12}}{d_{12}}$	E — модуль напружанасці аднароднага электростатычнага поля; U_{12} — напружанне паміж пунктамі 1 і 2 электростатычнага поля; d_{12} — праекцыя перамяшчэння Δr_{12} зараду з пачатковага пункта 1 у канчатковы пункт 2 на напрамак напружанасці поля

- 621.** На малюнку 111 адлюстравана траекторыя $ABCDM$ руху пунктавага зараду q у аднародным электростатычным полі. На якіх участках траекторыі работа сіл поля роўная нулю?
- 622.** Дадатны пунктавы зарад перанеслі з пункта A ў пункт B у аднародным электростатычным полі па траекторыях 1 і 2 (мал. 112). Параўнайце работу сілы электростатычнага поля пры гэтых перамяшчэннях зараду.
- 623.** У аднародным электростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 10 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, перамясцілі зарад $q = -25 \text{ нКл}$ у напрамку сілавой лініі на адлегласць $\Delta d = 2 \text{ см}$. Вызначыце работу сілы электростатычнага поля, выкананую пры перамяшчэнні зараду.



Мал. 111

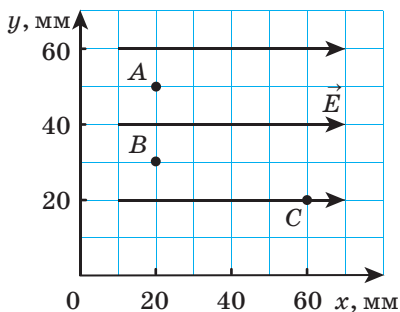


Мал. 112

624. У однородним електростатичним полі, модуль напружанасці якога $E = 60 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, перемістив заряд $q = 5,0 \text{ нКл}$.

Переміщення, модуль якого $\Delta r = 20 \text{ см}$, утворює кут $\alpha = 60^\circ$ з вектором напружанасці поля. Визначте роботу сили електростатичного поля і змінення потенціальної енергії взаємодії заряду і поля.

625. У однородним електростатичним полі (мал. 113), модуль напружанасці якога $E = 15 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, перемістив заряд $q = 2,5 \text{ мкКл}$. Визначте роботу, виканану силою електростатичного поля при переміщенні заряду: а) з пункту А до пункту В; б) з пункту А до пункту С; в) з пункту С до пункту В.



Мал. 113

626. Пробны заряд $q = 4,6 \text{ мкКл}$, унесені до некоего пункту електростатичного поля, володає потенціальною енергією $W_{\text{п}} = 0,69 \text{ мДж}$. Визначте потенціал гэтаго пункту поля.

627. Пробны заряд $q_1 = q$, змешчаны ў некоему пункту електростатичного поля, володає потенціальною енергією $W_{\text{п1}} = 1 \text{ мДж}$. Визначте, якой потенціальною енергією будзе володаць пробны заряд $q_2 = -2q$, змешчаны ў той жа пункт електростатичного поля.

628. У електростатичным полі перемістив заряд $q = 1,2 \text{ нКл}$ з пункту з патэнцыялам $\phi_1 = 120 \text{ В}$ у пункт з патэнцыялам $\phi_2 = 40 \text{ В}$. Визначте роботу сіл електростатичнага поля і змінення потенціальної енергії заряду.

629. При переміщенні ў електростатичным полі пунктавага заряду $q = 1,5 \text{ мкКл}$ з пункту з патэнцыялам $\phi_1 = 70 \text{ В}$

- у пункт з патэнцыялам φ_2 сілы электростатычнага поля выканалі работу $A = 60$ мкДж. Вызначыце патэнцыял поля φ_2 .
- 630.** Пры перамяшчэнні ў электростатычным полі пунктавага зараду з пункта з патэнцыялам $\varphi_1 = -600$ В у пункт з патэнцыялам $\varphi_2 = -100$ В сілы электростатычнага поля выканалі работу $A = 36$ мДж. Вызначыце заряд, перамяшчаны ў гэтым полі.
- 631.** Пры павольным перамяшчэнні ў электростатычным полі зараду $q = 10$ нКл з бясконцаці ў пункт C знешняя сіла выканалі работу $A_C = 10$ мкДж. Вызначыце работу сіл поля пры перамяшчэнні зараду q з пункта C у пункт з патэнцыялам $\varphi = 400$ В.
- 632.** Пункт A ляжыць на адной з ліній напружанасці аднароднага электростатычнага поля, модуль напружанасці якога $E = 60 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Знайдзіце рознасць патэнцыялаў паміж пунктам A і пунктам B , размешчаным на адлегласці $d = 10$ см ад пункта A . Разгледзьце выпадкі: а) пункты A і B ляжаць на адной лініі напружанасці; б) пункты A і B ляжаць на прамой, перпендыкулярнай лініям напружанасці; в) пункты A і B ляжаць на прамой, якая складае вугал $\alpha = 60^\circ$ з лініямі напружанасці.
- 633.** Паміж дзвюма зараджанымі гарызантальнымі пласцінамі, размешчанымі ў вакууме на адлегласці $d = 4,8$ см адна ад адной, знаходзіцца ў раўнавазе адмоўна зараджаная кропелька масла масай $m = 10$ нг. Колькі «лішніх» электронаў мае кропелька, калі напружанне паміж пласцінамі $U = 1,0$ кВ?
- 634.** Дзве гарызантальныя металічныя пласціны, якія знаходзяцца на адлегласці $d = 2,5$ см адна ад адной у вакууме, зараджаны да напружання $U = 1,0$ кВ. Паміж пласцінамі знаходзіцца маленькі шарык з зарадам $q = 9$ мкКл. Вызначыце масу шарыка, калі ён роўнапа-

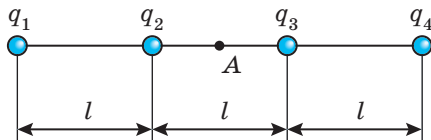
скорана рухаецца ўверх уздоўж сілавой лініі аднароднага электростатычнага поля з паскарэннем, модуль якога $a = 80 \frac{m}{c^2}$.

- 635.** Маленькі зараджаны шарык знаходзіцца ў спакоі паміж вялікімі гарызантальнымі пласцінамі, напружанне паміж якімі $U_1 = 300$ В. Адлегласць ад шарыка да ніжняй пласціны $h = 8,1$ мм. Напружанне паміж пласцінамі паменшылі да $U_2 = 240$ В. Вызначыце прамежак часу, на працягу якога шарык будзе падаць на ніжнюю пласціну. Сістэма знаходзіцца ў вакууме.
- 636.** Адлегласць паміж дзвюма гарызантальна размешчанымі пласцінамі $d = 0,50$ см. Калі на пласціны пададзена напружанне $U = 500$ В, то зараджаная кропелька вады масай $m = 1,0 \cdot 10^{-10}$ кг, якая знаходзіцца паміж імі, падае вертыкальна ўніз з некаторай пастаяннай скорасцю \bar{v} . Калі ж пласціны адключаны ад крыніцы напружання, то кропелька падае з пастаяннай скорасцю $2\bar{v}$. Вызначыце модуль зараду кропелькі, калі сіла супраціўлення паветра, якая дзейнічае на кропельку, прама прапарцыянальна скорасці яе падзення.
- 637.** Аднароднае электростатычнае поле ўтворана дзвюма паралельнымі зараджанымі пласцінкамі, адлегласць паміж якімі $d = 1,6$ мм, а напружанне $U = 91$ В. Вызначыце модуль скорасці, якую набудзе электрон, калі ён са стану спакою пройдзе шлях $l = 0,2$ мм уздоўж лініі напружання гэтага поля.
- 638.** Электрон разганяецца са стану спакою ў электростатычным полі паміж пунктамі з рознасцю патэнцыялаў $\phi_1 - \phi_2 = -10$ кВ і ўлятае пасярэдзіне паміж паралельна размешчанымі пласцінамі. Пры гэтым вектар скорасці накіраваны паралельна пласцінам. Пры якім максімальным напружанні паміж пласцінамі электрон зможа вылецець з вобласці поля, створанага зараджанымі

пласцінамі? Даўжыня кожнай пласціны $l = 10$ см, адлегласць паміж імі $d = 3,0$ см. Сілу цяжару, якая дзейнічае на электрон, не прымаць да ўвагі. Поле паміж пласцінамі лічыць аднародным.

- 639.** Пратон улятае ў аднароднае электростатычнае поле пад вуглом α да паралельных зараджаных пласцін, якія ствараюць аднароднае электростатычнае поле. Адлегласць паміж пласцінамі d , даўжыня пласцін l , а рознасць патэнцыялаў паміж імі U . Вызначыце кінетычную энергію пратона пры ўлёце ў электростатычнае поле, калі на вылеце з яго ён рухаецца паралельна пласцінам. Сілу цяжару не прымаць да ўвагі.
- 640.** Пунктавы зарад $q = 4,2$ нКл стварае ў вакууме электростатычнае поле. Вызначыце патэнцыял поля на адлегласці $r = 70$ см ад яго.
- 641.** Патэнцыял электростатычнага поля, створанага пунктавым зарадам, у пункце, які знаходзіцца ў вакууме на адлегласці $r = 15$ см ад яго, $\varphi = 36$ В. Вызначыце модуль зараду, які стварае поле.
- 642.** Пунктавы зарад $q = -72$ пКл стварае электростатычнае поле. На якой адлегласці ад зараду ў паветры патэнцыял поля $\varphi = -8,0$ В?
- 643.** Пункт A знаходзіцца на адлегласці $r_1 = 1,0$ м, а пункт B — на адлегласці $r_2 = 2,0$ м ад пунктавага зараду $q = 0,10$ мкКл, які стварае электростатычнае поле. Вызначыце рознасць патэнцыялаў паміж пунктамі A і B , калі зарад знаходзіцца: а) у вакууме; б) асяроддзі з дыэлектрычнай пранікальнасцю $\varepsilon = 4,5$.
- 644.** У некаторых двух пунктах электростатычнага поля пунктавага зараду напружанасці адрозніваюцца ў n разоў. У колькі разоў адрозніваюцца патэнцыялы поля ў гэтых пунктах?

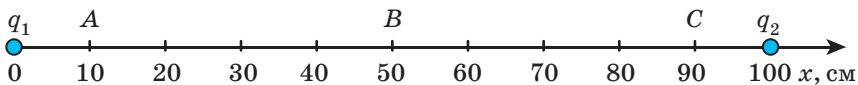
645. Пунктавы зарад $q = 80$ нКл стварае ў гліцэрыне электростатычнае поле. У пунктах A і B , размешчаных на адной лініі напружанасці, патэнцыял поля адпаведна роўны $\varphi_A = 50$ В і $\varphi_B = 20$ В. Вызначыце адлегласць паміж пунктамі A і B . Дыэлектрычная пранікальнасць гліцэрыны $\varepsilon = 40$.
646. Чатыры дадатныя пунктавыя зарады $q_1 = q$, $q_2 = 2q$, $q_3 = 3q$ і $q_4 = 4q$ размешчаны ў вакууме на адной прамой. Адлегласць паміж суседнімі зарадамі роўная l (мал. 114). Вызначыце патэнцыял і модуль напружанасці электростатычнага поля, створанага гэтымі зарадамі, у пункце A , які знаходзіцца пасярэдзіне паміж зарадамі q_2 і q_3 .



Мал. 114

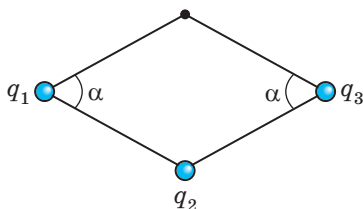
647. Электростатычнае поле створана пунктавым зарадам. Патэнцыялы пунктаў A і C , размешчаных на адной сілавой лініі, роўны адпаведна $\varphi_A = 30$ В і $\varphi_C = 10$ В. Знайдзіце патэнцыял пункта O , які ляжыць на сярэдзіне адрэзка AC .
648. Два пунктавыя зарады $q_1 = 6,4$ мкКл і $q_2 = -3,2$ мкКл прыцягваюцца ў вакууме адзін да аднаго з сілай, модуль якой $F = 288$ мН. Вызначыце патэнцыял электростатычнага поля, створанага гэтымі зарадамі, на сярэдзіне адрэзка, які злучае зарады.
649. Адлегласць паміж пунктавымі зарадамі $q_1 = 10$ нКл і $q_2 = -1,0$ нКл, якія знаходзяцца ў вакууме, $l = 1,1$ м. Вызначыце модуль напружанасці поля ў пункце, які ляжыць на прамой, што праходзіць праз зарады і знаходзіцца паміж імі, калі патэнцыял поля ў гэтым пункце роўны нулю.

650. На каардынатнай восі Ox размешчаны два пунктавыя зарады q_1 і q_2 (мал. 115). Вызначыце праекцыю напружанасці электрстатычнага поля ў пункце B , калі ў пункце A патэнцыял поля $\varphi_A = 110$ В, а ў пункце C патэнцыял $\varphi_C = 190$ В.

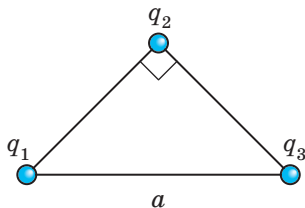


Мал. 115

651. Тры пунктавыя зарады $q_1 = 2,0$ нКл, $q_2 = -1,0$ нКл і $q_3 = 2,0$ нКл знаходзяцца ў вакууме ў вяршынях ромба, даўжыні старон якога $a = 30$ см, востры вугал $\alpha = 60^\circ$ (мал. 116). Вызначыце патэнцыял поля ў чацвёртай свабоднай вяршыні ромба.
652. Два рознаіменныя пунктавыя зарады, модулі якіх аднолькавыя: $|q_1| = |q_2| = 40$ нКл, размешчаны ў вакууме ў дзвюх вяршынях правільнага трохвугольніка са стараной $a = 2,0$ м. Вызначыце патэнцыял і модуль напружанасці электрстатычнага поля ў трэцяй вяршыні трохвугольніка.
653. У вакууме ў вяршынях раўнабадранага прамавугольнага трохвугольніка знаходзяцца пунктавыя зарады $q_1 = 1,0$ нКл, $q_2 = 2,0$ нКл і $q_3 = 3,0$ нКл (мал. 117). Вызначыце патэнцыял электрстатычнага поля ў сярэдзіне гіпатэнузы, калі яе даўжыня $a = 20$ см.



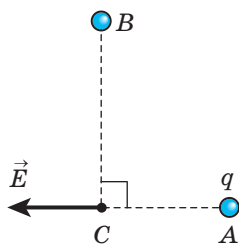
Мал. 116



Мал. 117

654. Электростатычнае поле створана двума роўнымі дадатнымі пунктавымі зарадамі, размешчанымі ў вакууме ў вяршынях вострых вуглоў раўнабедранага прамавугольнага трохвугольніка, даўжыня катэта якога $a = 20\sqrt{2}$ см. Вызначыце патэнцыял электростатычнага поля ў вяршыні прамога вугла, калі модуль напружанасці поля ў гэтай вяршыні $E = 200 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

655. Пунктавы зарад q , размешчаны ў пункце A (мал. 118), стварае ў пункце C электростатычнае поле, модуль напружанасці якога $E = 40 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. Вызначыце патэнцыял электростатычнага поля ў пункце C , калі ў пункт B змясціць дадаткова зарад q . Адлегласць $AC = 30$ мм, $BC = 40$ мм.

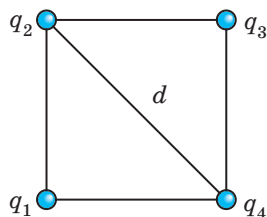


Мал. 118

656. У вакууме ў вяршынях квадрата са стараной a знаходзяцца чатыры аднайменныя пунктавыя зарады q кожны. Вызначыце патэнцыял электростатычнага поля ў цэнтры квадрата.

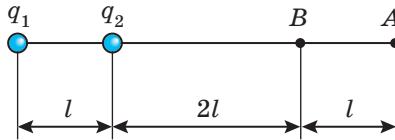
657. У паветры ў вяршынях квадрата са стараной $a = 45$ см размешчаны пунктавыя зарады $q_1 = 4,5$ нКл, $q_2 = -2,5$ нКл, $q_3 = 2,5$ нКл, $q_4 = -5,4$ нКл. Знайдзіце патэнцыял поля ў пункце, які з'яўляецца сярэдзінай стараны, што злучае зарады q_1 і q_4 .

658. У вакууме ў вяршынях квадрата размешчаны пунктавыя зарады $q_1 = 1,0$ нКл, $q_2 = -2,0$ нКл, $q_3 = 4,0$ нКл і $q_4 = -6,0$ нКл (мал. 119). Вызначыце патэнцыял і модуль напружанасці электростатычнага поля ў цэнтры квадрата. Дыяганаль квадрата $d = 20$ см.



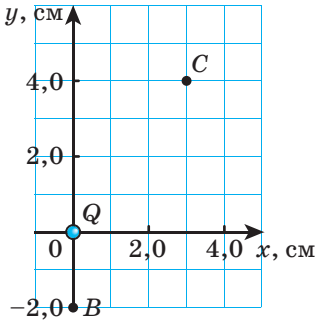
Мал. 119

659. На акружнасці радыусам $R = 36$ см у вакууме размешчаны пяць аднолькавых зарадаў $q = 6,0$ нКл кожны. Вызначыце патэнцыял электростатычнага поля ў цэнтры акружнасці.
660. Шэсць пунктавых зарадаў $q_1 = q_2 = q_3 = 10$ нКл і $q_4 = q_5 = q_6 = -20$ нКл знаходзяцца ў вакууме ў вяршынях правільнага шасцівугольніка. Вызначыце даўжыню стараны шасцівугольніка, калі ў яго цэнтры патэнцыял поля $\varphi = -0,45$ кВ.
661. Якую работу трэба выканаць, каб павольна перамясціць у вакууме пунктавы зарад q з пункта A ў пункт B , якія размешчаны ў электростатычным полі, створаным двума пунктавымі зарадамі q_1 і q_2 (мал. 120)? Усе зарады з'яўляюцца аднайменнымі.

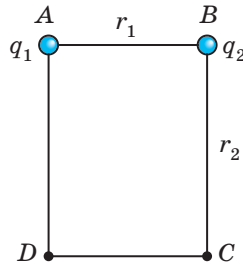


Мал. 120

662. Два пунктавыя зарады $q = 1,0$ мкКл кожны знаходзяцца ў вакууме на адлегласці $r_1 = 50$ см адзін ад аднаго. Вызначыце мінімальную работу, якую трэба выканаць, каб зблізіць іх да адлегласці $r_2 = 10$ см.
663. У пачатку прамавугольнай сістэмы каардынат xOy знаходзіцца пунктавы зарад $Q = 2,0$ мкКл (мал. 121), які стварае электростатычнае поле. Вызначыце работу, выкананую сілай электростатычнага поля пры перамяшчэнні пунктавага зараду $q = 15$ нКл з пункта B у пункт C .
664. Два пунктавыя зарады $q_1 = 20$ мкКл і $q_2 = 30$ мкКл размешчаны ў вакууме ў вяршынях A і B прамавугольніка $ABCD$, стораны якога $r_1 = 60$ мм і $r_2 = 80$ мм (мал. 122). Вызначыце работу, выкананую сіламі электростатыч-



Мал. 121

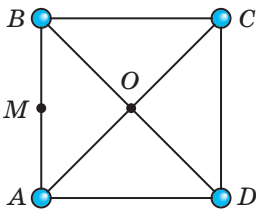


Мал. 122

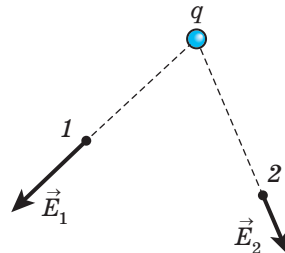
нага поля пры перамяшчэнні зараду $q = 4,0$ нКл з вяршыні C у вяршыню D прамавугольнага.

- 665.** Чатыры пунктавыя зарады $q_A = 0,20$ нКл, $q_B = 0,10$ нКл, $q_C = 0,40$ нКл і $q_D = -0,40$ нКл знаходзяцца ў вакууме ў адпаведных вяршынях квадрата $ABCD$ (мал. 123), даўжыня стараны якога $a = 60$ см. Вызначыце работу сіл электростатычнага поля пры перамяшчэнні зараду $q = -1,0$ мкКл з цэнтра O квадрата ў пункт M , які ляжыць на сярэдзіне стараны AB .

- 666.** Дадатны пунктавы зарад q стварае электростатычнае поле, модуль напружанасці якога ў пунктах 1 і 2 адпаведна роўны E_1 і E_2 . Якую работу выконваюць сілы электростатычнага поля пры перамяшчэнні пунктавага зараду q_0 з пункта 1 у пункт 2 (мал. 124)? Дыэлектрычная пранікальнасць асяроддзя, якое акружае зарад, роўная ϵ .

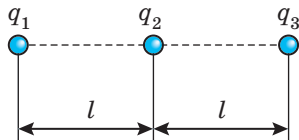


Мал. 123



Мал. 124

667. Часціца зарадам $q = 20$ мкКл і масай $m = 7,5 \cdot 10^{-7}$ кг пад дзеяннем сілы электростатычнага поля перамясцілася з пункта, патэнцыял якога $\phi_1 = 136$ В, у пункт, патэнцыял якога $\phi_2 = 16$ В. Вызначыце модуль канчатковай скорасці руху часціцы, калі яе пачатковая скорасць роўная нулю.
668. Часціца зарадам q і масай m пад дзеяннем сілы аднароднага электростатычнага поля перамясцілася з пункта, патэнцыял якога ϕ_1 , у пункт, патэнцыял якога ϕ_2 . Пры гэтым кінетычная энергія часціцы павялічылася ў k разоў. Вызначыце модуль пачатковай і канчатковай скорасці руху часціцы. Сілу цяжару не прымаць да ўвагі.
669. Вызначыце адносіны кінетычных энергій і модуляў скарасцей пратона і α -часціцы, якія прайшлі аднолькавую паскараючую рознасць патэнцыялаў, калі зарад α -часціцы ўдвая большы за зарад пратона ($q_\alpha = 2q_p$), а маса α -часціцы ў чатыры разы большая за масу пратона ($m_\alpha = 4m_p$). Пачатковыя скорасці абедзвюх часціц роўныя нулю.
670. *Вызначыце энергію ўзаемадзеяння двух пунктавых зарадаў $q_1 = 50$ мкКл і $q_2 = 60$ мкКл, якія знаходзяцца ў вакууме на адлегласці $r = 27$ см адзін ад аднаго.
671. *Пунктавыя зарады $q_1 = -1,0$ мкКл, $q_2 = 2,0$ мкКл і $q_3 = 3,0$ мкКл размешчаны ў вакууме ў вяршынях правільнага трохвугольніка са стараной $a = 20$ см. Вызначыце патэнцыяльную энергію гэтай сістэмы зарадаў.
672. *Вызначыце патэнцыяльную энергію ўзаемадзеяння трох зарадаў $q_1 = 20$ нКл, $q_2 = 10$ нКл і $q_3 = 30$ нКл, размешчаных у газе на адной прамой (мал. 125) на адлегласці $l = 30$ см адзін ад аднаго.



Мал. 125

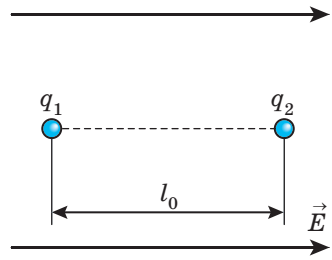
673. *Тры пунктавыя зарады $q = 1,0$ нКл кожны размешчаны ў вакууме ўздоўж прамой на адлегласці $a = 45$ см адзін ад аднаго. Якую мінімальную работу неабходна выканаць, каб размясціць гэтыя зарады ў вяршынях роўнастаронняга трохвугольніка са стараной a ?
674. *У адной з вяршынь роўнастаронняга трохвугольніка са стараной $a = 20$ см замацаваны пунктавы зарад $q_1 = 40$ нКл, а ў дзвюх іншых знаходзяцца часціцы з зарадамі $q_2 = q_3 = 10$ нКл. Маса кожнай часціцы $m = 0,5$ мг. Часціцы адпускаюць, і яны разлятаюцца. Вызначыце модуль скорасці кожнай часціцы на вялікай адлегласці ад зараду. Выпраменьванне электрамагнітнай энергіі не прымаць да ўвагі.
675. *У вяршынях вострых вуглоў ромба замацаваны пунктавыя зарады $q_0 = 7,0$ нКл, а ў вяршынях тупых вуглоў знаходзяцца часціцы масай $m = 2,0$ мг і зарадам $q = 2,0$ нКл кожная. Часціцы адначасова адпускаюць, і яны прыходзяць у рух. Вызначыце модуль скорасці руху часціц пасля іх разлёту на вялікую адлегласць. Старана ромба $a = 3$ см, а яго востры вугал $\alpha = 60^\circ$. Сілу цяжару не прымаць да ўвагі.
676. *Двум электронам, якія знаходзяцца ў вакууме на вялікай адлегласці адзін ад аднаго, адначасова надаюць скорасці, накіраваныя насустрач адна адной. На якую мінімальную адлегласць змогуць прыблізіцца электроны, калі модуль пачатковай скорасці, нададзенай кожнаму электрону, v_0 ?
677. *Пратон, які ляціць у напрамку «незамацаванага» ядра атама гелію, на вельмі вялікай адлегласці ад яго мае скорасць, модуль якой v . На якую мінімальную адлегласць зможа прыблізіцца пратон да ядра гелію? Маса пратона m_p , маса ядра гелію ў 4 разы большая за масу пратона ($m_\alpha = 4m_p$). Зарад пратона q_p , зарад ядра гелію ў 2 разы большы за зарад пратона ($q_\alpha = 2q_p$). Выпраменьванне электрамагнітнай энергіі не прымаць да ўвагі.

- 678.** *Два аднолькавыя шарыкі, якія маюць зарад $q = 400$ нКл кожны, злучаны бязважкай непроводнай спружынай і знаходзяцца ў вакууме на гладкім гарызантальным сталі. Спачатку шарыкі ўтрымліваюць так, што даўжыня сціснутае спружыны $l_1 = 20$ мм. Потым шарыкі адпускаюць, і яны прыходзяць у рух. Вызначыце жорсткасць спружыны, калі максімальная даўжыня расцягнутае спружыны $l_2 = 80$ мм, а даўжыня недэфармаванае спружыны $l_0 = 40$ мм.
- 679.** *Два маленькія шарыкі масай $m = 15$ г кожны, якія ляжаць у вакууме на гладкай непроводнай гарызантальнай плоскасці, злучаны недэфармаванае лёгкай непроводнай спружынай даўжынёй $l_0 = 24$ см і жорсткасцю $k_{\text{спр}} = 1,0 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Пасля надання шарыкам зарадаў аднаго знака даўжыня спружыны стала $l = 2l_0$. Вызначыце модуль мінімальнага аднолькавага імпульсу, які трэба адначасова надаць кожнаму шарыку насустрач адзін аднаму, каб яны зблізіліся да ранейшай адлегласці.
- 680.** *Дзве маленькія шайбы масай $m = 50$ г і зарадам $q = 10$ мкКл кожная спачатку ўтрымлівалі ў вакууме на гарызантальнай плоскасці на адлегласці $r_1 = 2,0$ м адна ад адной. Потым шайбы адначасова адпусцілі, і яны аддаліся адна ад адной на максімальную адлегласць $r_2 = 9,0$ м. Вызначыце каэфіцыент трэння паміж шайбамі і плоскасцю.
- 681.** *На гарызантальнай паверхні ў вакууме на адлегласці $l = 20$ см адзін ад аднаго ўтрымліваюцца звязаныя лёгкай нерасцяжнай ніткай два аднолькавыя маленькія брускі з зарадам $q = 1$ мкКл кожны. Нітку перапальваюць, і брускі аддаляюцца адзін ад аднаго. Пры гэтым кожны брусок да спынення праходзіць шлях $s = 35$ см.

Визначыце масу кожнага бруска, калі каэфіцыент трэння слізгання паміж кожным бруском і плоскасцю $\mu = 0,20$.

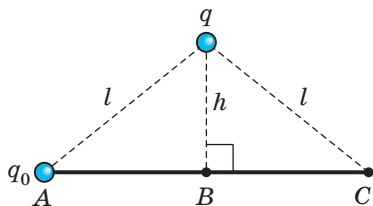
- 682.** *Дзве маленькія шайбы масай $m = 5,0$ г кожная, зараджаныя аднолькавым зарадам $q = 1,0$ мкКл, знаходзяцца на гарызантальнай плоскасці на адлегласці $l = 1,0$ м адна ад адной. Каэфіцыент трэння шайб аб плоскасць $\mu = 0,50$. Визначыце модуль мінімальнай пачатковай скорасці, якую трэба надаць адной з шайб, каб зрушыць з месца другую.
- 683.** *Два маленькія целы масай $m = 1,0$ г кожнае ўтрымліваюцца на гарызантальнай плоскасці на адлегласці $l = 1,0$ м адно ад другога. Зарад кожнага цела $q = 1,0$ мкКл. Каэфіцыент трэння цел аб плоскасць $\mu = 0,10$. Целы адначасова вызваляюць. Визначыце модуль максімальнай скорасці цел, якой яны дасягнуць пры руху.
- 684.** *Пад пунктавым замацаваным зарадам $q_1 = 10$ мкКл на адлегласці $l = 5,0$ м ад яго ўтрымліваюць маленькі шарык масай $m = 9,0$ г і зарадам $q_2 = -4,0$ мкКл. Визначыце модуль мінімальнай вертыкальнай скорасці, якую трэба надаць шарыку, каб ён даляцеў да замацаванага зараду.
- 685.** *У аднародным электростатычным полі, накіраваным вертыкальна ўніз, замацаваны пунктывы зарад $q_1 = -10$ мкКл, а пад ім на адлегласці $r = 5,0$ м утрымліваюць маленькі шарык масай $m = 5,0$ г і зарадам $q_2 = 4,0$ мкКл. Визначыце модуль мінімальнай вертыкальнай скорасці, якую трэба надаць шарыку, каб ён даляцеў да замацаванага зараду, калі модуль напружанасці электростатычнага поля $E = 10 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.
- 686.** *На адлегласці $l_0 = 1,0$ м ад замацаванага пунктавага зараду $q_1 = -0,1$ мкКл размешчаны ў вакууме другі пунктавы зарад масай $m = 0,1$ г і зарадам $q_2 = 2$ мкКл (мал. 126). Зарады знаходзяцца ў знешнім аднародным

електростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 100 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. Вызначыце модуль мінімальнай скорасці, якую трэба надаць другому зараду ў напрамку сілавых ліній знешняга поля, каб ён уляцеў у бясконцасць.



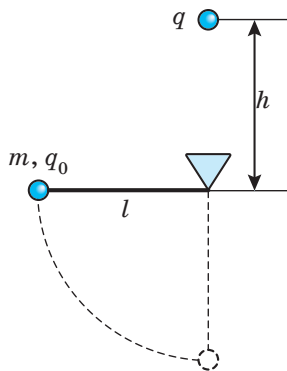
Мал. 126

- 687.** *Двум маленькім шарыкам, масы і зарады якіх $m_1 = 2,0$ г, $m_2 = 3,0$ г і $q_1 = 3,0$ мкКл, $q_2 = -12$ мкКл адпаведна, надалі процілегла накіраваныя скорасці. І шарыкі пачалі аддаляцца адзін ад аднаго. У некаторы момант часу, калі адлегласць паміж шарыкамі стала $l = 10$ м, яны набылі скорасці, модулі якіх $v_1 = v_2 = 3,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Вызначыце максімальную адлегласць, на якую змогуць аддзіцца шарыкі адзін ад аднаго.
- 688.** *У вакууме ў аднародным электростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 1 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, падвешаны на лёгкай нерасцяжнай непроводнай нітцы даўжынёй $l = 15$ см шарык масай $m = 10$ г і зарадам $q = 20$ мкКл. Лініі напружанасці поля накіраваны вертыкальна ўніз. Якую мінімальную гарызантальную скорасць неабходна надаць шарыку, каб ён выканаў у вертыкальнай плоскасці поўны абарот?
- 689.** *У паветры на адлегласці $h = 30$ мм ад сярэдзіны шурпатага гарызантальнага стрыжня і на адлегласці $l = 50$ мм ад яго канцоў замацаваны пунктавы дадатны зарад q (мал. 127). У пункце А на стрыжні знаходзіцца маленькая пацерка з зарадам $q_0 = 5,0$ нКл, якой надаюць пачатковую кінетычную энергію $E_A = 68$ мДж. Вызначы-



Мал. 127

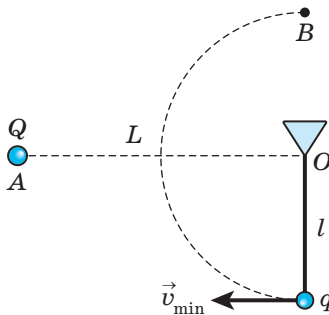
це зарад q , калі пры слізганні пацёркі па стрыжні яе кінетычная энергія ў пунктах B і C адпаведна роўная $E_B = 40$ мДж і $E_C = 36$ мДж.



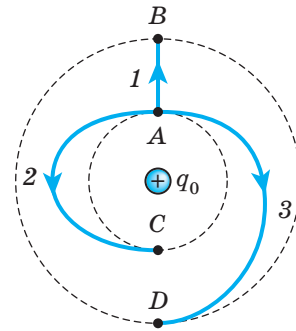
Мал. 128

- 690.** Электрон улятае ў аднароднае электростатычнае поле напружанасцю \vec{E} са скорасцю \vec{v}_0 , накіраванай перпендыкулярна лініям поля. Вызначыце кінетычную энергію электрона праз час t пасля таго, як ён пападзе ў гэтае поле.
- 691.** *Невялікі шарык масай $m = 9$ г, які мае зарад $q_0 = 1$ мкКл, падвешаны ў вакууме на непроводнай лёгкай нітцы даўжынёй $l = 40$ см. Над пунктам падвеса на адлегласці $h = 30$ см ад яго размешчаны пунктавы зарад $q = 7$ мкКл (мал. 128). Шарык адхіляюць на нацягнутай нітцы ад становішча раўнавагі да гарызантальнага становішча ніткі і адпускаюць. Вызначыце модуль скорасці шарыка ў момант праходжання ім становішча раўнавагі.
- 692.** *Па гладкай нахіленай плоскасці, якая складае вугал $\alpha = 30^\circ$ з гарызонтам, з яе вяршыні з вышыні $h = 40$ см у вакууме без пачатковай скорасці саслізгвае маленькая шайба масай $m = 10$ г, зараджаная дадатным зарадам $q_1 = 1,0$ мкКл. У пункце перасячэння вертыкалі, праведзенай праз пачатковае становішча шайбы, і асновы плоскасці замацаваны дадатны зарад $q_2 = 2,0$ мкКл. Вызначыце модуль скорасці, з якой шайба дасягне асновы плоскасці.

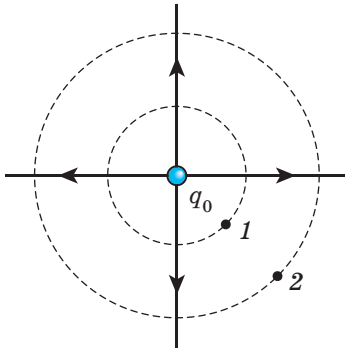
- 693.** *Маленькі шарык масай $m = 0,10$ кг і зарадам $q = 20$ мкКл падвешаны на лёгкай шоўкавай нітцы даўжынёй $l = 30$ см. На адной вертыкалі пад ім замацаваны другі шарык з адмоўным зарадам $Q = -20$ мкКл. Калі нітку адхілілі на вугал $\alpha = 90^\circ$ ад вертыкалі, адлегласць паміж цэнтрамі шарыкаў стала $s = 50$ см. Маленькі шарык, прывязаны да ніткі, адпусцілі без пачатковай скорасці. Вызначыце яго кінетычную энергію ў момант праходжання ім становішча раўнавагі.
- 694.** *Маленькі шарык масай $m = 1,0$ г і зарадам $q = 2,0$ мкКл падвешаны на лёгкай шоўкавай нітцы даўжынёй $l = 25$ см. На адной гарызанталі з пунктам O падвеса на адлегласці $L = 2l$ (мал. 129) ад яго ў пункце A замацаваны адмоўны пунктавы зарад $Q = -2,0$ мкКл. Вызначыце модуль мінімальнай гарызантальнай скорасці, якую трэба надаць шарыку, каб ён, рухаючыся па дузе, змог дасягнуць яе верхняга пункта B .
- 695.** На малюнку 130 адлюстраваны штрыхавымі лініямі дзве акружнасці з цэнтрам у пунктавым дадатным зарадзе q_0 , які стварае электростатычнае поле. Параўнайце работы сіл электростатычнага поля пры перамяшчэнні дадатнага зараду q з пункта A ў пункты B , C і D адпаведна па траекторыях 1, 2 і 3.



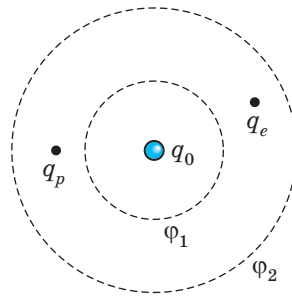
Мал. 129



Мал. 130



Мал. 131

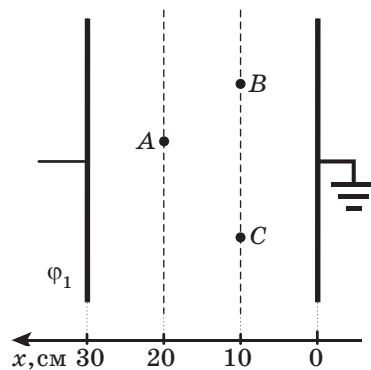


Мал. 132

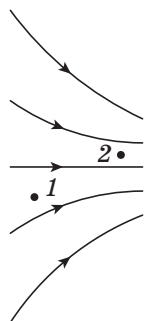
696. На малюнку 131 адлюстраваны сілавыя лініі электростатычнага поля (суцэльныя лініі) і дзве канцэнтрычныя акружнасці з цэнтрам у пунктавым зарадзе q_0 , які стварае электростатычнае поле. Параўнайце: а) модулі напружанасці поля ў пунктах 1 і 2; б) патэнцыялы поля ў пунктах 1 і 2.

697. На малюнку 132 адлюстраваны штрыхавымі лініямі дзве канцэнтрычныя акружнасці з цэнтрам у пунктавым зарадзе q_0 , які стварае электростатычнае поле. Пакажыце напрамкі сіл электростатычнага поля, якія дзейнічаюць на пратон (q_p) і на электрон (q_e), што знаходзяцца ў гэтым полі, калі патэнцыял $\phi_1 = -20$ В, $\phi_2 = -10$ В.

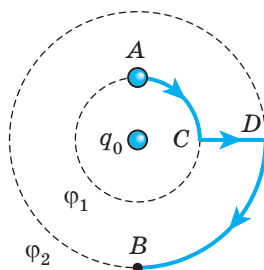
698. *Патэнцыял адной з пласцін $\phi_1 = 60$ В (мал. 133). Другая пласціна заземлена. Вызначыце патэнцыялы пунктаў А, В і С, адлюстраваных на малюнку. Пабудуйце графік залежнасці патэнцыялу электростатычнага поля, створанага паміж пласцінамі, ад адлегласці да заземленай пласціны.



Мал. 133



Мал. 134



Мал. 135

699. На малюнку 134 адлюстраваны лініі напружанасці электрстатычнага поля. Параўнайце: а) модулі напружанасці поля ў пунктах 1 і 2; б) патэнцыялы поля ў пунктах 1 і 2.

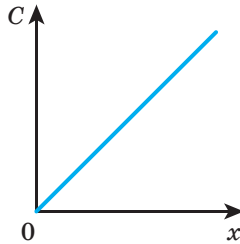
700. На малюнку 135 адлюстраваны штрыхавымі лініямі дзве канцэнтрычныя акружнасці з цэнтрам у пунктавым зарадзе q_0 , які стварае электрстатычнае поле. Вызначыце работу сіл электрстатычнага поля пры перамяшчэнні зараду $q = 72$ мкКл з пункта А ў пункт В па траекторыі $ACDB$, калі патэнцыял $\varphi_1 = 50$ В, $\varphi_2 = 25$ В.

16. Электраёмістасць. кандэнсатары

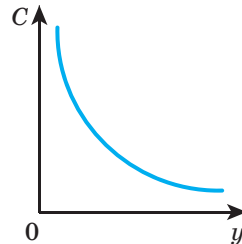
Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Электраёмістасць кандэнсатара	$C = \frac{q}{U}$	C — электраёмістасць кандэнсатара; q — электрычны зарад кандэнсатара; U — электрычнае напружанне паміж абкладкамі кандэнсатара
Электраёмістасць плоскага кандэнсатара	$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$	C — электраёмістасць плоскага кандэнсатара;

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
		<p>S — плошча кожнай абкладкі кандэнсатара;</p> <p>d — адлегласць паміж абкладкамі кандэнсатара;</p> <p>ε — дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва;</p> <p>$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$ — электрычная пастаянная</p>
Энергія электрстатычнага поля кандэнсатара	$W = \frac{CU^2}{2},$ $W = \frac{q^2}{2C},$ $W = \frac{qU}{2}$	<p>W — энергія электрстатычнага поля зараджанага кандэнсатара;</p> <p>q — электрычны зарад кандэнсатара;</p> <p>U — электрычнае напружанне паміж абкладкамі кандэнсатара;</p> <p>C — электраёмнасць кандэнсатара</p>

- 701.** *Параўнайце электраёмнасці аднародных меднага і алюмініевага шароў: а) роўнага аб'ёму; б) роўнай масы. Шары знаходзяцца ў паветры.
- 702.** Ці зменіцца электраёмнасць зараджанага кандэнсатара, калі модуль зараду кожнай абкладкі паменшыць у n разоў?
- 703.** Ці зменіцца электраёмнасць зараджанага кандэнсатара, калі адну з абкладак заземліць?
- 704.** На малюнках 136 і 137 адлюстраваны графікі залежнасці электраёмнасці C плоскага паветранага кандэнсатара ад некаторых велічынь, якія ўплываюць на яго электраёмнасць. Патлумачце, якой велічынёй могуць быць x і y .

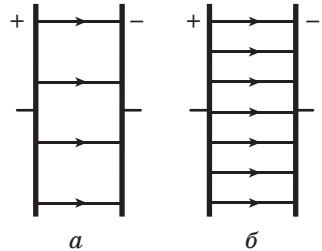


Мал. 136



Мал. 137

705. На малюнку 138, а, б адлюстраваны два аднолькавыя па памерах плоскія кандэнсатары, запоўненыя рознымі аднароднымі дыэлектрыкамі і зараджаныя аднолькавымі зарадамі. Параўнайце электраёмістасці кандэнсатараў.



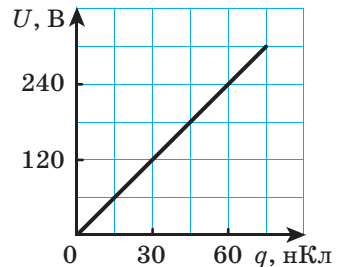
Мал. 138

706. Як зменіцца рознасць патэнцыялаў паміж пласцінамі плоскага зараджанага кандэнсатара, адключанага ад крыніцы напружання, калі: а) павялічыць адлегласць паміж пласцінамі ў 2 разы; б) прастору паміж імі запоўніць слюдой; в) адну з пласцін заямліць?

707. Вызначыце электраёмістасць кандэнсатара, калі напружанне паміж яго абкладкамі $U = 1,4$ кВ, а яго зарад $q = 42$ нКл.

708. Вызначыце напружанне паміж абкладкамі кандэнсатара, электраёмістасць якога $C = 75$ мкФ, калі яго зарад $q = 69$ мКл.

709. На малюнку 139 адлюстраваны графік залежнасці напружання на кандэнсатары ад яго зараду. Вызначыце электраёмістасць кандэнсатара.



Мал. 139

710. Параўнайце зарады двух кандэнсатараў, электраёмістасці якіх $C_1 = 1,8$ нФ і $C_2 = 90$ нФ, калі рознасці патэнцыялаў паміж іх абкладкамі аднолькавыя.
711. Два кандэнсатары, электраёмістасці якіх $C_1 = 1,25$ мкФ і $C_2 = 50$ нФ, маюць аднолькавыя зарады. Параўнайце напружанні, якія падалі на гэтыя кандэнсатары.
712. Плошча кожнай пласціны плоскага кандэнсатара $S = 520$ см². На якой адлегласці адна ад адной павінны быць размешчаны пласціны ў паветры, каб электраёмістасць кандэнсатара была $C = 46$ пФ?
713. Абкладкі плоскага кандэнсатара, электраёмістасць якога $C = 7,5 \cdot 10^{-10}$ Ф, маюць плошчу $S = 500$ см² і размешчаны на адлегласці $d = 3,54$ мм адна ад адной. Вызначыце дыэлектрычную пранікальнасць рэчыва, якім запоўнена прастора паміж абкладкамі кандэнсатара.
714. Пры запаўненні прасторы паміж пласцінамі паветранага кандэнсатара дыэлектрыкам напружанне на кандэнсатары паменшылася ад $U_1 = 400$ В да $U_2 = 50$ В. Якая дыэлектрычная пранікальнасць дыэлектрыка, калі зарад на кандэнсатары заставаўся пастаянным?
715. Плоскі паветраны кандэнсатар зарадзілі і адключылі ад крыніцы току. Ці зменіцца напружанне паміж абкладкамі кандэнсатара, калі: а) павялічыць адлегласць паміж пласцінамі; б) адну пласціну ссунуць паралельна другой (паменшыць плошчу перакрыцця пласцін), не змяняючы адлегласць паміж імі?
716. Як зменіцца ёмістасць плоскага паветранага кандэнсатара, калі: а) адлегласць паміж пласцінамі паменшыць у два разы; б) адлегласць паміж пласцінамі павялічыць у два разы, а прастору паміж імі запоўніць дыэлектрыкам з дыэлектрычнай пранікальнасцю $\epsilon = 6$?

717. Плоскі паветраны кандэнсатар, адлегласць паміж пласцінамі якога $d = 1,2$ мм, мае зарад $q = 2,4$ мкКл. Вызначыце ёмістасць кандэнсатара, калі модуль напружанасці электростатычнага поля паміж пласцінамі кандэнсатара $E = 0,4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.
718. Плоскі паветраны кандэнсатар ёмістасцю $C = 1$ мкФ мае зарад $q = 10$ мкКл. Вызначыце модуль напружанасці поля ўнутры кандэнсатара, калі адлегласць паміж яго пласцінамі $d = 5$ мм.
719. Зарад плоскага кандэнсатара $q = 4,0$ нКл. Вызначыце модуль напружанасці электростатычнага поля кандэнсатара, калі плошча кожнай яго абкладкі $S = 70$ см², а прастора паміж імі запоўнена полістыролам.
720. Плоскі паветраны кандэнсатар, плошча кожнай абкладкі якога $S = 90$ см², зараджаны да напружання $U = 0,50$ кВ. Вызначыце модуль сілы электростатычнага ўзаемадзеяння зараджаных абкладак, калі адлегласць паміж імі $d = 2$ мм.
721. Вызначыце першапачатковую адлегласць паміж абкладкамі плоскага паветранага кандэнсатара, калі пасля павелічэння адлегласці паміж імі на $\Delta d = 2$ мм і запаўнення гэтай прасторы слюдой электраёмістасць кандэнсатара павялічылася ў $\alpha = 2$ разы.
722. Абкладкі плоскага паветранага кандэнсатара плошчай пласцін $S = 150$ см² кожная знаходзяцца на адлегласці $d = 2$ мм адна ад адной. Вызначыце напружанне паміж абкладкамі кандэнсатара, калі яго зарад $q = 2,6$ нКл.
723. Плоскі паветраны кандэнсатар, адлегласць паміж пласцінамі якога $d_1 = 2$ мм, зараджаны да напружання $U_1 = 50$ В. Вызначыце, якім стане напружанне на кандэнсатары, калі, не змяняючы зараду кандэнсатара, адлегласць паміж пласцінамі павялічыць да $d_2 = 4,8$ мм.
724. Адлегласць паміж пласцінамі плоскага паветранага кандэнсатара $d_1 = 2$ мм. Напружанне паміж імі $U_1 = 0,1$ кВ.

Вызначыце рознасць патэнцыялаў паміж пласцінамі, калі, не змяняючы зараду, адлегласць паміж імі павялічыць на $d_2 = 6$ мм.

- 725.** Абкладкі плоскага паветранага кандэнсатара плошчай пласцін $S = 160$ см² кожная знаходзяцца на адлегласці $d = 1,77$ мм адна ад адной. Вызначыце напружанне паміж абкладкамі кандэнсатара, калі на адмоўна зараджанай абкладцы змяшчаецца $N = 2,5 \cdot 10^{10}$ «лішніх» электронаў.
- 726.** Плоскі паветраны кандэнсатар, адлегласць паміж пласцінамі якога $d_1 = 2,5$ мм, зараджаны да напружання $U_1 = 50$ В. Вызначыце, якім стане напружанне, калі, не змяняючы зараду кандэнсатара, адлегласць паміж пласцінамі павялічыць да $d_2 = 4,8$ мм, а прастору паміж імі цалкам запоўніць дыэлектрыкам з дыэлектрычнай пранікальнасцю $\epsilon = 3,0$.
- 727.** Плоскі паветраны кандэнсатар складаецца з дзвюх круглых пласцін радыусам $R = 10$ см, размешчаных на адлегласці $d = 2$ мм адна ад адной. Кандэнсатар падключаны да крыніцы пастаяннага напружання $U = 20$ В. Прастору паміж пласцінамі цалкам запоўнілі вадкім дыэлектрыкам. Пры гэтым па правадах, якія злучаюць абкладкі кандэнсатара і крыніцу току, прайшоў зарад $|\Delta q| = 4,0$ нКл. Вызначыце дыэлектрычную пранікальнасць дыэлектрыка.
- 728.** Паміж абкладкамі ізаляванага плоскага кандэнсатара, зараджанага да рознасці патэнцыялаў $U_1 = 0,4$ кВ, знаходзіцца пласціна, якая запаўняе ўсю прастору. Якая будзе рознасць патэнцыялаў паміж абкладкамі кандэнсатара пасля выдалення пласціны, калі дыэлектрычная пранікальнасць рэчыва пласціны $\epsilon = 5$?
- 729.** Плоскі паветраны кандэнсатар зарадзілі да рознасці патэнцыялаў $U_0 = 0,2$ кВ і адключылі ад крыніцы току. На колькі паменшыцца рознасць патэнцыялаў паміж

пласцінамі кандэнсатара, калі адлегласць паміж імі павялічыць ад $d_0 = 0,2$ мм да $d = 0,7$ мм, а прастору паміж імі запоўніць слюдой?

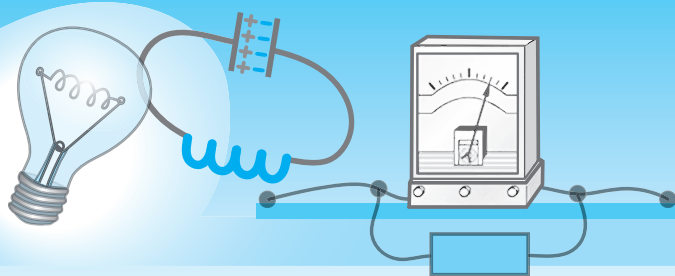
- 730.** Які зарад пройдзе па правадах, што злучаюць пласціны плоскага паветранага кандэнсатара і крыніцу току з напружаннем U , пры поўным апусканні кандэнсатара ў вадкі дыэлектрык з дыэлектрычнай пранікальнасцю ϵ ? Плошча кожнай пласціны кандэнсатара S , адлегласць паміж пласцінамі d .
- 731.** Часціца з дадатным зарадам q разганяецца да кінетычнай энергіі E_k і ўлятае ў плоскі паветраны кандэнсатар паралельна абкладкам на роўнай адлегласці ад іх. Ёмістасць кандэнсатара C , яго зарад Q , адлегласць паміж абкладкамі d . Якой павінна быць максімальная даўжыня абкладкі кандэнсатара, каб часціца дакранулася да яе паверхні? Сілу цяжару, якая дзейнічае на часціцу, не прымаць да ўвагі.
- 732.** Электрон улятае ў плоскі кандэнсатар праз вельмі малую адтуліну ў дадатна зараджанай пласціне перпендыкулярна ёй. Модуль скорасці руху электрона пры ўлёце ў кандэнсатар $v_0 = 1,0 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Ёмістасць кандэнсатара $C = 3,2$ мкФ. Які найменшы зарад павінен быць на пласцінах кандэнсатара, каб электрон вылецеў назад з кандэнсатара? Сілу цяжару, якая дзейнічае на электрон, не прымаць да ўвагі.
- 733.** У плоскі паветраны кандэнсатар ёмістасцю C і даўжынёй пласцін l улятае пратон пад вуглом α да пласцін. Кінетычная энергія пратона роўная E_k . Адлегласць паміж пласцінамі кандэнсатара d . Вызначыце зарад на абкладках кандэнсатара, пры якім пратон вылеціць з кандэнсатара паралельна пласцінам. Сілу цяжару, якая дзейнічае на пратон, не прымаць да ўвагі.

734. Зараджаны плоскі паветраны кандэнсатар запаўняюць дыэлектрыкам з дыэлектрычнай пранікальнасцю ϵ . Як змяняцца зарад на абкладках кандэнсатара, напружанне на кандэнсатары, напружанасць поля ў кандэнсатары, энергія кандэнсатара, калі: а) кандэнсатар адключаны ад крыніцы току; б) кандэнсатар падключаны да крыніцы току?
735. Вызначыце энергію электростатычнага поля кандэнсатара электраёмістасцю $C = 50$ мкФ, зараджанага да напружання $U = 80$ В.
736. Вызначыце энергію электростатычнага поля кандэнсатара электраёмістасцю $C = 25$ нФ, калі яго зарад $q = 6,0$ мкКл.
737. Вызначыце зарад кандэнсатара, зараджанага да напружання $U = 200$ В, калі энергія электростатычнага поля ў кандэнсатары $W = 1,7$ мДж.
738. Энергія плоскага паветранага кандэнсатара $W = 2 \cdot 10^{-7}$ Дж. Вызначыце энергію гэтага кандэнсатара пасля запаўнення яго дыэлектрыкам з дыэлектрычнай пранікальнасцю $\epsilon = 2$, калі: а) кандэнсатар адключаны ад крыніцы сілкавання; б) кандэнсатар падключаны да крыніцы пастаяннага напружання.
739. Вызначыце энергію электростатычнага поля плоскага кандэнсатара электраёмістасцю $C = 40$ нФ, калі адлегласць паміж абкладкамі кандэнсатара $d = 5,0$ мм, а модуль напружанасці электростатычнага поля $E = 60 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.
740. Энергія электростатычнага поля плоскага кандэнсатара $W = 7,2$ мкДж, а модуль яго напружанасці $E = 4,0 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Вызначыце адлегласць паміж абкладкамі кандэнсатара, калі электраёмістасць кандэнсатара $C = 25$ нФ.

- 741.** Энергія электростатычнага поля плоскага кандэнсатара $W = 885$ нДж, а модуль яго напружанасці $E = 12,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Дыэлектрычная пранікальнасць аднароднага дыэлектрыка, які запаўняе кандэнсатар, $\epsilon = 4,0$. Вызначыце плошчу кожнай пласціны кандэнсатара, калі адлегласць паміж імі $d = 5,0$ мм.
- 742.** Кандэнсатар ёмістасцю $C = 1,4$ мФ, зараджаны да напружання $U = 3$ кВ, разрадзілі праз рэзістар, апушчаны ў пасудзіну з вадой. На колькі павялічылася тэмпература вады, калі яе маса $m = 100$ г? Лічыць, што ўся энергія кандэнсатара пайшла на нагрыванне вады.
- 743.** Імпульсную стыкавую зварку меднага дроту ажыццяўляюць з дапамогай разраду кандэнсатара ёмістасцю $C = 1,0$ мФ пры напружання на кандэнсатары $U = 1,0$ кВ. Якая сярэдняя карысная магутнасць разраду імпульсу, калі час разраду $\tau = 2,0$ мкс і ККДз зварачнай устаноўкі $\eta = 4,0$ %?
- 744.** Паветраны кандэнсатар ёмістасцю $C = 18$ мкФ зарадзілі да напружання $U = 100$ В і адключылі ад крыніцы сілкавання. Вызначыце работу, выкананую сіламі электрычнага поля пры запаўненні прасторы паміж абкладкамі кандэнсатара дыэлектрыкам, дыэлектрычная пранікальнасць якога $\epsilon = 3,0$.
- 745.** З зараджанага плоскага кандэнсатара выцягнулі дыэлектрык, дыэлектрычная пранікальнасць якога ϵ . У колькі разоў змянілася энергія кандэнсатара, калі зарад кандэнсатара заставаўся пастаянным?
- 746.** У колькі разоў павялічылі адлегласць паміж пласцінамі плоскага паветранага кандэнсатара, калі пры гэтым была выканана работа $A = 1,0$ нДж? Зарад пласцін кандэнсатара $q = 1,0 \cdot 10^{-10}$ Кл. Плошча пласцін $S = 10$ см². Пер-

шапачатковая адлегласць паміж пласцінамі $d = 0,59$ мм. Кандэнсатар зараджаны і адключаны ад крыніцы току.

747. Плоскі кандэнсатар, запоўнены дыэлектрыкам, валодае энергіяй $W = 20$ мкДж. Кандэнсатар адключылі ад крыніцы току. Дыэлектрык выцягнулі, выканаўшы пры гэтым работу $A = 70$ мкДж. Вызначыце дыэлектрычную пранікальнасць дыэлектрыка.
748. Шкляная пласціна цалкам запаўняе зазор паміж абкладкамі плоскага кандэнсатара, ёмістасць якога ў адсутнасці пласціны $C = 5,0$ мкФ. Кандэнсатар зарадзілі да напружання $U = 1,0$ кВ і адключылі ад крыніцы току. Якую механічную работу неабходна выканаць супраць электрычных сіл, каб выцягнуць пласціну з кандэнсатара? Дыэлектрычная пранікальнасць шкла $\varepsilon = 5,0$.
749. *Унутры плоскага кандэнсатара паралельна яго абкладкам знаходзіцца шкляная пласціна, плошча якой роўная плошчы абкладак, а таўшчыня ўдвая меншая за адлегласць паміж імі. Кандэнсатар зараджаны да напружання $U = 300$ В і адключаны ад крыніцы. Якую работу трэба выканаць, каб павольна выцягнуць пласціну з кандэнсатара? Ёмістасць кандэнсатара без пласціны $C = 4,0$ мкФ. Дыэлектрычная пранікальнасць шкла $\varepsilon = 2,0$.
750. Паміж абкладкамі зараджанага і адключанага ад крыніцы энергіі плоскага кандэнсатара знаходзіцца шкпінар. Пры гэтым энергія кандэнсатара $W_1 = 60$ мкДж. Якой стане энергія кандэнсатара, калі шкпінар зліць, адлегласць паміж абкладкамі павялічыць у $n = 1,4$ раза і прастору паміж імі цалкам запоўніць усунутай шкляной пласцінкай? Дыэлектрычная пранікальнасць шкпінару $\varepsilon_1 = 2,2$, дыэлектрычная пранікальнасць шкла $\varepsilon_2 = 7,7$.



IV. ПАСТАЯННЫ ЭЛЕКТРЫЧНЫ ТОК

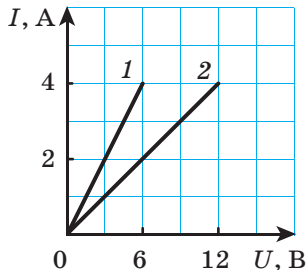
17. Законы пастаяннага электрычнага току

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Сіла току	$I = \frac{q}{\Delta t}$	I — сіла току ў правадніку; q — зарад, які прайшоў праз папярочнае сячэнне правадніка; Δt — час праходжання зараду q
Супраціўленне правадніка	$R = \rho \frac{l}{S}$	R — супраціўленне правадніка цыліндрычнай формы; ρ — удзельнае супраціўленне рэчыва; l — даўжыня правадніка; S — плошча папярочнага сячэння правадніка
Закон Ома для аднароднага ўчастка ланцуга	$I = \frac{U}{R}$	I — сіла току ў аднародным участку ланцуга; U — напружанне на канцах аднароднага ўчастка ланцуга; R — супраціўленне аднароднага ўчастка ланцуга

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Паслядоўнае злучэнне прараднікаў	Сіла току: $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n.$ Напружанне: $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n.$ Супраціўленне: $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	I_1, I_2, \dots, I_n — сіла току ў першым, другім, ..., n -м прарадніках; U_1, U_2, \dots, U_n — напружанне на першым, другім, ..., n -м прарадніках; R_1, R_2, \dots, R_n — супраціўленне першага, другога, ..., n -га прараднікаў
Паралельнае злучэнне прараднікаў	Сіла току: $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n.$ Напружанне: $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n.$ Велічыня, адваротная супраціўленню: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}.$ Супраціўленне двух прараднікаў, злучаных паралельна: $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	I_1, I_2, \dots, I_n — сіла току ў першым, другім, ..., n -м прарадніках; U_1, U_2, \dots, U_n — напружанне на першым, другім, ..., n -м прарадніках; R_1, R_2, \dots, R_n — супраціўленне першага, другога, ..., n -га прараднікаў
Закон Джоўля — Ленца	$Q = I^2 R \Delta t$	I — сіла току ў прарадніку; R — супраціўленне прарадніка; Δt — час праходжання току па прарадніку

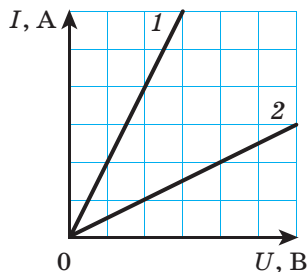
751. Акумулятар, падключаны да зараднай прылады, зараджалі на працягу прамежку часу $\Delta t = 1,25$ г пры сіле току $I = 6,0$ А. Вызначыце зарад, які прайшоў праз акумулятар за гэты час.
752. Вызначыце лік электронаў, якія прайшлі за прамежак часу $\Delta t = 5$ мін праз папярочнае сячэнне дроту пры сіле току \dot{y} ім $I = 3,2$ А.
753. Вызначыце супраціўленне ніхромавага дроту даўжынёй $l = 2,0$ м і масай $m = 8,3$ г.
754. Два дроты — медны і алюмініевы — маюць аднолькавыя масы. Даўжыня меднага дроту \dot{y} $n = 2$ разы большая за даўжыню алюмініевага. У колькі разоў супраціўленне меднага дроту большая за супраціўленне алюмініевага? Шчыльнасць медзі \dot{y} $k_1 = 3,3$ раза большая за шчыльнасць алюмінію, а ўдзельнае супраціўленне медзі \dot{y} $k_2 = 1,65$ раза меншае за ўдзельнае супраціўленне алюмінію.

755. Для правядзення эксперыменту выкарыстоўвалі два медныя дроты роўнай даўжыні. Па выніках даследавання пабудавалі вольт-амперныя характарыстыкі гэтых дротаў (мал. 140). Вызначыце плошчу папярочнага сячэння тонкага дроту, калі плошча папярочнага сячэння тоўстага дроту $S_{\text{тоўс.}} = 0,8$ мм².

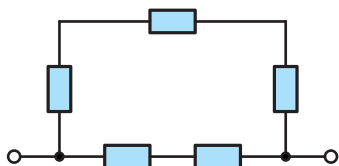


Мал. 140

756. На малюнку 141 паказаны вольт-амперныя характарыстыкі двух алюмініевых дротаў роўнага папярочнага сячэння. Вызначыце адносіны мас дротаў.

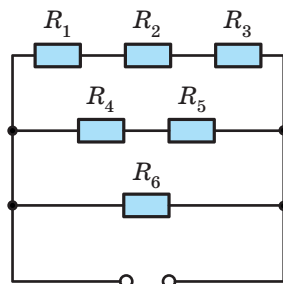


Мал. 141



Мал. 142

757. Вызначыце супраціўленне электрычнага ланцуга, схема якога адлюстравана на малюнку 142. Супраціўленне кожнага рэзістара $R = 10 \text{ Ом}$.



Мал. 143

758. Вызначыце супраціўленне электрычнага ланцуга, схема якога прадстаўлена на малюнку 143. Супраціўленні рэзістараў $R_1 = R_2 = R_3 = 2 \text{ Ом}$, $R_4 = R_5 = 3 \text{ Ом}$, $R_6 = 6 \text{ Ом}$.

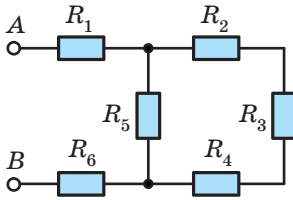
759. Участак электрычнага ланцуга складаецца з трох паралельна злучаных рэзістараў $R_1 = 30 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$ і $R_3 = 15 \text{ Ом}$. Вызначыце сілу току, які працякае праз кожны рэзістар, калі агульная сіла току ў ланцугу $I = 1,2 \text{ А}$.

760. На колькі роўных частак трэба разрэзаць аднародны дрот, які мае супраціўленне $R_1 = 36 \text{ Ом}$, каб супраціўленне яго частак, злучаных паралельна, стала $R_2 = 1 \text{ Ом}$?

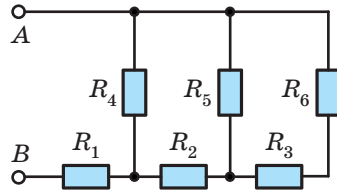
761. Да крыніцы пастаяннага напружання $U = 120 \text{ В}$ падключаюць два рэзістары. Пры іх паслядоўным злучэнні сіла току ў ланцугу $I_1 = 3,0 \text{ А}$, а пры паралельным — сумарная сіла току ў ланцугу $I_2 = 16,0 \text{ А}$. Вызначыце супраціўленні рэзістараў.

762. У электрычны ланцуг уключаны паслядоўна рэзістар і лямпачка, супраціўленні якіх $R_1 = 50 \text{ Ом}$ і $R_2 = 60 \text{ Ом}$ адпаведна. Вызначыце напружанне на лямпачцы, калі напружанне на рэзістары $U_1 = 75 \text{ В}$.

763. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 144, супраціўленні рэзістараў $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ Ом}$, $R_5 = R_6 = 30 \text{ Ом}$. Вызначыце напружанне паміж



Мал. 144



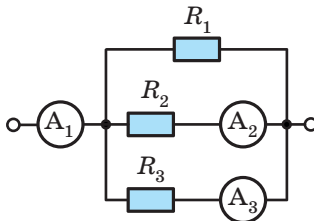
Мал. 145

пунктамі A і B , калі сіла току, які працякае ў трэцім рэзістары, $I_3 = 2,0$ А.

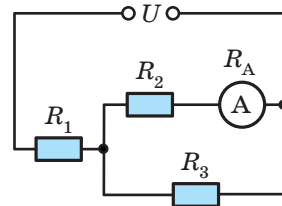
764. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 145, супраціўленні рэзістараў $R_1 = R_2 = R_3 = 2,0$ Ом, $R_4 = R_5 = R_6 = 1,0$ Ом. Вызначыце напружанне паміж пунктамі A і B , калі напружанне на шостым рэзістары $U_6 = 1,0$ В.

765. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 146, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 40$ Ом, $R_2 = 24$ Ом, $R_3 = 60$ Ом. Амперметр A_1 паказвае сілу току $I_1 = 5,0$ А. Вызначыце паказанні амперметраў A_2 і A_3 , калі іх унутранае супраціўленне вельмі малое.

766. Да канцоў электрычнага ланцуга, схема якога прадстаўлена на малюнку 147, прыкладзена напружанне $U = 14$ В. Супраціўленні рэзістараў $R_1 = R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 20$ Ом. Вызначыце паказанне амперметра, калі яго супраціўленне $R_A = 2,0$ Ом.



Мал. 146



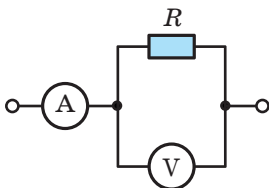
Мал. 147

767. Да крыніцы пастаяннага напружання $U_0 = 200$ В падключаны два рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 200$ Ом і $R_2 = 1,0$ кОм, злучаныя паміж сабой паслядоўна. Да канцоў рэзістара R_2 паралельна падключаны вольтметр. Вызначыце супраціўленне вольтметра, калі ён паказвае напружанне $U_V = 160$ В.

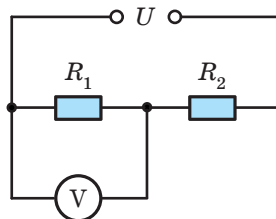
768. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 148, амперметр паказвае сілу току $I = 40$ мА, а вольтметр — напружанне $U = 10$ В. Вызначыце супраціўленне вольтметра, калі супраціўленне рэзістара $R = 300$ Ом.

769. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 149, вольтметр, уключаны паралельна першаму рэзістару, паказвае напружанне $U_V = 30$ В. Супраціўленні рэзістараў $R_1 = 40$ Ом, $R_2 = 60$ Ом. Напружанне на канцах ланцуга $U = 90$ В. Вызначыце адносіны сілы току ў другім рэзістары да сілы току ў вольтметры.

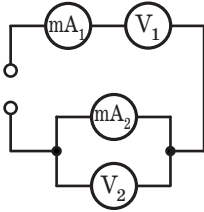
770. Рэзістар супраціўленнем $R_1 = 200$ Ом і вольтметр, злучаныя паслядоўна, падключаны да крыніцы пастаяннага напружання $U = 6,0$ В. Вольтметр паказвае напружанне $U_1 = 4,8$ В. Вызначыце паказанне вольтметра, калі яго злучыць паслядоўна з рэзістарам супраціўленнем $R_2 = 400$ Ом і падключыць да той жа крыніцы напружання.



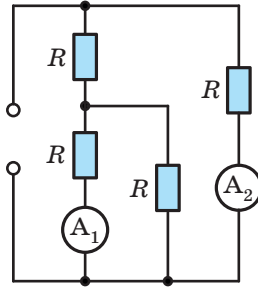
Мал. 148



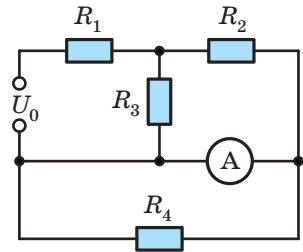
Мал. 149



Мал. 150

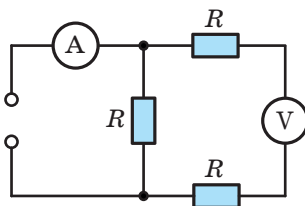


Мал. 151

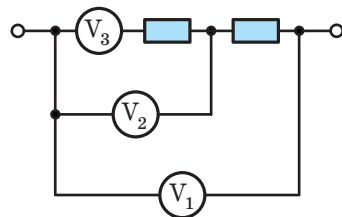


Мал. 152

- 771.** Міліамперметры, уключаныя ў электрычны ланцуг (мал. 150), паказваюць сілу току $I_1 = 10,0$ мА і $I_2 = 8,0$ мА адпаведна. Вызначыце паказанне першага вольтметра, калі другі вольтметр паказвае напружанне $U_2 = 1,6$ В. Супраціўленні вольтметраў аднолькавыя.
- 772.** Амперметр A_1 , уключаны ў электрычны ланцуг (мал. 151), паказвае сілу току $I_1 = 1$ А. Вызначыце паказанне амперметра A_2 , калі супраціўленне амперметраў не прымаць да ўвагі.
- 773.** У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 152, напружанне $U_0 = 40$ В, супраціўленні рэзістараў $R_1 = R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 5$ Ом, $R_4 = 10$ Ом. Вызначыце паказанне амперметра, калі яго супраціўленне $R_A = 40$ Ом.
- 774.** У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 153, амперметр паказвае сілу току $I_A = 1,2$ А. Супраціўленне кожнага рэзістара, уключанага ў ланцуг,



Мал. 153



Мал. 154

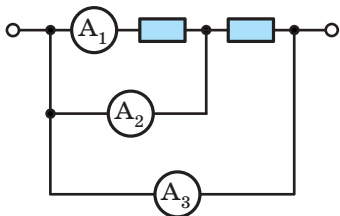
$R = 100$ Ом. Вызначыце супраціўленне вольтметра, калі ён паказвае напружанне $U_V = 90$ В.

775. Электрычны ланцуг, схема якога прадстаўлена на малюнку 154, сабраны з аднолькавых рэзістараў і аднолькавых вольтметраў. Другі і трэці вольтметры паказваюць напружанне $U_2 = 6,0$ В і $U_3 = 4,0$ В адпаведна. Вызначыце паказанне першага вольтметра.

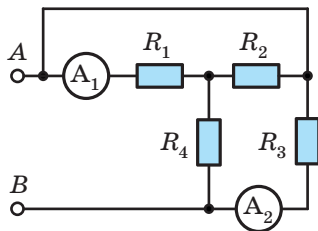
776. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 155, усе амперметры і ўсе рэзістары аднолькавыя. Першы і другі амперметры паказваюць сілу току $I_1 = 1,0$ мА і $I_2 = 4,0$ мА адпаведна. Вызначыце паказанне трэцяга амперметра.

777. Участак электрычнага ланцуга складаецца з лямпачкі, амперметра і вольтметра, злучаных паслядоўна. На канцах ланцуга падтрымліваецца пастаяннае напружанне $U_0 = 6$ В. Пры падключэнні рэзістара паралельна вольтметру паказанні вольтметра памяншаюцца ў $n = 2$ разы, а паказанні амперметра ўзрастаюць у $k = 2$ разы. Вызначыце паказанне вольтметра да падключэння рэзістара.

778. У электрычны ланцуг, схема якога прадстаўлена на малюнку 156, уключаны чатыры рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 15$ Ом, $R_4 = 8$ Ом і два амперметры, супраціўленні якіх вельмі малыя. Да канцоў AB ланцуга прыкладзена пастаяннае напружанне. Вызначыце паказанне другога амперметра, калі паказанне першага амперметра $I_1 = 0,1$ А.



Мал. 155

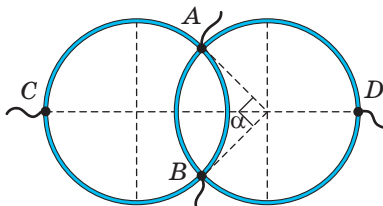


Мал. 156

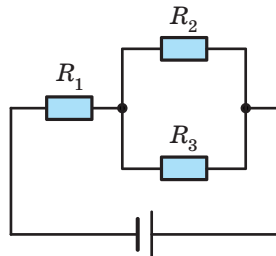
779. За прамежак часу $\Delta t = 10$ с праз праваднік, напружанне на якім $U = 12$ В, прайшоў зарад $\Delta q = 10$ Кл. Вызначыце работу і магутнасць электрычнага току.
780. Два аднолькавыя рэзістары падключаюць да крыніцы пастаяннага напружання $U = 20$ В, спачатку злучыўшы іх паміж сабой паслядоўна, потым — паралельна. Пры гэтым магутнасць, якая спажываецца рэзістарамі, у другім выпадку на $\Delta P = 6$ Вт большая, чым у першым. Вызначыце супраціўленне кожнага рэзістара.
781. Дрот, у якім вылучалася магутнасць $P_0 = 30$ Вт, укарацілі на 25 % яго даўжыні. Якая магутнасць стала вылучацца на дротце, калі напружанне на ім засталася ранейшым?
782. Дзве электрычныя лямпачкі разлічаны на адну і тую ж напружанасць сеткі. Іх намінальныя магутнасці P_1 і $P_2 = 3P_1$. У якой лямпачцы будзе вылучацца большая магутнасць пры паслядоўным іх уключэнні ў сетку? Адказ патлумачце. Супраціўленне лямпачак лічыць пастаянным.
783. Дзве электрычныя лямпачкі з намінальнымі магутнасцямі $P_1 = 5$ Вт і $P_2 = 20$ Вт, разлічаныя на аднолькавае напружанне U , злучаны паслядоўна і падключаны да клем акумулятара з напружаннем U . Якія магутнасці спажываюць лямпачкі? Супраціўленне лямпачак лічыць пастаянным.
784. Дзве лямпы маюць магутнасці $P_1 = 20$ Вт і $P_2 = 40$ Вт пры некаторым напружанні на іх U . Пры іх паслядоўным уключэнні ў ланцуг з большым, чым U , напружаннем аказалася, што ў першай лямпе вылучаецца такая ж магутнасць, як і пры напружанні U . Якая магутнасць вылучаецца пры гэтым у другой лямпе? Супраціўленні лямп лічыць пастаяннымі.
785. Драцяное кольца падключана да крыніцы пастаяннага электрычнага напружання так, што кантакты дзеляць

даўжыню кольца ў суадносінах $1 : 2$. Пры гэтым у кольцы вылучаецца магутнасць $P = 2,7$ Вт. Якая магутнасць будзе вылучацца ў кольцы, калі кантакты размясціць: а) па дыяметры кольца; б) у пунктах, якія дзеляць кольца ў суадносінах $1 : 3$?

- 786.** Два аднолькавыя металічныя кольца запаяны ў пунктах A і B (мал. 157). Цэнтральны вугал $\alpha = 90^\circ$. Спачатку кольца падключылі да крыніцы пастаяннага напружання ў пунктах A і B . І ў іх вылучалася цеплавая магутнасць $P_1 = 8$ Вт. Вызначыце магутнасць, якая будзе вылучацца ў кольцах, калі іх падключыць да той жа крыніцы току ў пунктах C і D .
- 787.** Па правадніку супраціўленнем $R = 6$ Ом прапускалі пастаянны ток на працягу прамежку часу $\Delta t = 9$ с. Якая колькасць цеплаты вылучылася ў правадніку за гэты час, калі праз яго сячэнне прайшоў зарад $\Delta q = 3$ Кл?
- 788.** Два электранагравальнікі, супраціўленні якіх $R_1 = 16,0$ Ом і $R_2 = 4,0$ Ом, падключаны да крыніцы пастаяннага напружання $U = 10$ В. Якая сумарная колькасць цеплаты вылучаецца ў награвальніках за час $\tau = 24$ с, калі яны злучаны: а) паслядоўна; б) паралельна?
- 789.** Электрычны награвальнік, які складаецца з трох аднолькавых спіральных R_1, R_2 і R_3 (мал. 158), падключаны да крыніцы пастаяннага току. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучаецца за некаторы час награвальнікам, калі на другой спіралі за гэты ж час вылучаецца $Q_2 = 10$ Дж цеплаты.

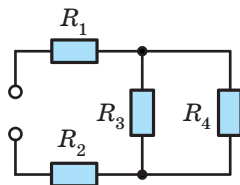


Мал. 157



Мал. 158

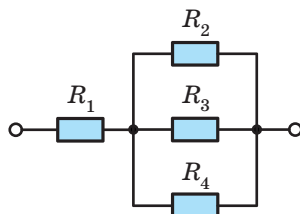
790. Чатыры аднолькавыя рэзістары R_1 , R_2 , R_3 і R_4 падключаны да крыніцы пастаяннага напружання (мал. 159). Пры гэтым у трэцім рэзістары вылучаецца за некаторы час колькасць цеплаты $Q_3 = 18$ Дж. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучыцца за такі ж час у трэцім рэзістары, калі чацвёрты рэзістар адключыць.



Мал. 159

791. Тры рэзістары, супраціўленні якіх $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 6$ Ом і $R_3 = 8$ Ом, злучаны паралельна і падключаны да крыніцы пастаяннага напружання. За некаторы час у першым рэзістары вылучылася колькасць цеплаты $Q_1 = 289$ Дж. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучыцца ў першым рэзістары за такі ж час пры іх паслядоўным злучэнні.

792. На ўчастку электрычнага ланцуга, схема якога прадстаўлена на малюнку 160, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 1,0$ Ом, $R_2 = 1,0$ Ом, $R_3 = 2,0$ Ом, $R_4 = 3,0$ Ом. Пры праходжанні току ў першым рэзістары вылучылася колькасць цеплаты $Q_1 = 242$ Дж. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася за той жа час у другім рэзістары.



Мал. 160

793. Да крыніцы пастаяннага электрычнага напружання падключана цотная колькасць аднолькавых паслядоўна злучаных дротаў. Пры гэтым у іх за некаторы прамежак часу вылучылася колькасць цеплаты $Q_1 = 12$ Дж. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучыцца за той жа прамежак часу ў дротах, калі кожны другі з іх укараціць удвая.

794. Вызначыце даўжыню ніхромавага дроту плошчай папярочнага сячэння $S = 0,42$ мм², выкарыстанага для ства-

рэння награвальніка, які за час $\tau = 2,5$ мін нагрэе ваду масай $m = 1,5$ кг ад тэмпературы $t_1 = 10$ °С да тэмпературы $t_2 = 98$ °С. ККДз награвальніка $\eta = 60$ %. Напружанне на канцах дроту $U = 220$ В.

- 795.** На электраплітцы стаіць каструля з кіпячай вадой. Напружанне на награвальным элеменце пліткі $U = 220$ В, сіла току ў ім $I = 11,3$ А. Вызначыце час, на працягу якога з каструлі выпарыцца $m = 66$ г вады, калі вада атрымлівае $\eta = 50$ % энергіі, якая вылучаецца ў электраплітцы.
- 796.** Награвальнік у электрачайніку складаецца з дзвюх секцый роўнага супраціўлення. Пры падключэнні адной секцыі да крыніцы пастаяннага напружання вада ў чайніку закіпае праз час $\tau_1 = 22$ мін. Вызначыце, праз які прамежак часу пасля пачатку награвання закіпіць вада ў чайніку, калі абедзве секцыі злучыць паміж сабой паралельна і падключыць іх да той жа крыніцы напружання. Маса і змяненне тэмпературы вады ў абодвух выпадках аднолькавыя. Супраціўленні секцый не залежаць ад умоў работы электрачайніка. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.
- 797.** Электранагравальнік мае два ніхромавыя дроты, даўжыні якіх адрозніваюцца ў два разы, а плошчы папярочнага сячэння аднолькавыя. Пры падключэнні да крыніцы пастаяннага напружання гэтых дротаў, злучаных паслядоўна, снег, які знаходзіцца пры тэмпературы плаўлення ў электранагравальніку, плавіцца за час $\tau_1 = 7,2$ мін. Вызначыце час плаўлення снегу ў награвальніку, калі абодва дроты злучыць паміж сабой паралельна і падключыць да той жа крыніцы напружання. Маса снегу ў абодвух выпадках аднолькавая. Супраціўленні дротаў не залежаць ад умоў работы электранагравальніка. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.

- 798.** Електрарухавік падключаны да крыніцы пастаяннага току, напружанне на клеммах якога $U = 100$ В. ККДз электрарухавіка $\eta = 80\%$. Вызначыце супраціўленне абмоткі электрарухавіка, калі ў ёй працякае ток $I = 8,0$ А.
- 799.** Трамвай рухаецца па гарызантальным участку дарогі са скорасцю, модуль якой $v = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Електрарухавік трамвая працуе пры сіле току $I = 100$ А і напружанні $U = 500$ В. Вызначыце супраціўленне абмоткі электрарухавіка, калі модуль сілы цягі трамвая $F = 4,0$ кН.
- 800.** Электробус масай $m = 10$ т рухаецца ўверх па склоне гары са скорасцю, модуль якой $v = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Вызначыце сілу току ў электрарухавіку, калі напружанне ў сетцы, да якой ён падключаны, $U = 1,5$ кВ. ККДз электробуса $\eta = 90\%$, схіл гары $k = 0,050$ ($k = \sin\alpha = 0,050$), а каэфіцыент супраціўлення руху $\mu = 0,020$.

18. Електрарухаючая сіла крыніцы току. Закон Ома для поўнага электрычнага ланцуга

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
ЭРС крыніцы току	$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{п}}}{q}$	\mathcal{E} — ЭРС крыніцы току; $A_{\text{п}}$ — работа пабочных сіл па перамяшчэнні зараду ўнутры крыніцы току; q — зарад, перамяшчаны ўнутры крыніцы току пад дзеяннем пабочных сіл
Закон Ома для поўнага ланцуга	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$	I — сіла току ў электрычным ланцугу; \mathcal{E} — ЭРС крыніцы току;

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
		R — супраціўленне знешняга ўчастка ланцуга; r — супраціўленне ўнутранага ўчастка ланцуга (крыніцы току)
Сіла току кароткага замыкання	$I_{\text{к.з.}} = \frac{\mathcal{E}}{r}$	$I_{\text{к.з.}}$ — сіла току кароткага замыкання; \mathcal{E} — ЭРС крыніцы току; r — супраціўленне крыніцы току

- 801.** Якую работу выконваюць пабочныя сілы пры перамяшчэнні зараду $q = 0,24$ Кл унутры крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 1,5$ В?
- 802.** Пабочныя сілы, выканаўшы работу $A_{\text{п}} = 72$ Дж, перамясцілі зарад $q = 20$ Кл. Вызначыце ЭРС крыніцы току.
- 803.** ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 4,5$ В. Вызначыце зарад, які быў перамяшчаны ўнутры крыніцы току, калі пабочныя сілы выканалі работу $A_{\text{п}} = 0,18$ Дж.
- 804.** Праз лямпачку, падключаную да гальванічнага элемента, ЭРС якога $\mathcal{E} = 1,5$ В, працякае ток $I = 0,20$ А. Вызначыце работу пабочных сіл у элеменце, выкананую за прамежак часу $\Delta t = 1,0$ мін.
- 805.** Вызначыце работу, выкананую пабочнымі сіламі крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 9,0$ В пры перамяшчэнні па электрычным ланцугу $N = 2,5 \cdot 10^{19}$ электронаў.
- 806.** Да гальванічнага элемента, ЭРС якога $\mathcal{E} = 1,5$ В, а ўнутранае супраціўленне $r = 1,2$ Ом, падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 4,8$ Ом. Вызначыце сілу току, якая працякае праз рэзістар.
- 807.** Да фотаэлемента, ЭРС якога $\mathcal{E} = 0,40$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 0,20$ Ом, падключаны міліамперметр,

які паказвае сілу току $I = 0,25$ А. Вызначыце супраціўленне міліамперметра.

- 808.** Да крыніцы току, ЭРС якога $\mathcal{E} = 1,2$ В, падключылі рэзістар супраціўленнем $R = 5,0$ Ом. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі ў ланцугу працякае ток $I = 0,20$ А.
- 809.** Пры падключэнні лямпачкі да батарэі з ЭРС $\mathcal{E} = 4,5$ В напружанне на лямпачцы $U = 4$ В. Вызначыце ўнутранае супраціўленне батарэі, калі праз лямпачку працякае ток $I = 0,25$ А.
- 810.** Пры падключэнні электрапрыбора да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой $r = 4,0$ Ом і ЭРС $\mathcal{E} = 15,0$ В, напружанне на полюсах крыніцы току $U = 9,0$ В. Вызначыце сілу току ў ланцугу і супраціўленне электрапрыбора.
- 811.** ЭРС батарэі $\mathcal{E} = 6,4$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 1,5$ Ом. Вызначыце напружанне на полюсах батарэі і падзенне напружання на ўнутраным участку ланцуга, калі супраціўленне знешняга ўчастка ланцуга $R = 2,5$ Ом.
- 812.** Праваднік супраціўленнем $R = 10$ Ом падключаны да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой $r = 1,5$ Ом. Вызначыце ЭРС крыніцы току, калі за прамежак часу $\Delta t = 2,0$ мін праз папярочнае сячэнне правадніка прайшло $N = 1,5 \cdot 10^{21}$ электронаў.
- 813.** Пры падключэнні электрамагніта да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 30$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 2$ Ом, напружанне на полюсах крыніцы стала $U = 28$ В. Вызначыце работу, выкананую пабочнымі сіламі крыніцы току за прамежак часу $\Delta t = 5$ мін.
- 814.** Вызначыце даўжыню дроту сячэннем $S = 1,0$ мм², які неабходна далучыць да полюсаў крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 12,5$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 1,0$ Ом, каб

напружанне на полюсах крыніцы было $U = 10$ В. Удзельнае супраціўленне рэчыва дроту $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8}$ Ом \cdot м.

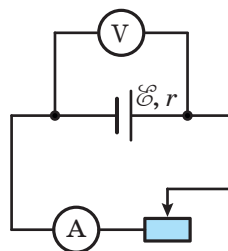
815. Да полюсаў крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 5,0$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 0,80$ Ом, далучаны нікелінавы дрот даўжынёй $l = 2,1$ м і сячэннем $S = 0,21$ мм². Вызначыце напружанне на полюсах крыніцы току.

816. Вызначыце плошчу папярочнага сячэння вальфрамавага дроту даўжынёй $l = 2,0$ м, які падключылі да полюсаў крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 3,9$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 0,75$ Ом, калі ў дроте працякае ток $I = 3,0$ А.

817. У электрычным ланцугу, які складаецца з крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 6$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 2$ Ом і рэзистара, працякае ток $I_1 = 1$ А. Вызначыце сілу току ў ланцугу, калі супраціўленне рэзистара паменшыць у $n = 4$ разы.

818. Да крыніцы току падключаны рэзистат, напружанне на якім роўнае U . Вызначыце ЭРС крыніцы току, калі пры павелічэнні супраціўлення рэзистата ў $n = 3$ разы напружанне на ім павялічваецца ў $k = 2$ разы.

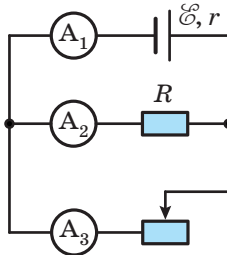
819. Як змяняцца паказанні амперметра і вольтметра, уключаных у электрычны ланцуг (мал. 161), калі павялічыць супраціўленне рэзистата?



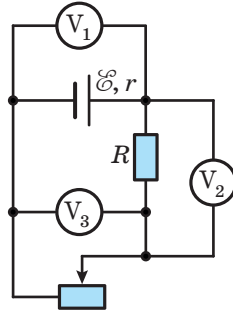
Мал. 161

820. На малюнку 162 прадстаўлена схема электрычнага ланцуга, у які ўключаны тры амперметры, супраціўленні якіх вельмі малыя. Як змяняцца паказанні амперметраў, калі паменшыць супраціўленне рэзистата?

821. На малюнку 163 прадстаўлена схема электрычнага ланцуга, у які ўключаны тры вольтметры, супраціўленні



Мал. 162



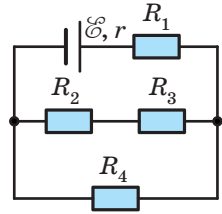
Мал. 163

якіх бясконца вялікія. Як змяняцца паказанні вольтметраў, калі паменшыць супраціўленне рэстата?

- 822.** Да акумулятара, ЭРС якога $\mathcal{E} = 15$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 1,4$ Ом, падключаны два рэзістары, злучаныя паміж сабой паралельна. Вызначыце напружанне на полюсах акумулятара, калі супраціўленні рэзістараў $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 8$ Ом.
- 823.** Дзве аднолькавыя лампы і рэзістар супраціўленнем $R_p = 30$ Ом злучаны паслядоўна і падключаны да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 97$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 4,0$ Ом. Вызначыце сілу току ў ланцугу, калі напружанне на кожнай лампе $U_{л} = 40$ В.
- 824.** Два рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 2$ Ом і $R_2 = 3$ Ом злучаны паміж сабой паралельна і падключаны да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 7,5$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 0,3$ Ом. Вызначыце сілу току ў кожным рэзістары.
- 825.** Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 130$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 2,0$ Ом падключаны рэзістар супраціўленнем $R_1 = 34$ Ом і паслядоўна з ім два паралельна злучаныя рэзістары супраціўленнямі $R_2 = 20$ Ом і $R_3 = 80$ Ом. Вызначыце напружанне на першым рэзістары.

- 826.** Да крыніцы току падключаны два аднолькавыя рэзістары, злучаныя паміж сабой паслядоўна. Супраціўленне кожнага рэзістара большае за ўнутранае супраціўленне крыніцы току ў $n = 4$ разы. У колькі разоў павялічыцца сіла току ў ланцугу, калі рэзістары злучыць паміж сабой паралельна і падключыць да той жа крыніцы току?
- 827.** Крыніца току з ЭРС \mathcal{E} і ўнутраным супраціўленнем r замкнута на тры рэзістары з супраціўленнем $R = 3r$ кожны, злучаныя паслядоўна. У колькі разоў змяняцца сіла току ў ланцугу і напружанне на полюсах крыніцы, калі рэзістары злучыць паралельна?
- 828.** Да крыніцы току былі падключаны дзве аднолькавыя лямпачкі, злучаныя паміж сабой паслядоўна. Пасля таго як да адной з лямпачак паралельна падключылі яшчэ адну такую ж лямпачку, сіла току ў ланцугу павялічылася ў $n = 1,3$ раза. У колькі разоў супраціўленне адной лямпачкі большае за ўнутранае супраціўленне крыніцы?
- 829.** Кавалак аднароднага дроту супраціўленнем $R = 10$ Ом сагнулі ў кольца і падключылі да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 3$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 0,5$ Ом, у двух пунктах, якія ляжаць на процілеглых канцах дыяметра кольца. Вызначыце сілу току, які працякае праз крыніцу току.
- 830.** Да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой $r = 2,0$ Ом, падключаны дзве лямпачкі, злучаныя паміж сабой паралельна. Супраціўленне кожнай лямпачкі $R = 8,0$ Ом. Амперметр у неразгалінаванай частцы ланцуга паказвае сілу току $I_1 = 2,0$ А. Вызначыце паказанне амперметра, калі адна з лямпачак перагарыць. Супраціўленне амперметра не прымаць да ўвагі.
- 831.** У электрычным ланцугу, схема якога паказана на малюнку 164, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 24$ В, унутранае

супраціўленне $r = 1,0$ Ом, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 10,0$ Ом, $R_2 = 6,0$ Ом, $R_3 = 4,0$ Ом, $R_4 = 10,0$ Ом. Вызначыце сілу току ў ланцугу.



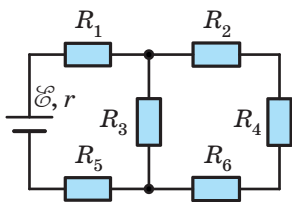
Мал. 164

- 832.** Да крыніцы току падключаны дзве лямпачкі, злучаныя паміж сабой паралельна. Супраціўленне кожнай лямпачкі $R = 4,0$ Ом. Ідэальны вольтметр, падключаны да полюсаў крыніцы, паказвае напружанне $U_1 = 6,0$ В. Вызначыце ЭРС крыніцы і яе ўнутранае супраціўленне, калі пры перагаранні адной з лямпачак паказанне вольтметра ўзрастае да $U_2 = 8,0$ В.

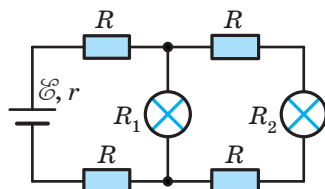
- 833.** Якая адносная недакладнасць вымярэння ЭРС крыніцы току будзе дапушчана, калі паказанне школьнага лабараторнага вольтметра, далучанага да яе полюсаў, прыняць за ЭРС крыніцы току? Унутранае супраціўленне крыніцы току $r = 5,0$ Ом, супраціўленне вольтметра $R_V = 2,0$ кОм. У колькі разоў супраціўленне знешняга ўчастка павінна быць большае за супраціўленне крыніцы току, каб пры вымярэнні ЭРС крыніцы току памылка не перавышала 1 % ?

- 834.** У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 165, супраціўленні рэзістараў $R_1 = R_2 = R_5 = R_6 = 3,0$ Ом, $R_3 = 20$ Ом, $R_4 = 24$ Ом, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 40$ В. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі сіла току ў ланцугу $I = 2$ А.

- 835.** Да полюсаў крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 32$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 3,2$ Ом падключаны чатыры аднолькавыя рэзістары супраціўленнем $R = 24$ Ом кожны і дзве аднолькавыя лямпы супраціўленнем $R_1 = R_2 = 16$ Ом (мал. 166). Вызначыце напружанне на другой лямпе.



Мал. 165

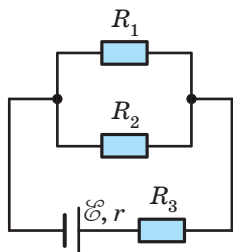


Мал. 166

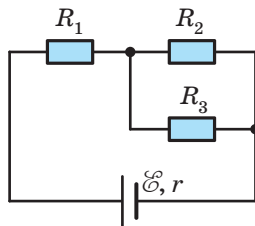
836. Батарэя акумулятараў, ЭРС якой $\mathcal{E} = 60$ В, замкнута на два паслядоўна злучаныя рэзістары супраціўленнем $R = 5,0$ кОм кожны. Вызначыце паказанні вольтметра, падключанага паралельна да аднаго з рэзістараў, калі супраціўленне вольтметра $R_V = 10$ кОм. Унутранае супраціўленне батарэі не прымаць да ўвагі.

837. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 167, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 6,0$ Ом, $R_2 = 12,0$ Ом, $R_3 = 5,0$ Ом. Вызначыце сілу току, які працякае праз кожны рэзістар, і падзенне напружання на іх. ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 36$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 3,0$ Ом.

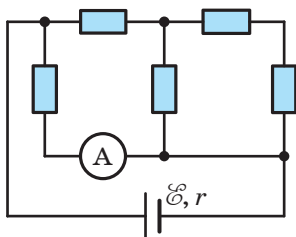
838. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 168, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 2,1$ В, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 2,0$ Ом, $R_2 = 20,0$ Ом і $R_3 = 5,0$ Ом. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы, калі сіла току, які працякае праз трэці рэзістар, $I_3 = 0,24$ А.



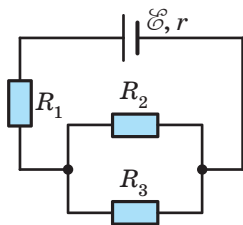
Мал. 167



Мал. 168



Мал. 169



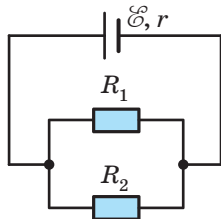
Мал. 170

839. Электрычны ланцуг, схема якога прадстаўлена на малюнку 169, складаецца з пяці аднолькавых рэзістараў супраціўленнем $R = 72$ Ом кожны, крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 19,2$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 3,0$ Ом. Вызначыце паказанне ідэальнага амперметра.

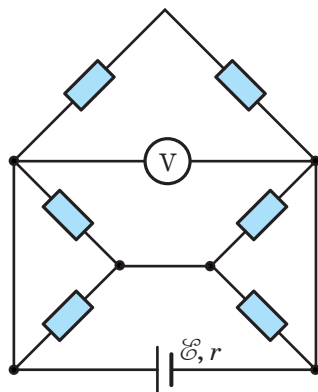
840. Электрычны ланцуг складаецца з крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 2,8$ В і трох рэзістараў супраціўленнямі $R_1 = 1,8$ Ом, $R_2 = 2,0$ Ом і $R_3 = 3,0$ Ом (мал. 170). Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі праз другі рэзістар працякае ток $I_2 = 0,48$ А.

841. На малюнку 171 адлюстравана схема электрычнага ланцуга, у які ўключана крыніца току з ЭРС $\mathcal{E} = 9,0$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 1,8$ Ом. Супраціўленне першага рэзістара $R_1 = 3,6$ Ом. Вызначыце супраціўленне другога рэзістара, калі праз першы рэзістар працякае ток $I_1 = 1,0$ А.

842. ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 9,0$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 2,0$ Ом (мал. 172). Супраціў-



Мал. 171



Мал. 172

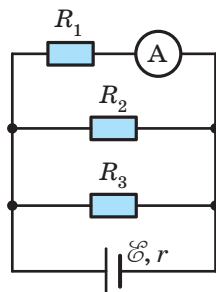
ленне кожнага рэзістара $R = 6,0$ Ом. Вызначыце паказанне вольтметра, супраціўленне якога значна большае за супраціўленне рэзістара.

843. Пры падключэнні да крыніцы току рэзістара супраціўленнем $R_1 = 16$ Ом сіла току ў ланцугу $I_1 = 1,0$ А, а пры падключэнні рэзістара супраціўленнем $R_2 = 8$ Ом сіла току ў ланцугу $I_2 = 1,8$ А. Вызначыце ЭРС і ўнутранае супраціўленне крыніцы току.

844. Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 6,0$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 0,2$ Ом падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 0,8$ Ом і амперметр, які мае некаторае супраціўленне. Амперметр і рэзістар злучаны паслядоўна. Амперметр паказвае сілу току $I_1 = 4,0$ А. Вызначыце паказанне амперметра, калі паралельна яму падключаць яшчэ адзін такі ж амперметр.

845. Напружанне на знешнім участку ланцуга $U_1 = 5,0$ В, сіла току ў ланцугу $I_1 = 3,0$ А. Пасля змянення супраціўлення знешняга ўчастка напружанне на ім стала $U_2 = 8,0$ В, сіла току — $I_2 = 2,0$ А. Вызначыце ЭРС і ўнутранае супраціўленне крыніцы току.

846. Да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 27$ В, падключаны рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 30$ Ом, $R_2 = 18$ Ом, $R_3 = 20$ Ом (мал. 173). Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току. Ідэальны амперметр паказвае сілу току $I_A = 0,72$ А.

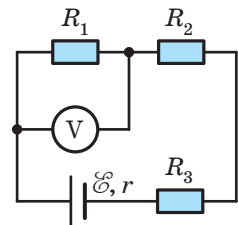


Мал. 173

847. Вызначыце ўнутранае супраціўленне акумулятара, калі вядома, што пры замыканні яго на знешняе супраціўленне $R_1 = 1,0$ Ом напружанне на зацісках акумулятара $U_1 = 2,0$ В, а пры замыканні на знешняе супраціўленне $R_2 = 2,0$ Ом напружанне на зацісках $U_2 = 2,4$ В.

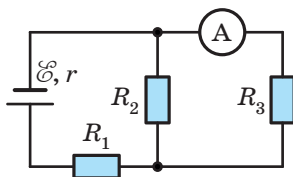
848. Пры падключэнні да акумулятара рэзістара супраціўленнем $R_1 = 7,0$ Ом сіла току ў ланцугу $I_1 = 7,0$ А. Вызначыце ЭРС акумулятара, калі пасля замены рэзістара на лямпачку супраціўленнем $R_2 = 27$ Ом напружанне на лямпачцы $U_2 = 54$ В.
849. На полюсах акумулятара, да якога падключаны рэастант, напружанне $U_1 = 10$ В. Пры павелічэнні супраціўлення рэастанта ў $n = 6,0$ раза напружанне на полюсах акумулятара павялічваецца ў $k = 2,0$ раза. Вызначыце ЭРС акумулятара.
850. У ланцуг, які складаецца з акумулятара і рэзістара супраціўленнем $R = 20$ Ом, уключаюць вольтметр спачатку паслядоўна, а потым паралельна рэзістара. Паказанні вольтметра ў абодвух выпадках аднолькавыя. Вызначыце супраціўленне вольтметра, калі ўнутранае супраціўленне акумулятара $r = 0,1$ Ом.
851. Электрычны ланцуг складаецца з крыніцы току і лямпачкі супраціўленнем $R_1 = 15$ Ом. Да лямпачкі падключаюць рэзістар супраціўленнем $R_2 = 45$ Ом спачатку паралельна, а потым паслядоўна ёй. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі праз рэзістар у абодвух выпадках працякае аднолькавы ток.

852. Да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 135$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 10$ Ом, падключаны рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 500$ Ом, $R_2 = 240$ Ом і $R_3 = 250$ Ом (мал. 174). Вызначыце паказанне вольтметра, калі яго супраціўленне $R_V = 2,0$ кОм.

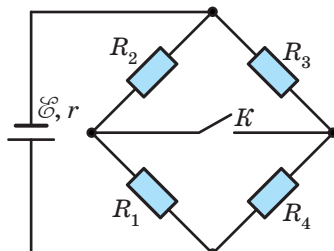


Мал. 174

853. У электрычным ланцугу, схема якога адлюстравана на малюнку 175, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 4$ Ом і $R_3 = 6$ Ом. Вызначыце паказанне ідэальнага амперметра, які ўключаны ў ланцуг, калі ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 12$ В, а яе ўнутранае супраціўленне $r = 0,4$ Ом.



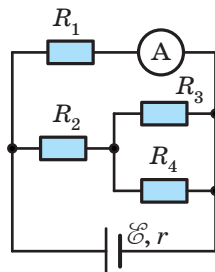
Мал. 175



Мал. 176

854. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 176, супраціўленні рэзістараў $R_1 = R_3 = R$, $R_2 = R_4 = 2R$. ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 6,0$ В, а яе ўнутранае супраціўленне $r = 1,0$ Ом. Вызначыце сілу току ў ланцугу пры разамкнутым ключы K , калі пры замкнутым ключы сіла току ў ланцугу $I_1 = 0,40$ А.

855. Амперметр, уключаны ў электрычны ланцуг (мал. 177), паказвае сілу току $I_A = 0,60$ А. Супраціўленні рэзістараў $R_1 = 3,0$ Ом, $R_2 = 1,8$ Ом, $R_3 = 2,0$ Ом, $R_4 = 3,0$ Ом. Вызначыце ЭРС крыніцы току, калі яе ўнутранае супраціўленне $r = 1,5$ Ом. Супраціўленне амперметра не прымаць да ўвагі.



Мал. 177

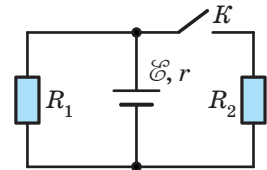
856. Пры падключэнні да крыніцы току двух аднолькавых рэзістараў, злучаных паміж сабой паралельна, напружанне на кожным з іх $U_1 = 10$ В. Вызначыце ЭРС крыніцы, калі напружанне на адным рэзістары, падключаным да той жа крыніцы току, $U_2 = 12$ В.

857. Два аднолькавыя вольтметры, злучаныя паслядоўна і падключаны да крыніцы току, паказваюць напружанне $U_1 = 2,0$ В кожны. Вызначыце ЭРС крыніцы току, калі адзін вольтметр, падключаны да той жа крыніцы, паказвае напружанне $U_2 = 3,0$ В.

858. Два вольтметры, злучаныя паслядоўна, падключаны да крыніцы току і паказваюць рознае напружанне: $U_1 = 10$ В і $U_2 = 15$ В. Калі ў ланцугу пакінуць толькі першы вольтметр, ён пакажа напружанне $U = 20$ В. Вызначыце ЭРС крыніцы току.

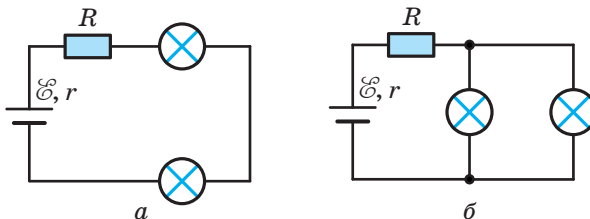
859. Вольтметр, падключаны да полюсаў крыніцы току, паказаў напружанне $U_1 = 6$ В. Калі да тых жа полюсаў падключылі яшчэ і рэзістар, вольтметр стаў паказваць напружанне $U_2 = 3$ В. Вызначыце паказанні вольтметра, калі замест аднаго падключыць да той жа крыніцы два такія рэзістары, злучаныя паміж сабой: а) паслядоўна; б) паралельна.

860. У электрычным ланцугу, схема якога адлюстравана на малюнку 178, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі пры разамкнутым ключы K праз першы рэзістар працякае ток $I_1 = 2,8$ А, а пры замкнутым ключы K праз другі рэзістар працякае ток $I_2 = 1,0$ А.



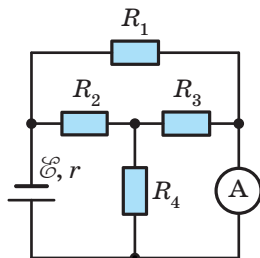
Мал. 178

861. Дзве аднолькавыя лямпачкі і рэзістар супраціўленнем $R = 8$ Ом падключылі да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 9$ В, унутранае супраціўленне $r = 2$ Ом, спачатку так, як адлюстравана на малюнку 179, а, потым так, як адлюстравана на малюнку 179, б. Вызначыце сілу току, які працякае праз кожную лямпачку, калі ў абодвух выпадках сіла току ў кожнай лямпачцы была аднолькавая.



Мал. 179

- 862.** Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 9,0$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 1,5$ Ом падключаны рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 15$ Ом, $R_2 = R_3 = R_4 = 10$ Ом (мал. 180). Вызначыце паказанне амперметра і напружанне на чацвёртым рэзістары. Супраціўленне амперметра не прымаць да ўвагі.

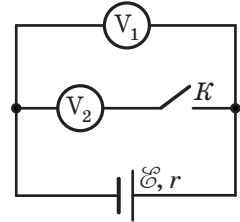


Мал. 180

- 863.** Да гальванічнага элемента, ЭРС якога $\mathcal{E} = 1,6$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 0,2$ Ом, спачатку накоратка падключылі амперметр, які паказаў сілу току $I_1 = 4,0$ А. Потым паралельна амперметру яшчэ падключылі рэзістар супраціўленнем $R = 0,1$ Ом. Вызначыце паказанне амперметра ў гэтым выпадку.
- 864.** Паказанні вольтметра, супраціўленне якога $R_V = 500$ Ом, падключанага непасрэдна да полюсаў крыніцы току, $U_1 = 25$ В. Калі замест вольтметра да крыніцы падключыць рэзістар супраціўленнем $R = 5,0$ Ом, сіла току, які працякае ў ланцугу, будзе $I_2 = 2,8$ А. Вызначыце ЭРС і ўнутранае супраціўленне крыніцы току.
- 865.** Вольтметр злучаюць паслядоўна з рэзістарам супраціўленнем R_1 і падключаюць іх да крыніцы току. Пры гэтым вольтметр паказвае напружанне $U_1 = 80$ В. Пасля замены рэзістара на лямпачку супраціўленнем R_2 напружанне на вольтметры становіцца $U_2 = 160$ В. Вызначыце адносіны супраціўленняў $\frac{R_1}{R_2}$, калі ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 240$ В, а яе ўнутранае супраціўленне вельмі малое.
- 866.** Электрычны ланцуг складаецца з крыніцы току і двух паслядоўна злучаных рэзістараў R_1 і R_2 . Калі вольтметр падключыць паралельна спачатку рэзістару R_1 , а потым — R_2 , ён пакажа напружанне адпаведна $U_1 = 6,0$ В

і $U_2 = 4,0$ В. Калі вольтметр падключыць непасрэдна да крыніцы току, ён пакажа напружанне $U = 12,0$ В. Вызначыце напружанне на рэзістарах R_1 і R_2 да падключэння вольтметра. Унутранае супраціўленне крыніцы току не прымаць да ўвагі

867. Пры разамкнутым ключы K (мал. 181) вольтметр V_1 паказвае напружанне $0,9\mathcal{E}$, дзе \mathcal{E} — ЭРС крыніцы току. Вызначыце паказанні вольтметраў пры замкнутым ключы, калі супраціўленне вольтметра V_2 удвая меншае за супраціўленне вольтметра V_1 .



Мал. 181

868. Вольтметр, падключаны да полюсаў крыніцы току, паказаў напружанне $U_1 = 10$ В. Другі вольтметр, падключаны да той жа крыніцы току замест першага, паказаў напружанне $U_2 = 15$ В. Пасля злучэння гэтых вольтметраў паслядоўна адзін з адным і падключэння іх да полюсаў крыніцы першы вольтметр паказаў напружанне $U'_1 = 4,0$ В, другі — $U'_2 = 12$ В. Вызначыце ЭРС крыніцы току.
869. У рэзістары супраціўленнем $R = 3$ Ом, падключаным да крыніцы току, працякае ток $I = 0,5$ А. Вызначыце сілу току пры кароткім замыканні дадзенай крыніцы, калі пры перамяшчэнні ўнутры яе зараду $q = 0,8$ Кл пабочнай сілай выканана работа $A_{\text{п}} = 1,6$ Дж.
870. Электрычны ланцуг складаецца з двух паралельна злучаных рэзістараў супраціўленнямі $R_1 = 40$ Ом і $R_2 = 10$ Ом, падключаных да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 10$ В. Сіла току, які працякае ў ланцугу, $I = 1$ А. Вызначыце сілу току пры кароткім замыканні крыніцы току.
871. Амперметр супраціўленнем $R_1 = 2,0$ Ом, падключаны да крыніцы току, паказвае сілу току $I_1 = 5,0$ А. Пры

падключэнні да крыніцы току толькі рэзістара супраціўленнем $R_2 = 15$ Ом напружанне на полюсах крыніцы току $U_2 = 12$ В. Вызначыце сілу току пры кароткім замыканні дадзенай крыніцы.

872. У правадніку супраціўленнем $R = 2,0$ Ом, падключаным да гальванічнага элемента з ЭРС $\mathcal{E} = 1,1$ В, сіла току $I = 0,50$ А. Вызначыце сілу току пры кароткім замыканні дадзенага элемента.

873. Да гальванічнага элемента, ЭРС якога $\mathcal{E} = 4,5$ В, падключылі рэзістар супраціўленнем $R = 20$ Ом. Падзенне напружання на рэзістары $U = 4,0$ В. Вызначыце сілу току пры кароткім замыканні гальванічнага элемента.

874. Да батарэйкі, ЭРС якой $\mathcal{E} = 1,6$ В, падключана лямпачка. Вызначыце, у колькі разоў сіла току пры кароткім замыканні батарэйкі большая за сілу току, які працякае праз лямпачку, калі напружанне на клеммах батарэйкі $U = 1,2$ В.

875. Сіла току пры кароткім замыканні крыніцы току роўная $I_{к.з.}$. Пры падключэнні да гэтай крыніцы рэзістара супраціўленнем R у ланцугу працякае ток I . Вызначыце ЭРС крыніцы току.

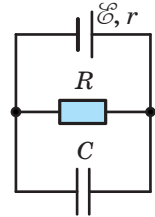
876. Вызначыце сілу току пры кароткім замыканні акумулятара, калі вядома, што пры замыканні яго на знешняе супраціўленне $R_1 = 1$ Ом напружанне на полюсах акумулятара $U_1 = 2,0$ В, а пры замыканні на супраціўленне $R_2 = 2$ Ом — $U_2 = 2,4$ В.

877. Вызначыце сілу току пры кароткім замыканні гальванічнага элемента, калі вядома, што пры знешняй нагрузцы $R_1 = 1,5$ Ом у ланцугу працякае ток $I_1 = 0,5$ А, а пры знешняй нагрузцы $R_2 = 4,5$ Ом — $I_2 = 0,25$ А.

878. Пры замыканні крыніцы току на лямпачку супраціўленнем $R_1 = 12$ Ом сіла току ў ланцугу $I_1 = 2$ А. Пры замыканні той жа крыніцы на рэзістар на полюсах

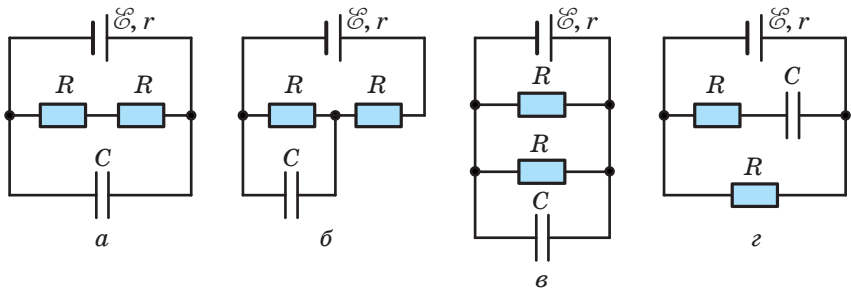
крыніцы току ўстанаўліваецца напружанне $U_2 = 23$ В, а ў ланцугу працякае ток $I_2 = 2,5$ А. Вызначыце сілу току пры кароткім замыканні крыніцы току.

879. Да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 3,6$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 2,0$ Ом, падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 7,0$ Ом і кандэнсатар (мал. 182). Вызначыце электраёмкасць кандэнсатара, калі яго зарад $q = 70$ нКл.



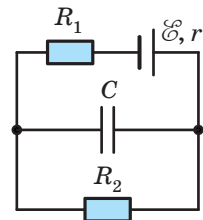
Мал. 182

880. Да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 12$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 2,0$ Ом, падключаны два рэзістары супраціўленнем $R = 2,0$ Ом кожны і кандэнсатар ёмістасцю $C = 2,0$ мкФ (мал. 183, а—г). Вызначыце зарад кандэнсатара.



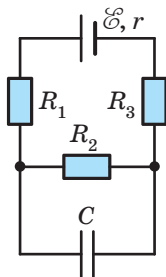
Мал. 183

881. Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 3,6$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 1$ Ом падключаны два рэзістары і кандэнсатар ёмістасцю $C = 2$ мкФ, зарад якога $q = 4,2$ мкКл (мал. 184). Вызначыце супраціўленне першага рэзістара, калі супраціўленне другога рэзістара $R_2 = 7$ Ом.

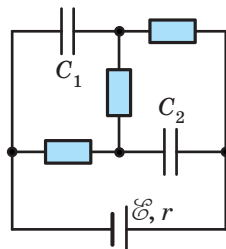


Мал. 184

882. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 185, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 7$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 2$ Ом. Супраціўленні рэзістараў $R_1 = 2$ Ом,



Мал. 185



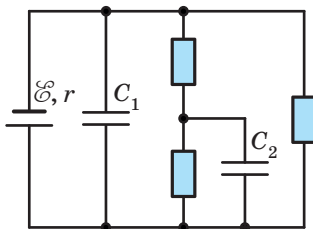
Мал. 186

$R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 6$ Ом. Вызначыце энергію электрастатычнага поля кандэнсатара, калі яго электраёмістасць $C = 3$ мкФ.

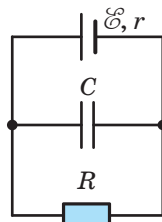
883. Вызначыце зарады на кандэнсатарах ёмістасцямі $C_1 = 1$ мкФ і $C_2 = 3$ мкФ, уключаных у электрычны ланцуг (мал. 186). Супраціўленне кожнага рэзістара $R = 6$ Ом, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 5$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 2$ Ом.

884. Вызначыце зарады на кандэнсатарах ёмістасцямі $C_1 = 20$ нФ і $C_2 = 60$ нФ, уключаных у электрычны ланцуг (мал. 187). Супраціўленне кожнага рэзістара $R = 9$ Ом, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 4,5$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 3$ Ом.

885. ЭРС крыніцы току, уключанай у электрычны ланцуг, схема якога прадстаўлена на малюнку 188, $\mathcal{E} = 18$ В. Электраёмістасць кандэнсатара $C = 4,0$ мкФ. Вызначыце



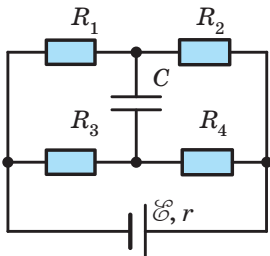
Мал. 187



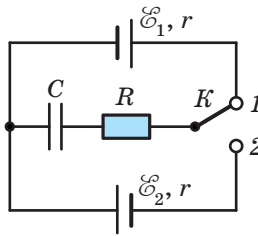
Мал. 188

энергію электростатычнага поля ў кандэнсатары, калі пры кароткім замыканні сіла току, які праходзіць праз крыніцу, узраслае ў $n = 6,0$ раза.

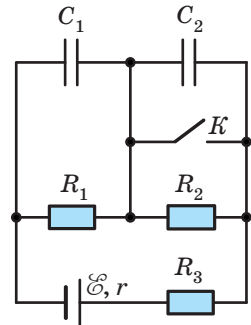
- 886.** На малюнку 189 прадстаўлена схема электрычнага ланцуга, у які ўключана крыніца току з ЭРС $\mathcal{E} = 20$ В і ўнутраным супраціўленнем r . Супраціўленні рэзістараў $R_1 = r$, $R_2 = 5r$, $R_3 = 2r$ і $R_4 = 4r$. Электраёмістасць плоскага кандэнсатара $C = 6,4$ мкФ. Вызначыце работу, якую трэба выканаць, каб хутка (без змянення зараду на кандэнсатары) павялічыць адлегласць паміж пласцінамі кандэнсатара ў $n = 2,5$ раза.
- 887.** На малюнку 190 прадстаўлена схема электрычнага ланцуга, у які ўключаны дзве крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E}_1 = 10$ В і $\mathcal{E}_2 = 16$ В, кандэнсатар электраёмістасцю $C = 2,5$ нФ і рэзістар. Вызначыце змяненне зараду кандэнсатара, калі ключ K са стану 1 перавесці ў стан 2.
- 888.** Два кандэнсатары ёмістасцямі $C_1 = 1,0$ мкФ і $C_2 = 2,0$ мкФ падключаны да крыніцы пастаяннага току (мал. 191). Супраціўленні рэзістараў $R_1 = 300$ Ом, $R_2 = 100$ Ом, $R_3 = 90$ Ом. Пры разамкнутым ключы зарад другога кандэнсатара $q_2 = 4,0$ мкКл. Вызначыце ЭРС крыніцы току і зарад, які ўстаноўіцца на першым кандэнсатары, калі ключ K замкнецца. Унутранае супраціўленне крыніцы току $r = 10$ Ом.



Мал. 189

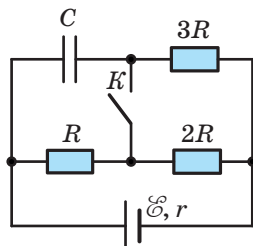


Мал. 190



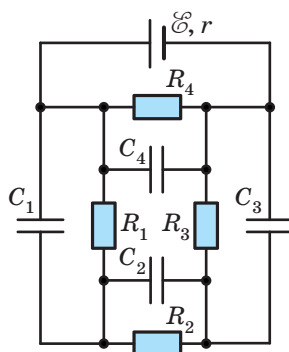
Мал. 191

889. Пры разамкнутым ключы K (мал. 192) зарад кандэнсатара $q_1 = 60$ мкКл. Вызначыце ЭРС крыніцы току і зарад кандэнсатара, калі замкнуць ключ K . Электраёмістасць кандэнсатара $C = 5,0$ мкФ, а ўнутранае супраціўленне крыніцы току $r = R$.



Мал. 192

890. Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 8,0$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 1,6$ Ом падключаны рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 1,0$ Ом, $R_2 = 2,0$ Ом, $R_3 = 3,0$ Ом, $R_4 = 4,0$ Ом і чатыры кандэнсатары (мал. 193). Вызначыце электраёмістасць кандэнсатараў C_1 , C_2 і C_3 , калі электраёмістасць чацвёртага кандэнсатара $C_4 = 20$ мкФ, а зарады на ўсіх кандэнсатарах аднолькавыя.



Мал. 193

19. Работа і магнутнасць току. Закон Джоўля — Ленца

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Работа электрычнага току	<p>Работа току ва ўсім электрычным ланцугу:</p> $A = I\mathcal{E}\Delta t.$ <p>Работа току на знешнім участку ланцуга:</p> $A_{\text{знеш}} = IU\Delta t$	<p>A — работа току ў электрычным ланцугу;</p> <p>I — сіла току ў электрычным ланцугу;</p> <p>\mathcal{E} — ЭРС крыніцы току;</p> <p>Δt — прамежак часу, на працягу якога выконваецца работа;</p> <p>U — напружанне на знешнім участку ланцуга</p>

Фізичная велічыня або закон	Формула	Фізичныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Карысная работа электрычнага току	$A_{\text{карысн}} = I^2 R \Delta t$	<p>$A_{\text{карысн}}$ — карысная работа электрычнага току (работа на знешнім участку ланцуга, у якім вылучаецца толькі цеплавая энергія);</p> <p>I — сіла току ў электрычным ланцугу;</p> <p>R — супраціўленне знешняга ўчастка ланцуга;</p> <p>Δt — прамежак часу, на працягу якога выконваецца карысная работа</p>
Карысная магутнасць электрычнага току	<p>Карысная цеплавая магутнасць электрычнага току (магутнасць току на знешнім участку ланцуга):</p> $P_{\text{карысн}} = \left(\frac{\mathcal{E}}{R+r} \right)^2 R;$ $P_{\text{карысн}} = IU.$ <p>Максімальная карысная цеплавая магутнасць электрычнага току (магутнасць току на знешнім участку ланцуга пры выконванні ўмовы $R = r$):</p> $P_{\text{карысн}}^{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$	<p>$P_{\text{карысн}}$ — карысная цеплавая магутнасць;</p> <p>\mathcal{E} — ЭРС крыніцы току;</p> <p>R — супраціўленне знешняга ўчастка ланцуга;</p> <p>r — супраціўленне ўнутранага ўчастка ланцуга (крыніцы току);</p> <p>I — сіла току ў электрычным ланцугу;</p> <p>U — напружанне на знешнім участку ланцуга;</p> <p>$P_{\text{карысн}}^{\text{max}}$ — максімальная карысная цеплавая магутнасць</p>

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Поўная магутнасць электрычнага току	<p>Поўная цеплавая магутнасць электрычнага току (магутнасць току ва ўсім ланцугу):</p> $P_{\text{поўн}} = \frac{\mathcal{E}^2}{R + r};$ $P_{\text{поўн}} = I\mathcal{E}$	<p>$P_{\text{поўн}}$ — цеплавая магутнасць, якая развіваецца пабочнымі сіламі крыніцы; \mathcal{E} — ЭРС крыніцы току; R — супраціўленне знешняга ўчастка ланцуга; r — супраціўленне крыніцы току; I — сіла току ў электрычным ланцугу</p>
Каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току	$\eta = \frac{P_{\text{карысн}}}{P_{\text{поўн}}} \cdot 100 \%;$ $\eta = \frac{R}{R + r} \cdot 100 \%;$ $\eta = \frac{U}{\mathcal{E}} \cdot 100 \%$	<p>$P_{\text{карысн}}$ — карысная цеплавая магутнасць; $P_{\text{поўн}}$ — цеплавая магутнасць, якая развіваецца пабочнымі сіламі крыніцы; R — супраціўленне знешняга ўчастка ланцуга; r — супраціўленне крыніцы току; U — напружанне на знешнім участку ланцуга; \mathcal{E} — ЭРС крыніцы току</p>

891. Рэзістар супраціўленнем $R = 6,8$ Ом падключаны да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой $r = 1,2$ Ом. Вызначыце магутнасць току, якая вылучаецца ў рэзістара і ва ўсім ланцугу, калі сіла току ў ім $I = 0,50$ А.

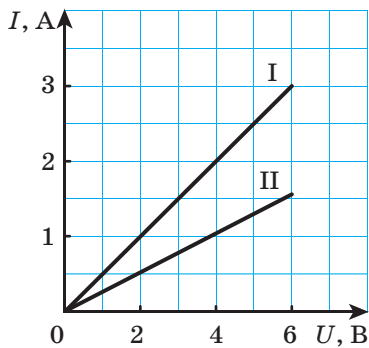
892. Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 6,0$ В падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 3,2$ Ом. Вызначыце магутнасць току, якая вылучаецца ў крыніцы і ва ўсім ланцугу, калі сіла току ў ім $I = 1,5$ А.

893. Да крыніцы току з унутраным супраціўленнем $r = 1,2$ Ом падключаны дрот супраціўленнем $R = 4,3$ Ом. Вызначыце поўную магутнасць, якая вылучаецца ў ланцугу, калі электрычнае напружанне на дроте $U = 8,6$ В.
894. Да крыніцы току з унутраным супраціўленнем $r = 1,0$ Ом падключана драцяная спіраль. Вызначыце магутнасць, якая развіваецца пабочнымі сіламі крыніцы току, калі сіла току ў ланцугу $I = 2,0$ А, а напружанне на канцах спіралі $U = 10$ В.
895. Да крыніцы току з унутраным супраціўленнем $r = 1,0$ Ом падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 3,5$ Ом. Вызначыце ЭРС крыніцы току, калі за час $\Delta t = 15$ с у рэзістары вылучаецца $Q = 210$ Дж цеплавой энергіі.
896. Да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой $r = 1,0$ Ом і ЭРС $\mathcal{E} = 8,0$ В, падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 7,0$ Ом. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў рэзістары за час $\Delta t = 40$ с.
897. Крыніца току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 6,0$ В, замкнута на рэзістар супраціўленнем $R = 2,0$ Ом. Пры гэтым у рэзістары вылучаецца магутнасць $P = 8,0$ Вт. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы і магутнасць току ва ўсім ланцугу.
898. Да акумулятара падключаны рэзістар, супраціўленне якога ў $n = 2$ разы большае за ўнутранае супраціўленне акумулятара. У рэзістары працякае электрычны ток $I = 2,0$ А. Вызначыце ЭРС акумулятара, калі магутнасць току, якая вылучаецца ў рэзістары, $P = 12$ Вт.
899. Дзве электрычныя лямпачкі, злучаныя паралельна, падключаны да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 8,0$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 1,6$ Ом. Супраціўленні лямпачак $R_1 = 36$ Ом і $R_2 = 24$ Ом. Вызначыце магутнасць току на знешнім і ўнутраным участках ланцуга.
900. Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 5$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 1$ Ом падключаны паслядоўна злучаныя рэ-

зістары, супраціўленні якіх $R_1 = 1$ Ом і $R_2 = 3$ Ом. Вызначыце карысную і поўную магутнасці току ў ланцугу.

901. Два рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 1,8$ Ом і $R_2 = 1,0$ Ом злучаны паслядоўна і падключаны да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 6$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 0,2$ Ом. Вызначыце магутнасць току, якая вылучаецца ў другім рэзістары.

902. Два рэзістары, вольт-амперныя характарыстыкі якіх прадстаўлены на малюнку 194, злучаны паслядоўна і падключаны да крыніцы, ЭРС якой $\mathcal{E} = 8$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 2$ Ом. Вызначыце карысную магутнасць, якая вылучаецца ў ланцугу.



Мал. 194

903. Рэзістар супраціўленнем $R = 190$ Ом падключаны да крыніцы току з унутраным супраціўленнем $r = 10$ Ом. У колькі разоў паменшыцца цеплавая магутнасць току ў гэтым рэзістары, калі паралельна яму далучыць другі такі ж рэзістар?

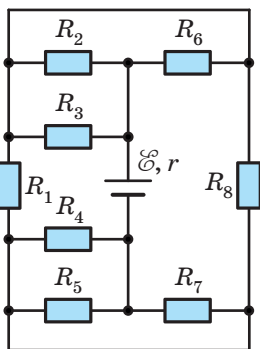
904. Электрычны ланцуг складаецца з крыніцы току, да якой падключаны лямпачка і рэзістар, злучаныя паслядоўна. Патлумачце, як зменіцца магутнасць току, якая вылучаецца ў крыніцы току, калі рэзістар і лямпачку злучыць паралельна і зноў падключыць да крыніцы току.

905. ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 2,0$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 1,0$ Ом. Вызначыце сілу току ў ланцугу, калі карысная магутнасць, якая вылучаецца ў ім, $P = 0,75$ Вт.

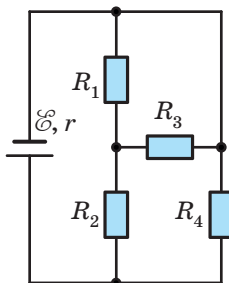
906. Акумулятарная батарэя мае ЭРС $\mathcal{E} = 12$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 0,1$ Ом. Колькі аднолькавых лямпачак

магутнасцю $P_0 = 25$ Вт кожная можна падключыць, злучыўшы іх паміж сабой паралельна, да гэтай батарэі, каб напружанне на кожнай з іх было $U = 10$ В?

- 907.** Да акумулятара з унутраным супраціўленнем $r = 0,5$ Ом па чарзе падключаюць рэзістары. Пры сіле току $I_1 = 4$ А на знешнім участку ланцуга вылучаецца магутнасць $P_1 = 8$ Вт. Вызначыце магутнасць, якая вылучаецца на знешнім участку ланцуга пры сіле току $I_2 = 6$ А.
- 908.** Вызначыце ЭРС і ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі пры падключэнні да яе рэзістара супраціўленнем $R_1 = 14$ Ом сіла току ў ланцугу $I_1 = 1$ А, а пры падключэнні да яе рэзістара супраціўленнем $R_2 = 4$ Ом карысная магутнасць у ланцугу $P = 36$ Вт.
- 909.** Вызначыце ЭРС крыніцы току, калі пры сіле току $I_1 = 1,5$ А на знешнім участку ланцуга вылучаецца за час $\tau_1 = 20$ с колькасць цеплаты $Q_1 = 315$ Дж, а пры сіле току $I_2 = 2,0$ А на знешнім участку ланцуга вылучаецца магутнасць $P_2 = 20$ Вт.
- 910.** Вызначыце ЭРС крыніцы току, калі пры сіле току $I_1 = 1,5$ А на знешнім участку ланцуга вылучаецца цеплавая магутнасць $P_1 = 6$ Вт, а пры сіле току $I_2 = 2$ А вылучаецца магутнасць $P_2 = 8$ Вт.
- 911.** Вызначыце ток кароткага замыкання акумулятарнай батарэі, калі пры сіле току $I_1 = 5,0$ А карысная магутнасць у ланцугу $P_1 = 30$ Вт, а пры сіле току $I_2 = 10$ А карысная магутнасць у ланцугу $P_2 = 40$ Вт.
- 912.** Пры замыканні крыніцы току на рэзістар супраціўленнем $R_1 = 2$ Ом у рэзістары за час $\tau = 25$ с вылучаецца цеплавая энергія $Q_1 = 800$ Дж, а пры замыканні на рэзістар супраціўленнем $R_2 = 3$ Ом у ланцугу вылучаецца поўная магутнасць $P_2 = 36$ Вт. Вызначыце ток кароткага замыкання для дадзенай крыніцы.
- 913.** Электрычны ланцуг, схема якога прадстаўлена на малюнку 195, складаецца з крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 14$ В



Мал. 195



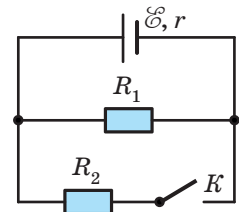
Мал. 196

і ўнутраным супраціўленнем $r = 2,0$ Ом і васьмі рэзістараў супраціўленнямі $R_1 = 24r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 3r$, $R_4 = 4r$, $R_5 = 5r$, $R_6 = 6r$, $R_7 = 20r$, $R_8 = 8r$. Вызначыце магутнасць, якая вылучаецца ўнутры крыніцы току.

- 914.** У электрычны ланцуг, схема якога прадстаўлена на малюнку 196, уключаны рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 12$ Ом, $R_4 = 6$ Ом. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў трэцім рэзістары, калі ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 8$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 1,0$ Ом, а час працякання току $\tau = 12$ с.
- 915.** Электрчайнік, які змяшчае $m = 1,0$ кг халоднай вады, падключаны да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 120$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 4$ Ом. Супраціўленне спіралі электрчайніка $R = 44$ Ом. ККДз чайніка $\eta = 80$ %. За які прамежак часу вада ў чайніку нагрэецца на $\Delta T = 44$ К?
- 916.** Электранагравальнік падключаны да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 215$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 5,0$ Ом. Сіла току, які працякае ў награвальніку, $I = 1,0$ А. Вызначыце пачатковую тэмпературу вады масай $m = 0,80$ кг, якая знаходзіцца ў награвальніку, калі за час $\tau = 16$ мін тэмпература вады ў награвальніку стала $t_2 = 62$ °С. ККДз электранагравальніка $\eta = 75$ %.

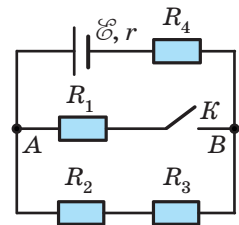
917. Крыніцу току замкнулі спачатку на рэзістар супраціўленнем $R_1 = 4$ Ом, а потым — на рэзістар супраціўленнем $R_2 = 9$ Ом. У абодвух выпадках магутнасць, якая вылучылася ў рэзістарах, аказалася аднолькавая. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы.
918. Дзве драцяныя спіралі з супраціўленнямі $R_1 = 1$ Ом і $R_2 = 4$ Ом па чарзе падключалі да крыніцы току. Пры гэтым на іх вылучалася аднолькавая магутнасць $P = 4$ Вт. Вызначыце ток кароткага замыкання для дадзенай крыніцы.
919. Два рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 1,6$ Ом і $R_2 = 3,6$ Ом па чарзе падключаюць да адной і той жа крыніцы току. Пры гэтым на іх вылучаецца аднолькавая магутнасць. Вызначыце ток кароткага замыкання для крыніцы току, калі яе ЭРС $\mathcal{E} = 12$ В.

920. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 197, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 12$ Ом і $R_2 = 4$ Ом. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі магутнасць, якая вылучаецца на знешнім участку ланцуга, аднолькавая як пры разамкнутым, так і пры замкнутым ключы K .



Мал. 197

921. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 198, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 40$ Ом, $R_2 = 55$ Ом, $R_3 = 65$ Ом і $R_4 = 50$ Ом. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі магутнасць, якую спажывае ўчастак ланцуга AB , аднолькавая як пры разамкнутым, так і пры замкнутым ключы K .



Мал. 198

922. Два рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 2$ Ом і $R_2 = 8$ Ом па чарзе падключаюць да адной і той жа крыніцы току.

Пры гэтым на іх вылучаецца аднолькавая магутнасць $P_{\text{карысн}} = 32$ Вт. Вызначыце максімальную карысную магутнасць, якую можа даць гэтая крыніца току.

923. Два рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 4,0$ Ом і $R_2 = 9,0$ Ом па чарзе падключаюць да адной і той жа крыніцы току. Пры гэтым на іх вылучаецца аднолькавая магутнасць $P_{\text{карысн}} = 5,76$ Вт. Вызначыце ЭРС крыніцы току.

924. Да крыніцы току з унутраным супраціўленнем $r = 4,0$ Ом падключаны рэзістар супраціўленнем $R_1 = 6,0$ Ом, у якім вылучаецца магутнасць $P_{\text{карысн}}$. Вызначыце супраціўленне другога рэзістара, які неабходна падключыць паралельна першаму рэзістару, каб у знешнім ланцугу зноў вылучалася магутнасць $P_{\text{карысн}}$.

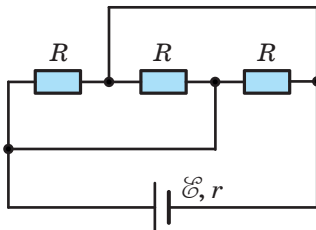
925. Пры замыканні крыніцы току на знешняе супраціўленне $R_1 = 1,5$ Ом сіла току ў ланцугу $I_1 = 4,0$ А, а пры замыканні на знешняе супраціўленне $R_2 = 2,5$ Ом сіла току ў ланцугу $I_2 = 3,0$ А. Якая найбольшая цеплавая энергія зможа вылучыцца ў знешнім ланцугу з дадзенай крыніцай за час $\tau = 35$ с?

926. Крыніца току з ЭРС \mathcal{E} і ўнутраным супраціўленнем r замкнута на рэостат. Вызначыце залежнасць карыснай і поўнай магутнасцей току ў ланцугу ад сілы току I ў ланцугу. Пабудуйце графікі гэтых залежнасцей. Пры якой сіле току карысная магутнасць найбольшая?

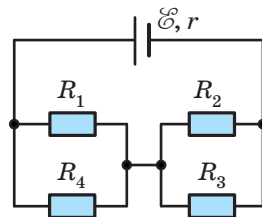
927. Крыніца току, ЭРС якой \mathcal{E} , унутранае супраціўленне r , замкнута на рэостат. Вызначыце залежнасць ад супраціўлення R рэостата: а) сілы току ў ланцугу; б) напружання на знешнім участку ланцуга; в) карыснай магутнасці; г) поўнай магутнасці, якая вылучаецца ў ланцугу. Пабудуйце графікі гэтых залежнасцей.

928. ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 8,0$ В, яе ўнутранае супраціўленне $r = 2,0$ Ом. Вызначыце найбольшую карысную магутнасць, якая вылучаецца ў ланцугу.

929. Для крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 12$ В, сіла току кароткага замыкання $I_{к.з.} = 10$ А. Вызначыце максімальную магутнасць, якая будзе вылучацца на знешнім участку ланцуга, падключанага да дадзенай крыніцы току.
930. Пры замыканні батарэі акумулятараў на рэзістар супраціўленнем $R = 5$ Ом сіла току ў ланцугу $I = 1$ А. Вызначыце максімальную магутнасць току, якая вылучаецца на знешнім участку ланцуга, калі сіла току кароткага замыкання батарэі $I_{к.з.} = 6$ А.
931. Пры замыканні крыніцы току на рэзістар супраціўленнем $R_1 = 2$ Ом у рэзістары вылучаецца магутнасць $P_1 = 32$ Вт, а пры замыканні на рэзістар супраціўленнем $R_2 = 3$ Ом — магутнасць $P_2 = 27$ Вт. Вызначыце найбольшую карысную магутнасць, якая можа вылучыцца на знешнім участку ланцуга.
932. Да крыніцы пастаяннага току, унутранае супраціўленне якой $r = 1,7$ Ом, падключаны тры аднолькавыя рэзістары (мал. 199). Вызначыце супраціўленне кожнага рэзістара, калі на знешнім участку ланцуга вылучаецца максімальная магутнасць.
933. На знешнім участку ланцуга, які складаецца з чатырох рэзістараў (мал. 200) супраціўленнямі $R_1 = 3,0$ Ом, $R_2 = 6,0$ Ом, $R_3 = 9,0$ Ом і $R_4 = 12$ Ом, падключаных да крыніцы пастаяннага току, вылучаецца максімальная магутнасць. Вызначыце магутнасць току, якая вылучаецца ў трэцім рэзістары, калі ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 2,0$ В.



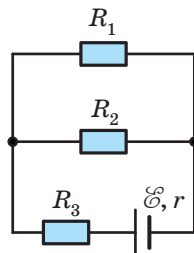
Мал. 199



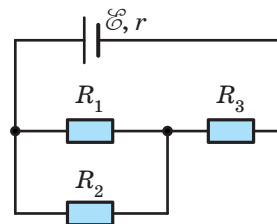
Мал. 200

934. У электрачайніку, падключаным да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 226 \text{ В}$ і ўнутраным супраціўленнем $r = 4,52 \text{ Ом}$, кіпіць вада. Вызначыце масу вадзяной пары, якая выходзіць з чайніка за адзінку часу, калі магутнасць току, якая вылучаецца ў чайніку, максімальная.
935. Да акумулятара з ЭРС $\mathcal{E} = 1,6 \text{ В}$ і ўнутраным супраціўленнем $r = 0,10 \text{ Ом}$ падключаны ніхромавы праваднік масай $m = 30 \text{ г}$. Вызначыце змяненне тэмпературы правадніка за час $\tau = 138 \text{ с}$, калі страты энергіі ў навакольнае асяроддзе складаюць $\alpha = 25 \%$. Вядома, што ў правадніку вылучаецца найбольшая магчымая з дадзеным акумулятарам магутнасць току.
936. Крыніца току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 2,0 \text{ В}$, замкнута вальфравым правадніком масай $m = 32 \text{ г}$. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току, калі за час $\tau = 130 \text{ с}$ тэмпература правадніка павялічылася на $\Delta t = 65 \text{ }^\circ\text{С}$. Вядома, што на награванне правадніка расходуюцца $\alpha = 60 \%$ вылучанай у правадніку цеплавой энергіі току, пры гэтым у правадніку вылучаецца найбольшая з дадзенай крыніцай току магутнасць.
937. Да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой $r = 1,5 \text{ Ом}$, падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 4,5 \text{ Ом}$. Вызначыце каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току.
938. Вызначыце супраціўленне рэзістара, падключанага да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой $r = 2,0 \text{ Ом}$, калі каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы $\eta = 95 \%$.
939. Да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой r , падключаны рэастант, супраціўленне якога можна змяняць ад $R_{\min} = 0$ да $R_{\max} = 7r$. Пабудуйце графік залежнасці каэфіцыента карыснага дзеяння крыніцы току ад супраціўлення рэастата.

940. Да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 8,0$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 2,0$ Ом, падключаны рэастант, супраціўленне якога можна змяняць у шырокіх межах. Пабудуйце графік залежнасці каэфіцыента карыснага дзеяння крыніцы току ад сілы току ў рэастане.
941. Крыніца току з ЭРС $\mathcal{E} = 1,5$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 1,2$ Ом уключана ў электрычны ланцуг. Вызначыце каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току, калі сіла току, які працякае ў ланцугу, $I = 0,50$ А.
942. Каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току, да якой падключана лямпачка, $\eta = 80\%$. Вызначыце напружанне на лямпачцы, калі ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 55$ В.
943. Рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 2,0$ Ом, $R_2 = 8,0$ Ом, $R_3 = 2,4$ Ом падключаны да крыніцы току (мал. 201). Вызначыце ККДз крыніцы току, калі яе ўнутранае супраціўленне $r = 1,0$ Ом.
944. Рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 15$ Ом, $R_3 = 21$ Ом падключаны да крыніцы току (мал. 202), ЭРС якой $\mathcal{E} = 45$ В. Вызначыце сілу току, які працякае ў ланцугу, калі каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току $\eta = 90\%$.
945. Каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току $\eta = 88\%$. Вызначыце магутнасць току, якая страчваецца ў крыніцы току, калі за прамежак часу $\Delta t = 15$ с карысная колькасць цеплаты, якая вылучылася ў ланцугу, $Q_{\text{карысн}} = 1,32$ кДж.



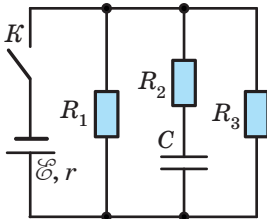
Мал. 201



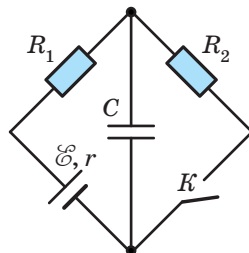
Мал. 202

946. Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 16$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 3$ Ом падключаны дрот. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася ў дроце за прамежак часу $\Delta t = 5,0$ мін, калі ККДз крыніцы току $\eta = 75$ %.
947. Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 25$ В падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 24$ Ом. Вызначыце магутнасць току на знешнім участку ланцуга, калі каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току $\eta = 96$ %.
948. Да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 24$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 3,0$ Ом падключаны асвятляльнік. Вызначыце карысную і поўную магутнасці, калі ККДз крыніцы току $\eta = 75$ %.
949. Да крыніцы току па чарзе падключалі рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 3,0$ Ом і $R_2 = 10,5$ Ом. Пры гэтым каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы адрозніваўся ў $n = 2,0$ раза. Вызначыце ўнутранае супраціўленне крыніцы току.
950. Да крыніцы току па чарзе падключалі рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 3$ Ом і $R_2 = 12$ Ом. Пры гэтым на рэзістарах вылучалася аднолькавая магутнасць. Вызначыце, у колькі разоў у гэтых выпадках адрозніваліся каэфіцыенты карыснага дзеяння крыніцы.
951. Пры падключэнні да крыніцы току рэастата супраціўленнем $R_1 = 2,0$ Ом у ланцугу працякае ток $I_1 = 1,6$ А. Пры памяншэнні супраціўлення рэастата ў $n = 2,0$ раза сіла току павялічваецца да $I_2 = 2,0$ А. Вызначыце каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току пры гэтых супраціўленнях рэастата.
952. Каэфіцыент карыснага дзеяння крыніцы току з адным падключаным награвальнікам $\eta_1 = 0,25$, з другім — $\eta_2 = 0,50$. Вызначыце ККДз крыніцы, калі абодва награвальнікі злучыць паміж сабой паралельна і падключыць да крыніцы току.

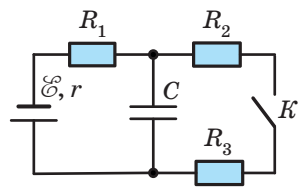
953. Да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 6$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 1$ Ом, падключаны рэзістар. Паралельна рэзістару падключаны кандэнсатар ёмістасцю $C = 5$ нФ. Вызначыце магутнасць, якая вылучаецца ў рэзістары, калі зарад кандэнсатара $q = 20$ нКл.
954. Два рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 12$ Ом і $R_2 = 36$ Ом злучаны паралельна і падключаны да крыніцы току, унутранае супраціўленне якой $r = 1,5$ Ом. Паралельна рэзістарам падключаны кандэнсатар ёмістасцю $C = 5,0$ мкФ. Энергія электрычнага поля ў кандэнсатары $W = 0,810$ мДж. Вызначыце ЭРС крыніцы току і агульную колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў рэзістарах за прамежак часу $\Delta t = 25$ с.
955. Батарэя акумулятараў замкнута на рэзістар, паралельна якому падключаны кандэнсатар ёмістасцю $C = 10$ мкФ. Вызначыце ЭРС батарэі, калі зарад кандэнсатара $q = 0,40$ мКл, а ў рэзістары вылучаецца магутнасць $P = 40$ Вт. Сіла току кароткага замыкання для батарэі $I_{к.з.} = 5,0$ А.
956. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 203, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 16$ В, а ўнутранае супраціўленне $r = 2,0$ Ом, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 15$ Ом, $R_2 = 12$ Ом, $R_3 = 10$ Ом, электраёмістасць кандэнсатара $C = 5,0$ мкФ. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася ў ланцугу пасля размыкання ключа K .
957. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 204, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 10$ В і ўнутранае



Мал. 203



Мал. 204



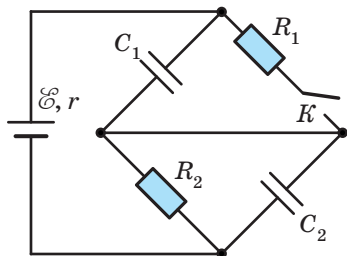
Мал. 205

супраціўленне $r = 1,0$ Ом, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 5,0$ Ом, $R_2 = 4,0$ Ом, электраёмістасць кандэнсатара $C = 10$ нФ. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася ў ланцугу пасля размыкання ключа K .

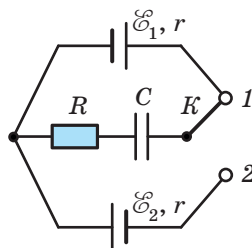
958. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 205, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 20$ В, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 30$ Ом, $R_2 = 50$ Ом, $R_3 = 20$ Ом, электраёмістасць кандэнсатара $C = 10$ нФ. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася ў першым рэзістары пасля размыкання ключа K . Унутранае супраціўленне крыніцы току не прымаць да ўвагі.

959. У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 206, ёмістасць кандэнсатара $C_1 = 100$ мкФ, $C_2 = 300$ мкФ, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 60,0$ В. Супраціўленне рэзістара R_2 у два разы большае за супраціўленне рэзістара R_1 . У пачатковы момант часу ключ K замкнуты, і праз рэзістары працякае пастаянны электрычны ток. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася ў другім рэзістары пасля размыкання ключа K . Унутранае супраціўленне крыніцы току не прымаць да ўвагі.

960. На малюнку 207 прадстаўлена схема электрычнага ланцуга, у які ўключаны дзве крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E}_1 = 10$ В і $\mathcal{E}_2 = 15$ В і аднолькавымі ўнутранымі супраціўленнямі $r = 2,0$ Ом. Электраёмістасць кандэнсатара $C = 192$ нФ. Супраціўленне рэзістара $R = 10$ Ом. Вызначыце, якая колькасць цеплаты вылучыцца ў рэзістары, калі ключ K са стану 1 перавесці ў стан 2.



Мал. 206



Мал. 207

V. МАГНІТНАЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРАМАГНІТНАЯ ІНДУКЦЫЯ

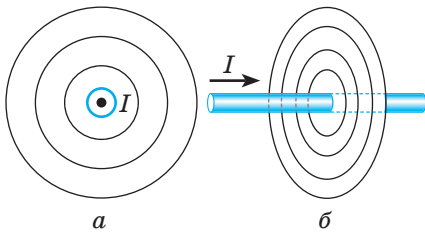
20. Магнітнае поле

Фізічная велічыня або правіла	Формула або правіла	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
<p>Модуль індукцыі магнітнага поля доўга прама-лінейнага правадніка, па якім праходзіць пастаянны электрычны ток</p>	$*B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r}$	<p>B — модуль індукцыі магнітнага поля на адлегласці r ад правадніка; μ — магнітная пранікальнасць асяроддзя, у якім знаходзіцца праваднік (для вакууму або паветра $\mu = 1$); $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2}$ — магнітная пастаянная; I — сіла току, які працякае ў правадніку; r — адлегласць ад восі правадніка да пункта прасторы, у якім вызначаюць модуль індукцыі магнітнага поля</p>
<p>Модуль індукцыі магнітнага</p>	$*B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}$	<p>B — модуль індукцыі магнітнага поля ў цэнтры кругавога вітка;</p>

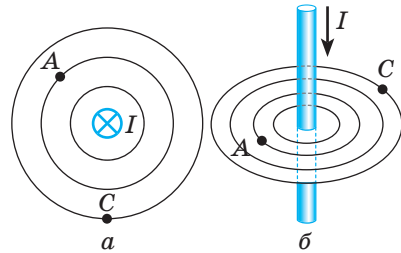
Фізічная велічыня або правіла	Формула або правіла	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
поля ў цэнтры кругавога вітка, па якім праходзіць пастаянны электрычны ток		<p>μ — магнітная пранікальнасць асяроддзя, у якім знаходзіцца віток (для вакууму або паветра $\mu = 1$);</p> $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2}$ — магнітная пастаянная; I — сіла току, які працякае ў вітку; R — радыус вітка
Модуль індукцыі магнітнага поля ўнутры доўгага саленоіда, па якім праходзіць пастаянны электрычны ток	$*B = \frac{\mu\mu_0 IN}{l}$	<p>B — модуль індукцыі магнітнага поля ўнутры доўгага саленоіда; μ — магнітная пранікальнасць асяроддзя ўнутры саленоіда (для вакууму або паветра $\mu = 1$);</p> $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2}$ — магнітная пастаянная; I — сіла току, які працякае па вітках саленоіда; N — лік віткоў абмоткі саленоіда; l — даўжыня саленоіда
Правіла правай рукі	Напрамак ліній індукцыі магнітнага поля прамалінейнага правадніка з токам: калі мысленна абхапіць	

Фізічная велічыня або правіла	Формула або правіла	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
	<p>праваднік правай рукой так, каб вялікі палец паказваў напрамак току ў правадніку, то астатнія напаўсагнутыя пальцы пакажуць напрамак ліній магнітнай індукцыі.</p> <p>Напрамак індукцыі магнітнага поля ў цэнтры кругавога вітка з токам: калі мысленна абхапіць віток правай рукой так, каб чатыры напаўсагнутыя пальцы паказвалі напрамак току ў вітку, то адагнуты на 90° вялікі палец пакажа напрамак індукцыі магнітнага поля ў цэнтры вітка.</p> <p>Напрамак індукцыі магнітнага поля ўнутры саленоіда з токам: калі мысленна абхапіць віткі саленоіда правай рукой так, каб чатыры напаўсагнутыя пальцы паказвалі напрамак току ў вітках, то адагнуты на 90° вялікі палец пакажа напрамак індукцыі магнітнага поля ўнутры саленоіда</p>	

961. Визначьте напрамок ліній індукції магнітного поля, створаного прамалінейним провідником з током (мал. 208, а, б).
962. Визначьте напрамок вектора магнітної індукції \vec{B} у пунктах А і С магнітного поля, створаного прамалінейним провідником з током (мал. 209, а, б).

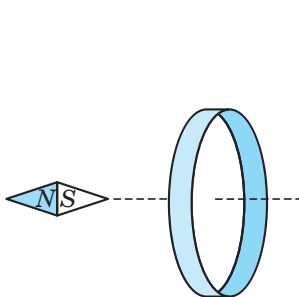


Мал. 208

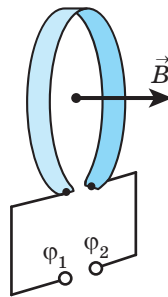


Мал. 209

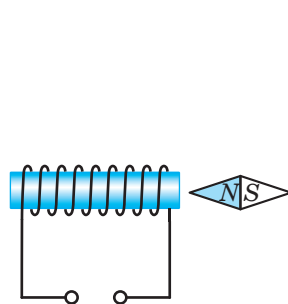
963. На працягу восі сіметрыі кольца з током (мал. 210) размешчана магнітная стрэлка, арыентаваная магнітным полем кольца. Визначце напрамок току \vec{I} ў кольца.
964. На малюнку 211 прадстаўлены вектар індукцыі магнітнага поля \vec{B} ў цэнтры кольца, па якім працякае электрычны ток. Параўнайце патэнцыялы ϕ_1 і ϕ_2 .
965. На малюнку 212 прадстаўлены саленоід і магнітная стрэлка, зарыентаваная магнітным полем саленоіда. З дапамогай ліній магнітнай індукцыі адлюструйце магнітнае поле саленоіда.



Мал. 210

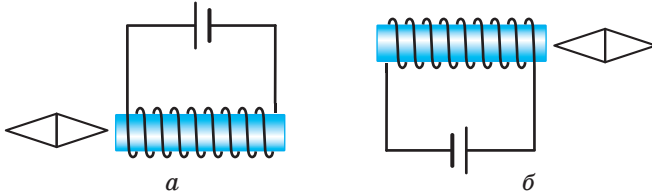


Мал. 211



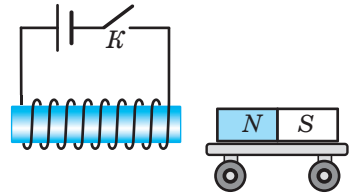
Мал. 212

966. На малюнку 213, *a*, *б* прадстаўлены саленоід, падключаны да крыніцы пастаяннага току. Вызначыце полюсы магнітнай стрэлкі, якая знаходзіцца ў магнітным полі саленоіда.



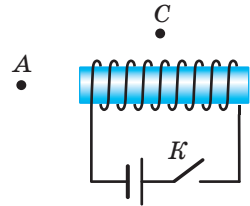
Мал. 213

967. На малюнку 214 прадстаўлены саленоід, паблізу ад якога на лёгкай цялежцы ляжыць паласавы магніт. У якім напрамку пачне рухацца цялежка з магнітам, калі замкнёць ключ *K*?



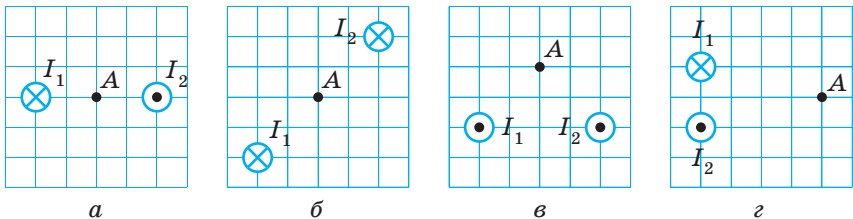
Мал. 214

968. На малюнку 215 прадстаўлены саленоід. Пакажыце, як размесцяцца магнітныя стрэлкі, размешчаныя ў пунктах *A* і *C*, калі замкнёць ключ *K*.



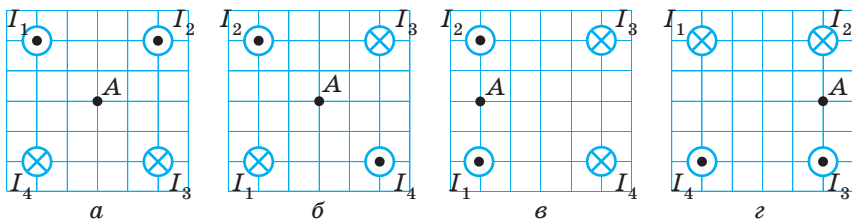
Мал. 215

969. На малюнку 216, *a*—*г* прадстаўлены два доўгія паралельныя праваднікі, у якіх працякаюць аднолькавыя токі $I_1 = I_2$. Вызначыце напрамак індукцыі выніковага магнітнага поля ў пункце *A*.



Мал. 216

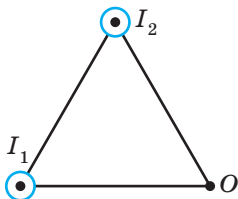
970. На малюнку 217, *a—г* адлюстраваны чатыры доўгія паралельныя праваднікі, у якіх працякаюць аднолькавыя токі $I_1 = I_2 = I_3 = I_4$. Вызначыце напрамак індукцыі выніковага магнітнага поля ў пункце *A*.



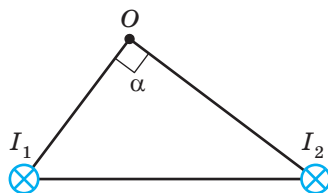
Мал. 217

971. Два доўгія тонкія паралельныя стрыжні, па якіх працякаюць аднолькавыя токі $I_1 = I_2$, размешчаны ў вакууме так, што цэнтры папярочных сячэнняў знаходзяцца ў вяршынях роўнастаронняга трохвугольніка (мал. 218). Вызначыце модуль індукцыі выніковага магнітнага поля ў свабоднай вяршыні трохвугольніка (пункт *O*), калі ў гэтым пункце модуль індукцыі магнітнага поля, створанага кожным правадніком з токам, $B_1 = B_2 = 2\sqrt{3}$ мТл.

972. Два доўгія тонкія паралельныя праваднікі, па якіх працякаюць токі I_1 і I_2 , размешчаны ў вакууме так, што цэнтры іх папярочных сячэнняў знаходзяцца ў вяршынях прамавугольнага трохвугольніка (мал. 219). У вяршыні *O* прамога вугла α модуль індукцыі выніковага магнітнага поля $B_0 = 85$ мкТл. Вызначыце модуль



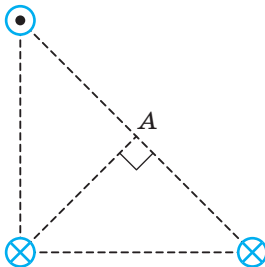
Мал. 218



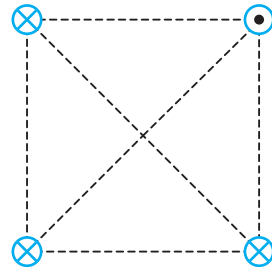
Мал. 219

індукцыі магнітнага поля, створанага токам I_1 у пункце O , калі ў гэтым пункце модуль індукцыі магнітнага поля, створанага токам I_2 , складае $B_2 = 68$ мкТл.

- 973.** Тры доўгія прамалінейныя праваднікі, сіла току ў якіх аднолькавая, размешчаны ў паветры паралельна адзін аднаму так, што цэнтры іх папярочных сячэнняў знаходзяцца ў вяршынях раўнабедранага прамавугольнага трохвугольніка (мал. 220). Модуль індукцыі магнітнага поля кожнага правадніка ў сярэдзіне гіпатэнузы (пункт A) $B = 2\sqrt{5}$ мТл. Вызначыце модуль індукцыі выніковага магнітнага поля ў гэтым пункце.
- 974.** Чатыры доўгія прамалінейныя праваднікі, сіла току ў якіх аднолькавая, размешчаны ў паветры паралельна адзін аднаму так, што цэнтры іх папярочных сячэнняў знаходзяцца ў вяршынях квадрата (мал. 221). Вызначыце модуль індукцыі выніковага магнітнага поля ў цэнтры квадрата, калі модуль індукцыі магнітнага поля кожнага правадніка ў цэнтры квадрата $B = 25$ мТл.
- 975.** *Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля на адлегласці $r = 10$ см ад прамога доўгага проваду, па якім цячэ ток $I = 6,0$ А. Провад знаходзіцца ў паветры.
- 976.** *Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля на адлегласці $r = 16$ см ад доўгага прамога правадніка пры праходжанні па ім $N = 2,5 \cdot 10^{20}$ электронаў на працягу прамежку часу $\Delta t = 2,0$ с. Праваднік знаходзіцца ў паветры.



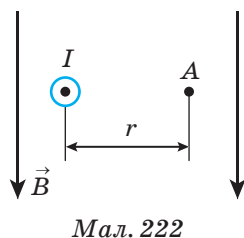
Мал. 220



Мал. 221

977. *У аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,2$ мТл, змешчаны ў вакууме прамалінейны доўгі праваднік, па якім працякае ток $I = 50$ А. Праваднік размешчаны перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля. Вызначыце адлегласць ад правадніка да пунктаў, у якіх індукцыя выніковага магнітнага поля роўная нулю.

978. *Гарызантальны стрыжань, па якім працякае электрычны ток, размешчаны ў паветры ў аднародным вертыкальным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 7,0$ мкТл (мал. 222). Вызначыце сілу току ў стрыжні, калі ў пункце A модуль індукцыі выніковага магнітнага поля $B_0 = 3,0$ мкТл. Адлегласць ад пункта A да цэнтра стрыжня $r = 25$ см. Пункт A і стрыжань ляжаць у адной гарызантальнай плоскасці.



979. *Па двух доўгіх правадніках, размешчаных паралельна адзін аднаму на адлегласці $r = 40$ см, працякаюць токі $I_1 = 10$ А і $I_2 = 30$ А. Вызначыце адлегласць ад другога правадніка да пунктаў, у якіх індукцыя выніковага магнітнага поля роўная нулю, калі напрамкі токаў у правадніках: а) супадаюць; б) процілеглыя.

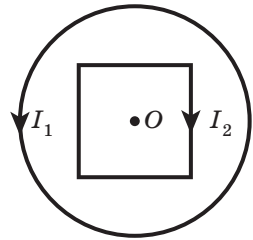
980. *Два доўгія прамалінейныя праваднікі размешчаны ў вакууме на адлегласці $r = 50$ см адзін ад аднаго. У першым правадніку працякае ток $I_1 = 9,0$ А, у другім — $I_2 = 16,0$ А. Напрамкі токаў у правадніках аднолькавыя. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля ў пункце: а) які знаходзіцца на сярэдзіне адрэзка, што злучае праваднікі; б) які знаходзіцца на адлегласці $r_1 = 18$ см ад першага правадніка і на адлегласці $r_2 = 32$ см ад другога.

981. *Вось Oz дэкартавай прамавугольнай сістэмы каардынат супадае з воссю праводнага стрыжня і накіравана

таксама, як і электрычны ток, які працякае ў стрыжні. Вось Ox сунакіравана з лініямі індукцыі знешняга аднароднага магнітнага поля, модуль індукцыі якога $B = 0,4$ мкТл. Сіла току ў стрыжні $I = 0,3$ А. Вызначыце модуль індукцыі выніковага магнітнага поля ў пункце з каардынатамі $x = 20$ см, $y = 0$ см, $z = 0$ см, калі сістэма знаходзіцца ў вакууме.

982. *Два доўгія прамалінейныя праваднікі размешчаны ў вакууме на адлегласці $r = 50$ см адзін ад аднаго. У першым правадніку цячэ ток $I_1 = 6,4$ А, у другім — $I_2 = 3,6$ А. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля ў пункце, размешчаным на адлегласці $r_1 = 40$ см ад першага правадніка і $r_2 = 30$ см ад другога.

983. Два тонкія праводныя контуры, сілы токаў у якіх I_1 і I_2 , размешчаны ў адной плоскасці (мал. 223). Вызначыце модуль індукцыі выніковага магнітнага поля ў пункце O , калі ў гэтым пункце модулі індукцыі магнітных палёў, створаных токамі I_1 і I_2 , адпаведна роўныя $B_1 = 18$ мТл і $B_2 = 29$ мТл.



Мал. 223

984. *Плоскі кругавы віток радыусам R , па якім працякае ток I_1 , знаходзіцца паблізу ад доўгага прамога правадніка, па якім працякае ток I_2 . Праваднік і віток размешчаны ў вакууме і ляжаць у адной плоскасці. Адлегласць ад цэнтра вітка да правадніка роўная $2R$. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля ў цэнтры вітка. Разгледзьце ўсе магчымыя варыянты.

985. *Плоскі кругавы віток радыусам $R = 31,4$ см размешчаны ў вакууме ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B_1 = 20$ мкТл, так, што яго плоскасць перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага поля. Сіла току ў вітку $I_2 = 5,0$ А. Вызначыце магчымыя

значэнні модуля індукцыі выніковага поля ў цэнтры вітка.

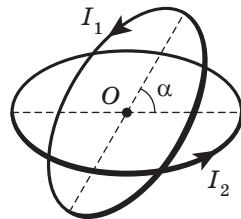
986. *Па кольцы з меднага дроту, плошча папярочнага сячэння якога $S = 3,14 \text{ мм}^2$, працякае ток $I = 10 \text{ А}$. Вызначыце напружанне, прыкладзенае да канцоў дроту, які ўтварае кольца, калі модуль індукцыі магнітнага поля ў цэнтры кольца $B = 3,14 \text{ мкТл}$. Кольца размешчана ў вакууме.

987. *Зарад тонкага наэлектрызаванага пластмасавага кольца, якое знаходзіцца ў вакууме, $q = 150 \text{ мкКл}$. Кольца верціцца вакол восі, якая праходзіць праз яго цэнтр перпендыкулярна плоскасці кольца, з перыядам $T = 62,8 \text{ мс}$. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля ў цэнтры кольца, калі яго дыяметр $d = 12 \text{ см}$.

988. *Саленоід выраблены з ніхромавага дроту даўжынёй $l = 94,2 \text{ см}$ і дыяметрам $d = 1,1 \text{ мм}$. Віткі саленоіда намотаны на стрыжань у адзін слой ушчыльную адзін да аднаго. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля ўнутры саленоіда, калі яго падключылі да крыніцы пастаяннага напружання $U = 6,0 \text{ В}$. Магнітная пранікальнасць асяроддзя ўнутры саленоіда $\mu = 1$.

989. *Саленоід даўжынёй $L = 40 \text{ см}$ змяшчае $N = 200$ віткоў дроту супраціўленнем $R = 15,7 \text{ Ом}$. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля ўнутры саленоіда, калі напружанне на канцах саленоіда $U = 6,5 \text{ В}$. Магнітная пранікальнасць асяроддзя ўнутры саленоіда $\mu = 2000$.

990. *Два тонкія праводныя віткі, сілы токаў у якіх I_1 і I_2 , размешчаны пад вуглом $\alpha = 60^\circ$ адзін да аднаго (мал. 224). Вызначыце модуль індукцыі выніковага магнітнага поля ў пункце O , калі ў гэтым пункце модулі індукцый магнітных палёў, створаных кожным з токаў, $B_1 = 28 \text{ мкТл}$ і $B_2 = 32 \text{ мкТл}$.

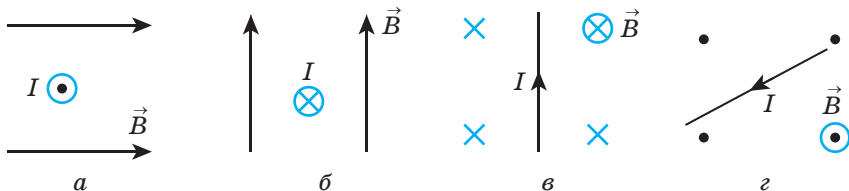


Мал. 224

21. Сіла Ампера

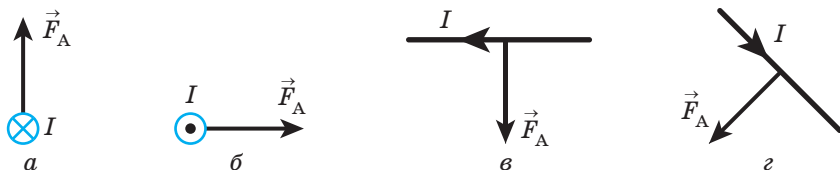
Фізічная велічыня або правіла	Формула або правіла	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Сіла Ампера	$F_A = BI\Delta l \sin \alpha$	<p>F_A — модуль сілы Ампера (модуль сілы, якая дзейнічае з боку магнітнага поля на прамалінейны праваднік з токам);</p> <p>B — модуль індукцыі магнітнага поля;</p> <p>I — сіла току, які працякае ў правадніку;</p> <p>Δl — даўжыня прамалінейнага ўчастка правадніка, які знаходзіцца ў аднародным магнітным полі;</p> <p>α — вугал паміж напрамкам індукцыі магнітнага поля і напрамкам току ў правадніку</p>
Правіла левай рукі	<p>Калі левую руку размясціць так, каб састаўляючая індукцыі магнітнага поля, перпендыкулярная правадніку, уваходзіла ў далонь, а чатыры выцягнутыя пальцы былі накіраваны па току, то адагнуты на 90° у плоскасці далоні вялікі палец пакажа напрамак сілы Ампера, якая дзейнічае на прамалінейны ўчастак правадніка з токам</p>	

991. Вызначыце напрамак сілы Ампера (мал. 225, *a—г*), якая дзейнічае на прамалінейны праваднік з токам, змешчаны ў аднароднае магнітнае поле.



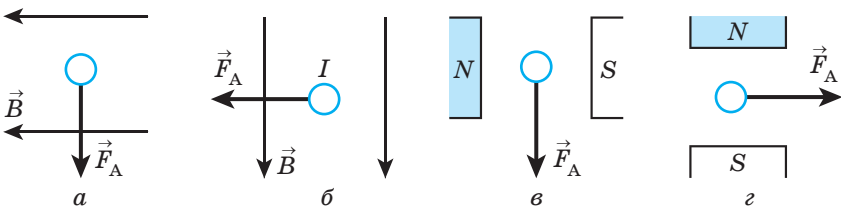
Мал. 225

992. На малюнку 226, *a—г* прадстаўлена сіла Ампера, якая дзейнічае на прамалінейны праваднік з токам, змешчаны ў аднароднае магнітнае поле. Вызначыце напрамак індукцыі магнітнага поля, калі лініі індукцыі перпендыкулярны правадніку.



Мал. 226

993. На малюнку 227, *a—г* прадстаўлена сіла Ампера, якая дзейнічае на прамалінейны праваднік з токам, змешчаны ў аднароднае магнітнае поле. Вызначыце напрамак току ў правадніку.



Мал. 227

994. Вызначыце напрамак сілы Ампера (мал. 228, *а*, *б*), якая дзейнічае на прамалінейны праваднік з токам I_1 , размешчаны паралельна другому прамалінейнаму правадніку з токам I_2 .

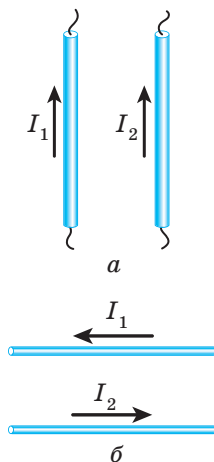
995. Прамалінейны праваднік даўжынёй $l = 35$ см, па якім працякае ток $I = 5,0$ А, знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,32$ Тл. Вызначыце модуль сілы Ампера, якая дзейнічае на праваднік, калі лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны правадніку.

996. На прамалінейны праваднік даўжынёй $l = 60$ см, размешчаны перпендыкулярна аднароднаму магнітнаму полю, модуль індукцыі якога $B = 0,15$ Тл, дзейнічае сіла Ампера, модуль якой $F_A = 1,8$ Н. Вызначыце сілу току ў правадніку.

997. Вызначыце модуль індукцыі аднароднага магнітнага поля, у якім на праваднік даўжынёй $l = 5$ см дзейнічае сіла Ампера, модуль якой $F_A = 50$ мН. Сіла току ў правадніку $I = 10$ А. Праваднік размешчаны перпендыкулярна вектару індукцыі магнітнага поля.

998. Прамалінейны праваднік, па якім працякае электрычны ток, змешчаны ў аднароднае магнітнае поле перпендыкулярна яго лініям індукцыі. У колькі разоў паменшыцца модуль сілы Ампера, якая дзейнічае на праваднік, калі яго павярнуць так, што лініі будуць складаць з напрамкаў току ў правадніку вугал $\alpha = 30^\circ$?

999. Стрыжань з токам $I = 7,0$ А знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 40$ мТл. На стрыжань дзейнічае сіла Ампера, модуль якой $F_A = 91$ мН. Вызначыце даўжыню стрыжня, калі лініі



Мал. 228

індукцыі поля складаюць вугал $\alpha = 30^\circ$ з напрамкам току ў стрыжні.

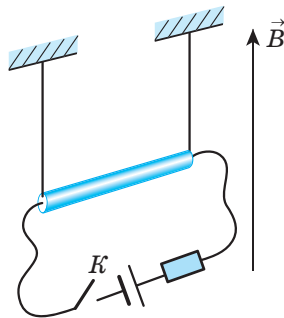
- 1000.** Прамы праваднік, па якім цячэ ток $I = 8,5$ А, размешчаны паміж полюсамі электрамагніта перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля, створанага электрамагнітам. Вызначыце модуль сілы, з якой магнітнае поле дзейнічае на адзінку даўжыні правадніка. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 40$ мТл.
- 1001.** Стрыжань даўжынёй $l = 1,4$ м, сагнуты пад прамым вуглом з адносінамі даўжынь $3 : 4$, знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 2,0$ мТл. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці, у якой знаходзіцца сагнуты стрыжань. Вызначыце модуль сілы Ампера, якая дзейнічае на стрыжань, калі па ім працякае ток $I = 10$ А.
- 1002.** Стрыжань даўжынёй $l = 1,1$ м сагнулі пад вуглом $\alpha = 60^\circ$ так, што даўжыня меншай стараны вугла $l_1 = 30$ см. Сагнуты стрыжань змясцілі ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 2,0$ мТл. Вызначыце модуль сілы Ампера, якая дзейнічае на стрыжань, калі па ім працякае ток $I = 10$ А, а лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці, у якой знаходзіцца сагнуты стрыжань.
- 1003.** Прамалінейны праваднік даўжынёй $l = 16$ см размешчаны ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 200$ мТл, пад вуглом $\alpha = 30^\circ$ да ліній індукцыі. Вызначыце зарад, які прайшоў за прамежак часу $\Delta t = 60$ с праз папярочнае сячэнне правадніка, калі модуль сілы Ампера, якая дзейнічае на праваднік, $F_A = 8,0$ мН.
- 1004.** Прамалінейны праваднік супраціўленнем $R = 1,6$ Ом размешчаны ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 8,0$ мТл. Напружанне на канцах правадніка $U = 40$ В. Вугал паміж напрамкам току ў

правадніку і вектарам індукцыі магнітнага поля $\alpha = 45^\circ$. Вызначыце даўжыню правадніка, калі модуль сілы Ампера, якая дзейнічае на праваднік, $F_A = 48$ мН.

- 1005.** У аднародным магнітным полі знаходзіцца прамалінейны праваднік даўжынёй $l = 25$ см і масай $m = 30$ г, размешчаны перпендыкулярна лініям індукцыі магнітнага поля, модуль індукцыі якога $B = 0,15$ Тл. Вызначыце сілу току, які працякае ў правадніку, калі модуль сілы Ампера ў $n = 2,5$ раза большы за модуль сілы цяжару, якая дзейнічае на праваднік.
- 1006.** Прамалінейны праваднік, маса адзінкі даўжыні якога $\mu = 10 \frac{\text{Г}}{\text{М}}$, размешчаны гарызантальна пад вуглом $\alpha = 30^\circ$ да ліній індукцыі гарызантальнага аднароднага магнітнага поля. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 20$ мТл. Вызначыце сілу току, які працякае ў правадніку, калі выніковая сіла цяжару і сілы Ампера, якія дзейнічаюць на праваднік, роўная нулю.
- 1007.** Праваднік даўжынёй $l = 10$ см размешчаны гарызантальна і перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля, модуль індукцыі якога $B = 1,0$ мТл. Пры напружанні на правадніку $U = 10$ В сіла Ампера, якая дзейнічае на праваднік, ураўнаважваецца сілай цяжару. Вызначыце шчыльнасць рэчыва правадніка, калі яго ўдзельнае супраціўленне $\rho = 1,0 \cdot 10^{-6}$ Ом \cdot м.
- 1008.** Прамалінейны праваднік супраціўленнем $R = 0,2$ Ом і плошчай папярочнага сячэння $S = 0,5$ мм² размешчаны гарызантальна і перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля. Праваднік падключаны да крыніцы пастаяннага току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 2$ В і ўнутранае супраціўленне $r = 0,1$ Ом. Шчыльнасць рэчыва правадніка $\rho = 4 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$. Вызначыце модуль індук-

цыі магнітнага поля, калі сіла Ампера і сіла цяжару, якія дзейнічаюць на праваднік, ураўнаважваюць адна адну.

- 1009.** Стрыжань масай $m = 0,30$ кг і даўжынёй $l = 30$ см, размешчаны ў аднародным магнітным полі, падвешаны на двох вертыкальных лёгкіх нітках і з дапамогай гнуткіх прададоў падключаны да крыніцы току (мал. 229). Лініі індукцыі магнітнага поля накіраваны вертыкальна. Модуль індукцыі гэтага поля $B = 0,50$ Тл.



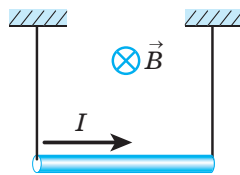
Мал. 229

Вызначыце модуль паскарэння правадніка адразу пасля замыкання ключа K , калі ў ланцугу ўзнікае ток $I = 4,0$ А.

- 1010.** Прамалінейны алюмініевы праваднік, плошча папярскага сячэння якога $S = 2$ мм², размешчаны на гладкай гарызантальнай паверхні ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога накіраваны вертыкальна. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 8,1$ мТл. Вызначыце модуль паскарэння правадніка адразу пасля ўзнікнення ў ім току $I = 4,0$ А.
- 1011.** Прамалінейны праваднік даўжынёй $l = 36$ см, па якім праходзіць ток $I = 2,5$ А, знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога перпендыкулярны правадніку. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 60$ мТл. Вызначыце работу, выкананую сілай Ампера пры перамяшчэнні правадніка на $\Delta r = 20$ см, калі вугал паміж сілай Ампера і перамяшчэннем $\alpha = 60^\circ$.
- 1012.** Прамалінейны праваднік даўжынёй $l = 60$ см, па якім праходзіць ток $I = 4,5$ А, знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, вектар індукцыі якога складае з напрамкам току вугал $\alpha = 30^\circ$. Модуль індукцыі магнітнага

поля $B = 80$ мТл. Вызначыце магутнасць, якая развіваецца сілай Ампера пры раўнамерным перамяшчэнні правадніка з пастаяннай скорасцю, модуль якой $v = 25 \frac{\text{см}}{\text{с}}$, калі вугал паміж сілай Ампера і вектарам скорасці $\beta = 0^\circ$.

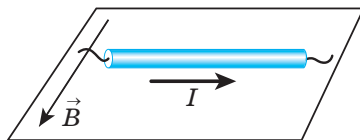
- 1013.** У аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога накіраваны гарызантальна, падвешаны на дзвюх лёгкіх вертыкальных нітках праваднік даўжынёй $l = 20$ см і масай $m = 20$ г, размешчаны гарызантальна і перпендыкулярна лініям індукцыі магнітнага поля, модуль індукцыі якога $B = 0,25$ Тл (мал. 230). Па правадніку працякае ток $I = 2$ А. У колькі разоў зменіцца модуль сілы нацяжэння кожнай ніткі, калі напрамак індукцыі магнітнага поля змяніць на процілеглы?



Мал. 230

- 1014.** У аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога накіраваны гарызантальна, падвешаны на дзвюх лёгкіх вертыкальных нітках праваднік даўжынёй $l = 10$ см, размешчаны гарызантальна і перпендыкулярна лініям індукцыі магнітнага поля. Вызначыце змяненне модуля сілы нацяжэння кожнай ніткі, калі па правадніку прапусціць ток $I = 10$ А. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 10$ мТл.

- 1015.** У аднародным гарызантальным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 80$ мТл, перпендыкулярна лініям індукцыі на гарызантальнай паверхні размешчаны металчны стрыжань даўжынёй $l = 50,0$ см і масай $m = 12,0$ г. Па стрыжні працякае ток $I = 1,0$ А (мал. 231).

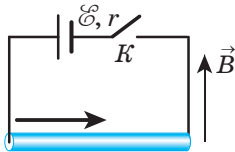


Мал. 231

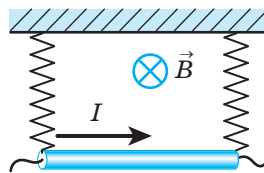
У колькі разоў паменшыцца модуль сілы ціску на паверхню, калі, не змяняючы велічыні току, змяніць яго напрамак на процілеглы?

- 1016.** Спіца, падвешаная на вертыкальных лёгкіх гнуткіх дротах, знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога накіраваны гарызантальна і перпендыкулярна спіцы. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 0,20$ Тл. Удзельнае супраціўленне і шчыльнасць рэчыва спіцы $\rho = 0,60$ мкОм \cdot м і $\rho_0 = 8,0 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$ адпаведна. Плошча папярочнага сячэння спіцы $S = 5,0$ мм², яе даўжыня $l = 50$ см. Па спіцы праходзіць электрычны ток. Вызначыце магутнасць току, якая вылучаецца ў спіцы, калі сіла нацяжэння дротаў роўная нулю.
- 1017.** Прамалінейны праваднік масай $m = 30$ г і даўжынёй $l = 50$ см падвешаны на дзвюх вертыкальных лёгкіх нітках у гарызантальным стане ў вертыкальным аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,1$ Тл. Вызначыце сілу току ў правадніку, калі ніткі адхіліліся ад вертыкалі на вугал $\alpha = 45^\circ$.
- 1018.** Прамалінейны гарызантальна размешчаны праваднік, па якім праходзіць электрычны ток, падвешаны на дзвюх вертыкальных лёгкіх нітках у вертыкальным аднародным магнітным полі. Ніткі адхілены ад вертыкалі на вугал $\alpha = 30^\circ$. У колькі разоў неабходна павялічыць сілу току, які працякае ў правадніку, каб ніткі адхіліліся ад вертыкалі на вугал $\beta = 60^\circ$?
- 1019.** У аднародным магнітным полі на дзвюх бязважкіх нерасцяжных нітках падвешаны ў гарызантальным становішчы прамы аднародны праваднік даўжынёй $l = 30$ см. Лініі індукцыі магнітнага поля накіраваны вертыкальна. У правадніку працякае электрычны ток $I = 1,9$ А, а ніткі адхілены ад вертыкалі на вугал $\alpha = 30^\circ$. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля, калі модуль сілы нацяжэння кожнай ніткі $F = 57$ мН.

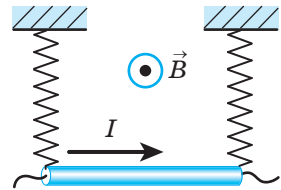
- 1020.** Аднародны гарызантальны алюмініевы стрыжань даўжынёй l і дыяметрам d падвешаны на двух лёгкіх гнуткіх вертыкальных дротах у аднародным магнітным полі, вектар індукцыі якога \vec{B} накіраваны вертыкальна (мал. 232). На які вугал ад вертыкалі адхіляцца дрота, калі, замкнуўшы ключ K , у стрыжні будзе працякаць электрычны ток, створаны крыніцай току з ЭРС \mathcal{E} і ўнутраным супраціўленнем r ? Шчыльнасць алюмінію ρ_0 , яго ўдзельнае супраціўленне ρ . Супраціўленне дротаў не прымаць да ўвагі.
- 1021.** У аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,10$ Тл, на дзвюх аднолькавых бязважкіх спружынах жорсткасцю $k = 15 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ падвешаны ў гарызантальным становішчы прамы аднародны праваднік даўжынёй $l = 60$ см. Лініі індукцыі гарызантальны і перпендыкулярны правадніку. Пры адсутнасці току ў правадніку даўжыня кожнай спружыны складала $l_1 = 34$ см. Вызначыце даўжыню кожнай спружыны пры праходжанні па правадніку току $I = 15$ А (мал. 233).
- 1022.** У аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,20$ Тл, на дзвюх аднолькавых бязважкіх спружынах жорсткасцю $k = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ падвешаны ў гарызантальным становішчы стрыжань даўжынёй $l = 50$ см. Лініі індукцыі гарызантальны і перпендыкулярны стрыжню. Пры адсутнасці току ў стрыжні патэнцыяльная энергія кожнай спружыны $E_{\text{спр1}} = 25$ мДж. Вызначыце патэн-



Мал. 232



Мал. 233

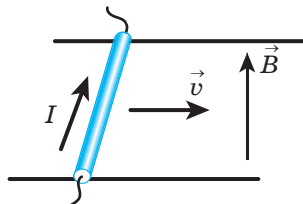


Мал. 234

цяляльную энергію кожнай спружыны, калі ў стрыжні будзе працякаць электрычны ток $I = 16$ А (мал. 234).

- 1023.** *Два доўгія тонкія паралельныя праваднікі з токамі $I_1 = I_2 = 5,0$ А размешчаны ў вакууме на адлегласці $r = 25$ см адзін ад аднаго. Вызначыце модуль сілы, якая дзейнічае на кожны $l = 1,0$ м праваднікоў.
- 1024.** *У вакууме ў вертыкальнай плоскасці размешчаны гарызантальна два прамыя праваднікі, паралельныя адзін аднаму. Сіла току, які працякае ў кожным правадніку, $I = 30$ А. Верхні праваднік можна лічыць бясконца доўгім. Даўжыня ніжняга правадніка $l = 50$ см, яго маса $m = 10$ г. Вызначыце адлегласць паміж праваднікамі, калі сіла іх магнітнага ўзаемадзеяння ў $n = 20$ разоў меншая за сілу цяжару, якая дзейнічае на ніжні праваднік.

- 1025.** У аднародным вертыкальным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,20$ Тл, па двух гарызантальных паралельных металічных стрыжнях слізгае праваднік з токай масай $m = 0,60$ кг, арыентаваны перпендыкулярна стрыжням (мал. 235). Каэфіцыент трэння паміж правадніком і стрыжнямі $\mu = 0,015$. Вызначыце даўжыню правадніка, калі пры сіле току $I = 3,0$ А ён рухаецца раўнамерна.

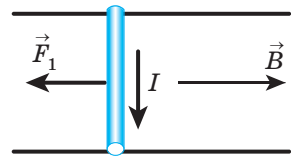


Мал. 235

- 1026.** На гарызантальнай плоскасці знаходзіцца праваднік масай $m = 50$ г і даўжынёй $l = 20$ см, па якім цячэ ток $I = 10$ А. Аднароднае магнітнае поле накіравана вертыкальна. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 50$ мТл. Вызначыце модуль паскарэння, з якім рухаецца праваднік, калі каэфіцыент трэння паміж правадніком і плоскасцю $\mu = 0,12$.

1027. Адлегласць паміж гарызантальнымі паралельнымі рэйкамі $l = 28$ см. На рэйках ляжыць стрыжань масай $m = 60$ г і даўжынёй l , размешчаны гарызантальна і перпендыкулярна рэйкам. Вызначыце модуль мінімальнай індукцыі магнітнага поля, накіраванай вертыкальна, пры якой стрыжань пачне рухацца па рэйках, калі па стрыжні прапусціць электрычны ток $I = 15$ А. Каэфіцыент трэння слізгання стрыжня па рэйках $\mu = 0,14$.

1028. Праваднік масай $m = 0,2$ кг і даўжынёй $l = 0,6$ м ляжыць на гарызантальных рэйках, размешчаных у гарызантальным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,1$ Тл (мал. 236). Каб



Мал. 236

зрушыць праваднік улева, пры прапусканні па ім току $I = 20$ А ў напрамку, адлюстраваным на малюнку, трэба прыкладзі гарызантальную мінімальную сілу, модуль якой $F_1 = 0,5$ Н. Вызначыце модуль мінімальнай гарызантальнай сілы, якую трэба прыкладзі да правадніка, каб зрушыць яго з месца, калі змяніць напрамак току на процілеглы.

1029. Гарызантальны стрыжань масай $m = 50$ г і даўжынёй $l = 30$ см утрымліваюць у спакоі на гладкай нахіленай плоскасці, якая складае з гарызонтам вугал α ($\operatorname{tg} \alpha = 0,30$). Стрыжань знаходзіцца ў вертыкальным аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,25$ Тл. Вызначыце сілу току, які трэба прапусціць праз стрыжань, каб ён заставаўся ў спакоі, калі яго адпусціць.

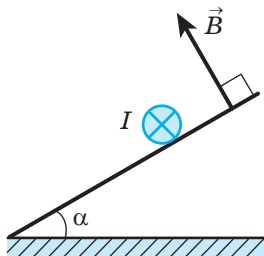
1030. На нахіленай плоскасці, якая ўтварае вугал $\alpha = 30^\circ$ з гарызонтам, знаходзіцца прамы праваднік даўжынёй $l = 0,50$ м і масай $m = 0,20$ кг, па якім праходзіць ток $I = 10$ А. Вызначыце модуль паскарэння, з якім рухаецца праваднік па нахіленай плоскасці, калі вектар

індукцыі аднароднага магнітнага поля накіраваны вертыкальна і перпендыкулярна правадніку. Сілу трэння не прымаць да ўвагі. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 0,10$ Тл. Разгледзьце ўсе магчымыя варыянты.

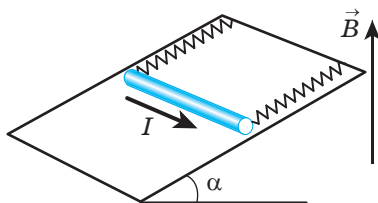
1031. Стрыжань масай $m = 0,10$ кг і даўжынёй $l = 0,40$ м размешчаны перпендыкулярна нахіленым рэйкам, якія складаюць вугал $\alpha = 30^\circ$ з гарызонтам (мал. 237). Вызначыце мінімальны модуль індукцыі аднароднага магнітнага поля, перпендыкулярнага плоскасці рэек, пры якім стрыжань пачне рухацца па рэйках уверх, калі па ім прапускаць ток сілай $I = 15$ А. Каэфіцыент трэння стрыжня аб рэйкі $\mu = 0,40$.

1032. Стрыжань нерухома ляжыць на рэйках перпендыкулярна ім. Рэйкі складаюць з гарызонтам вугал α . Якім павінен быць мінімальны модуль індукцыі аднароднага магнітнага поля, перпендыкулярнага плоскасці рэек, каб стрыжань пачаў рухацца па іх уніз, калі па ім прапускаць ток сілай I ? Даўжыня стрыжня роўная l . Каэфіцыент трэння стрыжня аб рэйкі μ . Маса стрыжня m .

1033. На нахіленай плоскасці, якая складае вугал $\alpha = 30^\circ$ з гарызонтам, знаходзіцца прамы аднародны праваднік даўжынёй $l = 40$ см і масай $m = 0,20$ кг, па якім праходзіць ток $I = 2,0$ А (мал. 238). Да канцоў правадніка прымацаваны дзве бязважкія спружыны жорсткасцю



Мал. 237



Мал. 238

$k = 8,0 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ кожная, якія ўтрымліваюць прываднік у спакоі. Вызначыце падаўжэнне спружын, калі вектар індукцыі аднароднага магнітнага поля накіраваны вертыкальна ўверх і перпендыкулярна прывадніку. Каэфіцыент трэння паміж прывадніком і нахіленай плоскасцю $\mu = 0,15$. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 0,40$ Тл.

- 1034.** На нахіленай плоскасці, якая складае вугал $\alpha = 30^\circ$ з гарызонтам, знаходзіцца прамы аднародны прываднік даўжынёй $l = 40$ см і масай $m = 0,20$ кг. Праваднік размешчаны гарызантальна і перпендыкулярна аднароднаму гарызантальнаму магнітнаму полю, модуль індукцыі якога $B = 0,40$ Тл (мал. 239). Вызначыце модуль мінімальнай сілы, якую трэба прыкладзі да прывадніка паралельна нахіленай плоскасці для ўтрымання яго ў спакоі, калі сіла току ў прывадніку $I = 10$ А. Каэфіцыент трэння паміж прывадніком і плоскасцю $\mu = 0,15$.

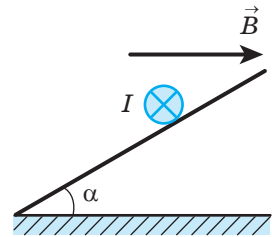


Рис. 239

- да прывадніка паралельна нахіленай плоскасці для ўтрымання яго ў спакоі, калі сіла току ў прывадніку $I = 10$ А. Каэфіцыент трэння паміж прывадніком і плоскасцю $\mu = 0,15$.
- 1035.** Квадратная рамка, вырабленая з дроту, плошча папярочнага сячэння якога $S = 1$ мм², далучана да крыніцы пастаяннага напружання $U = 0,6$ В і змешчана ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,1$ Тл. Вызначыце модуль сілы Ампера, якая дзейнічае на рамку. Удзельнае супраціўленне рэчыва дроту $\rho = 2,0 \cdot 10^{-8}$ Ом · м. Правады, якія падводзяць ток да рамкі, падключаны да яе суседніх вяршынь. Рамка размешчана ў вертыкальнай плоскасці. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці рамкі.
- 1036.** Праваднік даўжынёй $l = 24$ см і супраціўленнем $R = 0,36$ Ом сагнуты ў форме роўнастаронняга трохвуголь-

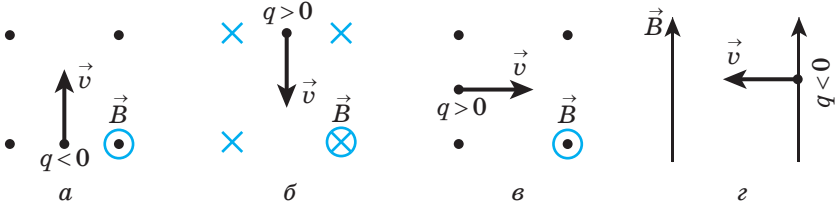
ніка і змешчаны ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,10$ Тл. Лініі індукцыі перпендыкулярны плоскасці трохвугольніка. Вызначыце модуль сілы Ампера, якая дзейнічае на праваднік, калі на яго суседнія вяршыні падаць напружанне $U = 0,54$ В.

- 1037.** Аднародны стрыжань даўжынёй $l = 40$ см і масай $m = 40$ г, па якім працякае ток $I = 10$ А, замацаваны шарнірна адным канцом так, што можа вярцецца без трэння ў вертыкальнай плоскасці. Стрыжань знаходзіцца ў аднародным магнітным полі. Вызначыце вугал адхілення стрыжня ад вертыкалі, калі лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці яго вярчэння. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 50$ мТл.
- 1038.** Дрот, плошча папярочнага сячэння якога S , сагнуты ў выглядзе трох старон квадрата і прымацаваны сваімі канцамі да гарызантальнай восі, вакол якой ён можа свабодна вярцецца ў аднародным вертыкальным магнітным полі. Шчыльнасць рэчыва дроту ρ . Модуль індукцыі магнітнага поля B . Па дротце прапускаюць ток сілай I . Вызначыце вугал паміж вертыкаллю і плоскасцю, ў якой размешчаны дрот.
- 1039.** З дроту масай $m = 50$ г вырабілі квадратную рамку са стараной $a = 10$ см і палажылі яе на гарызантальную паверхню стала. Паралельна дзвюм старанам рамкі стварылі аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,10$ Тл. Вызначыце мінімальную сілу току, які трэба прапусціць па дротце рамкі, каб адна з яе старон адарвалася ад стала.
- 1040.** Драцяная квадратная рамка масай $m = 10$ г са стараной $a = 10$ см можа вярцецца вакол гарызантальнай восі, якая супадае з адной з яе старон. Рамка знаходзіцца ў аднародным вертыкальным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,1$ Тл. Вызначыце сілу току, які павінен працякаць у дротце, каб плоскасць рамкі складала з вертыкаллю вугал $\alpha = 45^\circ$.

22. Сіла Лорэнца

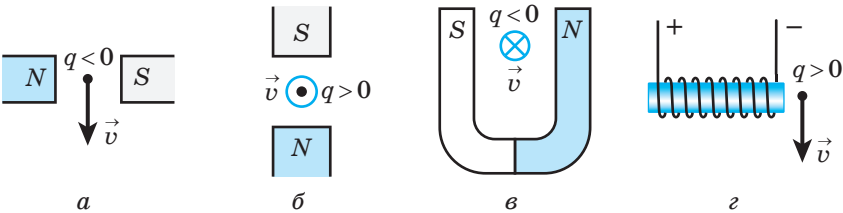
Фізічная велічыня або правіла	Формула або правіла	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Сіла Лорэнца	$F_{\text{Л}} = qvB \sin \alpha$	<p>$F_{\text{Л}}$ — модуль сілы Лорэнца (модуль сілы, якая дзейнічае з боку магнітнага поля на зараджаную часціцу, якая рухаецца);</p> <p>q — модуль зараду часціцы;</p> <p>v — модуль скорасці руху зараджанай часціцы;</p> <p>B — модуль індукцыі магнітнага поля;</p> <p>α — вугал паміж скорасцю руху зараджанай часціцы і індукцыяй магнітнага поля</p>
Правіла левай рукі	<p>Калі левую руку размясціць так, каб састаўляючая індукцыі магнітнага поля, перпендыкулярная скорасці руху часціцы, уваходзіла ў далонь, а чатыры выцягнутыя пальцы былі накіраваны па руху дадатна зараджанай часціцы (супраць руху адмоўна зараджанай часціцы), то адгнуты на 90° у плоскасці далоні вялікі палец пакажа напрамак сілы Лорэнца, якая дзейнічае на часціцу</p>	

1041. На малюнку 240, *a—г* прадстаўлены напрамак скорасці \vec{v} зараджанай часціцы q , якая ўлятае ў аднароднае магнітнае поле, індукцыя якога \vec{B} . Вызначыце напрамак сілы Лорэнца, якая дзейнічае на часціцу.



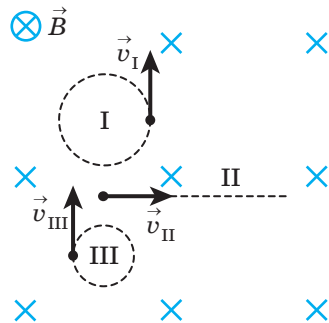
Мал. 240

1042. На малюнку 241, *a—г* прадстаўлены напрамак скорасці \vec{v} зараджанай часціцы q у некаторы момант часу яе руху ў магнітным полі. Вызначыце напрамак сілы Лорэнца, якая дзейнічае на часціцу.



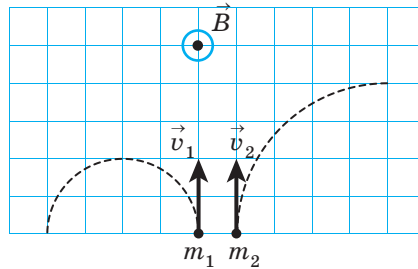
Мал. 241

1043. Тры часціцы — пратон, электрон і нейтрон — рухаюцца ў аднародным магнітным полі па траекторыях I, II, III, адлюстраваных на малюнку 242 штрыхавымі лініямі. Вызначыце, па якой траекторыі рухаецца кожная часціца.



Мал. 242

1044. Дзве часціцы, модулі зарадаў якіх аднолькавыя, уляцелі ў аднароднае магнітнае поле \vec{B}



Мал. 243

з аднолькавымі скарасцямі $\vec{v}_1 = \vec{v}_2$, накіраванымі перпендыкулярна лініям індукцыі. На малюнку 243 адлюстраваны траекторыі руху часціц у магнітным полі. Вызначыце знакі зарадаў гэтых часціц і параўнайце іх масы. Сілы электрычнага ўзаемадзеяння часціц не прымаць да ўвагі.

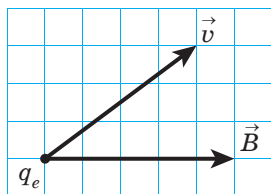
- 1045.** Пратон улятае ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,20$ Тл. Скорасць пратона перпендыкулярна лініям індукцыі магнітнага поля. Вызначыце модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на пратон, калі модуль яго скорасці руху $v = 20 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.
- 1046.** Пунктавы зарад $q = 2$ мкКл улятае са скорасцю, модуль якой $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, у аднароднае магнітнае поле пад вуглом $\alpha = 30^\circ$ да ліній індукцыі магнітнага поля. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля, калі модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на зарад, $F_{\text{Л}} = 4$ мкН.
- 1047.** Адзін з электронаў знаходзіцца ў аднародным электростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 1,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Другі электрон рухаецца па акружнасці са скорасцю, модуль якой $v = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, у аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,10$ Тл. Вызначыце, у коль-

кі разоў адрозніваюцца сілы, з якімі палі дзейнічаюць на электроны.

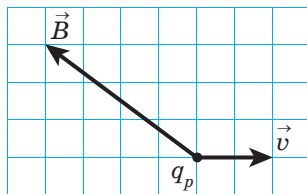
- 1048.** Зараджаная часціца рухаецца па акружнасці ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 15$ мТл, са скорасцю, модуль якой $v = 100 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на часціцу, $F_{\text{Л}} = 0,48$ фН. Вызначыце модуль сілы, з якой электростатычнае поле будзе дзейнічаць на гэтую часціцу, калі яна апынецца ў электростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 7,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

- 1049.** Пратон рухаецца ў аднародным магнітным полі са скорасцю, модуль якой $v = 0,25 \frac{\text{Мм}}{\text{с}}$. Напрамкі скорасці \vec{v} і індукцыі \vec{B} магнітнага поля прадстаўлены на малюнку 244. Вызначыце модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на электрон, калі модуль індукцыі магнітнага поля $B = 3,5$ мТл.

- 1050.** Пратон рухаецца ў аднародным магнітным полі са скорасцю, модуль якой $v = 1,5 \frac{\text{Мм}}{\text{с}}$. Напрамкі скорасці і індукцыі магнітнага поля прадстаўлены на малюнку 245. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля, калі модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на пратон, $F_{\text{Л}} = 3,6 \cdot 10^{-14}$ Н.



Мал. 244



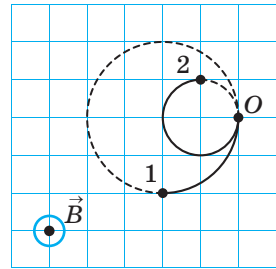
Мал. 245

- 1051.** Іон масай $m = 4,0 \cdot 10^{-26}$ кг і зарадам $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл рухаецца па акружнасці ў аднародным магнітным полі з індукцыяй, модуль якой $B = 10$ мТл. Вызначыце модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на іон, калі модуль імпульсу іона $p = 4,0 \cdot 10^{-20} \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{С}}$.
- 1052.** Часціца масай $m = 2 \cdot 10^{-10}$ кг і зарадам $q = -1,6 \times 10^{-19}$ Кл рухаецца па акружнасці ў аднародным магнітным полі з індукцыяй, модуль якой $B = 0,05$ Тл. Вызначыце модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на часціцу, калі кінетычная энергія часціцы $E_k = 0,01$ Дж.
- 1053.** Электрон уляцеў са скорасцю, модуль якой $v = 70 \frac{\text{КМ}}{\text{С}}$, у аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 26$ нТл, перпендыкулярна лініям індукцыі. Вызначыце модуль паскарэння, з якім рухаецца электрон у магнітным полі.
- 1054.** У аднароднае магнітнае поле перпендыкулярна лініям індукцыі ўлятаюць пратон і α -часціца. Зарад α -часціцы ў $n = 2$ разы большы за зарад пратона. У колькі разоў модуль скорасці руху α -часціцы большы за модуль скорасці руху пратона, калі модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на α -часціцу, у $k = 8$ разоў большы за модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на пратон?
- 1055.** Пратон рухаецца па акружнасці ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога B , са скорасцю, модуль якой v . Вызначыце радыус акружнасці.
- 1056.** Вызначыце адносіны радыусаў траекторый двух пратонаў, скорасці якіх накіраваны перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля, калі кінетычныя энергіі пратонаў роўныя E_{k1} і E_{k2} .
- 1057.** Іоны азоту N^+ і N^{2+} рухаюцца па акружнасцях у аднародным магнітным полі. Вызначыце адносіны радыусаў акружнасцей, якія апісваюць іоны, калі іх кі-

нетычныя энергіі аднолькавыя. Масы іонаў лічыць роўнымі.

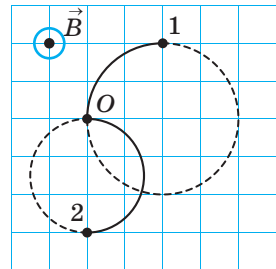
- 1058.** Два іоны з аднолькавымі зарадамі і кінетычнымі энергіямі ўляцелі ў аднароднае магнітнае поле перпендыкулярна яго лініям індукцыі. Вызначыце адносіны мас іонаў, калі адзін з іонаў апісаў у магнітным полі акружнасць радыусам $R_1 = 6,0$ мм, а другі — $R_2 = 3,0$ мм.
- 1059.** Электрон рухаецца па акружнасці ў аднародным магнітным полі. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля, калі перыяд абарачэння электрона $T = 0,18$ нс.
- 1060.** Электрон рухаецца па акружнасці ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 4,0$ мТл. Вызначыце частату абарачэння электрона. Модуль удзельнага зараду электрона $\frac{e}{m_e} = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$.
- 1061.** Пратон і электрон рухаюцца па акружнасцях у аднародным магнітным полі. Вызначыце адносіны вуглавых скарасцей руху часціц.
- 1062.** Пратон і іон неону рухаюцца па акружнасцях у аднародным магнітным полі. Вызначыце частату абарачэння іона неону, калі перыяд абарачэння пратона $T_p = 50$ мкс. Зарады пратона і іона аднолькавыя. Маса іона ў $n = 20$ разоў большая за масу пратона.
- 1063.** Электрон рухаецца па акружнасці радыусам $R = 1,0$ мм у аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 3,0$ мТл. Вызначыце модуль імпульсу і кінетычную энергію электрона.
- 1064.** Электрон рухаецца па акружнасці ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 20$ мТл. Модуль імпульсу электрона $p = 6,4 \cdot 10^{-24} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. Вызначыце радыус акружнасці, модуль цэнтраімклівага паскарэння і кінетычную энергію электрона.

1065. Два іоны, які вылецелі адначасова з пункта O (мал. 246), раўнамерна рухаліся па акружнасцях пад дзеяннем аднароднага магнітнага поля, лініі індукцыі якога перпендыкулярны скорасці руху іонаў. На малюнку адлюстраваны траекторыі іонаў, па якіх яны рухаліся на працягу аднолькавага прамежку часу. Маса першага іона $m_1 = 9,0 \cdot 10^{-26}$ кг. Вызначыце масу другога іона, калі модулі зарадаў іонаў аднолькавыя. Сілу цяжару, якая дзейнічае на іоны, і іх узаемадзеянне не прымаць да ўвагі.



Мал. 246

1066. Два іоны з аднолькавымі масамі, якія вылецелі адначасова з пункта O (мал. 247), раўнамерна рухаліся па акружнасцях пад дзеяннем аднароднага магнітнага поля, лініі індукцыі якога перпендыкулярны скорасці руху іонаў. На малюнку прадстаўлены траекторыі іонаў, па якіх яны рухаліся на працягу аднолькавага прамежку часу. Заряд першага іона $q_1 = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл. Вызначыце модуль зараду другога іона. Сілу цяжару, якая дзейнічае на іоны, і іх узаемадзеянне не прымаць да ўвагі.

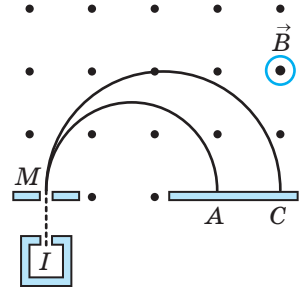


Мал. 247

1067. Пучок пратонаў улятае ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,20$ Тл, перпендыкулярна лініям індукцыі. У магнітным полі ўсе пратоны рухаюцца па дузе акружнасці радыусам $R = 10$ см, пападаюць на замацаваную заземленую пласцінку і паглынаюцца ёй. Вызначыце цеплавую магутнасць, якая вылучаецца ў пласцінцы, калі сіла току ў пучку $I = 50$ мкА.

- 1068.** Пучок протонаў улятае ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 50$ мТл, перпендыкулярна лініям індукцыі. У магнітным полі ўсе пратоны, рухаючыся па дузе акружнасці дыяметрам $d = 20$ мм, пападаюць на замацаваную заземленую свінцовую пласцінку масай $m = 15$ мг і паглынаюцца ёй. Вызначыце змяненне тэмпературы пласцінкі за час $\tau = 1,5$ мін, калі сіла току ў пучку $I = 20$ мкА. Цеплавая страта пласцінкі не прымаць да ўвагі.
- 1069.** Электрон, які прайшоў са стану спакою ў электростатычным полі рознасць патэнцыялаў $\phi_1 - \phi_2 = -4,0$ В, пападае ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 32$ мТл. Вызначыце радыус акружнасці, па якой рухаецца электрон у магнітным полі.
- 1070.** Ядро атама гелію, паскоранае са стану спакою ў электростатычным полі рознасцю патэнцыялаў $U = 150$ В, улятае ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,25$ Тл, і рухаецца па акружнасці даўжынёй $l = 6,0$ см. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля. Малярная маса гелію $M = 4,0 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Зарад ядра гелію $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл.
- 1071.** Часціца масай $m = 1,0 \cdot 10^{-6}$ кг і зарадам $q = 10$ мкКл, якая знаходзіцца ў стане спакою ў пачатковы момант часу, паскараецца аднародным электростатычным полем, модуль напружанасці якога $E = 10 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, на працягу прамежку часу $\Delta t = 1,0$ мс. Потым яна ўлятае ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 3,14$ Тл. Скорасць руху часціцы перпендыкулярна лініям індукцыі магнітнага поля. Вызначыце: а) модуль сілы Лорэнца, якая дзейнічае на часціцу ў магнітным полі; б) час знаходжання часціцы ў магнітным полі, калі яе траекторыя руху ў магнітным полі з'яўляецца паўакружнасць.

1072. На малюнку 248 прадстаўлены самы прасты мас-спектрограф, у якім модуль індукцыі аднароднага магнітнага поля $B = 0,10$ Тл. У іанізатары I ўтвараюцца іоны, якія паскараюцца электростатычным полем з рознасцю патэнцыялаў $U = 10$ кВ і пралятаюць скрозь шчыліну M . Рухаючыся ў магнітным полі па дузе акружнасці, іоны пападаюць на фотапласцінку AC , выклікаючы яе пачарненне. Вызначыце адлегласць ад шчыліны M да цёмнай паласы на фотапласцінцы, калі ў магнітнае поле ўляцелі іоны вадароду: а) дэйтэрыю ($m_1 = 3,34 \cdot 10^{-27}$ кг, $q_1 = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл); б) трытыю ($m_2 = 5,0 \cdot 10^{-27}$ кг, $q_2 = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл). Траекторыямі руху іонаў у магнітным полі з'яўляюцца паўакружнасці.



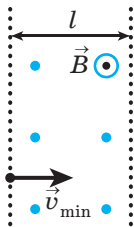
Мал. 248

1073. Пратон, які рухаўся ў аднародным магнітным полі па акружнасці радыусам $R = 12$ см, вылецеў з яго і папаў у аднароднае электростатычнае поле. Рухаючыся супраць ліній напружанасці, пратон спыніўся. Вызначыце тармазную рознасць патэнцыялаў, якую прайшоў пратон у электростатычным полі. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 10$ мТл. Адносіны зараду пратона да яго масы $\frac{q_p}{m_p} = 9,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$.

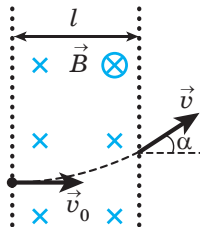
1074. Часціца з зарадам $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл і масай $m = 1,0 \cdot 10^{-26}$ кг, якая рухалася ў аднародным магнітным полі па акружнасці радыусам $R = 4,0$ см, вылецела з яго і папала ў аднароднае электростатычнае поле, модуль напружанасці якога $E = 20 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. Рухаючыся супраць ліній напружанасці, часціца спынілася. Вызначыце модуль перамяшчэння часціцы ў электростатычным полі, калі модуль індукцыі магнітнага поля $B = 10$ мТл.

- 1075.** Дадатна зараджаны іон са стану спакою праходзіць у электростатычным полі паскараючую рознасць патэнцыялаў $\varphi_1 - \varphi_2 = 20$ кВ і ўлятае ў вобласць прасторы, у якой створаны два ўзаемна перпендыкулярныя палі: аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 20$ мТл, і аднароднае электростатычнае поле, модуль напружанасці якога $E = 40 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. Вызначыце адносіны зараду іона да яго масы, калі ў вобласці ўзаемна перпендыкулярных палёў ён рухаецца раўнамерна і прамалінейна.
- 1076.** Дадатна зараджаная часціца масай m і зарадам q , якая прайшла са стану спакою паскараючую рознасць патэнцыялаў U_0 , улятае ў плоскі кандэнсатар паралельна яго пласцінам. Адлегласць паміж пласцінамі кандэнсатара d , рознасць патэнцыялаў паміж імі U . Кандэнсатар знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога паралельны пласцінам кандэнсатара. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля, калі ў кандэнсатары часціца рухаецца раўнамерна і прамалінейна паралельна яго пласцінам.
- 1077.** Зараджаная часціца ўлятае ў вобласць прасторы, дзе створаны аднародныя электростатычнае і магнітнае палі. Модуль напружанасці электростатычнага поля $E = 5,0 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, модуль індукцыі магнітнага поля $B = 0,15$ Тл. Пры гэтым вектары \vec{E} і \vec{B} маюць аднолькавы напрамак. У момант улёту ў вобласць палёў скорасць \vec{v}_0 часціцы перпендыкулярна лініям індукцыі магнітнага поля, а модуль яе паскарэння $a = 1,0 \cdot 10^{12} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Вызначыце модуль скорасці \vec{v}_0 . Маса часціцы $m = 5,0 \cdot 10^{-17}$ кг, зарад часціцы $q = 8,0 \cdot 10^{-9}$ Кл.

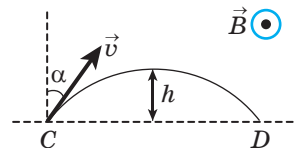
- 1078.** Дзве часціцы з аднолькавымі масамі $m_1 = m_2 = m = 1,1 \cdot 10^{-12}$ кг і аднолькавымі зарадамі $q_1 = q_2 = q = 1,0 \cdot 10^{-10}$ Кл рухаюцца ў вакууме ў аднародным магнітным полі, індукцыя якога перпендыкулярна іх скорасці. Адлегласць $l = 2,0$ м паміж часціцамі застаецца пастаяннай. Часціцы рухаюцца са скарасцямі, модулі якіх $v_1 = v_2 = v = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Напрамкі скарасцей часціц процілеглыя ў любы момант часу. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля.
- 1079.** Аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 13$ мкТл, лакалізавана паміж дзвюма паралельнымі сеткамі, адлегласць паміж якімі $l = 14$ см (мал. 249). Вызначыце модуль мінімальнай скорасці, якую павінен мець электрон, каб ён змог праляцець дадзеную вобласць поля.
- 1080.** Пратон, які рухаецца са скарасцю, модуль якой $v_0 = 240 \frac{\text{КМ}}{\text{с}}$, уляцеў у паласу аднароднага магнітнага поля шырынёй $l = 5,0$ см перпендыкулярна лініям індукцыі (мал. 250). Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля, калі за час пралёту паласы гэтага поля напрамак скорасці пратона змяніўся на вугал $\alpha = 30^\circ$.
- 1081.** Дадатна зараджаная часціца, скорасць якой \vec{v} , улятае ў аднароднае магнітнае поле з індукцыяй \vec{B} перпенды-



Мал. 249



Мал. 250

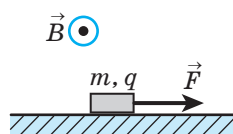


Мал. 251

кулярна лініям індукції магнітного поля (мал. 251). Вугал паміж перпендыкулярам да мяжы CD магнітного поля і скорасцю \vec{v} часціцы ў момант яе ўлёту ў поле роўны α . Вызначыце максімальную глыбіню h пранікнення часціцы ў вобласць магнітного поля. Заряд часціцы q , яе маса m_0 .

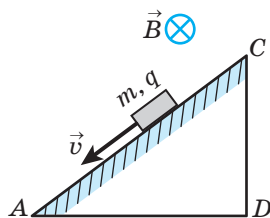
1082. Аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 60$ мТл, створана ў шырокай і доўгай паласе. Пра-тон улятае ў гэтае поле пад вуглом $\alpha = 45^\circ$ да яго мяжы і перпендыкулярна лініям індукцыі магнітного поля. Вызначыце час знаходжання пратона ў магнітным полі.

1083. Маленькі брусок масай $m = 15$ г і зарадам $q = 0,20$ Кл размешчаны на гарызантальнай плоскасці ў адна-родным гарызантальным магніт-ным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,60$ Тл. На брусок пачынае дзейнічаць сіла \vec{F} , паралельная плоскасці і перпенды-кулярная індукцыі магнітнага поля (мал. 252). Модуль сілы $F = 0,27$ Н. Вызначыце магутнасць, якая развіва-ецца сілай \vec{F} праз дастаткова вялікі прамежак часу. Каэфіцыент трэння паміж бруском і плоскасцю $\mu = 0,20$.



Мал. 252

1084. Па нахіленай плоскасці даўжынёй $AC = 40$ см і вышы-нёй $CD = 24$ см (мал. 253), якая знаходзіцца ў адна-родным магнітным полі, раўнамерна саслізгае маленькая шайба з зарадам $q = 40$ мКл і ма-сай $m = 12$ г. Лініі індукцыі маг-нітнага поля накіраваны гарызан-тальна і паралельна плоскасці. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 1,0$ Тл. Вызначыце модуль скорасці руху шайбы, калі каэфі-цыент трэння слізгання $\mu = 0,50$.



Мал. 253

1085. Дадатна заряджаны маленькі шарык масай $m = 2,0$ г падвешаны на бязважкай нерасцяжнай неправоднай нітцы даўжынёй $l = 20$ см у аднародным магнітным полі, накіраваным гарызантальна. Нітку з шарыкам адхіляюць у гарызантальнае становішча ў плоскасці, перпендыкулярнай лініям індукцыі магнітнага поля, і адпускаюць без пачатковай скорасці. Вызначыце зарад шарыка, калі модуль сілы нацяжэння ніткі ў ніжнім пункце траекторыі руху шарыка $F = 50$ мН. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 0,50$ Тл.

23. Магнітны паток. З'ява электрамагнітнай індукцыі

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Магнітны паток	$\Phi = BS \cos \alpha$	Φ — магнітны паток праз паверхню, абмежаваную контурам, які знаходзіцца ў аднародным магнітным полі; B — модуль індукцыі аднароднага магнітнага поля; S — плошча плоскай паверхні, абмежаванай контурам; α — вугал паміж магнітнай індукцыяй і нармаллю да паверхні, праз якую вызначаюць магнітны паток
Закон электрамагнітнай індукцыі	$\mathcal{E}_{\text{інд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	$\mathcal{E}_{\text{інд}}$ — ЭРС электрамагнітнай індукцыі; $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ — скорасць раўнамернага змянення магнітнага патоку праз паверхню, абмежаваную контурам

**Алгарытм вызначэння напрамку
індукцыйнага току ў замкнутым контуры ў адпаведнасці
з правілам Э. Х. Ленца:**

- 1) вызначыць напрамак ліній індукцыі \vec{B} знешняга магнітнага поля;
- 2) высветліць, павялічваецца ($\Delta\Phi > 0$) або памяншаецца ($\Delta\Phi < 0$) магнітны паток гэтага поля праз паверхню, абмежаваную контурам;
- 3) устанавіць напрамак ліній індукцыі \vec{B}' індукцыйнага патоку: калі $\Delta\Phi > 0$, то напрамкі індукцыі знешняга магнітнага поля і магнітнага поля індукцыйнага току процілеглыя, калі $\Delta\Phi < 0$, то яны супадаюць;
- 4) ведаючы напрамак \vec{B}' , па правіле правай рукі вызначыць напрамак індукцыйнага току ў контуры.

- 1086.** Лініі індукцыі аднароднага магнітнага поля, якія пра-
нізваюць плоскую паверхню, абмежаваную контурам,
накіраваны перпендыкулярна ёй. Вызначыце магнітны
паток праз гэтую паверхню, калі модуль індукцыі маг-
нітнага поля $B = 0,44$ Тл, а плошча паверхні $S = 25$ см².
- 1087.** Лініі індукцыі аднароднага магнітнага поля, якія пра-
нізваюць плоскую паверхню, абмежаваную кольцам,
складаюць з нармаллю да яе вугал $\alpha = 60^\circ$. Магнітны
паток праз гэтую паверхню $\Phi = 63$ мкВб. Вызначыце
плошчу паверхні, абмежаванай кольцам, калі модуль
індукцыі магнітнага поля $B = 84$ мТл.
- 1088.** Лініі індукцыі аднароднага магнітнага поля, модуль
індукцыі якога $B = 20$ мТл, паралельны плоскай па-
верхні, ахопленай драцяным контурам. Плошча па-
верхні $S = 100$ см². Вызначыце змяненне магнітнага
патоку праз гэтую паверхню, калі контур павярнуць
на вугал $\alpha = 60^\circ$.
- 1089.** Квадратная драцяная рамка са стараной $a = 10$ см раз-
мешчана ў аднародным магнітным полі, модуль ін-
дукцыі якога $B = 0,2$ Тл. Нармаль да плоскай паверхні,

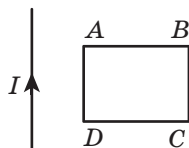
абмежаванай рамкай, утварае з вектарам індукцыі вугал $\alpha = 60^\circ$. Вызначыце змяненне магнітнага патоку праз гэтую паверхню, калі рамку павярнуць на вугал $\varphi = 180^\circ$.

- 1090.** Драцяны віток радыусам r знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, вектар індукцыі \vec{B} якога накіраваны перпендыкулярна плоскасці, абмежаванай вітком. Вызначыце змяненне магнітнага патоку праз гэтую плоскасць, калі індукцыя магнітнага поля ўзрастае ў n разоў.
- 1091.** Лініі індукцыі аднароднага магнітнага поля, якое пранізвае плоскую паверхню, абмежаваную драцяным вітком, накіраваны пад вуглом $\alpha = 30^\circ$ да яе. Пасля памяншэння модуля індукцыі магнітнага поля ў $n = 6$ разоў змяненне магнітнага патоку, які пранізвае паверхню, складала $\Delta\Phi = -0,69$ мВб. Вызначыце першапачатковы модуль індукцыі магнітнага поля, калі плошча гэтай паверхні $S = 92$ см².
- 1092.** Драцяны контур у форме роўнастаронняга трохвугольніка са стараной $a = 1,0$ м размешчаны ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,10$ Тл. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскай паверхні, абмежаванай контурам. Вызначыце змяненне магнітнага патоку праз гэтую паверхню, калі, не змяняючы плоскасць контуру, ператварыць яго ў квадрат.
- 1093.** Драцяны квадратны контур знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога пранізваюць плоскую паверхню, абмежаваную контурам. Вызначыце, у колькі разоў павялічыцца магнітны паток, які пранізвае гэтую паверхню, калі, не змяняючы плоскасці размяшчэння контуру, ператварыць яго ў кольца.
- 1094.** Драцяны контур у форме кольца знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога пранізваюць

ваюць паверхню, абмежаваную контурам. Контур, не перакручваючы, ператварылі ў васьмёрку, складзеную з двух роўных кольцаў. У колькі разоў паменшыўся магнітны паток, які пранізвае паверхню, абмежаваную контурам?

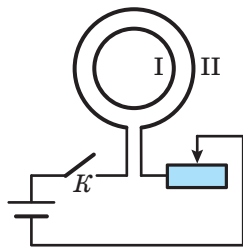
1095. У аднародным магнітным полі ў адной плоскасці размешчаны дзве квадратныя рамкі, вырабленыя з дротаў даўжынёй $l_1 = 64$ см і $l_2 = 24$ см. Магнітны паток праз паверхню, абмежаваную рамкай большага перыметра, $\Phi_1 = 32$ мВб. Вызначыце магнітны паток праз паверхню, абмежаваную рамкай меншага перыметра.

1096. Драцяная рамка $ABCD$ і доўгі прамалінейны праваднік з токам I (мал. 254) размешчаны ў адной вертыкальнай плоскасці. Ці будзе ў рамцы ўзнікаць індукцыйны ток, калі рамку: а) раўнамерна перамяшчаць управа; б) раўнамерна перамяшчаць уверх; в) роўнапаскорана перамяшчаць управа; г) роўнапаскорана перамяшчаць уніз; д) вярцець вакол стараны AB ; е) памяншаць ток у правадніку?

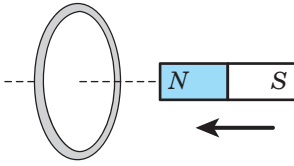


Мал. 254

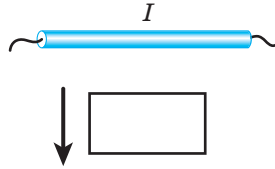
1097. Два кальцы I і II размешчаны ў адной вертыкальнай плоскасці. Вялікае кольца II уключана ў электрычны ланцуг, які складаецца з крыніцы току, ключа K і рээстата (мал. 255). Ці будзе ў малым кольцы I узнікаць індукцыйны ток, калі: а) замыкаць ключ K ; б) пры замкнутым ключы K у кольца ўносіць пластыкавы стрыжань; в) пры замкнутым ключы K перамяшчаць паўзунок рээстата ўправа; г) пры замкнутым ключы K вярцець кольца I вакол яго гарызантальнага дыяметра?



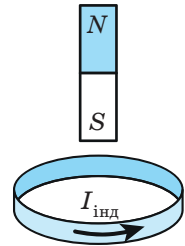
Мал. 255



Мал. 256

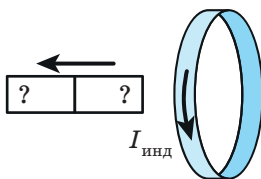


Мал. 257

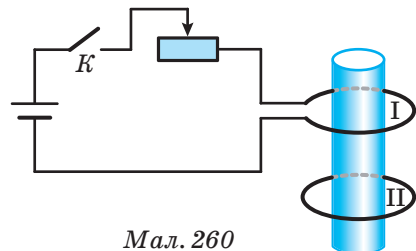


Мал. 258

- 1098.** Паласавы магніт прыбліжаюць да меднага кольца (мал. 256). Вызначыце напрамак індукцыйнага току ў кольца.
- 1099.** На малюнку 257 прадстаўлены гарызонтальны праваднік, па якім працякае пастаянны ток I . Ніжэй правадніка размешчаны замкнуты драцяны контур, які перамяшчаюць у вертыкальнай плоскасці ўніз. Вызначыце напрамак індукцыйнага току ў контуры.
- 1100.** На малюнку 258 прадстаўлена металічнае кольца, у якім працякае індукцыйны ток $I_{\text{інд}}$. Вызначыце, у якім напрамку перамяшчаюць паласавы магніт.
- 1101.** На малюнку 259 адлюстравана металічнае кольца, у якім працякае індукцыйны ток $I_{\text{інд}}$. Вызначыце полюсы паласавога магніту, які аддаляюць ад кольца.
- 1102.** Кольца I уключана ў электрычны ланцуг (мал. 260). Вызначыце напрамак індукцыйнага току, які ўзнікае ў кольца II, калі: а) замкнуць ключ K ; б) перамяшчаць паўзунок рэастата ўлева.
- 1103.** Дзве катушкі A і C размешчаны на адным стрыжні (мал. 261). Вызначыце напрамак індукцыйнага току

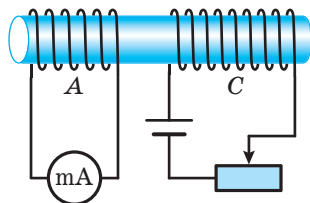


Мал. 259



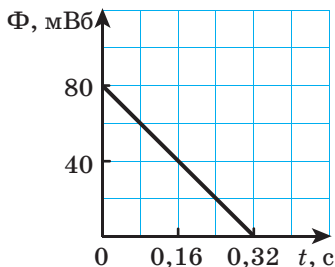
Мал. 260

ў катушцы A , падключанай да міліамперметра, калі паўзунк перамяшчаюць управа.

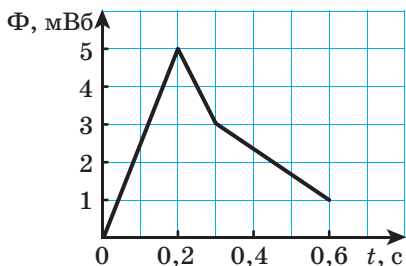


Мал. 261

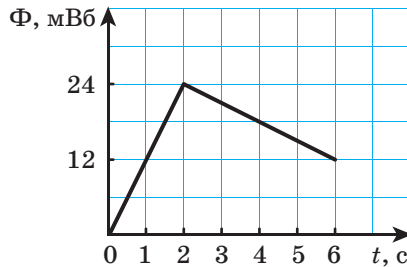
- 1104.** Залежнасць магнітнага патоку, які пранізвае паверхню, абмежаваную праводным контурам, што знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, ад часу мае выгляд: $\Phi = At$, дзе $A = -40 \frac{\text{мВб}}{\text{с}}$. Вызначыце ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў контуры.
- 1105.** Як, выкарыстоўваючы маток дроту з ізаляцыяй, гальванометр і магніт, даказаць, што сіла індукцыйнага току залежыць ад плошчы паверхні, ахопленай контурам, вугла паміж вектарам магнітнай індукцыі і нармаллю да контуру, а таксама ад ліку віткоў у контуры?
- 1106.** На малюнку 262 прадстаўлена залежнасць магнітнага патоку, які пранізвае плоскі праводны контур, што знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, ад часу. Вызначыце ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў контуры.
- 1107.** На малюнку 263 прадстаўлена залежнасць магнітнага патоку, які пранізвае плоскі праводны контур, што знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, ад часу. Вызначыце максімальнае значэнне модуля ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў контуры.



Мал. 262

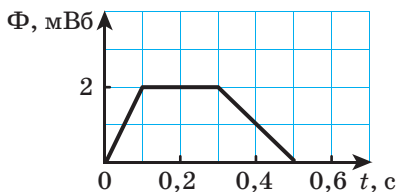


Мал. 263

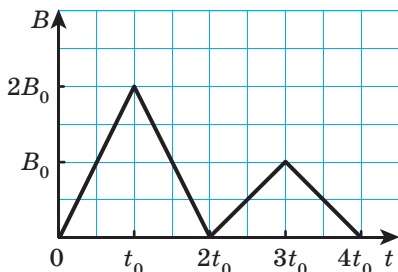


Мал. 264

- 1108.** На малюнку 264 прадстаўлена залежнасць магнітнага патоку, які пранізвае паверхню, абмежаваную драцяным вітком, што знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, ад часу. На колькі адрозніваюцца значэнні модуляў ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў вітку, у моманты часу $t_1 = 1$ с і $t_2 = 3$ с?
- 1109.** Плоскі драцяны віток размешчаны ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці вітка. Вызначыце плошчу плоскай паверхні, абмежаванай вітком, калі ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў ім пры раўнамерным змяненні індукцыі магнітнага поля ад $B_1 = 0,15$ Тл да $B_2 = 0,11$ Тл на працягу прамежку часу $\Delta t = 0,25$ с, складае $\mathcal{E}_{\text{інд}}^{\text{ср}} = 0,56$ мВ.
- 1110.** Плоскі драцяны віток, які абмяжоўвае паверхню плошчай $S = 10$ см², размешчаны ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці вітка. Вызначыце ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў вітку, калі модуль індукцыі магнітнага поля раўнамерна памяншаецца ад $B_1 = 0,5$ Тл да $B_2 = 0,1$ Тл за прамежак часу $\Delta t = 0,4$ мс.
- 1111.** Квадратная рамка са стараной $a = 10$ см змешчана ў аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога з нармальлю да плоскасці рамкі складаюць вугал $\alpha = 60^\circ$. Вызначыце модуль індукцыі магнітнага поля, калі сярэдняе значэнне ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў рам-



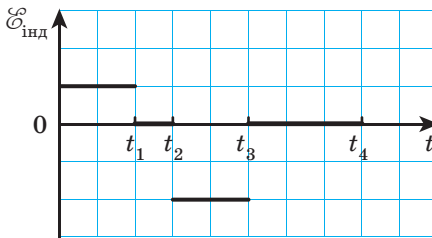
Мал. 265



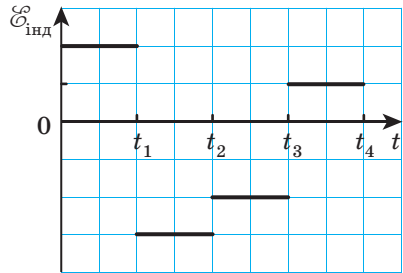
Мал. 266

цы пры памяншэнні індукцыі магнітнага поля да нуля на працягу прамежку часу $\Delta t = 0,01$ с, складае $\langle \mathcal{E}_{\text{інд}} \rangle = 50$ мВ.

- 1112.** Магнітны паток праз паверхні, абмежаваныя віткамі катушкі, памешчанай у аднароднае магнітнае поле, $\Phi_1 = 0,40$ мВб. Вызначыце, колькі віткоў мае катушка, калі пры раўнамерным памяншэнні магнітнага поля да нуля за прамежак часу $\Delta t = 0,10$ с, у катушцы індукцыруецца ЭРС $\mathcal{E}_{\text{інд}} = 2,0$ В.
- 1113.** На малюнку 265 прадстаўлены графік залежнасці магнітнага патоку, які пранізвае паверхні, абмежаваныя віткамі катушкі, што складаецца з $N = 400$ віткоў проваду, ад часу. Пабудуйце графік залежнасці ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў катушцы, ад часу.
- 1114.** Драцяное кольца радыусам r змешчана ў аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці кольца. На малюнку 266 прадстаўлены графік залежнасці модуля індукцыі магнітнага поля ад часу. Пабудуйце графік залежнасці ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў кольцы, ад часу.
- 1115.** На малюнку 267 прадстаўлены графік залежнасці ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў катушцы, ад часу. У якія прамежкі часу змяняўся магнітны паток, які пранізвае паверхні, ахопленыя віткамі катушкі?



Мал. 267



Мал. 268

- 1116.** На малюнку 268 прадстаўлены графік залежнасці ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў кольцы, ад часу. У якія прамежкі часу індукцыя магнітнага поля, у якім знаходзіцца кольца, узрастала?
- 1117.** Плоскі драцяны віток размешчаны перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля, модуль індукцыі якога $B = 15$ мТл. За прамежак часу $\Delta t = 0,012$ с віток павярнулі на вугал $\Delta\varphi = 90^\circ$ вакол восі, якая ляжыць у яго плоскасці. Вызначыце плошчу плоскай паверхні, абмежаванай вітком, калі сярэдняе значэнне ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў ім у час павароту, $\langle \mathcal{E}_{\text{инд}} \rangle = 0,50$ В.
- 1118.** Прамавугольная рамка, даўжыні старон якой $a = 30$ см і $b = 50$ см, знаходзіцца ў аднародным магнітным полі. Пры гэтым нармаль да плоскасці рамкі ўтварае з лініямі індукцыі магнітнага поля вугал $\alpha = 60^\circ$. Вызначыце першапачатковае значэнне індукцыі магнітнага поля, калі вядома, што пры яе раўнамерным памяншэнні да нуля на працягу прамежку часу $\Delta t = 7,5$ мс у рамцы ўзнікае ЭРС індукцыі $\mathcal{E}_{\text{инд}} = 0,15$ В.
- 1119.** Плоскасць кругавога вітка, радыус якога $r = 8,0$ см, перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля. Вызначыце ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў вітку, калі модуль індукцыі магнітнага поля за прамежак часу $\Delta t = 0,18$ мс раўнамерна памяншаецца на $\Delta B = -1,7$ мТл.

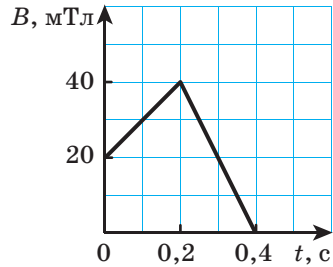
- 1120.** Два драцяныя віткі, размешчаныя ў адной плоскасці, знаходзяцца ў аднародным магнітным полі, якое змяняецца з цягам часу. За аднолькавы прамежак часу ў першым вітку ўзнікла ЭРС індукцыі $\mathcal{E}_{\text{інд1}} = 0,13 \text{ В}$, а ў другім — $\mathcal{E}_{\text{інд2}} = 0,52 \text{ В}$. Вызначыце, у колькі разоў адрозніваюцца даўжыні дротаў, з якіх выраблены віткі.
- 1121.** Тонкі провад даўжынёй $l = 50 \text{ см}$, пакрыты ізаляцыйным лакам, сагнуты ў выглядзе квадрата і размешчаны ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 314 \text{ мТл}$. Пры гэтым лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці, абмежаванай квадратам. За прамежак часу $\Delta t = 4,3 \text{ мс}$ квадрат ператвараюць у акружнасць без змянення даўжыні проваду і арыентацыі контуру ў полі. Вызначыце сярэдняе значэнне ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў контуры ў час яго трансфармацыі.
- 1122.** З тонкага дроту, пакрытага ізаляцыйным лакам, вырабілі контур у форме прамавугольніка, даўжыні старон якога адносяцца як $5 : 1$. Контур размешчаны ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,40 \text{ Тл}$, а лініі індукцыі складаюць вугал $\alpha = 30^\circ$ з плоскасцю, абмежаванай контурам. За прамежак часу $\Delta t = 8,0 \text{ мс}$ контур ператварылі ў квадрат без змянення даўжыні дроту і арыентацыі контуру ў полі. Вызначыце даўжыню дроту, калі ў час трансфармацыі контуру ў ім узнікла ЭРС індукцыі, сярэдняе значэнне якой $\langle \mathcal{E}_{\text{інд}} \rangle = -0,16 \text{ В}$.
- 1123.** Саленоід, які складаецца з $N = 100$ віткаў дроту дыяметра $D = 10 \text{ см}$ кожны, змешчаны ў аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога паралельны восі саленоіда. Саленоід замкнуты на кандэнсатар ёмістасцю $C = 40 \text{ мкФ}$. Вызначыце зарад кандэнсатара, калі модуль індукцыі магнітнага поля змяняецца са скорасцю $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -20 \frac{\text{мТл}}{\text{с}}$.

- 1124.** Драцяны віток мае вузкі разрэз, у які ўключаны незараджаны кандэнсатар ёмістасцю $C = 80$ мФ. Віток змяшчаюць у аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога складаюць з плоскасцю вітка вугал $\alpha = 60^\circ$. Модуль індукцыі магнітнага поля змяняецца са скорасцю $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 50 \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$. Вызначыце энергію электрычнага поля ў кандэнсатары, калі плошча плоскай паверхні, абмежаванай вітком, $S = 100$ см².
- 1125.** Магнітны паток праз паверхню, абмежаваную плоскім контурам, вырабленым з правадніка, змяняецца са скорасцю $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -0,16 \frac{\text{Вб}}{\text{с}}$. Вызначыце сілу індукцыйнага току ў контуры, калі яго супраціўленне $R = 4,0$ Ом.
- 1126.** Залежнасць магнітнага патоку, які пранізвае плоскі праводны контур, што знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, ад часу мае выгляд: $\Phi = At$, дзе $A = -7,6 \frac{\text{мВб}}{\text{с}}$. Вызначыце сілу індукцыйнага току ў контуры, калі яго супраціўленне $R = 19$ мОм.
- 1127.** Квадратную рамку са стараной $a = 20$ см вырабілі з дроту супраціўленнем $R = 0,01$ Ом і змясцілі ў аднароднае магнітнае поле перпендыкулярна лініям індукцыі. Вызначыце сярэдняю сілу індукцыйнага току ў рамцы, калі за час $\Delta t = 0,1$ с рамку павярнулі вакол адной з яе старон на вугал $\alpha = 180^\circ$. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 5$ мТл.
- 1128.** Плошча плоскай паверхні, абмежаванай драцяным контурам, $S_1 = 10$ см². Контур пачынаюць дэфармаваць у аднародным магнітным полі, пакідаючы яго ў плоскасці, перпендыкулярнай лініям індукцыі. Модуль індукцыі $B = 10$ мТл. За прамежак часу $\Delta t = 0,2$ с плошчу контуру раўнамерна паменшылі да $S_2 = 2$ см².

Визначьте силу току \dot{y} контури за гэты прамежак часу, калі супраціўленне контуры $R = 0,1 \text{ Ом}$.

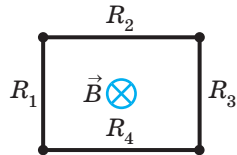
- 1129.** Квадратная рамка са стараной $a = 6,8 \text{ см}$, вырабленая з меднага дроту плошчай папярочнага сячэння $S = 1 \text{ мм}^2$, змешчана ў аднароднае магнітнае поле перпендыкулярна лініям індукцыі. Скорасць змянення модуля індукцыі магнітнага поля $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0,2 \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$. Визначьте сілу індукцыйнага току \dot{y} рамцы.

- 1130.** На малюнку 269 адлюстравана залежнасць ад часу модуля індукцыі аднароднага магнітнага поля, у якім знаходзіцца драцяны квадратны контур з даўжынёй стараны $a = 6,0 \text{ см}$ і супраціўленнем $R = 16 \text{ мОм}$. Визначьте сілу індукцыйнага току \dot{y} контуры ў момант часу $t = 0,3 \text{ с}$, калі лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці контуру.



Мал. 269

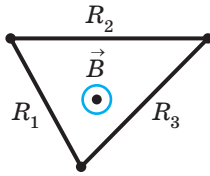
- 1131.** Плоскі замкнуты контур (мал. 270) складаецца з чатырох дротаў супраціўленнямі $R_1 = 0,5 \text{ Ом}$, $R_2 = 0,8 \text{ Ом}$, $R_3 = 0,5 \text{ Ом}$ і $R_4 = 0,8 \text{ Ом}$. Контур змешчаны ў аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці, абмежаванай контурам.



Мал. 270

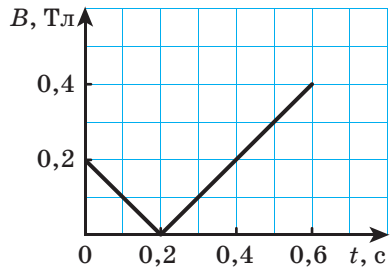
Модуль індукцыі магнітнага поля змяняецца са скорасцю $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 5,2 \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$. Визначьте напружанне на другім дротце, калі плошча плоскасці $S = 0,5 \text{ м}^2$.

- 1132.** Лініі індукцыі аднароднага магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці трохвугольнага праводнага контуру, створанага праваднікамі супраціўленнямі



Мал. 271

$R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 1,8 \text{ Ом}$ і $R_3 = 2 \text{ Ом}$ (мал. 271). На малюнку 272 прадстаўле-



Мал. 272

ны графік залежнасці модуля індукцыі магнітнага поля ад часу. Вызначыце напружанне на трэцім правадніку ў момант часу $t = 0,5 \text{ с}$, калі плошча плоскай павярхні, абмежаванай контурам, $S = 0,96 \text{ м}^2$.

- 1133.** Квадратная рамка, вырабленая з тонкага аднароднага дроту, змешчана ў аднароднае магнітнае поле. Супраціўленне рамкі, вымеранае паміж вяршынямі, якія ляжаць на адной дыяганалі, $R = 0,80 \text{ Ом}$. Вызначыце час, за які магнітны паток праз павярхню, абмежаваную рамкай, змяніўся ад $\Phi_1 = 47 \text{ мВб}$ да $\Phi_2 = 15 \text{ мВб}$, калі на працягу гэтага часу сіла індукцыйнага току ў рамцы была $I_{\text{інд}} = 0,20 \text{ А}$.
- 1134.** Драцяное кольца радыусам $r = 5,0 \text{ см}$ змяшчаюць у аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці кольца. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 8,0 \text{ мТл}$. Супраціўленне адзінкі даўжыні кольца $\mu = 4,0 \frac{\text{мОм}}{\text{м}}$. Вызначыце сярэднюю сілу індукцыйнага току ў кольцы, калі яго павярнуць за час $\Delta t = 75 \text{ мс}$ вакол восі, якая супадае з дыяметрам кольца, на вугал $\theta = 120^\circ$.
- 1135.** Кругавы і квадратны контуры, вырабленыя з аднолькавых кавалкаў дроту, размешчаны ў адной плоскасці ў аднародным магнітным полі, якое змяняецца з цягам

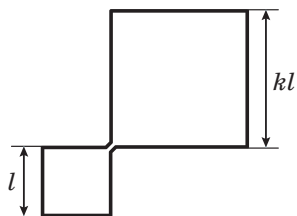
часу. Вызначыце адносіны індукцыйных токаў у контурах.

1136. Два кальцы з медных дротаў аднолькавай масы, але рознага папярочнага сячэння размешчаны ў адной плоскасці ў аднародным магнітным полі, індукцыя якога раўнамерна памяншаецца. Вызначыце сілу індукцыйнага току ў кольцы, вырабленым з тонкага дроту, калі ў другім кольцы, вырабленым з тоўстага дроту, сіла індукцыйнага току $I_{\text{інд}2} = 1,0$ мА.

1137. Замкнуты драцяны контур, які мае выгляд васьмёркі, змешчаны ў аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці контуру. Лічачы петлі васьмёркі акружнасцямі радыусамі $r_1 = 30$ мм і $r_2 = 70$ мм, вызначыце сілу індукцыйнага току, які будзе працякаць па дротце пры памяншэнні модуля індукцыі магнітнага поля са скорасцю $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -3,0 \frac{\text{мТл}}{\text{с}}$. Су-

праціўленне адзінкі даўжыні дроту $\mu = 2,0 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$. Нармалі, праведзеныя да плоскасцей кругоў васьмёркі, накіраваны процілегла адна адной. Дрот пакрыты ізаляцыйным лакам.

1138. Замкнуты драцяны контур у выглядзе квадрата змешчаны ў аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога перпендыкулярны паверхні, абмежаванай контурам. Пры раўнамерным змяненні індукцыі магнітнага поля ў контуры ўзнікае індукцыйны ток $I_{\text{інд}1} = 1,8$ мА. Контур трансфармавалі ў два квадраты (мал. 273), адносіны даўжынь старон якіх $k = 2,0$. Пры гэтым плоскасць, у якой знаходзіцца контур, засталася нязменнай. Вызначыце індукцыйны ток у новым контуры.



Мал. 273

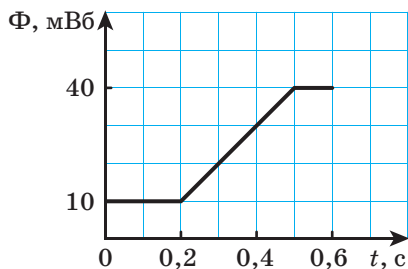
- 1139.** Катушка, канцы якой злучаны накоратка, выраблена з меднага дроту плошчай папярочнага сячэння $S = 0,12 \text{ мм}^2$. Модуль індукцыі аднароднага магнітнага поля, у якім знаходзіцца катушка, раўнамерна павялічыўся ад $B_1 = 15 \text{ мТл}$ да $B_2 = 35 \text{ мТл}$. Вызначыце модуль зараду, які прайшоў па вітках катушкі, калі радыус кожнага вітка $r = 17 \text{ см}$. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны паверхням, абмежаваным віткамі.
- 1140.** Драцяны віток размешчаны перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля. За прамежак часу $\Delta t = 0,1 \text{ с}$ модуль індукцыі магнітнага поля змяніўся ад $B_1 = 0,2 \text{ Тл}$ да $B_2 = 0,1 \text{ Тл}$. Вызначыце работу пабочных сіл па пераносе зараду $|q| = 5 \text{ мКл}$ праз папярочнае сячэнне дроту. Плошча плоскай паверхні, абмежаванай вітком, $S = 4 \text{ см}^2$.
- 1141.** Плоскі драцяны віток размешчаны перпендыкулярна лініям індукцыі аднароднага магнітнага поля. Пры павароце вітка на вугал $\theta_1 = 180^\circ$ у вітку прайшоў зарад $|q_1| = 7,2 \text{ мКл}$. Вызначыце модуль зараду, які прайшоў у вітку пры павароце яго з першапачатковага становішча на вугал $\theta_2 = 60^\circ$.
- 1142.** Спачатку квадрат, выраблены з дроту даўжынёй $l = 80 \text{ мм}$ і супраціўленнем $R = 5,0 \text{ Ом}$, змясцілі ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,20 \text{ Тл}$. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны паверхні, абмежаванай квадратам. Потым, не змяняючы плоскасці трансфармацыі, дэфармавалі яго ў прамавугольнік з адносінамі старон $1 : 3$. Вызначыце лік электронаў, якія прайшлі праз папярочнае сячэнне дроту, калі плошча контуру змянялася раўнамерна.
- 1143.** Праводнае кольца радыусам $r = 5,0 \text{ см}$ знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці, абмежаванай кольцам. Мо-

дуль індукцыі магнітнага поля $B = 8,0$ мТл. Супраціўленне адзінкі даўжыні кольца $\mu = 2,0 \frac{\text{МОм}}{\text{м}}$. Вызначыце модуль зараду, які прайшоў па кольцы, калі яго павярнулі вакол восі, якая супадае з дыяметрам кольца, на вугал $\theta = 180^\circ$.

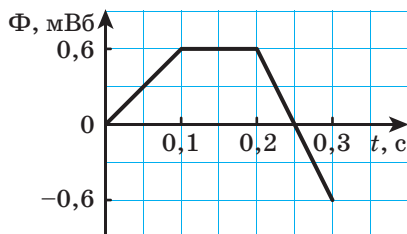
- 1144.** Тонкі ізаляваны медны провад масай $m = 1,2$ г сагнуты ў выглядзе квадрата і змешчаны ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 20$ мТл. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці, абмежаванай кольцам. Вызначыце модуль зараду, які пройдзе па провадзе, калі квадрат пацягнуць за дзве дыяганальна размешчаныя вяршыні так, што ён ператворыцца ў прамую лінію.
- 1145.** Драцяны контур у выглядзе гнуткага кольца радыусам $r = 10$ см, пакрыты ізаляцыяй, знаходзіцца ў аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 0,05$ Тл. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці контуру. Кольца дэфармавалі так, што яно прыняло форму васьмёркі, якая складаецца з двух аднолькавых кольцаў. Пры дэфармацыі контур заставаўся ў адной плоскасці, а магнітны паток праз яго змяняўся раўнамерна. Вызначыце супраціўленне дроту, калі модуль зараду, які прайшоў праз яго папярочнае сячэнне, $|q| = 8$ мКл.
- 1146.** У аднародным магнітным полі, модуль індукцыі якога $B = 54$ мТл, знаходзіцца квадратная рамка са стараной $l = 20$ см, вырабленая з алюмініевага дроту папярочным сячэннем $S_c = 8,0$ мм². Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці рамкі. Рамку дэфармавалі, надаўшы ёй форму ромба плошчай $S_p = 0,40l^2$. Пры дэфармацыі плоскасць рамкі не змянялася. Вызначыце модуль зараду, які прайшоў па дротце за час дэфармацыі рамкі.

- 1147.** Замкнутая квадратная рамка са стараной $a = 30$ см выраблена з гнуткага дроту і размешчана ў аднародным магнітным полі, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці рамкі. Супраціўленне дроту $R = 1,0$ Ом. Модуль індукцыі магнітнага поля $B = 1,0$ Тл. Вызначыце модуль зараду, які прайшоў па дротце, калі, не змяняючы плоскасці размяшчэння і не размыкаючы канцы дроту, надаць яму форму: а) акружнасці; б) прамавугольніка з адносінамі старон $1 : 2$; в) прамой лініі.
- 1148.** Квадратная рамка, вырабленая з тонкага аднароднага дроту, змешчана ў аднароднае магнітнае полі, магнітны паток якога праз паверхню, абмежаваную рамкай, $\Phi_1 = 50$ мВб. Супраціўленне, вымеранае паміж суседнімі вяршынямі рамкі, $R_0 = 2,5$ Ом. Вызначыце модуль зараду, які прайшоў праз папярочнае сячэнне дроту, калі магнітны паток раўнамерна паменшыўся на $\eta = 40$ %.
- 1149.** Саленоід, які ўтрымлівае $N = 1000$ віткоў меднага дроту, плошча папярочнага сячэння якога $S = 0,20$ мм², знаходзіцца ў аднародным магнітным полі. Канцы дроту замкнуты паміж сабой. Вектар індукцыі магнітнага поля паралельны восі саленоіда. Дыяметр кожнага вітка саленоіда $D = 5,0$ см. Вызначыце цеплавую магутнасць, якая вылучаецца ў дротце, калі модуль індукцыі магнітнага поля памяншаецца са скорасцю $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -10 \frac{\text{мТл}}{\text{с}}$.
- 1150.** Драцяное кольца плошчай $S = 0,080$ м² і супраціўленнем $R = 4,0$ мОм змешчана ў аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці кольца. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася ў кольцы за час $\tau = 0,10$ с, калі модуль індукцыі магнітнага поля памяншаецца са скорасцю $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -10 \frac{\text{мТл}}{\text{с}}$.

- 1151.** Замкнутая катушка, якая складаецца з $N = 100$ віткоў дроту, змешчана ў аднароднае магнітнае поле, вектар індукцыі якога паралельны восі катушкі. Плошча плоскай паверхні, абмежаванай кожным вітком, $S = 10 \text{ см}^2$. За час $\Delta t = 0,1 \text{ с}$, на працягу якога модуль індукцыі магнітнага поля раўнамерна паменшыўся ад $B_1 = 0,24 \text{ Тл}$ да $B_2 = 0,14 \text{ Тл}$, у дротце вылучылася колькасць цеплаты $Q = 1 \text{ мДж}$. Вызначыце супраціўленне дроту.
- 1152.** З дроту супраціўленнем $R = 0,2 \text{ Ом}$ і даўжынёй $l = 0,5 \text{ м}$ вырабілі кольца і памясцілі яго ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога змяняецца з часам па законе: $B(t) = At$, дзе $A = 0,1 \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$. Вызначыце магутнасць, якая вылучаецца ў дротце, калі плоскасць кольца перпендыкулярна лініям індукцыі магнітнага поля.
- 1153.** На малюнку 274 прадстаўлены графік залежнасці магнітнага патоку, які пранізвае паверхню, абмежаваную драцяным кольцам, ад часу. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў кольцы за час існавання току ў ім, калі супраціўленне дроту $R = 75 \text{ мОм}$.
- 1154.** На малюнку 275 прадстаўлены графік залежнасці магнітнага патоку, які пранізвае драцяны віток супраціўленнем $R = 30 \text{ мОм}$, ад часу. Пабудуйце графік залежнасці магутнасці індукцыйнага току, якая вылучаецца ў вітку, ад часу.

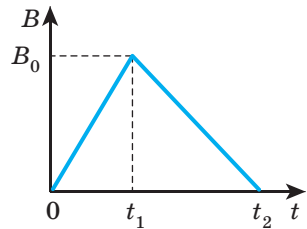


Мал. 274



Мал. 275

1155. Драцяное кольца дыяметрам d і супраціўленнем R змешчана ў аднароднае магнітнае поле, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці кольца. На малюнку 276 прадстаўлены графік залежнасці модуля індукцыі магнітнага поля ад часу. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучылася ў кольца за ўвесь час змянення індукцыі магнітнага поля.



Мал. 276

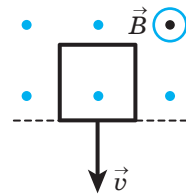
1156. Саленоід, які змяшчае $N = 800$ віткоў дроту, радыус папярочнага сячэння якога $r = 1,0$ мм, знаходзіцца ў аднародным магнітным полі. Канцы дроту замкнуты паміж сабой. Вектар індукцыі магнітнага поля паралельны восі саленоіда. Модуль індукцыі раўнамерна памяншаецца ад $B_1 = 0,40$ Тл да нуля за час $\tau = 2,0$ мс. Дыяметр кожнага вітка саленоіда $D = 4,0$ см. Удзельнае супраціўленне матэрыялу дроту $\rho = 5,0 \cdot 10^{-8}$ Ом \cdot м, удзельная цеплаёмкасць матэрыялу дроту $c = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, маса дроту $m = 128$ г. Вызначыце змяненне тэмпературы дроту за час памяншэння магнітнага поля. Страты энергіі не прымаць да ўвагі.

1157. Драцяны контур у форме квадрата са стараной $a = 5,0$ см змешчаны ў аднароднае магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 0,80$ Тл. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці квадрата. Супраціўленне адзінкі даўжыні дроту $\mu = 0,40 \frac{\text{мОм}}{\text{м}}$. Маса дроту $m = 8$ г. Удзельная цеплаёмкасць рэчыва дроту $c = 120 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$. Вызначыце змяненне тэмпературы дроту,

калі контур за час $\tau = 0,2$ с павярнуць на вугал $\theta = 180^\circ$ так, што магнітны паток праз контур будзе змяняцца раўнамерна. Страты цеплавой энергіі не прымаць да ўвагі.

1158. У аднародным магнітным полі знаходзіцца катушка, якая складаецца з $N = 1000$ аднолькавых драцяных віткоў квадратнай формы. За прамежак часу $\Delta t = 0,1$ с модуль індукцыі магнітнага поля, лініі індукцыі якога перпендыкулярны плоскасці віткоў, змяняецца на $\Delta B = 0,02$ Тл. У выніку ў дроце за гэты прамежак часу вылучаецца $Q = 0,05$ Дж цеплаты. Плошча папярочнага сячэння дроту $S_0 = 1$ мм². Удзельнае супраціўленне рэчыва дроту $\rho = 2 \cdot 10^{-8}$ Ом · м. Вызначыце даўжыню стараны кожнага вітка.

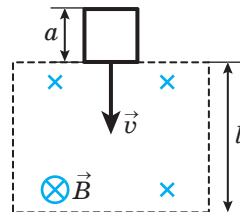
1159. Квадратная драцяная рамка са стараной $a = 2$ см змешчана ў аднароднае магнітнае поле (мал. 277), модуль індукцыі якога $B = 0,1$ Тл. Лініі індукцыі магнітнага поля перпендыкулярны плоскасці рамкі. Супраціўленне дроту $R = 0,4$ Ом. Рамку высоўваюць з магнітнага поля



Мал. 277

са скорасцю, модуль якой $v = 10 \frac{\text{см}}{\text{с}}$, перпендыкулярна лініям індукцыі і мяжы магнітнага поля. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў рамцы за час яе выхаду з вобласці магнітнага поля.

1160. Квадратная драцяная рамка са стараной $a = 20$ мм перасякае з пастаяннай скорасцю, модуль якой $v = 10 \frac{\text{см}}{\text{с}}$, вобласць аднароднага магнітнага поля (мал. 278), модуль індукцыі якога $B = 1,0$ Тл. Шырыня



Мал. 278

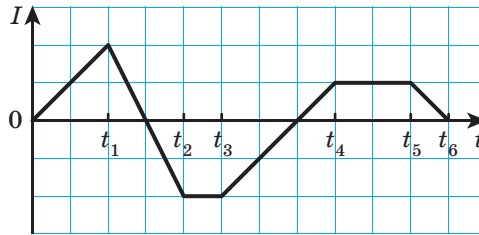
поля $l = 10$ см. Супраціўленне дроту $R = 20$ мОм. Пабудуйце графік залежнасці ЭРС індукцыі, якая ўзнікае ў рамцы, ад часу яе руху ў магнітным полі. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў дротце за час перасячэння рамкай вобласці магнітнага поля. Лініі індукцыі перпендыкулярны плоскасці рамкі.

24. З'ява самаіндукцыі. Індуктыўнасць. Энергія магнітнага поля катушкі з токам

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Уласны магнітны паток	$\Phi = LI$	Φ — уласны магнітны паток праз паверхню, абмежаваную контурам, у якім працякае электрычны ток; L — індуктыўнасць контуру; I — сіла току ў контуры
Закон электрамагнітнай індукцыі для самаіндукцыі	$\mathcal{E}_c = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$	\mathcal{E}_c — ЭРС самаіндукцыі; L — індуктыўнасць контуру; $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ — скорасць змянення сілы току ў контуры
Энергія магнітнага поля катушкі з токам	$W_m = \frac{LI^2}{2}$	W_m — энергія магнітнага поля катушкі з токам; L — індуктыўнасць катушкі; I — сіла току ў катушцы

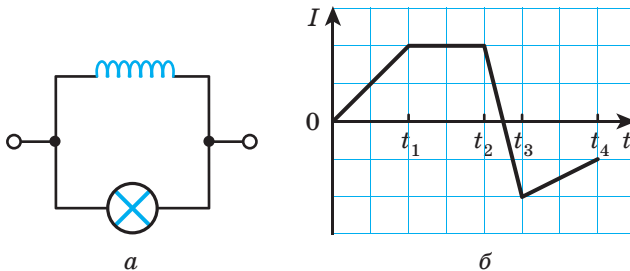
1161. Вызначыце індуктыўнасць праводнага контуру, калі пры сіле току $I = 4,0$ А паверхню, абмежаваную контурам, пранізвае ўласны магнітны паток $\Phi = 14$ мВб.

- 1162.** Вызначыце сілу току ў праводным контуры, індуктыўнасць якога $L = 84$ мГн, калі ўласны магнітны паток праз паверхню, абмежаваную контурам, $\Phi = 0,21$ Вб.
- 1163.** Залежнасць індуктыўнасці L гнуткага драцянога вітка, які падверглі дэфармацыі, ад часу t мае выгляд: $L = A + Bt$, дзе $A = 50$ мкГн, $B = -1,6 \frac{\text{мкГн}}{\text{с}}$. Вызначыце змяненне ўласнага магнітнага патоку праз паверхню, абмежаваную вітком, за прамежак часу $\Delta t = 25$ с. Сіла току, які працякае ў вітку, заставалася нязменнай $I = 17$ мА.
- 1164.** Залежнасць сілы току I , які працякае ў кольцы, ад часу t мае выгляд: $I = C + Dt$, дзе $C = 1,8$ А, $D = 0,24 \frac{\text{А}}{\text{с}}$. Вызначыце магнітны паток праз паверхню, абмежаваную кольцам, у момант часу $t = 5,0$ с, калі пачатковы ўласны магнітны паток $\Phi_0 = 0,54$ мВб.
- 1165.** Вызначыце індуктыўнасць нерухомага саленоіда, які мае $N = 100$ віткоў, калі пры змяненні сілы току ў ім ад $I_1 = 5$ А да $I_2 = 25$ А магнітны паток праз паверхню, абмежаваную кожным вітком, змяніўся на $\Delta\Phi = 0,01$ Вб.
- 1166.** Пачатковае напружанне на канцах катушкі, якая складаецца з $N = 200$ віткоў, $U_1 = 2,0$ В. Потым напружанне на катушцы павялічылі да $U_2 = 12,0$ В. Вызначыце індуктыўнасць катушкі, калі магнітны паток праз паверхню кожнага вітка катушкі павялічыўся на $\Delta\Phi = 5,0$ мВб. Супраціўленне дроту катушкі $R = 4,0$ Ом.
- 1167.** На малюнку 279 прадстаўлены графік залежнасці сілы току ў катушцы, уключанай у электрычны ланцуг, ад часу. У якія прамежкі часу ў катушцы ўзнікала ЭРС самаіндукцыі?



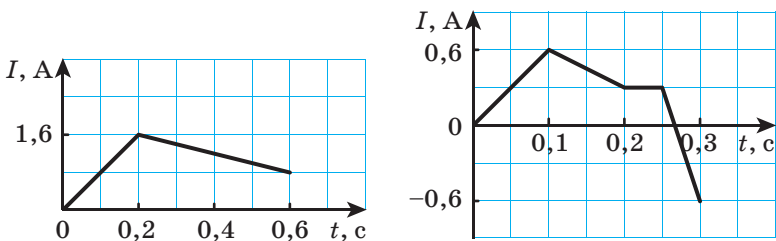
Мал. 279

- 1168.** У катушцы і лямпачцы, злучаных паралельна, працякае электрычны ток (мал. 280, а). На малюнку 280, б прадстаўлены графік залежнасці сілы току ў катушцы ад часу. У які прамежак часу лямпачка свеціць найбольш ярка?



Мал. 280

- 1169.** На малюнку 281 прадстаўлены графік залежнасці сілы току, які працякае ў катушцы індуктыўнасцю $L = 2,5$ мГн, ад часу. Вызначыце ЭРС самаіндукцыі, якая ўзнікае ў катушцы ў момант часу $t = 0,5$ с.



Мал. 281

Мал. 282

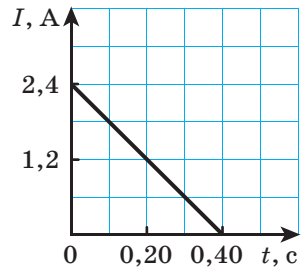
1170. На малюнку 282 прадстаўлены графік залежнасці сілы току ў катушцы індуктыўнасцю $L = 0,40$ мГн ад часу. Пабудуйце графік залежнасці ЭРС самаіндукцыі, якая ўзнікае ў катушцы, ад часу.
1171. Вызначыце індуктыўнасць саленоіда, у якім за прамежак часу $\Delta t = 0,4$ с сіла току раўнамерна паменшылася ад $I_1 = 5$ А да $I_2 = 2$ А і пры гэтым узнікла ЭРС самаіндукцыі $\mathcal{E}_c = 0,45$ В.
1172. Па катушцы індуктыўнасцю $L = 3,0$ мГн цячэ ток $I = 0,60$ А. Пры размыканні ланцуга сіла току змяняецца да нуля за прамежак часу $\Delta t = 1,0$ мс. Вызначыце сярэдняе значэнне ЭРС самаіндукцыі, якая ўзнікае ў катушцы.
1173. Вызначыце прамежак часу, за які ў катушцы індуктыўнасцю $L = 35$ мГн сіла току раўнамерна павялічылася ад нуля да $I = 2,6$ А, калі ў катушцы ўзнікла сярэдняя ЭРС самаіндукцыі $\langle \mathcal{E}_c \rangle = -1,3$ В.
1174. Вызначыце індуктыўнасць нерухомай катушкі, калі пры скорасці змянення сілы току $\frac{\Delta I}{\Delta t} = -0,2 \frac{\text{А}}{\text{с}}$ у ёй узнікае ЭРС самаіндукцыі $\mathcal{E}_c = 20$ мВ.
1175. Саленоід змяшчае $N = 1000$ віткоў дроту. Плошча папярочнага сячэння стрыжня, які запаўняе ўсю прастору ў саленоідзе, $S = 10$ см². Па дроце саленоіда цячэ электрычны ток, які стварае ў стрыжні магнітнае поле, модуль індукцыі якога $B = 1,5$ мТл. Вызначыце сярэдняе значэнне ЭРС самаіндукцыі, якая ўзнікае ў саленоідзе, калі сілу току паменшыць да нуля за прамежак часу $\Delta t = 0,50$ мс.
1176. *Колькі віткоў проваду дыяметрам d з ізаляцыяй вельмі малой таўшчыні трэба наматаць на дыэлектрычны цыліндр, каб атрымаць аднаслойную катушку індуктыўнасцю L ? Віткі ўшчыльную прылягаюць адзін

да аднаго. Сярэдні дыяметр вітка роўны D . З якой скорасцю павінен раўнамерна змяняцца электрычны ток у атрыманай нерухомай катушцы, каб ЭРС самаіндукцыі, якая ўзнікае ў ёй, была роўная \mathcal{E}_c ?

1177. На катушцы супраціўленнем $R = 8,2$ Ом і індуктыўнасцю $L = 20$ мГн падтрымліваецца пастаяннае напружанне $U_0 = 41$ В. Вызначыце энергію магнітнага поля ў катушцы.

1178. Вызначыце энергію магнітнага поля ў саленоідзе, у якім пры сіле току $I = 10$ А ўзнікае магнітны паток $\Phi = 0,60$ Вб.

1179. На малюнку 283 прадстаўлены графік залежнасці сілы току I ў саленоідзе ад часу t . Вызначыце энергію магнітнага поля ў саленоідзе ў момант часу $t = 0,20$ с, калі ў саленоідзе ўзнікае ЭРС самаіндукцыі $\mathcal{E}_c = 0,30$ В.



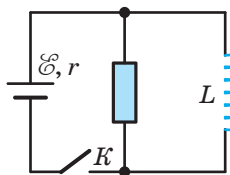
Мал. 283

1180. У катушцы сіла току раўнамерна паменшылася ад $I_1 = 4,0$ А да $I_2 = 1,0$ А за прамежак часу $\Delta t = 0,50$ с. Вызначыце энергію магнітнага поля ў катушцы ў пачатковы момант часу, калі ў катушцы ўзнікла ЭРС самаіндукцыі $\mathcal{E}_c = 1,5$ В.

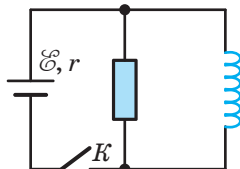
1181. Сіла току, які працякае ў катушцы, $I = 20$ А. Вызначыце яе індуктыўнасць, калі пры раўнамерным памяншэнні току энергія магнітнага поля ў катушцы за прамежак часу $\Delta t = 1$ с памяншаецца ў $n = 4$ разы, а ЭРС самаіндукцыі, якая ўзнікае пры гэтым, $\mathcal{E}_c = 0,1$ В.

1182. Супраціўленне абмоткі саленоіда, падключанага да крыніцы пастаяннага току, $R = 20$ Ом. Вызначыце індуктыўнасць саленоіда, калі за прамежак часу $\Delta t = 14$ мс у абмотцы саленоіда вылучаецца колькасць цеплаты, роўная энергіі магнітнага поля ў саленоідзе.

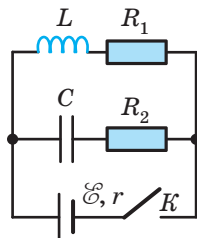
- 1183.** Визначьте ЕРС самоіндукції, яка ўзнікла ў нерухомым саленоїдзе, у якім за прамежак часу $\Delta t = 0,5$ с энергія магнітнага поля раўнамерна паменшылася ў $n = 9$ разоў. Індуктыўнасць саленоіда $L = 0,01$ Гн, першапачатковая сіла току ў ім $I_0 = 15$ А.
- 1184.** Визначьте індуктыўнасць саленоіда, у якім пры раўнамерным павелічэнні току на $\Delta I = 2$ А энергія магнітнага поля павялічваецца на $\Delta W = 0,01$ Дж. Пачатковая сіла току ў саленоїдзе $I_1 = 4$ А.
- 1185.** Катушка індуктыўнасцю $L = 0,30$ Гн злучана паралельна з рэзістарам супраціўленнем $R_p = 2,0$ Ом і падключана да крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 4,0$ В і ўнутраным супраціўленнем $r = 0,60$ Ом (мал. 284). Визначце колькасць цеплаты, якая вылучылася ў рэзістары пасля размыкання ключа K . Супраціўленне дроту катушкі $R_k = 0,50$ Ом.
- 1186.** У электрычны ланцуг, схема якога прадстаўлена на малюнку 285, уключаны крыніца току, рэзістар і катушка індуктыўнасцю $L = 60$ мкГн. У катушцы пры замкнутым ключы працякае ток $I = 2,0$ А. Пры размыканні ключа K сіла току ў катушцы памяншаецца да нуля за прамежак часу $\Delta t = 120$ мкс. Визначце сярэднюю ЭРС самоіндукцыі, якая ўзнікае ў катушцы, і агульную колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў катушцы і рэзістары.
- 1187.** У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 286, ЭРС крыніцы току $\mathcal{E} = 12$ В, ёмістасць



Мал. 284



Мал. 285

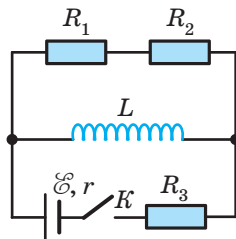


Мал. 286

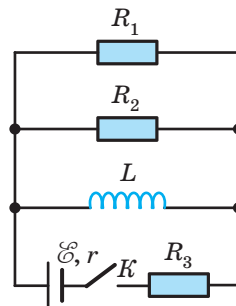
кандэнсатара $C = 2,0$ мФ, індуктыўнасць катушкі $L = 4,0$ мГн, супраціўленні рэзістараў $R_1 = 4,0$ Ом і $R_2 = 5,0$ Ом. У пачатковы момант ключ K замкнуты. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучыцца ў другім рэзістары пасля размыкання ключа. Унутранае супраціўленне крыніцы току і супраціўленне катушкі не прымаць да ўвагі.

1188. На малюнку 287 прадстаўлена схема электрычнага ланцуга, у які ўключаны тры рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 60$ Ом, $R_3 = 40$ Ом, катушка індуктыўнасцю $L = 20$ мГн. Спачатку ключ K быў замкнуты. Пасля размыкання ключа ў першым рэзістары вылучылася колькасць цеплаты $Q_1 = 0,70$ мДж. Вызначыце ЭРС крыніцы току, калі супраціўленні катушкі і крыніцы току не прымаць да ўвагі.

1189. На малюнку 288 прадстаўлена схема электрычнага ланцуга, у які ўключаны тры рэзістары супраціўленнямі $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $R_3 = 40$ Ом, катушка індуктыўнасці і крыніца току з ЭРС $\mathcal{E} = 8,0$ В. Спачатку ключ K быў замкнуты. Пасля размыкання ключа ў першым рэзістары вылучылася колькасць цеплаты $Q_1 = 30$ мкДж. Вызначыце індуктыўнасць катушкі, калі супраціўленні катушкі і крыніцы току не прымаць да ўвагі.



Мал. 287



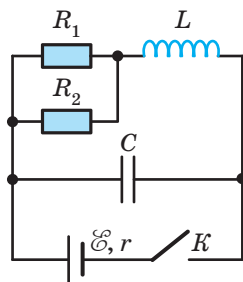
Мал. 288

1190. Электрычны ланцуг (мал. 289)

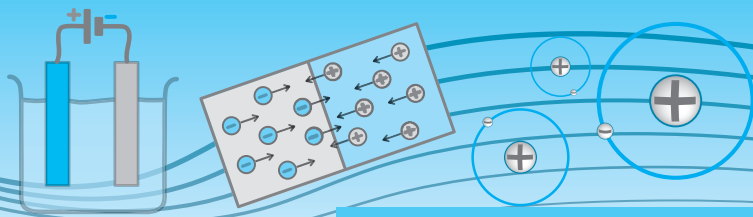
складаецца з крыніцы току з ЭРС $\mathcal{E} = 4,0$ В, двух рэзістараў супраціўленнямі $R_1 = 2,0$ Ом, $R_2 = 3,0$ Ом, катушкі індуктыўнасцю $L = 6,0$ мГн і кандэнсатара ёмістасцю $C = 2,5$ мФ.

У пачатковы момант часу ключ K быў замкнуты і ў ланцугу працякаў пастаянны ток. Вызначыце колькасць цеплаты, якая вылучыцца ў

першым рэзістары пасля размыкання ключа. Унутранае супраціўленне крыніцы току і супраціўленне катушкі не прымаць да ўвагі.



Мал. 289



VI. ЭЛЕКТРЫЧНЫ ТОК У РОЗНЫХ АСЯРОДДЗЯХ

25. Электрычны ток у металах

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Супраціўленне правадніка	$*R = R_0(1 + \alpha\Delta t)$	R і R_0 — супраціўленне правадніка пры тэмпературы t і тэмпературы $t_0 = 0$ °C адпаведна; $\Delta t = t - t_0$ — змяненне тэмпературы правадніка; α — тэмпературны каэфіцыент супраціўлення рэчыва
Тэмпературны каэфіцыент супраціўлення	$*\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 \Delta t}$	ρ і ρ_0 — удзельнае супраціўленне рэчыва правадніка пры тэмпературы t і тэмпературы $t_0 = 0$ °C адпаведна

1191. Праз доўгі дрот прапускаюць электрычны ток. Калі адну палову дроту абдзімаць халодным паветрам, то другая палова дроту напальваецца мацней. Патлумачце гэтую з’яву.

1192. Калі ў электрычны ланцуг уключаны драцяны рэастант, то праз некаторы час паказанні амперметра, уключанага ў гэты ж ланцуг, памяншаюцца. Чаму?

1193. *Пры тэмпературы $t = 52\text{ }^{\circ}\text{C}$ супраціўленне правадніка $R = 6,3\text{ Ом}$, а пры тэмпературы $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ яго супраціўленне $R_0 = 5,0\text{ Ом}$. Вызначыце тэмпературны каэфіцыент супраціўлення рэчыва правадніка.
1194. *Пры якой тэмпературы супраціўленне сярэбранага правадніка ў $k = 2$ разы перавышае яго супраціўленне пры тэмпературы $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$?
1195. *Пры якой тэмпературы супраціўленне канстантанавага правадніка будзе на $\gamma = 1,0\text{ \%}$ большае, чым пры тэмпературы $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$?
1196. *Вальфрамавы дрот пры тэмпературы $t_1 = 2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ мае супраціўленне $R_1 = 204\text{ Ом}$. Вызначыце яго супраціўленне пры тэмпературы $t_2 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
1197. *Пры тэмпературы $t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ удзельнае супраціўленне алюмініевага проваду $\rho_1 = 2,8 \cdot 10^{-8}\text{ Ом} \cdot \text{м}$. Вызначыце ўдзельнае супраціўленне гэтага проваду пры тэмпературы $t_2 = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
1198. *Плацінавы дрот тэрмометра супраціўлення пры тэмпературы $t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ валодае супраціўленнем $R_1 = 10,4\text{ Ом}$. Вызначыце тэмпературу, пры якой супраціўленне дроту $R_2 = 12,0\text{ Ом}$.
1199. *Вызначыце тэмпературу вальфрамавай ніткі напальвання лампы ў момант яе падключэння да крыніцы пастаяннага напружання, калі сіла току ў гэты момант у $n = 12$ разоў перавышае сілу току ў рабочым рэжыме, які ўсталяваўся і якому адпавядае тэмпература ніткі напальвання лампы $t_2 = 2500\text{ }^{\circ}\text{C}$.
1200. *Вызначыце тэмпературу вальфрамавага дроту, падключанага да крыніцы току з напружаннем $U = 90\text{ В}$, калі па ім праходзіць ток $I = 0,55\text{ А}$. Пры тэмпературы $t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ супраціўленне вальфрамавага дроту $R_1 = 36\text{ Ом}$.

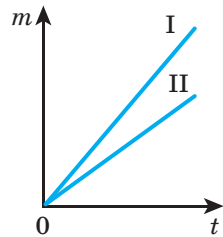
- 1201.** *Пры апусканні катушкі з меднага дроту ў лёд, які растае ($t_0 = 0^\circ\text{C}$), сіла току ў дротце была $I_0 = 14$ мА, а пры апусканні яе ў кіпень ($t = 100^\circ\text{C}$) сіла току стала $I = 10$ мА. Вызначыце па гэтых даных тэмпературны каэфіцыент супраціўлення медзі. Напружанне на канцах дроту заставалася пастаянным.
- 1202.** *Ніхромавая спіраль награвальнага прыбора павінна мець супраціўленне $R = 30$ Ом пры тэмпературы $t = 900^\circ\text{C}$. Вызначыце даўжыню дроту, узятага для вырабу спіралі, калі плошча папярочнага сячэння дроту $S = 0,30$ мм².
- 1203.** *Напружанне на вальфрамавым дротце даўжынёй $l = 1,5$ м складае $U = 12,1$ В. Плошча папярочнага сячэння дроту $S = 0,30$ мм². Вызначыце сілу току ў дротце, калі яго тэмпература $t = 2000^\circ\text{C}$.
- 1204.** *Вызначыце, на колькі працэнтаў паменшыцца магутнасць, якая спажываецца электрамагнітам, абмотка якога выканана з меднага дроту, пры павелічэнні яго тэмпературы ад $t_0 = 0^\circ\text{C}$ да $t = 35^\circ\text{C}$. Напружанне на канцах абмоткі падтрымліваецца пастаянным.
- 1205.** *Вугальны стрыжань злучаны паслядоўна з жалезным стрыжнем такога ж папярочнага сячэння. Вызначыце адносіны даўжынь стрыжняў, калі іх агульнае супраціўленне не залежыць ад тэмпературы. Тэмпературны каэфіцыент супраціўлення вугалю $\alpha_{\text{вуг}} = -0,0008 \text{ K}^{-1}$, жалеза — $\alpha_{\text{ж}} = 0,006 \text{ K}^{-1}$. Пры тэмпературы $t_1 = 20^\circ\text{C}$ удзельнае супраціўленне вугалю $\rho_{\text{вуг}} = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, удзельнае супраціўленне жалеза $\rho_{\text{ж}} = 9,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

26. Электрычны ток у вадкасцях

Фізічная велічыня або закон	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Закон электролізу Фарадэя	$*m = kI\Delta t$	m — маса рэчыва, якое вылучылася на электродзе; k — электрахімічны эквівалент рэчыва; I — сіла току, які працякае ў электраліце; Δt — прамежак часу, на працягу якога электрычны ток працякае праз электраліт
Электрахімічны эквівалент рэчыва	$*k = \frac{M}{neN_A}$	k — электрахімічны эквівалент рэчыва; M — малярная маса рэчыва; n — валентнасць іона; e — элементарны зарад; N_A — пастаянная Авагадра

- 1206.** Ці могуць пры электралітычнай дысацыяцыі ўтварацца іоны аднаго знака? Адказ патлумачце.
- 1207.** Чаму вакол электраліту, напрыклад раствору кухоннай солі, няма электрычнага поля, хаця ў электраліце змяшчаюцца зараджаныя іоны?
- 1208.** Электрычная лямпачка ўключана ў ланцуг паслядоўна з электралітычнай ваннай, напоўненай слабым растворам кухоннай солі. Ці зменіцца напал лямпачкі, калі дадаць у раствор яшчэ некаторую колькасць солі?
- 1209.** Як, выкарыстоўваючы крыніцу пастаяннага току, вагі з разнавагай, электралітычную ванну, запоўненую растворам меднага купарвасу, секундамер і злучальныя правады, праверыць правільнасць паказанняў амперметра?

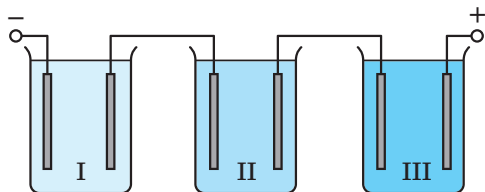
- 1210.** Дзве аднолькавыя электралітычныя ванны напоўненыя растворами хларыду нікелю (NiCl_2). Канцэнтрацыя раствору ў першай ванне большая, чым у другой. У якой з ваннаў вылучыцца больш нікелю, калі іх злучыць: а) паслядоўна; б) паралельна?
- 1211.** Дзве аднолькавыя электралітычныя ванны злучаны паміж сабой паслядоўна. У адной з іх знаходзіцца раствор хларыду медзі (CuCl), у другой — раствор дыхларыду медзі (CuCl_2). У якой з ваннаў на катодзе вылучыцца больш медзі?
- 1212.** Пры нанясенні металічных пакрыццяў на прадметы з дапамогай электrolізу часам у канцы працэсу змяняюць напрамак току на процілеглы. У выніку паверхня становіцца больш гладкай. Чаму?
- 1213.** *На малюнку 290 прадстаўлены графікі залежнасці масы двух розных рэчываў, якія вылучыліся на электродах пры электrolізе, ад часу. Які графік адпавядае рэчыву з большым электрахімічным эквівалентам, калі сіла току, які праходзіць праз электраліты, была аднолькавая?



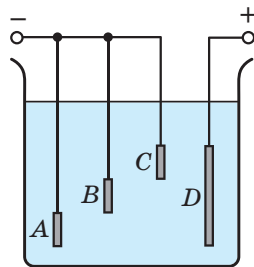
Мал. 290

- 1214.** Спачатку паслядоўна злучылі крыніцу току, амперметр і электралітычную ванну, напоўненую растворами меднага купарвасу, у які часткова апушчаны вугальныя электроды. Потым па ланцугу прапусцілі электрычны ток. Як зменіцца маса медзі, якая вылучаецца на катодзе за аднолькавы прамежак часу, калі: а) паменшыць апушчаную частку катода; б) павялічыць напружанне паміж электродамі; в) даліць электраліт той жа канцэнтрацыі; г) павялічыць канцэнтрацыю раствору; д) нагрэць раствор электраліту?

- 1215.** У трох пасудзінах (мал. 291) знаходзяцца электраліты: у першай — раствор HCl , у другой — CuCl_2 , у трэцяй — CuSO_4 . Якія рэчывы будуць асядаць (вылучацца) на электродах пры праходжанні электрычнага току праз гэтыя электраліты? Ці аднолькавая маса хлору вылучыцца на электродах I і II пасудзін?
- 1216.** Чатыры электроды апушчаны ў раствор сульфату медзі (мал. 292). Плошчы катодаў A , B , C аднолькавыя і ў суме роўныя плошчы анода D . Ці аднолькавая колькасць медзі вылучаецца на катодах пры электролізе?



Мал. 291



Мал. 292

- 1217.** *Вызначыце масу серабра, якое вылучылася на катодзе электралітычнай ванны пры электролізе, калі праз электраліт прайшоў зарад $q = 25$ кКл.
- 1218.** *Вызначыце масу нікелю, які вылучыцца пры электролізе за час $t = 1,0$ г пры сіле току $I = 10$ А.
- 1219.** *Пры электролізе раствору ZnSO_4 была затрачана энергія $W = 7,2$ МДж. Вызначыце масу цынку, які вылучыўся на катодзе электралітычнай ванны, калі напружанне паміж электродамі ванны $U = 4,0$ В.
- 1220.** *Вызначыце масу серабра, якое вылучылася на катодзе пры электролізе азотнакіслага серабра за час $t = 2,0$ г, калі да электродаў электралітычнай ванны прыкладзена напружанне $U = 15$ В, а супраціўленне электраліту $R = 7,0$ Ом.

1221. *Вызначыце час храміравання дэталі цеплавога рухавіка, калі на дэталі ўтварыўся слой хрому масай $m = 3,6$ г. Сіла току пры электrolізе $I = 20$ А.
1222. *У працэсе электrolізу воднага раствору сернай кіслаты (H_2SO_4) пры сіле току $I = 2,0$ А вылучаецца $v = 0,020$ моль малекул вадароду. Вызначыце, на працягу якога часу праходзіў электrolіз.
1223. *Пры электралітычным пакрыцці ланцужка серабром на ім за час $t = 30$ мін адклалася серабро масай $m = 5,04$ г. Вызначыце сілу току пры электrolізе серабра.
1224. *Якая магутнасць расходуецца на награванне раствору солі золата, калі за прамежак часу $\Delta t = 6,0$ г з яго вылучаецца ў працэсе электrolізу золата масай $m = 120$ г? Супраціўленне раствору $R = 1,2$ Ом.
1225. *Вызначыце сілу току, якую неабходна прапусціць праз водны раствор азотнакіслага нікелю, каб на паверхні плошчай $S = 0,36$ м² за прамежак часу $\Delta t = 60$ мін адклаўся слой нікелю таўшчынёй $h = 3,5$ мкм.
1226. *Пры электrolізе воднага раствору сульфату медзі на катодзе электралітычнай ванны вылучалася медзь. Пабудуйце графік залежнасці масы медзі, якая вылучаецца на катодзе, ад часу, калі электrolіз працягваўся на працягу прамежку часу $\Delta t = 20$ мін. Пры гэтым праз раствор прайшоў зарад $q = 6$ кКл.
1227. *Лічачы электрахімічны эквівалент натрыю невядомым, вызначыце яго, калі малярная маса натрыю $M = 23 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, яго валентнасць $n = 1$.
1228. *Пры электrolізе за прамежак часу $\Delta t = 20$ мін пры сіле току $I = 2,5$ А на катодзе вылучылася $m = 1017$ мг двухвалентнага металу. Вызначыце малярную масу металу.

1229. *Паслядоўна з электралітычнай ваннай, запоўненай растворам солі нікелю, уключана ванна, у якой знаходзіцца раствор солі хрому. За час электролізу ў першай ванне вылучылася $m_1 = 10$ г нікелю. Вызначыце масу хрому, які вылучыўся ў другой ванне.
1230. *Дзве электралітычныя ванны з растворамі AgNO_3 і CuSO_4 злучаны паслядоўна і падключаны да крыніцы пастаяннага току на некаторы час. Якая маса медзі вылучыцца на катодзе другой ванны, калі маса серабра, якое вылучылася на катодзе першай ванны, $m_c = 168$ мг?
1231. *Дзве электралітычныя ванны з растворамі AgNO_3 і AuSO_4 і супраціўленнямі $R_1 = 12$ Ом і $R_2 = 18$ Ом адпаведна злучаны паралельна і падключаны да крыніцы току, ЭРС якой $\mathcal{E} = 21,6$ В, а ўнутранае супраціўленне $r = 3,6$ Ом. Якая маса серабра і маса золата вылучыцца на катодах за прамежак часу $\Delta t = 4,0$ г?
1232. *Дзве электралітычныя ванны, якія змяшчаюць раствор AgNO_3 і маюць рознае супраціўленне, злучаны паралельна. Да іх паслядоўна падключана трэцяя ванна, якая змяшчае раствор CuSO_4 . Вызначыце масу серабра, якое вылучылася ў першай ванне, калі ў другой вылучылася $m_2 = 60,4$ мг серабра, а ў трэцяй — $m_3 = 41,5$ мг медзі.
1233. *Амперметр, уключаны паслядоўна з электралітычнай ваннай, паказвае сілу току $I = 1,5$ А. Якую папраўку трэба ўнесці ў паказанне амперметра, калі за час $t = 10$ мін на катодзе адклалася медзь масай $m = 0,316$ г?
1234. *Вызначыце масу алюмінію, які вылучыўся за час $t_0 = 10$ с на катодзе электралітычнай ванны пры электролізе раствору солі алюмінію, калі на працягу першага прамежку часу $\Delta t_1 = 5$ с сіла току лінейна

ўзрастала ад $I_1 = 0$ А да $I_2 = 3$ А, а на працягу наступнага прамежку часу $\Delta t_2 = 5$ с — лінейна памяншалася да $I_3 = 1$ А.

- 1235.** *Якая маса медзі вылучыцца за час $t_0 = 15$ с на катодзе электралітычнай ванны пры электrolізе раствору меднага купарвасу, калі на працягу першага прамежку часу $\Delta t_1 = 5$ с сіла току лінейна ўзрастае ад $I_1 = 0$ А да $I_2 = 3$ А і застаецца пастаяннай на працягу наступнага прамежку часу $\Delta t_2 = 5$ с, а потым на працягу апошняга прамежку часу $\Delta t_3 = 5$ с лінейна памяншаецца да $I_3 = 0$ А?
- 1236.** *Пры электралітычным спосабе атрымання алюмінію выкарыстоўваюцца ванны, у якіх напружанне паміж электродамі $U = 5,0$ В, а магутнасць току $P = 200$ кВт. Вызначыце час, які патрабуецца для атрымання алюмінію масай $m = 1,0$ т.
- 1237.** *Для атрымання рафінаванай двухвалентнай медзі з дапамогай электrolізу ў электралітычнай ванне, ККДз якой $\eta = 90$ %, расходуецца энергія $W = 2,0$ ГДж. Вызначыце масу атрыманай медзі, калі напружанне на электродах ванны $U = 11$ В.
- 1238.** *Вызначыце электраэнергію, якая расходуецца на атрыманне $m = 1,0$ кг алюмінію, калі электrolіз вядзецца пры напружанні $U = 10$ В, а ККДз электралітычнай устаноўкі $\eta = 80$ %.
- 1239.** *Пры электrolізе на працягу часу $t = 1,0$ г праз раствор сернай кіслаты працякаў электрычны ток $I = 3,4$ А. Вызначыце абсалютную тэмпературу вадароду, які вылучыўся пры электrolізе, калі ён быў сабраны ў пасудзіну аб'ёмам $V = 1,5$ л. Ціск вадароду $p = 1,0 \cdot 10^5$ Па.
- 1240.** *Электrolіз падкiсленай вады, супраціўленне якой $R_0 = 0,94$ Ом, адбываўся на працягу прамежку часу $\Delta t = 40$ с пры напружанні паміж электродамі $U = 4,7$ В. Вадарод, які вылучыўся, быў сабраны ў балон аб'ёмам

$V = 0,831$ л. Вызначыце ціск вадароду ў балоне, калі яго абсалютная тэмпература $T = 300$ К.

- 1241.** *Пры электrolізе падкiсленай вады ў электралітычнай ванне электрычным токам была выканана работа $A = 600$ кДж. Напружанне паміж электродамі ванны было $U = 600$ В. Вызначыце абсалютную тэмпературу кіслароду, які вылучыўся пры электrolізе, калі ён быў сабраны ў пасудзіну аб'ёмам $V = 0,25$ л. Ціск кіслароду $p = 25$ кПа.
- 1242.** *Электrolіз падкiсленай вады праводзіцца пры сіле току $I = 10$ А на працягу прамежку часу $\Delta t = 24$ г. Вызначыце аб'ём, які зойме атрыманы вадарод пры тэмпературы $t = 0$ °С і ціску $p = 1,0 \cdot 10^5$ Па.
- 1243.** *Пры электrolізе падкiсленай вады праз электралітычную ванну прайшоў зарад $q = 30$ кКл. Вызначыце ціск кіслароду, які вылучыўся, калі ён быў сабраны ў пасудзіну аб'ёмам $V = 1$ л і знаходзіцца ў гэтай пасудзіне пры тэмпературы $T = 312$ К.
- 1244.** *Вызначыце электраэнергію, якую трэба затраціць для атрымання электралітычным спосабам з раствору сернай кіслаты вадароду, неабходнага для запаўнення аэрастата аб'ёмам $V = 25$ м³ пры тэмпературы $t = 27$ °С і ціску $p = 1,0 \cdot 10^5$ Па. Электrolіз вядзецца пры напружанні $U = 50$ В. ККДз электралітычнай устаноўкі $\eta = 75$ %.
- 1245.** *Дзве электралітычныя ванны з водным растворам нітрату калію (KNO_3) і сульфату кобальту ($CoSO_4$) злучаны паслядоўна. Вызначыце адносіны масы калію да масы кобальту, якія вылучыліся на катодах гэтых ваннаў за адзін і той жа прамежак часу, калі малярная маса калію $M_1 = 39 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, кобальту — $M_2 = 59 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Валентнасць іона калію $n_1 = 1$, кобальту — $n_2 = 2$.

1246. *Пры электrolізе раствору сернай кіслаты за час $t = 50$ мін вылучылася $m = 0,30$ г вадароду. Супраціўленне раствору электраліту $R = 0,40$ Ом. Вызначыце модуль напружанасці аднароднага электростатычнага поля ў раствору, створанага зараджанымі электродамі, калі адлегласць паміж імі $d = 20$ см.
1247. *Пры электrolізе падкисленай вады за прамежак часу $\Delta t = 50$ мін на катодзе электралітычнай ванны вылучыўся вадарод масай $m = 0,30$ г. Пры гэтым тэмпература электраліту аб'ёмам $V = 2,0$ л павысілася на $\Delta T = 15$ К. Вызначыце ЭРС крыніцы току, якая сілкуе ванну, калі яе ўнутранае супраціўленне $r = 50$ мОм. Шчыльнасць электраліту $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, удзельная цеплаёмістасць электраліту $c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.
1248. *Да крыніцы току, ЭРС якой \mathcal{E} , а ўнутранае супраціўленне вельмі малое, падключана электралітычная ванна. У ванне знаходзіцца электраліт шчыльнасцю ρ і аб'ёмам V . Пры прапусканні току праз электраліт на працягу некаторага часу тэмпература электраліту павысілася на Δt . Пры гэтым на электродзе вылучыўся газ, які запампавалі ў балон. Малярная маса газу M . Вызначыце аб'ём газу ў балоне, калі яго ціск p , абсалютная тэмпература T . Удзельная цеплаёмістасць электраліту c . Электрахімічны эквівалент газу, які вылучыўся, k .
1249. *Паралельна электралітычнай ванне, якая змяшчае раствор двухвалентнай солі медзі, падключана катушка індуктыўнасцю $L = 2$ мГн. Праз іх прапускаюць электрычны ток. Вызначыце энергію магнітнага поля ў катушцы, калі за прамежак часу $\Delta t = 25$ мін на катодзе электралітычнай ванны вылучылася медзь масай

$m = 1,98$ г. Супраціўленне дроту катушкі роўнае супраціўленню электраліту.

- 1250.** *Паралельна электралітычнай ванне, якая змяшчае раствор солі нікелю, падключаны кандэнсатар электраёмістасцю $C = 5,0$ мкФ. Уся гэтая сістэма падключана да крыніцы пастаяннага напружання. Вызначыце энергію электрычнага поля ў кандэнсатары, калі на электродзе плошчай $S = 0,036$ м² за час $\Delta t = 14$ мін 50 с адклаўся слой нікелю таўшчынёй $h = 3,0$ мкм. Супраціўленне электраліту $R = 0,50$ Ом.

27. Электрычны ток у газах

Фізічная велічыня	Формула	Фізічныя велічыні, якія ўваходзяць у формулу
Энергія іанізацыі атама (малекулы) газу	$*W_i = e\varphi_i$	W_i — энергія іанізацыі атама (малекулы) газу; φ_i — патэнцыял іанізацыі атама (малекулы) газу; e — элементарны зарад
Сіла току насычэння	$*I_{\text{нас}} = eN_0$	$I_{\text{нас}}$ — сіла току насычэння; N_0 — максімальны лік пар аднавалентных іонаў, якія ствараюцца іанізатарам у аб'ёме газу за адзінку часу

- 1251.** Пласціны плоскага паветранага зараджанага кандэнсатара падключаны да электрометра. Чаму паказанні электрометра памяншаюцца, калі ў прастору паміж пласцінамі ўнесці запаленую запалку?
- 1252.** Калі кавалкам тканіны пацерці балон неонавай лямпы, то лямпа некаторы час свеціцца. Патлумачце дадзеную з'яву.
- 1253.** Як з дапамогай электрафорнай машыны прадэманстраваць электрычны ток у газах?

- 1254.** *Вызначыце энергію іанізацыі атама гелію, патэнцыял іанізацыі якога $\varphi_1 = 24,5$ В.
- 1255.** *Вызначыце модуль мінімальнай скорасці, якой павінен валодаць электрон, каб іанізаваць атам вадароду, патэнцыял іанізацыі якога $\varphi_1 = 13,6$ В.
- 1256.** *Вызначыце, пры якой абсалютнай тэмпературы сярэдня кінетычная энергія цеплавога руху атамаў ртуці дасягне энергіі іх іанізацыі. Патэнцыял іанізацыі атама ртуці $\varphi_1 = 10,4$ В.
- 1257.** *Вызначыце модуль напружанасці электрычнага поля, пры якой пачнецца самастойны разрад у вадародзе, калі энергія іанізацыі яго малекул $W_1 = 2,5 \cdot 10^{-18}$ Дж, а сярэдня даўжыня свабоднага прабегу электрона $\langle \lambda \rangle = 5,0$ мкм. (Даўжыня свабоднага прабегу — гэта адлегласць, пройдзеная электронам паміж двума паслядоўнымі сутыкненнямі з атамамі газу.)
- 1258.** *Неонавая трубка пачынае свяціцца пры напружанні паміж яе электродамі $U = 7,2$ кВ. Вызначыце сярэнюю даўжыню свабоднага прабегу электрона, калі энергія іанізацыі атама неону $W_1 = 21,6$ эВ. Адлегласць паміж электродамі $d = 1,2$ м.
З а ў в а г а: $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.
- 1259.** *Плоскі паветраны кандэнсатар падключаны да крыніцы напружаннем $U = 6,0$ кВ. Вызначыце максімальную адлегласць паміж пласцінамі, пры якой адбудзецца прабой паветра, калі ўдарная іанізацыя паветра пачынаецца пры напружанасці поля, модуль якой $E = 3,0 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$.
- 1260.** Электрычны прабой вільготнага паветра настае пры напружанасці электрычнага поля, модуль якой $E = 3 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.
Вызначыце рознасць патэнцыялаў паміж Зямлёй і хмарай, якая знаходзіцца на вышыні $h = 3$ км ад па-

верхні Зямлі, лічачы электрычнае поле, якое ўзнікае, аднародным. Вызначыце энергію іскравога разраду (маланкі), лічачы, што разрад доўжыцца на працягу часу $\Delta t = 1$ мкс пры сярэдняй сіле току $\langle I \rangle = 10$ кА.

1261. *У газаразраднай трубки паміж плоскімі электродамі плошчай $S = 10$ см², размешчанымі на адлегласці $d = 10$ см адзін ад аднаго, сіла току насычэння $I_{\text{нас}} = 1,6$ мкА. Вызначыце, колькі ў суме электронаў і аднаразова іанізаваных атамаў газу ўзнікае кожную секунду ў аб'ёме $V = 1,0$ см³ газаразраднай трубки.

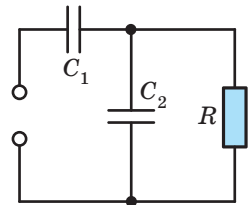
1262. *Электрон разганяецца ў аднародным электростатычным полі, модуль напружанасці якога $E = 10 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$, праходзячы са стану спакою шлях $l = 68$ мм. Вызначыце, колькі атамаў вадароду можа іанізаваць электрон на сваім шляху, калі ўся яго кінетычная энергія пойдзе на іанізацыю атамаў вадароду. Энергія іанізацыі атама вадароду $W_i = 13,6$ эВ.

1263. *Участак электрычнага ланцуга складаецца з паветранага плоскага кандэнсатара і рэзістара супраціўленнем $R = 5,0$ кОм, злучаных паслядоўна. На канцах дадзенага ўчастка ланцуга падтрымліваецца пастаяннае напружанне. Плошча кожнай пласціны кандэнсатара $S = 500$ см², а адлегласць паміж імі $d = 5,0$ мм. Пры іанізацыі паветра паміж пласцінамі кандэнсатара за прамежак часу $\Delta t = 1,0$ с ствараецца $N = 2,0 \cdot 10^{10}$ іонаў у аб'ёме $V = 1,0$ см³. Вызначыце сілу току ў ланцугу і напружанне на рэзістары, лічачы, што ўсе іоны дасягаюць пласцін кандэнсатара. Модуль зараду кожнага іона роўны элементарнаму зараду.

1264. *Да крыніцы пастаяннага напружання падключаны рэзістар супраціўленнем $R = 1,0$ кОм і плоскі кандэнсатар ёмістасцю $C = 1,0 \cdot 10^{-11}$ Ф, злучаныя паміж сабой паслядоўна. Паветра ў прасторы паміж пласцінамі

кандэнсатара іанізуецца рэнтгенаўскімі прамянямі. Пры гэтым за прамежак часу $\Delta t = 1,0$ с ствараецца $N = 1,0 \cdot 10^{14}$ іонаў у аб'ёме $V = 1,0$ см³. Модуль зараду кожнага іона роўны элементарнаму зараду. Вызначыце напружанне на рэзістары, лічачы, што ўсе іоны, не рэкамбінуючы, дасягаюць пласцін кандэнсатара, адлегласць паміж якімі $d = 3,0$ мм.

- 1265.** *У электрычным ланцугу, схема якога прадстаўлена на малюнку 293, электраёмістасць кандэнсатара $C_2 = 50$ мкФ, супраціўленне рэзістара $R = 2,0$ кОм. Паветра паміж абкладкамі першага кандэнсатара іанізуецца рэнтгенаўскім выпраменьваннем. Пры гэтым за час $\Delta t = 1,0$ с у аб'ёме $V = 1,0$ см³ утвараецца $N = 2 \cdot 10^{12}$ пар свабодных электронаў і дадатна зараджаных іонаў. Плошча пласцін першага кандэнсатара $S_1 = 100$ см², адлегласць паміж імі $d_1 = 5,0$ мм. Вызначыце зарад на другім кандэнсатары, калі ўсе зарады, якія ўтвараюцца ў першым кандэнсатары, дасягаюць яго пласцін.



Мал. 293

28. Электрычны ток у паўправадніках

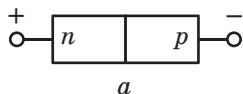
- 1266.** Як змяняецца ўласная праводнасць паўправаднікоў з памяншэннем тэмпературы? Чаму?
- 1267.** Якой праводнасцю будзе валодаць крэмній пры ўвядзенні ў яго невялікай колькасці: а) фосфару; б) індыю; в) сурмы?
- 1268.** Якой праводнасцю будзе валодаць германій пры ўвядзенні ў яго невялікай колькасці: а) фосфару; б) цынку; в) галію; г) сурмы?
- 1269.** *Ці можна атрымаць p - n -пераход, уплавіўшы волава ў германій або крэмній?

1270. Для атрымання прымеснай праводнасці патрэбнага тыпу ў паўправадніковай тэхніцы часта прымяняюць фосфар, галій, мыш'як, індый, сурму. Якія з гэтых элементаў можна ўвесці ў якасці прымесі ў германій, каб атрымаць электронную праводнасць?

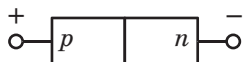
1271. *Чаму свабодныя носбіты электрычных зарадаў не могуць утрымлівацца ў вобласці *n-p*-пераходу?

1272. *Чаму пры аднолькавым напружанні прамы ток праз *n-p*-пераход значна большы за зваротны?

1273. *На малюнку 294, *a, б* прадстаўлены два *n-p*-пераходы. Які з гэтых пераходаў уключаны ў прамым, а які — у зваротным напрамку?



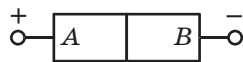
a



б

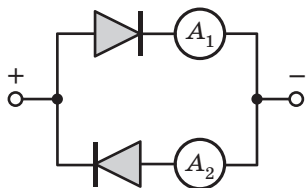
Мал. 294

1274. *Вызначыце тып асноўных носбітаў зарадаў праводнасці паўправаднікоў *A* і *B* (мал. 295), калі электронна-дзіркавы пераход уключаны ў прамым (прапускным) напрамку.



Мал. 295

1275. *На малюнку 296 прадстаўлены ўчастак электрычнага ланцуга, у які ўключаны два паўправадніковыя дыёды і два аднолькавыя амперметры. Патлумачце, ці аднолькавыя паказанні амперметраў.



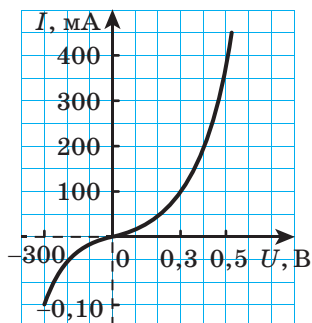
Мал. 296

1276. Чаму вымярэнні электраправоднасці паўправаднікоў звычайна праводзяць пры вельмі слабым асвятленні або ў цемры?

1277. Крэмній (элемент IV групы Пэрыядычнай сістэмы элементаў Д. І. Мендзялеева) легіраваны донарнай прымессю — фосфарам (элементам V групы). Ці зараджаны паўправаднік з прымессю? Калі зараджаны, то які знак зараду?

- 1278.** Патлумачце, у чым адрозненне графікаў залежнасці ўдзельнага супраціўлення паўправадніка і металу ад абсалютнай тэмпературы.
- 1279.** Адзін з двух аднолькавых па знешнім выглядзе тэрмометраў супраціўлення змяшчае металічны праваднік, а другі — паўправаднік. Як практычна вызначыць, які матэрыял прымяняўся ў тэрмометры?
- 1280.** Магчымы выпадак, калі ў крышталі паўправадніка ўведзены роўны лік атамаў донарнай і акцэптарнай прымесеі. Як гэта паўплывала на праводнасць паўправадніка?
- 1281.** Энергія, неабходная для ўтварэння электронаў праводнасці ў германіі і крэмніі, роўная $E_{\text{r}} = 1,12 \cdot 10^{-19}$ Дж і $E_{\text{k}} = 1,76 \cdot 10^{-19}$ Дж адпаведна. У якім з гэтых паўправаднікоў пры аднолькавай тэмпературы будзе большая канцэнтрацыя ўласных электронаў праводнасці?
- 1282.** *Вызначыце супраціўленне паўправадніковага дыёда, уключанага ў электрычны ланцуг спачатку ў прамым, а потым у зваротным напрамках, калі ў першым выпадку пры напружанні на дыёдзе $U_1 = 0,10$ В сіла току ў ланцугу $I_1 = 50$ мА, а ў другім выпадку пры напружанні $U_2 = 10$ В сіла току $I_2 = 0,50$ мА.
- 1283.** Канцэнтрацыя электронаў праводнасці ў германіі пры пакаёвай тэмпературы $n = 3 \cdot 10^{19}$ м⁻³. Якую частку складае лік электронаў праводнасці ад агульнага ліку атамаў германію? Малярная маса германію $M = 72,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, шчыльнасць германію $\rho = 5,4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.
- 1284.** Да канцоў ланцуга, які складаецца з паслядоўна ўключаных тэрмістара і рэзістара супраціўленнем $R = 1$ кОм, пададзена напружанне $U = 20$ В. Пры пакаёвай тэмпературы сіла току ў ланцугу была $I_1 = 5$ мА. Калі тэрмістар нагрэлі, апусціўшы яго ў гарачую ваду, сіла току ў ланцугу стала $I_2 = 10$ мА. У колькі разоў змянілася супраціўленне тэрмістара?

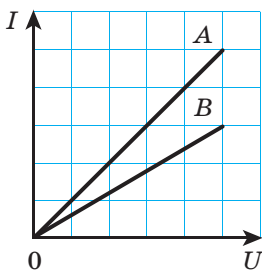
1285. *На малюнку 297 прадстаўлена вольт-амперная характарыстыка паўправадніковага дыёда. Вызначыце супраціўленне дыёда пры прамым напружанні $U_1 = 0,30$ В і зваротным напружанні $U_2 = -300$ В.



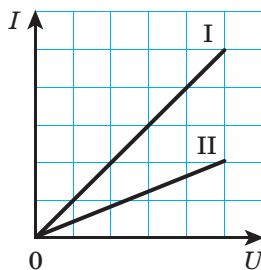
Мал. 297

1286. На малюнку 298 прадстаўлены графікі залежнасці сілы току, які працякае праз фотарэзістар, ад прыкладзенага да яго напружання. Які графік адносіцца да ярка асветленага фотарэзістара, а які — да слаба асветленага?

1287. На малюнку 299 прадстаўлены графікі залежнасці сілы току ад напружання для тэрмарэзістара. Які з графікаў адпавядае больш нізкай тэмпературы тэрмарэзістара?



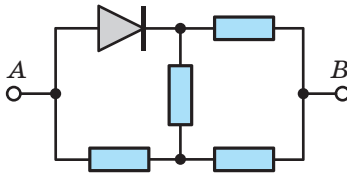
Мал. 298



Мал. 299

1288. Фотарэзістар, які ў цемры мае супраціўленне $R_1 = 25$ кОм, уключылі паслядоўна з рэзістарам супраціўленнем $R = 5,0$ кОм і падключылі да крыніцы пастаяннага напружання. Калі фотарэзістар асвятлілі, сіла току ў ланцугу павялічылася ў $n = 4$ разы. Якім стала супраціўленне фотарэзістара?

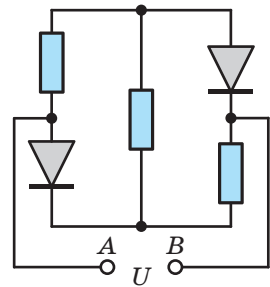
1289. *Вызначыце супраціўленне электрычнага ланцуга, схема якога прадстаўлена на малюнку 300, для двух



Мал. 300

напрямку току: ад A да B і ад B да A . Супраціўленне кожнага рэзістара $R = 30$ Ом. У ланцуг уключаны ідэальны дыёд (яго супраціўленне ў прамым напрамку можна лічыць роўным нулю, а ў зваротным — бясконца вялікім).

- 1290.** *На малюнку 301 прадстаўлена схема электрычнага ланцуга, у які ўключаны тры аднолькавыя рэзістары і два ідэальныя паўправадніковыя дыёды. Вызначыце магутнасць току ў ланцугу для двух напрамкаў току: ад A да B і ад B да A . Супраціўленне кожнага рэзістара $R = 15$ Ом. Напружанне на канцах ланцуга $U = 6,0$ В.



Мал. 301

ДАДАТКІ

Табліца 1

Асноўныя фізічныя пастаянныя

Найменне	Абзначэнне і лікавае значэнне
Атамная адзінка масы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Гравітацыйная пастаянная	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
Заряд пратона	$q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Заряд электрона	$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Магнітная пастаянная	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2}$
Маса электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Маса пратона	$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Модуль паскарэння свабоднага падзення	$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ (прыблізна $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$)
Нармальны атмасферны ціск	$p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па} = 760 \text{ мм рт. сл.}$
Пастаянная Авагадра	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Пастаянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$
Універсальная газавая пастаянная	$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
Лік Фарадэя	$F = 9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{Кл}}{\text{моль}}$
Электрычная пастаянная	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$
Элементарны заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Табліца 2

Дзесятковыя прыстаўкі да назваў адзінак

Прыстаўка	Абзначэнне	Дзесятковы множнік
экса	Э	10^{18}
пета	П	10^{15}
тэра	Т	10^{12}
гіга	Г	10^9
мега	М	10^6
кіла	к	10^3
дэцы	д	10^{-1}
санты	с	10^{-2}
мілі	м	10^{-3}
мікра	мк	10^{-6}
нана	н	10^{-9}
піка	п	10^{-12}
фемта	ф	10^{-15}
ата	а	10^{-18}

Табліца 3

Шчыльнасць (ρ) цвёрдых рэчываў

Рэчыва	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Алюміній	2700
Латунь	8500
Лёд	900
Медзь	8900
Нікель	8900
Ніхром	8300
Волава	7300
Свінец	11 300
Серабро	10 500
Сталь (жалеза)	7800
Шкло	2500
Тытан	4500
Чыгун	7000
Хром	7100
Цынк	7100

Табліца 4

Шчыльнасць (ρ) вадкасцей

Рэчыва	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Бензін	710
Вада прэсная	1000

Рэчыва	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Вада марская	1030
Гліцэрына	1200
Газа	800
Алей сланечнікавы	930
Масла машыннае	900
Нафта	800
Ртуць	13 600
Спірт	800
Эфір	710

Табліца 5

Паверхневае нацяжэнне (σ) вадкасцей
(пры тэмпературы $t = 20^\circ\text{C}$)

Вадкасць	$\sigma, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
Бензін	0,030
Вада	0,073
Гліцэрына	0,065
Газа	0,030
Масла касторавае	0,036
Мыльны раствор вады	0,045
Ртуць	0,47
Спірт	0,022

Табліца 6

**Ціск (p) і шчыльнасць (ρ) насычанай вадзяной пары
пры тэмпературы (t)**

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{Па}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{Па}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$
0	610,5	4,84	19	2196,8	16,3
1	656,1	5,22	20	2338,1	17,3
2	705,0	5,6	21	2486,0	18,3
3	757,0	5,98	22	2643,3	19,4
4	812,1	6,4	23	2808,6	20,6
5	871,8	6,84	24	2983,3	21,8
6	934,4	7,3	25	3167,2	23
7	1005,1	7,8	26	3360,5	24,4
8	1073,1	8,3	27	3565,0	25,8
9	1147,7	8,8	28	3779,1	27,2
10	1227,7	9,4	29	4004,3	28,7
11	1312,7	10	30	4241,6	30,3
12	1402,3	10,7	40	7374,2	51,2
13	1519,6	11,4	50	12 330,3	83
14	1598,3	12,1	60	19 915	130
15	1704,9	12,8	70	31 152,2	198
16	1816,9	13,6	80	47 334,8	293
17	1936,8	14,5	90	70 089,1	424
18	2063,5	15,4	100	101 308	598

Табліца 7

Псіхаметрычная табліца

Паказанні сухога тэрмометра, °С	Рознасць паказанняў сухога і вільготнага тэрмометраў, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Адносная вільготнасць, %										
0	100	81	63	45	28	11					
2	100	84	68	51	35	20					
4	100	85	70	56	42	28	14				
6	100	86	73	60	47	35	23	10			
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7		
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Табліца 8

Удзельная цеплаёмістасць (с) рэчываў

Рэчыва	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Рэчыва	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Алюміній	920	Масла трансфарматырнае	2000
Бензін	2100	Медзь	380
Вада	4200	Нафталін	1300
Вальфрам	150	Ніхром	460
Гліцэрына	2400	Волава	250
Жалеза (сталі)	460	Ртуць	120
Золата	130	Свінец	120
Газа	2100	Серабро	250
Цэгла	750	Спірт	2550
Латунь	380	Шкло	840
Лёд	2100	Цынк	400
Сланечнікавы алей	1700	Чыгун	550

Табліца 9

**Тэмпература плаўнення (t_n)
і ўдзельная цеплата плаўнення (λ) рэчываў
(пры нармальным атмасферным ціску)**

Рэчыва	$t_n, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
Алюміній	660	390
Лёд	0	333
Медзь	1085	210
Волава	232	60,3
Сталь	1500	84
Свінец	327	24,7

Табліца 10

**Тэмпература кіпення (t_k)
і ўдзельная цеплата параўтварэння (L) рэчываў
(пры нармальным атмасферным ціску)**

Рэчыва	$t_k, ^\circ\text{C}$	$L, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
Ацэтон	56	520
Бензін	40—205	270
Вада	100	2260
Газа	150—300	220
Ртуць	357	285
Спірт	78	857
Эфір	35	352

Табліца 11

Удзельная цеплата згарання (q) паліва

Рэчыва	$q, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	Рэчыва	$q, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
Бензін	46	Кокс	30,3
Буры вугаль	9,3	Мазут	40
Дызельнае паліва	42	Порах	3
Драўнінны вугаль	29,7	Прыродны газ	35,5
Каменны вугаль	20,5	Спірт этылавы	27
Газа	43	Торф	15

Табліца 12

Дыэлектрычная пранікальнасць (ϵ) рэчываў

Рэчыва	ϵ	Рэчыва	ϵ
Бензін	2,3	Парафін	2,2
Папера	3—7	Полістырол	2,3
Вада	81	Слюда	7
Паветра	1,0	Спірт этылавы	24
Гліцэрына	56	Шкло	4—7
Кварц	4,3	Трансфарматарнае масла	2,2
Газа	2,0	Эбаніт	2,8

Табліца 13

**Удзельнае электрычнае супраціўленне (ρ)
і тэмпературны каэфіцыент супраціўлення (α) рэчываў
(пры тэмпературы $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$)**

Рэчыва	$\rho, 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$	$\alpha, 10^{-3}\text{ К}^{-1}$
Алюміній	2,7	4,2
Вальфрам	5,5	5,0
Графіт	1100	-0,5
Жалеза	9,8	6,2
Канстантан	50	0,05
Латунь	7,1	1,7
Манганін	48	0,03
Медзь	1,7	4,3
Нікелін	42	0,02
Ніхром	110	0,2
Волава	13	4,2
Плаціна	9,8	4,0
Свінец	21	3,7
Серабро	1,5	4,0
Сталь	12	—
Фехраль	120	0,1

Табліца 14

Электрахімічны эквівалент (k) рэчыва

Рэчыва	Валент-насць	$k, 10^{-8} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$	Рэчыва	Валент-насць	$k, 10^{-8} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$
Алюміній	3	9,4	Нікель	2	30
Вадарод	1	1,0	Волава	2	62
Золата	2	68	Свінец	2	107
Кісларод	2	8,3	Серабро	1	112
Медзь	1	66	Хлор	1	37
Медзь	2	33	Хром	3	18
Натрый	1	24	Цынк	2	34

Перыядычная сістэма хімічных

Перыяд	Рад	ГРУПЫ ЭЛЕМЕНТАЎ						
		I	II	III	IV	V		
I	1	(H)						
II	2	Li 3 6,939 Літый	Be 4 9,0122 Берылій	5 10,811	B 6 12,01115 Бор	C 7 14,0067 Вуглярод	N Азот	
III	3	Na 11 22,9898 Натрый	Mg 12 24,312 Магній	13 26,9815 Алюміній	Al 14 28,086 Крэмній	15 30,9738 Фосфар	P	
IV	4	K 19 39,102 Калій	Ca 20 40,08 Кальцый	Sc 21 44,956 Скандый	Ti 22 47,90 Тытан	23 50,942 Ванадый	V	
	5	29 63,546 Медзь	Cu 30 65,37 Цынк	Zn 31 69,72 Галій	Ga 32 72,59 Германій	33 74,9216 Мыш'як	As	
V	6	Rb 37 85,47 Рубідый	Sr 38 87,62 Стронцый	Y 39 88,905 Ітрый	39 88,905 Цырконій	Zr 40 91,22 Ніобій	Nb 41 92,906	
	7	47 107,868 Серабро	Ag 48 112,40 Кадмій	49 114,82 Індый	In 50 118,69 Волава	51 121,75 Сурма	Sb	
VI	8	Cs 55 132,905 Цэзій	Ba 56 137,34 Барый	La* 57 138,81 Лантан	57 138,81 Гафній	72 178,49 Тантал	Ta 73 180,948	
	9	79 196,967 Золата	Au 80 200,59 Ртуць	81 204,37 Талій	Tl 82 207,19 Свінец	83 208,980 Вісмут	Pb 83 208,980 Вісмут	
VII	10	Fr 87 [223] Францый	Ra 88 [226] Радый	Ac** 89 [227] Актыній	89 [227] Рэзерфордый	104 [261] Дубній	Db 105 [262]	
*ЛАНТАНОІДЫ		Ce 58 140,12 Цэрый	Pr 59 140,907 Празаедам	Nd 60 144,24 Неадым	Pm 61 [145] Праметый	Sm 62 150,35 Самарый	Eu 63 151,96 Еўропій	Gd 64 157,25 Гадаліній
**АКТЫНОІДЫ		Th 90 232,038 Торый	Pa 91 [231] Праатактыній	U 92 238,03 Уран	Np 93 [237] Нептуній	Pu 94 [242] Плутоній	Am 95 [243] Амерыцый	Cm 96 [247] Кюрый

элементарў Д. І. Мендзялеева

Табліца 15

ГРУПЫ ЭЛЕМЕНТАЎ						
VI	VII	VIII				
	1 1,00797 Вадарод H		Абзначэнне элемента	Атамны нумар	2 4,0026 Гелій He	
8 15,9994 Кісларод O	9 18,9984 Фтор F	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Li 3 Літый 6,939 </div>			10 20,183 Неон Ne	
16 32,064 Сера S	17 35,453 Хлор Cl	Адносная атамная маса			18 39,948 Аргон Ar	
Cr 24 51,996 Хром	Mn 25 54,938 Марганец	Fe 26 55,847 Жалеза	Co 27 58,9332 Кобальт	Ni 28 58,71 Нікель		
34 78,96 Селен Se	35 79,904 Бром Br				36 83,80 Крыптон Kr	
Mo 42 95,94 Малібдэн	Tc 43 [99] Тэхнецый	Ru 44 101,07 Рутэній	Rh 45 102,905 Родый	Pd 46 106,4 Паладый		
52 127,60 Тэлу́р Te	53 126,9044 Ё́д I				54 131,30 Ксенон Xe	
W 74 183,85 Вальфрам	Re 75 186,2 Рэ́ній	Os 76 190,2 Осмі́й	Ir 77 192,2 Іры́дый	Pt 78 195,09 Плаці́на		
84 [210] Палоні́й Po	85 210 Аста́т At				86 [222] Радо́н Rn	
Sg 106 [263] Сібо́ргій	Bh 107 [262] Боры́й	Hs 108 [265] Хасі́й	Mt 109 [266] Мейтнэ́рый	110		
Tb 65 158,924 Тэрбі́й	Dy 66 162,50 Дыспро́зій	Ho 67 164,930 Гольмі́й	Er 68 167,26 Эрбі́й	Tm 69 168,934 Тулі́й	Yb 70 173,04 Ітэ́рбі́й	Lu 71 174,97 Лю́тэцы́й
Bk 97 [247] Берклі́й	Cf 98 [249] Каліфо́рній	Es 99 [254] Эйнштэ́йній	Fm 100 [253] Фермі́й	Md 101 [256] Мендзя́лееві́й	No 102 [255] Набе́лій	Lr 103 [257] Лаўрэ́нсі́й

Табліца 16

Асноўныя формулы механікі

Назва	Формула
Паскарэнне	$\bar{a} = \frac{\bar{v} - v_0}{\Delta t}$
Перамяшчэнне	$\Delta \bar{r} = v_0 t + \frac{\bar{a} t^2}{2}$
Вуглавая скорасць	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}; \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu; \omega = \frac{v}{R}$
Цэнтраімклівае паскарэнне	$a = \frac{v^2}{R}; a = \omega^2 R$
Другі закон Ньютана	$\bar{a} = \frac{\bar{F}}{m}$
Закон Гука	$F_{\text{пружк}} = k \Delta l $
Сіла трэння слізгання	$F_{\text{тр}} = \mu F_{\text{д}}$
Закон сусветнага прыцягнення	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
Сіла Архімеда	$F_{\text{А}} = \rho_{\text{в}} g V_{\text{апуск}}$
Імпульс цела	$\bar{p} = m\bar{v}$
Закон захавання імпульсу	$\overline{p_{\text{сiст}}} = \overline{\text{const}}$
Механічная работа	$A = F \Delta r \cos \alpha$
Магутнасць	$P = \frac{A}{\Delta t}; P = F v \cos \alpha$
Кінетычная энергія	$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$
Патэнцыяльная энергія	$E_{\text{п}} = mgh; E_{\text{п}} = \frac{k(\Delta l)^2}{2}$
Закон захавання энергіі	$E_{\text{поўн}} = \text{const}$

АДКАЗЫ

I. Асновы малекулярна-кінетычнай тэорыі

13. $m_0 = 3,95 \cdot 10^{-25}$ кг. 14. $m_0 = 4,0 \cdot 10^{-26}$ кг. 15. а) $m_{\text{CaO}} = 9,3 \cdot 10^{-26}$ кг;

б) $m_{\text{H}_2\text{CrO}_4} = 2,0 \cdot 10^{-25}$ кг; в) $m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 3,0 \cdot 10^{-25}$ кг.

16. $p = 1,7 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. 17. $E_{\text{к}} = 5,4 \cdot 10^{-21}$ Дж. 18. $E_{\text{к}} = 8,4 \cdot 10^{-21}$ Дж.

19. $N = 2,4 \cdot 10^{25}$. 20. $M = 4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. 21. $\rho = 1,9 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. 22. $N = 1,1 \cdot 10^{21}$.

23. $n = 3,0 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$. 25. $m = 22$ г. 26. $\nu = 10$ моль. 27. $\rho = 32 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

28. $\nu = 2,3$ моль. 29. $\Upsilon \eta = 2 \cdot 10^{19}$ разоў. 30. $\frac{N_1}{N_2} = 3,3 \cdot 10^5$.

31. $q = \frac{e\rho V N_A}{M} = 1,2 \cdot 10^5$ Кл. 32. $n = 1 \cdot 10^{20} \text{м}^{-3}$. 33. $\Upsilon \frac{N_{\text{в.п.}}}{N_{\text{к}}} = 2$ разы.

34. $F_A = \frac{\rho_{\text{в}} g M N}{\rho_{\text{ж}} N_A} = 0,14$ Н. 35. $N = \frac{m N_A \Delta t}{\tau M} = 1 \cdot 10^{19}$.

36. $N = \frac{m N_A V}{h S M} = 5 \cdot 10^9$. 37. $\Delta l = \frac{m_{\text{к}} M_{\text{т}} g}{k M_{\text{к}}} = 40$ мм. 38. $N = 7,5 \cdot 10^{23}$.

39. $N = 3 \cdot 10^{22}$. 40. $\langle M \rangle = \frac{(m_1 + m_2) M_1 M_2}{m_1 M_2 + m_2 M_1} = 38 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. 41. $p = 0,19$ МПа.

42. $n = 5,0 \cdot 10^{25} \text{м}^{-3}$. 43. Паменшыцца ў $\varepsilon = 1,5$ раза. 44. $m = 6$ г.

45. $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 0,5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. 46. $p = 80$ кПа. 47. $\rho = 0,75 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. 48. $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 0,6 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

49. $\frac{p_{\text{H}_2}}{p_{\text{O}_2}} = 4$. 50. He. 51. $N = 2,7 \cdot 10^{25}$. 52. $\Delta \langle v_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\frac{3}{\rho}} (\sqrt{p_2} - \sqrt{p_1}) = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

53. $\Delta p_{\text{имп}} = 5,3 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. 54. $|\Delta p| = 0,78$ МПа. 55. $|\Delta N| = 2,6 \cdot 10^{21}$.

56. $\gamma \eta = \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}} = 1,5$ раз. 57. $\eta = 69\%$. 58. $p = \frac{(N_1 + N_2)p_1 p_2}{p_1 N_2 + p_2 N_1}$.

59. $\langle v_{\text{KB}} \rangle = \sqrt{\frac{\langle v_{\text{KB1}} \rangle^2 + \langle v_{\text{KB2}} \rangle^2}{2}} = 696 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. 60. $V = \frac{V_0(mg + p_0 S)}{mg + ma + p_0 S} = 36 \text{ см}^3$.

61. $\langle v_{\text{KB}} \rangle = \sqrt{\frac{3pSv_r \Delta t}{m}} = 1,12 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. 62. $\langle E_{\text{к}} \rangle = 6 \cdot 10^{-21}$ Дж. 63. Роўныя.

64. $\langle E_{\text{к}} \rangle = 1,2 \cdot 10^{-20}$ Дж. 65. $\langle E_{\text{к}} \rangle = 3 \cdot 10^{-20}$ Дж. 66. $p = 1,6 \cdot 10^5$ Па.

67. $E_{\text{к}} = \frac{3pVM}{2\rho} = 1,2$ кДж. 68. Паменьшыцца ў $\beta = 4$ разы. 69. Павялічыцца ў $\beta = 3,9$ раз.

70. $\langle v_{\text{KB}} \rangle_{\text{CO}_2} = 0,4 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. 71. $\langle E_{\text{к}} \rangle = 6,4 \cdot 10^{-21}$ Дж.

72. $T = 302$ К. 73. $t_2 = 69$ °С. 74. $\eta = 10\%$. 75. У $\beta = 2$ разы.

76. У $\varepsilon = 1,1$ раз. 77. На $\eta = 30\%$. 78. На $\eta = 21\%$. 79. $N = 7,4 \cdot 10^{18}$.

80. $\langle v_{\text{KB}} \rangle = \sqrt{\frac{3kN_A T}{M}} = 0,4 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. 81. $\langle v_{\text{KB}} \rangle_{\text{He}} = 1,4 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

82. $n = \frac{\rho \langle v_{\text{KB}} \rangle^2}{3kT} = 2,4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. 83. $N = 9,8 \cdot 10^{23}$. 84. $T = \frac{2gRM}{9kN_A}$.

85. $\langle v_{\text{KB}} \rangle = \sqrt{\frac{\langle v_{\text{KB1}} \rangle^2 + \langle v_{\text{KB2}} \rangle^2}{2}} = 1,6 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. 86. $p = 8,2$ МПа. 87. У $\beta = 1,2$ раз.

88. На $\eta = 20\%$. 89. У $\alpha = 8$ разоў. 90. У $\varepsilon = 1,2$ раз.

91. $\rho = \frac{p\rho_0 T_0}{p_0 T} = 0,80 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. 92. У $\varepsilon = 6$ разоў. 93. У $\varepsilon = 1,5$ раз.

94. $p_2 = 1,5$ МПа. 95. $V = 24$ л. 96. $T_1 = 3 \cdot 10^2$ К. 97. $t_2 = 51$ °С.

98. $m = 4$ г. 99. $T_{\text{min}} = 5,3 \cdot 10^2$ К. 100. $M = 2 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$. 101. $\tau = 2,5 \cdot 10^3$ с.

102. $|\Delta m| = 0,3$ кг. 103. $|\Delta p| = 3 \cdot 10^4$ Па. 104. $p_2 = 1,9$ МПа.

105. $p = \frac{\rho k N_A T}{M} = 1,4 \cdot 10^8$ Па. 106. $\langle v \rangle = \frac{k N_A m T}{p \tau S M} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

107. $m_{\text{г}} = (\alpha - 1) \left(m + \frac{p_0 S}{g} \right) = 15$ кг. 108. На $\Delta T = \frac{Tmg}{Sp} = 70$ К.

$$109. p = \frac{p_1 p_2 (N_1 + N_2)}{N_1 p_2 + N_2 p_1} = 3,0 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

$$110. p = \frac{p_1 p_2 (v_1 + v_2)}{v_1 p_2 + v_2 p_1} = 3,2 \cdot 10^5 \text{ Па. 111. } V = 18 \text{ л. 112. } p = 4,8 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

$$113. V = 0,17 \text{ м}^3. 114. m = 2,5 \text{ г. 115. Гелий. 116. } M_1 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

$$117. \text{Паменшылася } \epsilon = 4 \text{ разы. 118. } \rho = 2,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. 119. \rho = 0,42 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

$$120. m = \frac{p_1 T_1 p_2 V_2}{p_1 T_2} = 76 \text{ г. 121. } V_2 = \frac{T_2 p_1 V_1}{(p_0 + \rho g h) T_1} = 0,95 \text{ л.}$$

$$122. \text{На } \eta = 44 \%. 123. T_2 = 8,0 \cdot 10^2 \text{ К. 124. } N = \frac{p_2 V T_0}{V_0 p_0 T} = 1 \cdot 10^3.$$

$$125. p_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па. 126. } |\Delta h| = h - \frac{(p_0 S + m_0 g) h T_2}{(p_0 S + m g + m_0 g) T_1} = 81 \text{ мм.}$$

$$127. S = \frac{m_1 g M |\Delta V|}{m_2 R |\Delta T| - p_0 M |\Delta V|} = 0,6 \text{ дм}^2. 128. m_1 = \frac{V_1 M_1 m_2}{V_2 M_2} = 42 \text{ г.}$$

$$129. l_1 = \frac{M_2 L}{M_1 + M_2} = 28 \text{ см. 130. } v_2 = \frac{T_1 V_1 v_1}{T_2 V_1}.$$

$$131. p_0 = \frac{h T_2 \rho g \Delta h}{h (T_2 - T_1) - T_1 \Delta h} = 1 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

$$132. t_2 = \frac{p_0 l T_1}{(p_0 + \rho g \Delta h)(l + \Delta h)} - 273 = 11 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$133. \frac{V_1}{V_2} = \frac{(T - |\Delta t|)(p_0 + \rho a l)}{(T + \Delta t)(p_0 - \rho a l)} = 1,2. 134. p_2 = 58 \text{ кПа.}$$

$$135. |\Delta m| = \frac{p V M (\alpha T_2 - T_1)}{\alpha R T_1 T_2} = 19 \text{ г. 136. } T_2 = 3,6 \cdot 10^2 \text{ К.}$$

$$137. \Delta m = 0,10 \text{ кг. 138. } p_1 = 0,07 \text{ МПа. 139. } \Delta p = 0,83 \text{ МПа.}$$

$$140. \langle E_{\text{к2}} \rangle = 1,1 \cdot 10^{-20} \text{ Дж. 141. } p_2 = 1,1 \text{ МПа. 142. На } \eta = 4 \%.$$

$$143. \Delta m = \frac{p_0 V M}{R T_1 T_2} (T_1 - T_2) = 4,8 \text{ кг. 144. Паменшылася на } \eta = 20 \%.$$

$$145. p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} + \frac{\Delta v R T_2}{V} = 1,0 \text{ МПа. } 146. m_1 = \frac{|\Delta m| T_2 p_1}{T_2 p_1 - T_1 p_2} = 1,3 \text{ кг.}$$

$$147. p = \frac{N_\tau \tau k T}{V} = 18 \text{ кПа. } 148. V = \frac{|\Delta m| T_2}{\rho(T_2 - T_1)} = 15 \text{ м}^3.$$

$$149. V = \frac{(F + mg) RT}{\rho g RT - p M g} = 60 \text{ дм}^3. 150. m_0 = \frac{p_0 V M}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = 19 \text{ г.}$$

$$151. m_{\min} = \frac{V M p_0}{R T} - m - m_0. 152. v = \frac{v R T}{p S \tau} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$153. \langle v \rangle = \frac{0,5 P R T_{\text{к}}}{L \rho_0 S M} = 3,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}. 154. \gamma \alpha = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 1,5 \text{ раза.}$$

$$155. \gamma \alpha = 1,6 \text{ раза. } 156. p = \frac{(m_1 + m_2) p_1 p_2}{p_1 m_2 + p_2 m_1} = 0,24 \text{ МПа.}$$

$$157. \Delta l = \frac{l \Delta T}{2 T} = 20 \text{ мм. } 158. \Delta r = \frac{(\alpha - 1) V}{2(\alpha + 1) S} = 25 \text{ см.}$$

$$159. v = \frac{P h (H - h)}{T R (H - 2h)} = 0,025 \text{ моль. } 160. \gamma \beta = 2 \text{ разы.}$$

$$182. p_2 = 60 \text{ кПа, } p_3 = 30 \text{ кПа. } 183. T_1 = 600 \text{ К, } T_3 = 900 \text{ К.}$$

$$184. V_2 = V_3 = 90 \text{ см}^3. 185. p_2 = 60 \text{ кПа; } p_3 = 3,6 \cdot 10^5 \text{ Па. } 188. \frac{T_{\max}}{T_{\min}} = 4.$$

$$189. p_2 = 105 \text{ кПа. } 190. \gamma \alpha = 1,2 \text{ раза. } 191. p_1 = 75 \text{ кПа.}$$

$$192. V_1 = 70 \text{ см}^3. 193. p_2 = 65 \text{ кПа. } 194. m = \frac{\rho V (p_0 - p)}{p_0} = 40 \text{ г.}$$

$$195. h = \frac{(\alpha^3 - 1) p_0}{\rho g} = 70 \text{ м. } 196. h_1 = \frac{(p_0 + \rho g h_2) F_{A2} - p_0 F_{A1}}{\rho g F_{A1}} = 6,0 \text{ м.}$$

$$197. |\Delta V| = \frac{|\Delta p| (V - V_1)}{p_0 - |\Delta p|} = 0,03 \text{ л. } 198. F = \frac{p_1 \Delta r S^2}{V_1 - \Delta r S} = 60 \text{ Н.}$$

$$199. F_{\text{тр}} = \frac{p_0 \Delta l \pi r^2}{l - \Delta l} = 15 \text{ Н. } 200. m_2 = \frac{\alpha (\beta - 1) m_1}{\alpha - 1} = 4 \text{ кг.}$$

$$201. a = \frac{(\alpha^2 - 1)p_0 S}{2\alpha m}. \quad 202. p_1 = \frac{2p(p - \Delta p)}{2p - \Delta p}. \quad 203. \Delta l = \frac{(\alpha - 1)l}{2(\alpha + 1)}.$$

$$204. p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}. \quad 205. \tau = \frac{\alpha V}{V_\tau} = 2,7 \cdot 10^2 \text{ с}. \quad 206. N = \frac{Vp}{V_0 p_0} = 30.$$

$$207. p = \frac{p_0 V^n}{(V + V_0)^n} = 41 \text{ кПа}. \quad 208. \text{На } \Delta h = \left(\frac{V}{S}\right) \left(\frac{p}{p_0} - 1\right).$$

$$209. V_0 = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{p_2 - p_1}. \quad 210. l = \frac{2l_1(p_0 - \rho g l_1)}{p_0 - 2\rho g l_1} = 1 \text{ м}. \quad 211. p_0 = 0,1 \text{ МПа}.$$

$$212. p = \frac{\rho g l^2}{4h - 2l} = 100 \text{ кПа}. \quad 213. p_0 = \frac{\rho g (l - l_0)^2}{l_0} = 99 \text{ кПа}.$$

$$214. h = \frac{p_0 l}{p_0 + \rho g \Delta h} - \Delta h = 61 \text{ см}. \quad 215. l = \frac{-p_0 + \sqrt{p_0^2 + 4\rho g p_0 l_0}}{2\rho g} = 30 \text{ см}.$$

$$216. l = \frac{h_1(p_0 + \rho g h_1) - h_2(p_0 - \rho g h_2)}{\rho g (h_1 + h_2)} = 69 \text{ см}.$$

$$217. p_1 = \frac{\rho g l \left((L - l)^2 - 4\Delta l^2 \right)}{4\Delta l (L - l)} = 51 \text{ кПа}. \quad 218. \text{а) } l_1 = \frac{p_0 l}{p_0 + \rho g l_0} = 23 \text{ см};$$

$$\text{б) } l_2 = \frac{p_0 l}{p_0 - \rho g l_0} = 41 \text{ см}. \quad 219. \omega = \sqrt{\frac{2p_0 \Delta l}{2\rho h (l_0 + \Delta l)^2 + \rho h^2 (l_0 + \Delta l)}} = 5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

$$220. H = 30 \text{ м}. \quad 221. V_2 = 0,6 \text{ м}^3. \quad 222. \text{У } \alpha = 3 \text{ разы}. \quad 223. \Delta t = 87^\circ \text{С}.$$

$$224. T_2 = 500 \text{ К}. \quad 225. \text{На } \eta = 15 \%. \quad 226. V_2 = 0,55 \text{ дм}^3. \quad 227. \Delta l = 1 \text{ см}.$$

$$228. \text{На } \eta = 5 \%. \quad 229. m = 60 \text{ г}. \quad 230. t_2 = -23^\circ \text{С}. \quad 231. T_1 = 3 \cdot 10^2 \text{ К}.$$

$$232. p_1 = 5,5 \text{ МПа}. \quad 233. \Delta p = 0,2 \cdot 10^5 \text{ Па}. \quad 234. m = 4,6 \text{ кг}.$$

$$235. T_{\text{кан}} = 3 \cdot 10^2 \text{ К}. \quad 236. T_2 = T_0 \frac{p_2 V_1}{p_0 V_0}. \quad 237. T_2 = 1,8 \cdot 10^3 \text{ К}.$$

$$238. p_4 = p_1 \frac{V_1 T_3}{T_1 V_4} = 1,6 \cdot 10^6 \text{ Па}. \quad 239. T_{\text{min}} = 3,9 \cdot 10^2 \text{ К}.$$

$$240. T_2 = \sqrt{T_1 T_3} = 300 \text{ К}. \quad 267. m = 46 \text{ г}. \quad 268. p_1 = 7 \text{ кПа}; \quad p = 12 \text{ кПа};$$

$m = 17 \text{ мг}$. **269.** $V_1 = 1,7 \text{ м}^3$; $p = 47 \text{ кПа}$. **270.** а) $\varphi = 50 \%$; б) $\rho_{\text{п}} = 8,2 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$;

в) $t_{\text{п}} = 8 \text{ }^\circ\text{C}$. **271.** $p = 1,2 \text{ кПа}$; $\rho_{\text{п}} = 8,8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$. **272.** $N = 1,5 \cdot 10^{25}$.

273. $\rho_{\text{п}} = 9,7 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$; $\varphi_2 = 72 \%$. **274.** $\Delta m = 0,23 \text{ кг}$. **275.** $\Delta m = 1,3 \text{ кг}$.

276. $\Delta m = 0,25 \text{ кг}$. **277.** Выпадзе: $m = 3 \text{ г}$. **278.** $\rho_{\text{п}2} = 13 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

279. $\varphi_2 = 68 \%$. **280.** $\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2} = 46 \%$. **281.** $m = 86 \text{ кг}$.

282. $\tau = 15 \text{ мин}$. **283.** $\frac{\rho_{\text{п}2}}{\rho_{\text{п}1}} = 2,6$. **284.** $N = 2 \cdot 10^3$. **285.** $\varphi_2 = 57 \%$.

286. а) $t_{\text{C}} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{B}} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$; б) $t_{\text{C}} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{B}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$. **287.** а) $\varphi_1 = 100 \%$,

$\varphi_2 = 56 \%$; б) $t_{\text{B}} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$. **288.** $\varphi = 60 \%$, $p_{\text{п}} = 0,96 \text{ кПа}$.

289. $p = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. **290.** $\varphi_1 = 90 \%$.

II. Асновы тэрмадынамікі

291. $U = 0,21 \text{ кДж}$. **292.** $U = 16 \text{ кДж}$. **293.** $T = 294 \text{ К}$.

294. $n = 2,4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. **295.** $U = 0,4 \text{ кДж}$. **296.** $U = 1,2 \text{ Дж}$.

297. $U = 0,18 \text{ кДж}$. **298.** $\rho = 39 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$. **299.** $\Delta h = 20 \text{ см}$. **300.** $U = 2 \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

301. $U_{\text{max}} = U_{\text{B}}$, $U_{\text{min}} = U_{\text{A}}$. **304.** $U = 24 \text{ кДж}$. **305.** $\Delta U = 0,5 \text{ кДж}$.

306. У $n = 1,4$ раза. **307.** Паменшылася ў $n = 2,5$ раза. **308.** На $\eta = 20 \%$.

309. $\Delta U = 6,2 \text{ кДж}$. **310.** $\Delta U = 0,15 \text{ кДж}$. **311.** $\Delta U = 93 \text{ кДж}$.

312. $\nu_1 = 6 \text{ моль}$. **313.** $U_{\text{пач}} = U_{\text{кан}}$. **314.** Паменшылася ў $\varepsilon = 8$ разоў.

315. На $\Delta U = \frac{3}{2} pV \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) = 0,56 \text{ Дж}$.

316. $\Delta U = \frac{3}{2} \left(\frac{m_{\text{п}} g}{S} + p_0 \right) V_1 (\alpha - 1) = 18 \text{ кДж}$. **317.** $T_1 = \frac{\Delta U}{12\nu R} = 100 \text{ К}$.

$$318. \Delta U = \frac{3(1-\alpha)}{2\alpha} \nu RT_0 = -1,9 \text{ кДж. } 319. p_1 = \frac{2\beta\Delta U}{3V_1(1-\beta)} = 4 \text{ кПа.}$$

$$320. \Delta U = \frac{3}{2} \nu RT_1 (\sqrt{n^3} - 1). \quad 321. A = 1,5 \text{ кДж. } 322. \Delta V = 6,2 \text{ л.}$$

$$323. A = 0,83 \text{ кДж. } 324. \Delta T = 290 \text{ К. } 325. A = \frac{2}{3} \Delta U = 40 \text{ кДж.}$$

$$326. \text{У } 16 \text{ разоў. } 327. V_1 = \frac{A}{p(n-1)} = 30 \text{ дм}^3. \quad 328. A = \nu RT_1 (n-1) = 11 \text{ кДж.}$$

$$329. A = 5 \text{ кДж. } 330. V_1 = 0,20 \text{ дм}^3.$$

$$331. A = \left(p_0 + \frac{m_{\text{нг}} g}{S} \right) V_1 (n-1) = 0,6 \cdot 10^5 \text{ Дж. } 332. \text{На } |\Delta T| = \frac{A_{\text{зн}} T_1}{p V_1} = 50 \text{ К.}$$

$$333. A = \left(p_0 + \frac{m_{\text{нг}} g}{S} \right) h_1 S \frac{\Delta T}{T_1} = 80 \text{ Дж. } 334. \text{На працэсе } 1-2.$$

$$335. \text{На працэсе } 2-3. \quad 336. \text{На працэсе } 2-3. \quad 337. A = 3\nu RT_1 = 14 \text{ кДж.}$$

$$338. A_{\text{зн}} = (n-1) \frac{m}{M} RT_1. \quad 339. A = 2NkT_1 = 2 \text{ кДж. } 340. A = 2,6 \text{ кДж.}$$

$$341. A_{12} > 0, A_{23} > 0, A_{34} < 0, A_{41} < 0. \quad 342. A_{12} > 0, A_{23} > 0, A_{45} < 0, A_{51} < 0.$$

$$343. A = 1 \text{ кДж. } 344. A = 7p_0 V_0 = 7 \text{ кДж. } 345. A = 60 \text{ кДж. } 346. A = 28 \text{ кДж.}$$

$$347. A = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) = 24 \text{ кДж. } 348. A_{23} = \frac{3}{2} \Delta U_{12} = 42 \text{ кДж.}$$

$$349. A_{23} = \frac{2}{3} \Delta U_{13} = 40 \text{ Дж. } 350. A_{12} = \frac{\Delta U_{23}}{4} = 19 \text{ кДж.}$$

$$351. A_{13} = 0,75 \text{ кДж. } 352. A = \frac{\nu R \Delta T}{2} = 0,17 \text{ кДж.}$$

$$353. A = \frac{3\nu RT_1}{4} = 5 \text{ кДж. } 354. \text{У } n = \frac{AM_1 M_2}{(m_1 M_2 + m_2 M_1) RT_1} + 1 = 4,4 \text{ раза.}$$

$$355. A = 0,21 \text{ кДж. } 357. Q = 0,42 \text{ МДж. } 358. t = 37 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$359. t_2 = 11 \text{ }^\circ\text{C. } 360. m_2 = 6,4 \text{ кг. } 361. V_1 = 80 \text{ л. } 362. m_4 = 0,33 \text{ кг.}$$

$$363. C_1 = 54 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}. \quad 364. t = 50 \text{ }^\circ\text{C. } 365. m_3 = 8 \text{ кг. } 366. t = 55 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$369. Q = 13,2 \text{ кДж. } 370. Q = 2,5 \text{ МДж. } 371. m_1 = 4,2 \text{ кг.}$$

372. $m_2 = 34$ кг. 373. $m_2 = 13$ кг. 375. $Q = 242$ кДж. 376. $m = 60$ г.

377. $m_0 = 0,8$ кг. 378. $m_3 = 93$ г. 379. $\eta = 13$ %. 380. $\tau = 17$ мин.

382. $A = 100$ Дж; $p = 50$ кПа. 383. $\Delta V = 4$ дм³; $U_2 = 0,8$ кДж.

384. $Q = 1,8$ кДж. 385. $A = 1,0$ кДж; $\Delta U = 1,5$ кДж. 386. $\Delta U = 90$ кДж;

$A = 60$ кДж; $Q = 0,15$ МДж. 387. $\eta_{\Delta U} = 60$ %; $\eta_A = 40$ %. 388. $Q = 95$ кДж.

389. $Q = 0,24$ МДж. 390. $\Delta U = 180$ Дж. 391. $A = 240$ Дж. 392. $\Delta r = 20$ см.

393. $\Delta r = 56$ см. 394. $\Delta U = 52$ Дж, $A = 35$ Дж, $Q = 87$ Дж.

395. $Q_{23} = 15$ кДж. 396. $t_1 = -32$ °С; $Q = 0,10$ МДж.

397. $v = \frac{2Q}{5(k-1)RT_1} = 0,2$ моль. 398. $Q = \frac{5}{2}pV_1(k-1) = 1$ кДж.

399. $t_1 = 69$ °С. 400. 1—2 — аддаваў; 2—3 — атрымліваў.

401. $Q = -83$ кДж. 402. $Q_{BC} > Q_{AB} > Q_{CD}$. 403. $Q_{13} = 28$ Дж.

404. $A_{23} = Q - \frac{5}{2}p_1(V_2 - V_1) = 0,60$ кДж. 405. $Q = 216$ кДж.

406. $Q = 24p_0V_0 = 24$ кДж. 407. $A_{23} = 12$ Дж.

408. $Q_{23} = \frac{20A_{12}}{3} = 80$ кДж. 409. $\Delta U_{12} = 400$ Дж. 410. $T_1 = 302$ К.

411. $\Delta U = 7,2$ кДж. 412. $Q_2 = -50$ Дж. 413. $\Delta U = 75$ Дж.

414. $Q = \frac{11}{2}vRT_1 = 11$ кДж. 415. $Q = \frac{13}{2} \frac{m}{M} RT_1 = 31$ кДж.

416. $Q = 23$ кДж. 417. $Q = \frac{5}{2n}vRT_1(k-1) = 21$ кДж. 418. У $n = 6$ разоў.

419. $p_1 = \frac{2Q - 3p_3V_2}{2V_2 - 5V_1} = 0,20$ МПа. 420. $Q = \frac{3}{2}vRT_1(n^2 - 1)$.

421. $Q = 79$ кДж; у $n = 3$ разы. 422. $Q = 75$ кДж. 423. $T_1 = 2,0 \cdot 10^2$ К.

424*. $T = \frac{v_1T_1 + v_2T_2}{v_1 + v_2} = 360$ К. 425. $p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2} = 0,20$ МПа.

426. $Q_2 - Q_1 = 0,40$ МДж. 427. $Q = 2 \frac{m}{M} R\Delta T = 0,33$ кДж.

428. $Q = 2\nu R\Delta T = 6,2$ кДж. 429. У $k = 2$ разы. 430. $T_2 = \frac{6}{7}T_1$.
433. $Q_1 = 18 p_0 V_0$. 434. $V_0 = 0,5$ м³. 435. $|Q_{\text{алдан}}| = 0,46$ МДж. 436. $A = 30$ Дж.
437. $A = 0,1\nu R\Delta T = 0,25$ кДж. 438. $A = Q_{23} - \nu R(T_4 - T_1) = 3,1$ кДж.
439. $A = \frac{\nu M}{3} (\langle v_{\text{кв1}} \rangle)^2 = 6,4$ кДж. 440. $A = \frac{m}{M} R(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2 = 1,1$ кДж.
441. $A_{12} = 30$ кДж. 442. $\eta = 20$ %. 443. $\eta = 20$ %.
444. $\eta_2 = 25$ %. 445. $\eta_2 = 44$ %. 446. $\eta_2 = 32$ %.
447. а) $A = 2$ кДж; б) $Q_1 = 13$ кДж; в) $Q_2 = -11$ кДж; г) $\Delta U_{\text{max}} = 9$ кДж;
д) $\eta = 15$ %. 448. $\eta = 15$ %. 449. $\eta = 12$ %. 450. $\eta = 14$ %. 451. $\eta = 17$ %.
452. $\eta = 14$ %. 453. $A = \frac{\nu RT_1(3\eta + 2)}{2(1 - \eta)} = 1,9$ кДж, дзе $\eta = 0,13$.
454. $\eta = 20$ %. 455. $\eta = 10$ %. 456. $\eta = 50$ %. 457. $A = 7,5$ кДж.
458. $p_1 = 6,4 \cdot 10^5$ Па. 459. $\eta = \frac{A_{12} - A_{31}}{2,5A_{12}} \cdot 100\% = 16$ %.
460. $n = \frac{4\eta + 1}{1 - 4\eta} = 3$, дзе $\eta = 0,125$. 461. $N = \frac{\eta_3 q \rho V}{\langle P \rangle \tau \cdot 100\%} = 114$.
462. $v = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. 463. $\eta_3 = 42$ %. 464. $P = 17$ кВт. 465. $F_c = 1,0$ кН.

III. Электростатыка

476. $q_3 = 2|q_1|$. 477. $q = -17e$. 478. $N = 2,0 \cdot 10^{10}$. 479. $N = 60$.
480. $q = -1,6$ Кл. 481. $m = 4,1 \cdot 10^{-21}$ кг. 482. $\Delta q = 6$ нКл.
483. $q_1 = 0,2$ нКл, $q_2 = 0,6$ нКл. 484. $n = 1,8$. 485. $q_2 = -\frac{3}{2}q_1$.
486. $q_1 = -12$ мкКл і $q_2 = 60$ мкКл. 487. а) $q_1 = q_2 = q_3 = 20$ пКл;
б) $q_1 = q_3 = 30$ пКл, $q_2 = 0$. 488. $q = \frac{2eUN_A}{3RT}$. 489. $q = 9,63 \cdot 10^4$ Кл.
490. $q = 5,4 \cdot 10^3$ Кл. 493. $F = 0,54$ мН. 494. $q = 0,02$ мкКл.
495. $r = 6$ см. 496. $\varepsilon = 2$. 497. $\varepsilon = 2,0$. 498. $q_2 = 8$ мкКл. 499. $r = 40$ см.

500. $N = 2,0 \cdot 10^{10}$. 501. $F_x = 72$ мН, $F_y = 54$ мН. 502. $F_0 = 48$ мН.

503. Паменшыцца ў 1,8 раза. 504. $F_0 = \frac{4}{3} \Delta F = 16$ мкН. 505. $F = 88$ мН.

506. $r_2 = 50$ см. 507. $r_1 = 12$ см. 508. $r = 0,3$ м. 509. $F_2 = 0,90$ мкН.

510. $|q| = 3$ нКл або $|q| = 75$ нКл. 511. Паменшыўся на 20 %, павялі-

чыўся на 80 %. 512. $q_1 = \frac{kQ - \sqrt{(kQ)^2 - 4k\epsilon F r^2}}{2k} = 2$ мкКл, $q_2 = 4$ мкКл.

513. $|q_2| = \frac{mgr^2}{kq_1} = 0,10$ мкКл. 514. $r_{\max} = \sqrt{\frac{k|q_1||q_2|}{F - mg}} = 18$ мм.

515. $|q_0| = 4l \sin \frac{\varphi}{2} \sqrt{\frac{mg}{k} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} = 0,32$ мкКл.

516. $|q| = 2l \sin 45^\circ \sqrt{\frac{mg}{k}} = 4,0$ мкКл. 517. $|q| = 0,96$ мкКл.

518. $q = r \sqrt{\frac{mg(n-1)}{nk}} = 10$ нКл. 519. $|q| = l \sqrt{\frac{mg}{k}} = 0,2$ мкКл.

520. $q_2 = -1$ мкКл. 521. $\alpha = 45^\circ$. 522. $T = 2\pi l \sqrt{\frac{ml \cos \alpha}{mgl^2 + 2kq^2 \cos \alpha}}$.

523. $\frac{q_2}{m_2} = -\frac{\omega^2 r^3}{kq_1} = -15 \frac{\text{мкКл}}{\text{кг}}$. 524. $h = \frac{2g}{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 0,8$ м.

525. $\omega = \frac{|q|}{2R} \sqrt{\frac{3k}{mR}} = 15 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. 526. $\omega_2 = \sqrt{\omega_1^2 - \frac{kq^2}{mr^3}} = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

527. $F = \frac{mg}{\cos \alpha} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l^2}$. 528. $F = \frac{kq^2}{l^2} - \frac{m(g+a)}{\operatorname{tg} 60^\circ} = 0,15$ Н.

529. $F = \frac{3k|q_1||q_2|}{l^2} = 27$ мН. 530. $\rho = \frac{\epsilon \rho_{\text{в}}}{\epsilon - 1} = 1,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

531. $F = 4$ мН. 532. $\Delta r = \frac{|q_1|}{2} \sqrt{\frac{k}{mg} - \frac{3mg}{k_{\text{ср}}}} = 0,12$ м.

533. $F = \frac{k|q|^2}{r^2} \left(1 - \frac{\rho(\epsilon-1)}{\rho_r \epsilon} \right)$, $m = \frac{k|q|^2}{r^2} \frac{\rho(\epsilon-1)}{\rho_r \epsilon}$. 534. $F = 1,0$ мН.

535. $F = 0,54$ мН. 536. $\frac{q_1}{|q_2|} = 4$. 537. а) у 3 разы; б) у 9 разоў.

538. У 3 разы. 539. $F_3 = 136$ мН. 540. $F_2 = 5$ мН. 541. $q_0 = -\frac{4}{9}q$; $r_1 = \frac{l}{3}$.

542. У 2,2 раза. 543. $F_3 = 1,5$ мН. 544. $F = \frac{\sqrt{3}k|q_1||q_2|}{r^2}$; $F' = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$.

545. $q_1 = 3q_2$. 546. $F = \frac{\sqrt{3}kq^2}{a^2}$, $q_0 = -\frac{\sqrt{3}}{3}q$. 547. $F = \frac{k|q|^2}{\varepsilon a^2}$. 548. $F = 0,03$ Н.

549. $F = 2$ Н. 550. $F_1 = 24$ мкН; $F_2 = 32$ мкН. 551. $F = 10$ мкН.

552. $F = \frac{kq^2}{2R^2}\sqrt{13} = 18$ Н. 553. $q_0 = -3,2$ мкКл. 554. $F = 9,0$ мкН.

555. $F = \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)\frac{kq^2}{a^2}$, $q_0 = -\left(\frac{1}{4} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)q$. 556. $|q| = \frac{Fa^2}{4\sqrt{2}kq_0} = 0,40$ мкКл.

557. У 3 разы. 558. $F_{24} = \frac{k}{l^2}\left(q_2q_4 - \frac{\sqrt{3}q_1q_3}{9}\right) = 49$ мкН.

559. $q = l\sqrt{\frac{2}{5}\pi\varepsilon_0k_{\text{ср}}(l-l_0)}$. 560. $q = 4l_0\sqrt{\pi\varepsilon_0k_{\text{ср}}l_0}$. 561. $E = 75 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

562. $q = 20$ нКл. 563. $F = 84$ мН. 564. $F = 9$ мкН. 565. $F = 4 \cdot 10^{-16}$ Н.

566. $q = \frac{mgtg\alpha}{E} = 2,5$ мкКл. 567. а) $E = 0,10 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $a = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$;

в) $a = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. 568. а) $F = 0,14$ Н; б) $F = 20$ мН; в) $F = 0,10$ Н.

569. $E = \frac{k|\Delta x|}{q}$. 570. $F = \sqrt{(mg)^2 + (qE)^2} - 2mgqE \cos \alpha = 20$ мН.

571. $E = \frac{2mg}{q} = 40 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. 572. $v = \frac{q_p E \Delta t}{m_p} = 2,9 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

573. $s = \frac{m_e v_0^2}{2eE}$; $\Delta t = \frac{m_e v_0}{eE}$. 574. $E = 2 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

575. $E = \frac{k|q_1||q_2|(m_1 + m_2)}{l^2(|q_1|m_2 + |q_2|m_1)} = 27 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. 576. $E = 30 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

577. $m = \frac{\rho_2 q E}{g(\rho_2 - \rho_1)} = 4,5$ г. 578. $E = \frac{4\pi R^3 g(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{г}})}{3|q|}$.

$$579. n = \frac{\varepsilon(\rho_{\text{ал}} - \rho_{\text{в}})}{\rho_{\text{ал}}} = 51 \text{ раз. } 580. \frac{q}{m} = \frac{dv_0^2}{El^2} = 9,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}.$$

$$581. \Delta t = \sqrt{\frac{dm_e}{eE}}; v = \sqrt{v_0^2 + \frac{eEd}{m_e}}. 582. \text{У } 2,0 \text{ раза. } 583. v_0 = l \sqrt{\frac{eE}{2m_e h}}.$$

$$584. \omega = \sqrt{\frac{qE + mg}{ml \cos \alpha}}; F = \frac{qE + mg}{\cos \alpha}; E_{\text{к}} = \frac{(qE + mg) l \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha}{2}.$$

$$585. \text{Паменшыцца } \ddot{y} \quad n = \sqrt{\frac{qE + mg}{mg}} = 2 \text{ разы. } 586. q = 50 \text{ нКл.}$$

$$587. r = 0,3 \text{ м. } 588. E = 1,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}. 589. \text{У } 9 \text{ разоў. } 590. E_2 = 0,10 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}.$$

$$591. \text{На } |\Delta q| = 2,0 \text{ нКл. } 592. E = \frac{4E_A E_C}{(\sqrt{E_A} + \sqrt{E_C})^2} = 576 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

$$593. E_B = 0,3 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}. 598. E = 1,2 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}. 599. E = 0,8 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}.$$

$$602. r = 1,5l = 15 \text{ см. } 603. l = \left(1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\right) r = 55 \text{ см. } 604. E = 32 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}.$$

$$605. E_1 = 0,20 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}. 606. n = 9. 607. E_A = \frac{49 k|q|}{36 l^2}. 608. \text{а) } E_{Cx} = 0 \frac{\text{В}}{\text{м}};$$

$$E_{Dx} = 125 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}; \text{б) } E_{Cx} = 200 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}; E_{Dx} = -75 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}; \text{в) } E_{Cx} = -200 \frac{\text{кВ}}{\text{м}};$$

$$E_{Dx} = 75 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}; \text{г) } E_{Cx} = 0 \frac{\text{В}}{\text{м}}; E_{Dx} = -125 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}. 609. E = 2,0 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}.$$

$$610. E = 30 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}. 611. q_3 = -3,6 \text{ мкКл. } 612. E = \frac{2k|q| \cos 30^\circ}{r^2}.$$

$$613. \text{а) } E = \frac{2k|q| \sqrt{r_2^2 - (r_1/2)^2}}{r_2^3} = 36 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}; \text{б) } E = \frac{k|q|r_1}{r_2^3} = 27 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}.$$

$$614. E = \frac{k|q|\sqrt{2}}{a^2} = 28 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}. 615. E = \frac{k|q|}{r^2} = 0,50 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}. 616. E_0 = 45 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

$$617. E = \frac{k(|q_1| + |q_2|)}{a^2}. 618. E = \frac{k(|q_1 + q_2 + q_3|)(1 + 2\sqrt{2})}{6a^2} = 8,6 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}.$$

619. $E = \frac{4k\sqrt{9(|q_1|+|q_2|)^2 + q_1^2}}{3a^2} = 15 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. 620. $E = 21 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. 621. BC, DM.
622. $A_1 = A_2$. 623. $A = -5 \text{ мкДж}$. 624. $A = 30 \text{ мкДж}$; $W_{\text{II}} = -30 \text{ мкДж}$.
625. а) $A_{AB} = 0 \text{ Дж}$; б) $A_{AC} = 1,5 \text{ мДж}$; в) $A_{CB} = -1,5 \text{ мДж}$.
626. $\varphi = 0,15 \text{ кВ}$. 627. $W_{\text{II}2} = -2 \text{ мДж}$. 628. $A = 96 \text{ нДж}$;
 $\Delta W_{\text{II}} = -96 \text{ нДж}$. 629. $\varphi_2 = 30 \text{ В}$. 630. $q = -72 \text{ мкКл}$. 631. $A = 6,0 \text{ мкДж}$.
632. а) $\varphi_A - \varphi_B = \pm 6,0 \text{ кВ}$; б) $\varphi_A - \varphi_B = 0 \text{ В}$; в) $\varphi_A - \varphi_B = 3,0 \text{ кВ}$.
633. $N = 3 \cdot 10^4$. 634. $m = 4,0 \text{ г}$. 635. $\Delta t = 90 \text{ мс}$. 636. $q = \frac{mgd}{2U} = 5,0 \text{ фКл}$.
637. $v = 2 \frac{\text{Мм}}{\text{с}}$. 638. $U_{\text{max}} = \frac{2d^2|\varphi_1 - \varphi_2|}{l^2} = 1,8 \text{ кВ}$.
639. $(E_{\kappa})_0 = \frac{q_p l U}{d \sin 2\alpha}$. 640. $\varphi = 54 \text{ В}$. 641. $q = 0,60 \text{ нКл}$.
642. $r = 81 \text{ мм}$. 643. а) $\varphi_A - \varphi_B = 0,45 \text{ кВ}$; б) $\varphi_A - \varphi_B = 0,10 \text{ кВ}$.
644. \sqrt{n} разоў. 645. $l = \frac{kq(\varphi_A - \varphi_B)}{\varepsilon\varphi_A\varphi_B} = 54 \text{ см}$. 646. $\varphi = \frac{10q}{3\pi\varepsilon_0 l}$; $E = \frac{4q}{3\pi\varepsilon_0 l^2}$.
647. $\varphi_O = \frac{2\varphi_A\varphi_C}{\varphi_A + \varphi_C} = 15 \text{ В}$. 648. $\varphi = 72 \text{ кВ}$. 649. $E = 0,99 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.
650. $E_x = -36 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. 651. $\varphi = 90 \text{ В}$. 652. $\varphi = 0 \text{ В}$; $E = 90 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. 653. $\varphi = 0,54 \text{ кВ}$.
654. $\varphi = 80 \text{ В}$. 655. $\varphi = 2,1 \text{ В}$. 656. $\varphi = \frac{\sqrt{2}q}{\pi\varepsilon_0 a}$. 657. $\varphi_0 = -36 \text{ В}$.
658. $\varphi = -0,27 \text{ кВ}$; $E = 4,5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. 659. $\varphi = 0,75 \text{ кВ}$. 660. $a = 60 \text{ см}$.
661. $A = \frac{kq}{6l} \left(\frac{q_1}{2} + q_2 \right)$. 662. $A_{\text{min}} = kq^2 \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) = 72 \text{ мДж}$.
663. $A = 8,1 \text{ мДж}$. 664. $A = kq(q_1 - q_2) \left(\frac{1}{\sqrt{r_1^2 + r_2^2}} - \frac{1}{r_2} \right) = 0,90 \text{ мДж}$.
665. $A = 2,6 \text{ мкДж}$. 666. $A = q_0 \sqrt{\frac{kq}{\varepsilon}} (\sqrt{E_1} - \sqrt{E_2})$. 667. $v = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$668. v_0 = \sqrt{\frac{2q(\varphi_1 - \varphi_2)}{(k-1)m}}; v = \sqrt{\frac{2kq(\varphi_1 - \varphi_2)}{(k-1)m}}. \quad 669. \frac{(E_k)_\alpha}{(E_k)_\beta} = 2; \frac{v_\beta}{v_\alpha} = \sqrt{2}.$$

$$670*. W_{II} = 0,10 \text{ кДж}. \quad 671*. W_{II} = 45 \text{ мДж}. \quad 672*. W_{II} = 12 \text{ мкДж}.$$

$$673*. A_{\min} = \frac{0,5kq^2}{a} = 10 \text{ нДж}. \quad 674*. v = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$675*. v = \sqrt{\frac{4kq_0q}{am} + \frac{kq^2}{am}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad 676*. r_{\min} = \frac{kq_e^2}{m_e v_0^2}. \quad 677*. r_{\min} = \frac{5kq_p^2}{m_p v^2}.$$

$$678*. k_{\text{срп}} = 90 \frac{\text{Н}}{\text{м}}. \quad 679*. P_{\min} = l_0 \sqrt{1,5k_{\text{срп}}m} = 0,036 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$680*. \mu = \frac{kq^2}{m g r_1 r_2} = 0,10. \quad 681*. m = \frac{kq^2}{\mu g l(l+2s)} = 25 \text{ г}. \quad 682*. v_0 = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$683*. v_{\max} = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad 684*. v_{\min} = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad 685*. v_{\min} = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$686*. v_{\min} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad 687*. r_{\max} = 30 \text{ м}. \quad 688*. v_{\min} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$689*. q = \frac{hl(E_C + E_A - 2E_B)}{2kq_0(l-h)} = 20 \text{ мкКл}. \quad 690. E_k = \frac{(eEt)^2 + (m_e v_0)^2}{2m_e}.$$

$$691*. v = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad 692*. v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(mgh + \frac{kq_1q_2}{h} - \frac{kq_1q_2 \tan \alpha}{h} \right)} = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$693*. E_k = 29 \text{ Дж}. \quad 694*. v_{\min} = \sqrt{\frac{kq|Q|}{5\sqrt{5}tm} + 5gl} = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$695. A_1 = A_3 > A_2. \quad 696. \text{ а) } E_1 > E_2; \text{ б) } \varphi_1 > \varphi_2. \quad 698*. \varphi_A = 40 \text{ В};$$

$$\varphi_B = \varphi_C = 20 \text{ В}. \quad 699. \text{ а) } E_1 < E_2; \text{ б) } \varphi_1 > \varphi_2. \quad 700. A = 1,8 \text{ мДж}.$$

$$701*. \text{ а) } C_M = C_{\text{ал}}; \text{ б) } C_M < C_{\text{ал}}. \quad 702. \text{ Не}. \quad 707. C = 30 \text{ пФ}.$$

$$708. U = 0,92 \text{ кВ}. \quad 709. C = 0,25 \text{ нФ}. \quad 710. \frac{q_2}{q_1} = 50. \quad 711. \frac{U_2}{U_1} = 25.$$

$$712. d = 10 \text{ мм}. \quad 713. \varepsilon = 6. \quad 714. \varepsilon = 8. \quad 715. \text{ а) павялічыцца; б) павя-$$

$$\text{лічыцца. } \quad 716. \text{ а) павялічыцца ў 2 разы; б) павялічыцца ў 3 разы}.$$

717. $C = 5 \text{ мкФ}$. 718. $E = 2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$. 719. $E = 28 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

720. $F = \frac{\varepsilon_{\text{п}} \varepsilon_0 S U^2}{2d^2} = 2,5 \text{ мН}$. 721. $d = 0,8 \text{ мм}$. 722. $U = 39 \text{ В}$.

723. $U_2 = 0,12 \text{ кВ}$. 724. $U_2 = 0,4 \text{ кВ}$. 725. $U = 50 \text{ В}$.

726. $U_2 = 32 \text{ В}$. 727. $\varepsilon = \frac{|\Delta q| d}{\varepsilon_0 \pi R^2 U} + 1 = 2,4$. 728. $U_2 = 2 \text{ кВ}$.

729. На $|\Delta U| = 0,1 \text{ кВ}$. 730. $|\Delta q| = \frac{\varepsilon_0 S U (\varepsilon - 1)}{d}$. 731. $l_{\text{max}} = d \sqrt{\frac{2CE_{\text{к}}}{qQ}}$.

732. $Q = 9,1 \text{ мкКл}$. 733. $Q = \frac{E_{\text{к}} C d \sin 2\alpha}{el}$. 735. $W = 0,16 \text{ Дж}$.

736. $W = 0,72 \text{ мДж}$. 737. $q = 17 \text{ мкКл}$. 738. а) $W_1 = 1 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$;

б) $W_2 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$. 739. $W = 1,8 \text{ мДж}$. 740. $d = 6,0 \text{ мм}$. 741. $S = 0,064 \text{ м}^2$.

742. На $\Delta t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. 743. $\langle P \rangle = 10 \text{ МВт}$. 744. $A = 60 \text{ мДж}$.

745. Павялічылася ў ε разоў. 746. $n = \frac{2A\varepsilon_0 S}{q^2 d} + 1 = 4$ разы.

747. $\varepsilon = \frac{W + A}{W} = 4,5$. 748. $A = \frac{C\varepsilon(\varepsilon - 1)U^2}{2} = 50 \text{ Дж}$. 749*. $A = 80 \text{ мДж}$.

750. $W_2 = 24 \text{ мкДж}$.

IV. Пастаянны электрычны ток

751. $q = 27 \text{ кКл}$. 752. $N = 6 \cdot 10^{21}$. 753. $R = 4,4 \text{ Ом}$.

754. $n = 8$ разоў. 755. $S_{\text{тонк.}} = 0,4 \text{ мм}^2$. 756. $m_2 = 4m_1$. 757. $R_0 = 12 \text{ Ом}$.

758. $R = 2 \text{ Ом}$. 759. $I_1 = 0,2 \text{ А}$; $I_2 = 0,6 \text{ А}$; $I_3 = 0,4 \text{ А}$.

760. На $N = 6$ частак. 761. $R_1 = 10 \text{ Ом}$ і $R_2 = 30 \text{ Ом}$. 762. $U_2 = 90 \text{ В}$.

763. $U_{AB} = 0,22 \text{ кВ}$. 764. $U_{AB} = 41 \text{ В}$. 765. $I_2 = 2,5 \text{ А}$; $I_3 = 1,0 \text{ А}$.

766. $I_A = 0,5 \text{ А}$. 767. $R_V = 4,0 \text{ кОм}$. 768. $R_V = 1,5 \text{ кОм}$.

$$769. \frac{I_2}{I_V} = \frac{(U - U_V)R_1}{(U - U_V)R_1 - U_V R_2} = 4. \quad 770. U_2 = \frac{UU_1 R_1}{(U - U_1)R_2 + U_1 R_1} = 4,0 \text{ В.}$$

$$771. U_1 = \frac{I_1 U_2}{I_1 - I_2} = 8,0 \text{ В.} \quad 772. I_2 = 3 \text{ А.} \quad 773. I_A = 0,5 \text{ А.}$$

$$774. R_V = \frac{3U_V R}{I_A R - U_V} = 0,90 \text{ кОм.} \quad 775. U_1 = \frac{U_2^2 - U_3^2 + U_2 U_3}{U_3} = 11 \text{ В.}$$

$$776. I_3 = \frac{I_2^2 - I_1^2 + I_1 I_2}{I_1} = 19 \text{ мА.} \quad 777. U_V = \frac{n(k-1)}{kn-1} U_0 = 4 \text{ В.}$$

$$778. I_2 = 0,2 \text{ А.} \quad 779. A = 0,12 \text{ кДж; } P = 12 \text{ Вт.} \quad 780. R = 0,1 \text{ кОм.}$$

$$781. P = 40 \text{ Вт.} \quad 782. \text{ У першай } y \text{ } n = 3 \text{ разы.} \quad 783. P'_1 = \frac{P_1 P_2^2}{(P_1 + P_2)^2} = 3,2 \text{ Вт;}$$

$$P'_2 = \frac{P_2 P_1^2}{(P_1 + P_2)^2} = 0,8 \text{ Вт.} \quad 784. P'_2 = \frac{P_1^2}{P_2} = 10 \text{ Вт.} \quad 785. \text{ а) } P_1 = 2,4 \text{ Вт;}$$

$$\text{б) } P_2 = 3,2 \text{ Вт.} \quad 786. P_2 = 2 \text{ Вт.} \quad 787. Q = 6 \text{ Дж.} \quad 788. \text{ а) } Q'_1 = 0,12 \text{ кДж;}$$

$$\text{б) } Q_2 = 0,75 \text{ кДж.} \quad 789. Q = 60 \text{ Дж.} \quad 790. Q'_3 = 50 \text{ Дж.}$$

$$791. Q'_1 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \right)^2 Q_1 = 9 \text{ Дж.} \quad 792. Q_2 = 72 \text{ Дж.} \quad 793. Q_2 = 16 \text{ Дж.}$$

$$794. l = \frac{U^2 S \eta \tau}{\rho c m (t_2 - t_1) \cdot 100 \%} = 3,0 \text{ м.} \quad 795. \tau = 2,0 \text{ мин.} \quad 796. \tau_2 = 11 \text{ мин.}$$

$$797. \tau_2 = 1,6 \text{ мин.} \quad 798. R = 2,5 \text{ Ом.} \quad 799. R = \frac{UI - Fv}{I^2} = 3 \text{ Ом.}$$

$$800. I = \frac{mgv(\mu\sqrt{1-k^2} + k) \cdot 100 \%}{\eta U} = 78 \text{ А.} \quad 801. A_{\text{н}} = 0,36 \text{ Дж.}$$

$$802. \mathcal{E} = 3,6 \text{ В.} \quad 803. q = 40 \text{ мКл.} \quad 804. A_{\text{н}} = 18 \text{ Дж.} \quad 805. A_{\text{н}} = 36 \text{ Дж.}$$

$$806. I = 0,25 \text{ А.} \quad 807. R = 1,4 \text{ Ом.} \quad 808. r = 1,0 \text{ Ом.} \quad 809. r = 2 \text{ Ом.}$$

$$810. I = 1,5 \text{ А; } R = 6,0 \text{ Ом.} \quad 811. U_1 = 4,0 \text{ В; } U_2 = 2,4 \text{ В.}$$

$$812. \mathcal{E} = \frac{Ne}{\Delta t} (R + r) = 23 \text{ В.} \quad 813. A_{\text{н}} = \frac{\mathcal{E}(\mathcal{E} - U)}{r} = 9 \text{ кДж.}$$

$$814. l = \frac{UrS}{(\mathcal{E} - U)\rho} = 2,5 \cdot 10^2 \text{ м. } 815. U = 4,2 \text{ В. } 816. S = 0,20 \text{ мм}^2.$$

$$817. I_2 = 2 \text{ А. } 818. \mathcal{E} = \frac{k(n-1)U}{n-k} = 4U. 819. \text{Паказанні амперметра}$$

паменшацца, вольтметра — павялічацца. 820. Паказанні першага і трэцяга амперметраў павялічацца, а другога — паменшацца.

821. Паказанні першага і трэцяга вольтметраў паменшацца,

$$\text{а другога — павялічацца. } 822. U = 8 \text{ В. } 823. I = \frac{\mathcal{E} - 2U_{\text{л}}}{R_{\text{п}} + r} = 0,50 \text{ А.}$$

$$824. I_1 = 3 \text{ А; } I_2 = 2 \text{ А. } 825. U_1 = 85 \text{ В. } 826. \text{У } k = \frac{2(2n+1)}{n+2} = 3 \text{ разы.}$$

827. Сіла току павялічыцца ў $n = 5$ разоў; напружанне паменшыцца ў $k = 1,8$ раза. 828. $k = 6$ разоў. 829. $I = 1 \text{ А.}$

$$830. I_2 = \frac{I_1(R+2r)}{2(R+r)} = 1,2 \text{ А. } 831. I = 1,5 \text{ А. } 832. \mathcal{E} = 12 \text{ В; } r = 2,0 \text{ Ом.}$$

$$833. \eta = \frac{r}{R_{\text{в}} + r} \cdot 100 \% = 0,25 \% ; \text{ у } n = 99 \text{ разоў. } 834. r = 2 \text{ Ом.}$$

$$835. U_2 = 1,6 \text{ В. } 836. U_{\text{в}} = 24 \text{ В. } 837. I_1 = 2,0 \text{ А, } I_2 = 1,0 \text{ А, } I_3 = 3,0 \text{ А,}$$

$$U_1 = U_2 = 12 \text{ В, } U_3 = 15 \text{ В. } 838. r = 1,0 \text{ Ом. } 839. I_{\text{А}} = 0,25 \text{ А.}$$

$$840. r = 0,5 \text{ Ом. } 841. R_2 = \frac{I_1 R_1 r}{\mathcal{E} - I_1 R_1 - I_1 r} = 1,8 \text{ Ом. } 842. U_{\text{в}} = 6 \text{ В.}$$

$$843. \mathcal{E} = \frac{I_1 I_2}{I_2 - I_1} (R_1 - R_2) = 18 \text{ В, } r = \frac{R_1 I_1 - R_2 I_2}{I_2 - I_1} = 2 \text{ Ом. } 844. I_2 = 2,4 \text{ А.}$$

$$845. \mathcal{E} = \frac{U_2 I_1 - U_1 I_2}{I_1 - I_2} = 14 \text{ В, } r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} = 3 \text{ Ом. } 846. r = 1,8 \text{ Ом.}$$

$$847. r = \frac{R_1 R_2 (U_2 - U_1)}{U_1 R_2 - U_2 R_1} = 0,5 \text{ Ом. } 848. \mathcal{E} = \frac{I_1 U_2 (R_2 - R_1)}{I_1 R_2 - U_2} = 56 \text{ В.}$$

$$849. \mathcal{E} = \frac{k(n-1)U_1}{n-k} = 25 \text{ В. } 850. R_{\text{в}} = \frac{R^2}{r} = 4 \text{ кОм. } 851. r = \frac{R_1^2}{R_2} = 5 \text{ Ом.}$$

$$852. U_{\text{в}} = 60 \text{ В. } 853. I_{\text{А}} = 1 \text{ А. } 854. I_2 = 0,36 \text{ А. } 855. \mathcal{E} = 3,6 \text{ В.}$$

$$856. \mathcal{E} = \frac{U_1 U_2}{2U_1 - U_2} = 15 \text{ В. } 857. \mathcal{E} = \frac{U_1 U_2}{U_2 - U_1} = 6,0 \text{ В.}$$

$$858. \mathcal{E} = \frac{UU_2}{U - U_1} = 30 \text{ В. } 859. \text{ а) } U_3 = \frac{2U_1 U_2}{U_1 + U_2} = 4 \text{ В;}$$

$$\text{б) } U_4 = \frac{U_1 U_2}{2U_1 - U_2} = 2 \text{ В. } 860. r = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) - I_1} = 4 \text{ Ом.}$$

$$861. I = \frac{\mathcal{E}}{3(R+r)} = 0,3 \text{ А. } 862. I_A = 0,75 \text{ А; } U_4 = 2,5 \text{ В.}$$

$$863. I_2 = \frac{\mathcal{E} R I_1}{\mathcal{E}(R+r) - I_1 r^2} = 2 \text{ А. } 864. \mathcal{E} = \frac{U_1 I_2 (R_V - R)}{I_2 R_V - U_1} = 25 \text{ В,}$$

$$r = \frac{(U_1 - I_2 R) R_V}{I_2 R_V - U_1} = 4,0 \text{ Ом. } 865. \frac{R_1}{R_2} = \frac{(\mathcal{E} - U_1) U_2}{U_1 (\mathcal{E} - U_2)} = 4.$$

$$866. U'_1 = 7,2 \text{ В, } U_2 = 4,8 \text{ В. } 867. U_1 = U_2 = 0,75 \mathcal{E}.$$

$$868. \mathcal{E} = \frac{U_1 U_2 (U'_2 - U'_1)}{U_1 U'_2 - U_2 U'_1} = 20 \text{ В. } 869. I_{\text{к.з.}} = 2 \text{ А. } 870. I_{\text{к.з.}} = 5 \text{ А.}$$

$$871. I_{\text{к.з.}} = 26 \text{ А. } 872. I_{\text{к.з.}} = \frac{\mathcal{E} I}{\mathcal{E} - IR} = 5,5 \text{ А. } 873. I_{\text{к.з.}} = \frac{\mathcal{E} U}{(\mathcal{E} - U) R} = 1,8 \text{ А.}$$

$$874. \text{ У } n = 4 \text{ разы. } 875. \mathcal{E} = \frac{I_{\text{к.з.}} IR}{I_{\text{к.з.}} - I}. 876. I_{\text{к.з.}} = \frac{U_1 U_2 (R_2 - R_1)}{R_1 R_2 (U_2 - U_1)} = 6 \text{ А.}$$

$$877. I_{\text{к.з.}} = \frac{I_1 I_2 (R_2 - R_1)}{I_2 R_2 - I_1 R_1} = 1 \text{ А. } 878. I_{\text{к.з.}} = 14 \text{ А. } 879. C = 25 \text{ нФ.}$$

$$880. \text{ а) } q = \frac{2C\mathcal{E}R}{2R+r} = 16 \text{ мкКл; б) } q = \frac{C\mathcal{E}R}{2R+r} = 8 \text{ мкКл;}$$

$$\text{в) } q = \frac{C\mathcal{E}R}{R+2r} = 8 \text{ мкКл; г) } q = \frac{C\mathcal{E}R}{R+r} = 12 \text{ мкКл. } 881. R_1 = 4 \text{ Ом.}$$

$$882. W = 6 \text{ мкДж. } 883. q_1 = 3 \text{ мкКл, } q_2 = 9 \text{ мкКл. } 884. q_1 = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл,}$$

$$q_2 = 9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл. } 885. W = \frac{(n-1)^2 C \mathcal{E}^2}{2n^2} = 0,45 \text{ мДж.}$$

$$886. A = \frac{(n-1)C\mathcal{E}^2}{128} = 30 \text{ мкДж. } 887. \Delta q = (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2)C = 65 \text{ нКл.}$$

$$888. \mathcal{E} = 10 \text{ В; } q_1 = q_2 \frac{C_1 R_1 (R_1 + R_2 + R_3 + r)}{C_2 R_2 (R_1 + R_3 + r)} = 7,5 \text{ мкКл.}$$

$$889. \mathcal{E} = \frac{4q_1}{3C} = 16 \text{ В; } q_2 = 25 \text{ мкКл. } 890. C_1 = 0,12 \text{ мФ, } C_2 = 60 \text{ мкФ,}$$

$$C_3 = 40 \text{ мкФ. } 891. P = 1,7 \text{ Вт, } P_0 = 2,0 \text{ Вт. } 892. P = 1,8 \text{ Вт, } P_0 = 9,0 \text{ Вт.}$$

$$893. P_0 = 22 \text{ Вт. } 894. P_0 = 24 \text{ Вт. } 895. \mathcal{E} = 9,0 \text{ В.}$$

$$896. Q = \frac{\mathcal{E}^2 R \Delta t}{(R+r)^2} = 0,28 \text{ кДж. } 897. r = \mathcal{E} \sqrt{\frac{R}{P}} - R = 1,0 \text{ Ом;}$$

$$P_0 = \mathcal{E} \sqrt{\frac{P}{R}} = 12 \text{ Вт. } 898. \mathcal{E} = 9 \text{ В. } 899. P_{\text{нут}} = 0,40 \text{ Вт; } P_{\text{неш}} = 3,6 \text{ Вт.}$$

$$900. P_{\text{карысн}} = 4 \text{ Вт; } P_{\text{поён}} = 5 \text{ Вт. } 901. P_2 = 4 \text{ Вт. } 902. P = 6 \text{ Вт.}$$

$$903. n = \left(\frac{R+2r}{R+r} \right)^2 = 1,1 \text{ раза. } 905. I_1 = 1,5 \text{ А або } I_2 = 0,5 \text{ А.}$$

$$906. N = \frac{U(\mathcal{E}-U)}{rP_0} = 8. \quad 907. P_2 = \frac{P_1 I_2 - r I_1 I_2 (I_2 - I_1)}{I_1} = 6 \text{ Вт.}$$

$$908. \mathcal{E} = \frac{\sqrt{P} I_1 (R_1 - R_2)}{\sqrt{P} - I_1 \sqrt{R_2}} = 15 \text{ В, } r = \frac{I_1 R_1 \sqrt{R_2} - R_2 \sqrt{P}}{\sqrt{P} - I_1 \sqrt{R_2}} = 1 \text{ Ом. } 909. \mathcal{E} = 12 \text{ В.}$$

$$910. \mathcal{E} = \frac{P_1 I_2^2 - P_2 I_1^2}{I_1 I_2 (I_2 - I_1)} = 4 \text{ В. } 911. I_{\text{к.з.}} = 20 \text{ А. } 912. I_{\text{к.з.}} = 12 \text{ А.}$$

$$913. P = \frac{\mathcal{E}^2}{100r} = 0,98 \text{ Вт. } 914. Q_3 = 9 \text{ Дж. } 915. \Delta t = 14 \text{ мин.}$$

$$916. t = 17 \text{ }^\circ\text{C. } 917. r = \sqrt{R_1 R_2} = 6 \text{ Ом. } 918. I_{\text{к.з.}} = \sqrt{P} \left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} \right) = 3 \text{ А.}$$

$$919. I_{\text{к.з.}} = 5,0 \text{ А. } 920. r = 6 \text{ Ом. } 921. r = 10 \text{ Ом. } 922. P_{\text{max}} = 36 \text{ Вт.}$$

$$923. \mathcal{E} = 12 \text{ В. } 924. R_2 = 4,8 \text{ Ом. } 925. Q_{\text{max}} = 0,84 \text{ кДж.}$$

$$928. P_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 8 \text{ Вт. } 929. P_{\text{max}} = 30 \text{ Вт. } 930. P_{\text{max}} = \frac{II_{\text{к.з.}}^2 R}{4(I_{\text{к.з.}} - I)} = 9 \text{ Вт.}$$

931. $P_{\max} = 36 \text{ Вт}$. 932. $R = 5,1 \text{ Ом}$. 933. $P_3 = 40 \text{ мВт}$.

$$934. \frac{m}{t} = 1,25 \frac{\text{г}}{\text{с}}. \quad 935. \Delta t = \frac{(100\% - \alpha)\mathcal{E}^2 \tau}{4c_{\text{нхр}} m r \cdot 100\%} = 48 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$936. r = \frac{\alpha \mathcal{E}^2 \tau}{4c_{\text{вальф}} m \Delta t \cdot 100\%} = 0,25 \text{ Ом}. \quad 937. \eta = 75\%. \quad 938. R = 38 \text{ Ом}.$$

941. $\eta = 60\%$. 942. $U = 44 \text{ В}$. 943. $\eta = 80\%$. 944. $I = 1,5 \text{ А}$.

945. $P_{\text{стр}} = 12 \text{ Вт}$. 946. $Q = 4,8 \text{ кДж}$. 947. $P_{\text{карысн.}} = 24 \text{ Вт}$.

948. $P_{\text{карысн.}} = 36 \text{ Вт}$; $P_{\text{поўн.}} = 48 \text{ Вт}$. 949. $r = 7,0 \text{ Ом}$. 950. $У n = 2 \text{ разы}$.

$$951. \eta_1 = \frac{R_1(I_2 - I_1)}{I_2(R_1 - R_2)} \cdot 100\% = 40\%; \quad \eta_2 = \frac{R_2(I_2 - I_1)}{I_1(R_1 - R_2)} \cdot 100\% = 25\%.$$

$$952. \eta = \frac{\eta_1 \eta_2}{\eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2} \cdot 100\% = 20\%. \quad 953. P = 8 \text{ Вт}. \quad 954. \mathcal{E} = 21 \text{ В};$$

$$Q = 0,90 \text{ кДж}. \quad 955. \mathcal{E} = \frac{q^2 I_{\text{к.з.}}}{C(qI_{\text{к.з.}} - PC)} = 50 \text{ В}. \quad 956. Q = 0,36 \text{ мДж}.$$

957. $Q = 0,18 \text{ мкДж}$. 958. $Q = 0,18 \text{ мкДж}$. 959. $Q_2 = 320 \text{ мДж}$.

$$960. Q_R = \frac{R}{R+r} \cdot \frac{C}{2} (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2)^2 = 50 \text{ мкДж}.$$

V. Магнітнае поле. Электрамагнітная індукцыя

971. $B_0 = 6 \text{ мТл}$. 972. $B_1 = 51 \text{ мкТл}$. 973. $B_0 = 10 \text{ мТл}$. 974. $B_0 = 50 \text{ мТл}$.

975*. $B = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$. 976*. $B = 25 \text{ мкТл}$. 977*. $r = 5 \text{ см}$. 978*. $I = 5 \text{ А}$.

$$979*. \text{ а) } l = \frac{I_2 r}{I_1 + I_2} = 0,3 \text{ м}; \quad \text{ б) } l = \frac{I_2 r}{I_2 - I_1} = 0,6 \text{ м}.$$

$$980*. \text{ а) } B = \frac{\mu_0}{\pi r} (I_2 - I_1) = 5,6 \text{ мкТл}; \quad \text{ б) } B = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{I_2}{r_2} - \frac{I_1}{r_1} \right) = 0.$$

$$981*. B_0 = 0,5 \text{ мкТл}. \quad 982*. B = \frac{\mu_0}{2\pi} \sqrt{\frac{I_1^2}{r_1^2} + \frac{I_2^2}{r_2^2}} = 4,0 \text{ мкТл}.$$

$$983. B_0 = 11 \text{ мТл}. \quad 984*. B_0 = \frac{\mu_0}{2R} \left| \frac{I_2}{2\pi} - I_1 \right|; \quad B_0 = \frac{\mu_0}{2R} \left(I_1 + \frac{I_2}{2\pi} \right).$$

$$985^*. B_{\min} = 10 \text{ мкТл}; B_{\max} = 30 \text{ мкТл. } 986^*. U = \frac{\mu_0 \pi \rho I^2}{BS} = 0,68 \text{ В.}$$

$$987^*. B = \frac{\mu_0 q}{dT} = 25 \text{ нТл. } 988^*. B = \frac{\mu \mu_0 U \pi d}{4 \rho l} = 6,3 \text{ мТл. } 989^*. B = 0,52 \text{ Тл.}$$

$$990^*. B_0 = 52 \text{ мкТл. } 995. F_A = 0,56 \text{ Н. } 996. I = 20 \text{ А. } 997. B = 0,1 \text{ Тл.}$$

$$998. \text{ У } 2 \text{ разы. } 999. l = 65 \text{ см. } 1000. \frac{F_A}{l} = 0,34 \frac{\text{Н}}{\text{м}}. 1001. F_A = 20 \text{ мН.}$$

$$1002. F_A = 14 \text{ мН. } 1003. q = 30 \text{ Кл. } 1004. l = 34 \text{ см. } 1005. I = 20 \text{ А.}$$

$$1006. I = 10 \text{ А. } 1007. \rho_0 = \frac{BU}{\rho l g} = 10 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}. 1008. B = \frac{\rho S g (R+r)}{\mathcal{C}} = 0,3 \text{ Тл.}$$

$$1009. a = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}. 1010. a = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}. 1011. A = 5,4 \text{ мДж. } 1012. P = 27 \text{ мВт.}$$

$$1013. \text{ У } n = \frac{mg + IBl}{mg - IBl} = 3 \text{ разы. } 1014. | \Delta F | = \frac{BIl}{2} = 5 \text{ мН.}$$

$$1015. \text{ Паменшыцца } \ddot{y} \text{ } n = 2,0 \text{ раза. } 1016. P = \frac{\rho_0^2 \rho S g^2 l}{B^2} = 0,24 \text{ Вт.}$$

$$1017. I = \frac{m g t g \alpha}{Bl} = 6 \text{ А. } 1018. \text{ У } n = 3 \text{ разы. } 1019. B = 50 \text{ мТл.}$$

$$1020. \alpha = \arctg \frac{4B\mathcal{C}}{\rho_0 g (4\rho l + \pi d^2 r)}. 1021. l_2 = 31 \text{ см. } 1022. E_{n2} = 81 \text{ мДж.}$$

$$1023^*. F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r} = 20 \text{ мкН. } 1024^*. r = \frac{n \mu_0 I^2 l}{2\pi m g} = 1,8 \text{ см. } 1025. l = 15 \text{ см.}$$

$$1026. a = \frac{IBl - \mu m g}{m} = 0,80 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}. 1027. B_{\min} = 20 \text{ мТл.}$$

$$1028. F_2 = \frac{F_1 (IBl + mg)}{mg - IBl} = 2 \text{ Н. } 1029. I = 2,0 \text{ А.}$$

$$1030. a_1 = \frac{BIl \cos \alpha + mg \sin \alpha}{m} = 7,2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; a_2 = \frac{mg \sin \alpha - BIl \cos \alpha}{m} = 2,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$1031. B_{\min} = \frac{mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{Il} = 0,14 \text{ Тл.}$$

$$1032. B_{\min} = \frac{mg (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}{Il}.$$

$$1033. \Delta l = \frac{mg \sin \alpha + BIl \cos \alpha - \mu(mg \cos \alpha - BIl \sin \alpha)}{2k} = 6,5 \text{ см.}$$

$$1034. F_{\min} = (mg + IBl)(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 1,3 \text{ Н.}$$

$$1035. F = \frac{4UBS}{3\rho} = 4 \text{ Н. } 1036. F_A = \frac{3BUl}{2R} = 54 \text{ мН.}$$

$$1037. \alpha = \arcsin\left(\frac{BIl}{mg}\right) = 30^\circ. \quad 1038. \alpha = \arctg \frac{IB}{2\rho Sg}.$$

$$1039. I = \frac{mg}{2aB} = 25 \text{ А. } 1040. I = \frac{mg}{2aB} \operatorname{tg} \alpha = 5 \text{ А. } 1043. \text{ Протон — I,}$$

электрон — III, нейтрон — II. 1044. $q_1 < 0, q_2 > 0; m_2 = 2m_1$.

$$1045. F_{II} = 6,4 \cdot 10^{-16} \text{ Н. } 1046. B = 0,4 \text{ Тл. } 1047. \text{ У } n = 75 \text{ разоў.}$$

$$1048. F_{эл} = 2,4 \text{ фН. } 1049. F_{II} = 8,4 \cdot 10^{-17} \text{ Н. } 1050. B = 0,25 \text{ Тл.}$$

$$1051. F_{II} = 1,6 \text{ фН. } 1052. F_{II} = 8 \cdot 10^{-17} \text{ Н. } 1053. a = 3,2 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$1054. \text{ У } \frac{v_\alpha}{v_p} = \frac{k}{n} = 4 \text{ разы. } 1055. R = \frac{m_p v}{eB}. \quad 1056. \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{E_{к1}}{E_{к2}}}.$$

$$1057. \frac{R_1}{R_2} = 2. \quad 1058. \frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = 4. \quad 1059. B = \frac{2\pi m_e}{eT} = 0,20 \text{ Тл.}$$

$$1060. v = 1,1 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}. \quad 1061. \frac{\omega_e}{\omega_p} = \frac{m_p}{m_e} = 1,8 \cdot 10^3. \quad 1062. v_{Ne} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}.$$

$$1063. p = eBR = 4,8 \cdot 10^{-25} \frac{\text{кг} \cdot \text{М}}{\text{с}}; \quad E_{к} = \frac{R^2 e^2 B^2}{2m_e} = 1,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

$$1064. R = 2,0 \text{ мм}; \quad a = \frac{eBp}{m_e^2} = 2,5 \cdot 10^{16} \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; \quad E_{к} = \frac{p^2}{2m_e} = 2,3 \cdot 10^{-17} \text{ Дж.}$$

$$1065. m_2 = 3,0 \cdot 10^{-26} \text{ кг. } 1066. q_2 = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

$$1067. P = \frac{eB^2 R^2 I}{2m_p} = 0,96 \text{ Вт. } 1068. \Delta t = \frac{eB^2 d^2 I \tau}{8m_p c m} = 12 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$1069. R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2m_e(\varphi_1 - \varphi_2)}{q_e}} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ м. } 1070. B = \frac{2\pi}{l} \sqrt{\frac{2MU}{qN_A}} = 0,26 \text{ Тл.}$$

1071. а) $F_{\text{Л}} = \frac{q^2 BE \Delta t}{m} = 3,1 \text{ мН}$; б) $\tau = \frac{\pi m}{qB} = 0,1 \text{ с}$.

1072. а) $d_1 = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2m_1 U}{q_1}} = 41 \text{ см}$; б) $d_2 = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2m_2 U}{q_2}} = 50 \text{ см}$.

1073. $\varphi_1 - \varphi_2 = -\frac{q_p B^2 R^2}{2m_p} = -69 \text{ В}$. 1074. $\Delta r = \frac{qB^2 R^2}{2mE} = 6,4 \text{ см}$.

1075. $\frac{q}{m} = \frac{E^2}{2(\varphi_1 - \varphi_2)B^2} = 1,0 \cdot 10^8 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$. 1076. $B = \frac{U}{d} \sqrt{\frac{m}{2qU_0}}$.

1077. $v_0 = 25 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. 1078. $B = \frac{2mv}{lq} + k \frac{q}{vl^2} = 0,18 \text{ Тл}$.

1079. $v_{\text{min}} = \frac{eBl}{m_e} = 0,32 \frac{\text{Мм}}{\text{с}}$. 1080. $B = \frac{m_p v_0 \sin \alpha}{q_p l} = 25 \text{ мТл}$.

1081. $h = \frac{m_0 v (1 - \sin \alpha)}{qB}$. 1082. $\tau = \frac{\pi m_p}{2q_p B} = 0,27 \text{ мкс}$ або

$\tau = \frac{3\pi m_p}{2q_p B} = 0,82 \text{ мкс}$. 1083. $P = \frac{F}{\mu qB} (F - \mu mg) = 2,7 \text{ Вт}$.

1084. $v = \frac{mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{\mu qB} = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, дзе $\sin \alpha = 0,60$, $\cos \alpha = 0,80$.

1085. $q = \frac{3mg - F}{B\sqrt{2gl}} = 10 \text{ мКл}$. 1086. $\Phi = 1,1 \text{ мВб}$. 1087. $S = 15 \text{ см}^2$.

1088. $\Delta \Phi = 0,10 \text{ мВб}$. 1089. $\Delta \Phi = -2 \text{ мВб}$. 1090. $\Delta \Phi = (n - 1) B \pi r^2$.

1091. $B_1 = 0,18 \text{ Тл}$. 1092. $\Delta \Phi = 13 \text{ мВб}$. 1093. У $n = \frac{4}{\pi}$ разоў.

1094. У 2 разы. 1095. $\Phi_2 = 4,5 \text{ мВб}$. 1096. а) так; б) не; в) так; г) не; д) так; е) так. 1097. а) так; б) не; в) так; г) так. 1100. Уверх.

1101. Злева — паўднёвы, справа — паўночны. 1104. $\mathcal{E}_{\text{інд}} = 40 \text{ мВ}$.

1106. $\mathcal{E}_{\text{інд}} = 0,25 \text{ В}$. 1107. $|\mathcal{E}_{\text{інд}}^{\text{max}}| = 25 \text{ мВ}$. 1108. На $|\mathcal{E}_{\text{інд1}}| - |\mathcal{E}_{\text{інд2}}| = 9 \text{ мВ}$.

1109. $S = 35 \text{ см}^2$. 1110. $\mathcal{E}_{\text{інд}} = 1 \text{ В}$. 1111. $B_1 = 0,1 \text{ Тл}$. 1112. $N = 500$.

1115. $0 - t_1$ і $t_2 - t_3$. 1116. $t_1 - t_2$ і $t_2 - t_3$. 1117. $S = 0,4 \text{ м}^2$.

1118. $B_1 = 15$ мТл. 1119. $\mathcal{E}_{\text{инд}} = 0,19$ В. 1120. У 2 разы.

$$1121. \mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{Bl^2}{16\Delta t} \left(\frac{4}{\pi} - 1 \right) = -0,31 \text{ В. } 1122. l = \sqrt{-\frac{36\mathcal{E}_{\text{инд}}\Delta t}{B\sin\alpha}} = 48 \text{ см.}$$

$$1123. q = -\frac{\Delta B}{\Delta t} \frac{N\pi D^2 C}{4} = 0,63 \text{ мкКл.}$$

$$1124. W = \frac{C}{2} \left(-\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)^2 S^2 \sin^2 \alpha = 7,5 \text{ мДж. } 1125. I_{\text{инд}} = 0,04 \text{ А.}$$

$$1126. I_{\text{инд}} = 0,4 \text{ А. } 1127. \langle I_{\text{инд}} \rangle = \frac{2Ba^2}{R\Delta t} = 0,4 \text{ А. } 1128. I_{\text{инд}} = 0,4 \text{ мА.}$$

$$1129. I_{\text{инд}} = \left| -\frac{\Delta B a S}{\Delta t 4\rho} \right| = 0,2 \text{ А. } 1130. I_{\text{инд}} = 45 \text{ мА. } 1131. U_2 = 0,8 \text{ В.}$$

$$1132. U_3 = 0,4 \text{ В. } 1133. \Delta t = 50 \text{ мс. } 1134. \langle I_{\text{инд}} \rangle = \frac{3Br}{4\mu\Delta t} = 1,0 \text{ А.}$$

$$1135. \frac{I_{\text{кр}}}{I_{\text{кв}}} = \frac{4}{\pi}. 1136. I_{\text{инд1}} = 1,0 \text{ мА.}$$

$$1137. I_{\text{инд}} = -\frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{r_2^2 - r_1^2}{2\mu(r_1 + r_2)} = 30 \text{ мкА.}$$

$$1138. I_{\text{инд2}} = \frac{1+k^2}{(1+k)^2} I_{\text{инд1}} = 1,0 \text{ мА. } 1139. q = \left| -\frac{(B_2 - B_1)rS}{2\rho} \right| = 12 \text{ мКл.}$$

$$1140. A_{\text{п}} = 2 \text{ мкДж. } 1141. |q_2| = 1,8 \text{ мкКл. } 1142. N = 2,5 \cdot 10^{13}.$$

$$1143. q = \left| \frac{Br}{\mu} \right| = 0,20 \text{ Кл. } 1144. |q| = \frac{Bm}{16\rho_{\text{уд}}\rho_{\text{м}}} = 9,9 \text{ мКл.}$$

$$1145. R = \frac{\pi Br^2}{2|q|} = 0,1 \text{ Ом. } 1146. |q| = 0,48 \text{ Кл.}$$

$$1147. \text{ а) } |q| = \left| \frac{Ba^2(\pi - 4)}{\pi R} \right| = 25 \text{ мКл; б) } |q| = \left| \frac{Ba^2}{9R} \right| = 10 \text{ мКл;}$$

$$\text{ в) } |q| = \left| \frac{Ba^2}{R} \right| = 90 \text{ мКл. } 1148. |q| = 1,5 \text{ мКл.}$$

$$1149. P = \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)^2 \frac{\pi D^3 NS}{16\rho} = 29 \text{ мкВт. } 1150. Q = 16 \text{ мкДж. } 1151. R = 1 \text{ Ом.}$$

$$1152. P = \frac{A^2 l^4}{16\pi^2 R} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Вт. } 1153. Q = 40 \text{ мДж.}$$

$$1155. Q = \frac{(\pi d^2 B_0)^2}{16R} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2 - t_1} \right). 1156. \Delta t = \frac{B_1^2 \pi^2 D^3 N r^2}{16\rho \tau c m} = 1,6 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$1157. \Delta t = \frac{B^2 a^3}{\mu \tau c m} = 1 \text{ }^\circ\text{C. } 1158. a = \sqrt[3]{\frac{4\rho Q \Delta t}{(\Delta B)^2 N S_0}} = 0,1 \text{ м.}$$

$$1159. Q = \frac{B^2 a^3 v}{R} = 0,02 \text{ мкДж. } 1160. Q = \frac{2B^2 v a^3}{R} = 80 \text{ мкДж.}$$

$$1161. L = 3,5 \text{ мГн. } 1162. I = 2,5 \text{ А. } 1163. \Delta \Phi = -0,68 \text{ мкВб.}$$

$$1164. \Phi = 0,90 \text{ мВб. } 1165. L = 50 \text{ мГн. } 1166. L = 0,40 \text{ Гн.}$$

$$1167. 0 - t_2; t_3 - t_4; t_5 - t_6. 1168. t_2 - t_3. 1169. \mathcal{E}_c = 5 \text{ мВ.}$$

$$1171. L = 0,06 \text{ Гн. } 1172. \langle \mathcal{E}_c \rangle = 1,8 \text{ В. } 1173. \Delta t = 70 \text{ мс.}$$

$$1174. L = 0,1 \text{ Гн. } 1175. \langle \mathcal{E}_c \rangle = 3,0 \text{ В. } 1176*. N = \frac{4Ld}{\mu_0 \pi D^2}; \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{\mathcal{E}_c}{L}.$$

$$1177. W_M = 0,25 \text{ Дж. } 1178. W_M = 3,0 \text{ Дж. } 1179. W_M = 36 \text{ мДж.}$$

$$1180. W_{M1} = 2,0 \text{ Дж. } 1181. L = 0,01 \text{ Гн. } 1182. L = 0,56 \text{ Гн.}$$

$$1183. \mathcal{E}_c = 0,2 \text{ В. } 1184. L = 1 \text{ мГн. } 1185. Q_p = 1,2 \text{ Дж.}$$

$$1186. \langle \mathcal{E}_c \rangle = 1,0 \text{ В; } Q = 0,12 \text{ мДж. } 1187. Q_2 = 90 \text{ мДж.}$$

$$1188. \mathcal{E} = \sqrt{\frac{2Q_1(R_1 + R_2)}{LR_1}} R_3 = 28 \text{ В. } 1189. L = \frac{2Q_1 R_3^2 (R_1 + R_2)}{\mathcal{E}^2 R_2} = 2,5 \text{ мГн.}$$

$$1190. Q_1 = 32 \text{ мДж.}$$

VI. Электрычны ток у розных асяроддзях

$$1193*. \alpha = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}. 1194*. t = 250 \text{ }^\circ\text{C. } 1195*. t = 200 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$1196*. R_2 = 20,4 \text{ Ом. } 1197*. \rho_2 = 3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м. } 1198*. t_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$1199*. t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C. } 1200*. t = 800 \text{ }^\circ\text{C. } 1201*. \alpha = 0,004 \text{ К}^{-1}. 1202*. l = 6,9 \text{ м.}$$

$$1203*. I = 4 \text{ А. } 1204*. \text{На } \eta = 13 \text{ \%}. 1205*. k = \frac{l_{\text{жал}}}{l_{\text{вуг}}} = 62. 1211. \text{У першай.}$$

1213*. I. 1217*. $m = 28$ г. 1218*. $m = 11$ г. 1219*. $m = 0,61$ кг. 1220*. $m = 17$ г.

1221*. $\Delta t = 1,0 \cdot 10^3$ с. 1222*. $\tau = 2,0 \cdot 10^3$ с. 1223*. $I = 2,5$ А.

1224*. $P = 80$ Вт. 1225*. $I = \frac{\rho Sh}{k\Delta t} = 10$ А. 1227*. $k = 2,4 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Кг}}{\text{Кл}}$.

1228*. $M = \frac{meN_A n}{I\Delta t} = 65 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}$. 1229*. $m_2 = 6$ г. 1230*. $m_M = 49,5$ мг.

1231*. $m_c = 19$ г; $m_s = 7,8$ г. 1232*. $m_1 = 80,4$ мг. 1233*. На $\Delta I = 0,1$ А.

1234*. $m = 1,6$ мг. 1235*. $m = 9,9$ мг. 1236*. $\Delta t = 3,1$ сут.

1237*. $m = \frac{\eta kW}{U100\%} = 54$ кг. 1238*. $W = \frac{mU100\%}{k\eta} = 1,3 \cdot 10^8$ Дж.

1239*. $T = \frac{pVM}{RkIt} = 295$ К. 1240*. $p = 3,0$ кПа. 1241*. $T = 290$ К.

1242*. $V = 0,1$ м³. 1243*. $p = 2 \cdot 10^5$ Па. 1244*. $W = 1,3 \cdot 10^{10}$ Дж.

1245*. $\frac{m_1}{m_2} = 1,3$. 1246*. $E = 20 \frac{\text{В}}{\text{М}}$. 1247*. $\mathcal{E} = \frac{kc\rho V\Delta T}{m} + \frac{mr}{k\Delta t} = 4,7$ В.

1248*. $V_\Gamma = \frac{kc\rho VRT\Delta t}{\mathcal{E}Mp}$. 1249*. $W_M = 16$ мДж. 1250*. $W_\rho = 8,1$ мкДж.

1254*. $W_1 = 3,92 \cdot 10^{-18}$ Дж. 1255*. $v_{\min} = 2,2 \frac{\text{ММ}}{\text{с}}$. 1256*. $T = 8,0 \cdot 10^4$ К.

1257*. $E = 3,1 \frac{\text{МВ}}{\text{М}}$. 1258*. $\langle \lambda \rangle = 3,6$ мм. 1259*. $d = 2$ мм.

1260. $U = 0,9$ ГВ; $W = 9$ мДж. 1261*. $N = 1,0 \cdot 10^{11}$. 1262*. $N = 5 \cdot 10^4$.

1263*. $I = 0,8$ мкА; $U = 4$ мВ. 1264*. $U = \frac{ed^2NCR}{V\varepsilon_0\Delta t} = 0,16$ В.

1265*. $q_2 = \frac{ed_1NS_1C_2R}{V\Delta t} = 1,6$ мкКл. 1281. У германии. 1282*. $R_1 = 2$ Ом;

$R_2 = 20$ кОм. 1283. $k = 6,7 \cdot 10^{-10}$. 1284. У 3 разы. 1285*. $R_1 = 3$ Ом;

$R_2 = 3$ МОм. 1288. $R_2 = 2,5$ кОм. 1289*. $R_{AB} = 18$ Ом; $R_{BA} = 50$ Ом.

1290*. $P_{AB} = 7,2$ Вт; $P_{BA} = 0,80$ Вт.

ЗМЕСТ

<i>Ад аўтараў</i>	3
-------------------------	---

Малекулярная фізіка

I. Асновы малекулярна-кінетычнай тэорыі

1. Асноўныя палажэнні малекулярна-кінетычнай тэорыі (МКТ). Маса малекул. Колькасць рэчыва. Малярная маса	6
2. Асноўнае ўраўненне малекулярна-кінетычнай тэорыі ідэальнага газу	11
3. Тэмпература — мера сярэдняй кінетычнай энергіі цеплавога руху часціц рэчыва	17
4. Ураўненне стану ідэальнага газу	24
5. Ізапрацэсы	33
6. Будова і ўласцівасці цвёрдых цел і вадкасцей	51
7. Выпарэнне і кандэнсацыя. Насычаная пара. Вільготнасць паветра	53

II. Асновы тэрмадынамікі

8. Унутраная энергія ідэальнага газу	59
9. Работа ў тэрмадынаміцы	64
10. Колькасць цеплаты	72
11. Першы закон тэрмадынамікі	77
12. Цыклы. Цеплавая рухавікі	89

Электрадынаміка

III. Электростатыка

13. Электрычны зарад. Закон захавання электрычнага зараду. Закон Кулона	100
14. Напружанасць электростатычнага поля	120

15. Работа сіл электростатычнага поля. Патэнцыял	134
16. Электраёмістасць. Кандэнсатары	154
IV. Пастаянны электрычны ток	
17. Законы пастаяннага электрычнага току	164
18. Электрарухаючая сіла крыніцы току. Закон Ома для поўнага электрычнага ланцуга	176
19. Работа і магутнасць току. Закон Джоўля — Ленца . . .	195
V. Магнітнае поле. Электрамагнітная індукцыя	
20. Магнітнае поле	210
21. Сіла Ампера	220
22. Сіла Лорэнца	234
23. Магнітны паток. З’ява электрамагнітнай індукцыі	246
24. З’ява самаіндукцыі. Індуктыўнасць. Энергія магнітнага поля катушкі з токам	266
VI. Электрычны ток у розных асяроддзях	
25. Электрычны ток у металах	274
26. Электрычны ток у вадкасцях	277
27. Электрычны ток у газах	285
28. Электрычны ток у паўправадніках	288
<i>Дадаткі</i>	293
<i>Адказы</i>	307

Вучэбнае выданне

Дарафейчык Уладзімір Уладзіміравіч
Белая Вольга Мікалаеўна

**ЗБОРНИК ЗАДАЧ
ПА ФІЗИЦЫ**

Вучэбны дапаможнік для 10 класа
ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі
з беларускай мовай навучання
(базавы і павышаны ўзроўні)

Нач. рэдакцыйна-выдавецкага аддзела *С. П. Маляўка*

Рэдактар *К. А. Сакалоўская*

Мастацкі рэдактар *Н. Г. Еўлашэвіч*

Мастакі *З. П. Болцікава, А. М. Кісялёў*

Вокладка мастака *З. П. Болцікавай*

Камп'ютарная вёрстка *А. М. Кісялёва*

Карэктар *Н. В. Федарэнка*

Падпісана да друку 07.10.2022. Фармат 60×84 ¹/₁₆. Папера афсетная.

Друк афсетны. Ум. друк. арк. 19,53. Ул.-выд. арк. 12,0.

Тыраж 5275 экз. Заказ

Навукова-метадычная ўстанова «Нацыянальны інстытут адукацыі»
Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь. Пасведчанне аб дзяржаўнай
рэгістрацыі выдаўца, вытворцы, распаўсюджвальніка
друкаваных выданняў № 1/263 ад 02.04.2014.

Вул. Караля, 16, 220004, г. Мінск

Адкрытае акцыянернае таварыства «Паліграфкамбінат імя Я. Коласа».

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 2/3 ад 10.09.2018.

Вул. Каржанеўскага, 20, 220024, г. Мінск

(Назва ўстановы адукацыі)

Наву- чальны год	Імя і прозвішча вучня	Стан вучэбнага дапамож- ніка пры атрыманні	Адзнака вучню за карыстанне за вучэбным дапаможнікам
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			