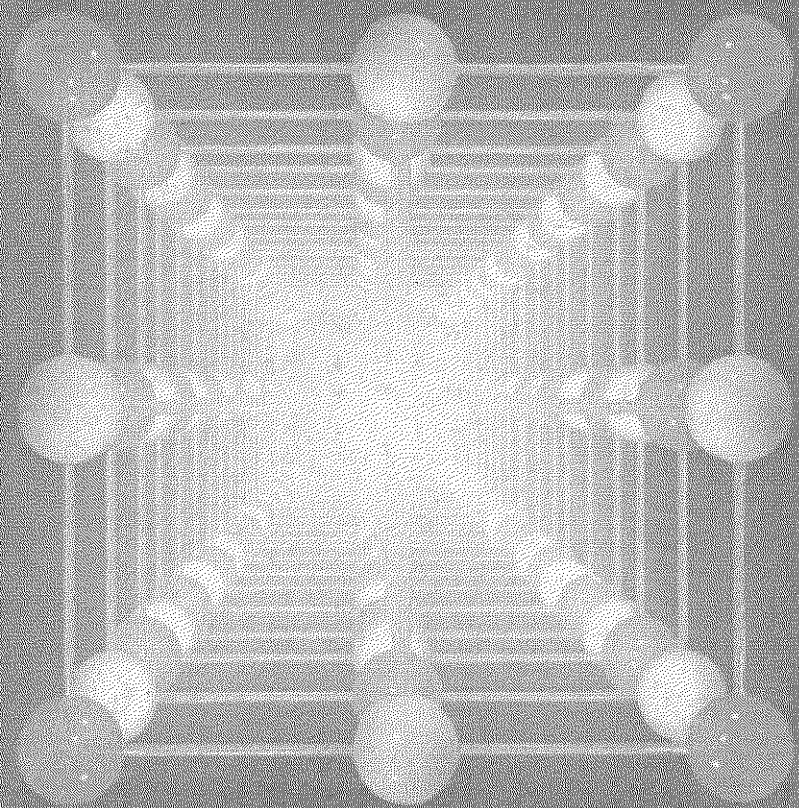


А. П. Римкевич

**ЗБІРНИК
ЗАДАЧ
З ФІЗИКИ**



А. П. Римкевич

ЗБІРНИК ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

**ДЛЯ 9—11 КЛАСІВ
СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ**

*Переклад з російської
12-е видання, доопрацьоване*

ХАРКІВ
2006

Перекладено за виданням:

Рымкевич А. П. Сборник задач по физике для 9—11 классов средней школы:— 13-е изд., дораб.— М.: Просвещение, 1990

Перекладач *М. М. Павлюк*

Римкевич А. П.

Р95 Збірник задач з фізики для 9—11 класів середньої школи.
— 12-те вид.— Х., ББН: — 208 с.

В книжці вміщено задачі з усіх розділів курсу фізики 9—11 класів середньої школи. Розташування задач відповідає структурі навчальних програм та підручників.

ББК 22.3я 721

Механіка

$$v = \frac{\bar{s}}{t}$$

$$x = x_0 + v_x t$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

$$s_x = \frac{a_x t^2}{2}$$

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$a = 4\pi^2 n^2 r$$

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

$$(F_{\text{нп}})_x = -kx$$

$$\vec{F}_m = mg$$

$$v = \sqrt{gR_3}$$

$$\vec{F}t = m\vec{v} = m\vec{v}_0$$

$$A = -(E_{p2} - E_{p1})$$

$$N = \frac{A}{T}$$

$$N = Fv$$

$$v = \frac{1}{T}$$

$$W = \frac{kA^2}{2}$$

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\lambda = vT$$

$$\vec{s} = \vec{v}t$$

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$$

$$s = v_0 t$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x s_x$$

$$v = 2\pi r n$$

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha; v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$F_T = \mu N$$

$$A = F_s \cos \alpha$$

$$E_{k2} + E_{p2} = E_{k1} + E_{p1}$$

$$A = NT$$

$$\eta = \frac{A_k}{A_s}$$

$$T = \frac{1}{v}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$$

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$v = \lambda \nu$$

Молекулярна фізика. Термодинаміка

$$M_r = \frac{m_0}{\sqrt{12}m_{0c}}$$

$$v = \frac{N}{N_A}$$

$$M = n l_0 N_A$$

$$E = \frac{m_0 v^2}{2}$$

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}$$

$$\frac{pV}{N} = kT$$

$$T = t + 273$$

$$E = \frac{3}{2} kT$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$U = \frac{3m}{2M} Rt$$

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\sigma = E|\varepsilon|$$

$$\Delta U = A + Q$$

Електродинаміка

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

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

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

$$A = -\Delta W_p$$

$$W_p = qEd$$

$$\varphi = \frac{W_p}{q}$$

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$$

$$E = \frac{U}{\Delta d}$$

$$W_p = \frac{qU}{2}$$

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

$$I = \frac{U}{R}$$

$$P = \frac{A}{\Delta t} = IU$$

$$Q = I^2 R \Delta t$$

$$A = IU \Delta t$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$$

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$$

$$F = B|I|\Delta l \sin \alpha$$

$$F_\lambda = |q_0|vB \sin \alpha$$

$$m = \frac{M}{enN_A}$$

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$W_M = \frac{LI^2}{2}$$

$$\mathcal{E}_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$q'' = -\omega_0^2 q$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$q = q_m \cos \omega_0 t$$

$$q = q_m \sin \omega_0 t$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

$$I = \frac{\omega'}{R^2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$I = \frac{\Delta W}{S \Delta t}$$

Квантова фізика

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = n$$

$$d \sin \varphi = k\lambda$$

$$\vec{p} = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \vec{F}$$

$$E = h\nu$$

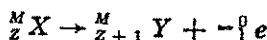
$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

$$E = h\nu = \hbar\omega$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n$$

$$A = Z + N$$



$${}^0_1 n = {}^1_1 p + {}^0_0 e$$

РОЗДІЛ I

ОСНОВИ КІНЕМАТИКИ

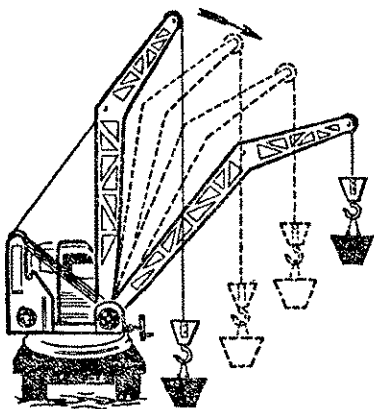
1. Поступальний рух. Матеріальна точка. Система відліку. Шлях і переміщення

1. Малюнок 1 відтворює кілька положень працюючого піднімального крана. Чи буде поступальним рух стріли? ковша?

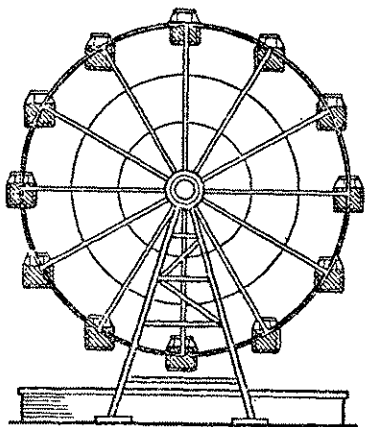
2. Які елементи атракціону «Колесо огляду» (мал. 2) рухаються поступально?

3. Чи можна вважати Землю матеріальною точкою, визначаючи: а) відстань від Землі до Сонця; б) шлях, пройдений Землею по орбіті навколо Сонця за місяць; в) довжину екватора; г) швидкість руху точки екватора під час добового обертання Землі навколо осі; д) швидкість руху Землі по орбіті навколо Сонця?

4. В яких з наведених нижче прикладів досліджуване тіло можна вважати матеріальною точкою: а) обчислюють тиск трактора на ґрунт; б) визначають висоту підняття ракети; в) розраховують роботу, виконану під час піднімання залізобетонної плити перекриття відомої



Мал. 1



Мал. 2

маси на задану висоту; г) обчислюють масу сталльної кульки, користуючись мензуркою?

5(н). Чи можна вважати матеріальною точкою снаряд під час розрахунку:

а) дальності польоту снаряда;

б) форми снаряда, яка забезпечує зменшення опору повітря?

6(н). Чи можна вважати матеріальною точкою залізничний состав завдовжки близько 1 км під час розрахунку шляху, пройденого за кілька секунд?

7(5). На мал. 3 зображено план футбольного поля на пришкільній ділянці. Визначити координати кутових прапорців (O, B, C, D), м'яча (E), глядачів (K, L, M).

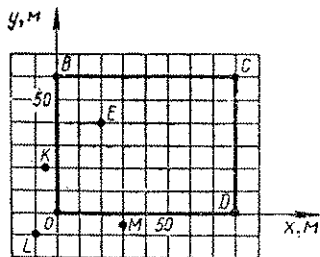
8(6). Узавши за систему відліку клас і зв'язавши вісь X з лінією перетину підлоги та стіни, на якій висить дошка, вісь Y — з лінією перетину підлоги та стіни, сусідньої з попередньою, а вісь Z — з лінією перетину згаданих двох стін між собою, визначити координати (приблизно) лівого нижнього кута дошки, правого верхнього кута парті, за якою ви сидите.

9(7). Порівняти шляхи і переміщення вертольота та автомобіля, траєкторії руху яких зображено на мал. 4.

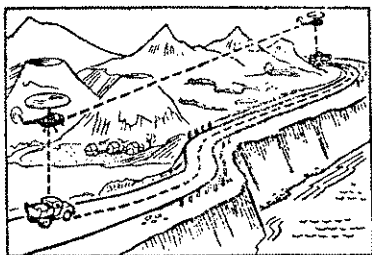
10(8). Що ми оплачуємо в таксі, в літаку — шлях чи переміщення?

11(9). М'яч упав з висоти 3 м, підстрибнув від підлоги і був зловлений на висоті 1 м. Визначити шлях і переміщення м'яча.

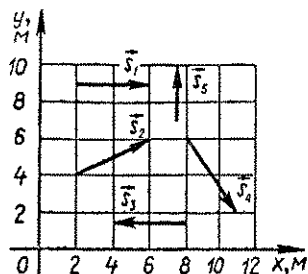
12(10). Автомобіль, який рухається рівномірно, зробив розворот, описавши половину дуги кола. Накреслити шляхи і переміщення автомобіля за весь час розвороту та за третину цього часу. У скільки разів шляхи, пройдені за вказані проміжки часу, більші від модулів векторів відповідних переміщень?



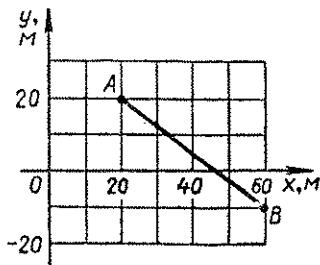
Мал. 3



Мал. 4



Мал. 5



Мал. 6

13(11). На мал. 5 зображено переміщення п'ятьох матеріальних точок. Визначити проекції векторів переміщення на осі координат.

14(12). На мал. 6 зображено траєкторію руху матеріальної точки з A в B . Визначити координати точки на початку і в кінці руху, проекції переміщення на осі координат, модуль переміщення.

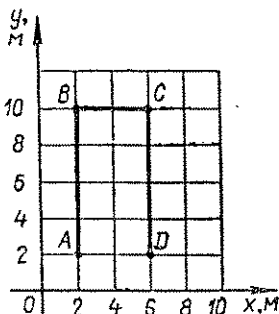
15(13). На мал. 7 зображено траєкторію $ABCD$ руху матеріальної точки з A в D . Визначити координати точки на початку і в кінці руху, пройдений шлях, переміщення, проекції переміщення на осі координат.

16(14). Тіло перемістилося з точки, координати якої $x_1 = 0$, $y_1 = 2$ м, у точку з координатами $x_2 = 4$ м, $y_2 = -1$ м. Зробити малюнок і визначити вектор переміщення та його проекції на осі координат.

17(15). Вертоліт, пролетівши в горизонтальному польоті по прямій 40 км, повернув під кутом 90° і пролетів ще 30 км. Визначити шлях і переміщення вертольота.

18(16). Катер пройшов по озеру в напрямі точно на північний схід 2 км, а потім ще 1 км на північ. Визначити графічно модуль і напрям вектора переміщення.

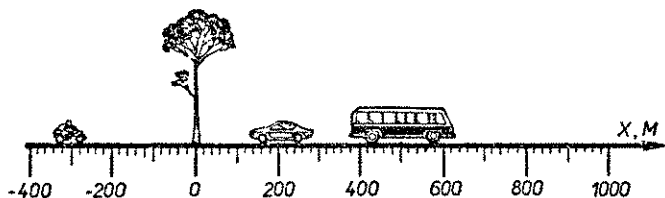
19(17). Ланка піонерів пройшла спочатку 400 м на північний захід, потім 500 м на схід і ще 300 м на північ. Визначити графічно переміщення ланки (модуль і напрям).



Мал. 7

2. Прямолинійний рівномірний рух¹

20(18). По прямолинійній автотрасі (мал. 8) рухаються рівномірно: автобус — управо із швидкістю 20 м/с, легковий автомобіль — уліво із швидкістю 15 м/с і мотоцикліст — уліво із швидкістю 10 м/с; початкові координати цих екіпажів дорівнюють відповідно 500, 200 та —300 м. Написати рівняння їхнього руху. Визначити: а) координату автобуса через 5 с; б) координату легкового автомобіля і пройдений шлях через 10 с; в) через який час координата мотоцикліста дорівнюватиме —600 м; г) в який момент часу автобус проїжджав повз дерево; д) де був легковий автомобіль за 20 с до початку спостереження.



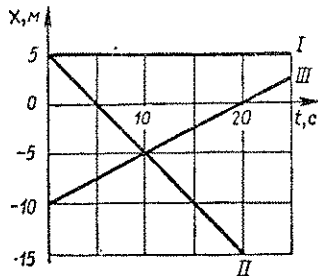
Мал. 8

21(19). Рівняння руху вантажного автомобіля має вигляд $x_1 = -270 + 12t$, а рівняння руху пішохода, який іде узбіччям того самого шосе, — вигляд $x_2 = -1,5t$. Накреслити малюнок і визначити положення автомобіля та пішохода в момент початку спостереження. З якими швидкостями і в якому напрямі вони рухалися? Коли й де вони зустрілися?

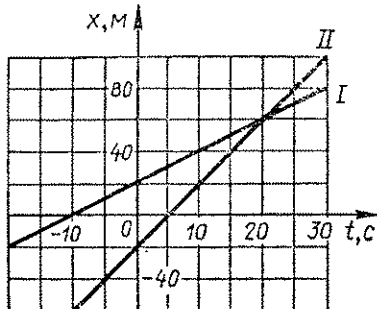
22(20). За заданими графіками (мал. 9) визначити початкові координати тіл і проекції швидкості їх руху. Написати рівняння $x = x(t)$. З рівнянь та графіків визначити координати тіл через 5 с, швидкості їхнього руху, час і місце зустрічі тіл II і III.

23(21). Рухи двох велосипедистів задано рівняннями: $x_1 = 5t$, $x_2 = 150 - 10t$. Побудувати графіки залежності $x = x(t)$. Визначити місце і час зустрічі.

¹ У задачах цього параграфу вважати, що всі рухи відбуваються по одній прямій, вісь X збігається з траєкторією руху і всі величини, які входять у рівняння, задано в СІ. Під терміном «рівняння руху» слід розуміти кінематичне рівняння $x = x(t)$.



Мал. 9



Мал. 10

24(22). Графіки руху двох тіл зображено на мал. 10. Написати рівняння рухів $x = x(t)$. Що означають точки перетину графіків з осями координат?

25(23). По прямому шосе в одному напрямі рухаються два мотоциклісти. Швидкість першого мотоцикліста 10 м/с. Другий доганяє його з швидкістю 20 м/с. Відстань між мотоциклами в початковий момент часу дорівнювала 200 м. Написати рівняння рухів мотоциклістів у системі відліку, зв'язаній із землею, взявши за початок координат місце перебування другого мотоцикліста в початковий момент часу і вибравши за додатний напрям осі X напрям руху мотоциклістів. Побудувати на одному малюнку графіки рухів обох мотоциклістів (рекомендований масштаб: в 1 см 100 м; в 1 см 5 с). Визначити місце і час зустрічі мотоциклістів.

26(ПРГ). У момент початку спостереження відстань між автобусом 1 та мотоциклістом 2 дорівнювала s і автобус проходив початок координат ($x_{01} = 0$). Проекції швидкостей тіл відповідно дорівнюють v_{1x} і v_{2x} . Для кожного рядка сформулювати умову задачі¹. Знайти: 1) час t зустрічі автобуса і мотоцикліста; 2) координату x місця їхньої зустрічі; 3) координату x_2' мотоцикліста в момент часу проходження автобусом точки, координата якої x_1' . ($s = x_2 - x_1$).

¹ Надалі це доцільно робити під час розв'язування всіх задач за складеними програмами.

№	$s, \text{ м}$	$v_{1x}, \text{ м/с}$	$v_{2x}, \text{ м/с}$	$x'_i, \text{ м}$
1	600	10	-20	250
2	1400	18,6	-18,6	1400
3	0	14	18	630
4	-283	-18	-12	-364
5	148	17	21	548

27(ПРГ). Рівняння руху двох тіл задано виразами: $x_1 = x_{01} + v_{1x}t$ і $x_2 = x_{02} + v_{2x}t$. Знайти час і координату місця зустрічі тіл.

№	$x_{01}, \text{ м}$	$x_{02}, \text{ м}$	$v_{1x}, \text{ м/с}$	$v_{2x}, \text{ м/с}$
1	24	87	4,2	2,7
2	63	-12	-6,2	4,1
3	0	-17	1,1	2,6
4	263	0	0	4,9
5	12	-12	2,1	-2,1

3. Відносність руху

28(26). Накресліть траєкторію руху точки обода велосипедного колеса під час рівномірного і прямолінійного руху велосипедиста в системах відліку, жорстко зв'язаних: а) з колесом, що обертається; б) з рамою велосипеда; в) із Землею.

29. Чи може людина, перебуваючи на рухомому ескалаторі метро, бути в стані спокою в системі відліку, зв'язаній із Землею?

30(н). На мал. 11 зображено кадр з діафільму за казкою Г. Х. Андерсена «Дюймовочка». Поясніть фізичну безпідставність напису під кадром.

31¹(н). Швидкість штормового вітру 30 м/с, а швидкість автомобіля «Жигули» досягає 150 км/год. Чи може автомобіль рухатися так, щоб перебувати у спокої відносно повітря?

32(н). Швидкість велосипедиста 36 км/год, а швидкість вітру 4 м/с. Яку швидкість має вітер у системі відліку, зв'язаній з велосипедистом, коли: а) вітер зустрічний; б) вітер попутний?

¹ У цій та наступних задачах, якщо немає окремих застережень, наведено швидкість у системі відліку, зв'язаній із Землею.



Латаття пливе за течією. Течія була сильною і жаба ніяк не могла наздогнати Дюймовочку.

Мал. 11

33(31). Гусеничний трактор Т-150 рухається з максимальною швидкістю 18 км/год. Визначити проєкції векторів швидкостей верхньої та нижньої частин гусениці на осі X і X_1 . Вісь X зв'язана із Землею, а вісь X_1 — з трактором. Обидві осі напрямлені за рухом трактора.

34(32). Полотно ескалатора метро рухається з швидкістю 0,75 м/с. Визначити час, протягом якого людина переміститься на 20 м відносно ескалатора, коли вона сама іде в напрямі руху ескалатора з швидкістю 0,25 м/с в системі відліку, зв'язаній з ескалатором.

35(33). Два поїзди рухаються назустріч один одному з швидкостями 72 і 54 км/год. Пасажир, який іде в першому поїзді, помічає, що другий поїзд проходить повз нього протягом 14 с. Яка довжина другого поїзда?

36(34). Швидкість руху човна відносно води в n разів більша, ніж швидкість течії річки. У скільки разів довше човен пливе між двома пунктами проти течії, ніж за течією? (Розв'язати задачу для значень $n = 2$ і $n = 11$).

37(36). Ескалатор метро піднімає пасажирів, що нерухомо стоїть на ньому, за 1 хв. Ідучи по нерухомому ескалатору, пасажир піднімається за 3 хв. За який час він підніметься, ідучи по рухомому ескалатору?

38(37). Легковий автомобіль рухається з швидкістю 20 м/с за вантажним, швидкість якого 16,5 м/с. У момент початку обгону водій легкового автомобіля побачив зустрічний міжміський автобус, який рухається з швидкістю 25 м/с. При якій найменшій відстані до автобуса можна починати обгін, якщо на початку обгону легкова машина була за вантажною на відстані 15 м, а на кінець обгону вона має бути попереду неї на 20 м?

39(п). Рибалка, пливучи на човні проти течії, випустив вудочку. За 1 хв він помітив це і відразу ж повернув назад. Через скільки часу він наздожене вудочку? Швидкість течії річки і швидкість човна відносно води сталі. На якій відстані від місця втрати він наздожене вудочку, якщо швидкість течії води дорівнює 2 м/с?

40(ПРГ). Судну (човну, катеру тощо) необхідно подолати відстань s туди і назад один раз річкою, а другий — озером. Швидкість течії води v_1 . Швидкість судна відносно води v_2 . На скільки більше часу займе рух річкою, ніж озером?

№	v_1 , м/с	v_2 , м/с	s , м
1	1	5	240
2	2,13	18,6	1410
3	0,27	3,2	480
4	4,2	4,6	310
5	2,1	2,2	68

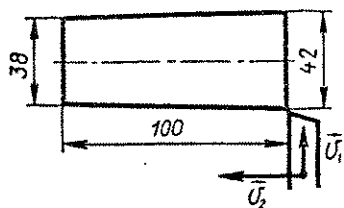
41¹(40). Швидкість поздовжньої подачі різця токарного верстата 12 см/хв, а поперечної подачі 5 см/хв. Яка швидкість різця в системі відліку, зв'язаній з корпусом верстата?

42(41). Вертоліт летів на північ з швидкістю 20 м/с. З якою швидкістю і під яким кутом до меридіана летітиме вертоліт, якщо подме західний вітер зі швидкістю 10 м/с?

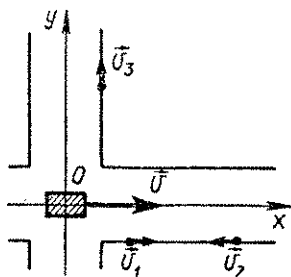
43(42). Катер, перетинаючи річку, рухається перпендикулярно до її течії з швидкістю 4 м/с у системі відліку, зв'язаній з водою. На скільки метрів знесе течія катер, якщо ширина річки 800 м, а швидкість течії 1 м/с?

¹ Цю і наступні задачі параграфу можна розв'язувати графічно.

44(43). На токарному верстаті виточують деталь у формі зрізаного конуса (мал. 12). Якою має бути швидкість поперечної подачі різця, якщо швидкість поздовжньої подачі становить 25 см/хв? Розміри деталі (у міліметрах) зазначено на малюнку.



Мал. 12



Мал. 13

45(ПРГ). Човен, який рухається із швидкістю v_1 в системі відліку, зв'язаній з човном, має переплисти через річку найкоротшим шляхом. 1. Який курс¹ повинен тримати човен, якщо швидкість течії річки v_2 ? 2. Яка швидкість човна відносно землі? 3. Скільки часу займе переправа, якщо ширина річки становить s ?

№	v_1 , м/с	v_2 , м/с	s , м
1	6	2	220
2	2,2	2,1	86
3	4,18	1,9	26
4	12,2	1,64	475
5	4,7	0	37,6

46(45). У безвітряну погоду вертоліт рухався з швидкістю 90 км/год точно на північ. Визначити швидкість і курс вертольота, якщо подув північно-західний вітер під кутом 45° до меридіана. Швидкість вітру 10 м/с.

¹ Курс визначається кутом α між лінією, яка проходить через корпус човна від носа до корми, і перпендикуляром, проведеним до берега річки.

47*(46). У системі відліку, зв'язаній із Землею, трамвай рухається з швидкістю $v = 2,4$ м/с (мал. 13), а три пішоходи — з однаковими за модулем швидкостями $v_1 = v_2 = v_3 = 1$ м/с. Визначити: а) модулі швидкостей пішоходів у системі відліку, зв'язаній з трамваєм; б) проекції векторів швидкостей пішоходів на осі координат у цій системі відліку.

4. Швидкість у прямолінійному нерівномірному русі

48*. Автомобіль проїхав першу половину шляху з швидкістю $v_1 = 10$ м/с, а другу половину шляху — з швидкістю $v_2 = 15$ м/с. Визначити середню швидкість на всьому шляху. Довести, що середня швидкість менша, ніж середнє арифметичне значення v_1 та v_2 .

49. На мал. 14 відтворено за стробоскопічною фотографією рух кульки. Визначити середню швидкість руху кульки на ділянці AB і миттєву швидкість у точці C , знаючи, що частота фотографування становить 50 раз за 1 с. Натуральна довжина сірникової коробки, зображеної на фотографії, дорівнює 50 мм. Рух по горизонтальній ділянці вважати рівномірним.

50¹. Під час удару ковальського молота по заготовці його прискорення в момент гальмування за модулем дорівнювало 200 м/с². Який час тривав удар, якщо початкова швидкість молота становила 10 м/с?

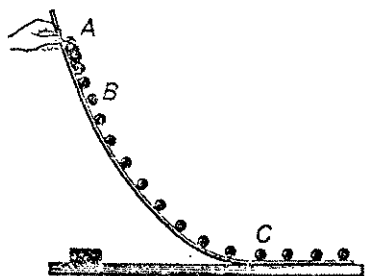
51. Поїзд через 10 с після початку руху набуває швидкості $0,6$ м/с. Через скільки часу від початку руху швидкість поїзда дорівнюватиме 3 м/с?

52. Велосипедист їде з гори з прискоренням $0,3$ м/с². Якої швидкості набуває велосипедист через 20 с, якщо його початкова швидкість дорівнює 4 м/с?

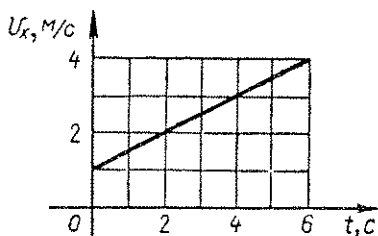
53. За який час автомобіль, їдучи з прискоренням $0,4$ м/с², збільшить свою швидкість з 12 до 20 м/с?

54. Залежність швидкості від часу в момент розгону автомобіля задано рівнянням $v_x = 0,8t$. Побудувати графік швидкості і визначити швидкість наприкінці п'ятої секунди.

¹ У задачах цього та наступного параграфів вважати рух рівноприскореним і прямолінійним. Якщо немає спеціальних застережень, вважати, що рух відбувається вздовж осі X , додатний напрям якої бігається з напрямом руху в початковий момент часу.



Мал. 14



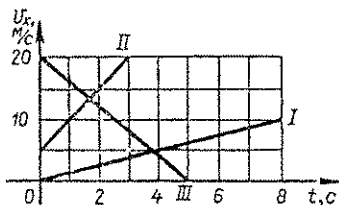
Мал. 15

55. Швидкість поїзда за 20 с зменшилася з 72 до 54 км/год. Написати формулу залежності швидкості від часу і побудувати графік цієї залежності.

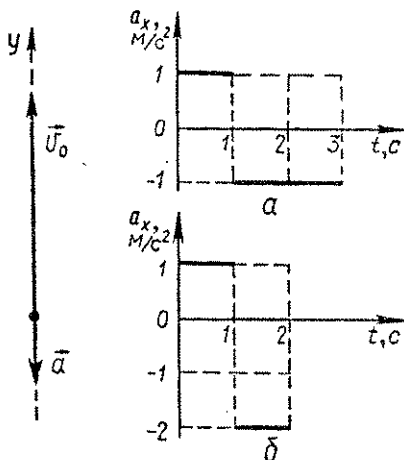
56. Користуючись графіком швидкості (мал. 15), визначити початкову швидкість, швидкість на початку четвертої і в кінці шостої секунд. Обчислити прискорення і написати рівняння залежності $v_x = v_x(t)$.

57. За наведеними на мал. 16 графіками написати рівняння залежності $v_x = v_x(t)$.

58. На мал. 17 зображено вектор швидкості в початковий момент часу і вектор прискорення матеріальної точки. Написати рівняння $v_y = v_y(t)$ і побудувати його графік для перших 6 с руху, якщо $v_0 = 30$ м/с, $a = 10$ м/с². Визначити швидкості через 2, 3 і 4 с.



Мал. 16



Мал. 17

Мал. 18

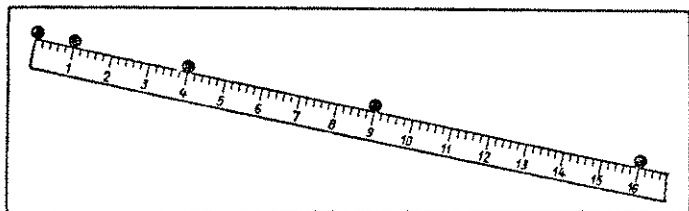
59*. За графіками залежності $a_x(t)$, наведеними на мал. 18, a і b , побудувати графіки $v_x(t)$, вважаючи, що в початковий момент часу ($t = 0$) швидкість руху матеріальної точки дорівнює нулеві.

5. Переміщення в рівноприскореному русі

60. Від зупинки одночасно відходять трамвай і тролейбус. Прискорення тролейбуса в два рази більше, ніж трамвая. Порівняти шляхи, пройдені трамваем і тролейбусом за один і той самий час, та набуті ними швидкості.

61. Кулька, що котиться похилим жолобом із стану спокою, за першу секунду пройшла 10 см. Який шлях кулька пройде за три секунди?

62. На мал. 19 відтворено за стробоскопічною фотографією рух кульки по жолобу із стану спокою. Відомо, що проміжок часу між двома послідовними спалахами дорівнює 0,2 с. Поділки дано в дециметрах. Довести, що рух кульки був рівноприскореним. Визначити, з яким прискоренням рухалася кулька. Обчислити швидкості кульки в положеннях, зафіксованих на фотографії.



Мал. 19

63. За який час автомобіль, рухаючись із стану спокою з прискоренням $0,6 \text{ м/с}^2$, пройде 30 м?

64. Перший вагон поїзда, який від'їжджає від зупинки, проходить за 3 с повз спостерігача, який стояв, коли поїзд рушив, біля початку цього вагона. За який час повз спостерігача пройде весь поїзд, що складається з 9 вагонів? Проміжками між вагонами знехтувати.

65(ПРГ). Знайти швидкість v наведених у таблиці тіл, набуту через час t , і шлях s , пройдений за цей час. Вважати, що початкова швидкість для всіх тіл дорівнює нулеві.

№	Тіло	$a, \text{ м/с}^2$	$t, \text{ с}$
1	Пасажи́рський ліфт	0,62	3,7
2	Трамвай	0,81	9,4
3	Автомобіль	0,96	8,7
4	Куля в стволі автомата	616 000	0,00116
5	Пое́зд метро	1,24	19,1
6	Літак під час розбігу	1,65	52

66. К. Е. Ціолковський у книжці «По́за Землею», розглядаючи політ ракети, пише: «через 10 секунд вона була від глядача на відстані 5 км». З яким прискоренням рухалася ракета і якої швидкості вона набула?

67. Куля у стволі автомата Калашникова рухається з прискоренням 616 км/с^2 . З якою швидкістю вилітає куля, якщо довжина ствола 41,5 см?

68. У скільки разів швидкість кулі в середині ствола рушниці менша, ніж під час пострілу?

69. Під час аварійного гальмування автомобіль, який рухається з швидкістю 72 км/год , зупинився через 5 с. Визначити гальмовий шлях.

70. Довжина розбігу під час зльоту літака Ту-154 дорівнює 1215 м, а швидкість відриву від землі 270 км/год . Довжина пробігу під час посадки цього літака 710 м, а посадочна швидкість 230 км/год . Порівняти прискорення (за модулем) і час розбігу та посадки.

71. Гальмовий шлях автомобіля, який рухається з швидкістю $v_1 = 15 \text{ км/год}$, становить $s_1 = 1,5 \text{ м}$. Визначити гальмовий шлях s_2 цього самого автомобіля, якщо він рухатиметься з швидкістю $v_2 = 90 \text{ км/год}$. Прискорення в обох випадках одне й те саме.

72. Мотоцикліст і велосипедист починають одночасно рухатися із стану спокою. Прискорення мотоцикліста в три рази більше, ніж велосипедиста. У скільки разів більшу швидкість розвине мотоцикліст: а) за один і той самий час; б) на одному й тому самому шляху?

73(ПРГ). Тіла, зазначені в таблиці, закінчують свій рух після проходження шляху s за час t . Знайти прискорення і початкову швидкість v_0 .

№	Тіло	s, м	t, с
1	Ковальський молот під час удару по заготовці	0,23	0,052
2	Ліфт Останкінської телевізійної вежі	49	14
3	Лижник, який з'їхав з гори	318	39
4	Цирковий артист під час падіння в сітку	6,8	0,85
5	Автомобіль під час аварійного гальмування	46	4,3

74(73). Залежність швидкості матеріальної точки від часу задано рівнянням $v_x = 6t$. Написати залежність $x = x(t)$, якщо в початковий момент рухома точка перебувала в початку координат ($x = 0$). Обчислити шлях, який пройшла матеріальна точка за 10 с.

75(74). Рівняння руху матеріальної точки має вигляд: $x = 0,4t^2$. Написати залежність $v_x(t)$ і побудувати її графік. Заштрихувати на графіку площу, яка чисельно дорівнює шляху, пройденому точкою за 4 с, і обчислити цей шлях.

76(75). Рівняння руху матеріальної точки має вигляд: $x = -0,2t^2$. Який це рух? Обчисліть координату точки через 5 с і шлях, який вона пройшла за цей час.

77(ПРГ). Тролейбус за час t пройшов шлях s . Якої швидкості v набув він наприкінці шляху і з яким прискоренням a рухався, якщо початкова швидкість руху становила v_0 ?

№	s, м	t, с	v_0 , м/с
1	120	10	10
2	120	12	10
3	120	18	10
4	120	24	10
5	52	7,1	6,3

78(77). По схилу завдовжки 100 м лижник з'їхав за 20 с, рухаючись з прискоренням $0,3 \text{ м/с}^2$. Яку швидкість мав лижник на початку і в кінці схилу?

79(78). Рухаючись під уклон, доїзд за 20 с пройшов 340 м і розвинув швидкість 19 м/с. З яким прискоренням ішов поїзд і яку він мав швидкість на початку уклону?

80. Рівняння руху по шосе (див. мал. 8) велосипедиста, пішохода та бензовоза мають вигляд: $x_1 = -0,4t^2$, $x_2 = 400 - 0,6t$ і $x_3 = -300$. Визначити для кожного з тіл: координату в момент початку спостереження, проекції на вісь X початкової швидкості і прискорення, а також напрям і вид руху.

Зробити пояснювальний малюнок, вказавши розташування тіл при $t = 0$ та накресливши вектори швидкостей і прискорень.

81. Рухи матеріальних точок задано такими рівняннями: а) $x_1 = 10t + 0,4t^2$; б) $x_2 = 2t - t^2$; в) $x_3 = -4t + 2t^2$; г) $x_4 = -t - 6t^2$. Написати залежність $v_x = v_x(t)$ для кожної точки; побудувати графіки цих залежностей; визначити вид руху в кожному випадку.

82. Написати рівняння $x = x(t)$ для рухів, графіки швидкостей яких зображено на мал. 16. Вважати, що в початковий момент ($t = 0$) тіла перебувають в початку координат ($x = 0$).

83(ПРГ). Хлопчик з'їхав на санчатах з гори завдовжки s_1 і проїхав по горизонтальній ділянці шлях s_2 до зупинки. Увесь рух тривав час t . Знайти: 1) час спуску t_1 ; 2) час t_2 гальмування; 3) швидкість v у кінці гори; 4) прискорення a_1 під час спускання; 5) прискорення a_2 під час гальмування.

№	s_1 , м	s_2 , м	t , с
1	20	40	15
2	14	31	9
3	34	98	21
4	110	66	39

84. Велосипедист перші 4 с рухався із стану спокою з прискоренням 1 м/с^2 , а потім 0,1 хв їхав рівномірно і останні 20 м, доки не зупинився,— рівносповільнено. Обчислити середню швидкість за весь час руху. Побудувати графік $v_x(t)$.

85*. Відстань між двома станціями поїзд проїхав із середньою швидкістю $v_c = 72 \text{ км/год}$ за $t = 20 \text{ хв}$.

Розгін та гальмування разом тривали $t_1 = 4$ хв, а решту часу поїзд рухався рівномірно. Яку швидкість v мав поїзд під час рівномірного руху¹?

86. Рухи двох автомобілів по шосе описуються рівняннями: $x_1 = 2t + 0,2t^2$ і $x_2 = 80 - 4t$. Описати картину руху; визначити час і місце зустрічі автомобілів; відстань між ними через 5 с від початку відліку часу; координату першого автомобіля в той момент часу, коли другий перебував у початку відліку.

87. У момент початку спостереження відстань між двома тілами становила 6,9 м. Перше тіло рухається із стану спокою з прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$. Друге тіло рухається слідом за першим, маючи початкову швидкість 2 м/с і прискорення $0,4 \text{ м/с}^2$. Написати рівняння $x = x(t)$ у системі відліку, в якій при $t = 0$ координати набувають значень $x_1 = 6,9 \text{ м}$ і $x_2 = 0$. Визначити місце та час зустрічі тіл.

88* Рухи двох мотоциклістів задано рівняннями $x_1 = 15 + t^2$ і $x_2 = 8t$. Описати рух кожного мотоцикліста; визначити час та місце їхньої зустрічі.

6. Рівномірний рух тіла по колу

89. Частота обертання вітроколеса вітродвигуна дорівнює 30 об/хв, якоря електродвигуна 1500 об/хв, барабана сепаратора 8400 об/хв, шпинделя шліфувального верстата 96 000 об/хв. Обчислити їх періоди.

90. Визначити частоту обертання Місяця навколо Землі (див. табл. 14).

91. Швидкість точок робочої поверхні наждачного круга, який має діаметр 300 мм, не повинна перевищувати 35 м/с. Чи можна насадити цей круг на вал електродвигуна, що робить 1400 об/хв? 2800 об/хв?

92. Частота обертання повітряного гвинта літака 1500 об/хв. Скільки обертів робить гвинт на шляху 90 км при швидкості польоту 180 км/год?

93. Період обертання платформи карусельного верстата 4 с. Визначити швидкість крайніх точок платформи, віддалених від осі обертання на 2 м.

¹ Задачу доцільно розв'язати геометрично, побудувавши графік $v_x = v_x(t)$ і врахувавши, що пройдений шлях дорівнює площі фігури між графіком та віссю абсцис.

94(н). Діаметр передніх коліс трактора в 2 рази менший, ніж задніх. Порівняти частоти обертання коліс під час руху трактора.

95(н). Швидкість руху магнітної стрічки магнітофона становить 9,53 см/с. Обчислити частоту і період обертання правої (приймальної) котушки на початку й наприкінці прослуховування, якщо найменший радіус котушки дорівнює 2,5 см, а найбільший 7 см.

96(н). З якою швидкістю і в якому напрямі має летіти літак по шістдесятій паралелі, щоб прийти в пункт призначення раніше (за місцевим часом), ніж він вилетів з пункту відправлення? Чи можливо це для сучасних пасажирських літаків?

97. Перша в світі орбітальна космічна станція, утворена внаслідок стикування космічних кораблів «Союз-4» і «Союз-5» 16 січня 1969 року, мала період обертання 88,85 хв і середню висоту над поверхнею Землі 230 км (вважаючи, що орбіта колова). Визначити середню швидкість руху станції.

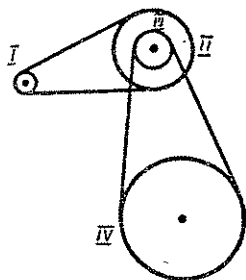
98. Якщо радіус колової орбіти штучного супутника Землі збільшити в 4 рази, то його період обертання збільшиться у 8 раз. У скільки разів зміниться швидкість руху супутника по орбіті?

99. Хвилинна стрілка годинника у три рази довша від секундної. Обчислити співвідношення швидкостей кінців стрілок.

100. Рух від шківів I (мал. 20) до шківів IV передається за допомогою двох пасових передач. Обчислити частоту обертання (в об/хв) шківів IV, якщо шків I робить 1200 об/хв, а радіуси шківів становлять: $r_1 = 8$ см; $r_2 = 32$ см; $r_3 = 11$ см; $r_4 = 55$ см. Шківів II і III жорстко закріплено на одному валу.

101. Кругла пилка має діаметр 600 мм. На вісь пилки насаджено шків діаметром 300 мм, який приводиться в обертання за допомогою пасової передачі від шківів діаметром 120 мм, насадженого на вал електродвигуна. Яка швидкість зубів пилки, якщо вал електродвигуна робить 1200 об/хв?

102. Діаметр колеса велосипеда «Пенза» $d = 70$ см, ведуча



Мал. 20

зубчатка має $z_1 = 48$ зубців, а ведена — $z_2 = 18$ зубців. З якою швидкістю рухається велосипедист на цьому велосипеді при частоті обертання педалей $n = 1$ об/с? З якою швидкістю рухається велосипедист на складаному велосипеді «Кама» при тій самій частоті обертання педалей, якщо в цього велосипеда $d = 50$ см, $z_1 = 48$ зубців, $z_2 = 15$ зубців?

103. Яке доцентрове прискорення поїзда, що рухається по заокругленню радіусом 800 м із швидкістю 20 м/с?

104. Швидкість точок екватора Сонця під час його обертання навколо своєї осі дорівнює 2 км/с. Визначити період обертання Сонця навколо своєї осі і доцентрове прискорення точок екватора.

105. Період обертання молотильного барабана комбайна «Нива», діаметр якого 600 мм, дорівнює 0,046 с. Визначити швидкість точок, які лежать на ободі барабана, та їх доцентрове прискорення.

106. З якою швидкістю автомобіль повинен проїжджати середину опуклого мосту радіусом 40 м, щоб доцентрове прискорення дорівнювало прискоренню вільного падіння?

107. Робоче колесо турбіни Красноярської ГЕС ім. 50-річчя СРСР має діаметр 7,5 м і обертається з частотою 93,8 об/хв. Яке доцентрове прискорення кінців лопаток турбіни?

108. Обчислити доцентрове прискорення точок колеса автомобіля, які дотикаються до дороги, якщо автомобіль рухається з швидкістю 72 км/год і при цьому частота обертання колеса становить 8 с^{-1} .

109. Дві матеріальні точки рухаються по колах радіусами R_1 і R_2 , причому $R_1 = 2R_2$. Порівняти їх доцентрові прискорення у випадках: а) коли їхні швидкості однакові; б) коли їхні періоди однакові.

110. Радіус робочого колеса гідротурбіни у 8 раз більший, а частота обертання — у 40 раз менша, ніж у парової турбіни. Порівняти швидкості та доцентрове прискорення точок обода коліс турбін.

111. Дитячий заводний автомобіль, рухаючись рівномірно, пройшов відстань s за час t . Визначити частоту обертання і доцентрове прискорення точок на ободі колеса, якщо його діаметр дорівнює d . Якщо є можливість, конкретні дані задачі знайдіть на досліді.

РОЗДІЛ II

ОСНОВИ ДИНАМІКИ

7. Перший закон Ньютона. Інерціальні системи відліку. Маса тіл. Сила. Рівнодійна кількох сил

112. Пояснити, дії яких тіл компенсуються в таких випадках: а) підводний човен перебуває в спокої у товщі води; б) підводний човен лежить на твердому ґрунті.

113. Парашутист спускається, рухаючись рівномірно і прямолінійно. Пояснити, дії яких тіл компенсуються.

114. Хлопчик тримає на нитці кульку, наповнену воднем. Які дії взаємно компенсуються, якщо кулька перебуває в стані спокою?

Хлопчик випустив кульку. Чому вона почала рухатися прискорено?

115. Чи може автомобіль з вимкненим двигуном рівномірно рухатися по горизонтальному шосе?

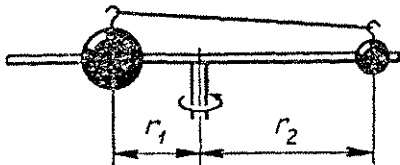
116. На горизонтальній ділянці колії маневровий тепловоз штовхнув вагон. Які тіла діють на вагон під час поштовху і коли вагон вільно котиться? Як рухатиметься вагон під впливом цих тіл?

117(н). Система відліку жорстко зв'язана з ліфтом. В яких з наведених далі випадків систему відліку можна вважати інерціальною? Ліфт: а) вільно падає; б) рухається рівномірно вгору; в) рухається прискорено вгору; г) рухається сповільнено вгору; д) рухається рівномірно вниз.

118(н). Система відліку зв'язана з автомобілем. Чи буде вона інерціальною, якщо автомобіль рухається: а) рівномірно і прямолінійно по горизонтальному шосе; б) прискорено по горизонтальному шосе; в) рівномірно, повертаючи на вулицю, розташовану під прямим кутом; г) рівномірно вгору; д) рівномірно з гори; е) прискорено з гори?

119(н). Як рухається поїзд, якщо яблуко, яке впало із столика вагона в системі відліку «Вагон»: а) рухається по вертикалі; б) відхиляється під час падіння уперед; в) відхиляється назад; г) відхиляється вбік?

120(117). На стержні (мал. 21), який обертається з деякою частотою, дві сталеві кульки різних розмірів, зв'язані нерозтяжною ниткою, не ковзають вздовж



Мал. 21

стержня при певному співвідношенні радіусів r_1 і r_2 . Яке співвідношення мас кульок, якщо $r_2 = 2r_1$?

121¹(119). Маневровий тепловоз, маса якого 100 т, штовхнув вагон, що перебував у стані спокою. Прискорення вагона під час взаємодії за абсолютним значенням у 5 раз перевищувало прискорення тепловоза. Яка маса вагона?

122(120). Порівняти прискорення двох сталених куль під час зіткнення, якщо радіус першої кулі в 2 рази більший від радіуса другої. Чи залежить відповідь задачі від початкових швидкостей куль?

123(121). Порівняти прискорення двох куль однакового радіуса під час взаємодії, якщо першу кулю зроблено із сталі, а другу — із свинцю.

124(122). Під час зіткнення двох візків, які рухаються по горизонтальній площині, проекція вектора швидкості на вісь x першого візка змінилася від 3 до 1 м/с, а проекція вектора швидкості другого візка на ту ж саму вісь змінилася від -1 до $+1$ м/с. Вісь X зв'язана із Землею, розташована горизонтально, і її додатний напрям збігається з напрямом вектора початкової швидкості першого візка. Описати рухи візків до і після взаємодії. Порівняти маси візків.

125(123). Двоє тіл, маси яких 400 і 600 г, рухались назустріч одне одному і після удару зупинились. Яка швидкість другого тіла, якщо перше тіло рухалося з швидкістю 3 м/с?

126(124). Вагон, маса якого 60 т, під'їжджає з швидкістю 0,3 м/с до нерухомої платформи і ударяє в неї буферами, внаслідок чого платформа набуває швидкості 0,4 м/с. Яку масу має платформа, якщо після удару швидкість вагона зменшилася до 0,2 м/с?

127(125). М'яч від удару футболіста летить вертикально вгору. Визначити й порівняти сили, що діють на

¹ У цій і наступних задачах параграфу йдеться про середні прискорення, оскільки рух під час удару не буде рівноприскореним.

м'яч: а) у момент удару; б) під час польоту м'яча вгору; в) під час польоту м'яча вниз; г) під час удару об землю.

128(126). Визначити й порівняти сили, які діють на кульку в таких випадках: а) кулька лежить на горизонтальному столі; б) кульку штовхають рукою; в) кулька котиться по столу; г) кулька падає зі стола.

129(127). Людина стоїть у ліфті. Визначити і порівняти сили, які діють на неї в таких випадках: а) ліфт не рухається; б) ліфт починає рухатися вгору; в) ліфт рухається рівномірно; г) ліфт сповільнює рух до зупинки.

130(128). Визначити й порівняти сили, які діють на автомобіль у таких випадках: а) автомобіль стоїть нерухомо на горизонтальній ділянці шляху; б) автомобіль рушає з місця; в) автомобіль рухається рівномірно й прямолінійно по горизонтальній ділянці; г) рухаючись рівномірно, автомобіль проїжджає середину опуклого моста; д) рухаючись рівномірно, автомобіль повертає; е) автомобіль гальмує на горизонтальному шляху.

131(129). На мал. 22 зображено сили, які діють на літак, і напрям вектора швидкості в якийсь момент часу (\vec{F} — сила тяги; \vec{R} — сила лобового опору, \vec{F}_T — сила тяжіння, \vec{Q} — підймальна сила). Як рухається літак, якщо: а) $F_T = Q$, $F = R$; б) $F_T = Q$, $F > R$; в) $F_T > Q$, $F = R$; г) $F_T < Q$, $F = R$?

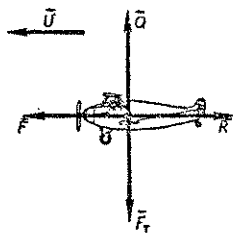
132(257). При якому співвідношенні сил, що діють на бульбашку повітря, яка піднімається з дна водоймища, рух бульбашки стає рівномірним?

133(294). Чи можуть сили 10 і 14 Н, прикладені в одній точці, дати рівнодійну, що дорівнює: 2; 4; 10; 24; 30 Н?

134(н). Чи може рівнодійна трьох однакових за модулем сил, прикладених в одній точці, дорівнювати нулеві?

135(295). Визначити рівнодійну трьох сил, кожна з яких становить 200 Н, якщо кути між першою та другою і другою та третьою силами дорівнюють 60° .

136(296). На парашутиста масою 90 кг на початку стрибка діє сила опору повітря, проекції якої на осі



Мал. 22

координат X та Y становлять 300 і 500 Н. (Вісь Y напрямлена вгору.) Визначити рівнодійну всіх сил.

137(297). На реактивний літак діють у вертикальному напрямі сила тяжіння 550 кН і підймальна сила 555 кН, а в горизонтальному напрямі — сила тяги 162 кН і сила опору повітря 150 кН. Визначити рівнодійну всіх сил (за модулем і напрямом).

138(298). Нитку, на якій висить вантаж масою 1,6 кг, відводять у нове положення силою 12 Н, що діє в горизонтальному напрямі. Визначити силу натягу нитки.

8. Другий закон Ньютона. Третій закон Ньютона¹

139(130). Трактор, сила тяги якого на гаку становить 15 кН, надає причепові прискорення $0,5 \text{ м/с}^2$. Якого прискорення надасть тому самому причепові трактор, що розвиває тягове зусилля 60 кН?

140(131). Сила 60 Н надає тілу прискорення $0,8 \text{ м/с}^2$. Яка сила надасть цьому тілу прискорення 2 м/с^2 ?

141(132). Тіло, маса якого 4 кг, під дією певної сили набуло прискорення 2 м/с^2 . Якого прискорення набуде тіло, що має масу 10 кг, під дією такої самої сили?

142(133). Порожній вантажний автомобіль, маса якого 4 т, почав рухатися з прискоренням $0,3 \text{ м/с}^2$. Яка маса вантажу, взятого автомобілем, якщо, маючи таку саму силу тяги, він рушає з місця з прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$?

143(н). Заповніть таблицю, де a прискорення, що його набуває тіло масою m під дією сили F .

a	?	?	$0,4 \text{ м/с}^2$	2 км/с^2	$0,1 \text{ м/с}^2$	5 см/с^2
m	8 кг	3 г	200 кг	10 г	?	?
F	2 Н	6 мН	?	?	20 Н	1 кН

144(134). З яким прискоренням рухався під час розгону реактивний літак масою 60 т, якщо сила тяги двигунів становить 90 кН?

¹ У задачах цього параграфу сили вважати сталими, а тертя, якщо нема окремих застережень, не враховувати.

145(135). Маса легкового автомобіля дорівнює 2 т, а вантажного 8 т. Порівняти прискорення автомобілів, якщо сила тяги вантажного автомобіля в 2 рази більша, ніж легкового.

146(136). М'яч масою 0,5 кг після удару, що тривав 0,02 с, набуває швидкості 10 м/с. Визначити середню силу удару.

147(137). Бойова реактивна установка БМ-13 («Катюша») мала довжину напрямних балок 5 м, масу кожного снаряда 42,5 кг і силу реактивної тяги 19,6 кН. Визначити швидкість сходу снаряда з напрямної балки.

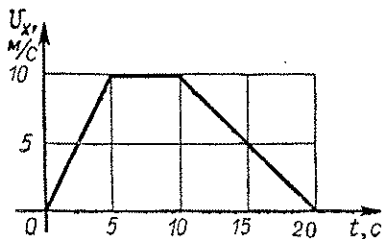
148(138). Порожньому причепові тягач надає прискорення $a_1 = 0,4 \text{ м/с}^2$, а навантаженому $a_2 = 0,1 \text{ м/с}^2$. Якого прискорення надасть тягач обом причепам, якщо їх з'єднати разом? Вважати, що сила тяги тягача в обох випадках однакова.

149(139). Під дією якоїсь сили візок, рухаючись із стану спокою, пройшов шлях 40 см. Коли на візок поклали вантаж 200 г, то під дією тієї самої сили і за той самий час візок пройшов із стану спокою шлях 20 см. Яка маса візка?

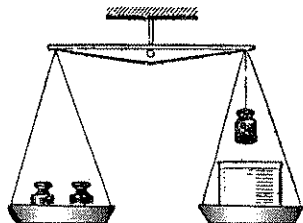
150(140). На мал. 23 наведено графік зміни швидкості тіла масою 2 кг. Знайти проекцію сили (F_x), що діє на тіло на кожному етапі руху.

151(141). У відомих дослідах О. Геріке (1654 р.) з магдебурзькими півкулями, які він проводив, вивчаючи атмосферний тиск, щоб роз'єднати дві півкулі, з яких було викачано повітря, запрягали шістнадцятеро коней (по вісім до кожної півкулі). Чи можна було б у такому досліді обійтися меншою кількістю коней?

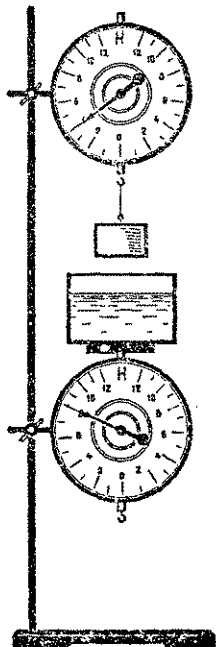
152(н). Об вітрове скло рухомого автомобіля вдарився комар. Порівняти сили, які діють на комара та автомобіль під час удару.



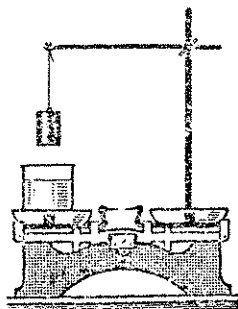
Мал. 23



Мал. 24



Мал. 25



Мал. 26

153(143). Що станеться з космонавтом під час вільного польоту космічного корабля, якщо він випустить з рук (без поштовху) масивний предмет? Якщо він кине його?

154(144). Чому човен не зрушає з місця, коли людина, яка сидить у ньому, тисне на борт, і рушає, коли людина вийде з човна й штовхатиме його з такою самою силою?

155(145). Барон Мюнхгаузен твердив, що сам себе витягнув за чуба з болота. Чому це неможливо?

156(146). Чи порушиться рівновага терезів (мал. 24), якщо подовжити нитку так, щоб гиря повністю занурилась у воду, але не доторкалася до дна? якщо перерізати нитку й покласти гирю на дно?

157(147). Що покажуть динамометри (мал. 25), якщо верхній з них опустити так, щоб вантаж, об'єм якого $0,2 \text{ дм}^3$, повністю занурився у воду, але не доторкався до дна посудини?

158*(148). На одній шальці терезів стоїть посудина з водою, а на другій — штатив, на якому висить алюмінієве тіло масою 54 г; при цьому терези перебувають у рівновазі (мал. 26). Якщо, подовживши нитку, занурити гирю у воду, то рівновага порушиться. Яку гирю треба покласти на праву шальку терезів, щоб відновити рівновагу?

9. Сила пружності. Гравітаційні сили

159(н). Два хлопчики розтягують гумовий джгут, прикріпивши до його кінців динамометри. Коли джгут видовжився на 2 см, динамометри показували сили по 20 Н кожен. Яка жорсткість джгута? Що покажуть динамометри під час розтягування джгута на 6 см?

160(н). Які сили треба прикласти до кінців дротини, жорсткість якої 100 кН/м, щоб розтягнути її на 1 мм?

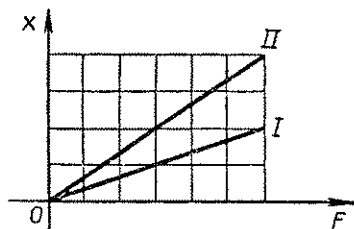
161(н). На скільки видовжиться риболовна волосін з жорсткістю 0,5 кН/м під час піднімання вертикально вгору риби масою 200 г?

162(н). Спиральна циліндрична пружина передньої підвіски коліс автомобіля «Жигули» має довжину у вільному стані 360 мм і під дією сили 4,35 кН повинна стискуватися до 230 мм. Пружина задньої підвіски коліс має довжину 442 мм і під дією сили 4,4 кН стискується до 273 мм. Визначити жорсткість пружин.

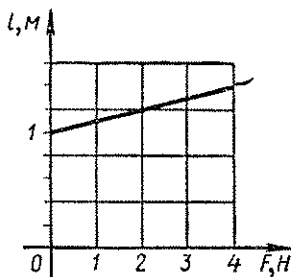
163(151). Дві пружини однакової довжини, скріплені одними кінцями, розтягують за вільні кінці руками. Пружина, жорсткість якої 100 Н/м, видовжилася на 5 см. Яка жорсткість другої пружини, якщо вона видовжилася на 1 см?

164(152). На мал. 27 зображено графіки залежності видовження від прикладеної сили для сталюї (I) і мідної (II) дротин однакової довжини і діаметра. Порівняти жорсткість дротин.

165(153). На мал. 28 подано графік залежності зміни довжини гумового джгута від прикладеної до нього сили. Визначити жорсткість джгута.



Мал. 27



Мал. 28

166(154). Жорсткість дротини дорівнює k . Чому дорівнює жорсткість половини цієї дротини? Відповідь обґрунтувати.

167*(156). Жорсткість однієї пружини становить k_1 , а другої k_2 . Яка жорсткість пружини (k), складеної з цих пружин, з'єднаних послідовно?

168(157). Визначити видовження буксирного троса, жорсткість якого 100 кН/м , під час буксирування автомобіля масою 2 т з прискоренням $0,5 \text{ м/с}^2$. Тертя до уваги не брати.

169(н). Космічний корабель масою 8 т наблизився до орбітальної космічної станції масою 20 т на відстань 100 м . Знайти силу їх взаємного притягання.

170(158). Визначити порядок значення сили взаємного тяжіння двох кораблів, віддалених один від одного на 100 м , якщо маса кожного з них $10\,000 \text{ т}$.

171(159). Обчислити силу гравітаційної взаємодії Землі і Місяця (див. табл. 14).

172(160). У скільки разів зменшується сила притягання до Землі космічної ракети під час її віддалення від поверхні Землі на відстань, що дорівнює радіусу Землі? п'ятьом радіусам Землі?

173(161). На якій відстані від поверхні Землі сила притягання космічного корабля до неї стане в 100 раз меншою, ніж на поверхні Землі?

174(163). Середня відстань між центрами Землі та Місяця дорівнює 60 земним радіусам, а маса Місяця у 81 раз менша від маси Землі. В якій точці на прямій, що з'єднує їхні центри, тіло притягуватиметься до Землі і до Місяця з однаковими силами?

175(н). Двоє тіл однакової маси, що розміщені на деякій відстані одне від одного, притягуються із силою F_1 . Як зміниться сила притягання F_2 , якщо, не змінюючи відстані між тілами, половину маси першого тіла перенести на друге?

176(164). Яке прискорення вільного падіння на висоті, що дорівнює половині радіуса Землі?

177(н). Середній радіус планети Меркурій 2420 км , а прискорення вільного падіння $3,72 \text{ км/с}^2$. Визначити масу Меркурія.

178(165). Радіус планети Марс становить $0,53$ радіуса Землі, а маса — $0,11$ маси Землі. Визначити прискорення вільного падіння на Марсі.

179*(166). Надгігант Антарес (α Скорпіона) має масу в 50 раз більшу від маси Сонця, а діаметр цієї зорі

перевищує діаметр Сонця в 328 раз. Білий карлик «40 Ерідана А» має масу, яка становить 0,31 маси Сонця, і діаметр, що дорівнює 0,016 діаметра Сонця. Визначити прискорення вільного падіння на цих зорях.

180(167). Середня густина Венери $\rho = 5200 \text{ кг/м}^3$, а радіус планети $R = 6100 \text{ км}$. Визначити прискорення вільного падіння на поверхню Венери.

10. Сила тяжіння. Вага тіла, що рухається з прискоренням. Перевантаження. Невагомість

181(н). 1970 р. радянський космічний апарат «Луноход-1» масою 750 кг досяг поверхні Місяця. Знайти силу ваги, яка діє на апарат на поверхні Землі і на поверхні Місяця.

182(н). На верхньому оглядовому майданчику Останкінської телевізійної вежі прискорення вільного падіння на $0,1 \text{ см/с}^2$ менше, ніж біля її основи. На скільки зменшиться сила ваги, яка діє на людину масою 80 кг, під час піднімання її на верхній оглядовий майданчик?

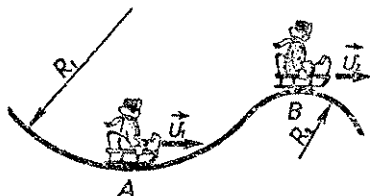
183(н). На скільки зменшується сила ваги, яка діє на літак Ту-154 масою 90 т, під час польоту на висоті 11 км, де прискорення вільного падіння дорівнює $9,77 \text{ м/с}^2$? Прискорення вільного падіння на поверхні Землі вважати рівним $9,81 \text{ м/с}^2$.

184(216). Космічна ракета під час старту з поверхні Землі рухається вертикально з прискоренням 20 м/с^2 . Визначити вагу льотчика-космонавта в кабіні, якщо його маса 80 кг. Якого перевантаження зазнає льотчик?

185(217). Ліфт Останкінської телевізійної вежі розганяється до швидкості 7 м/с протягом 15 с. За який самий час він і зупиняється. На скільки зміниться вага людини масою 80 кг на початку і в кінці руху ліфта?

186(н). З яким прискоренням a_1 треба піднімати гирю, щоб її вага збільшилася вдвічі? З яким прискоренням a_2 треба її опускати, щоб вага зменшилася вдвічі?

187(218). Космічний корабель робить м'яку посадку на Місяць, рухаючись сповільнено у вертикальному напрямі (відносно Місяця) із сталим прискоренням $8,38 \text{ м/с}^2$. Скільки важить космонавт масою 70 кг, який перебуває у цьому кораблі?



Мал. 29

188(219). Скільки важить хлопчик масою 40 кг у положеннях A і B (мал. 29), якщо $R_1 = 20$ м, $v_1 = 10$ м/с, $R_2 = 10$ м, $v_2 = 5$ м/с?

189(222). Ракета-носій разом із космічним кораблем серії «Союз» має стартову масу 300 т. Під час старту запускаються одночасно чотири двигуни першого ступеня ракети (бічні блоки), сила тяги кожного з яких 1 МН, і один двигун другого ступеня, сила тяги якого 940 кН. Якого перевантаження зазнають космонавти на початку старту?

190(н). Під час розкриття парашута швидкість парашутиста зменшується з 50 до 10 м/с за 1 с. Якого перевантаження зазнає парашутист?

191(н). Літак виходить з пікірування, описуючи у вертикальній площині дугу кола радіусом 800 м і маючи швидкість у нижній точці 200 м/с. Якого перевантаження зазнає льотчик у нижній точці траєкторії?

192(н). Чи зазнає людина під час бігу перевантаження або невагомості?

193(н). Тіло кинули вертикально вгору. Коли тіло перебуває в стані невагомості? Вибрати правильну відповідь: а) тільки у верхній точці польоту; б) тільки під час руху вниз; в) тільки під час руху вгору; г) протягом усього часу польоту.

194(223). Найбільше віддалення h від поверхні Землі космічного корабля «Восток», запущеного 12 квітня 1961 року з першим у світі льотчиком-космонавтом Ю. О. Гагаріним, дорівнювало 327 км. На скільки процентів сила тяжіння, яка діяла на космонавта на орбіті, була меншою від сили тяжіння, яка діяла на нього на Землі? Чому космонавт перебував у стані невагомості?

195(224). Як порівняти маси тіл під час вільного польоту космічного корабля, користуючись важільними терезами? пружинними вагами?

196(225). Чи можна в космічному кораблі обробляти ударом «невагомий» матеріал «невагомим» молотком? Поясніть.

197(226). Чому тіло, підкинуте на Місяці, під час польоту перебуватиме в стані повної невагомості, а на Землі таке тіло можна вважати невагомим лише наближено?

198(227). З якою швидкістю автомобіль повинен проїжджати середину опуклого моста радіусом 40 м, щоб пасажир на мить опинився в стані невагомості?

11. Рух під дією сили тяжіння по вертикалі¹

199(182). Виміряти (або приблизно визначити) відстань від простягнутої горизонтально руки до підлоги і обчислити час падіння випущеного з руки предмета та його швидкість під час удару об підлогу.

200(183). Визначити прискорення вільного падіння кульки за мал. 30, зробленим із стробоскопічної фотографії. Інтервал між знімками дорівнює 0,1 с, а сторона кожного квадратика сітки на фотографії в натуральну величину становить 5 см.

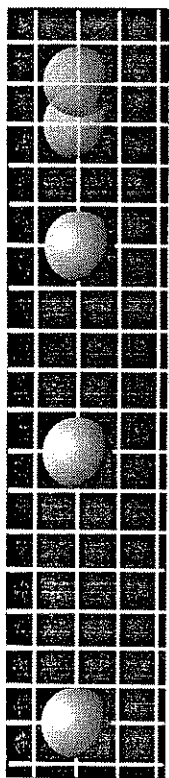
201(184). Під час вільного падіння перше тіло перебувало в польоті в 2 рази довше, ніж друге. Порівняти кінцеві швидкості тіл та їх переміщення.

202(185). Г. Галілей, вивчаючи закони вільного падіння (1589 р.), кидав без початкової швидкості різні предмети з похилої башти в місті Піза, висота якої 57,5 м. Протягом якого часу падали предмети з цієї башти і яку швидкість вони мали під час удару об землю?

203(186). Плавець, стрибнувши з п'ятиметрової вишки, занурився у воду на глибину 2 м. Скільки часу і з яким прискоренням він рухався у воді?

204(187). Тіло вільно падає з висоти 80 м. Яке його переміщення за останню секунду падіння?

205*(188). Скільки часу падало тіло, якщо за останні дві секунди воно пролетіло 60 м?



Мал. 30

¹ Розв'язуючи задачі цього параграфа, опору повітря не враховувати.

206*(189). Чому дорівнює переміщення вільно падаючого тіла в n -у секунду після початку падіння?

207(190). Якої початкової швидкості треба надати каменю, кидаючи його вертикально вниз з моста заввишки 20 м, щоб він долетів до поверхні води через 1 с? На скільки довше тривало б падіння каменя з цієї самої висоти, коли б не було початкової швидкості?

208(191). Одне тіло вільно падає з якоїсь висоти h_1 ; одночасно з ним починає падати друге тіло з більшої висоти h_2 . Яку початкову швидкість v_0 повинно мати друге тіло, щоб вони обоє упали одночасно?

209(192). Стріла, випущена з лука вертикально вгору, впала на землю через 6 с. Яка початкова швидкість стріли і максимальна висота її підйому?

210(193). Киньте вертикально вгору м'яч. Приблизно визначивши, на яку висоту піднявся м'яч, скажіть, якої швидкості ви йому надали.

211(194). У скільки разів треба збільшити початкову швидкість кинутого вгору тіла, щоб висота, на яку воно підніметься, збільшилася в 4 рази?

212(195). З точки, розташованої на досить великій висоті, одночасно кинули два тіла з однаковими за модулем швидкостями $v_0 = 2$ м/с: одне — вертикально вгору, а друге — вертикально вниз. На якій відстані одне від одного перебуватимуть ці тіла через 1 с? 5 с? через проміжок часу t ?

213(196). Кидаючи м'яч вертикально вгору, хлопчик надає йому швидкості, яка в 1,5 раза більша від швидкості, що її надає йому дівчинка. У скільки разів вище підніметься м'яч, кинутий хлопчиком?

214(197). Снаряд зенітної гармати, випущений вертикально вгору із швидкістю 800 м/с, досяг цілі через 6 с. На якій висоті перебував літак противника і яка швидкість снаряда в момент досягнення цілі? Як відрізняються реальні значення шуканих величин від обчислених?

215(198). Тіло кинули вертикально вгору з швидкістю 30 м/с. На якій висоті і через який час швидкість тіла (за модулем) зменшиться в три рази?

216(ПРГ). Хлопчик обертає у вертикальній площині камінь, прив'язаний до вірвовки завдовжки r , з частотою ν . На яку максимальну висоту може піднятися камінь, після того як хлопчик пустить вірвовку?

№	1	2	3	4	5
$r, \text{ м}$	0,62	0,81	0,94	1,06	1,14
$v, \text{ с}^{-1}$	2,11	1,93	1,82	1,71	1,89

217(199). Тіло кинули вертикально вгору з швидкістю 20 м/с. Написати рівняння залежності $y = y(t)$. Визначити, через який проміжок часу тіло буде на висоті: а) 15 м; б) 20 м; в) 25 м.

В к а з і в к а. Вісь Y напрямлена вертикально вгору; вважати, що при $t = 0, y = 0$.

218*(200). З балкона, розташованого на висоті 25 м над поверхнею землі, кинули вертикально вгору м'ячик з швидкістю 20 м/с. Написати формулу залежності координати від часу, вибравши за початок відліку: а) точку кидання; б) поверхню землі. Визначити, через який час м'ячик упаде на землю.

12. Рух під дією сили тяжіння у випадку, коли початкова швидкість напрямлена під кутом до горизонту.

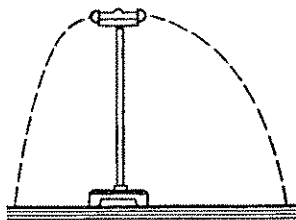
Рух штучних супутників і планет ¹

219(н). Покладіть на край столу якийсь предмет (монету, гумку) і щиглем скиньте його на підлогу. Вимірявши висоту столу h і горизонтальну дальність польоту s , обчисліть час польоту предмета та його початкову швидкість v_0 .

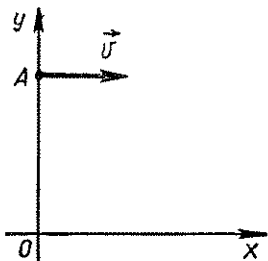
220(202). Під час пострілу з двостороннього пружинного пістолета (мал. 31) «снаряди» вилетіли з швидкостями 2 і 4 м/с. Яка відстань буде між ними через 0,1 с? Довжина трубки (початкова відстань між «снарядами») дорівнює 10 см.

221(203). Хлопчик кинув горизонтально м'яч з вікна, розташованого на висоті 20 м. Скільки часу летів м'яч до землі і з якою швидкістю його було кинуте, якщо він упав на відстані 6 м від фундаменту будинку?

¹ Розв'язуючи задачі цього параграфу, опору повітря не враховувати. Дальність польоту тіла відрховувати в горизонтальному напрямі. Орбіти планет та штучних супутників вважати коловими, а рух — рівномірним.



Мал. 31



Мал. 32

222(204). Як зміняться час та дальність польоту тіла, кинутого горизонтально з якоїсь висоти, якщо швидкість кидання збільшити вдвічі?

223(205). Як і в скільки разів треба змінити швидкість тіла, кинутого горизонтально, щоб на висоті, вдвічі меншій, була така сама дальність польоту?

224(206). «Снаряд» пружинного пістолета під час пострілу вертикально вгору піднімається на висоту $H = 1$ м. Яку дальність польоту матиме «снаряд», якщо пістолет установити горизонтально на висоті $h = 64$ см? Швидкість вильоту «снаряда» в обох випадках вважати однаковою. Якщо є можливість, виконайте цей дослід. Вимірявши H та h , обчисліть горизонтальну дальність s і перевірте результат на досліді.

225(207). Хлопчик стрибає у воду з крутого берега заввишки 5 м, маючи після розгону горизонтально напрямлену швидкість 6 м/с. Якими будуть модуль та напрям швидкості хлопчика в той час, коли він досягне води?

226(208). Дальність польоту тіла, кинутого в горизонтальному напрямі з швидкістю $v = 10$ м/с, дорівнює висоті кидання. З якої висоти h кинуте тіло?

227(н). У вибраній системі відліку (мал. 32) позначено положення матеріальної точки A та її швидкість $v = 10$ м/с при $t = 0$. Написати рівняння $x = x(t)$ та $y = y(t)$, а також рівняння траєкторії $y = y(x)$, якщо $OA = 20$ м. Розв'язуючи одержані рівняння, знайти: а) час польоту тіла; б) горизонтальну дальність польоту.

228(210). Снаряд, що вилетів з гармати під кутом до горизонту, перебував у польоті 12 с. Якої найбільшої висоти він досяг?

229(н). Воротар, вибиваючи м'яч від воріт (із землі), надав йому швидкості 20 м/с, напрямленої під кутом 50° до горизонту. Знайти час польоту м'яча, максимальну висоту підняття та горизонтальну дальність польоту.

230*(ПРГ). Тіло кинули з висоти h над поверхнею землі з швидкістю v_0 під кутом α до горизонту. Знайти: 1) максимальну висоту підняття над поверхнею землі H ; 2) час польоту t ; 3) горизонтальну дальність польоту s ; 4) швидкість під час удару об землю v .

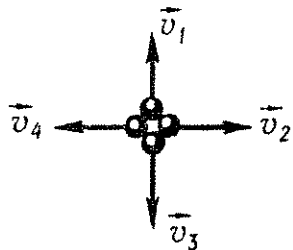
№	1	2	3	4	5	6
v_0 , м/с	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
α , °	45	50	40	0	45	90
h , м	12,7	12,7	12,7	12,7	0	12,7

231(211). Диск, кинутий під кутом 45° до горизонту, досяг найбільшої висоти h . Яка дальність польоту диска?

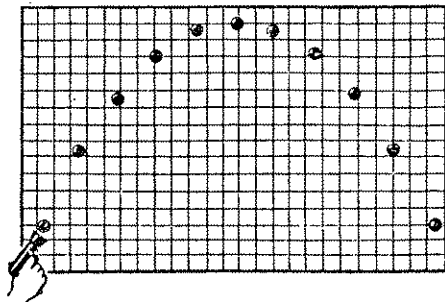
232(212). Спортсмен на змаганнях, які відбувалися в Осло, кинув спис на відстань 90 м 86 см. На якій відстані впав би спис, якби його було кинуте з такою самою швидкістю і під тим самим кутом до горизонту в Токіо? Прискорення вільного падіння в Осло $9,819 \text{ м/с}^2$, а в Токіо $9,798 \text{ м/с}^2$.

233*(213). З однієї точки на досить великій висоті одночасно кинули чотири тіла з однаковими за модулем швидкостями $v_1 = v_2 = v_3 = v_4 = v_0$ (мал. 33). По вершинах якої фігури розмістяться тіла під час польоту?

234*(214). З балкона, розміщеного на висоті 20 м, кинули вгору м'яч під кутом 30° від горизонту з швидкістю 10 м/с. Спрямувавши вісь X уздовж поверхні землі праворуч, а вісь Y уздовж стіни будинку вгору, написати рівняння залежності координат від часу $x = x(t)$ й $y = y(t)$ та рівняння траєкторії $y = y(x)$. Визначити: а) координати м'яча через 2 с; б) через який проміжок часу м'яч упаде на землю; в) горизонтальну дальність польоту.



Мал. 33



Мал. 34

235*(215). На мал. 34, зробленому за стробоскопічною фотографією, зображено політ кульки, випущеної з дитячого пружинного пістолета. Знаючи, що сторона квадрата клітинки дорівнює 5 см, визначити: а) час польоту кульки; б) інтервал між спалахами; в) початкову швидкість кульки.

236(ПРГ). Знайти прискорення вільного падіння g і першу космічну швидкість v для планет Сонячної системи, де M — маса планети; R — середній радіус планети.

Планета	M , кг	R , м
Меркурій	$3,26 \cdot 10^{23}$	$2,42 \cdot 10^6$
Венера	$4,88 \cdot 10^{24}$	$6,10 \cdot 10^6$
Марс	$6,43 \cdot 10^{23}$	$3,38 \cdot 10^6$
Юпітер	$1,90 \cdot 10^{27}$	$7,13 \cdot 10^7$
Сатурн	$5,69 \cdot 10^{26}$	$6,04 \cdot 10^7$
Уран	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2,38 \cdot 10^7$
Нептун	$1,04 \cdot 10^{26}$	$2,22 \cdot 10^7$

237(230). Обчислити середню швидкість руху Місяця по орбіті навколо Землі (див. табл. 14).

238(231). Яку швидкість повинен мати штучний супутник, щоб обертатися по коловій орбіті на висоті 600 км над поверхнею Землі? Який буде період його обертання? Радіус Землі становить 6400 км.

239(н). Радіус кола, по якому рухається Фобос (супутник планети Марс), дорівнює 9400 км, а період його обертання становить 7 год 40 хв. Визначити масу Марса.

240. У скільки разів відрізняється швидкість штучного супутника, який рухається на висоті 21600 км над поверхнею Землі, від швидкості супутника, що рухається на висоті 600 км над поверхнею? Вважати, що радіус Землі дорівнює 6400 км.

241(н). Порівняти швидкості руху штучних супутників Землі та Венери під час руху по орбітах, однаково віддалених від центра планет. Маса Венери становить 0,815 маси Землі.

242(н). Яку швидкість має штучний супутник, що рухається на висоті 300 км над поверхнею Землі? Який період його обертання?

243(н). Космічний корабель мав початковий період обертання 88 хв. Після проведення маневрів період обертання почав дорівнювати 91 хв. Як змінилися відстань до поверхні Землі та швидкість руху корабля?

13. Сили тертя. Коефіцієнт тертя.

Сила опору середовища

244(168). Покладіть на стіл сталевий предмет (цвях, перо тощо). На досить великій відстані від нього покладіть магніт, який поступово наближайте до предмета. Чому, незважаючи на те, що сила притягання в міру наближення магніту збільшується, тіло спочатку лишається нерухомим, а потім «ривком» притягується до магніту?

245(169). На вантажному автомобілі перевозять контейнер по горизонтальній дорозі. Від чого залежить і як напрямлена сила тертя спокою, що діє на контейнер, коли автомобіль: а) стоїть; б) прискорює рух; в) рухається рівномірно і прямолінійно; г) рухаючись рівномірно, повертає; д) гальмує? У всіх випадках контейнер перебуває у стані спокою відносно автомобіля.

246(170). На столику у вагоні поїзда лежать коробка цукерок і яблуко. Чому на початку руху яблуко покотилося назад (відносно вагона), а коробка цукерок лишилася на місці?

247(н). З яким максимальним прискоренням може рухатися досить потужний автомобіль, якщо коефіцієнт тертя ковзання дорівнює 0,3?

248(н). Составові якої маси може надати руху електровоз масою 180 т, якщо коефіцієнт тертя ковзання

коліс об рейки дорівнює 0,2, а коефіцієнт опору коченню поїзда¹ становить 0,006?

249(н). За допомогою динамометра учень рухав дерев'яний брусок масою 200 г по горизонтальній дошці². Який коефіцієнт тертя, якщо динамометр показував 0,6 Н?

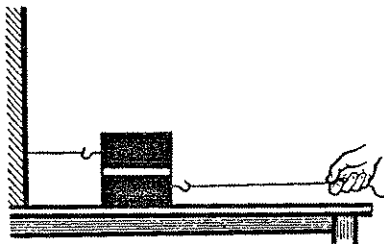
250(173). Запряжка собак, тягнучи сани по снігу, може розвивати максимальну силу 0,5 кН. Сани з вантажем якої маси може везти запряжка, рухаючись рівномірно, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,1?

251(174). Під час змагання коней ваговозних порід один кінь перевіз вантаж масою 23 т. Визначити коефіцієнт тертя, якщо сила тяги коня становить 2,3 кН.

252(175). Стальний магніт, маса якого 50 г, «прилип» до вертикально розташованої сталюї плити. Щоб магніт рівномірно ковзав униз, прикладають силу 1,5 Н. З якою силою магніт притискається до плити? Яку силу треба прикласти, щоб рухати магніт по плиті вертикально вгору, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,2?

253(176). Два дерев'яних бруски, кожен з яких має масу 1 кг, лежать на дошці (мал. 35). Яку силу треба прикласти на початку рівномірного руху, щоб витягнути нижній брусок з-під верхнього? Коефіцієнт тертя на обох поверхнях нижнього бруска дорівнює 0,3.

254(177). Дерев'яний брусок масою 2 кг тягнуть рівномірно по дошці за допомогою пружини, жорсткість якої 100 Н/м. Коефіцієнт тертя 0,3. Визначити видовження пружини.



Мал. 35

¹ Коефіцієнт опору коченню враховує всі види тертя (коліс об дорогу, в осях тощо) і показує, яку частину від сили нормального тиску становить сила опору.

² У цій та наступних задачах даного параграфу рух вважати рівномірним.

255(260). Ставши на стілець, випустить одночасно з однієї й тієї самої висоти дві однакові порожні сірникові коробки, одну — «пліском», а другу — «ребром». Яка з них упаде раніше? Пояснити це явище.

256(262). Виріжте з паперу кружок, трохи менший від монети. Випустить з якоїсь висоти одночасно кружок і монету. Яке з цих тіл упаде раніше? Пояснить явище. Покладить паперовий кружок на монету і випустить так, щоб система падала монетою вниз. Опишіть і пояснить явище.

257(178). Чому космічний корабель, який відправляють на Місяць з штучного супутника Землі, може не мати обтічної форми?

258(179). Чому, пірнаючи з вишки, плавець намагається зануритись у воду в вертикальному, а не горизонтальному положенні?

259(180). Чому легше пливати, ніж бігти по дну, перебуваючи по пояс у воді?

260(181). Автомобіль рухається з швидкістю $v_1 = 72$ км/год за вітром, швидкість якого відносно землі дорівнює $v_2 = 15$ м/с. У скільки разів збільшиться сила опору повітря під час руху автомобіля, якщо він рухатиметься з тією самою швидкістю проти вітру? Вважати, що сила опору повітря прямо пропорційна квадрату відносної швидкості.

14. Рух під дією сили тертя

261(235). Хлопчик, маса якого 50 кг, спустившись на санках з гірки, проїхав по горизонтальній дорозі до зупинки шлях 20 м за 10 с. Визначити силу тертя і коефіцієнт тертя.

262(236). Через який час після початку аварійного гальмування зупиниться автобус, що рухається з швидкістю 12 м/с, якщо коефіцієнт опору при аварійному гальмуванні дорівнює 0,4?

263(237). На ділянці шляху, де для автотранспорту встановлено швидкість 30 км/год (мал. 36), водій застосував аварійне гальмування. Інспектор ДАІ за слідом коліс визначив, що гальмовий шлях дорівнює 12 м. Чи порушив водій правила руху, якщо коефіцієнт опору (сухий асфальт) становить 0,6?



Мал. 36

264(238). На аркуш паперу, що лежить на столі, поставили склянку з водою. Витягуйте аркуш спочатку повільно (з невеликим прискоренням), а потім ривком. Поясніть результат. З яким прискоренням a треба рухати аркуш, щоб склянка почала ковзати назад відносно паперу? ($\mu = 0,3$). Чи зміниться результат досліді, якщо склянка буде порожньою? Перевірити.

265*(239). У кузові автомобіля лежить ящик. Коли автомобіль почав рушати з місця з прискоренням $1,6 \text{ м/с}^2$, ящик залишився на місці (відносно автомобіля), а під час гальмування з прискоренням 2 м/с^2 ящик ковзав відносно кузова. В яких межах укладається значення коефіцієнта тертя?

266(240). Що повинен зробити водій машини, помітивши дорожний знак, який означає небезпечний поворот? Чому водій має бути особливо уважним у сиру погоду, під час падолисту і ожеледі?

267(241). На горизонтальній дорозі автомобіль робить поворот, радіус якого 16 м . Яку найбільшу швидкість може розвивати автомобіль, щоб його не занесло, якщо коефіцієнт тертя ковзання коліс об дорогу дорівнює $0,4$? У скільки разів зміниться ця швидкість узимку, коли коефіцієнт тертя зменшиться в 4 рази?

268(242). Визначити найменший радіус дуги для повороту автомашини, що йде по горизонтальній дорозі з швидкістю 36 км/год , якщо коефіцієнт тертя ковзання коліс об дорогу становить $0,25$.

269(243). Горизонтально розташований диск програвача обертається з частотою 78 об/хв . На нього поклали невеликий предмет. Найбільша відстань від осі обертання до предмета, при якій предмет утримуватиметься на диску, дорівнює 7 см . Який коефіцієнт тертя між предметом та диском? Якщо маєте змогу, визначте цим способом коефіцієнт тертя, поклавши на диск програвача учнівську гумку, сірник або монету.

15. Рух під дією кількох сил

РУХ У ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ І ВЕРТИКАЛЬНОМУ НАПРЯМАХ

270(244). Брусок, маса якого 400 г , причепили до динамометра і рухають рівномірно по горизонтальній поверхні. Динамометр показує при цьому 1 Н . Потім брусок рухали по тій самій поверхні з прискоренням, і динамометр уже показував 2 Н . Чому дорівнювало прискорення?

271(245). Автобус, маса якого з повним навантаженням становить 15 т, рушає з місця з прискоренням $0,7 \text{ м/с}^2$. Визначити силу тяги, якщо коефіцієнт опору рухові дорівнює 0,03.

272(246). Електровоз під час рушання з місця залізничного состава розвиває максимальну силу тяги 650 кН. Якого прискорення він надасть составу масою 3250 т, якщо коефіцієнт опору дорівнює 0,005?

273(247). Автомобіль «Жигули» масою 1 т, рушаючи з місця, досягає швидкості 30 м/с через 20 с. Визначити силу тяги, якщо коефіцієнт опору дорівнює 0,05.

274(249). Состав якої маси може везти тепловоз з прискоренням $0,1 \text{ м/с}^2$, розвиваючи максимальне тягове зусилля 300 кН, якщо коефіцієнт опору дорівнює 0,005?

275(250). Коефіцієнт тяги (відношення сили тяги до сили тяжіння) автомобіля дорівнює $k = 0,11$. З яким прискоренням a рухається автомобіль, якщо коефіцієнт опору $\mu = 0,06$?

276*(251). На мал. 37 зображено спрощений графік зміни швидкості автобуса під час руху між двома зупинками. Вважаючи, що сила опору стала, і знаючи, що на ділянці, яка відповідає відрізку BC на графіку, сила тяги дорівнює нулю, визначити силу тяги на ділянках, які відповідають відрізкам OA та AB . Маса автобуса становить 4 т.

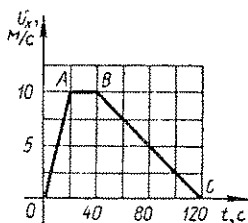
277(252). При якому прискоренні розірветься трос, міцність якого на розрив становить 15 кН, якщо ним піднімати вантаж масою 500 кг?

278(253). Підіймальний кран піднімає вантаж, маса якого 1 т. Яка сила натягу троса на початку піднімання, якщо вантаж рухається (дуже короткочасно) з прискоренням 25 м/с^2 ?

279(254). Спортсмен, маса якого 65 кг, стрибаючи з десятиметрової вишки, занурюється у воду з швидкістю 13 м/с. Обчислити середню силу опору повітря.

280(255). З висоти 25 м кусок дерева падав протягом 2,5 с. Яку частину становить середня сила опору повітря від сили тяжіння?

281*(256). Стальний вилівок, маса якого m , піднімають з води за



Мал. 37

допомогою троса, що має жорсткість k , з прискоренням a . Густина сталі ρ_1 , густина води ρ_2 . Визначити видовження троса x . Опором води знехтувати.

РУХ ПО ПОХИЛІЙ ПЛОЩИНІ

282¹(263). На похилій площині завдовжки 13 м і заввишки 5 м лежить вантаж, маса якого 26 кг. Коефіцієнт тертя дорівнює 0,5. Яку силу треба прикласти до вантажу вздовж площини, щоб витягнути вантаж? щоб стягнути вантаж?

283(264). Яку силу треба прикласти, щоб підняти вагонетку масою 600 кг по естакаді, кут нахилу якої становить 20° , якщо коефіцієнт опору рухові дорівнює 0,05?

284(265). Під час проведення лабораторної роботи дістали такі дані: довжина похилої площини 1 м, висота — 20 см, маса дерев'яного бруска 200 г, сила тяги, виміряна динамометром під час руху бруска вгору, 1 Н. Визначити коефіцієнт тертя.

285(266). На похилій площині завдовжки 50 см і заввишки 10 см лежить брусок, маса якого 2 кг. За допомогою динамометра, розташованого паралельно площині, брусок спочатку підняли вгору по похилій площині, а потім стягнули вниз. Визначити різницю показів динамометра.

286*(267). Щоб утримати візок на похилій площині, яка має кут нахилу α , треба прикласти силу F_1 , напрямлену вгору вздовж похилої площини, а щоб витягнути вгору — силу F_2 . Визначити коефіцієнт опору.

287(268). Похила площина розташована під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту. При яких значеннях коефіцієнта тертя μ витягувати по ній вантаж важче, ніж піднімати вертикально?

288(269). На похилій площині завдовжки 5 м і заввишки 3 м лежить вантаж, маса якого 50 кг. Яку силу, напрямлену вздовж площини, треба прикласти, щоб утримати цей вантаж? витягувати його рівномірно вгору? витягувати з прискоренням 1 м/с^2 ? Коефіцієнт тертя становить 0,2.

289(270). Автомобіль, маса якого 4 т, рухається під гору з прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$. Визначити силу

¹ У задачах 282—287 рух вважати рівномірним.

тяги, якщо уклон ¹ дорівнює 0,02, а коефіцієнт опору — 0,04.

290(271). Поїзд, маса якого 3000 т, іде під уклон, що дорівнює 0,003. Коефіцієнт опору рухові становить 0,008. З яким прискоренням іде поїзд, якщо сила тяги локомотива дорівнює: а) 300 кН; б) 150 кН; в) 90 кН?

291(272). Мотоцикл, маса якого 300 кг, почав рухатися із стану спокою на горизонтальній ділянці дороги. Потім дорога пішла під уклон, що дорівнює 0,02. Якої швидкості набрав мотоцикліст через 10 с після початку руху, якщо він їхав по горизонтальній ділянці половину часу? Сила тяги та коефіцієнт опору рухові на всій відстані сталі і відповідно дорівнюють 180 Н та 0,04.

292(ПРГ). Автомобіль масою m , який рухається по горизонтальній дорозі, під'їхав до підйому з кутом нахилу до горизонту α , маючи швидкість v_0 . Сила тяги автомобіля F , коефіцієнт опору рухові μ , довжина підйому l . Знайти: 1) прискорення автомобіля a ; 2) швидкість у кінці підйому v ; 3) час руху t .

№	$\alpha, ^\circ$	μ	$m, \text{т}$	$F, \text{кН}$	$l, \text{м}$	$v_0, \text{м/с}$
1	0	0,03	6,8	3,4	27	0
2	0	0,41	6,8	0	27	24
3	4,2	0,04	7,2	9,2	69	11
4	4,2	0,04	7,2	8,0	69	11
5	4,2	0,04	7,2	6,9	69	11
6	-6,1	0,06	2,3	0	110	9
7	-6,1	0,06	2,3	1,4	110	9
8	-6,1	0,18	2,3	0	110	25

¹ Уклон вимірюється відношенням висоти h похилої площини до її довжини l і дорівнює синусу кута α нахилу площини до горизонту:

$$\frac{h}{l} = \sin \alpha.$$

У цій та в деяких інших задачах уклон малий $\left(\frac{h}{l} \leq 0,1\right)$, тому відношення основи похилої площини b до її довжини l можна вважати приблизно рівним одиниці:

$$\frac{b}{l} = \cos \alpha \approx 1.$$

293(н). Покладіть на лінійку невеликий предмет (гумку, монету тощо). Поступово піднімайте кінець лінійки доти, поки предмет не почне ковзати. Виміряйте висоту h і основу b утвореної похилої площини і обчисліть коефіцієнт тертя μ .

294(273). З яким прискоренням a рухається брусок по похилій площині з кутом нахилу $\alpha = 30^\circ$, якщо коефіцієнт тертя $\mu = 0,2$?

295*(274). У момент початку вільного падіння першого тіла з деякої висоти h друге тіло почало зісковзувати без тертя з похилої площини, що має ту саму висоту h і довжину $l = nh$. Порівняти кінцеві швидкості тіл біля основи похилої площини і часи їхнього руху.

РУХ ПО КОЛУ

296(275). З якою силою, напрямленою горизонтально, тисне вагон трамвая масою 24 т на рейки, якщо він рухається по заокругленню радіусом 100 м з швидкістю 18 км/год? У скільки разів зміниться ця сила, якщо швидкість руху вагона збільшиться в 2 рази?

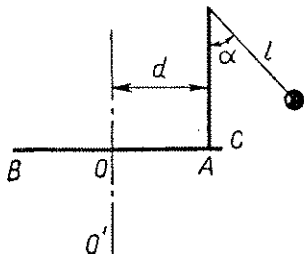
297(276). Автомобіль, маса якого 2 т, проїжджає по опуклому мосту, що має радіус кривизни 40 м, з швидкістю 36 км/год. З якою силою тисне автомобіль на середину моста?

298(277). Хлопчик, маса якого 50 кг, гойдається на гойдалці, підвішеній на мотузку завдовжки 4 м. З якою силою він тисне на сидіння, проходячи положення рівноваги з швидкістю 6 м/с?

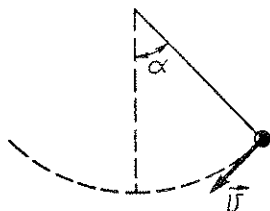
299(278). На кінці стержня завдовжки 1 м прикріплено вантаж масою 0,4 кг, який обертають у вертикальній площині із сталюю кутовою швидкістю. З якою силою діє вантаж на стержень у верхній та нижній точках траєкторії, якщо частота обертання становить: а) $0,4 \text{ с}^{-1}$; б) $0,5 \text{ с}^{-1}$; в) 1 с^{-1} ?

300(280). Велотрек має заокруглення радіусом 40 м. У цьому місці нахил до горизонту становить 40° . На яку швидкість їзди розрахований такий нахил?

301(281). З якою максимальною швидкістю може їхати мотоцикліст по горизонтальній площині, описуючи дугу радіусом 100 м, якщо коефіцієнт тертя гуми об ґрунт 0,4? На який кут від вертикального положення він при цьому відхиляється?



Мал. 38



Мал. 39

302(282). Вантаж, підвішений на нитці завдовжки $l = 60$ см, рухаючись рівномірно, описує в горизонтальній площині коло. З якою швидкістю рухається вантаж, якщо під час його руху нитка утворює з вертикаллю сталий кут $\alpha = 30^\circ$?

303*(283). На дошці BA (мал. 38), що рівномірно обертається навколо вертикальної осі OO' , укріплено на вертикальному стояку, віддаленому від осі обертання на відстані $d = 5$ см, висок. З якою частотою обертається дошка, якщо нитка виска завдовжки $l = 8$ см відхилилася від вертикалі на кут $\alpha = 40^\circ$?

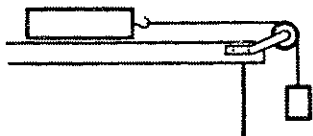
304(284). Визначити силу натягу F нитки в момент, позначений на мал. 39, якщо маса вантажу дорівнює 100 г, швидкість $v = 2$ м/с, кут $\alpha = 60^\circ$. Довжина нитки становить $l = 40$ см.

РУХ ЗВ'ЯЗАНИХ ТІЛ

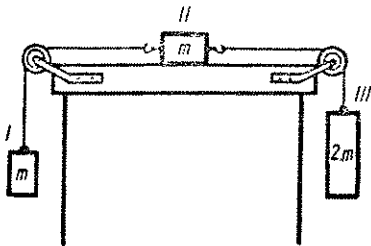
305(285). На шнурі, перекинутому через нерухомий блок, підвісили вантажі, маса яких дорівнює $0,3$ і $0,2$ кг. З яким прискоренням рухається система? Яка сила натягу шнура під час руху?

306(286). На нитці, перекинутій через нерухомий блок, підвісили вантажі, маса яких m і $2m$. Яка сила натягу нитки, якщо: а) підтримувати долоною більший вантаж, не даючи системі рухатися? б) підтримувати менший вантаж? в) вивільнити систему?

307(287). На нитці, перекинутій через нерухомий блок, підвісили вантажі, маса яких $0,3$ і $0,34$ кг. За 2 с від початку руху кожний вантаж пройшов шлях $1,2$ м.



Мал. 40



Мал. 41

Визначити прискорення вільного падіння на підставі даних досліду.

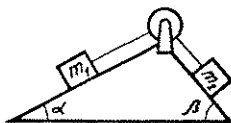
308(288). Вертоліт, маса якого 27,2 т, піднімає на тросах вертикально вгору вантаж масою 15,3 т з прискоренням $0,6 \text{ м/с}^2$. Визначити силу тяги вертольота і силу, що діє з боку вантажу на причіпний механізм вертольота.

309(289). Маневровий тепловоз, маса якого 100 т, тягне два вагони, кожний з яких має масу 50 т, з прискоренням $0,1 \text{ м/с}^2$. Визначити силу тяги тепловоза і силу натягу зчепів, якщо коефіцієнт опору рухові дорівнює 0,006.

310(290). Брусок, маса якого 400 г, під дією вантажу, що має масу 100 г (мал. 40), рухаючись із стану спокою, проходить за 2 с шлях 80 см. Визначити коефіцієнт тертя.

311*(291). Електропоз тягне состав з n однакових вагонів з прискоренням a . Визначити силу натягу зчепу між k -м (рахуючи від початку состава) і $(k + 1)$ -м вагонами, якщо маса кожного вагона дорівнює m , а коефіцієнт опору μ .

312*(292). З яким прискоренням a рухається система, зображена на мал. 41, якщо $m = 1 \text{ кг}$, а коефіцієнт тертя $\mu = 0,2$? Яка сила натягу F_{n1} нитки, що зв'язує тіла I та II, і сила натягу F_{n2} нитки, що зв'язує тіла II і III?



Мал. 42

313(ПРГ). З яким прискоренням рухаються зв'язані тіла (мал. 42) і яка сила натягу нитки F_n ? Тертям знехтувати. Скласти програму для умови: якщо тіло масою m_2 рухається праворуч (униз), то $a > 0$.

№	1	2	3	4	5	6	7	8
m_2 , кг	0,27	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
β , °	22	22	90	90	90	48	48	90
m_1 , кг	0,19	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,19	0,19
α , °	22	22	0	90	11	0	48	90

РОЗДІЛ III

ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ

16. Імпульс тіла. Зміна імпульсу. Закон збереження імпульсу

314(н). Знайти імпульс вантажного автомобіля масою 10 т, який рухається з швидкістю 36 км/год, і легкового автомобіля масою 1 т, що рухається з швидкістю 25 м/с.

315(н). З якою швидкістю летітиме хокейна шайба масою 160 г, щоб її імпульс дорівнював імпульсові кулі масою 8 г, яка летить із швидкістю 600 м/с?

316(341). Двоє тіл — сталі і свинцеве, — що мають однаковий об'єм, рухаються з однаковою швидкістю. Порівняти імпульси цих тіл.

317¹(342). Поїзд, маса якого 2000 т, рухаючись прямолінійно, збільшив швидкість від 36 до 72 км/год. Визначити зміну імпульсу.

318(343). Кулька масою 100 г вільно упала на горизонтальну плиту, маючи в момент удару швидкість 10 м/с. Визначити зміну імпульсу в разі абсолютно непружного і абсолютно пружного ударів². Визначити

¹ Якщо в задачі треба визначити зміну імпульсу тіла, слід зробити малюнок, на якому геометричною побудовою визначити напрям вектора зміни імпульсу.

² При абсолютно непружному ударі тіла після взаємодії рухаються як одне ціле; частина механічної енергії перетворюється у внутрішню. При абсолютно пружному ударі тіла після взаємодії повністю відновлюють свою форму; повна механічна енергія тіл зберігається.

середню силу, що діє на кульку під час удару, якщо непружний тривав 0,05 с, а пружний — 0,01 с.

319(н). Футбольному м'ячеві масою 400 г під час виконання пенальті надали швидкості 25 м/с. Якщо м'яч влучає в груди воротаря й відскакує назад з тією самою за модулем швидкістю, то удар триває 0,025 с. Якщо воротар приймає удар на руки, то за 0,04 с він гасить швидкість м'яча до нуля. Знайти середню силу удару в кожному випадку.

320(344). Рух матеріальної точки описується рівнянням $x = 5 - 8t + 4t^2$. Вважаючи, що маса точки дорівнює 2 кг, визначити імпульс через 2 с і через 4 с після початку відліку часу, а також силу, що викликала цю зміну імпульсу.

321(345). М'яч масою 100 г, що летів з швидкістю 20 м/с, ударився об горизонтальну площину. Кут падіння (кут між напрямом швидкості і перпендикуляром до площини) дорівнює 60° . Визначити зміну імпульсу, якщо удар абсолютно пружний, а кут відбиття дорівнює кутові падіння.

322(346). Матеріальна точка, маса якої 1 кг, рівномірно рухається по колу з швидкістю 10 м/с. Визначити зміну імпульсу за одну чверть періоду, половину періоду і цілий період.

323¹(ПРГ). Тіло масою m_1 , проекція швидкості якого на вісь X дорівнює v_{1x} , взаємодіє з тілом масою m_2 , проекція швидкості якого v_{2x} . Знайти проекцію швидкості тіл після взаємодії v_x , якщо вони почали рухатися як одне ціле. Траєкторія руху тіл збігається з віссю X .

№	m_1 , кг	v_{1x} , м/с	m_2 , кг	v_{2x} , м/с
1	0,8	4	0,8	0
2	0,8	2	0,8	-2
3	0,673	-21,4	0,824	11,2
4	0,673	-21,4	0,824	-11,2
5	21 400	8,26	0,11	-11,2

324(350). Сидячи у човні, мисливець стріляє з рушниць в тому самому напрямі, в якому пливе човен. Яку швидкість мав човен, якщо він зупинився після двох

¹ У цій і наступних задачах розділу швидкості, якщо немає окремих застережень, наведено відносно Землі, а сили тертя не враховуються.

пострілів, зроблених швидко один за одним. Маса мисливця з човном 200 кг, маса набою 20 г. Швидкість вильоту шроту та порохових газів становить 500 м/с.

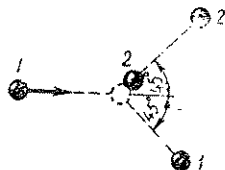
325(н). З човна масою 200 кг, який рухається з швидкістю 1 м/с, пірнає хлопчик масою 50 кг, рухаючись у горизонтальному напрямі.

Яку швидкість матиме човен після стрибка хлопчика, якщо він стрибає: а) з корми з швидкістю 4 м/с; б) з носа з швидкістю 2 м/с; в) з носа з швидкістю 6 м/с?

326*(353). На судні масою 750 т зроблено з гармати постріл у напрямі, протилежному рухові судна, під кутом 60° до горизонту. На скільки змінилася швидкість судна, якщо снаряд масою 30 кг вилетів з швидкістю 1 км/с відносно судна?

327*(354). Більярдна куля 1, яка рухається із швидкістю 10 м/с, вдарилася об кулю 2 такої самої маси, що перебувала в стані спокою. Після удару кулі розкотилися так, як показано на малюнку 43. Визначити швидкість куль після удару.

328*(н). На візку масою 20 кг, який перебуває у стані спокою, стоїть людина масою 60 кг. Якої швидкості відносно Землі набуде візок, якщо людина піде по ньому з швидкістю 1 м/с відносно візка?



Мал. 43

17. Механічна робота.

Кінетична і потенціальна енергія

329(н). Яку роботу виконує сила тяжіння, що діє на дощову краплю масою 20 мг, під час її падіння з висоти 2 км?

330(355). Баштовий кран піднімає в горизонтальному положенні стальну балку завдовжки 5 м і перерізом 100 см^2 на висоту 12 м. Яку корисну роботу виконує кран?

331(356). Яку роботу виконує людина, піднімаючи тіло масою 2 кг на висоту 1 м з прискоренням 3 м/с^2 ?

332(357). У воді з глибини 5 м піднімають до поверхні камінь, об'єм якого становить $0,6 \text{ м}^3$. Густина каменя дорівнює 2500 кг/м^3 . Визначити роботу, затрачену на піднімання каменя.

333(359). Сплавник пересуває багром пліт, прикладаючи до багра силу 200 Н. Яку роботу виконає сплав-

ник, перемістивши пліт на 10 м, якщо кут між напрямом сили і напрямом переміщення становить 45° ?

334(360). Автомобіль масою 10 т рухається з вимкненими двигунами під уклон по дорозі, яка утворює з горизонтом кут 4° . Обчислити роботу сили тяжіння на шляху 100 м.

335(н). Порівняти роботи вільно падаючого тіла за першу та другу половини часу падіння.

336(367). Хлопчик кинув м'яч масою 100 г вертикально вгору і спіймав його в точці кидання. М'яч досяг висоти 5 м. Визначити роботу сили тяжіння під час руху м'яча: вгору; вниз; на всій відстані.

337(370). Яку роботу треба виконати, щоб із колодязя завглибшки 10 м підняти відро з водою масою 8 кг на тросі, кожен метр якого має масу 400 г?

338(н). Під дією двох взаємно перпендикулярних сил 30 і 40 Н тіло перемістилося на 10 м. Знайти роботу кожної сили зокрема і роботу рівнодійної сили.

339(н). Маса футбольного м'яча в 3 рази більша, а швидкість у 3 рази менша, ніж у хокейної шайби. Порівняти їхні кінетичні енергії.

340(361). Визначити кінетичну енергію космічного корабля серії «Союз» під час руху по орбіті з швидкістю 7,8 км/с, якщо маса корабля 6,6 т.

341(363). Швидкість тіла масою 4 кг у вільному падінні на якомусь шляху збільшилася з 2 до 8 м/с. Визначити роботу сили тяжіння на цьому шляху.

342(364). Маса самоскида у 18 раз більша від маси легкового автомобіля, а швидкість самоскида у 6 раз менша від швидкості легкового автомобіля. Порівняти імпульси та кінетичні енергії цих автомобілів.

343(365). Імпульс тіла дорівнює 8 кг·м/с, а кінетична енергія 16 Дж. Визначити масу і швидкість тіла.

344*(366). Кулька масою $m = 100$ г, підвішена на нитці завдовжки $l = 40$ см, описує в горизонтальній площині коло. Яка кінетична енергія E_k кульки, якщо під час її руху нитка утворює з вертикаллю сталий кут $\alpha = 60^\circ$?

345¹(н). На якій висоті потенціальна енергія вантажу масою 2 т дорівнює 10 кДж?

¹ У цій та наступних задачах вважати, що на поверхні Землі потенціальна енергія дорівнює нулеві.

346(н). Яку потенціальну енергію має ударна частина пального молота масою 300 кг, піднятого на висоту 1,5 м?

347(368). На балкон, розташований на висоті 6 м, кинули з поверхні землі предмет масою 200 г. Під час польоту предмет досяг максимальної висоти 8 м від поверхні землі. Визначити роботу сили тяжіння під час польоту предмета вгору, вниз і на всьому шляху, а також результуючу зміну потенціальної енергії.

348(369). Яку роботу треба виконати, щоб однорідний стержень завдовжки 2 м і масою 100 кг, який лежить на землі, поставити вертикально?

349(371). На мал. 44 зображено графік залежності між видовженням пружини динамометра і значенням розтягуючої сили. Визначити потенціальну енергію пружини, розтягнутої на 8 см. Пояснити фізичний зміст тангенса кута α і площі трикутника під ділянкою OA графіка.

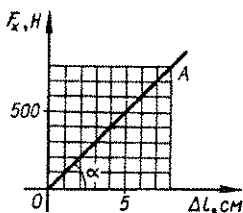
350(372). Щоб стиснути пружину дитячого пружинного пістолета на 3 см, приклали силу 20 Н. Визначити потенціальну енергію стиснутої пружини.

351(373). Яку роботу треба виконати, щоб розтягнути пружину, жорсткість якої 40 кН/м, на 0,5 см?

352(374). Щоб розтягнути пружину на 4 мм, треба виконати роботу, яка дорівнює 0,02 Дж. Яку роботу треба виконати, щоб розтягнути цю саму пружину на 4 см?

353(375). Порівняти роботи, які виконує людина, розтягуючи пружину динамометра від 0 до 10 Н, від 10 до 20 Н, від 20 до 30 Н.

354(376). Динамометр, розрахований на 40 Н, має пружину, жорсткість якої 500 Н/м. Яку роботу треба виконати, щоб розтягнути пружину від середини шкали до останньої поділки?



Мал. 44

18. Закон збереження енергії.
Перетворення енергії внаслідок дії
сили тяжіння; сили пружності; сили тертя

355(н¹). Тіло, масою 0,5 кг, кинули вертикально вгору з швидкістю 4 м/с. Визначити роботу сили тяжіння, зміну потенціальної енергії і зміну кінетичної енергії під час підняття тіла до максимальної висоти.

356(н). Знайти кінетичну енергію тіла масою 400 г, яке впало з висоти 2 м, в момент удару об землю.

357(н). Знайти потенціальну енергію тіла масою 100 г, кинутого вертикально вгору з швидкістю 10 м/с, у найвищій точці підйому.

358(378). Визначити потенціальну і кінетичну енергії тіла масою 3 кг, яке вільно падає з висоти 5 м, на відстані 2 м від поверхні землі.

359(379). Камінь кинули вертикально вгору з швидкістю 10 м/с. На якій висоті кінетична енергія каменя дорівнюватиме його потенціальній енергії?

360(380). Які значення потенціальної та кінетичної енергій стріли масою 50 г, випущеної з лука з швидкістю 30 м/с вертикально вгору, через 2 с після початку руху?

361(381). З якою початковою швидкістю v_0 треба кинути вниз м'яч з висоти h , щоб він підстрибнув на висоту $2h$? Вважати, що удар об землю абсолютно пружний.

362(382). Тіло кинули з швидкістю v_0 під кутом до горизонту. Визначити швидкість тіла на висоті h .

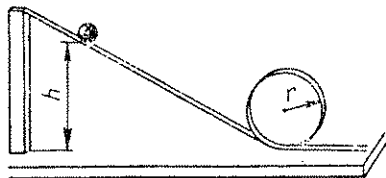
363(383). Початкова швидкість кулі, маса якої 10 г, дорівнює 600 м/с. Під яким кутом до горизонту вона вилетіла із ствола рушниці, якщо її кінетична енергія в найвищій точці траєкторії становить 450 Дж?

364(385). Вантаж, маса якого 25 кг, висить на шнурі завдовжки 2,5 м. На яку найбільшу висоту можна відвести в бік вантаж, щоб під час наступних вільних коливань шнур не обірвався?

Максимальна сила натягу, яку витримує шнур, не обриваючись, дорівнює 550 Н.

365*(386). Маятник, маса якого m , відхилили на кут α від вертикалі. Яка сила натягу нитки в момент проходження маятником положення рівноваги?

¹ У задачах 355—371 опору повітря не враховувати.



Мал. 45

366*(387). У шкільному досліді з «мертвою петлею» (мал. 45) кульку масою m відпустили з висоти $h = 3r$ (де r — радіус «петлі»). З якою силою тисне кулька в нижній і верхній точках петлі?

367*(388). Предмет, маса якого m , обертають на нитці у вертикальній площині. На скільки сила натягу нитки у нижній точці буде більшою, ніж у верхній?

368(ПРГ). Готуючись вистрілити з іграшкового пістолета, пружину жорсткістю k стиснули на Δl . Якої швидкості v набуває «снаряд» масою m під час пострілу в горизонтальному напрямі?

№	k , Н/м	m , кг	Δl , м
1	1000	0,045	0,03
2	5200	0,162	0,048
3	5200	0,097	0,048
4	5200	0,097	0,063
5	3720	0,097	0,063

369(390). У скільки разів зміниться швидкість «снаряда», випущеного в горизонтальному напрямі з пружинного пістолета, якщо: а) стиск пружини збільшити вдвічі; б) пружину замінити іншою, жорсткість якої буде вдвічі більша; в) збільшити масу «снаряда» вдвічі? У кожному випадку всі інші величини, від яких залежить швидкість, лишаються незмінними.

370(392). Визначити швидкість v вильоту «снаряда» пружинного пістолета масою m під час пострілу вертикально вгору, якщо жорсткість пружини дорівнює k , а стиск x . Чи однакової швидкості набуває «снаряд» під час пострілу горизонтально і вертикально вгору?

371(н). Цирковий артист масою 60 кг падає в натягнуту сітку з висоти 4 м. З якою силою діє на артиста сітка, якщо її прогин дорівнює 1 м?

372(в). Риболовна волосінь завдовжки 1 м має міцність на розрив 26 Н і жорсткість 2,5 кН/м. Один кінець волосіні прикріпили до опори, розташованої над підлогою на висоті понад 1 м, а до другого кінця прив'язали вантаж масою 50 г. Вантаж підняли до точки підвісу й опустили. Чи розірветься волосінь?

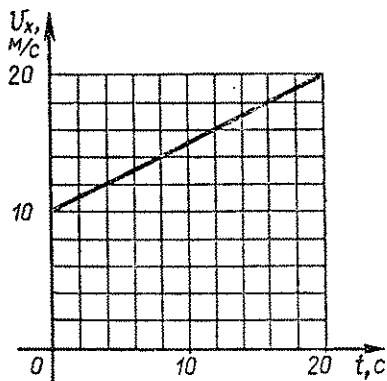
373(397). Учень за допомогою динамометра, жорсткість пружини якого $k = 100$ Н/м, рівномірно перемістив дерев'яний брусок масою $m = 800$ г по дошці на відстань $l = 10$ см. Порівняти роботу A_1 на подолання тертя з роботою A_2 на розтягування пружини до початку руху бруска, якщо коефіцієнт тертя $\mu = 0,25$.

374(398). Тролейбус, маса якого 15 т, рушає з місця з прискоренням $1,4$ м/с². Визначити роботу сили тяги і роботу сили опору на перших 10 м шляху, якщо коефіцієнт опору дорівнює 0,02. Якої кінетичної енергії набув тролейбус?

375(399). На мал. 46 зображено графік швидкості автобуса масою 20 т. Обчислити роботу сили тяги, виконану за 20 с, якщо коефіцієнт опору дорівнює 0,05. Як змінилася кінетична енергія автобуса?

376(400). Автомобіль, маса якого 2 т, проїхав по горизонтальній дорозі під час аварійного гальмування шлях 50 м. Визначити (ураховуючи знак) роботу сили тертя і зміну кінетичної енергії автомобіля, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,4.

377(401). З якою швидкістю рухався поїзд масою 1500 т, якщо під дією гальмівної сили в 150 кН він пройшов з моменту початку гальмування до зупинки шлях 500 м?



Мал. 46

378(ПРГ). Знайти гальмівний шлях s автомобіля, який рухається з швидкістю v , якщо коефіцієнт тертя дорівнює μ .

μ	v , км/год				
	20	40	60	80	100
0,6					
0,2					
0,08					
0,04					

379(н). Велосипедист, припинивши крутити педалі, на горизонтальній ділянці шляху завдовжки 36 м зменшив свою швидкість з 10 до 8 м/с. Знайти коефіцієнт опору. Скільки відсотків кінетичної енергії перетворилося у внутрішню?

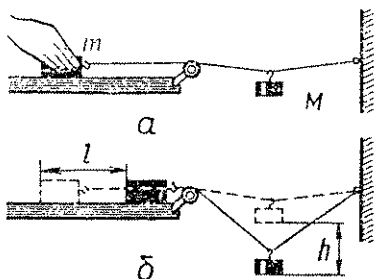
380(н). Із сортувальної гірки скочуються два вагони — один навантажений, другий порожній. Порівняти відстані, які проїдуть вагони по горизонтальній ділянці до зупинки, якщо коефіцієнти опору для обох вагонів однакові.

381(406). З похилої площини завдовжки l і кутом нахилу α зсувається тіло. Яку швидкість має тіло біля основи площини, якщо коефіцієнт тертя дорівнює μ ?

382*(407). З гірки, яка має висоту $h = 2$ м і основу $b = 5$ м, з'їжджають санки, що зупиняються, пройшовши горизонтально шлях $s = 35$ м від основи гірки. Визначити коефіцієнт тертя, вважаючи, що він однаковий на всьому шляху. Визначити таким способом на досліді коефіцієнт тертя, наприклад, між сірниковою коробкою та учнівською лінійкою.

383*(408). Для визначення коефіцієнта тертя було використано установку, зображену на мал. 47, а. При тримуючи рукою брусок, маса якого m , підвишують до цитки тягарець масою M , а потім відпускають брусок. Тягарець опускається на висоту h , переміщаючи при цьому брусок на площині на відстань l (мал. 47, б). Вивести формулу для розрахунку коефіцієнта тертя μ . Якщо є можливість, виконайте такий дослід.

384*(409). Санки, маса яких 10 кг, з'їхали з гори заввишки 5 м і зупинилися на горизонтальній ділянці. Яку мінімальну роботу виконає хлопчик, витягуючи санки на гору по тій самій лінії, де вони з'їжджали?

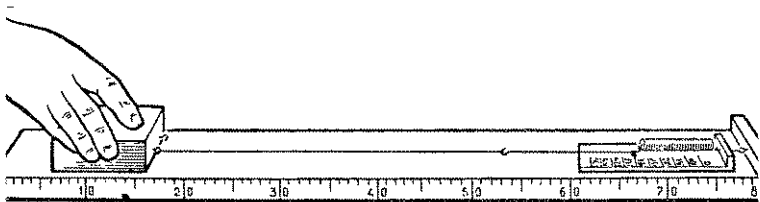


Мал. 47

385*(410). Брусок масою m (мал. 48), прикріплений до динамометра за допомогою нитки, відтягують рукою; при цьому записують покази динамометра F і вимірюють лінійкою розтяг x пружини (за шкалою динамометра). Потім відпускають брусок і вимірюють шлях l , що його пройшов брусок до зупинки. Знаючи F , x та l , можна визначити коефіцієнт тертя μ між бруском і дошкою. Виведіть формулу для розрахунку коефіцієнта тертя. Якщо можливо, виконайте роботу. (Розтягувати пружину треба так, щоб після повного скорочення пружини динамометра брусок пройшов би ще деяку відстань.)

386(н). Бензовоз масою 5 т підходить до підйому завдовжки 200 м і заввишки 4 м з швидкістю 15 м/с. У кінці підйому швидкість зменшилася до 5 м/с. Коефіцієнт опору дорівнює 0,09. Знайти: а) зміну потенціальної енергії; б) зміну кінетичної енергії; в) роботу сили опору; г) роботу сили тяги; д) силу тяги бензовоза.

387(411). Парашутист, маса якого 80 кг, відокремився від нерухомо завислого вертольота і, пройшовши до розкриття парашута шлях 200 м, набув швидкості 50 м/с. Визначити роботу сили опору повітря на цьому шляху.



Мал. 48

388(404). Куля масою 9,6 г вилітає із ствола кулемета зі швидкістю 825 м/с. Через 100 м швидкість кулі зменшується до 746 м/с, а через 200 м — до 675 м/с. Визначити роботу сили опору повітря на перших і других ста метрах шляху.

389(412). Літак, маса якого 2 т, летить у горизонтальному напрямі з швидкістю 50 м/с. На висоті 420 м він з вимкненим двигуном починає знижуватися й досягає доріжки аеродрому, маючи швидкість 30 м/с. Визначити роботу сили опору повітря під час планеруючого польоту.

390(413). Санки з хлопцем, загальна маса яких становить 100 кг, з'їжджають з гори заввишки 8 м і завдовжки 100 м. Яка середня сила опору рухові санок, якщо в кінці гори вони досягли швидкості 10 м/с, а початкова швидкість дорівнює нулеві?

19. Потужність. ККД. Рух рідин та газів

391(415). Сила тяги надзвукового літака при швидкості польоту 2340 км/год дорівнює 220 кН. Визначити потужність двигунів літака в цьому режимі польоту.

392(416). При швидкості польоту 900 км/год усі чотири двигуни літака Ил-62 розвивають потужність 30 МВт. Обчислити силу тяги одного двигуна в цьому режимі роботи.

393(417). Камінь шліфувального верстата має на робочій поверхні швидкість 30 м/с. Оброблювана деталь притискається до каменя із силою 100 Н, а коефіцієнт тертя дорівнює 0,2. Яка механічна потужність двигуна верстата? (Втрат у механізмі привода не урахувати.)

394(ПРГ). Автомобіль масою m під час рушання з місця проходить шлях s за час t . Коефіцієнт опору рухові дорівнює μ . Знайти: 1) швидкість v в кінці розгону; 2) набуту кінетичну енергію E_k ; 3) роботу $A_{тр}$ на подолання тертя; 4) середню корисну потужність N .

№	$s, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$m, \text{ т}$	μ
1	75	10	1,4	0,05
2	75	11,3	1,4	0,06
3	75	7,8	1,4	0,06
4	63	8,2	7,12	0,06
5	97	14,2	7,12	0,06

395(419). Трактор типу Т-150 має тягову потужність (потужність на гаку) 72 кВт. З якою швидкістю може тягнути цей трактор причіп масою 5 т на підйом 0,2, якщо коефіцієнт тертя становить 0,4?

396(420). Визначити середню корисну потужність, що її розвиває літак під час розбігу, виконуючи сільськогосподарські роботи, якщо маса літака становить 1 т, довжина розбігу 300 м, злітна швидкість 30 м/с, а коефіцієнт опору 0,03.

397(ПРГ). За технічними показниками, наведеними в таблиці, знайти: 1) прискорення a під час розбігу літаків; 2) час t розбігу; 3) кінетичну енергію E_k під час відривання від землі; 4) роботу A сили тяги всіх двигунів під час розбігу; 5) середню потужність N під час розбігу.

Технічні показники	Тип літака		
	Як-40	Ту-154	Ил-62
Швидкість відривання від землі v , км/год	175	270	300
Довжина розбігу s , м	550	1215	2000
Злітна маса m , т	13,7	90	160
Число двигунів, n	3	3	4
Сила тяги одного двигуна F , кН	14,7	93,2	103

398(422). Яку роботу треба виконати, щоб по похилій площині з кутом нахилу 30° втягти вантаж масою 400 кг на висоту 2 м, якщо коефіцієнт тертя дорівнює 0,3? Який ККД похилої площини?

399(423). Визначити ККД похилої площини завдовжки 1 м і заввишки 0,6 м, якщо коефіцієнт тертя під час руху по ній тіла становить 0,1.

400(424). Розрахувати, яку економію електроенергії можна одержати за один рейс залізничного состава масою 3600 т від Ленінграда до Владивостока (відстань близько 10 000 км), якщо замінити підшипники ковзання на роликові (середнє значення коефіцієнта опору при цьому зменшується від 0,007 до 0,0061). ККД електровоза дорівнює 90 %. Рух вважати рівномірним по горизонтальній дорозі.

401(425). Двигун насоса, розвиваючи потужність 25 кВт, піднімає 109 м^3 нафти на висоту 6 м за 8 хв. Визначити ККД установки.

402(427). Швидкість течії води в широкій частині труби дорівнює 10 см/с . Яка швидкість течії у вузькій її частині, що має діаметр у 4 рази менший від діаметра широкої частини?

403(428). Землесос вибирає 500 м^3 ґрунту за годину. Об'єм пульпи (ґрунт, змішаний з водою) в 10 раз більший від об'єму ґрунту. З якою швидкістю рухається пульпа в трубі діаметром $0,6 \text{ м}$?

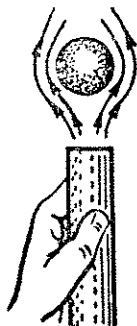
404(430). Якщо приєднати шланг до вихідного отвору пылососа і кинути в струмінь м'ячик для настільного тенісу (мал. 49), то м'ячик висітиме в струмені і при русі шланга рухатиметься за ним. Поясніть явище.

405(н). Чому під час випускання води з ванни над зливним отвором утворюється лійка, а іноді й повітряний канал?

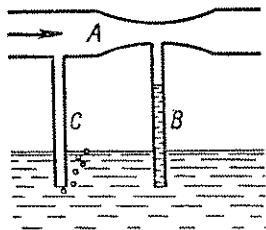
406(431). У водопровідній трубі утворився отвір перерізом 4 мм^2 , з якого б'є вертикально вгору струмінь води, піднімаючись на висоту 80 см. Яка втрата води за добу?

407(433). Якщо через трубку А (мал. 50) продувати повітря, то при якійсь швидкості його руху по трубці В буде підніматися вода, а з трубки С повітря виходитиме бульбашками. Пояснити явище.

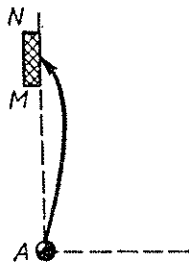
408(435). На мал. 51 зображено план частини футбольного поля. В якому напрямі треба надати м'ячеві обертання, роблячи кутовий удар з точки А, щоб м'яч, перебуваючи на лінії воріт, міг, коли не буде вітру, влучити у ворота MN?



Мал. 49



Мал. 50



Мал. 51

РОЗДІЛ IV
МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ

20. Кодивальний рух

409(н). Тягарець, який коливається на пружині, за 8 с зробив 32 коливання. Визначити період і частоту коливань.

410(н). Частота коливань крил комара становить 600 Гц, а період коливань крил джмеля 5 мс. Яка з комах і на скільки більше зробить під час польоту помахів крильми за 1 хв?

411¹(939). Амплітуда незатухаючих коливань точки струни 1 мм, а частота 1 кГц. Який шлях пройде точка за 0,2 с?

412(н). Крила бджоли, яка летить за нектаром, коливаються з частотою $\nu = 420$ Гц, а під час польоту назад (з нектаром) — $\nu_2 = 300$ Гц. За нектаром бджола летить з швидкістю $v_1 = 7$ м/с, а назад — з швидкістю $v_2 = 6$ м/с. Під час польоту в якому напрямі і на скільки більше бджола зробить помахів крильми (Δn), якщо відстань від вулика до квіткового поля $s = 500$ м?

413(н). Як змусити коливатися маятник настінного годинника, надавши йому: а) потенціальної енергії; б) кінетичної енергії?

414(н). На яку відстань треба відвести від положення рівноваги тягарець масою 640 г, закріплений на пружині жорсткістю 0,4 кН/м, щоб він проходив положення рівноваги з швидкістю 1 м/с?

415(н). Знайти масу тягарця, який коливається на пружині жорсткістю 0,5 кН/м, якщо при амплітуді коливань 6 см він має максимальну швидкість 3 м/с?

416(н). Перша куля коливається на пружині, яка має жорсткість у 4 рази більшу, ніж жорсткість пружини, на якій коливається друга куля такої самої маси. Яку з куль і в скільки разів треба відвести далі від положення рівноваги, щоб їх максимальні швидкості були однакові?

417*(ПРГ). Вантаж масою m коливається на пружині жорсткістю k з амплітудою A . Знайти: 1) повну механічну енергію E ; 2) потенціальну енергію E_p у точці з координатою x ; 3) кінетичну енергію E_k у цій точці; 4) швидкість v проходження вантажем цієї точки.

¹ У цій та наступних задачах коливання вважати незатухаючими.

№	$k, \text{Н/м}$	$A, \text{м}$	$x, \text{м}$	$m, \text{кг}$
1	56	0,042	0	0,27
2	56	0,042	0,042	0,27
3	56	0,042	0,031	0,27
4	56	0,042	0,021	0,47
5	38	0,063	0,051	0,47

418(ПРГ). Визначити період і частоту коливань вантажу масою m на пружині, жорсткість якої дорівнює k .

№	$m, \text{кг}$	$k, \text{Н/м}$
1	0,143	9,22
2	0,211	12,3
3	0,387	74,3
4	1,44	166
5	1,97	93,2

419(952). Визначити масу вантажу, який на пружині, що має жорсткість 250 Н/м , робить 20 коливань за 16 с.

420(н). Якщо до деякого вантажу, який коливається на пружині, причепити гирю масою 100 г , то частота коливань зменшиться в $1,41$ рази. Якої маси вантаж було спочатку підвішено до пружини?

421(954). Вантаж, підвішений на довгому гумовому джгуті, коливається з періодом T . У скільки разів зміниться період коливань, якщо відрізати $3/4$ джгута і на частину, що залишилася, підвісити той самий вантаж? Якщо є можливість, перевірити відповідь на досліді.

422(ПРГ). Визначити період і частоту коливань математичного маятника, довжина нитки якого дорівнює l . 1) $0,141$; 2) 1 ; 3) $0,734$; 4) $2,13$; 5) 98 м .

423(н). У скільки разів зміниться частота коливань математичного маятника, якщо довжину нитки збільшити в 3 рази?

424(958). Як відносяться довжини математичних маятників, якщо за один і той самий час один з них робить 10 , а другий 30 коливань?

425(н). Яке значення дістав учень для прискорення вільного падіння під час виконання лабораторної роботи, якщо маятник завдовжки 80 см зробив за 1 хв 34 коливання?

426(н). Як зміниться хід годинника з маятником на металевому стержні, якщо: а) підвищиться температура; б) піднятися на гору; в) переїхати з Мурманська в Ташкент?

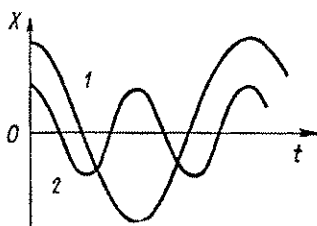
427*(961). За один і той самий час перший математичний маятник робить 50 коливань, а другий 30. Визначити довжини цих маятників, якщо один з них на 32 см коротший від другого.

428(н). На мал. 52 зображено графіки $x(t)$ двох коливальних рухів. Порівняти амплітуди, періоди і частоти коливань.

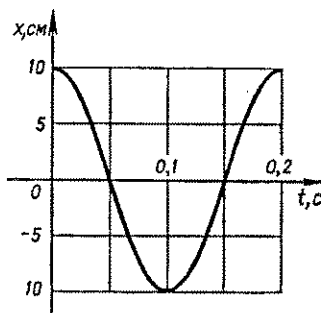
429(945). За графіком, поданим на мал. 53: а) визначити амплітуду, період, частоту та циклічну частоту коливань.

430(н). Коливання яких з наведених далі тіл будуть вільними: а) поршень у циліндрі двигуна; б) голка швейної машини; в) гілка дерева після того, як з неї злетів птах; г) струна музичного інструмента; д) кінець стрілки компаса; е) мембрана телефону під час розмови; є) шальки важільних терезів?

431(971). Щоб відвести гойдалку з людиною, яка сидить на ній, на великий кут, необхідно прикласти значну силу. Чому ж розгойдати гойдалку до такого самого відхилення можна за допомогою значно меншого зусилля?



Мал. 52



Мал. 53

432(974). Щоб допомогти шоферові вивести автомобіль, який застряг у грязюці, кілька чоловік «розгойдують» автомобіль, причому поштовхи, як правило, виконуються по команді. Чи байдуже, через які проміжки часу подається команда?

433(н). Спортсмен розгойдується під час стрибків на батуті із строго певною частотою. Від чого залежить ця частота?

434(976). На певних ділянках дороги іноді трапляються приблизно на однакових відстанях вибоїни (це звичайно позначається відповідним дорожнім знаком). Автомобіль їхав по такій дорозі перший раз порожнім, а вдруге — навантаженим. Порівняти швидкості руху автомобіля, при яких настане резонансне розгойдування на ресорах.

21. Механічні хвилі. Звук

435(1018). По поверхні води в озері хвиля поширюється із швидкістю 6 м/с. Визначити період і частоту коливань бакена, якщо довжина хвилі 3 м.

436(1019). Рибалка помітив, що за 10 с поплавок зробив на хвилях 20 коливань, а відстань між сусідніми гребнями хвиль дорівнює 1,2 м. Яка швидкість поширення хвиль?

437(1020). На озері в безвітряну погоду з човна кинули важкий якор. Від місця кидання якоря пішли хвилі. Людина, яка стояла на березі, помітила, що хвиля дійшла до неї через 50 с, відстань між сусідніми гребнями хвиль 0,5 м, а за 5 с було 20 сплесків об берег. На якій відстані від берега був човен?

438¹(1024). Довжина звукової хвилі в повітрі для найнижчого чоловічого голосу досягає 4,3 м, а для найвищого жіночого голосу — 25 см. Визначити частоту коливань цих голосів.

439(1025). Частотний діапазон роля від 90 до 9000 Гц. Визначити діапазон довжин звукових хвиль у повітрі.

440(1026). Під час грози людина почула грім через 15 с після спалаху блискавки. Як далеко від неї стався розряд?

¹ Якщо немає окремих застережень, вважати, що швидкість звуку в повітрі дорівнює 340 м/с, а у воді 1400 м/с.

441(1027). Коли спостерігач відчуває за звуком, що літак перебуває в zenіті, він бачить його під кутом $\alpha = 73^\circ$ до горизонту. З якою швидкістю летить літак?

442(1028). Мотоцикліст, який рухається по прямо-лінійній ділянці шляху, побачив, як людина, що стояла біля дороги, вдарила стержнем по підвішеній рейці, а через 2 с почув звук. З якою швидкістю рухався мотоцикліст, якщо він проїхав повз людину через 36 с після того, як почав спостерігати за нею?

443(н). Вибух здійснили у воді поблизу поверхні. Прилади, які встановлені на кораблі і приймають звук по воді, зареєстрували його на 45 с раніше, ніж він прийшов по повітрі. На якій відстані від корабля стався вибух?

444(ПРГ). З гармати зроблено постріл під кутом α до горизонту. Через який час артилерист почує звук розриву снаряда, якщо початкова швидкість дорівнює v_0 ?

$v_0, \text{ м/с}$	800	800	800	983	983
$\alpha, ^\circ$	10	45	60	41	53

445(1030). Хто частіше махає крильцями під час польоту — комар чи муха?

446(1031). Як на слух відрізнити, електродріль працює вхолосту чи свердлить отвір?

447(1033). Відстань до перешкоди, від якої відбивається звук, становить 68 см. Через який час людина почує луну?

448(1034). Вимірюючи глибину моря під кораблем за допомогою ехолота, виявили, що моменти посилення і приймання ультразвуку розділені проміжком часу 0,6 с. Яка глибина моря під кораблем?

449(1035). Чому в порожньому залі для глядачів звук гучніший і «лункіший», ніж у залі, заповненому публікою?

РОЗДІЛ V

ОСНОВИ МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ

22. Кількість речовини. Стала Авогадро. Маса і розміри молекул. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів¹

450(436). Яка кількість речовини міститься в алюмінієвому виливку масою 5,4 кг?

451(437). Яка маса 500 молів вуглекислого газу?

452(438). Який об'єм займають 100 молів ртуті?

453(439). Порівняти маси і об'єми тіл, зроблених з олова і свинцю, якщо вони містять однакові кількості речовини.

454(440). Який об'єм займає водень, що містить таку ж саму кількість речовини, як і 2 м³ азоту? Який об'єм займає кисень, що містить таку ж саму кількість речовини? Температура і тиск газів однакові.

455(441). Знаючи сталу Авогадро, визначити масу молекули і атома водню.

456(442). Скільки молекул міститься в 1 г вуглекислого газу CO₂.

457(443). Визначити число атомів в алюмінієвому предметі, що має масу 135 г.

458(444). На виріб, площа поверхні якого становить 20 см², нанесли шар срібла завтовшки 1 мкм. Скільки атомів срібла міститься в покритті?

459(445). Знаючи сталу Авогадро N_A , густину даної речовини ρ та її молекулярну масу μ , вивести формули для розрахунку числа молекул в одиниці маси даної речовини; в одиниці об'єму; в тілі масою m ; в тілі об'ємом V .

460(446). Гранично допустима концентрація молекул парів ртуті (Hg) у повітрі дорівнює $3 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$, а отруйного газу хлору (Cl₂) — $8,5 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$. Визначити, при якій масі кожної з речовин в одному кубічному метрі повітря виникає небезпека отруєння. Чому треба бути дуже обережним, маючи справу з ртуттю?

¹ Розв'язуючи задачі цього параграфу, треба користуватися для знаходження відносної молекулярної маси таблицею Менделєєва, округлюючи значення до двох-трьох значущих цифр.

461(447). Вважаючи, що діаметр молекул водню становить близько $2,3 \cdot 10^{-10}$ м, підрахувати, яку довжину мала б нитка, коли б усі молекули, що містяться в 1 мг цього газу, розташувати в один ряд щільно одна до одної. Порівняти довжину цієї нитки із середньою відстанню від Землі до Місяця ($3,8 \cdot 10^5$ км).

462(448). Налита у склянку вода масою 200 г повністю випарувалася за 20 діб. Скільки в середньому молекул води вилітало з її поверхні за 1 с?

463(449). В озеро, яке має середню глибину 10 м і площу поверхні 20 км^2 , кинули кристалик кухонної солі масою 0,01 г. Скільки молекул цієї солі було б у наперстку води об'ємом 2 см^3 , взятій з озера, якщо вважати, що сіль, розчинившись, рівномірно розподілилася у всьому об'ємі води озера?

464*(н). Кристал кухонної солі має кубічну форму і складається з перемінних іонів Na та Cl. Знайти середню відстань d між їхніми центрами, якщо густина солі $\rho = 2200 \text{ кг/м}^3$.

465(н). Унаслідок нагрівання тиск газу в закритій посудині збільшився в 4 рази. У скільки разів змінилася середня квадратична швидкість?

466(454). Порівняти тиск кисню і водню при однакових концентраціях молекул і однакових середніх квадратичних швидкостях їх руху.

467(455). У скільки разів зміниться тиск газу при зменшенні його об'єму в 3 рази? Середня швидкість руху молекул не змінилася.

468(456). Який тиск газу, якщо середня квадратична швидкість його молекул становить 500 м/с , а його густина дорівнює $1,35 \text{ кг/м}^3$?

469(457). Яка середня квадратична швидкість руху молекул газу, якщо, маючи масу 6 кг, він займає об'єм 5 м^3 під тиском 200 кПа ?

470(458). Визначити концентрацію молекул кисню, якщо його тиск дорівнює $0,2 \text{ МПа}$, а середня квадратична швидкість молекул становить 700 м/с .

471(н). Використовуючи таблиці 1 та 13 «Додатка», знайти середні квадратичні швидкості молекул азоту і кисню за нормальних умов.

472(459). Обчислити середню кінетичну енергію молекули одноатомного газу під тиском 20 кПа . Концентрація молекул цього газу під зазначеним тиском становить $3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$.

473(460). У скільки разів змінюється тиск одноатом-

ного газу в результаті зменшення його об'єму в 3 рази і збільшення середньої кінетичної енергії його молекул у 2 рази?

23. Енергія теплового руху молекул.

Залежність тиску газу від концентрації молекул і температури. Швидкості молекул газу

474(461). При якій температурі середня кінетична енергія поступального руху молекул газу дорівнюватиме $6,21 \times 10^{-21}$ Дж?

475(462). При якій температурі середня кінетична енергія молекул одноатомного газу буде в 2 рази більшою, ніж при температурі -73°C ?

476(463). На скільки процентів збільшується середня кінетична енергія молекул газу при збільшенні його температури від 7 до 35°C ?

477(464). Визначити середню кінетичну енергію молекули одноатомного газу і концентрацію молекул при температурі 290 K і під тиском $0,8\text{ МПа}$.

478(465). Визначити температуру газу, якщо тиск 100 кПа і концентрація молекул 10^{23} м^{-3} .

479(466). Максимальна висота польоту літака Ту-154 дорівнює 12 км . У скільки разів концентрація молекул атмосферного повітря на цій висоті менша, ніж на рівні моря? Параметри повітря для стандартної атмосфери¹ наведено в таблиці.

Висота над рівнем моря h , м	Тиск p , Па	Температура T , К
0	101325	288,15
12000	19399	216,65

480(469). Визначити середню квадратичну швидкість молекули водню при температурі 27°C .

481(470). У скільки разів середня квадратична швидкість молекул кисню менша, ніж середня квадра-

¹ Стандартна атмосфера — модель земної атмосфери, яка характеризується виведеними на основі багаторічних статистичних спостережень середніми значеннями фізичних параметрів стану повітря реальної атмосфери Землі.

тична швидкість молекул водню, якщо температури цих газів однакові?

482(471). При якій температурі середня квадратична швидкість молекул азоту дорівнює 830 м/с?

483(472). У скільки разів середня квадратична швидкість молекул повітря в літній день при температурі 30 °С більша, ніж у зимовий день при температурі —30 °С?

484(473). Обчислити число молекул в 1 кг газу, середня квадратична швидкість яких при абсолютній температурі T дорівнює v .

485(474)¹. Визначити, у скільки разів середня квадратична швидкість порошинки масою $1,75 \cdot 10^{-12}$ кг, завислої у повітрі, менша, ніж середня квадратична швидкість руху молекул повітря.

486(ПРГ). Знаючи абсолютну температуру T повітря і тиск p на різних висотах h стандартної атмосфери, знайти: 1) середню кінетичну енергію поступального руху молекул \bar{E} ; 2) концентрацію n молекул; 3) густину повітря ρ ; 4) середню квадратичну швидкість v .

h , км	T , К	$p \cdot 10^3$, Па
0	288	101
0,5	285	95,6
1	282	89,9
2	275	79,4
5	256	54,0
10	223	26,5

487(н). Під час обертання приладу Штерна з частотою 45 с^{-1} середнє зміщення смужки срібла, спричинене обертанням, становило 1,12 см. Радіуси внутрішнього та зовнішнього циліндрів відповідно дорівнюють 1,2 і 16 см. Знайти середню квадратичну швидкість атомів срібла на підставі даних досліду і порівняти її з теоретичним значенням, якщо температура розжарювання платинової нитки становить 1500 К.

¹ У цій та наступних задачах, якщо немає окремих застережень, повітря вважати однорідним газом, значення молярної маси якого наведено в табл. 13.

24. Рівняння стану ідеального газу

488(477). Яка кількість речовини міститься в газі, якщо при температурі 240 К і під тиском 200 кПа його об'єм дорівнює 40 л?

489(478). Який тиск стиснутого повітря, що міститься в балоні місткістю 20 л при температурі 12 °С, якщо маса цього повітря становить 2 кг?

490(н). У балоні місткістю 25 л є суміш газів, що складається з аргону (Ar) масою 20 г та гелію (He) масою 2 г при температурі 301 К. Знайти тиск суміші газів на стінки посудини.

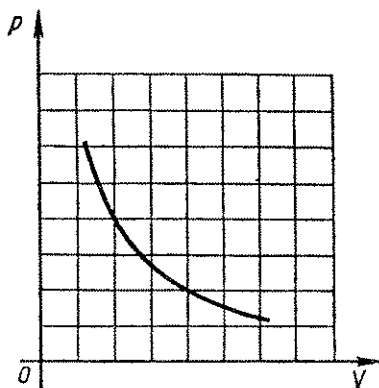
491(479). Обчислити масу 64 м³ природного горючого газу, вважаючи, що об'єм наведено за нормальних умов. Молярну масу природного горючого газу вважати рівною молярній масі метану (CH₄).

492(480). Повітря, що при температурі 20 °С і під тиском 100 кПа мало об'єм 1,45 м³, перетворили в рідкий стан. Який об'єм займе рідке повітря, якщо його густина 861 кг/м³?

493(482). В однакових балонах при однаковій температурі містяться рівні маси водню (H₂) та вуглекислого газу (CO₂). Який з цих газів і в скільки разів чинить більший тиск на стінки балона?

494(483). На мал. 54 зображено ізотерму для 1 моля газу при 260 К. Побудувати на одному малюнку ізотерми: а) для 1 моля газу при 390 К; б) для 2 молів при 260 К.

495*(485). У балоні міститься газ при температурі 15 °С. У скільки разів зменшиться тиск газу, якщо



Мал. 54

40 % його вийде з балона, а температура при цьому знизиться на 8°C ?

496(487). У скільки разів відрізняється густина метану (CH_4) від густини кисню (O_2) за однакових умов?

497(ПРГ). Знайти густину ρ газу під тиском p і при абсолютній температурі T .

Газ	Величина	
	$p \cdot 10^3, \text{Па}$	$T, \text{К}$
Азот	102	297
Кисень	310	510
Водень	41	243
Аргон	32	600
Повітря	101,3	273

498(486). На поверхні Венери температура і атмосферний тиск відповідно дорівнюють 750 К і 9120 кПа . Визначити густину атмосфери біля поверхні планети, вважаючи, що вона складається з вуглекислого газу.

499(н). Яка за нормальних умов густина суміші газів, що складається з азоту (N_2) масою 56 г та вуглекислого газу (CO_2) масою 44 г ?

500(н). У кімнаті, площа якої $S = 20 \text{ м}^2$ і висота $h = 2,5 \text{ м}$, температура повітря підвищилася з $T_1 = 288 \text{ К}$ до $T_2 = 298 \text{ К}$. Тиск сталий і дорівнює $p = 100 \text{ кПа}$. На скільки зменшилася маса повітря Δm у кімнаті?

501*(490). Кулю об'ємом $V = 0,1 \text{ м}^3$, зроблену з тонкого паперу, наповнюють гарячим повітрям, що має температуру $T_2 = 340 \text{ К}$. Температура навколишнього повітря $T_1 = 290 \text{ К}$. Тиск повітря p всередині кулі і атмосферний тиск однакові й дорівнюють 100 кПа . При якому значенні маси m паперової оболонки куля почне підніматися?

502(491). Газ під тиском $0,2 \text{ МПа}$ і при температурі 15°C має об'єм 5 л . Чому дорівнює об'єм цієї маси газу за нормальних умов?

503(492). Який тиск робочої суміші встановиться в циліндрі двигуна автомобіля ЗИЛ-130, якщо під кінець такту стиснення температура підвищується від 50 до 250°C , а об'єм зменшується від $0,75$ до $0,12 \text{ л}$? Початковий тиск дорівнює 80 кПа .

504(493). При згорянні 1 м^3 природного газу, який перебуває за нормальних умов, виділяється енергія, що дорівнює 36 МДж . Скільки енергії виділиться при згорянні 10 м^3 газу, який перебуває під тиском 110 кПа і при температурі $7 \text{ }^\circ\text{C}$?

505(494). У циліндрі дизельного двигуна автомобіля КамАЗ-5320 температура повітря на початку такту стиснення дорівнювала $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Визначити температуру повітря в кінці такту, якщо його об'єм зменшується в 17 раз, а тиск зростає в 50 раз.

506(495). При збільшенні абсолютної температури ідеального газу в 2 рази його тиск збільшився на 25% . У скільки разів при цьому змінився об'єм газу?

507(496). Гумовий човен надули при температурі $7 \text{ }^\circ\text{C}$ до робочого тиску 108 кПа . Чи розірветься човен, коли температура підвищиться до $37 \text{ }^\circ\text{C}$, якщо гранично допустимий тиск $110,6 \text{ кПа}$, а збільшення об'єму має не перевищувати 4% ? Що треба зробити, щоб відвернути небезпеку розривання?

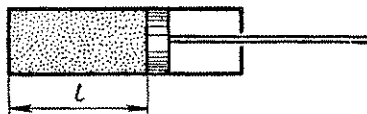
508(н). Унаслідок зменшення об'єму газу в 2 рази тиск збільшився на 120 кПа , а абсолютна температура підвищилася на 10% . Яким був початковий тиск?

25. Ізопроееси¹

509(499). Бак з рідиною, над поверхнею якої є повітря, герметично закрили. Чому, коли відкрити кран, розміщений у нижній частині бака, після витікання якоїсь кількості рідини вона відразу перестане текти? Що треба зробити, щоб рідина знову почала вільно витікати?

510(500). У скільки разів зміниться тиск повітря в циліндрі (мал. 55), якщо поршень перемістити на $1/3 l$ ліворуч? праворуч?

Мал. 55



¹ Якщо немає окремих застережень, то під час розв'язування задач цього параграфу можна припустити, що атмосферний тиск дорівнює 100 кПа . У задачах 509—521 процес вважати ізотермічним, в задачах 522—528 — ізобарним і в задачах 529—535 — ізохорним.

511(н). Внаслідок стиснення газу його об'єм зменшився з 8 до 5 л, а тиск підвищився на 60 кПа. Знайти початковий тиск.

512(н). Внаслідок збільшення тиску в 1,5 раза об'єм газу зменшився на 30 мл. Знайти початковий об'єм.

513(501). У фляжці місткістю 0,5 л є 0,3 л води. Турист п'є воду, міцно притиснувши губи до шийки так, що у фляжку не потрапляє зовнішнє повітря. Скільки води вип'є турист, якщо він може знизити тиск повітря, що залишилося у фляжці, до 80 кПа?

514(н). Бульбашка повітря спливає з дна водоймища. На глибині 6 м вона мала об'єм 10 мм³. Знайти об'єм бульбашки біля поверхні води.

515(502). Водяний павук-сріблянка будує у воді повітряну хатку, переносючи на лапках та черевці бульбашки атмосферного повітря і вміщуючи їх під купол павутиння, прикріпленого кінцями до водяних рослин. Скільки рейсів треба зробити павукові, щоб на глибині 50 см побудувати хатку об'ємом 1 см³, якщо кожного разу він бере 5 мм³ повітря при атмосферному тиску?

516(503). Площа поршня (див. мал. 55) дорівнює 24 см², об'єм повітря в циліндрі 240 см³, а тиск дорівнює атмосферному (100 кПа). Яку силу треба прикласти, щоб перемістити поршень на 2 см ліворуч? праворуч?

517*(ПРГ). У посудину місткістю V нагнітають повітря за допомогою поршневого насоса, об'єм циліндра якого V_0 . Початковий тиск повітря в посудині дорівнює зовнішньому тиску p_0 . Допустимий тиск у посудині p_{\max} , при досягненні якого відкривається запобіжний клапан. Знайти: 1) яким стане тиск повітря p після n качань; 2) після скількох качань n_1 відкриється запобіжний клапан, якщо після заданої кількості качань тиск перевищить допустимий.

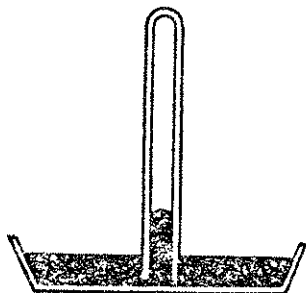
№	V_0 , л	n	V , л	p_0 , кПа	p_{\max} , кПа
1	0,1	80	10	100	200
2	0,1	110	10	100	200
3	0,13	214	18	101	310
4	0,045	140	0,96	102	380
5	0,062	72	3,8	103,6	230

518(507). Закриту циліндричну посудину, що має висоту h , розділили на дві рівні частини невагомим поршнем, який ковзає без тертя. Коли поршень застопорено, обидві половини посудини заповнені газом, причому в одній з них тиск газу в n разів більший, ніж у другій. На скільки переміститься поршень, якщо зняти стопор?

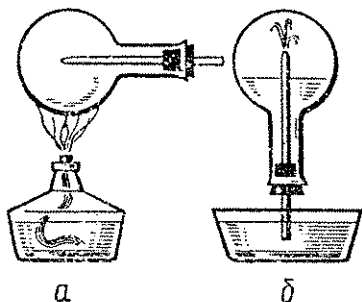
519(508). Відкриту з обох боків скляну трубку завдовжки 60 см занурюють на $1/3$ довжини в посудину з ртуттю. Потім, закривши верхній кінець трубки, виймають її з ртуті. Яка довжина стовпчика ртуті, що залишився в трубці? Атмосферний тиск 1013 гПа.

520*(ПРГ). При атмосферному тиску p_0 рівень ртуті в трубці (мал. 56) був на h вищий, ніж її рівень у посудині, а висота стовпа повітря над ртуттю становила l . Знайти атмосферний тиск p наступного дня, якщо рівень ртуті в трубці змінився на x (при $x > 0$ — підвищився; при $x < 0$ — знизився).

№	p_0 , см рт. ст.	x , см	l , см	h , см
1	75	1	71	5
2	75	-1	71	5
3	73,4	0,8	69	4,1
4	76,4	-0,9	47	6,2
5	74	0	81	9,2



Мал. 56



Мал. 57

521(511). Яка густина стиснутого повітря при 0°C в камері шини автомобіля «Волга», якщо воно

перебуває під тиском 0,17 МПа (надлишковим над атмосферним)?

522(512). Який об'єм займає газ при 77 °С, якщо при 27 °С його об'єм становив 6 л?

523(513). У класі показали такий дослід. Скляний балон (мал. 57, а), в який встановлено відкриту з обох кінців трубку, нагрівали на спиртівці. Потім один кінець трубки опустили у воду. Вода почала підніматися по трубці й забила фонтанчиком (мал. 57, б). Яке явище ілюструє цей дослід? До якої температури було нагріте повітря, якщо в балон увійшла вода, заповнивши його на 20 %? Температура повітря в класі 20 °С.

524(н). Внаслідок збільшення абсолютної температури в 1,4 раза об'єм газу збільшився на 40 см³. Знайти початковий об'єм.

525(514). Температура повітря у циліндрі (див. мал. 55) становить 7 °С. На скільки переміститься поршень у результаті нагрівання повітря на 20 К, якщо $l = 14$ см?

526(516). Яку початкову температуру мало повітря, якщо в результаті нагрівання на 3 К його об'єм збільшився на 1 % від початкового?

527(517). Як залежить густина газу від абсолютної температури при ізобарному процесі?

528(518). До якої температури під нормальним тиском треба нагрівати кисень, щоб його густина стала дорівнювати густині азоту за нормальних умов?

529(520). Чому аеростати фарбують у сріблястий колір?

530(521). Візьміть склянку (краще тонкостінну) і занурте її на кілька хвилин у гарячу воду. Вийміть її з води і поставте догори дном на клейонку стола, трохи притиснувши. Через кілька хвилин спробуйте зняти склянку з клейонки. Поясніть, чому це важко зробити.

531(522). При температурі 27 °С тиск газу в закритій посудині становив 75 кПа. Чому дорівнюватиме тиск при температурі —13 °С?

532(523). У неробочому стані при температурі 7 °С тиск газу в колбі газонаповненої електричної лампи розжарювання дорівнює 80 кПа. Визначити температуру газу в лампі під час світіння, якщо тиск у робочому режимі зростає до 100 кПа.

533(524). Тиск повітря в автомобільній камері при температурі —13 °С становив 160 кПа (надлишковий

над атмосферним). Чому буде дорівнювати тиск, якщо в результаті тривалого руху автомобіля повітря нагрілося до 37°C ?

534(525). При якій температурі перебував газ у закритій посудині, якщо в результаті нагрівання його на 140 K тиск збільшився в $1,5$ разів?

535(526). Пляшку наповнили газом і щільно закрили пробкою, площа перерізу якої становить $2,5\text{ cm}^2$. До якої температури треба нагріти газ, щоб пробка вилетіла з пляшки, якщо сила тертя, яка утримує пробку, дорівнює 12 N ?

Початковий тиск повітря в пляшці дорівнює зовнішньому тиску і становить 100 kPa , а початкова температура дорівнює -3°C .

536*(528). Чим відрізняються один від одного графіки залежності тиску від абсолютної температури для:

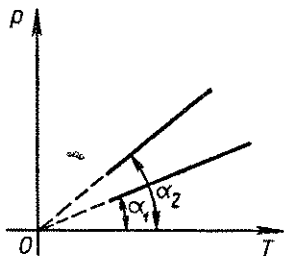
а) двох однакових мас ідеального газу, які нагріваються ізохорно в посудинах з різним об'ємом;

б) двох різних мас ідеального газу, які нагріваються ізохорно в посудинах однакового об'єму?

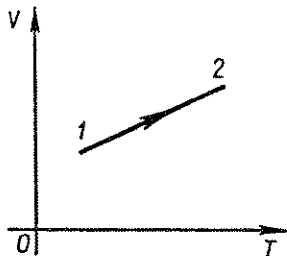
537(529). На мал. 58 зображено дві ізохори для однієї й тієї самої маси ідеального газу. Як відносяться об'єми газу, якщо кути нахилу ізохор до осі абсцис дорівнюють α_1 і α_2 ?

538(530). За графіком, зображеним на мал. 59, визначити, як змінюється тиск ідеального газу під час переходу із стану 1 в стан 2.

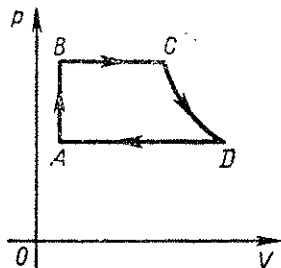
539*(531). На мал. 60 зображено замкнутий цикл. Ділянка CD відповідає ізотері. Накреслити цю діаграму в координатах p , T і V , T .



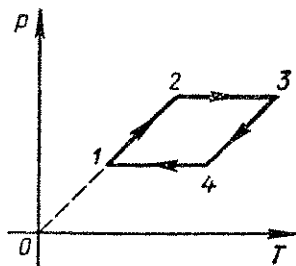
Мал. 58



Мал. 59



Мал. 60



Мал. 61

540*(532). Якусь масу ідеального газу було піддано коловому процесові, зображеному на мал. 61. Пояснити, як змінювався об'єм газу під час переходів 1—2, 2—3, 3—4, 4—1.

26. Насичена і ненасичена пара.

Залежність температури кипіння від тиску.
Вологість повітря

541(599). Чому, якщо подихати собі на руки, відчувається тепло, а якщо подмухати — холод?

542(600). Питома теплота пароутворення ефіру значно менша, ніж питома теплота пароутворення води. Чому ж рука, змочена ефіром, відчуває більше охолодження, ніж рука, змочена водою?

543(606). Тиск водяної пари при температурі 14°C становив 1 кПа . Чи була ця пара насичена?

544(н). Густина водяної пари при 25°C дорівнює 23 г/м^3 . Насичена це пара чи ненасичена?

545(н). У закритій посудині місткістю 5 л є 50 мг водяної пари. При якій температурі пара буде насиченою?

546(609). У циліндричній посудині під поршнем, площа якого становить 10 см^2 , міститься вода при температурі 20°C , причому поршень дотикається до поверхні води. Яка маса води випарується при переміщенні поршня на 15 см ?

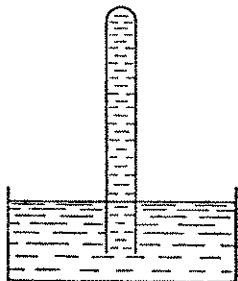
547(610). У закритій посудині місткістю 2 л є насичена водяна пара при температурі 20°C . Скільки води утвориться в посудині при зниженні температури до 5°C ?

548(611). Густина насиченої пари ртуті при температурі 20°C становить $0,02\text{ г/м}^3$. Визначити тиск при цій температурі.

549(613). Тиск насиченої пари ефіру при температурі 0°C дорівнює 24,7 кПа, а при температурі 40°C — 123 кПа. Порівняти значення густини пари при цих температурах.

550(н). У скільки разів концентрація молекул насиченої водяної пари при 50°C більша, ніж при 5°C ?

551(607). Трубку, один кінець якої закритий, наповнили водою і відкритим кінцем занурили в посудину з водою (мал. 62). Вода в посудині і трубці нагріта до температури кипіння. Що відбуватиметься з водою в трубці?



Мал. 62

552(601). Чи можна вважати, що при нормальному атмосферному тиску вода, яка міститься в досить глибокій посудині, кипить при температурі 100°C ?

553(605). При якому тиску вода кипітиме при температурі 19°C ?

554(н). У каstrулі-скороварці вода кипить приблизно при 120°C . Каstrуля герметично закрита кришкою, в якій є клапан, що випускає пару при тиску 90—110 кПа (понад атмосферний). Пояснити, як працює каstrуля.

555(617). Під час видиху на морозі утворюються білі клуби, які називають паром. Чи правильно це?

556(618). Чому пітніють окуляри, коли людина з морозу заходить до кімнати?

557(619). Чому у великий мороз над ополонкою на річці утворюється туман?

558(620). Коли в кімнаті тепло й волого, то під час відчинення взимку кватирки утворюються клуби туману, які в кімнаті опускаються, а надворі піднімаються. Пояснити явище.

559(621). Як за зовнішнім виглядом відрізнити в лазні трубу з холодною водою від труби з гарячою?

560(622). Чим пояснити, що взимку на шибках вікон з'являється паморозь? З якого боку шибки вона з'являється?

561(623). Парціальний тиск водяної пари в повітрі при температурі 19°C становив 1,1 кПа. Визначити відносну вологість.

562 (624). У 4 м^3 повітря при температурі 16°C міститься 40 г водяної пари. Визначити відносну вологість.

563(625). Визначити відносну вологість повітря у кімнаті при температурі 18°C , якщо точка роси становить 10°C .

564(626). Відносна вологість у кімнаті при температурі 16°C становить 65% . Як зміниться вона внаслідок зниження температури повітря на 4 К , якщо парціальний тиск водяної пари залишиться незмінним?

565(627). Відносна вологість повітря ввечері при температурі 16°C дорівнює 55% . Чи випаде роса, якщо вночі температура знизиться до 8°C ?

566(628). Щоб осушити повітря, яким наповнено балон місткістю 10 л , туди вкинули кусок хлористого кальцію, і він увібрав $0,13 \text{ г}$ води. Яку відносну вологість мало повітря в балоні, якщо його температура дорівнювала 20°C ?

567(629). Удень при температурі 20°C відносна вологість повітря дорівнювала 60% . Скільки води у вигляді роси виділиться з кожного кубічного метра повітря, якщо температура вночі знизилася до 8°C ?

568*(630). У циліндрі під поршнем міститься $0,4 \text{ г}$ водяної пари при температурі 290 К . Ця пара займає об'єм 40 л . Що треба зробити, щоб пара стала насичуючою?

569(631). Сухий термометр психрометра показує 16°C , а вологий 8°C . (Обидва термометри попередньо вивірено.) Відносна вологість, виміряна волосяним гігрометром, дорівнює 30% . Чи правильні покази гігрометра?

570(632). Вологий термометр психрометра показує 10°C , а сухий 14°C . Обчислити відносну вологість і густину водяної пари.

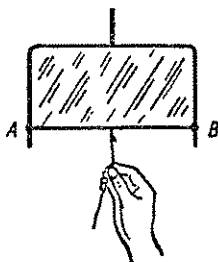
571*(633). При температурі 4°C покази сухого і вологого термометрів психрометра були однакові. Що покаже вологий термометр, якщо температура підвищилася до 10°C ? якщо вона підвищилася до 16°C ? Вважати, що парціальний тиск водяної пари лишається незмінним.

Відносною вологістю можна вважати відношення густини водяної пари, що фактично є у повітрі, до густини насиченої пари при даній температурі.

27. Поверхневий натяг.
Змочування. Капілярні явища

572(634). На одному кінці соломинки видули мильну бульбашку, а другий її кінець наблизили до полум'я свічки. Чому полум'я відхиляється при цьому вбік?

573(638). З якою силою діє мильна плівка на дrottину AB (мал. 63), якщо довжина дrottини 3 см? Яку роботу треба виконати, щоб перемістити дrottину на 2 см?



Мал. 63

547(639). Покладіть на поверхню води сірник доторкніться до води кусочком мила з одного боку поблизу від сірника. Поясніть явище, яке спостерігається при цьому. Визначте силу, яка приводить сірник у рух, якщо довжина сірника 4 см.

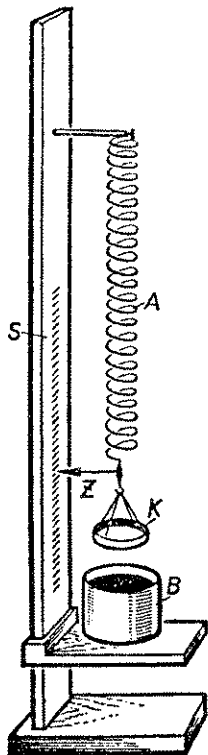
575(640). Яка маса краплі води, що витікає з піпетки, в момент відривання, якщо діаметр отвору піпетки становить 1,2 мм? Вважати, що діаметр шийки краплі дорівнює діаметру отвору піпетки.

576(ПРГ). Для визначення коефіцієнта поверхневого натягу води σ було використано піпетку з діаметром вихідного отвору d . Виявилось, що маса n крапель дорівнює m . Знайти коефіцієнт поверхневого натягу води.

№	m , г	n	d , мм
1	1,9	40	2
2	2,1	51	1,8
3	1,64	37	1,9
4	1,26	26	2,1
5	2,2	42	2,3

577*(642). З крапельниці накапали однакові маси води, спочатку холодної, а потім гарячої. Як і в скільки разів змінився коефіцієнт поверхневого натягу води, якщо в першому випадку утворилося 40, а в другому 48 крапель? Вважайте, що густина холодної і гарячої води однакова.

578(643). Тонке дротяне кільце E діаметром 34 мм, підвишене до пружини A з покажчиком Z , занурюють



Мал. 64

у посудину *B* з водою (мал. 64). Позначивши положення покажчика *Z* на шкалі *S*, повільно опускають посудину *B*. Пружина *A* при цьому розтягується. У момент відривання кільця *K* від рідини знову позначають положення покажчика *Z* на шкалі *S*. Яке буде значення коефіцієнта поверхневого натягу води, якщо пружина *A* розтягнулася на 31 мм? Жорсткість пружини 0,5 Н/м.

579(644). Чому маленькі краплі роси на листках деяких рослин мають форму кульок, а листки інших рослин роса покриває тонким шаром?

580(645). Як пояснити походження народної приказки: «Як з гуски вода»?

581(646). Чому, перш ніж покрити штукатурку масляною фарбою, попередньо проводять ґрунтовку олифою?

582(647). Резервуар одного з двох термометрів психрометра обмотано смужкою тканини, кінець якої занурено в посудину з водою. Чому, незважаючи на безперервне випаровування води, тканина весь час волога?

583(653). Визначити масу води, що піднялася по капілярній трубці діаметром 0,5 мм.

584(654). На яку висоту піднімається вода між паралельними пластинками, розташованими на відстані 0,2 мм одна від одної?

585(н). Де вище підніметься вода у капілярах рівного радіуса — біля підніжжя високої гори чи на її вершині?

586(н). Порівняти висоти підняття води та гасу у капілярах однакового радіуса.

587(н). Спирт піднявся в капілярній трубці на 1,2 см. Знайти радіус трубки.

588(649). У капілярній трубці, радіус якої 0,5 мм, рідина піднялася на висоту 11 мм. Визначити густину цієї рідини, якщо її коефіцієнт поверхневого натягу становить 22 мН/м.

589(650). Ртутний барометр має діаметр трубки 3 мм. Яку поправку в покази барометра треба внести, якщо враховувати капілярне опускання ртуті?

590(651). Сполучені капілярні трубки різного діаметра заповнено водою. Як зміниться різниця рівнів води у трубках під час нагрівання води?

591(652). У двох капілярних трубках різного діаметра, занурених у воду, встановилася різниця рівнів 2,6 см. Коли ці самі трубки занурили в спирт, то різниця рівнів становила 1 см. Знаючи коефіцієнт поверхневого натягу води, визначити коефіцієнт поверхневого натягу спирту.

28. Механічні властивості твердих тіл

592(656). Кубик, вирізаний з монокристала, нагріваючись, може перетворитися в паралелепіпед. Пояснити причину цього явища.

593(657). Поблизу поверхні кристала в процесі його росту виникають так звані концентраційні потоки розчину, які піднімаються вгору. Пояснити це явище.

594(658). Що станеться з кристалом, якщо занурити його в ненасичений розчин? якщо занурити його в перенасичений розчин?

595(659). Якого виду деформації зазнає: а) ніжка стільчика; б) сидіння стільчика; в) натягнута струна гітари; г) гвинт м'ясорубки; д) свердло; е) зуби пилки?

596(660). Якого виду деформації виникають у стержні, на якому кріпляться дверні завіси?

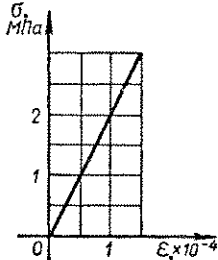
597(661). Якого виду деформації виникають у перекладині, коли гімнаст робить повний оберт («сонце»)?

598(662). Навіщо раму велосипеда роблять з порожнистих трубок, а не із суцільних стержнів?

599(663). До закріпленої одним кінцем дротини, діаметр якої 2 мм, підвісили вантаж масою 10 кг. Визначити механічну напругу в дротині.

600(664). На дві дротини, діаметри яких відрізняються в 3 рази, діють однакові розтягуючі сили. Порівняти напруги, які виникають у дротинах.

601(665). Балка завдовжки 5 м, яка має площу поперечного перерізу 100 см^2 , під дією сил по 10 кН, прикладених до її кінців, стиснулася на 1 см. Визначити відносний стиск і механічну напругу.



Мал. 65

602(666). При розтягуванні алюмінієвої дротини завдовжки 2 м у ній виникла механічна напруга 35 МПа. Визначити відносне та абсолютне видовження.

603(667). Визначити напругу, яка виникає в сталевому тросі, при його відносному видовженні 0,001.

604(668). У скільки разів абсолютне видовження мідної дротини більше, ніж сталевій (такої самої довжини і такого самого поперечного перерізу), коли на них діють однакові розтягуючі сили?

605(669). До кінців сталевій дротині, що має довжину 3 м і переріз 1 мм^2 , приклали розтягуючі сили по 210 Н кожна. Визначити абсолютне відносне видовження.

606(670). На мал. 65 наведено графік залежності пружної напруги, яка виникає в бетонній palі, від її відносного стиснення. Визначити модуль пружності бетону.

607(671). Які сили треба прикласти до кінців сталевій дротині, довжиною 4 м перерізом $0,5 \text{ мм}^2$, щоб видовжити її на 2 мм?

608(672). У скільки разів відносне видовження риболовної жилки діаметром 0,2 мм більше, ніж жилки діаметром 0,4 мм, якщо до їх кінців прикласти однакову силу?

609(673). До дротини було причеплено вантаж. Потім дротину зігнули пополам і причепили той самий вантаж. Порівняти абсолютне і відносне видовження дротини в обох випадках.

610(674). У скільки разів зміниться абсолютне видовження дротини, якщо, не змінюючи навантаження, замінити дротину іншою з того самого матеріалу, яка має вдвічі більшу довжину і вдвічі більший діаметр?

611(675). Діаметр капронової рибальської жилки 0,12 мм, а розривне навантаження 7,5 Н. Визначити границю міцності на розрив даного сорту капрону.

612(676). Із скількох сталевих дротин діаметром 2 мм має складатися трос, розрахований на піднімання вантажу масою 2 т?

613(н). При якій найменшій довжині h свинцева дротина, підвішена за один кінець, розірветься від власної ваги?

614(н). Дротина з вантажем масою m_1 , що висить на ній, має довжину l_1 , а при збільшенні маси вантажу до m_2 довжина становить l_2 . Знайти довжину дротини l_0 без навантаження.

РОЗДІЛ VI

ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ

29. Внутрішня енергія одноатомного газу. Робота і кількість теплоти. Перший закон термодинаміки. Адіабатний процес

615(533). Обчисліть внутрішню енергію 10 моль одноатомного газу при температурі 27°C .

616(534). На скільки змінюється внутрішня енергія 200 г гелію при збільшенні температури на 20°C ?

617(535). Порівняти внутрішні енергії однакових мас аргону і гелію при однаковій температурі.

618(536). Як змінюється внутрішня енергія одноатомного газу під час ізобарного нагрівання? ізохорного охолодження? ізотермічного стиснення?

619(537). Визначити внутрішню енергію гелію, що заповнює аеростат об'ємом 60 м^3 при тиску 100 кПа .

620(538). При зменшенні об'єму одноатомного газу в 3,6 рази його тиск збільшився на 20%. У скільки разів змінилася внутрішня енергія?

621(н). Порівняти внутрішню енергію газу, який міститься у відкритій колбі, до нагрівання з внутрішньою енергією газу, що залишився у колбі після ізобарного нагрівання.

622(541). У вертикально розташованому циліндрі, який має площу основи 1 дм^2 , під поршнем масою 10 кг , що ковзає без тертя, міститься повітря.

Під час ізобарного нагрівання повітря поршень піднявся на 20 см . Яку роботу виконало повітря, якщо зовнішній тиск дорівнює 100 кПа ?

623(542). Температура повітря в кімнаті, що має об'єм 70 м^3 , дорівнює 280 К . Після того як витопили піч, температура підвищилася до 296 К . Обчислити роботу повітря, яку воно виконало під час розширення, якщо тиск сталий і дорівнює 100 кПа .

624(543). Яку роботу A виконують ν моль газу при ізобарному підвищенні температури на ΔT ? (Здобутий результат можна використати при розв'язуванні наступних задач.)

625(545). У двох циліндрах під рухомих поршнем перебувають водень і кисень. Порівняти роботи, що їх виконують однакові маси водню і кисню під час ізобарного нагрівання на одну й ту саму температуру.

626(ПРГ). Газ масою m ізобарно нагріли на ΔT . Знайти: 1) роботу A , виконану газом; 2) кількість теплоти Q , надану газу; 3) зміну внутрішньої енергії ΔU .

Газ	Параметри	
	m , кг	ΔT , К
Азот	0,51	81
Водень	0,066	238
Повітря	0,31	27
Гелій	1,1	23
Кисень	0,007	810

627(547). Для ізобарного нагрівання 800 моль газу на 500 К було надано 9,4 МДж теплоти. Визначити роботу газу, а також приріст його внутрішньої енергії.

628(548). Питома теплосмність азоту, коли його нагрівають при сталому тиску, дорівнює 1,05 кДж/(кг · К), а при сталому об'ємі 0,75 кДж/(кг · К). Чому ці величини мають різне значення? Яка виконується робота під час ізобарного нагрівання азоту масою 1 кг на 1 К?

629(549). Об'єм 160 г кисню, температура якого становить 27 °С, під час ізобарного нагрівання збільшився вдвічі. Визначити роботу газу при розширенні, кількість теплоти, яку було витрачено на нагрівання кисню, і зміну внутрішньої енергії.

630(550). У скільки разів кількість теплоти, яка витрачається на нагрівання газу при сталому тиску, більша, ніж робота, що її виконує газ під час розширення? Питома теплоємність газу при сталому тиску c_p , молярна маса M .

631*(551). Знайшовши з таблиць значення питомої теплоємності повітря c_p і молярну масу M , обчисліть, у

скільки разів більша кількість теплоти буде потрібна для ізобарного нагрівання, ніж для ізохорного. Маса повітря і різниця температур в обох випадках однакові.

632(н). Яку кількість теплоти Q треба надати одноатомному газу, що має кількість речовини ν , для ізобарного нагрівання на ΔT ? Одержаний результат можна використати під час розв'язування наступних задач.

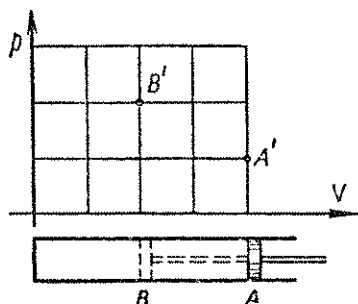
633(553). Яка частина кількості теплоти, наданої одноатомному газу в ізобарному процесі, витрачається на збільшення внутрішньої енергії і яка частина — на виконання роботи?

634(554). Довести, що при сталому тискові питому теплоємність одноатомного газу, молярна маса якого M , можна визначити за формулою $c_p = \frac{5R}{2M}$. Визначити питому теплоємність гелію при сталому тиску.

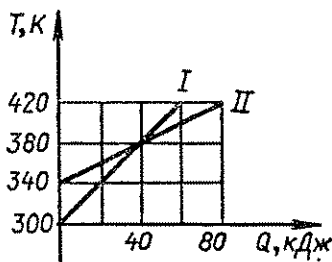
635(555). Для газування води крізь неї пропускають стиснутий вуглекислий газ. Чому температура води при цьому знижується?

636(556). У посудину, на дні якої була вода, накачали повітря. Коли відкрили кран і стиснуте повітря вирвалося назовні, посудина наповнилася водяним туманом. Чому це сталося?

637(557). Поршень перевели з положення A в положення B (мал. 66) спочатку дуже повільно, а потім — дуже швидко. В обох випадках точки A' і B' позначають початковий і кінцевий стани. Пояснити процеси, які відбуваються при цьому, і накреслити хід графіків.



Мал. 66



Мал. 67

30. Зміна внутрішньої енергії тіл у процесі теплопередачі

638(560). На мал. 67 зображено графіки зміни температури двох тіл залежно від кількості теплоти, що надходить до них. Яка початкова та кінцева температура кожного тіла? Які питомі теплоємності тіл, якщо маса кожного з них дорівнює 2 кг?

639(ПРГ). У воду масою m при температурі t укинули металеве тіло, маса якого m_1 і температура t_1 . Знайти температуру Θ , яка встановилася. Теплоємністю посудини¹ та випаровуванням води знехтувати.

Метал	Параметри			
	m , кг	t , °C	m_1 , кг	t_1 , °C
Мідь	2	17	0,3	200
Свинець	0,63	17	0,25	208
Алюміній	3,68	22	0,48	240
Сталь	0,47	4	0,32	100
Олово	0,86	48	0,37	14

640(561). У калориметр, теплоємність якого дорівнює 63 Дж/К, налили 250 г масла при температурі 12 °C. Після того, як у масло вкинули мідне тіло, що має масу 500 г і температуру 100 °C, у калориметрі встановилася температура 33 °C. Визначити за даними дослідіу питому теплоємність масла.

641(563). Для приготування ванни, місткість якої 200 л, змішали холодну воду при 10 °C з гарячою при 60 °C. Які об'єми холодної і гарячої води треба взяти, щоб у ванні встановилася температура 40 °C?

642*(564). Коли у воду, що має температуру 10 °C, вкинули тіло, нагріте до 100 °C, через якийсь час установилася загальна температура 40 °C. Яку температуру матиме вода, якщо, не виймаючи першого тіла, в неї кинути ще одне таке саме тіло, нагріте теж до температури 100 °C?

¹ Теплоємність тіла C вимірюють кількістю теплоти, якої треба надати цьому тілу, щоб підвищити його температуру на 1 °C; вона дорівнює добутковій питомої теплоємності C речовини на масу m тіла: $C = cm$.

643(559). Побутовий газовий водонагрівник проточного типу має номінальну потужність 21 кВт і ККД 80 %. Протягом якого часу наповнюватиметься ванна місткістю 200 л водою, нагрітою в нагрівнику на 24 °С, і яка витрата газу (в літрах) за цей час? Під час згоряння 1 м³ природного газу виділяється 36 МДж.

644(п). Порівняти внутрішні енергії води масою 2 кг при 100 °С і водяної пари такої самої маси і при тій самій температурі.

645(ПРГ). Електронагрівник з коефіцієнтом корисної дії η використовують для одержання дистильованої води. Знайти вартість k перегонки води масою m , взятої при температурі t . Тариф: 4 коп. за 1 кВт · год.

№	$t, ^\circ\text{C}$	$m, \text{кг}$	η
1	10	1	0,75
2	14	6,4	0,91
3	18	17,6	0,81
4	7	120	0,86

646(566). У посудину, в якій міститься 1,5 кг води при температурі 15 °С, впустили 200 г водяної пари при температурі 100 °С. Яка температура установиться в посудині після конденсації пари?

647(567). Колбу, в якій міститься 600 г води при температурі 10 °С, нагрівають на спиртівці, ККД якої становить 35 %. Через який час закипить вода і яка її маса під час кипіння перетворюватиметься на пару за кожну секунду, якщо в спиртівці за 1 хв згоряє 2 г спирту? Теплоємність колби дорівнює 100 Дж/К.

648(568). В алюмінієвий чайник, маса якого 400 г, налили 2 кг води при температурі 10 °С і поставили на газовий пальник, що має ККД 40 %. Яка потужність пальника, якщо через 10 хв вода закипіла, причому 20 г її википіло?

649(569). У посудину, в якій міститься 2,8 л води при температурі 20 °С, вкинули нагрітий до 460 °С кусок сталі, що має масу 3 кг. Від цього вода в посудині нагрілася до 60 °С, а частина її перетворилася на пару. Визначити масу води, яка перетворилася на пару. Теплоємністю посудини знехтувати.

650(571). Крізь воду, що має температуру 10°C , пропускають водяну пару при 100°C . Скільки процентів становить маса води, яка утворилася з пари, від маси усїєї води в посудині в момент, коли її температура дорівнює 50°C ?

651(н). Порівняти внутрішні енергії свинцю масою 600 г у твердому та рідкому станах при температурі плавлення.

652(ПРГ). Яка кількість теплоти Q необхідна для плавлення металу масою m , взятого при температурі t ?

Метал	Параметри	
	$t, ^{\circ}\text{C}$	$m, \text{кг}$
Олово	17	0,022
Свинець	26	0,053
Сталь	72	8220
Алюміній	11	580
Срібло	48	0,004

653(572). Скільки дров треба спалити у печі, ККД якої дорівнює 40 %, щоб дістати з 200 кг снігу, взятого при температурі -10°C , воду при 20°C ?

654(573). Скільки сталі, взятої при температурі 20°C , можна розплавити в печі, що має ККД 50 %, спаливши 2 т кам'яного вугілля?

655(575). Для визначення питомої теплоти плавлення олова у калориметр, що містить 330 г води при температурі 7°C , влили 350 г розплавленого олова при температурі тверднення, після чого у калориметрі, теплоємність якого становить 100 Дж/К, установилася температура 32°C . Визначити питому теплоту плавлення олова за даними досліду.

656(н). Щоб охолодити 200 г води, яка має температуру 25°C , у неї кидають взяті з холодильника грудочки льоду об'ємом $6,4 \text{ см}^3$, температура яких -5°C . Скільки треба кинути грудочок для охолодження води до 5°C ?

657(577). У сталюну посудину масою 300 г налили 1,5 л води при температурі 17°C . У воду кинули грудочку мокрог снігу, маса якої 200 г. Коли сніг розтанув, у посудині встановилася температура 7°C . Скільки води було в грудочці снігу?

658*(ПРГ). У посудину з льодом, маса якого $m_л$ і температура 0°C , влили воду масою $m_в$ при температурі $t_в$. Знайти: 1) яка температура Θ суміші встановиться, якщо розплавиться увесь лід; 2) яка частина k льоду залишиться в нерозплавленому стані, якщо розплавиться не весь лід. Теплоємністю посудини знехтувати.

№	$m_в$, кг	$t_в$, $^\circ\text{C}$	$m_л$, кг
1	3,1	94	8,63
2	3,1	99	18,2
3	3,1	99	2,4
4	3,1	99	3,9
5	7,8	84	0,85
6	5,2	47	0

659*(578). В алюмінієвий калориметр, маса якого 300 г, кинули грудочку льоду. Температура калориметра і льоду дорівнює -15°C . Потім пропустили через калориметр водяну пару при температурі 100°C . Після того як у калориметрі встановилася температура 25°C , виміряли масу суміші. Виявилось, що вона дорівнює 500 г. Яка кількість пари сконденсувалася й скільки льоду було в калориметрі на початку досліду?

660*(ПРГ). Розплавлений метал масою $m_м$, взятий при температурі плавлення, влили у воду, маса якої $m_в$ і температура $t_в$. Знайти: 1) температуру Θ суміші, якщо вода не нагріється до кипіння; 2) скільки води (за масою) википить, якщо вона закипить?

№	Метал	Параметри		
		$m_в$, кг	$t_в$, $^\circ\text{C}$	$m_м$, кг
1	Алюміній	6,3	16	1,2
2	Алюміній	3,2	16	1,2
3	Алюміній	2,8	16	1,2
4	Алюміній	2,1	16	1,2
5	Свинець	3	20	0,3
6	Олово	0,4	21	0,12

31. Зміна внутрішньої енергії в процесі виконання роботи. Теплові двигуни

661(579). Під час обробки деталі слюсар виконав 46 рухів сталним напилком, прикладаючи середню силу 40 Н і переміщуючи напилком на 8 см при кожному русі. На скільки підвищилася температура напилка, якщо його маса 100 г і на збільшення його внутрішньої енергії пішло 50 % виконаної роботи?

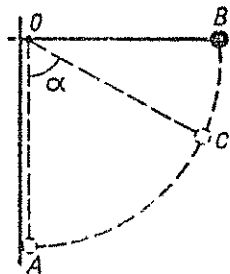
662(581). З висоти h вільно падає кусок металу, питома теплоємність якого c . На скільки градусів Δt підвищилася його температура під час удару об землю, якщо вважати, що k % механічної енергії куска металу перетворюється на внутрішню?

663(582). Дві однакові сталні кульки упали з однієї й тієї самої висоти. Перша упала в грузький ґрунт, а друга, вдарившись об камінь, відскочила й була піймана рукою на якійсь висоті. Яка з кульок дужче нагрілася?

664(583). Свинцева куля летить з швидкістю 200 м/с і влучає в земляний вал. На скільки градусів нагріється куля, якщо 78 % її кінетичної енергії перетворилося на внутрішню?

665(584). Стальний осколок, падаючи з висоти 500 м, мав біля поверхні землі швидкість 50 м/с. На скільки градусів нагрівся осколок, якщо вважати, що вся робота на подолання опору повітря була витрачена на нагрівання осколка?

666*(585). Кульку, підвішену на нитці завдовжки l (мал. 68), відвели в положення B і відпустили. Після удару об стінку кулька відхилилася на кут α до положення C . На скільки градусів нагріється кулька, якщо k % втраченої механічної енергії перетворилося на внутрішню енергію кульки? Вважати, що питома теплоємність c речовини, з якої зроблено кульку, відома.



Мал. 68

667(586). Дві свинцеві кулі, що мають однакову масу, рухаються назустріч одна одній з швидкостями v і $2v$. Визначити підвищення температури Δt куль у результаті непружного удару.

668(587). З якою найменшою швидкістю повинна летіти свинцева

дробинка, щоб під час удару об перешкоду вона розплавилася? Вважати, що 80 % кінетичної енергії перетворилося на внутрішню енергію дробинки, а температуру дробинки до удару становила 127 °С.

669(588). Під час пострілу снаряд (куля) масою m вилітає із ствола з швидкістю v . Скільки процентів від енергії, яка звільнилася під час згоряння порохового заряду масою M , становить кінетична енергія снаряда (кулі)? Зробити розрахунки для гарматного снаряда при $m = 6,2$ кг, $v = 680$ м/с, $M = 1$ кг і для кулі автомата при $m = 8$ г, $v = 700$ м/с, $M = 1,6$ г.

670(589). Що має більшу внутрішню енергію: робоча суміш, яка міститься в циліндрі двигуна внутрішнього згоряння на кінець такту стискання (до проскакування іскри), чи продукт її горіння на кінець робочого ходу?

671(590). Температура нагрівника ідеальної теплової машини становить 117 °С, а холодильника 27 °С. Кількість теплоти, що її дістає машина від нагрівника за 1 с, дорівнює 60 кДж. Обчислити ККД машини, кількість теплоти, яку забирає холодильник за 1 с, і потужність машини.

672(591). В ідеальній тепловій машині за рахунок кожного кілоджоуля енергії, що її дає нагрівник, виконується робота 300 Дж. Визначити ККД машини і температуру нагрівника, якщо температура холодильника 280 К.

673(ПРГ). Знаючи потужність і масу палива, яке витрачається за певний час, скласти програми і знайти ККД: 1) тракторного двигуна, який розвиває потужність 95 кВт і витрачає за 2 год 50 кг дизельного палива; 2) усіх двигунів реактивного літака Ил-62, які розвивають потужність 30 МВт, якщо повного запасу палива ТС-1 масою 82,5 т вистачає на 10 год безперервного польоту; 3) парової турбіни потужністю 500 МВт, яка за 0,5 год витрачає 87 т дизельного палива; 4) карбюраторного двигуна автомобіля ЗИЛ-130, якщо питома витрата палива становить 326 г/(кВт · год), і дизельного двигуна автомобіля КамАЗ-5320, в якого питома витрата палива дорівнює 224 г/(кВт · год).

674(595). Яку середню потужність розвиває двигун мотоцикла, якщо при швидкості руху 108 км/год витрата бензину становить 3,7 л на 100 км шляху, а ККД двигуна 25 %?

675*(596). Міжміський автобус проїхав 80 км за 1 год. Двигун при цьому розвивав середню потужність 70 кВт, маючи ККД 25 %. Скільки дизельного пального, густина якого 800 кг/м^3 , зекономив водій у рейсі, якщо норма витрати пального становить 40 л на 100 км шляху?

676*(597). Автомобіль, маса якого 4,6 т, рушає з місця на підйомі, що дорівнює 0,025, і, рухаючись рівноприскорено, за 40 с проходить 200 м. Визначити витрату бензину (в літрах) на цій ділянці, якщо коефіцієнт опору 0,02 і ККД = 20 %.

РОЗДІЛ VII ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ

32. Закон Кулона. Напруженість поля ¹

677(678). З якою силою взаємодіють два заряди ² до 10 нКл, розташовані на відстані 3 см один від одного?

678(679). На якій відстані один від одного заряди 1 мкКл і 10 нКл взаємодіють із силою 9 мН?

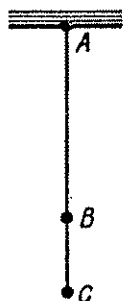
679(680). У скільки разів треба змінити відстань між зарядами при збільшенні одного з них у 4 рази, щоб сила взаємодії між ними не змінилася?

680(682). Однакові кульки масою по 0,2 г підвісили на нитці так, як зображено на мал. 69. Відстань між кульками $BC = 3$ см. Визначити силу натягу нитки на ділянках AB і BC , якщо кулькам надали однакових зарядів по 10 нКл. Розглянути випадки: а) заряди однойменні; б) заряди різнойменні.

681(683). Дві кульки, розташовані на відстані 10 см одна від одної, мають однакові негативні заряди й взаємодіють із силою 0,23 мН. Визначити кількість «надлишкових» електронів на кожній кульці.

682(ПРГ). Дві однакові металеві кульки зарядили так, що заряд однієї з них у n разів більший, ніж другої. Кульки доторкнули одну до одної і розвели на попередню відстань. У скільки разів (за модулем) зміниться сила їхньої взаємодії $\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$, якщо: 1) заряди однойменні; 2) різнойменні? Вважати, що n дорівнює: а) 1; б) 1,3; в) 2,4; г) 5,8; д) 15,6; е) 78; є) 500.

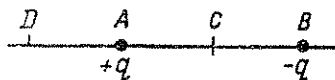
683*(685). Довести, що коли дві однакові металеві кульки, заряджені однойменно нерівними зарядами, доторкнуті одну до



Мал. 69

¹ У задачах цього параграфу, якщо немає окремих застережень, вважати заряди точковими і розташованими у вакуумі (повітрі).

² Під коротким терміном «заряд» розуміють заряджені тіла або частинки.



Мал. 70

одної, а нстїм розсунути на ту саму відстань, то сила взаємодїї обов'язково збільшиться, причому тим дужче, чим більше різняться між собою заряди.

684(686). Однакові металеві кульки заряджені однойменно зарядами q і $4q$, розташовані на відстані r одна від одної. Кульки доторкнули одну до одної. На яку відстань x їх треба розвести, щоб сила взаємодїї не змінилася?

685(687). Заряди 10 і 16 нКл розташовані на відстані 7 мм один від одного. Яка сила діятиме на заряд 2 нКл, розміщений у точці, що віддалена на 3 мм від меншого заряду і на 4 мм від більшого?

686(688). У полі зарядів $+q$ і $-q$ (мал. 70) помістили заряд $\frac{q}{2}$ спочатку в точку C , а потім — у точку D . Порівняти сили (за модулем), які діють на цей заряд, якщо $DA = AC = CB$.

687(689). Заряди 90 і 10 нКл розташовані на відстані 4 см один від одного. Де треба розмістити третій заряд, щоб він перебував у рівновазі?

688(690). У вершинах правильного шестикутника, сторона якого дорівнює a , розташували один за одним заряди $+q, +q, +q, -q, -q, -q$. Визначити силу, що діє на заряд $+q$, який міститься в центрі шестикутника.

689(691). Заряди 40 і -10 нКл розташували на відстані 10 см один від одного. Який треба взяти третій заряд і де треба його розташувати, щоб система перебувала у рівновазі?

690(692). Два заряди по 25 нКл кожний, розташовані на відстані 24 см один від одного, утворюють електростатичне поле. З якою силою це поле діє на заряд 2 нКл, розташований у точці, віддаленій на 15 см від кожного із зарядів, якщо заряди, які утворюють поле, однойменні? різнойменні?

691(693). На двох нитках однакової довжини, закріплених в одній точці, підвісили дві кульки. Порівняти кути відхилень ниток від вертикалі, якщо: а) кульки, маючи однакові маси, заряджено однойменно, і заряд першої кульки більший, ніж заряд другої; б) заряди кульок однакові, а маса першої кульки більша від маси другої.

692(ПРГ). На нитках завдовжки l , закріплених у одній точці, причеплено кульки масою m кожна. Внаслідок надання кулькам однакових однойменних зарядів нитки розійшлись, утворивши кут α . Знайти: 1) силу взаємодії F зарядів; 2) заряд q кожної кульки.

№	$\alpha, ^\circ$	$m, \text{кг}$	$l, \text{м}$
1	66	10^{-4}	0,62
2	37	$2,7 \cdot 10^{-4}$	1,14
3	90	$4 \cdot 10^{-4}$	0,106
4	21	$8,9 \cdot 10^{-4}$	0,87
5	123	$9,1 \cdot 10^{-4}$	0,33

693(696). У деякій точці поля на заряд 2 нКл діє сила 0,4 мкН. Визначити напруженість поля в цій точці.

694(697). Яка сила діє на заряд 12 нКл, розташований у точці, в якій напруженість електричного поля становить 2 кВ/м?

695(698). З яким прискоренням рухається електрон у полі, напруженість якого становить 10 кВ/м?

696(699). Визначити напруженість поля заряду 36 нКл у точках, віддалених від нього на 9 і 18 см.

697(700). У точці A (мал. 71) розташували заряд q_1 , а в точці B — заряд q_2 . Визначити проєкції на вісь X вектора напруженості результуючого поля в точках C і D , якщо $AC = 6$ см, $CB = BD = 3$ см. Розв'язати задачу для таких значень зарядів: а) $q_1 = 40$ нКл, $q_2 = 10$ нКл; б) $q_1 = 40$ Кл, $q_2 = -10$ нКл; в) $q_1 = -40$ нКл; $q_2 = 10$ нКл; г) $q_1 = -40$ нКл, $q_2 = -10$ нКл.

698(701). Заряди по 0,1 мкКл розташували на відстані 6 см один від одного. Визначити напруженість поля в точці, віддаленій на 5 см від кожного із зарядів. Розв'язати задачу для випадків: а) обидва заряди позитивні; б) один заряд позитивний, а другий негативний.

699(702). Два заряди, один з яких за модулем у 4 рази більший від другого, розташували на відстані a один



Мал. 71

від одного. В якій точці поля напруженість дорівнює нулевій, якщо заряди однойменні? різнойменні?

700(703). В однорідному полі, напруженість якого 40 кВ/м, розташували заряд 27 нКл. Визначити напруженість результуючого поля на відстані 9 см від заряду в точках: а) розташованих на силовій лінії однорідного поля, яка проходить через заряд; б) розташованих на прямій, яка проходить через заряд перпендикулярно до силових ліній.

701(704). Заряджену металеву кульку, підвішену на ізолюючій нитці, внесли в однорідне електричне горизонтально напрямлене поле, від чого нитка утворила з вертикаллю кут 45° . На скільки зменшиться кут відхилення нитки, якщо з кульки стече десята частка її заряду?

702(705). В основі рівностороннього трикутника із стороною a розташовано заряди по $+q$ і $-q$. Визначити напруженість поля E в центрі трикутника.

703(706). Кулька, що має масу m і несе заряд q , вільно падає в однорідному електричному полі напруженістю \vec{E} . Лінії напруженості напрямлені паралельно поверхні землі. Який рух кульки? Написати рівняння траєкторії $y = y(x)$, спрямувавши вісь X горизонтально вздовж поля, а вісь Y — вертикально вниз. Початкова швидкість кульки дорівнює нулевій.

33. Провідники в електричному полі.

Поле зарядженої кулі і пластини.

Діелектрики в електричному полі

704¹(707). На шовковій нитці висить станиолева гільза. Треба визначити, чи заряджена ця гільза, а якщо заряджена, то який знак заряду. Запропонуйте кілька способів.

705(708). До зарядженого електрометра почали підносити з досить великої відстані негативно заряджений предмет. У міру наближення предмета листочки спочатку спадали, а потім стали знову розходитися. Заряд якого знака був на електрометрі?

706(709). В якому випадку листочок незарядженої металевої фольги притягнеться до зарядженої палички

¹ У задачах 704—712 треба пояснити розглядувані явища з погляду електронної теорії, зробивши необхідні малюнки. Багато з цих задач бажано перевірити експериментально у класі чи вдома.

з більшої відстані: коли він лежить на заземленому сталевому листі чи на сухому склі?

707(711). Порівняти силу взаємодії двох однакових куль, якщо вони мають однойменні і різнойменні однакові за модулем заряди. Відстань між кулями порівняти з їхніми радіусами.

708(712). Як, маючи заряджену паличку, зарядити дві укріплені на ізолюючих підставках металеві кулі однаковими за модулем і протилежними за знаком зарядами?

709(713). В однорідному полі помістили металеву кулю. Чи залишиться поле однорідним поблизу поверхні кулі?

710(714). До зарядженого електрометра наблизили: а) ізолюваний незаряджений провідник; б) заземлений провідник. Як змінювалися покази електрометра в кожному з цих випадків?

711(715). До незарядженої сталевої гільзи підносять наелектризоване тіло. Можна підібрати таку відстань, на якій гільза ще не притягується до тіла, але тільки доторкнешся до неї пальцем — вона притягнеться. Пояснити це явище.

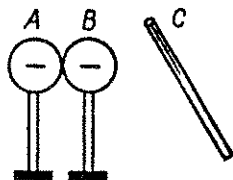
712(716). Металеві кулі на ізолюючих підставках доторкнули одну до одної і зарядили негативно (мал. 72). Помістивши на деякій відстані негативно заряджену паличку, кулю *A* відсунули і паличку забрали. Довести міркуванням, що куля *A* завжди заряджена негативно, а куля *B* залежно від відстані *BC* може бути зарядженою негативно, лишатися нейтральною або набути позитивного заряду.

713(717). Металевій кулі радіусом 3 см надали заряду 16 нКл. Визначити поверхневу густину заряду і напруженість поля в точках, віддалених від центра кулі на 2 і 4 см.

714(718). Заряджена куля має поверхневу густину σ . Визначити напруженість поля в точці, віддаленій від поверхні кулі на відстань, що дорівнює її діаметрові.

715(719). Заряджений металевий лист скрутили в циліндр. Як зміниться поверхнева густина заряду?

716(720). Визначити напруженість поля зарядженої нескінченної пластини, якщо поверхнева густина заряду на ній дорівнює 354 нКл/м^2 .



Мал. 72

717(710). Чи відхилиться стрілка електрометра, якщо між його стержнем і зарядженою паличкою розмістити скляну пластину так, щоб вона не дотикалася ні до стержня, ні до палички? якщо, лишивши пластину, забрати паличку? якщо, лишивши паличку, забрати пластину?

718(н). В однорідне поле вмістили, щільно притиснувши одну до одної, пластини вініпласту, текстоліту й слюди, розташували їх так, що силові лінії перпендикулярні до більших граней пластин. Напруженість поля в текстоліті 60 В/м. Визначити напруженість поля у вініпласті та слюді, а також напруженість поля поза пластинами.

719(н). Велику заряджену пластину з поверхневою густиною заряду 40 нКл/м^2 занурили в масло. Визначити напруженість поля поблизу середини пластини.

720(722). Обчислити значення кожного з двох однакових зарядів, якщо в маслі на відстані 6 см один від одного вони взаємодіють із силою 0,4 мН.

721(723). У скільки разів треба змінити значення кожного з двох однакових зарядів, щоб під час занурення їх у воду сила взаємодії на тій самій відстані між ними була така сама, як і в повітрі?

722(724). У скільки разів треба змінити відстань між двома зарядами, щоб при зануренні їх у гас сила взаємодії між ними була така сама, як і в повітрі?

723(725). На відстані 3 см від заряду 4 нКл, розташованого в рідкому діелектрику, напруженість поля становить 20 кВ/м. Яка діелектрична проникність діелектрика?

724(726). Дуже маленьку заряджену кульку занурили в гас. На якій відстані від кульки напруженість поля буде така сама, якою вона була до занурення на відстані 29 см?

725(728). Однакові кульки, підвішені на закріплених в одній точці нитках однакової довжини, зарядили однаковими за модулем однойменними зарядами. Кульки відштовхнулися, і кут між нитками став дорівнювати $\alpha = 60^\circ$. Після занурення кульок у рідкий діелектрик кут між нитками зменшився до $\beta = 50^\circ$. Визначити діелектричну проникність середовища ϵ . Виштовхувальною силою знехтувати.

726(729). Позитивно заряджена кулька, що має масу 0,18 г і густину речовини 1800 кг/м^3 , перебуває

у завислому стані в рідкому діелектрику, густина якого 900 кг/м^3 . У діелектрику є однорідне електричне поле напруженістю 45 кВ/м , напрямлене вертикально вгору. Визначити заряд кульки.

34. Енергія зарядженого тіла в електричному полі.
Різниця потенціалів. Зв'язок між напруженістю та напругою

727(731). Яку роботу виконує поле під час переміщення заряду 20 нКл з точки, потенціал якої 700 В , у точку з потенціалом 200 В ? з точки, потенціал якої -100 В , у точку з потенціалом 400 В ?

728(732). В однорідному електричному полі, напруженість якого 1 кВ/м , перемістили на 2 см в напрямі силової лінії заряд -25 нКл . Визначити роботу поля, зміну потенціальної енергії заряду і різницю потенціалів між початковою та кінцевою точками переміщення.

729(н). Під час переміщення заряду між точками з різницею потенціалів 1 кВ поле виконало роботу 40 мкДж . Чому дорівнює заряд?

730(733). В однорідному полі, напруженість якого 60 кВ/м , перемістили заряд 5 нКл . Вектор переміщення становить 20 см і утворює кут 60° з напрямом силової лінії. Визначити різницю потенціалів між початковою та кінцевою точками переміщення, роботу поля і зміну потенціальної енергії взаємодії заряду й поля. Дати відповіді на ті самі запитання для випадку переміщення негативного заряду.

731(734). Електрон перемістився в прискорюючому полі з точки, потенціал якої 200 В , у точку з потенціалом 300 В . Визначити кінетичну енергію електрона, зміну його потенціальної енергії і набуту швидкість. Вважати, що початкова швидкість електрона дорівнює нулеві.

732(н). Яку різницю потенціалів має пройти електрон, щоб збільшити свою швидкість від 10 до 30 Мм/с ?

733(736). Альфа-частинка ($m = 6,7 \times 10^{-27} \text{ кг}$, $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$) вилітає з ядра радію із швидкістю $v = 20 \text{ Мм/с}$ і потрапляє в однорідне електричне поле, силові лінії якого спрямовані протилежно до напрямку руху частинки. Яку різницю потенціалів повинна пройти частинка, перш ніж вона зупиниться?

734(н). Порівняти кінетичні енергії та набуті швидкості протона і α -частинки, які пройшли однаково прискорюючі різниці потенціалів. Маса α -частинки в 4 рази більша від маси протона, а заряд — у 2 рази більший.

735(737). Напруга між двома точками, що лежать на одній лінії напруженості однорідного поля, дорівнює 2 кВ. Відстань між цими точками 10 см. Яка напруженість поля?

736(738). Точка A лежить на лінії напруженості однорідного поля, напруженість якого 60 кВ/м. Визначити різницю потенціалів між цією точкою і деякою точкою B , розміщеною на відстані 10 см від точки A . Розглянути випадки, коли точки A і B лежать: а) на одній лінії напруженості; б) на прямій, перпендикулярній до лінії напруженості; в) на прямій, напрямленій під кутом 45° до лінії напруженості.

737(739). Визначити напругу між точками A і B (мал. 73), якщо $AB = 8$ см, а $\alpha = 30^\circ$ і напруженість поля становить 50 кВ/м.

738(740). Між двома пластинами, розташованими горизонтально в вакуумі на відстані 4,8 мм одна від одної, перебуває в рівновазі негативно заряджена крапля масла, маса якої 10 нг. Скільки «надлишкових» електронів має крапля, якщо на пластини подано напругу 1 кВ?

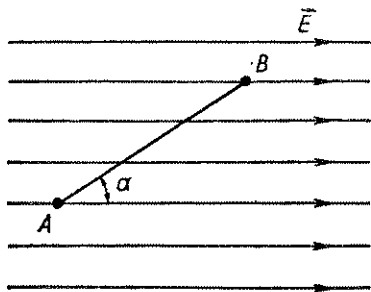
Після опромінення крапля почала рухатися вниз з прискоренням 6 м/с^2 . Скільки електронів втратила крапля?

739(744). До зарядженої кулі наблизили руку. Чи буде однакова в різних місцях поверхневої густини заряду на кулі? напруженість поля поблизу різних ділянок поверхні кулі? Чи однакові потенціали в різних точках поверхні кулі?

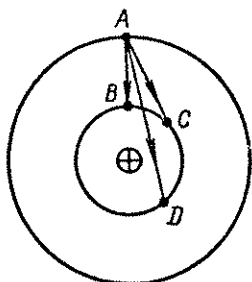
740(745). Порівняти роботи, виконані полем під час переміщення заряду з точки A в точки B , C і D (мал. 74).

741(746). На мал. 75 зображено силові лінії і дві екіпотенціальні поверхні (A та B). У якій точці, C чи D , більша напруженість поля? потенціал?

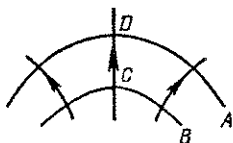
742(747). На мал. 76, а показано розміщення трьох заряджених пластин та їх потенціали. Накреслити лінії напруженості електричного поля. Побудувати графіки напруженості (мал. 76, б) і розподілу потенці-



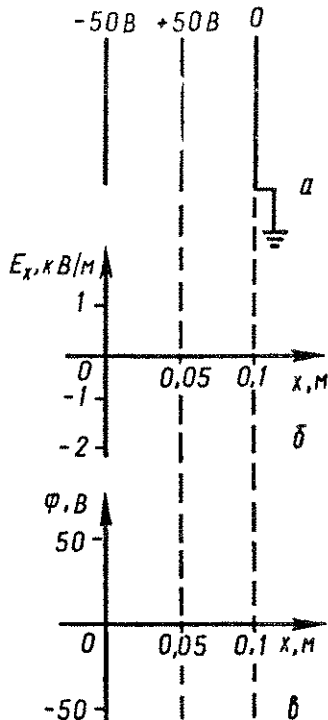
Мал. 73



Мал. 74



Мал. 75



Мал. 76

алу (мал. 76, в) залежно від відстані між пластинами.

743(748). На двох пластинах (А та В), розміщених паралельно на відстані 8 см одна від одної, підтримують відповідно потенціали $+60$ і -60 В. Між ними помістили заземлену пластину С на відстані 2 см від пластини А. На скільки змінилася напруженість поля на ділянках АС і СВ? Заряду якого знака набула пластинка С? Побудувати графіки залежностей $\varphi(x)$ і $E_x(x)$, розташували вісь x так само, як і в попередній задачі.

35. Електроємність конденсатора.
Енергія зарядженого конденсатора.
Енергія електричного поля

744(н). Площа кожної пластини плоского конденсатора 401 см^2 . Заряд пластин $1,42 \text{ мкКл}$. Визначити напруженість поля між пластинами.

745(н). Визначити поверхневу густину заряду на пластинах плоского конденсатора, відокремлених одна від одної шаром скла завтовшки 4 мм , якщо на конденсатор подано напругу $3,8 \text{ кВ}$.

746(749). Ємність першого конденсатора $0,5 \text{ мкФ}$, а другого 5000 пФ . Порівняти напруги, які треба подати на ці конденсатори, щоб нагромадити однакові заряди.

747(750). Один конденсатор має ємність 200 пФ , а другий — 1 мкФ . Порівняти заряди, які нагромадяться на цих конденсаторах під час приєднання їх до полюсів одного й того самого джерела постійної напруги.

748(751). Яку ємність має конденсатор, якщо під час його зарядження до напруги $1,4 \text{ кВ}$ він дістав заряд 28 нКл ?

749(752). Найбільша ємність шкільного конденсатора становить 58 мкФ . Який заряд він нагромадить, якщо його приєднати до полюсів джерела постійної напруги 50 В ?

750(753). На конденсаторі написано: 100 пФ ; 300 В . Чи можна використати цей конденсатор для нагромадження заряду 50 нКл ?

751(754). У скільки разів зміниться ємність конденсатора, якщо робочу площу його пластин зменшити в 2 рази, а відстань між ними — у 3 рази?

752(755). У скільки разів зміниться ємність конденсатора, якщо для прокладки між пластинами замість паперу, просоченого парафіном, використати листову слюду такої самої товщини?

753(756). При введенні у простір між пластинами повітряного конденсатора твердого діелектрика напруга на конденсаторі зменшилася з 400 В до 50 В . Яку діелектричну проникність має діелектрик?

754(757). Одну з пластин шкільного плоского конденсатора з'єднали із стержнем електрометра, а другу — із заземленим корпусом. Якими способами можна покази електрометра зменшити? збільшити?

755(759). Площа кожної пластини плоского конденсатора дорівнює 520 см^2 . На якій відстані одна від одної треба розташувати у повітрі пластини, щоб ємність конденсатора була 46 пФ ?

756(761). Плоский конденсатор складається з двох пластин, кожна з яких має площу 50 см^2 . Між пластинами є шар скла. Який найбільший заряд можна нагромадити на цьому конденсаторі, якщо при напруженості поля 10 МВ/м у склі відбувається пробій конденсатора?

757(762). Відстань між пластинами плоского конденсатора збільшили в 3 рази. У скільки разів змінився заряд, напруга між пластинами і напруженість поля, якщо конденсатор: а) від'єднали від джерела напруги; б) лишили приєднаним до джерела постійної напруги?

758(ПРГ). Плоский конденсатор, який складається з круглих пластин радіусом r , розділено прошарком з діелектричною проникністю ϵ і товщиною d . Конденсатор зарядили до напруги U . Визначити: 1) ємність C конденсатора; 2) заряд на пластинах q ; 3) енергію W електричного поля.

№	ϵ	$r \cdot 10^{-2}, \text{ м}$	$d \cdot 10^{-3}, \text{ м}$	$U, \text{ В}$
1	1	11	9,8	27 000
2	2,1	10	1	2400
3	6	8,9	1,3	1600
4	7	12,4	0,92	940
5	7	13,6	0,81	430

759(764). В імпульсному фотоспалаху лампа живиться від конденсатора ємністю 800 мкФ , зарядженого до напруги 300 В . Визначити енергію спалаху і середню потужність, якщо тривалість розрядження становить $2,4 \text{ мс}$.

760(765). У скільки разів зміниться енергія конденсатора, якщо напругу на ньому збільшити в 4 рази?

761(766). Ємність одного конденсатора в 9 раз більша, ніж ємність другого. На який з цих конденсаторів треба подати більшу напругу, щоб вони мали однакову енергію? У скільки разів більшу?

762(767). Конденсатору, що має ємність 10 мкФ , надали заряд 4 мкКл . Визначити енергію зарядженого конденсатора.

763(768). Площа кожної з пластин плоского конденсатора становить 200 см^2 , а відстань між ними дорівнює 1 см . Визначити енергію поля, якщо напруженість 500 кВ/м .

764(769). Відстань між пластинами плоского конденсатора, діелектрик якого виготовлено з пропарафінованого паперу, дорівнює 2 мм , а напруга між пластинами становить 200 В . Визначити густину енергії поля.

765(770). У скільки разів зміниться енергія поля зарядженого конденсатора, якщо простір між його пластинами заповнити маслом? Розглянути випадки: а) конденсатор від'єднано від джерела напруги; б) конденсатор приєднано до джерела постійної напруги. Відповідь пояснити, користуючись законом збереження енергії.

766(771). Відстань між пластинами зарядженого плоского конденсатора зменшили в 2 рази. У скільки разів зміняться заряд, енергія і густина енергії поля? Розглянути два випадки: а) конденсатор від'єднано від джерела напруги; б) конденсатор приєднано до джерела постійної напруги.

767(772). У результаті збільшення напруги, поданої на конденсатор ємністю 20 мкФ , у 2 рази енергія поля зросла на $0,3 \text{ Дж}$. Визначити початкові значення напруги й енергії поля.

РОЗДІЛ VIII

ЗАКОНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

36. Закон Ома для ділянки кола з послідовним і паралельним з'єднанням провідників

768(777). Обмотку реостата опором 84 Ом зроблено з нікелінового дроту, що має площу поперечного перерізу 1 мм^2 . Яка довжина дроту?

769(778). У скільки разів зміниться опір провідника (без ізоляції), якщо його зігнути пополам і скрутити?

770(ПРГ). Моток дроту, виготовленого з матеріалів, зазначених у таблиці, має опір R та масу m . Обчислити довжину l дроту і площу поперечного перерізу S .

Матеріал	Параметри	
	m , кг	R , Ом
Мідь	0,21	0,83
Алюміній	3,24	16,1
Срібло	0,014	0,39
Сталь	14,1	23,2
Ніхром	0,11	39,6

771(781). Чи можна ввімкнути в мережу з напругою 220 В потенціометр, на якому написано: а) 30 Ом, 5 А; б) 2000 Ом, 0,2 А?

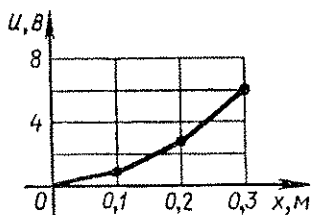
772(783). Яка напруженість поля в алюмінієвому провіднику перерізом $1,4 \text{ мм}^2$, якщо сила струму становить 1 А?

773(н). Ділянка ланцюга складається із сталюго дроту завдовжки 2 м і площею поперечного перерізу $0,48 \text{ мм}^2$, з'єднаного послідовно з нікеліновим дротом завдовжки 1 м і площею поперечного перерізу $0,21 \text{ мм}^2$. Яку напругу треба підвести до ділянки, щоб дістати силу струму 0,6 А?

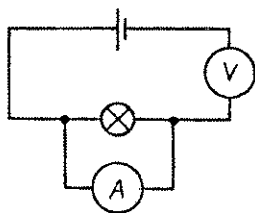
774(787). На мал. 77 зображено графік спаду напруги на трьох послідовно з'єднаних провідниках, що мають однакову довжину. Яке співвідношення опорів цих провідників?

775(788). Коло складається з трьох послідовно з'єднаних провідників, приєднаних до джерела з напругою 24 В. Опір першого провідника 4 Ом, другого 6 Ом, напруга на кінцях третього провідника 4 В. Визначити силу струму в колі, опір третього провідника і напругу на кінцях першого та другого провідників.

776(789). Електричну лампу опором 240 Ом, розраховану на напругу 120 В, треба живити від мережі напругою 220 В. Якої довжини ніхромовий провід-



Мал. 77



Мал. 78

ник перерізом $0,55 \text{ мм}^2$ треба ввімкнути послідовно з лампою?

777(790). Від джерела напруги 45 В необхідно живити нагрівальну спіраль, яка має опір 20 Ом і розрахована на напругу 30 В. Є три реостати, на яких написано: а) 6 Ом, 2 А; б) 30 Ом, 4 А; в) 800 Ом, 0,6 А. Який з цих реостатів потрібно взяти?

778(791). Кабель складається з двох сталевих жил перерізом $0,6 \text{ мм}^2$ кожна і чотирьох мідних жил перерізом $0,85 \text{ мм}^2$ кожна. Визначити спад напруги на кожному кілометрі кабеля, якщо сила струму становить 0,1 А.

779(792). Визначаючи опір лампочки кишенькового ліхтарика, учень помилково склав коло, схему якого зображено на мал. 78. Описати режим роботи кола і визначити приблизні покази приладів, якщо напруга на полюсах джерела струму становить 2 В.

780(793). На шкільному демонстраційному гальванометрі (від амперметра) зазначено опір приладу 385 Ом і силу струму, яка спричинює відхилення стрілки на одну поділку, $3,8 \cdot 10^{-5} \text{ А/под.}$ Уся шкала має 10 поділок. Який опір мають два прикладених до гальванометра шунти, що роблять його амперметром з границями вимірювання 3 і 10 А?

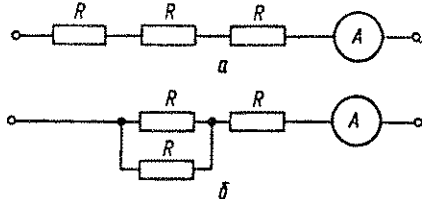
781(794). На шкільному гальванометрі (від вольтметра) зазначено опір приладу 2,3 Ом і напругу, яку треба подати, щоб стрілка відхилилася на одну поділку, $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ В/под.}$ Уся шкала має 10 поділок. Визначити, яким має бути опір додаткового резистора, щоб прилад можна було перетворити на вольтметр з границею вимірювання 5 В; 15 В.

782(795). Гальванометр має опір 200 Ом, і при силі струму 100 мкА стрілка відхиляється на всю шкалу. Який додатковий опір треба приєднати, щоб прилад можна було використати як вольтметр для вимірювання напруги до 2 В? Якого опору шунт треба приєднати до цього гальванометра, щоб його можна було використати як міліамперметр для вимірювання сили струму до 10 мА?

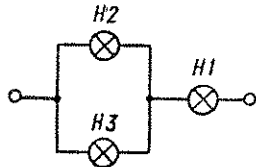
783(796). Які опори можна дістати, маючи три резистори по 6 кОм?

784(797). Опір одного з послідовно ввімкнених провідників у n разів більший, ніж опір другого. У скільки разів зміниться сила струму в колі (напруга стала), якщо ці провідники ввімкнути паралельно?

785(798). Чотири лампочки, розраховані на напругу 3 В і силу струму 0,3 А, треба ввімкнути паралельно



Мал. 79



Мал. 80

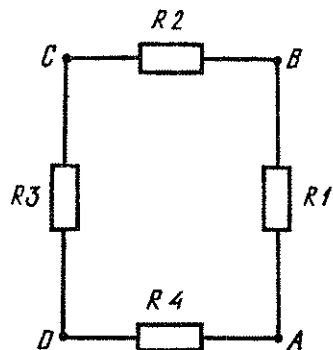
і живити від джерела напругою 5,4 В. Резистор якого опору треба ввімкнути послідовно з лампочками?

786(799). Як зміняться покази амперметра, якщо від схеми, зображеної на мал. 79, а, перейти до схеми мал. 79, б? Напруга лишається незмінною.

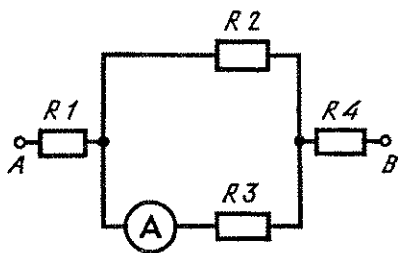
787(800). Три однакових лампочки з'єднано за схемою, зображеною на мал. 80. Як горітимуть лампочки, якщо їх ввімкнути в мережу з напругою, на яку розрахована кожна лампочка? Як змінюватиметься розжарювання кожної лампочки, якщо їх по черзі по одній вимикати? закорочувати? Якщо можливо, перевірити відповідь на досліді.

788(801). До кола, зображеного на мал. 80, підведено напругу 90 В. Опір лампи H2 дорівнює опоріві лампи H1, а опір лампи H3 в 4 рази більший від опору лампи H1. Сила струму, яка споживається від джерела, дорівнює 0,5 А. Визначити опір кожної лампи, напругу на лампах H1 і H3, а також силу струму в них.

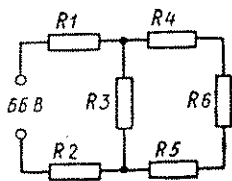
789(н). Резистори опорами $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 4$ Ом (мал. 81) підімкнено до джерела



Мал. 81



Мал. 82



Мал. 83

струму в точках: а) AB ; б) AC ; в) AD ; г) BC ; д) BD ; е) CD . Визначити загальний опір ділянки при кожному способі ввімкнення.

790(н). Обчислити силу струмів і напруги в колі (мал. 82), якщо амперметр показує 2 А, а опір резисторів $R_1 = 2 \text{ Ом}$; $R_2 = 10 \text{ Ом}$; $R_3 = 15 \text{ Ом}$; $R_4 = 4 \text{ Ом}$.

791(ПРГ). У коло (мал. 83) подано напругу U . Усі резистори мають однаковий опір R . Визначити загальний опір кола $R_{\text{заг}}$, а також розподіл струмів та напруг.

№	$R, \text{ Ом}$	$U, \text{ В}$
1	2	55
2	14,2	87,4
3	21	100
4	0,16	0,28
5	282	39,7

792*(803). Є джерело струму напругою 6 В, реостат опором 30 Ом і дві лампочки, на яких написано: $3,5 \text{ В}$, $0,35 \text{ А}$ і $2,5 \text{ В}$, $0,5 \text{ А}$. Як скласти коло, щоб лампочки працювали в нормальному режимі?

37. Робота і потужність струму

793(806). На цоколі лампочки кишенькового ліхтарика написано: $3,5 \text{ В}$, $0,28 \text{ А}$. Визначити опір у робочому режимі та споживану потужність. На балоні мережної лампи розжарювання написано: 220 В , 60 Вт . Визначити силу струму й опір у робочому режимі.

794(807). У побутовій електроплитці, розрахованій на напругу 220 В , є дві спіралі, опір кожної з яких у робочому режимі дорівнює $80,7 \text{ Ом}$. З допомогою перемикача в мережу можна ввімкнути одну спіраль, дві спіралі послідовно чи дві спіралі паралельно. Визначити потужність у кожному випадку.

795(ПРГ). Електричне коло складається з приймача опором R_1 , який споживає потужність P_1 , і реостата, ввімкненого послідовно з приймачем. У коло подано напругу U . Обчислити: 1) силу струму I у колі; 2) напругу U_1 на приймачі; 3) напругу U_2 на реостаті;

4) опір R_2 реостата; 5) потужність P_2 , що її споживає реостат.

№	Приймач	P_1 , Вт	R_1 , Ом	U , В
1	Лампочка кишенькового ліхтарика	0,98	12,5	6
2	Електрична плитка	550	88	220
3	Мережна лампа	40	403	220
4	Електромагніт	7,9	2,18	16,4
5	Нагрівальна спіраль	18,3	1,8	9,2

796(814). Десять паралельно з'єднаних ламп опором по 0,5 кОм, кожна з яких розрахована на напругу 120 В, живляться через реостат від мережі напругою 220 В. Яка потужність електричного струму в реостаті?

797(815). Поясніть, чому в разі послідовного вмикання двох ламп потужністю 40 і 100 Вт перша горить значно яскравіше. Якщо можливо, перевірте на досліді.

798(816). Під час ремонту електричної плитки спіраль укоротили на 0,1 початкової довжини. У скільки разів змінилася потужність плитки?

799(819). Електродвигун підйомного крана працює під напругою 380 В і споживає силу струму 20 А. Який ККД має установка, якщо вантаж масою 1 т кран піднімає на висоту 19 м за 50 с?

800(ПРГ). За наведеними технічними даними магістральних електровозів постійного струму визначи-

Показники	Марка		
	ВЛ8 вантаж- ний	ВЛ10 вантаж- ний	ЧС3 пасажир- ський
Напруга контактної мережі U , кВ	3	3	3
Сила струму в одному двигу- ні I , А	190	232	247
Кількість двигунів, n	8	8	4
Сила тяги F , кН (у чисель- нику), при швидкості v ,	<u>343</u>	<u>382</u>	<u>141</u>
км/год (у знаменнику)	42	47	70

ти: 1) споживану з мережі потужність P ; 2) корисну механічну потужність N ; 3) коефіцієнт корисної дії η .

801(809). Чому спіралі електронагрівальних приладів роблять з матеріалу, що має великий питомий опір?

802(ПРГ). Виконуючи лабораторну роботу на визначення ККД електричного нагрівника, учень занурив спіраль, значення потужностей P якої в робочому стані наведено в таблиці, у посудину з водою, маса якої m і початкова температура t_1 . Через час τ температура води збільшилася до t_2 . Обчислити: 1) роботу струму A ; 2) кількість теплоти Q , що її одержала вода; 3) ККД нагрівника η .

№	P , кВт	τ , с	t_2 , °C	t_1 , °C	m , кг
1	0,12	240	26	20	0,61
2	0,08	300	27	19	0,52
3	0,15	310	39	18	0,44
4	0,075	360	27,5	17	0,26
5	0,1	180	28,5	19	0,24

803(820). Який завдовжки треба взяти нікеліновий дріт перерізом $0,84 \text{ мм}^2$, щоб виготовити з нього нагрівник на 220 В, за допомогою якого можна було б нагріти 2 л води від 20°C до кипіння за 10 хв при ККД 80 %?

804*(ПРГ). Електрокип'ятильник, опір спіралі якого R , занурили в посудину з водою масою m при температурі t_1 і ввімкнули в мережу напругою U . Через час τ кип'ятильник вимкнули. Обчислити температуру t_2 води, якщо вода за цей час не нагріється до кипіння; визначити, скільки води (за масою) википить, якщо вода закипить. Теплоємністю посудини знехтувати, вважати, що ККД становить 100 %.

№	U , В	τ , с	R , Ом	m , кг	t_1 , °C
1	220	1200	160	0,5	20
2	220	1200	160	1,2	20
3	220	2100	95	1,13	6
4	220	2100	295	1,13	6
5	36	240	14	0,21	17
6	0	240	14	0,21	17

38. Електрорушійна сила. Закон Ома для замкнутого кола

805(822). Якщо лампочку живити від елемента, що має ЕРС 1,5 В, то сила струму в колі дорівнює 0,2 А. Визначити роботу сторонніх сил в елементі за 1 хв.

806(823). До джерела, що має ЕРС 12 В і внутрішній опір 1 Ом, приєднали реостат, опір якого дорівнює 5 Ом. Визначити силу струму в колі і напругу на затискачах джерела.

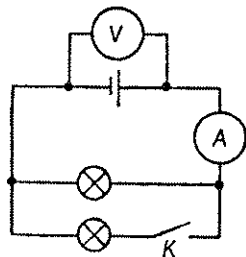
807(824). Яка напруга на полюсах джерела з ЕРС, що дорівнює \mathcal{E} , якщо опір зовнішньої частини кола дорівнює внутрішньому опорі джерела?

808(825). При підключенні лампочки до батареї елементів, ЕРС якої 4,5 В, вольтметр показав напругу на лампочці 4 В, а амперметр — силу струму 0,25 А. Який внутрішній опір батареї?

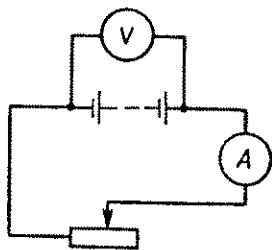
809(826). При підключенні електромагніта до джерела з ЕРС 30 В і внутрішнім опором 2 Ом напруга на затискачах джерела дорівнює 28 В. Визначити силу струму в колі. Яку роботу виконують сторонні сили джерела за 5 хв? Яку роботу виконує струм у зовнішній та внутрішній частинах кола за той самий час?

810¹(827). Як зміняться покази амперметра і вольтметра (мал. 84), якщо замкнути ключ K ?

811(828). У провіднику опором 2 Ом, приєднаному до елемента з ЕРС 1,1 В, проходить струм 0,5 А. Яка сила струму під час короткого замикання елемента?



Мал. 84



Мал. 85

¹ У цій та наступних задачах параграфу внутрішнім опором джерела струму знехтувати не можна. Опір вольтметра вважати досить великим, а опір амперметра — мізерно малим.

812(ПРГ). Щоб визначити ЕРС \mathcal{E} і внутрішній опір r джерела струму, склали коло за схемою, зображеною на мал. 85. При деякому положенні ковзного контакту реостата амперметр показав силу струму I_1 , а вольтметр — напругу U_1 . Коли контакт пересунули ліворуч, амперметр показав I_2 , а вольтметр — U_2 . Знайти внутрішній опір джерела та його ЕРС.

№	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$
1	4	3,6	0,5	0,9
2	5,6	5,1	0,8	1,3
3	8,2	7,8	0,94	1,4
4	15,1	13,9	0,5	1,2
5	16,3	14,7	1,7	2,4

813(830). Коли до батареї гальванічних елементів приєднали опір 16 Ом, сила струму в колі становила 1 А, а коли приєднали опір 8 Ом, сила струму стала 1,8 А. Визначити ЕРС і внутрішній опір батареї. Якщо є можливість, виконати роботу експериментально, використовуючи два відомих опори та амперметр.

814(831). Знайти внутрішній опір та ЕРС джерела струму, якщо при силі струму 30 А потужність у зовнішньому колі дорівнює 180 Вт, а при силі струму 10 А ця потужність дорівнює 100 Вт.

815(832). Вольтметр, приєднаний до затискачів джерела струму, показав 6 В. Коли до тих самих затискачів приєднали лампочку, вольтметр показав 3 В. Що покаже вольтметр, якщо замість однієї приєднати дві такі самі лампочки, з'єднані послідовно? паралельно?

816(833). Від генератора, що має ЕРС 40 В і внутрішній опір 0,04 Ом, струм надходить по мідному кабелю, переріз якого 170 мм^2 , до місця електрозварювання, віддаленого від генератора на 50 м. Визначити напругу на затискачах генератора і на зварювальному апараті, якщо сила струму в колі становить 200 А. Яка потужність зварювальної дуги?

817*(ПРГ). Джерело струму, внутрішній опір якого r , живить n паралельно з'єднаних споживачів, розрахованих на напругу U і потужність P . Споживачі з'єднано з джерелом двопроводновою лінією довжиною l , виготовленою з провідника з питомим опором ρ і площею поперечного перерізу S . Обчислити: 1) силу струму I в лінії;

2) опір $R_{\text{л}}$ лінії; 3) спад напруги $U_{\text{л}}$ на лінії; 4) втрати потужності $P_{\text{л}}$ на лінії; 5) напругу $U_{\text{зат}}$ на затискачах джерела; 6) спад напруги $U_{\text{вн}}$ на внутрішньому опорі; 7) ЕРС \mathcal{E} джерела.

№	n	$P, \text{Вт}$	$U, \text{В}$	$l, \text{м}$	$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$	$S, \text{мм}^2$	$r, \text{Ом}$
1	14	40	220	60	0,028	1,2	0,19
2	1	100	220	0	0,028	1,2	0
3	156	60	220	112	0,022	9,7	0,08
4	20	0,98	3,5	4	0,017	0,8	0,14
5	17	600	380	41	0,12	6,1	0,21

818(836). Лампочки, опори яких дорівнюють 3 та 12 Ом, по черзі приєднували до деякого джерела струму, і вони споживали однакову потужність. Визначити внутрішній опір джерела і ККД кола в кожному випадку.

819(838). Джерело струму, що має ЕРС 9 В і внутрішній опір 1 Ом, живить через реостат три паралельно з'єднані лампочки, розраховані на напругу 6,3 В і силу струму 0,3 А. Реостат поставлено в таке положення, що лампочки працюють у номінальному режимі. Одна з лампочок перегоріла. У скільки разів змінилася потужність кожної з двох лампочок, які залишилися, порівняно з номінальною, якщо припустити, що опір кожної лампочки залишився таким самим?

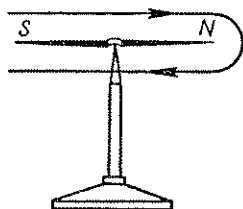
820(839). Джерело струму з внутрішнім опором r і ЕРС \mathcal{E} замкнено на три резистори опором $3r$ кожна, з'єднані послідовно. У скільки разів зміниться сила струму в колі, напруга на затискачах джерела і корисна потужність, якщо резистори з'єднати паралельно?

РОЗДІЛ ІХ

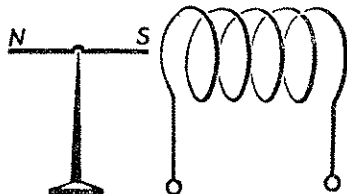
МАГНІТНЕ ПОЛЕ

39. Магнітне поле струму. Магнітна індукція. Магнітний потік. Закон Ампера. Сила Лоренца. Магнітні властивості речовин

821(879). У якому напрямі повернеться магнітна стрілка в контурі, що його обтікає струм позначеного на мал. 86 напрямку?



Мал. 86



Мал. 87

822(882). Позначити знаками «+» та «-» полюси джерела струму, яке живить соленоїд, щоб спостерігалася показана на мал. 87 взаємодія.

823(883). Максимальний обертаючий момент, який діє на рамку площею 1 см^2 , розміщену в магнітному полі, дорівнює $2 \text{ мкН} \cdot \text{м}$. Сила струму, що проходить у рамці, становить $0,5 \text{ А}$. Визначити індукцію магнітного поля.

824(884). Рамку площею 400 см^2 розмістили в однорідному магнітному полі з індукцією $0,1 \text{ Тл}$ так, що нормаль до рамки перпендикулярна до ліній індукції. При якій силі струму на рамку діятиме обертаючий момент $20 \text{ мН} \cdot \text{м}$?

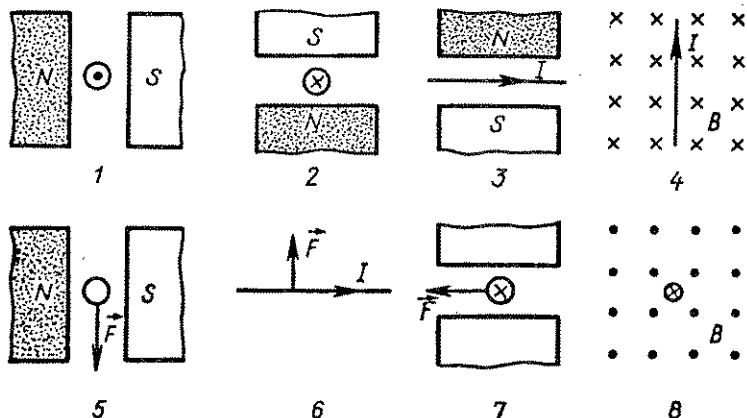
825(885). Плоска прямокутна котушка із сторонами 10 і 5 см , що має 200 витків, перебуває в однорідному магнітному полі з індукцією $0,05 \text{ Тл}$. Який максимальний обертаючий момент може діяти на котушку в цьому полі, якщо сила струму в котушці 2 А ?

826(н). З дротини завдовжки 8 см зробили контури: а) квадратний; б) коловий. Знайти максимальний обертовий момент, який діє на кожен контур, уміщений у магнітне поле індукцією $0,2 \text{ Тл}$ при силі струму в контурі 4 А .

827(886). Магнітний потік усередині контуру, площа поперечного перерізу якого 60 см^2 , становить $0,3 \text{ мВб}$. Визначити індукцію поля всередині контуру. Вважати, що поле однорідне.

828(887). Який магнітний потік пронизує плоску поверхню площею 50 см^2 при індукції поля $0,4 \text{ Тл}$, якщо ця поверхня: а) перпендикулярна до вектора індукції поля; б) розташована під кутом 45° до вектора індукції; в) розташована під кутом 30° до вектора індукції?

829(888). На мал. 88 зображено різні випадки взаємодії магнітного поля із струмом. Сформулювати задачу для кожного з наведених випадків і розв'язати її.



Мал. 88

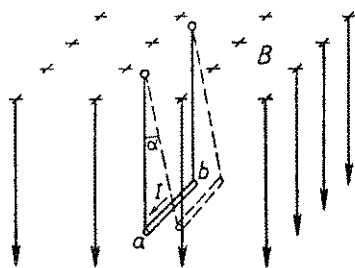
830(890). Знайти індукцію магнітного поля, якщо в ньому на провідник, по якому проходить струм силою 25 А, діє сила 50 мН. Поле і струм взаємно перпендикулярні. Довжина активної частини провідника 5 см.

831(891). З якою силою діє магнітне поле з індукцією 10 мТл на провідник, якщо в ньому сила струму 50 А, а довжина активної частини провідника 0,1 м? Лінії індукції поля та струм взаємно перпендикулярні.

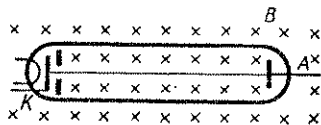
832(892). По горизонтально розташованому провіднику завдовжки 20 см і масою 4 г проходить струм силою 10 А. Визначити індукцію (модуль і напрям) магнітного поля, в якому треба розмістити провідник, щоб сила тяжіння зрівноважилася силою Ампера.

833(893). Провідник ab , що має довжину l і масу m , підвісили на тонких дротинах. Під час проходження по ньому струму I він відхилився в однорідному магнітному полі (мал. 89) так, що дротини утворили кут α з вертикаллю. Визначити індукцію магнітного поля.

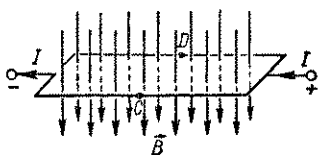
834(894). У провіднику, довжина активної частини якого становить 8 см, сила струму дорівнює 50 А. Його розмістили в однорідному магнітному полі, індукція якого 20 мТл. Визначити виконану роботу, якщо провідник перемістився на 10 см перпендикулярно до ліній індукції.



Мал. 89



Мал. 90



Мал. 91

835(895). В який бік зміститься під дією магнітного поля електронний промінь у вакуумній трубці, зображений на мал. 90?

836(896). Якщо до точок C і D (мал. 91) тонкого металевого листа, по якому проходить електричний струм, приєднати чутливий гальванометр, то в разі наявності магнітного поля (напрямок вектора магнітної індукції показано на малюнку) він покаже виникнення різниці потенціалів. Поясніть причину появи різниці потенціалів між точками C і D . Порівняйте потенціали цих точок.

837(897). Яка сила діє на протон, що рухається із швидкістю 10 Мм/с в магнітному полі з індукцією $0,2 \text{ Тл}$ перпендикулярно до ліній індукції?

838(898). У напрямі, перпендикулярному до ліній індукції, влітає в магнітне поле електрон з швидкістю 10 Мм/с . Визначити індукцію поля, якщо електрон описав у полі коло радіусом 1 см .

839(899). Протон у магнітному полі, індукція якого $0,01 \text{ Тл}$, описав коло радіусом $R = 10 \text{ см}$. Яка швидкість протона?

840(900). В однорідне магнітне поле з індукцією $B = 10 \text{ мТл}$ перпендикулярно до ліній індукції влітає електрон, кінетична енергія якого $W_k = 30 \text{ кеВ}$. Обчислити радіус кривизни траєкторії руху електронів у полі.

841(901). Протон і α -частинка¹ влітають в однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній індукції.

¹ Заряд α -частинки в 2 рази більший, ніж заряд протона, а маса α -частинки в 4 рази більша від його маси.

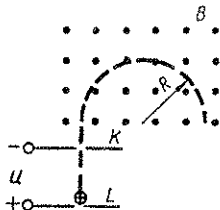
Порівняти радіуси кіл, що їх описують частинки, коли в них однакові:
а) швидкості; б) енергії.

842(902). Електрон рухається в однорідному магнітному полі, індукція якого $B = 4$ мТл. Визначити період T обертання електрона.

843(903). Лінії напруженості однорідного електричного поля і лінії індукції однорідного магнітного поля взаємно перпендикулярні. Напруженість електричного поля становить 1 кВ/м, а індукція магнітного поля 1 мТл. Якими мають бути напрям і модуль швидкості електрона, щоб його рух був прямолінійним?

844*(904). У мас-спектрографі (мал. 92) заряджені частинки прискорюються на ділянці KL електричним полем і, потрапивши в магнітне поле з індукцією B , описують коло радіусом R . Вивести формулу для розрахунку питомого заряду частинки $\frac{q}{m}$, якщо прискорююча напруга дорівнює U . Початкову швидкість частинки вважати рівною нулеві.

845(ПРГ). Визначити швидкість v зарядженої частинки, якої вона набула під дією прискорюючої напруги U , і, потрапивши в магнітне поле індукцією B , описала коло радіусом R .

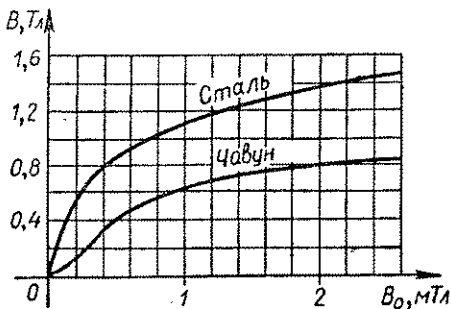


Мал. 92

№	U , кВ	B , Тл	R , м
1	8,7	0,12	0,27
2	12,1	0,087	0,17
3	15,3	0,16	0,042
4	2,17	0,028	0,084
5	4,19	0,107	0,032

846(905). За графіком (мал. 93) визначити магнітну проникність сталі при індукції B_0 намагнічуючого поля $0,4$ мТл і $1,2$ мТл.

847(906). У скільки разів зміниться магнітний потік, якщо чавунне осердя в соленоїді замінити сталевим такого самого розміру? Індукція намагнічуючого поля $B_0 = 2,2$ мТл. Використати мал. 93.



Мал. 93

848(907). Усередині соленоїда без осердя індукція поля $B_0 = 2$ мТл. Яким стане магнітний потік, якщо в соленоїд ввести чавунне осердя перерізом 100 см^2 ? Використати мал. 93.

РОЗДІЛ X

ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

40. Електричний струм у металах, напівпровідниках, вакуумі

849(н). Сила струму в лампочці кишенькового ліхтарика $0,32$ А. Скільки електронів проходить через поперечний переріз нитки розжарювання за $0,1$ с?

850(775). Обчислити швидкість упорядкованого руху електронів у проводі, який має переріз 5 мм^2 , при силі струму 10 А, якщо концентрація електронів провідності становить $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.

851(н). Через два мідних провідники, з'єднаних послідовно, проходить струм. Порівняти швидкості упорядкованого руху електронів, якщо діаметр другого провідника у 2 рази менший, ніж першого.

852(н). Визначити швидкість упорядкованого руху електронів v у сталюму провіднику, концентрація електронів провідності в якому $n = 10^{28} \text{ м}^{-3}$, при напруженості поля $E = 96 \text{ мВ/м}$.

853(776). Обчислити швидкість упорядкованого руху електронів у мідному проводі, що має переріз 25 мм^2 , при силі струму 50 А, вважаючи, що на кожен атом припадає один електрон провідності.

854(н). При якій температурі опір срібного провідника буде в 2 рази більший, ніж при 0°C ?

855(н). Для визначення температурного коефіцієнта опору міді на котушку з мідного дроту подавали одну й ту саму напругу. Зануливши цю котушку в танучий лід, дістали силу струму 14 мА, а в кип'яток — силу струму 10 мА. Обчислити за цими даними температурний коефіцієнт опору міді.

856(н). Чому електричні лампи розжарювання найчастіше перегорять у момент ввімкнення?

857(н). Чому в момент ввімкнення в мережу потужного приймача (наприклад, електрокаміна) лампочки у квартирі на мить згасають?

858(810). На скільки процентів зміниться потужність, споживана електромагнітом, обмотку якого зроблено з мідного дроту, якщо зміниться температура від 0 до 30°C ?

859(811). На балоні електричної лампи написано: 220 В, 100 Вт. Щоб виміряти опір нитки розжарювання в холодному стані, на лампу подали напругу 2 В, при цьому сила струму становила 54 мА. Визначити приблизно температуру нагрівання вольфрамової нитки.

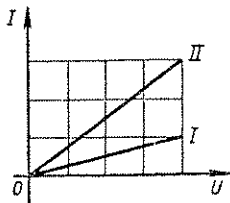
860(н). Знайти питомий опір сталі при 50°C . Урахувати, що в табл. 9 «Додатка» наведено питомі опори при 20°C .

861(873). Концентрація електронів провідності в германію при кімнатній температурі $n = 3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. Яку частину становить кількість електронів провідності від загальної кількості атомів? Густина германію $\rho = 5400 \text{ кг/м}^3$, молярна маса германію $M = 0,073 \text{ кг/моль}$.

862(874). Довести міркуванням, що сполука InAs (арсенід індію), в якій кількості речовини (в молях) індію та миш'яку однакові, матиме провідність типу власної провідності елементів четвертої групи (Ge , Si). Якого типу буде провідність, якщо збільшити концентрацію індію? миш'яку?

863(875). Щоб дістати домішкову провідність потрібного типу, в напівпровідниковій техніці часто застосовують фосфор, галій, миш'як, індій та сурму. Який з цих елементів можна ввести в германій як домішку, щоб мати електронну провідність?

864(876). До кінців кола, що складається з послідовно ввімкнених термістора та резистора опором 1 кОм , подали напругу 20 В. При кімнатній температурі сила струму в колі була 5 мА. Коли термістор занурили



Мал. 94

у гарячу воду, сила струму стала 10 мА. У скільки разів змінився опір термістора?

865(877). На мал. 94 зображено графіки залежності сили струму, що проходить крізь фоторезистор, від прикладеної напруги. Який графік стосується освітленого фоторезистора, а який — розміщеного в темряві? Чи можна застосувати

закон Ома до цього фоторезистора і за яких умов? У скільки разів опір освітленого фоторезистора менший від опору затемненого?

866(878). Фоторезистор, який у темряві має опір 25 кОм, ввімкнено послідовно з резистором, що має опір 5 кОм. Коли фоторезистор освітили, сила струму в колі (при тій самій напрузі) збільшилася в 4 рази. Визначити опір фоторезистора.

867(н). Визначити опір напівпровідникового діода у прямому та зворотному напрямках струму, якщо при напрузі на діоді 0,5 В сила струму 5 мА, а при напрузі — 10 В сила струму 0,1 мА.

868(н). У підсилювачі, складеному на транзисторі за схемою із спільною базою, сила струму у колі емітера дорівнює 12 мА, у колі бази 600 мкА. Знайти силу струму в колі колектора.

869(866). При якій найменшій швидкості електрон може вилетіти із срібла?

870(867). Швидкість електрона під час виходу з поверхні катода, покритого оксидом барію, зменшилася в два рази. Визначити швидкість електрона до і після виходу з катода.

871¹(868). У діоді електрон підлітає до анода, маючи швидкість 8 Мм/с. Знайти анодну напругу.

872(869). У телевізійному кінескопі прискорююча анодна напруга дорівнює 16 кВ, а відстань від анода до екрана становить 30 см. За який час електрони проходять цю відстань?

873(870). Відстань між катодом та анодом діода дорівнює 1 см. Скільки часу рухається електрон від

¹ У цій та наступних задачах параграфа, якщо немає окремих застережень, вважати, що початкова швидкість електрона дорівнює нулеві.

катода до анода, якщо анодна напруга становить 440 В? Вважати, що рух рівноприскорений.

874(871). В електронно-променевої трубки потік електронів з кінетичною енергією $W_k = 8$ кеВ рухається між пластинами плоского конденсатора завдовжки $x = 4$ см. Відстань між пластинами $d = 2$ см. Яку напругу потрібно подати на пластини конденсатора, щоб електронний пучок, вийшовши з конденсатора, змістився на $y = 0,8$ см?

875(872). В електронно-променевої трубки потік електронів прискорюється полем з різницею потенціалів $U = 5$ кВ і потрапляє в простір між вертикально відхиляючими пластинами завдовжки $x = 5$ см, напруженість поля між якими $E = 40$ кВ/м. Визначити вертикальне зміщення променя y на виході з простору між пластинами.

41. Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів.

Електричний струм у газах

876(840). Електричну лампочку ввімкнули у мережу послідовно з електролітичною ванною, наповненою слабким розчином кухонної солі. Чи зміниться розжарювання лампочки, якщо в розчин укинути ще деяку кількість солі? Якщо є можливість, перевірити на досліді.

877(841). Електричний струм пропускають через електролітичну ванну з двома вугільними електродами, наповнену розчином мідного купоросу. Вугільні електроди занурені у розчин приблизно на половину своєї довжини. Як зміниться маса міді, що виділилася за один і той самий невеликий проміжок часу, коли: а) замінити вугільний анод мідним таких самих форми й об'єму; б) замінити вугільний катод мідним; в) збільшити напругу на електродах; г) долити електроліт такої самої концентрації; д) збільшити концентрацію розчину; е) зблизити електроди; є) зменшити занурену частину катода; ж) нагріти розчин електроліту?

Якщо є можливість, перевірити зроблені висновки на досліді (кількість міді, що виділяється, можна обчислити за показами амперметра).

878(842). Дві однакові електролітичні ванни (А та В) наповнили розчином мідного купоросу. Концен-

трація розчину у ванні А більша, ніж у ванні В. У якій з ванн виділиться більше міді, якщо їх з'єднати послідовно? паралельно?

879(ПРГ). Скільки часу t (у хвилинах) триває покривання виробу шаром металу масою m при силі струму I ?

Метал	Параметри	
	m , мг	I , А
Нікель (Ni)	1800	2
Олово (Sn)	650	1,8
Срібло (Ag)	210	0,86
Хром (Cr)	870	1,42
Цинк (Zn)	2120	2,86

880(844). Під час дослідного визначення електрохімічного еквівалента міді дістали такі дані: час проходження струму 20 хв, сила струму 0,5 А, маса катода до досліду 70,4 г, після досліду 70,58 г. Яке було значення електрохімічного еквівалента міді, обчислене за цими даними?

881(н). Послідовно з електролітичною ванною, заповненою сіллю нікелю, ввімкнено ванну, в якій є сіль хрому. Після розімкнення кола в першій ванні виділилося 10 г нікелю. Скільки хрому виділилося в другій ванні?

882(н). Визначити електрохімічні еквіваленти дво- та тривалентного кобальту.

883(848). Знаючи електрохімічний еквівалент срібла, обчислити електрохімічний еквівалент золота.

884(849). Порівняти маси тривалентного заліза та двовалентного магнію, виділені на катодах при послідовному з'єднанні електролітичних ванн.

885(н). Яка кількість речовини осяде на катоді із солі будь-якого двовалентного металу за 40 хв при силі струму 4 А? Перевірте цей результат на прикладі міді, електрохімічний еквівалент якої можна знайти у таблиці 10.

886(850). Для електролітичного добування алюмінію використовують ванни, які працюють під напругою 5 В при силі струму 40 кА. За який час можна добути

1 т алюмінію і скільки при цьому витрачається електроенергії?

887(851). Порівняти затрати електроенергії на добування за допомогою електролізу однакових мас алюмінію та міді, якщо згідно з нормами напруга на ванні під час рафінування алюмінію в 14 раз більша, ніж при рафінуванні міді.

888(852). Скільки витрачається енергії в кВт · год на рафінування 1 т міді, якщо напруга на електролітичній ванні згідно з технічними нормами дорівнює 0,4 В?

889(853). Скільки електроенергії треба затратити, щоб дістати 2,5 л водню при температурі 25 °С і під тиском 100 кПа, якщо електроліз проводиться під напругою 5 В, а ККД установки 75 %?

890(854). Деталь треба покрити шаром хрому завтовшки 50 мкм. Скільки часу триватиме покриття, якщо норма густини струму¹ під час хромування становить 2 кА/м²?

891(855). У технічних довідниках про застосування гальваностегії наводиться величина $\frac{h}{jt}$, яка характеризує швидкість збільшення товщини h покриття при одиничній густині струму j . Довести, що ця величина пропорційна відношенню електрохімічного еквівалента k даного металу до його густини ρ .

892(856). Використовуючи розв'язок попередньої задачі, розрахуйте товщину шару, який осів на виробі за 1 год під час лудіння (покриття оловом) та сріблення, якщо застосована при лудінні густина струму 1 А/дм², а при срібленні 0,5 А/дм².

893(857). Яка сила струму насичення під час несамостійного газового розряду, якщо іонізатор щосекунди утворює 10⁹ пар іонів в одному кубічному сантиметрі? Площа кожного з двох плоских паралельних електродів 100 см², а відстань між ними 5 см.

894(н). При якій напруженості поля розпочнеться самостійний розряд у водні, якщо енергія іонізації молекул дорівнює 2,5 · 10⁻¹⁸ Дж, а середня довжина вільного пробігу 5 мкм? Яку швидкість мають електрони під час удару об молекулу?

¹ Густина струму j виражається відношенням сили струму I до площі S поперечного перерізу провідника: $j = \frac{I}{S}$.

895(860). Відстань між електродами в трубі, наповненій паром ртуті, дорівнює 10 см. Яка середня довжина вільного пробігу електрона, якщо самостійний розряд настає при напрузі 600 В? Енергія іонізації пари ртуті $1,7 \cdot 10^{-18}$ Дж. Вважати, що поле однорідне.

896(862). Плоский конденсатор приєднали до джерела напруги 6 кВ. При якій відстані між пластинами настане пробій, якщо ударна іонізація повітря починається при напруженості поля 3 МВ/м?

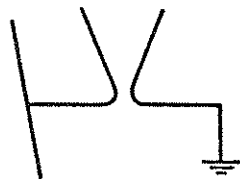
897(863). Якщо, не змінюючи відстані між розрядниками електрофорної машини і підтримуючи приблизно сталу частоту обертання, від'єднати з допомогою з'єднувального стержня конденсатори (лейденські банки), то характер розряду істотно зміниться: замість потужної іскри, яка проскакує через помітні проміжки часу, буде дуже часто проскакувати слабка іскра. Поясніть причину явища. Якщо можливо, перевірте на досліді.

898(864). Блискавка являє собою переривчастий розряд, який складається з окремих імпульсів тривалістю приблизно 1 мс. Заряд, який проходить по каналу блискавки за один імпульс, дорівнює 20 Кл, а середня напруга на кінцях каналу становить 2 ГВ. Яка сила струму і потужність одного імпульсу? Яка енергія виділяється під час спалаху блискавки, якщо вона складається з 5 розрядів?

899(865). Під час перенапруги між полюсами іскрового проміжка розрядника (мал. 95) виникає плазмова дуга. Чому дуга спочатку виникає внизу, а потім переміщується вгору і згасає?

900(н). Концентрація іонізованих молекул повітря за нормальних умов становила $2,7 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$. Скільки процентів молекул іонізовано? Який ступінь іонізації плазми?

901(н). При якій температурі T в повітрі буде повністю іонізовано плазму? Енергія іонізації молекул азоту $W = 2,5 \cdot 10^{-18}$ Дж. Енергія іонізації кисню менша.



Мал. 95

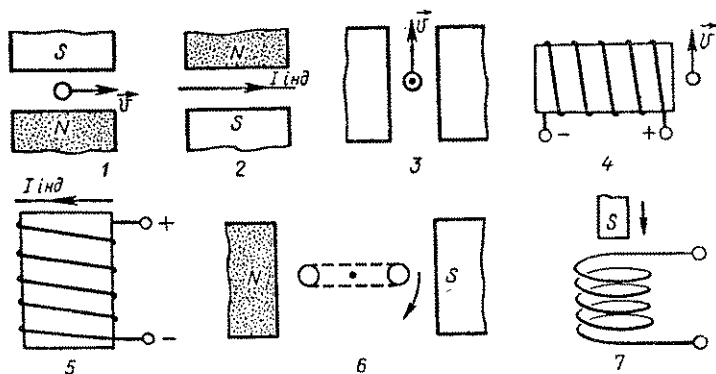
42. Електромагнітна індукція. ЕРС індукції.
Самоіндукція. Індуктивність.
Енергія магнітного поля струму

902(908). На мал. 96 зображено різні випадки електромагнітної індукції. Сформулювати і розв'язати задачу для кожного випадку.

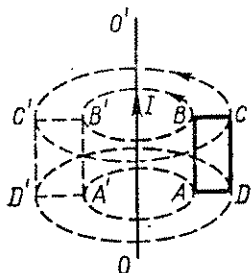
903(909). Чи виникатиме в рамці $ABCD$ (мал. 97) індукційний струм, якщо рамку: а) обертати відносно нерухомого провідника із струмом OO' , як зображено на малюнку; б) обертати навколо сторони AB ; в) обертати навколо сторони BC ; г) рухати поступально у вертикальному напрямі; д) рухати поступально в горизонтальному напрямі?

904(911). Три однакових штабових магніти падають у вертикальному положенні одночасно з однієї й тієї самої висоти. Перший падає вільно, другий під час падіння проходить крізь незамкнутий соленоїд, а третій — крізь замкнутий соленоїд. Порівняти час падіння магнітів. Відповіді обґрунтувати на основі правила Ленца та закону збереження енергії.

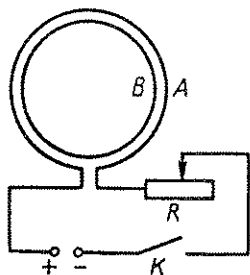
905(912). Визначити напрям індукційного струму у витку B (мал. 98) під час замикання та розмикання ключем K кола витка A . Позначити також напрям індукційного струму, якщо ключ замкнути, а ковзний контакт реостата пересувати вправо і вліво.



Мал. 96



Мал. 97



Мал. 98

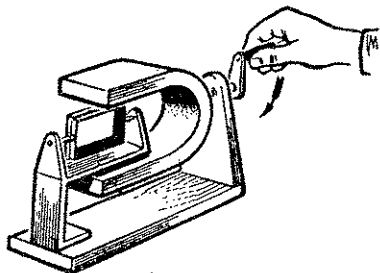
906(913). Якщо обертати магніт (мал. 99), то замкнений виток дроту, закріплений на осі, почне обертатися. Пояснити явище і визначити напрям обертання витка.

907(914). Якщо клеми двох демонстраційних гальванометрів з'єднати проводами і потім, похитуючи один з приладів, спричинити коливання його стрілки, то і в другому приладі стрілка почне коливатися. Пояснити цей дослід і, якщо є можливість, перевірити його.

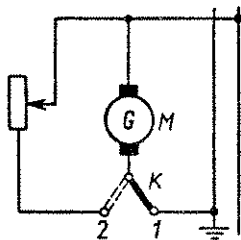
908(915). Чому коливання стрілки компаса швидше затухають, якщо корпус приладу латунний, і повільніше, якщо корпус приладу пластмасовий?

909(916). Пояснити принцип гальмування трамвая, коли водій, вимкнувши двигун з контактної мережі (мал. 100), переводить його в режим генератора (ключ K переводиться з положення 1 у положення 2). Як залежить прискорення (швидкість гальмування) трамвая: а) від навантаження (опору резистора) при даній швидкості руху трамвая; б) від швидкості трамвая при даному навантаженні?

910(н). За яким законом має змінюватися з часом магнітний потік, щоб ЕРС індукції, яка виникає в контурі, лишалася сталою?



Мал. 99



Мал. 100

911(п)¹. За 5 мс магнітний потік, який пронизує контур, спадає з 9 до 4 мВб. Визначити ЕРС індукції в контурі.

912(918). Визначити швидкість зміни магнітного потоку в соленоїді з 2000 витків, що настає від збудження в ньому ЕРС індукції 120 В.

913(н). Скільки витків має котушка площею поперечного перерізу 50 см^2 , щоб унаслідок зміни магнітної індукції від 0,2 до 0,3 Тл протягом 4 мс у ній збуджувалась ЕРС 10 В?

914(н). У середині витка радіусом 5 см магнітний потік змінився на 18,6 мВб за 5,9 мс. Визначити напруженість вихрового електричного поля у витку.

915(п). Який заряд q пройде через поперечний переріз витка, опір якого $R = 0,03 \text{ Ом}$, при зменшенні магнітного потоку всередині витка на $\Delta\Phi = 12 \text{ мВб}$?

916(н). У магнітному полі з індукцією $B = 0,1 \text{ Тл}$ вміщено контур, виготовлений у вигляді колового витка радіусом $R = 34 \text{ см}$. Виток зроблено з мідного дроту, площа поперечного перерізу якого $S = 1 \text{ мм}^2$. Нормаль до площини витка збігається з лініями індукції поля. Який заряд пройде через поперечний переріз витка при зникненні поля?

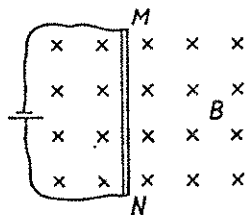
917(н). У витку, виготовленому з алюмінієвого проволу довжиною 10 см і площею поперечного перерізу $1,4 \text{ мм}^2$, швидкість зміни магнітного потоку 10 мВб/с . Знайти силу індукційного струму.

918(920). Визначити ЕРС індукції в провіднику з довжиною активної частини 0,25 м, який переміщається в однорідному магнітному полі, що має індукцію 8 мТл, з швидкістю 5 м/с під кутом 30° до вектора магнітної індукції.

919(921). З якою швидкістю треба переміщати провідник, довжина активної частини якого 1 м, під кутом 60° до ліній індукції магнітного поля, щоб у провіднику збуджувалась ЕРС індукції 1 В? Індукція магнітного поля 0,2 Тл.

920(922). Провідник MN (мал. 101), довжина активної частини якого 1 м, а опір 2 Ом, міститься в однорідному магнітному полі з індукцією 0,1 Тл. Провідник приєднали до джерела, ЕРС якого дорівнює 1 В (внутрішнім опором джерела та опором підвідних проводів

¹ У цій та наступних задачах вважати, що магнітний потік змінюється з часом за лінійним законом.



Мал. 101

знехтувати). Яка сила струму в провіднику, якщо він: а) перебуває в стані спокою; б) рухається вправо з швидкістю 4 м/с; в) рухається вліво з тією самою швидкістю? В якому напрямі й з якою швидкістю треба переміщати провідник, щоб у ньому не проходив струм?

921(н). Яка індуктивність контуру, якщо при силі струму 5 А у ньому виникає магнітний потік 0,5 мВб?

922(н). Який магнітний потік виникає в контурі індуктивністю 0,2 мГн при силі струму 10 А?

923(925). Визначити індуктивність провідника, в якому рівномірна зміна сили струму на 2 А протягом 0,25 с збуджує ЕРС самоіндукції 20 мВ.

924(926). Яка ЕРС самоіндукції збуджується в обмотці електромагніта з індуктивністю 0,4 Гн під час рівномірної зміни сили струму в ній на 5 А за 0,02 с?

925(929). Чому потужні електродвигуни від живильної мережі від'єднують плавно і повільно за допомогою реостата?

926(н). Послідовно з котушкою шкільного трансформатора, надітою на розімкнене осердя, ввімкнено лампочку від кишенькового ліхтарика. У коло подано таку напругу, що лампочка світиться на повне розжарювання. Як змінюється яскравість лампочки, якщо: а) осердя замкнути ярмом; б) деякий час тримати ярмо нерухомим; в) вийняти ярмо? Якщо є можливість, перевірте на досліді, поклавши на осердя сірник (інакше ярмо важко відірвати від осердя).

927(930). У котушці, індуктивність якої становить 0,6 Гн, сила струму 20 А. Яку енергію має магнітне поле цієї котушки? Як зміниться енергія поля, коли сила струму зменшиться удвічі?

928(931). Струм якої сили має проходити в обмотці дроселя з індуктивністю 0,5 Гн, щоб енергія поля дорівнювала 1 Дж?

929(932). Визначити енергію магнітного соленоїда, в якому при силі струму 10 А виникає магнітний потік 0,5 Вб.

930(ПРГ). При зміні сили струму в електромагніті з I_1 до I_2 енергія магнітного поля змінилася на ΔW . Визначити індуктивність електромагніту.

№	I_2, A	I_1, A	$\Delta W, Дж$
1	6	4	1
2	9,2	2,9	12,1
3	2,8	0	0,27
4	2,8	14,3	-1,7
5	0	4,7	-3,2

931(ПРГ). При зміні сили струму в котушці, індуктивність якої L , в n раз енергія магнітного поля змінилася на ΔW . Визначити початкове значення енергії W_1 та сили струму I_1 .

№	n	$\Delta W, Дж$	$L, Гн$
1	2	3	0,5
2	1,72	4,13	0,62
3	5,13	16,2	0,11
4	21,6	8,71	0,036
5	0,81	-2,2	0,68

РОЗДІЛ XII

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ

43. Перетворення енергії в коливальному контурі.
Гармонічні коливання. Власна частота і період коливань¹

932(и). Початковий заряд, наданий конденсаторові коливального контуру, зменшили у 2 рази. У скільки разів зменшилася: а) амплітуда напруги; б) амплітуда сили струму; в) сумарна енергія електричного поля конденсатора та магнітного поля котушки?

933(и). Унаслідок збільшення напруги на конденсаторі коливального контуру на 20 В амплітуда сили струму збільшилася у 2 рази. Знайти початкову напругу.

934(983). У коливальному контурі індуктивність котушки становить 0,2 Гн, а амплітуда сили струму

¹ У задачах цього параграфу вважати, що: а) коливання в контурі незагасаючі; б) залежність заряду на конденсаторі від часу задано рівнянням $q = q_m \cos \omega_0 t$; в) всі величини наведено в СІ.

дорівнює 40 мА. Визначити енергію електричного поля конденсатора і магнітного поля котушки в той момент, коли миттєве значення сили струму буде в 2 рази менше, ніж амплітудне значення.

935(984). Коливальний контур складається з конденсатора ємністю $C = 400$ пФ і котушки індуктивністю $L = 10$ мГн. Визначити амплітуду сили струму I_m , якщо амплітуда напруги $U_m = 500$ В.

936(н). Амплітуда сили струму в контурі 1,4 мА, а амплітуда напруги 280 В. Знайти силу струму і напругу в той момент часу, коли енергія магнітного поля котушки дорівнює енергії електричного поля конденсатора.

937(п). Котушку індуктивністю 31 мГн приєднали до плоского конденсатора, площа кожної пластини якого 20 см^2 і відстань між ними 1 см. Чому дорівнює діелектрична проникність середовища, яке заповнює простір між пластинами, якщо амплітуда сили струму в контурі 0,2 мА і амплітуда напруги 10 В?

938(ПРГ). У коливальному контурі ємність конденсатора C , індуктивність котушки L , амплітуда напруги на конденсаторі U . У досліджуваній момент часу напруга на конденсаторі u . Визначити: 1) амплітуду сили струму I ; 2) повну енергію W ; 3) енергію електричного поля $W_{\text{ел}}$; 4) енергію магнітного поля $W_{\text{м}}$; 5) миттєве значення сили струму i .

№	$C, \text{ Ф}$	$L, \text{ Гн}$	$U, \text{ В}$	$u, \text{ В}$
1	10^{-6}	0,04	100	80
2	$3,2 \cdot 10^{-6}$	0,52	210	110
3	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	508	420
4	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	508	508
5	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	508	0

939(985). Заряд q на пластинах конденсатора коливального контура змінюється з часом t за законом $q = 10^{-6} \cos 10^4 \pi t$. Записати закон залежності сили струму від часу $i = i(t)$. Визначити період і частоту коливань у контурі, амплітуду коливань заряду і амплітуду коливань сили струму.

940(986). Коливальний контур складається з конденсатора ємністю 1 мкФ і котушки індуктивністю 4 Гн. Амплітуда коливань заряду на конденсаторі

становить 100 мкКл. Написати рівняння $q = q(t)$, $i = i(t)$, $u = u(t)$. Визначити амплітуди коливань сили струму та напруги.

941(н). Ємність конденсатора коливального контуру 0,4 мкФ, частота власних коливань 5 кГц, амплітуда заряду 8 мкКл. Написати рівняння $q = q(t)$, $u = u(t)$ та $i = i(t)$. Знайти амплітуду напруги, амплітуду сили струму та індуктивність котушки.

942(н). Через який час (у частинах періоду $\frac{t}{T}$) на конденсаторі коливального контуру буде заряд, що дорівнює половині амплітудного значення?

943(н). Амплітуда напруги у контурі 100 В, частота коливань 5 МГц. Через який час напруга становитиме 71 В?

944(ПРГ). При якому значенні напруги на конденсаторі коливального контуру (у частинах амплітудного значення $\frac{u}{U_{\max}}$) і через який час (у частинах періоду $\frac{t}{T}$) енергія електричного поля у n разів відрізнятиметься від енергії магнітного поля? Розв'язати задачу для n , що дорівнює: 1) 1; 2) 3; 3) 1000; 4) 10^8 ; 5) 0,001; 6) 0.

945(ПРГ). Визначити період T і частоту ν коливань у контурі, ємність конденсатора в якому C , а індуктивність котушки L .

№	C, Φ	$L, \text{Гн}$
1	$5,81 \cdot 10^{-7}$	0,161
2	$4,19 \cdot 10^{-8}$	$2,32 \cdot 10^{-2}$
3	$8,39 \cdot 10^{-9}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$
4	$7,47 \cdot 10^{-10}$	$9,41 \cdot 10^{-4}$
5	$9,11 \cdot 10^{-11}$	$3,11 \cdot 10^{-5}$

946(979). Який діапазон частот власних коливань у контурі, якщо його індуктивність можна змінювати в межах від 0,1 до 10 мкГн, а ємність — у межах від 50 до 5000 пФ?

947(980). Котушку якої індуктивності треба ввімкнути в коливальний контур, щоб при ємності конденсатора 50 пФ дістати частоту вільних коливань 10 МГц?

948(981). У скільки разів зміниться частота власних коливань у коливальному контурі, якщо ємність конден-

сатора збільшити в 25 раз, а індуктивність котушки зменшити в 16 раз?

949(н). Унаслідок збільшення ємності конденсатора коливального контуру на 0,08 мкФ частота коливань зменшилася у 3 рази. Визначити початкову ємність конденсатора. Індуктивність котушки лишилася попередньою.

950(ПРГ). Унаслідок зміни ємності конденсатора коливального контуру на $\Delta C (\Delta C = C_2 - C_1)$ період коливань змінився у n разів ($T_2 = nT_1$). Знайти початкову ємність C_1 . Індуктивність котушки не змінилася.

№	ΔC , мкФ	n
1	0,08	3
2	4,1	2,06
3	0,72	14,1
4	-0,21	0,5
5	-0,63	0

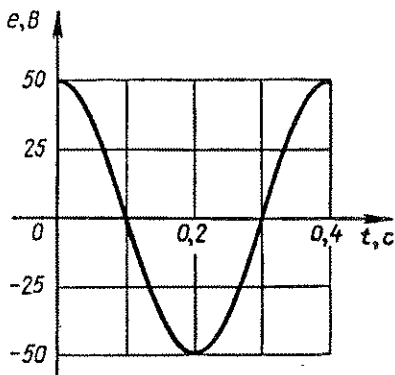
44. Змінний струм

951(н). Частоту обертання дротяної рамки в однорідному магнітному полі збільшили в 3 рази. У скільки разів зміниться частота змінного струму в рамці та ЕРС індукції?

952(н). Рамка площею 200 см^2 обертається з частотою 8 с^{-1} у магнітному полі з індукцією 0,4 Тл. Написати рівняння $\Phi = \Phi(t)$ і $e = e(t)$, якщо при $t = 0$ нормаль до площини рамки перпендикулярна до ліній індукції поля. Знайти амплітуду ЕРС індукції.

953(987). Під час обертання дротяної рамки в однорідному магнітному полі потік магнітної індукції, який пронизує її, змінюється залежно від часу за законом: $\Phi = 0,01 \sin 10\pi t$. Обчислити похідну (Φ') і написати формулу залежності ЕРС від часу: $e = e(t)$. В якому положенні була рамка на початку відліку часу? Яка частота обертання рамки? Чому дорівнюють максимальні значення магнітного потоку та ЕРС?

954(989). Скільки витків має рамка площею 500 см^2 , якщо під час обертання її з частотою 20 с^{-1} в однорідному магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл, амплітудне значення ЕРС дорівнює 63 В?



Мал. 102

955(991). Яку траєкторію опише електрон, пролітаючи між пластинами плоского конденсатора, на які подано: а) сталу напругу; б) змінну напругу досить високої частоти?

956(992). Чи пройдётиме струм крізь електролітичну ванну з розчином мідного купоросу, якщо її приєднати до джерела змінної напруги? Чи виділятиметься на електродах мідь?

957(993). За графіком (мал. 102) визначити амплітудне значення змінної ЕРС, її період та частоту. Записати формулу зміни ЕРС з часом.

958¹(995). Яке значення напруги через 10, 15 та 30 мс, якщо амплітуда напруги становить 200 В, а період 60 мс?

959(ПРГ). Через k -у частину періоду миттєве значення напруги дорівнює u_1 . Обчислити значення напруги u_2 при фазі φ .

№	φ , рад	u_1 , В	k
1	$\pi/4$	50	0,16
2	0,11	131	0,13
3	π	210	0,9
4	$\pi/2$	233	0,7
5	π	-14	0,5

¹ У цій та наступних задачах, якщо немає спеціальних застережень, вважати, що розглядувані величини змінюються залежно від часу і за законом косинуса і початкова фаза дорівнює нулеві.

960(996). На яку напругу треба розрахувати ізолятори лінії передачі, якщо діюча напруга 430 кВ?

961(997). Написати рівняння, що виражають залежність напруги й сили струму від часу для електроплитки опором 50 Ом, ввімкненої в мережу змінного струму, що має частоту 50 Гц і напругу 220 В.

962(н). При яких фазах у межах одного періоду діюче значення напруги дорівнює 0,5 амплітудного?

963*(998). Неонова лампа починає світити, коли напруга на її електродах досягне строго визначеного значення. Яку частину періоду світитиме лампа, ввімкнена в мережу, діюче значення напруги в якій дорівнює цій напрузі? Вважати, що напруга, при якій лампа згасає, дорівнює напрузі засвічування.

964(н). Конденсатор змінної ємності ввімкнули в коло послідовно з лампочкою від кишенькового ліхтарика. Схема живиться від генератора звукової частоти ЗГ1. Як змінюється розжарювання лампочки, якщо: а) не змінюючи ємності конденсатора, збільшувати частоту змінного струму; б) не змінюючи частоти, збільшувати ємність конденсатора?

965(1000). Який опір має конденсатор ємністю 4 мкФ у колах з частотою змінного струму 50 і 400 Гц?

966(1001). Конденсатор ввімкнули в коло змінного струму стандартної частоти напругою 220 В. Сила струму в колі цього конденсатора 2,5 А. Яка ємність конденсатора?

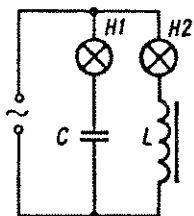
967(н). Послідовно з лампочкою від кишенькового ліхтарика до ЗГ під'єднано котушку. Як зміниться розжарювання лампочки, якщо: а) не змінюючи частоти, вставити в котушку залізне осердя; б) зменшити частоту?

968(1003). Який індуктивний опір провідника, індуктивність якого 0,2 Гн, при частоті струму 50 Гц? 400 Гц?

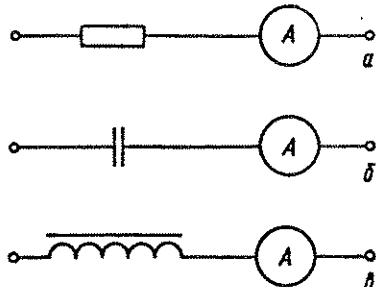
969(1004). Котушку індуктивності, що має дуже малий активний опір, ввімкнули в коло змінного струму з частотою 50 Гц. При напрузі 125 В сила струму дорівнює 2,5 А. Яка індуктивність котушки?

970(н). Лампи (мал. 103) живляться від ЗГ. При деякій частоті розжарювання ламп однакове. Як змі-

¹ ЗГ — «Звуковий генератор» — джерело змінного струму, частоту якого можна плавно змінювати від 20 до 20 000 Гц.



Мал. 103



Мал. 104

ниться розжарювання, якщо частоту: а) збільшити; б) зменшити?

971(1006). Кола, зображені на мал. 104, а, б, в живляться спочатку від джерела постійного струму, а потім — від джерела змінного струму, причому діюче значення змінної напруги дорівнює напрузі на полюсах джерела постійного струму. Як при цьому змінювалися покази амперметра?

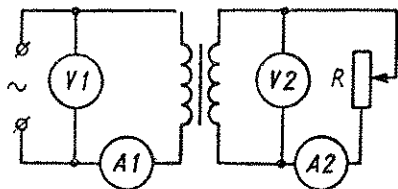
972(1009). У коло змінного струму з частотою 400 Гц ввімкнули котушку, індуктивність якої 0,1 Гн. Конденсатор якої ємності треба ввімкнути в це коло, щоб настав резонанс?

973(ПРГ). Конденсатор ємністю C , котушку індуктивністю L і лампочку від кишенькового ліхтарика з'єднали послідовно і під'єднали до ЗГ. При якій частоті ν лампочка горить найяскравіше?

№	L , Гн	$C \cdot 10^{-6}$, Ф
1	0,05	2
2	0,042	4,3
3	0,011	0,51
4	0,0077	0,97
5	0,063	7,2

974(н). Чому турбогенератори, які виробляють струм стандартної частоти (50 Гц), мають, як правило, одну пару полюсів, а гідрогенератори — у багато разів більше?

975(1013). Чи можна, знявши котушку шкільного трансформатора з осердя, подавати на неї змінну напругу, зазначену на котушці?



Мал. 105

976(1014). Трансформатор підвищує напругу від 220 до 660 В і містить у первинній обмотці 840 витків. Визначити коефіцієнт трансформації. Скільки витків міститься у вторинній обмотці? У якій обмотці провід має більший поперечний переріз?

977(н). Щоб довідатися, скільки витків мають первинна і вторинна обмотки трансформатора, на вторинну котушку намотали 11 витків проводу. Під час увімкнення первинної обмотки у мережу напругою 220 В вольтметр показав, що на обмотці з 11 витками напруга дорівнює 4,4 В, а на вторинній обмотці — 12 В. Скільки витків у первинній та вторинній обмотках?

978(1015). Знижувальний трансформатор з коефіцієнтом трансформації, що дорівнює 10, ввімкнули в мережу з напругою 220 В. Яка напруга на виході трансформатора, якщо опір вторинної обмотки 0,2 Ом, а опір корисного навантаження 2 Ом?

979*(1016). Трансформатор ввімкнули в мережу (мал. 105). Як зміняться покази приладів при збільшенні корисного навантаження (зменшенні опору R)?

980(1017). Вторинна обмотка трансформатора, що має 99 витків, пронизується магнітним потоком, який змінюється з часом за законом $\Phi = 0,01 \sin 100\pi t$. Написати формулу, що виражає залежність ЕРС вторинної обмотки від часу, і визначити діюче значення ЕРС.

РОЗДІЛ XIII

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ

45. Електромагнітні хвилі та швидкість

їх поширення. Енергія електромагнітної хвилі. Густина потоку випромінювання. Радіолокація.

981(н). Чи можна вибрати таку систему відліку, в якій індукція магнітного поля електронного пучка дорівнювала б нулю?

982(н). Система відліку (див. умову попередньої задачі) рухається з швидкістю, більшою від швид-

кості руху електронів у пучку. Що можна сказати про напрям ліній індукції поля?

983(н). Чи можна вибрати таку систему відліку, в якій магнітна індукція поля прямого провідника зі струмом дорівнювала б нулеві? Що можна сказати про напрям ліній індукції, якщо система відліку рухається з швидкістю, більшою від швидкості упорядкованого руху електронів у провіднику?

984(н). Чому під час приймання радіопередач на середніх та довгих хвилях з наближенням грози виникають перешкоди?

985(н). Який період коливань у відкритому коливальному контурі, що випромінює радіохвилі, довжина яких 300 м?

986(н). Радіостанція веде передачу на частоті 75 МГц (УКХ). Визначити довжину хвилі.

987(1043). У радіоприймачі один з короткохвильових діапазонів може приймати передачі, довжина хвилі яких 24—26 м. Визначити частотний діапазон.

988(1044). Ручним настроюванням радіоприймача ми змінюємо робочу площу пластин повітряного конденсатора змінної ємності в приймальному коливальному контурі. Як змінюється робоча площа пластин при переході на прийом станції, що веде передачу на довгих хвилях?

989(н). Котушка приймального контуру радіоприймача має індуктивність 1 мкГн. Яка ємність конденсатора цього контуру, якщо радіоприймач налагоджений на радіостанцію, яка працює на довжині хвилі 1000 м?

990(н). В якому діапазоні довжин хвиль працює приймач, якщо ємність конденсатора у його коливальному контурі можна плавно змінювати від 200 до 1800 пФ, а індуктивність котушки стала й дорівнює 60 мкГн?

991(н). Сила струму у відкритому коливальному контурі змінюється з часом за законом: $i = 0,1 \cos \theta \times 10^5$ А. Визначити довжину випромінюваної хвилі.

992(н). Скільки коливань відбувається в електромагнітній хвилі з довжиною хвилі 300 м за час, який дорівнює періодові звукових коливань з частотою 2000 Гц?

993(1047). Найменша відстань від Землі до Сатурна 1,2 Тм. Через який мінімальний проміжок часу можна одержати інформацію-відповідь з космічного корабля,

що перебуває в районі Сатурна, на радіосигнал, посланий із Землі?

994(1048). Ретранслятор телевізійної програми «Орбіта» встановлено на супутнику зв'язку «Радуга», який рухається по коловій орбіті на висоті 36 000 км над поверхнею Землі, займаючи стале положення відносно Землі. Скільки часу поширюється сигнал від передавальної станції до телевізорів системи «Орбіта»?

995(1049). На якій відстані від антени радіолокатора перебуває об'єкт, якщо відбитий від нього радіосигнал повернувся назад через 200 мкс?

996(н). На відстані 300 м від Останкінської телевізійної вежі густина потоку випромінювання максимальна і дорівнює 40 мВт/м^2 . Яка густина потоку випромінювання на відстані впевненого приймання, що дорівнює 120 км?

997(н). Густина енергії електромагнітної хвилі становить $4 \cdot 10^{-11} \text{ Дж/м}^3$. Визначити густину потоку випромінювання.

998(н). Густина потоку випромінювання дорівнює 6 мВт/м^2 . Обчислити густину енергії електромагнітної хвилі.

999(н)¹. Максимальна напруженість електричного поля електромагнітної хвилі за санітарними нормами не повинна перевищувати 5 В/м. Визначити припустиму густину потоку електромагнітного випромінювання.

1000(н). Потужність імпульсу радіолокаційної станції 100 кВт. Обчислити максимальну потужність електричного поля хвилі у точці, де площа поперечного перерізу конуса випромінювання становить $2,3 \text{ км}^2$.

1001(1050). Якою може бути максимальна кількість імпульсів, що їх посилає радіолокатор за 1 с, під час розвідування цілі, яка перебуває на відстані 30 км від нього?

1002(н). Радіолокатор працює на хвилі 15 см в режимі 4000 імпульсів за 1 с. Тривалість кожного імпульсу 2 мкс. Скільки коливань містить кожен імпульс і яка глибина розвідки локатора?

1003(н). Час горизонтальної розгортки електронно-променевої трубки радіолокатора 2 мс. Знайти найбільшу глибину розвідки.

¹ Густина енергії електромагнітної хвилі дорівнює подвоєній густині енергії електростатичного поля: $w = \epsilon_0 \epsilon E^2$.

1004(ПРГ). Радіолокаційна станція випромінює n імпульсів за 1 с з довжиною хвилі λ . Потужність одного імпульсу P_1 , а тривалість τ . Визначити: 1) енергію одного імпульсу W_1 ; середню корисну потужність P станції; 3) відстань y одного імпульсу у просторі (вздовж променя); 4) число k довжин хвиль у одному імпульсі; 5) густину потоку випромінювання I на відстані, де площа поперечного перерізу конуса випромінювання S ; 6) густину електромагнітної енергії w у цій зоні.

№	$P_1 \cdot 10^4, \text{Вт}$	$\tau \cdot 10^{-7}, \text{с}$	$n, \text{с}^{-1}$	$\lambda, \text{м}$	$S \cdot 10^5, \text{м}^2$
1	7	3	1000	0,03	1,4
2	3,6	2,7	990	0,037	1,76
3	13	4,1	870	0,044	2,2
4	6,1	9,2	1050	0,062	3,7
5	27	1,3	1200	0,027	4,18

РОЗДІЛ XIV

СВІТЛОВІ ХВИЛІ

46. Швидкість світла. Закони відбивання і заломлення. Повне відбивання

1005(1147). Відстань від Сонця до Землі становить $1,5 \cdot 10^8$ км. Скільки часу йде світло від Сонця до Землі?

1006(н). Від найближчої зірки (α Центавра) світло доходить до Землі за 4,3 року. Яка відстань до зірки?

1007(1148). В історичному досліді Фізо на визначення швидкості світла відстань між колесом, яке мало $N = 720$ зубців, і дзеркалом дорівнювала $l = 8633$ м. Світло вперше зникло, коли частота обертання зубчастого колеса становила $\nu = 12,67 \text{ с}^{-1}$. Яке значення швидкості світла дістав Фізо?

1008(1149). У 1875 р. метод Фізо використав французький фізик Корню, який, значно збільшивши частоту обертання колеса, зареєстрував 28 послідовних зникнень і появ світла. Яке значення швидкості світла дістав Корню, якщо відстань від колеса до дзеркала становила 23 000 м, колесо мало 200 зубців, а 28-ма поява світла спостерігалася при частоті обертання колеса $914,3 \text{ с}^{-1}$?

1009(1073). Під яким кутом має падати промінь на плоске дзеркало, щоб кут між відбитим і падаючим променями становив 70° ?

1010(1076). Накреслити два взаємно перпендикулярних дзеркала AO та OB , промінь CD , який падає на дзеркало OB , і напрями DE та EF дальшого ходу цього променя. Довести, що промінь EF паралельний променю CD при будь-якому куті падіння променя CD .

1011(1077). Як за допомогою двох плоских дзеркал можна вести спостереження з-за укриття? Якщо є можливість, виготовити такий прилад (дзеркальний перископ).

1012(н). Кутова висота Сонця над горизонтом $\alpha = 20^\circ$. Як треба розташувати плоске дзеркало, щоб відбиті промені спрямувати: а) вертикально вгору; б) вертикально вниз?

1013(1079). Людина, яка стоїть на березі озера, бачить у дзеркальній поверхні води зображення Сонця. Як переміщатиметься це зображення, якщо людина відходить від озера? Вважати, що сонячні промені паралельні.

1014(1080). Використовуючи умову попередньої задачі, визначити, на скільки людина має нахилитися (знизити рівень очей), щоб зображення Сонця у воді наблизилося до берега на 80 см, якщо висота Сонця над горизонтом становить 25° .

1015(1081). Людина дивиться в дзеркало, що висить вертикально. Чи змінюватимуться розміри частини тіла людини, яку видно в дзеркалі, в міру віддалення людини від дзеркала? Відповідь пояснити за допомогою побудови і перевірити на досліді.

1016(ПРГ). На якій висоті h перебуває аеростат A , якщо з бапти висотою H його видно під кутом α над горизонтом, а його зображення в озері видно під кутом β під горизонтом? Визначити відстань $BC = s$ (мал. 106).

№	$\beta, ^\circ$	$\alpha, ^\circ$	$H, \text{м}$
1	27,7	25,4	50
2	21,4	19,3	72
3	17,1	15,6	34
4	51,2	47,7	28
5	38,2	34,8	62

1017(н). Знаючи швидкість світла у вакуумі, визначити швидкість світла в алмазі.

1018(н). Порівняти швидкості світла в етиловому спирті та сірководнеці.

1019(1084). Чому, коли ми сидимо біля багаття, нам здається, що предмети, розташовані по той бік багаття, коливаються?

1020(1085). Чому, вимірюючи кутову висоту небесного тіла над горизонтом, ми дістаємо її більшою, ніж вона є насправді?

1021¹(н). Кут падіння променя на поверхню соняшникової олії 60° , а кут заломлення 36° . Знайти показник заломлення олії.

1022(1086). На який кут відхилиться промінь від початкового напрямку, упавши під кутом 45° на поверхню скла? на поверхню алмаза?

1023(1087). Водолазові, який перебуває під водою, здається, що сонячні промені падають під кутом 60° до поверхні води. Яка кутова висота Сонця над горизонтом?

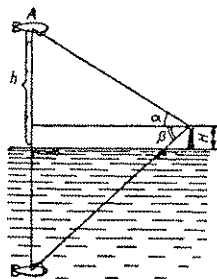
1024(1088). Промінь падає на поверхню води під кутом 40° . Під яким кутом має впасти промінь на поверхню скла, щоб кут заломлення був такий самий?

1025(1089). В яких випадках кут падіння дорівнює куту заломлення?

1026(1090). Промінь переходить з води в скло. Кут падіння дорівнює 35° . Визначити кут заломлення.

1027(н). Воду налито в акваріум прямокутної форми. Кут падіння променя світла на скляну стінку $78,1^\circ$. Визначити кут заломлення променя у воді, коли він виходить із скла. Чи залежить відповідь задачі від: а) товщини стінок; б) показника заломлення даного гатунку скла?

1028(1091). Під яким кутом має падати промінь на поверхню скла, щоб кут заломлення був удвічі менший від кута падіння?



Мал. 106

¹ У цій та наступних задачах параграфа, якщо немає спеціальних застережень, другим середовищем є повітря, абсолютний показник заломлення для якого вважати рівним 1.

1029(1092). Під яким кутом повинен падати промінь на скло, щоб заломлений промінь був перпендикулярний до відбитого?

1030(ПРГ). Визначити кут падіння променя α на поверхню прозорого середовища, якщо відомо, що він більший, ніж кут заломлення, на кут φ .

Середовище	Вода	Скло	Алмаз	Сіркоуг- лець	Спирт
$\varphi, ^\circ$	10	17,2	26	41	36,7

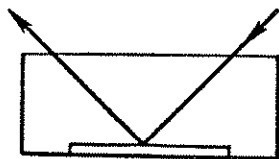
1031(1094). Поставте неглибоку чайну чашку на стіл і покладіть на її дно монету. Відійдіть від столу так, щоб край чашки закривав монету. Потім, не змінюючи положення голови, попросіть товариша налити в чашку з монетою води. Монету стане знову видно. Зробіть малюнок, поясніть явище.

1032(1095). На дні порожньої посудини (мал. 107) лежить дзеркало. Як змінюватиметься хід відбитого променя в міру заповнення посудини водою?

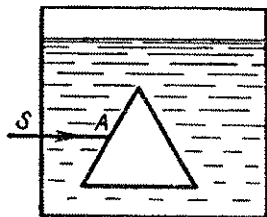
1033(1096). Хлопчик намагається влучити палицею в предмет, що лежить на дні струмка завглибшки 40 см. На якій відстані від предмета палиця впаде на дно струмка, якщо хлопчик, точно прицілившись, кине палицю під кутом 45° до поверхні води?

1034*(1097). У дно водоймища завглибшки 2 м забили палю, яка на 0,5 м виступає з води. Визначити довжину тіні від палі на дні водоймища, якщо кут падіння променів 70° .

1035(1098). У посудині з водою стоїть порожниста призма, склеєна із скла (всередині повітря) (мал. 108). Накреслити дальший хід променя SA (показати лише



Мал. 107



Мал. 108

загальний характер ходу променя, не виконуючи обчислень).

1036(1100). Промінь падає під кутом 60° на скляну пластинку завтовшки 2 см з паралельними гранями. Визначити зміщення променя, який вийшов з пластини.

1037(1101). Визначити зміщення a променя, який проходить крізь прозору пластинку з паралельними гранями, якщо кут падіння променя α , кут заломлення γ , а товщина пластинки d . Чи може промінь, пройшовши крізь пластинку з паралельними гранями, зміститися так, щоб відстань між ним та його початковим напрямом була більша від товщини пластинки?

1038(1102). Увечері промінь світла від вуличного ліхтаря падав під деяким кутом на поверхню води в ставку. Морозної ночі ставок почав укриватися шаром прозорої криги, який поступово товщав. Як змінювався хід променя у воді? Показник заломлення льоду трохи менший, ніж води.

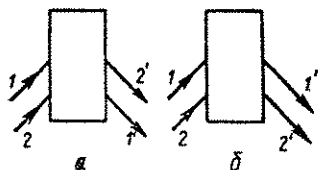
1039(1103). Де за ширмою (мал. 109) міститься плоске дзеркало, а де — трикутна скляна призма? Накреслити пояснювальні малюнки, показавши хід променів за ширмою.

1040(1104). Накреслити дальший хід променів, які падають у точки A і B від джерела, розташованого на дні посудини (мал. 110), в яку налито воду.

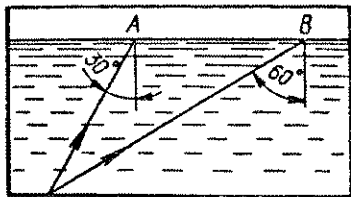
1041(1105). З підвищенням температури показник заломлення води трохи зменшується. Як при цьому змінюється граничний кут повного відбивання для води?

1042(1106). Визначити показник заломлення рубіну, якщо граничний кут повного відбивання для рубіну дорівнює 34° .

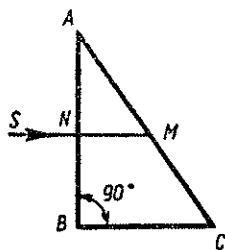
1043(1108). При якому найменшому значенні заломного кута A скляної призми BAC (мал. 111) промінь SM зазнаватиме повного відбивання?



Мал. 109



Мал. 110



Мал. 111

1044(1109). Промінь падає під кутом 50° на пряму трикутну скляну призму із заломним кутом 60° . Визначити кут заломлення променя під час виходу з призми.

1045*(1110). Промінь падає перпендикулярно на бічну грань прямої скляної призми, в основі якої лежить рівнобедрений трикутник з кутом при вершині 20° . На скільки градусів відхилиться промінь під час виходу з призми порівняно з початковим напрямом, якщо промінь усередині призми падає: а) на другу бічну грань; б) на основу?

47. Дисперсія світла. Інтерференція, дифракція, поляризація світла

47. Дисперсія світла. Інтерференція, дифракція, поляризація світла

1046(1151). Які частоти коливань відповідають крайнім червоним ($\lambda = 0,76$ мкм) і крайнім фіолетовим ($\lambda = 0,4$ мкм) променям видимої частини спектра?

1047(1152). Скільки довжин хвиль монохроматичного випромінювання з частотою 400 ТГц укладеться на відріжку 1 м?

1048(1155). Воду освітлено червоним світлом, для якого довжина хвилі в повітрі становить 0,7 мкм. Яку довжину матиме хвиля у воді? Який колір побачить людина, розплющивши очі під водою?

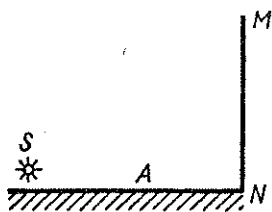
1049(1156). Для даного світла довжина хвилі у воді становить 0,46 мкм. Яку довжину матиме хвиля в повітрі?

1050(1157). Показник заломлення для червоного світла у склі (важкий флінт) дорівнює 1,6444, а для фіолетового 1,6852. Визначити різницю кутів заломлення у склі даного гатунку, якщо кут падіння становить 80° .

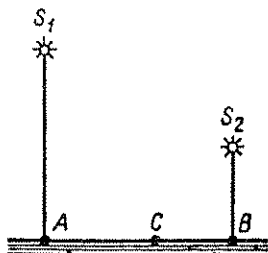
1051(1158). Якими здаватимуться червоні літери, коли їх розглядати крізь зелене скло?

1052(1159). Крізь призму дивляться на велику білу стіну. Чи здаватиметься ця стіна забарвленою в кольори спектра?

1053(1160). На чорну дошку наклеїли горизонтальну смужку білого паперу. Як забарвляться верхній та нижній краї цієї смужки, коли на неї дивитися крізь призму, повернену заломним ребром угору?



Мал. 112



Мал. 113

1054(1162). Щоб дістати на екрані MN (мал. 112) інтерференційну картину, користуються іноді такою установкою. Джерело світла S розташовують над поверхнею плоского дзеркала A на малій відстані від нього. Пояснити причину виникнення системи когерентних світлових хвиль.

1055(н). Дві когерентні світлові хвилі приходять у деяку точку простору з різницею ходу $2,25$ мкм. Який результат інтерференції в цій точці, якщо світло: а) червоне ($\lambda = 750$ нм); б) зелене ($\lambda = 500$ нм)?

1056(1161). Два когерентних джерела світла S_1 та S_2 освітлюють екран AB , площина якого паралельна напрямку S_1S_2 . Довести, що на екрані в точці O , яка лежить на перпендикулярі, опущеному із середини відрізка S_1S_2 , буде максимум освітленості.

1057(н). Екран AB освітлюють два когерентних монохроматичних джерела світла S_1 і S_2 (див. мал. 113). Підсилення чи послаблення буде в точці C , якщо: а) від джерела S_1 світло приходить пізніше на $2,5$ періоду; б) від джерела S_1 світло приходить із запізненням за фазою на 3λ ; в) відстань S_1C більша, ніж відстань S_2C , на $1,5$ довжини хвилі?

1058(н). Відстань S_1C (див. мал. 113) більша, ніж відстань S_2C , на 900 нм. Що буде в точці C , якщо джерела мають однакову інтенсивність і випромінюють світло з частотою $5 \cdot 10^{14}$ Гц?

1059(1163). Два когерентних джерела S_1 та S_2 (див. задачу 1056) випускають монохроматичне світло з довжиною хвилі 600 нм. Визначити, на якій відстані від точки O буде перший максимум освітленості, якщо $S_1S_2 = 1$ мм, а відстань джерел світла від екрана дорівнює 4 м.

1060(1165). Як зміниться інтерференційна картина на екрані AB (див. задачу 1056), коли: а) не змінюючи відстані між джерелами світла, віддалити їх від екрана; б) не змінюючи відстані до екрана, зблизити джерела світла; в) джерела випускатимуть світло з меншою довжиною хвилі?

1061(1166). Між двома відшліфованими скляними пластинами опинилася волосина, внаслідок цього утворився повітряний клин. Чому у відбитому світлі виникає інтерференційна картина?

1062(1167). Чому, спостерігаючи на екрані інтерференційну картину від тонкої мильної плівки, утвореної на вертикально розташованому каркасі, у відбитому монохроматичному світлі, можна помітити, що відстань між інтерференційними смугами у верхній частині менша, ніж у нижній?

1063(1168). Чому в центральній частині спектра, який виникає на екрані під час освітлення дифракційної решітки білим світлом, завжди помітно білу смугу?

1064(1169). У школі є дифракційні решітки, які мають 50 і 100 штрихів на 1 мм. Яка з них дасть на екрані ширший спектр за інших однакових умов?

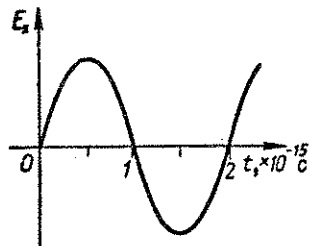
1065(1170). Як змінюється картина дифракційного спектра, коли екран віддалити від решітки?

1066(1171). Дифракційна решітка має 120 штрихів на 1 мм. Визначити довжину хвилі монохроматичного світла, що падає на решітку, якщо кут між двома спектрами першого порядку становить 8° .

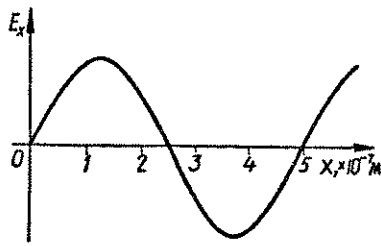
1067(1172). Визначити кут відхилення променів зеленого світла ($\lambda = 0,55$ мкм) у спектрі першого порядку, утвореному за допомогою дифракційної решітки, період якої 0,02 мм.

1068(ПРГ). Лінію з довжиною хвилі λ_1 , одержану за допомогою дифракційної решітки, спектру порядку k_1 видно під кутом φ_1 . Визначити, під яким кутом φ_2

№	λ_1 , нм	k_1	φ_1 , °	k_2	λ_2 , нм
1	589	1	17	2	519
2	589	1	17	3	449
3	481	1	3,9	1	530
4	426	2	4,9	1	713
5	682	2	3,4	3	548



Мал. 114



Мал. 115

видно лінію з довжиною хвилі λ_2 у спектрі порядку k_2 .

1069¹(1173). Щоб визначити період решітки, на неї спрямували світловий пучок крізь червоний світлофільтр, який пропускає промені з довжиною хвилі 0,76 мкм. Який період має решітка, якщо на екрані, віддаленому від неї на 1 м, відстань між спектрами першого порядку дорівнює 15,2 см?

1070(1174). Яку ширину має весь спектр першого порядку (довжини хвиль лежать у межах від 0,38 до 0,76 мкм), утворений на екрані, віддаленому на 3 м від дифракційної решітки з періодом 0,01 мм?

1071(1175). Світло, відбившись від поверхні води, частково поляризується. Як пересвідчитися в цьому, маючи поляроїд?

1072(1176). Якщо дивитися на спокійну поверхню неглибокого водоймища крізь поляроїд, поступово повертаючи його, то при певному положенні поляроїда дно водоймища можна буде бачити найкраще. Пояснити це явище.

1073(1177). На мал. 114 зображено графік зміни напруженості електричного поля електромагнітної хвилі залежно від часу для даної точки простору (променя). Визначити частоту та довжину хвилі.

1074(1178). На мал. 115 зображено графік розподілу проекції напруженості електричного поля електромагнітної хвилі за задан напрямом (променем) у певний момент часу. Визначити частоту коливань.

¹ У задачах 1069—1070 синуси кутів можна замінити їх тангенсами, оскільки ці кути малі.

ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ

48. Релятивістський закон додавання швидкостей.
Залежність маси від швидкості. Закон взаємодії
маси та енергії

1075(н). На деякій відстані від поверхні Землі з ракети послано світловий сигнал. Порівняти час приймання сигналу, якщо: а) ракета віддаляється від спостерігача; б) ракета наближається до спостерігача.

1076(н). Елементарна частинка нейтрино рухається з швидкістю світла c . Спостерігач рухається назустріч нейтрино з швидкістю v . Яку швидкість має нейтрино відносно спостерігача?

1077(н). Дві частинки, відстань між якими $l = 10$ м, летять назустріч одна одній з швидкостями $v = 0,6 c$ ¹. Через скільки часу станеться зіткнення?

1078(н). Дві частинки віддаляються одна від одної з швидкостями $0,8 c$ відносно земного спостерігача. Яка відносна швидкість частинок?

1079(ПРГ). На ракеті майбутнього, яка летить з швидкістю pc в системі відліку «Зірки», встановлено прискорювач, що надає частинкам швидкості mc відносно ракети в напрямі її руху ($m > 0$) або проти ($m < 0$). Обчислити швидкість частинок v у системі відліку «Зірки».

№	p	m	№	p	m
1	0,1	0,1	4	0,9	-0,8
2	0,522	0,478	5	0,9	0
3	0,9	0,8	6	0,921	-0,911

1080(н). З космічного корабля, який рухається до Землі з швидкістю $0,4 c$, посилають два сигнали: світловий сигнал і пучок швидких частинок, що мають швидкість відносно корабля $0,8 c$. У момент пускання сигналів корабель перебував на відстані 12 Гм від Землі. Який із сигналів і на скільки раніше буде прийнято на Землі?

¹ Швидкість наведено у частинах швидкості світла у вакуумі.

1081(1179). Яку масу має протон, що летить з швидкістю $2,4 \cdot 10^8$ м/с? Вважати, що маса спокою протона дорівнює 1 а. о. м.¹

1082(н). У скільки разів збільшується маса частинки під час руху з швидкістю 0,99 с?

1083(1180). На скільки збільшиться маса α -частинки під час руху з швидкістю 0,9 с? Вважати, що маса спокою α -частинки 4 а. о. м.

1084(1181). З якою швидкістю має летіти протон ($m_0 = 1$ а. о. м.), щоб його маса дорівнювала масі спокою α -частинки ($m_0 = 4$ а. о. м.)?

1085(н). При якій швидкості руху космічного корабля маса продуктів харчування збільшиться в 2 рази? Чи збільшиться вдвічі час використання харчових запасів?

1086(н). Визначити відношення заряду електрона до його маси, якщо електрон рухається з швидкістю 0,8 с. Відношення заряду електрона до його маси спокою наведено на передньому форзаці.

1087(1182). Потужність загального випромінювання Сонця становить $3,83 \cdot 10^{26}$ Вт. На скільки у зв'язку з цим зменшується щосекунди маса Сонця?

1088(1183). Вантаж масою 18 т підйомний кран підняв на висоту 5 м. На скільки змінилася маса вантажу?

1089(1184). На скільки збільшиться маса пружини, що має жорсткість 10 кН/м, під час її розтягування на 3 см?

1090(н). Маса спокою космічного корабля 9 т. На скільки збільшується маса корабля під час його руху з швидкістю 8 км/с?

1091(1186). Два тіла, які мають маси по 1 кг кожне і розташовані досить далеко одне від одного, зблизили так, що вони зіткнулися. Чи дорівнюватиме сумарна маса цих тіл 2 кг?

1092(1187). У чайник налили 2 л води і нагріли від 10 °С до кипіння. На скільки змінилася маса води?

1093(1188). На скільки змінюється маса 1 кг льоду під час плавлення?

¹ В атомній та ядерній фізиці для вираження маси користуються спеціальною позасистемною одиницею — атомною одиницею маси (а. о. м.), яка дорівнює 1/12 маси атома вуглецю ($^{12}_6\text{C}$). 1 а. о. м. = $1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг (див. передній форзац).

1094(1189). На скільки відрізняється маса спокою продуктів згорання 1 кг кам'яного вугілля від маси спокою речовин, які вступають у реакцію?

1095(1192). Визначити кінетичну енергію електрона (в MeV)¹, який рухається з швидкістю 0,6 с.

1096(1191). Прискорювач Бреванського фізичного інституту дає змогу одержувати електрони з енергією 6 GeV. Яка маса таких електронів і в скільки разів вона більша від маси спокою?

1097(ПРГ). Прискорювач надає зарядженим частинкам кінетичної енергії E . Визначити: 1) у скільки разів зростає маса частинки $\frac{m}{m_0}$; 2) якої швидкості v набуває частинка. ($E_\alpha = 3727,4$ MeV.)

Частинка	Електрон	Протон	α -частинка
E, MeV	4,82 1700	9310 23700	23700 28200

1098(н). Визначити кінетичну енергію електрона, який рухається з такою швидкістю, що його маса збільшується в 2 рази.

1099(н). Визначити імпульс протона, який рухається з швидкістю 0,8 с.

¹ У цій та деяких наступних задачах доцільно використати значення енергії спокою частинок m_0c^2 , вираженої в MeV (див. передній форзац).

РОЗДІЛ XVI

СВІТЛОВІ КВАНТИ. ДІЇ СВІТЛА

49. Фотоелектричний ефект. Фотон.
Ефект Комптона. Тиск світла

1100(1219). У досліді на виявлення фотоефекту цинкову пластину закріплюють на стержні електрометра, попередньо заряджають негативно й освітлюють світлом електричної дуги так, щоб промені падали перпендикулярно до площини пластини. Як зміниться час розряджання електрометра, якщо: а) пластину повернути так, щоб промені падали під деяким кутом; б) електрометр наблизити до джерела світла; в) затулити непрозорим екраном частину пластини; г) збільшити освітленість; д) поставити світлофільтр, який затримує інфрачервону частину спектра; е) поставити світлофільтр, який затримує ультрафіолетову частину спектра?

1101(1220). Як зарядити цинкову пластину, закріплену на стержні електрометра, позитивним зарядом, маючи електричну дугу, скляну паличку та аркуш паперу? Паличкою доторкатися до пластини не можна.

1102(н). При якій мінімальній енергії квантів станеться фотоефект на цинковій пластині?

1103¹(н). Під час опромінювання алюмінієвої пластини фотоефект розпочинається при найменшій частоті 1,03 ПГц. Визначити роботу виходу електронів з алюмінію (в еВ).

1104(н). Довгохвильова (червона) межа фотоефекту для міді 282 нм. Знайти роботу виходу електронів з міді (в еВ).

1105(1222). Знайти червону межу фотоефекту для калію.

1106(1223). Чи виникає фотоефект у цинку під дією випромінювання, що має довжину хвилі 0,45 мкм?

¹ У цій та в деяких наступних задачах значення сталої Планка раціонально брати в електронвольт-секундах (див. передній форзац).

1107(н). Яку максимальну кінетичну енергію мають електрони, вирвані з оксиду барію, у випадку опромінювання світлом з частотою 1 ПГц?

1108(н). Яку максимальну кінетичну енергію мають фотоелектрони у разі опромінювання заліза світлом з довжиною хвилі 200 нм? Червона межа фотоефекту для заліза 288 нм.

1109(н). Світло якої довжини хвилі треба спрямувати на поверхню цезію, щоб фотоелектрони мали максимальну швидкість 2 Мм/с?

1110(ПРГ). Знаючи довжину хвилі λ електромагнітного випромінювання, визначити: 1) частоту ν ; 2) енергію фотона E (у Дж та еВ); 3) масу фотона m (в а.о.м. та кг); 4) імпульс фотона p .

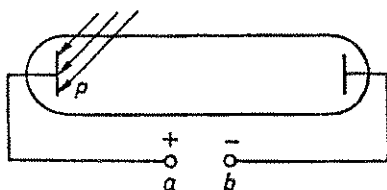
№	Вид випромінювання	λ , м
1	Інфрачервоне	10^{-5}
2	Видиме	$5,5 \cdot 10^{-7}$
3	Ультрафіолетове	$1,1 \cdot 10^{-7}$
4	Рентгенівське	$3,1 \cdot 10^{-10}$
5	Гамма	$1,2 \cdot 10^{-13}$

1111(н). Знайти максимальну кінетичну енергію фотоелектронів, вирваних з катода K (мал. 116), якщо запірна напруга дорівнює 1,5 В.

1112(н). Яка максимальна швидкість фотоелектронів, якщо фотострум припиняється при запірній напрузі 0,8 В?

1113(н). До вакуумного фотоелемента, катод якого виготовлено з цезію, прикладено запірну напругу 2 В. При якій довжині хвилі світла, що падає на катод, з'явиться фотострум?

1114(н). Яку запірну напругу треба подати, щоб електрони, спричинені ультрафіолетовим світлом з довжиною хвилі 100 нм з вольфрамового катода, не змогли створити струм у колі?



Мал. 116

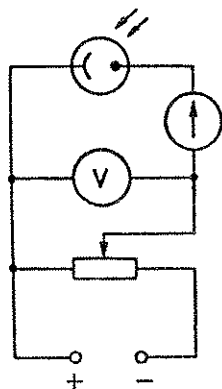
1115(1228). Для визначення сталої Планка було складено коло, зображене на мал. 117. Коли ковзний контакт потенціометра перебуває в крайньому лівому положенні, чутливий гальванометр реєструє слабкий фотострум при освітленні фотоелемента. Пересуваючи ковзний контакт управо, поступово збільшують запірну напругу доти, поки в колі не припиниться фотострум. Якщо освітлювати фотоелемент фіолетовим світлом з частотою $\nu_2 = 750$ ТГц, запірна напруга $U_2 = 2$ В, а якщо освітлювати червоним світлом з частотою $\nu_1 = 390$ ТГц, запірна напруга $U_1 = 0,5$ В. Яке значення сталої Планка дістали в досліді?

1116(1229). В установці, зображеній на мал. 117, катод фотоелемента можна виготовити з різних матеріалів. На мал. 118 подано графіки залежності запірної напруги U_3 від частоти ν опромінюючого світла для двох різних матеріалів катода. Використовуючи рівняння Ейнштейна, обґрунтувати лінійність цієї залежності. Який з матеріалів має більшу роботу виходу? Який фізичний зміст точок A і B на графіку?

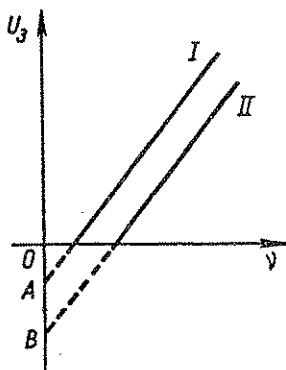
1117(н). Визначити енергію фотонів, які відповідають найдовшим ($\lambda = 760$ нм) і найкоротшим ($\lambda = 380$ нм) хвилям видимої частини спектру.

1118(н). До якого виду належать промені, енергія фотонів яких дорівнює: а) 4140 еВ; б) 2,07 еВ?

1119(1209). Визначити довжину хвилі променів, фотони яких мають таку саму енергію, що й електрон, який пролетів різницю потенціалів 4 В.



Мал. 117



Мал. 118

1120(1210). Визначити довжину хвилі й частоту випромінювання, маса фотонів якого дорівнює масі спокою електрона. Якого типу це випромінювання?

1121(н). Визначити імпульс фотона ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 100 нм.

1122(н). Який імпульс фотона, що має енергію 3 еВ?

1123(н). При якій швидкості електрони матимуть енергію, що дорівнює енергії фотонів ультрафіолетового світла з довжиною хвилі 200 нм?

1124(ПРГ). Визначити кінетичну енергію E та швидкість фотоелектрона під час опромінювання металу світлом з довжиною хвилі λ . Знайти червону межу фотоефекту λ_{max} для даного металу.

Метал	Літій	Платина	Цезій	Цинк	Вольфрам
$\lambda \cdot 10^{-9}, \text{ м}$	100	54	580	260	310

1125(1213). Джерело світла, потужність якого 100 Вт, випускає $5 \cdot 10^{20}$ фотонів за 1 с. Обчислити середню довжину хвилі випромінювання.

1126(1214). Натреноване око, тривалий час перебуваючи в темряві, може сприймати світло з довжиною хвилі 0,5 мкм, якщо воно має потужність $2,1 \cdot 10^{-17}$ Вт. Верхня межа потужності, що її око сприймає безболісно, становить $2 \cdot 10^{-5}$ Вт. Скільки фотонів потрапляє в кожному випадку на сітківку за 1 с?

1127(1215). Чим вищу напругу прикладати до рентгенівської трубки, тим «жорсткіші» (тобто з коротшими хвилями) промені вона випускає. Чому? Чи зміниться «жорсткість» випромінювання рентгенівської трубки, якщо, не змінюючи анодної напруги, змінити розжарювання нитки катода?

1128(1216). Під якою напругою працює рентгенівська трубка, якщо «найжорсткіші» промені в рентгенівському спектрі цієї трубки мають частоту 10^{19} Гц?

1129*(1217). Для визначення мінімальної довжини хвилі в рентгенівському спектрі користуються формулою $\lambda = \frac{1,24}{U}$ (де λ — мінімальна довжина хвилі, виражена в нанометрах, U — напруга на трубці в кіловольтах). Вивести цю формулу. Яка мінімальна довжина хвилі рентгенівського випромінювання, якщо анодна напруга трубки дорівнює 20 кВ?

1130*(1218). Рентгенівська трубка, що працює під напругою 50 кВ і при струмі 2 мА, випромінює $5 \cdot 10^{13}$ фотонів за секунду. Вважаючи, що середня довжина хвилі випромінювання становить 0,1 нм, визначити ККД трубки, тобто скільки процентів від потужності споживаного струму становить потужність рентгенівського випромінювання.

1131(н). На скільки змінюється довжина хвилі рентгенівських променів у випадку комптонівського розсіювання під кутом 60° ? ($\lambda_c = 2,4263 \cdot 10^{-12}$ м.)

1132(н). Визначити довжину хвилі рентгенівських променів ($\lambda = 20$ пм) після комптонівського розсіювання під кутом 90° .

1133(н). Під час опромінювання графіту рентгенівськими променями виявилось, що довжина хвилі випромінювання, розсіяного під кутом 45° , дорівнює 10,7 пм. Яку довжину хвилі мають падаючі промені?

1134(н). Довжина хвилі рентгенівських променів після комптонівського розсіювання збільшилася на 0,3 пм. Визначити кут розсіювання.

1135(н). Довжина хвилі рентгенівських променів після комптонівського розсіювання збільшилася з 2 до 2,4 пм. Знайти енергію електронів віддачі.

1136(н). Кут розсіювання рентгенівських променів з довжиною хвилі 5 пм дорівнює 30° , а електрони віддачі рухаються під кутом 60° до напрямку падаючих променів. Знайти: а) імпульс електронів віддачі; б) імпульс фотонів розсіяних променів.

1137(н). Рентгенівські промені з довжиною хвилі 20 пм розсіюються під кутом 90° . Знайти імпульс електронів віддачі.

1138(1232). Порівняти тиск світла, який воно чинить на ідеально білу та ідеально чорну поверхні за інших однакових умов.

1139(н). У науковій фантастиці описуються космічні яхти із сонячним вітрилом, які рухаються під дією тиску сонячних променів. Через який час яхта масою 1 т набула б швидкості 50 м/с, якщо площа вітрила 1000 м^2 , а середній тиск сонячних променів 10 мкПа? Який шлях пройшла б яхта за цей час? Початкову швидкість яхти відносно Сонця вважати рівною нулеві.

АТОМ І АТОМНЕ ЯДРО

50. Ядерна модель атома. Випускання й поглинання світла атомом. Лазер

1140(1235). У результаті опромінення атома водню електрони перейшли з першої стаціонарної орбіти на третю, а повертаючись у початковий стан, вони переходили спочатку з третьої орбіти на другу, а потім — з другої на першу. Порівняйте енергію квантів, що їх увібрали й випромінили атоми.

1141(н). Під час переходу атома водню з четвертого енергетичного стану в другий випромінюються фотони з енергією 2,55 еВ (зелена лінія водневого спектру). Визначити довжину хвилі цієї лінії спектру.

1142(1237). Внаслідок опромінення пари ртуті електронами енергія атома ртуті збільшилася на 4,9 еВ. Яка довжина хвилі випромінювання, що його випускають атоми під час переходу в незбуджений стан?

1143(н). Для іонізації атома азоту необхідна енергія 14,53 еВ. Визначити довжину хвилі випромінювання, яке спричинить іонізацію.

1144(1239). Для одноразової іонізації атома неону потрібна енергія 21,6 еВ, для дворазової — 41 еВ, а для триразової — 64 еВ. Який ступінь іонізації можна дістати, опромінюючи неон рентгенівським промінням, найменша довжина хвилі якого становить 25 нм?

1145(1240). У скільки разів змінюється енергія атома водню під час переходу електрона з першого енергетичного рівня на третій? під час переходу електрона з четвертого енергетичного рівня на другий?

1146(1241). У скільки разів довжина хвилі випромінювання атома водню під час переходу електрона з третього енергетичного рівня на другий більша від довжини хвилі, зумовленої переходом електрона з другого енергетичного рівня на перший?

1147(1243). У 1814 р. Й. Фраунгофер виявив чотири лінії поглинання водню у видимій частині спектру Сонця. Найбільша довжина хвилі в спектрі поглинання була 656 нм. Визначити три інші лінії.

1148(н). Формулу Бальмера звичайно записують у вигляді: $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$. Коефіцієнт R_H має назву сталої Рідберга для водню. Обчислити значення R_H

(з точністю до чотирьох значущих цифр), коли відомо, що під час переходу атома водню з четвертого енергетичного стану в другий випромінюється фотон, який відповідає зеленій лінії в спектрі водню з довжиною хвилі 486,13 нм. Одержаним результатом слід користуватися під час розв'язування наступних задач.

1149(н). Визначити найбільшу довжину хвилі в ультрафіолетовому спектрі водню.

1150(н). Світло якої довжини хвилі треба спрямувати на водень, щоб іонізувати атоми?

1151(н). Яку мінімальну швидкість повинні мати електрони, щоб ударом перевести атом водню з першого енергетичного стану в п'ятий?

1152(н). Скляний балон лампи денного світла покривають з внутрішнього боку люмінофором — речовиною, яка під час опромінювання фіолетовим та ультрафіолетовим світлом дає спектр, що наближається до сонячного. Пояснити причину явища.

1153(1196). Щоб виявити поверхневі дефекти (мікроскопічні тріщини, подряпини тощо) у виробках, на них наносять тонкий шар гасомасляного розчину спеціальної речовини, надлишки якої потім знімають. Пояснити причину видимого свічення розчину при освітленні ультрафіолетовим світлом.

1154(1244). Лазер, який працює в імпульсному режимі, споживає потужність 1 кВт. Тривалість одного імпульсу 5 мкс, а число імпульсів за 1 с дорівнює 200. Визначити випромінювану енергію і потужність одного імпульсу, якщо на випромінювання витрачається 0,1 % споживаної потужності.

1155(1245). Гелій-неоновий (He + Ne) газовий лазер, який працює в безперервному режимі, дає випромінювання монохроматичного світла з довжиною хвилі 630 нм, розвиваючи потужність 40 мВт. Скільки фотонів випромінює лазер за 1 с?

1156*(н). Рідинний лазер, який працює в імпульсному режимі, за один імпульс, що триває 1 мкс, випромінює 0,1 Дж променистої енергії. Розбіжність випромінювання ¹ 2 мрад. Визначити густину потоку випроміню-

¹ Розбіжність випромінювання — це плоский кут осевого перерізу конуса випромінювання.

вання на відстані 6 м від лазера і порівняти з густиною потоку випромінювання Сонця, який падає на Землю і дорівнює (без урахування вбирання атмосферою) $1,36 \text{ кВт/м}^2$.

51. Методи реєстрації заряджених частинок. Радіоактивність. Склад атомних ядер. Енергія зв'язку атомних ядер

1157(1248). На малюнку 119 зображено трек електрона в камері Вільсона, розташованій у магнітному полі. В якому напрямі рухався електрон, якщо лінії індукції поля напрямлені від нас?

1158(1249). З якою швидкістю електрон влітає в камеру Вільсона (див. мал. 119), коли радіус трека дорівнює 4 см, а індукція магнітного поля $8,5 \text{ мТл}$?

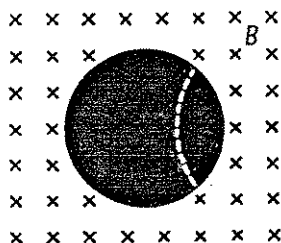
1159(1250). Чим пояснюється, що лічильник Гейгера реєструє виникнення іонізованих частинок і тоді, коли поблизу від нього немає радіоактивного препарату?

1160(1247). Як має бути напрямлена індукція магнітного поля, щоб дістати зображення на малюнку 120 відхилення частинок?

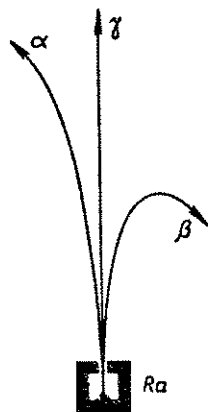
1161(1251). Чому радіоактивні препарати зберігають у товстостінних свинцевих контейнерах?

1162(1252). Які переваги має кобальтова гармата перед рентгенівською установкою, коли з допомогою їх виявляють внутрішні дефекти виробів?

1163(1253). Де більша довжина пробігу α -частинки: біля поверхні землі чи у верхніх шарах атмосфери?



Мал. 119



Мал. 120

1164(1254). Альфа-частинка, вилетівши з ядра радію з швидкістю 15 Мм/с і пролетівши в повітрі 3,3 см, зупинилася. Визначити кінетичну енергію частинки, час гальмування і прискорення.

1165(1255). У результаті якого радіоактивного розпаду плутоній $^{239}_{94}\text{Pu}$ перетворюється в уран $^{235}_{92}\text{U}$?

1166(1256). У результаті якого радіоактивного розпаду натрій $^{22}_{11}\text{Na}$ перетворюється в магній $^{22}_{12}\text{Mg}$?

1167(1257). Написати реакції α -розпаду урану $^{238}_{92}\text{U}$ і β -розпаду свинцю $^{209}_{82}\text{Pb}$.

1168(1258). Написати реакцію α -розпаду радію ($^{226}_{88}\text{Ra}$). Порівняти імпульси і кінетичні енергії утворених ядер, вважаючи, що до розпаду ядро радію було в спокої.

1169(1259). Яка частка радіоактивних ядер деякого елемента розпадається за час, що дорівнює половині періоду піврозпаду?

1170(1261). Активність радіоактивного елемента зменшилася в 4 рази за 8 днів. Визначити період піврозпаду.

1171(ПРГ). Скільки відсотків ядер радіоактивного елемента залишиться через час t , якщо період його напіврозпаду становить T ?

№	Елемент	t , діб	T , діб
1	Олово (^{113}Sn)	115	115
2	Олово (^{113}Sn)	365	115
3	Йод (^{131}I)	7	8
4	Йод (^{131}I)	30	8
5	Йод (^{131}I)	100	8
6	Залізо (^{59}Fe)	14	45,6

1172(1264). Який склад натрію $^{23}_{13}\text{Na}$, фтору $^{19}_{9}\text{F}$, срібла $^{107}_{47}\text{Ag}$, кюрію $^{247}_{96}\text{Cm}$, менделєвію $^{257}_{101}\text{Md}$?

1173(1265). Який склад мають ізотопи неону $^{20}_{10}\text{Ne}$, $^{21}_{10}\text{Ne}$ та $^{22}_{10}\text{Ne}$?

1174(1267). Чи змінюються масове число, маса та порядковий номер елемента при випусканні ядром γ -кванта?

1175(1268). Як змінюються масове число та номер елемента при викиданні з ядра протона? нейтрона?

1176¹(ПРГ). Знайти енергію зв'язку ядра $E_{\text{зв}}$ і питому енергію зв'язку $\frac{E_{\text{зв}}}{A}$ для: 1) ${}^2_1\text{H}$; 2) ${}^6_3\text{Li}$; 3) ${}^7_3\text{Li}$; 4) ${}^{12}_6\text{C}$; 5) ${}^{16}_8\text{O}$; 6) ${}^{27}_{13}\text{Al}$.

1177(1282). Яка мінімальна енергія потрібна для розщеплення ядра азоту ${}^{14}_7\text{N}$ на протони та нейтрони?

52. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерних реакцій. Біологічна дія радіоактивного випромінювання. Елементарні частинки.

Взаємні перетворення частинок і квантів електромагнітного випромінювання

1178(1269). Написати рівняння ядерної реакції, яка відбувається під час бомбардування алюмінію ${}^{27}_{13}\text{Al}$ α -частинками і супроводиться вибиванням протона.

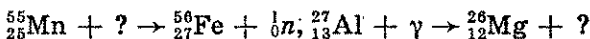
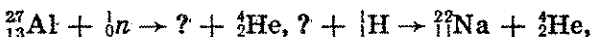
1179(1270). Написати рівняння ядерної реакції, яка відбувається під час бомбардування бору ${}^{11}_5\text{B}$ α -частинками і супроводиться вибиванням нейтронів.

1180(1271). Під час бомбардування ядер ізотопу бору ${}^{10}_5\text{B}$ нейтронами з утвореного ядра викидається α -частинка. Написати рівняння реакції.

1181(1272). Елемент менделевій було одержано в результаті опромінювання ейнштейнію ${}^{263}_{99}\text{Es}$ α -частинками з виділенням нейтрона. Написати реакцію.

1182(1273). Елемент курчатовій одержали, опромінюючи плутоній ${}^{242}_{94}\text{Pu}$ ядрами неону ${}^{22}_{10}\text{Ne}$. Написати реакцію, коли відомо, що в результаті утворюється ще чотири нейтрони.

1183(1274). Написати позначення, яких бракує в рівняннях ядерної реакції:



¹ Оскільки в табл. 13 наведено маси атомів (а не ядер), під час обчислень замість маси протона (m_p) слід брати масу атома водню ${}^1_1\text{H} = 1,00783 \text{ а.о.м.}$

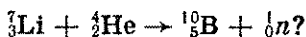
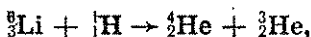
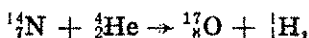
1184(1275). Під час опромінювання ізотопу міді $^{63}_{29}\text{Cu}$ протонами реакція може проходити кількома шляхами: з виділенням одного нейтрона; з виділенням двох нейтронів; з виділенням протона й нейтрона. Ядра яких елементів утворюються в кожному випадку?

1185(1276). Радіоактивний марганець $^{54}_{25}\text{Mn}$ дістають двома способами. Перший спосіб полягає в опромінюванні ізотопу заліза $^{56}_{26}\text{Fe}$ дейтронами, другий — в опромінюванні ізотопу заліза $^{54}_{26}\text{Fe}$ нейтронами. Написати ядерні реакції.

1186(1277). Під час бомбардування ядер азоту $^{14}_7\text{N}$ нейтронами з утвореного ядра викидається протон. Написати реакцію. Здобуте ядро ізотопу вуглецю виявилось β -радіоактивним. Написати рівняння реакції, що відбувається при цьому.

1187(1278). Під час бомбардування ядер заліза ($^{58}_{26}\text{Fe}$) нейтронами утворюється β -радіоактивний ізотоп марганцю з атомною масою 56. Написати рівняння реакції одержання штучно радіоактивного марганцю та реакції β -розпаду його.

1188(1283). Виділяється чи поглинається енергія під час ядерних реакцій:

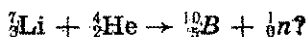


1189(1284). Яка енергія виділяється під час ядерної реакції



1190(1285). Ядро ^7_3Li , захопивши протон, розпадається на дві α -частинки. Визначити суму кінетичних енергій цих частинок. Кінетичною енергією протона знехтувати.

1191(1286). Яку мінімальну енергію повинна мати α -частинка, щоб відбулася ядерна реакція



1192(1287). Під час опромінювання ізотопу азоту $^{15}_7\text{N}$ протонами утворюються вуглець і α -частинка. Визначити корисний енергетичний вихід ядерної реакції, якщо для її здійснення енергія протона має становити 1,2 МеВ.

1193(1288). Через велику енергію зв'язку, яка припадає на нуклон ядра гелію, можливі екзоенергетичні реакції поділу легких ядер. Визначити, яка енергія виділяється під час бомбардування бору $^{11}_5\text{B}$ протонами з утворених трьох α -частинок.

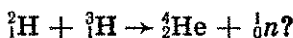
1194(1295). Під час поділу ізотопу урану $^{235}_{92}\text{U}$ вивільняється енергія 200 МеВ, причому 84 % цієї енергії набувають уламки поділу. Вважаючи, що цими уламками є ядра барію $^{137}_{56}\text{Ba}$ і криптону $^{84}_{36}\text{Kr}$ та що імпульси їх за модулем однакові, визначити енергію уламків.

1195(1296). Для уповільнення швидких нейтронів можна використати, наприклад, важку воду або вуглець. У якому з цих уповільнювачів нейтрон зазнає більшої кількості зіткнень, доки його швидкість не знизиться до теплової.

1196(1297). Внаслідок поділу одного ядра $^{235}_{92}\text{U}$ на два осколки виділяється близько 200 МеВ енергії. Яка кількість енергії вивільняється під час «спалювання» в ядерному реакторі 1 г цього ізотопу? Яку кількість кам'яного вугілля треба спалити, щоб дістати таку саму кількість енергії?

1197(1298). Яка електрична потужність атомної електростанції, що витрачає за добу 220 г ізотопу $^{235}_{92}\text{U}$ і має ККД 25 %?

1198(1289). Яка енергія виділяється під час термо-ядерної реакції



1199(н). Товщина n шару перекриття, яке послаблює дане іонізуюче випромінювання в 2 рази, має назву товщини шару половинного послаблення. Довести, що шар завтовшки $H = nh$ послаблює випромінювання в 2^n раз.

1200(н). Найкраще за все нейтронне випромінювання послаблює вода (у 4 рази краще, ніж бетон, і в 3,— ніж свинець). Товщина шару половинного послаблення

нейтронного випромінювання для води дорівнює 3 см. У скільки разів послабить нейтронне випромінювання шар води завтовшки 30 см?

1201(н). Гамма-випромінювання найкраще за все вбирає свинець (в 1,5 раза краще, ніж стальна броня, і в 22 рази — ніж вода). Товщина шару половинного послаблення γ -випромінювання для свинцю дорівнює 2 см. Шар свинцю якої товщини потрібний, щоб послабити γ -випромінювання в 128 раз.

1202(н). Середня увібрана доза випромінювання співробітником, який працює з рентгенівською установкою, дорівнює 7 мкГр за 1 год. Чи небезпечна робота співробітника протягом 200 днів на рік по 6 год щодня, якщо гранично допустима доза опромінення становить 50 мГр на рік?

1203(1299). Під час опромінювання вуглецю $^{12}_6\text{C}$ протонами утворюється ізотоп вуглецю $^{13}_6\text{C}$. Яка при цьому викидається частинка?

1204(1300). У результаті термоядерної реакції сполучення двох протонів утворюються дейтрон і нейтрино. Яка ще з'являється частинка?

1205(1302). Під час бомбардування ізотопу бору $^{10}_5\text{B}$ α -частинками утворюється ізотоп азоту $^{13}_7\text{N}$. Яка частинка при цьому викидається? Ізотоп азоту $^{13}_7\text{N}$ є радіоактивним, що дає позитронний розпад. Написати реакцію.

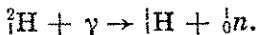
1206*(1291). В установках для γ -опромінювання у сільському господарстві використовують β -радіоактивний ізотоп цезію $^{137}_{55}\text{Cs}$. Написати реакцію β -розпаду. Визначити максимальну частоту γ -випромінювання, якщо найбільша енергія γ -квантів дорівнює 0,66 МеВ. Обчислити релятивістську швидкість β -частинок, якщо вони мають енергію 1,18 МеВ.

1207(1292). Визначити частоту γ -випромінювання, яке утворюється під час термоядерної реакції:



якщо α -частинка набуває енергії 19,7 МеВ.

1208(1293). Визначити найменшу енергію γ -кванта, потрібну для проведення реакції:



1209(1294). Поглинаючи фотон γ -випромінювання ($\lambda = 4,7 \cdot 10^{-13}$ м), дейтрон розпадається на протон і нейтрон. Обчислити сумарну кінетичну енергію частинок, які утворилися при цьому.

1210(1304). Під час анігіляції електрона і позитрона утворилося два однакових γ -кванти. Знайти довжину хвилі, нехтуючи кінетичною енергією частинок до реакції.

1211(1305). Елементарна частинка пі-нуль-мезон (π^0) розпадається на два γ -кванти. Визначити частоту γ -випромінювання, якщо маса спокою цієї частинки дорівнює 264,3 маси електрона.

1. Густина речовин

Тверді тіла, $\times 10^3$ кг/м ³			
Алюміній	2,7	Олово	7,3
Лід	0,9	Свинець	11,3
Германій	5,4	Срібло	10,5
Кремній	2,4	Сталь	7,8
Мідь	8,9	Хром	7,2
Ніхром	8,4		
Рідини, $\times 10^3$ кг/м ³			
Бензин	0,70	Нафта	0,80
Вода	1,0	Ртуть	13,6
Гас	0,80	Спирт	0,79
Гази, кг/м ³ (за нормальних умов)			
Азот	1,25	Кисень	1,43
Водень	0,09	Повітря	1,29

2. Теплові властивості речовини

Тверді тіла

Речовина	Питома теплоємність, кДж/(кг \times К)	Температура плавлення, °С	Питома теплота плавлення, кДж/кг
Алюміній	0,88	660	380
Лід	2,1	0	330
Мідь	0,38	1083	180
Олово	0,23	232	59
Свинець	0,13	327	25
Срібло	0,23	960	87
Сталь	0,46	1400	82

Рідни

Речовина	Питома теплоємність, кДж/(кг × К)	Температура кипіння, ¹ °С	Питома теплота пароутворення ¹ , МДж/кг
Вода	4,2	100	2,3
Ртуть	0,12	357	0,29
Спирт	2,4	78	0,85

¹ Під нормальним тиском.

Гази

Речовина	Питома теплоємність ¹ , кДж/(кг · К)	Температура конденсації ¹ , °С
Азот	1,0	—196
Водень	14	—253
Кисень	0,92	—183
Повітря	1,0	—

¹ Під сталим тиском.

3. Коефіцієнт поверхневого натягу рідин, мН/м (при 20 °С)

Вода	73	Молоко	46
Гас	24	Нафта	30
Бензин	21	Ртуть	510
Мильний розчин	40	Спирт	22

4. Питома теплота згорання палива, МДж/кг

Бензин	46	Паливо для реактивних літаків ТС-1	43
Гас	46	Порох	3,8
Дерево	10	Спирт	29
Дизельне паливо	42	Умовне паливо	29
Кам'яне вугілля	29		

5. Залежність тиску p та густини ρ насиченої водяної пари від температури t

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
-5	0,40	3,2	10	1,23	9,4
0	0,61	4,8	11	1,33	10,0
1	0,65	5,2	12	1,40	10,7
2	0,71	5,6	13	1,49	11,4
3	0,76	6,0	14	1,60	12,1
4	0,81	6,4	15	1,71	12,8
5	0,88	6,8	16	1,81	13,6
6	0,93	7,3	17	1,93	14,5
7	1,0	7,8	18	2,07	15,4
8	1,06	8,3	19	2,20	16,3
9	1,14	8,8	20	2,33	17,3

6. Психрометрична таблиця

Покази сухого термо- метра, $^\circ\text{C}$	Різниця показів сухого і вологого термометрів, $^\circ\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Відносна вологість, %										
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

7. Границя міцності на розтяг $\sigma_{\text{мц}}$ і модуль пружності E

Речовина	$\sigma_{\text{мц}}$, МПа	E , ГПа
Алюміній	100	70
Латунь	50	100
Свинець	15	15
Срібло	140	80
Сталь	500	200

8. Діелектричні проникності речовин

Вінілпласт	3,5	Парафіновий папір	2,2
Вода	81	Слюда	6
Газ	2,1	Скло	7
Масло	2,5	Текстоліт	7
Парафін	2		

9. Питомий опір ρ (при 20 °С) і температурний коефіцієнт опору α металів та сплавів

Речовина	$\rho, \times 10^{-3}$ Ом · м, або $\times 10^{-2}$ Ом · мм ² /м	α, K^{-1}	Речовина	$\rho, \times 10^{-3}$ Ом · м, або $\times 10^{-2}$ Ом · мм ² /м	α, K^{-1}
Алюміній	2,8	0,0042	Ніхром	110	0,0001
Вольфрам	5,5	0,0048	Свинець	21	0,0037
Латунь	7,1	0,001	Срібло	1,6	0,004
Мідь	1,7	0,0043	Сталь	12	0,006
Нікелін	42	0,0001			

10. Електрохімічні еквіваленти, мг/Кл або $\times 10^{-6}$ кг/Кл

Алюміній (Al^{3+})	0,093	Олово (Sn^{2+})	0,62
Водень (H^+)	0,0104	Срібло (Ag^+)	1,12
Кисень (O^{2-})	0,083	Хром (Cr^{3+})	0,18
Мідь (Cu^{2+})	0,33	Цинк (Zn^{2+})	0,34
Нікель (Ni^{2+})	0,30		

11. Робота виходу електронів

Речовина	еВ	аДж	Речовина	еВ	аДж
Вольфрам	4,5	0,72	Платина	5,3	0,85
Калій	2,2	0,355	Срібло	4,3	0,69
Літій	2,4	0,38	Цезій	1,8	0,29
Оксид барію	1,0	0,16	Цинк	4,2	0,67

12. Показник заломлення (середній для видимого проміння)

Алмаз	2,4	Сіркоуглець	1,63
Вода	1,3	Скло	1,6
Повітря	1,00029	Спирт етиловий	1,36

13. Відносна атомна маса деяких ізотопів, а. о. м.

Ізотоп	Маса нейтрального атома ¹	Ізотоп	Маса нейтрального атома ¹
¹ Н (Водень)	1,00783	¹⁰ ₅ В (Бор)	10,01294
² Н (Дейтерій)	2,01410	¹¹ ₅ В (Бор)	11,00931
³ Н (Тритій)	3,01605	¹² ₆ С (Вуглець)	12,00000
³ He (Гелій)	3,01602	¹⁴ ₇ N (Азот)	14,00307
⁴ He (Гелій)	4,00260	¹⁵ ₇ N (Азот)	15,00011
⁶ ₃ Li (Літій)	6,01513	¹⁶ ₈ O (Кисень)	15,99491
⁷ ₃ Li (Літій)	7,01601	¹⁷ ₈ O (Кисень)	16,99913
⁹ ₄ Be (Берилій)	8,00531	²⁷ ₁₃ Al (Алюміній)	26,98146

¹ Щоб знайти масу ядра, треба від маси атома відняти сумарну масу електронів.

14. Відомості про Сонце, Землю і Місяць

Радіус Сонця, м	$6,96 \cdot 10^8$
Маса Сонця, кг	$1,99 \cdot 10^{30}$
Середній радіус Землі, м	$6,371 \cdot 10^6$
Маса Землі, кг	$5,976 \cdot 10^{24}$

Час повного обертання Землі навколо своєї осі	23 год 56 хв 4,09 с
Прискорення вільного падіння (на широті Парижа, на рівні моря), м/с ²	9,80665
Нормальний атмосферний тиск, Па	101325
Молярна маса повітря, кг/моль	0,029
Середня відстань від Землі до Сонця, м	$1,496 \cdot 10^{11}$
Радіус Місяця, м	$1,737 \cdot 10^6$
Маса Місяця, кг	$7,35 \cdot 10^{22}$
Період обертання Місяця навколо Землі	27 дів 7 год 43 хв
Прискорення вільного падіння на поверхні Місяця, м/с ²	1,623
Середня відстань від Місяця до Землі, м	$3,844 \cdot 10^8$

15. Приставки і множники для утворення десяткових і частинних одиниць

Кратні			Частинні		
Приставка	Позначення	Множник	Приставка	Позначення	Множник
екса	Е	10^{18}	атто	а	10^{-18}
пета	П	10^{15}	фемто	ф	10^{-15}
тера	Т	10^{12}	піко	п	10^{-12}
гіга	Г	10^9	нано	н	10^{-9}
мега	М	10^6	мікро	мк	10^{-6}
кіло	к	10^3	мілі	м	10^{-3}
гекто	г	10^2	санти	с	10^{-2}
дека	да	10^1	деци	д	10^{-1}

16. Таблиці значень синусів і тангенсів для кутів 0—90°

Гра- ду- си	Синуси	Танген- си	Гра- ду- си	Синуси	Танген- си	Гра- ду- си	Синуси	Танген- си
0	0,0000	0,0000	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
1	0,0175	0,0175	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
2	0,0349	0,0349	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
3	0,0523	0,0524	34	0,5592	0,6745	64	0,8988	2,050
4	0,0698	0,0699	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
5	0,0872	0,0875	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
6	0,1045	0,1051	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
7	0,1219	0,1228	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,475
8	0,1392	0,1405	39	0,6293	0,8098	69	0,9336	2,605
9	0,1564	0,1584	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
10	0,1736	0,1763	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
11	0,1908	0,1944	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
12	0,2079	0,2126	43	0,6820	0,9325	73	0,9563	3,271
13	0,2250	0,2309	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,487
14	0,2419	0,2493	45	0,7071	1,0000	75	0,9659	3,732
15	0,2588	0,2679	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
16	0,2756	0,2867	47	0,7314	1,072	77	0,9744	4,331
17	0,2924	0,3057	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
18	0,3090	0,3249	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
19	0,3256	0,3443	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
20	0,3420	0,3640	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
21	0,3584	0,3839	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
22	0,3746	0,4040	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,114
23	0,3907	0,4245	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
24	0,4067	0,4452	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
25	0,4226	0,4663	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
26	0,4384	0,4877	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
27	0,4510	0,5095	58	0,8480	1,600	88	0,9994	28,64
28	0,4695	0,5317	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,29
29	0,4818	0,5543	60	0,8660	1,732	90	1,0000	∞
30	0,5000	0,5574						

ВІДПОВІДІ

3. а), б), д) Можна; г), в) не можна.

4. У випадках б) і в).

5. а) Можна; б) не можна.

6. Можна, тому що нас цікавить рух потяга в цілому.

7. $O(0,0)$; $B(0,60 \text{ м})$; $C(80 \text{ м}, 60 \text{ м})$; $D(80 \text{ м}, 0)$; $E(20 \text{ м}, 40 \text{ м})$; $K(-5 \text{ м}, 20 \text{ м})$; $L(-10 \text{ м}, -10 \text{ м})$; $M(30 \text{ м}, -5 \text{ м})$.

9. У гелікоптера шлях і переміщення однакові; в автомобіля шлях більший за переміщення. Автомобіль пройшов більший шлях, ніж гелікоптер; переміщення в автомобіля і гелікоптера однакові.

10. Шлях; переміщення.

11. 4 м, 2 м.

12. У $\frac{\pi}{2}$ разів; у $\frac{\pi}{2}$ разів.

13. $s_{1x} = 4 \text{ м}$, $s_{1y} = 0$; $s_{2x} = 4 \text{ м}$, $s_{2y} = 2 \text{ м}$, $s_{3x} = -4 \text{ м}$; $s_{3y} = 0$; $s_{4x} = 3 \text{ м}$, $s_{4y} = -4 \text{ м}$; $s_{5x} = 0$, $s_{5y} = 3 \text{ м}$.

14. $A(20 \text{ м}, 20 \text{ м})$; $B(60 \text{ м}, -10 \text{ м})$; $40 \text{ м}, -30 \text{ м}$; 50 м .

15. $A(2 \text{ м}, 2 \text{ м})$; $D(6 \text{ м}, 2 \text{ м})$; 20 м ; 4 м ; $4 \text{ м}, 0$.

16. 5 м; 4 м, -3 м.

17. 70 км; 50 км.

18. 2,8 км; 30° на північ.

19. 620 м; 20° на північ.

20. $x_1 = 500 + 20t$; $x_2 = 200 - 15t$;

$x_3 = -300 - 10t$; а) 600 м;

б) 50 м, 150 м; в) 30 с;

г) -25 с; д) у точці з координатою $x = 500 \text{ м}$.

21. 12 м/с, праворуч; 1,5 м/с, ліворуч; 20 с, -30 м.

22. $x_{01} = 5 \text{ м}$, $x_{0II} = 5 \text{ м}$, $x_{0III} = -10 \text{ м}$;

$v_{1x} = 0$, $v_{IIx} = -1 \text{ м/с}$,

$v_{IIIx} = 0,5 \text{ м/с}$; $x_I = 5$, $x_{II} = 5 - t$,

$x_{III} = -10 + 0,5t$; 10 с; -5 м.

23. 10 с; 50 м.

24. $x_I = 20 + 2t$; $x_{II} = -20 + 4t$.

25. $x_I = 200 + 10t$; $x_2 = 20t$; 20 с, 400 м.

26.

№	t, с	x, м	x', м
1	20	200	100
2	37,6	700	0
3	0	0	810
4	47,2	-849	-526
5	-37	-629	825

$$1) t = \frac{s}{v_{1x} - v_{2x}};$$

$$2) x = \frac{v_{1x}s}{v_{1x} - v_{2x}};$$

$$3) x' = s + \frac{v_{2x}x'}{v_{1x}}.$$

27.

№	t, с	x, м
1	42	200
2	7,3	17,8
3	11,3	12,5
4	53,7	263
5	-5,7	0

$$t = \frac{x_{02} - x_{01}}{v_{1x} - v_{2x}};$$

$$x = \frac{x_{02}v_{1x} - x_{01}v_{2x}}{v_{1x} - v_{2x}}$$

28. а) Точка; б) коло; в) циклоїда (мал. 121).

29. Може, якщо відносно ескалатора буде рухатися зі швидкістю, яка дорівнює за модулем швидкості ескалатора, але спрямована у протилежний бік.

30. Латаття пливе за течією, тому її швидкість дорівнює швидкості течії води. Швидкість же жаби дорівнює сумі її швидкості в стоячій воді й швидкості течії води. Тому жаба наздожене латаття через такий час, як якби плила до нього у стоячій воді.

31. Може, якщо буде рухатися за вітром із швидкістю 108 км/год.

32. а) 14 м/с; б) 6 м/с.

33. 10 м/с, 0; 5 м/с, -5 м/с.

34. 20 с.

35. 490 м.

36. У $\frac{n+1}{n-1}$ разів; 3; 1,2.

37. 45 с.

38. 450 м.

39. 2 хв; 240 м.

40. 1) 4; 2) 2,01; 3) 2,15; 4) 675;

5) 634 с.

$$\Delta t = \frac{2v_1^2 s}{v_2(v_2^2 - v_1^2)}$$

41. 13 см/хв.

42. 22 м/с; 27° на схід від меридіана.

43. 200 м.

44. 0,5 см/хв.

45.

№	$\alpha, ^\circ$	$v, \text{ м/с}$	$t, \text{ с}$
1	19,5	5,66	38,9
2	72,6	0,656	131
3	27	3,72	6,98
4	7,72	12,1	39,3
5	0	4,7	8



Мал. 121

$$1. \alpha = \arcsin - \frac{v_2}{v_1};$$

$$2. v = v_1 \cos \alpha;$$

$$3. t = \frac{s}{v}.$$

46. 19,3 м/с; 21,5° на схід від меридіана.

47. а) 1,4 м/с; 3,4 м/с; 2,6 м/с;

б) 1. (-1,4 м/с, 0);

2. (-3,4 м/с, 0);

3. (-2,4 м/с, 1 м/с).

$$48. v_{\text{ср}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = 12 \text{ м/с.}$$

49. 1 м/с; 2,3 м/с.

50. 0,05 с.

51. 50 с.

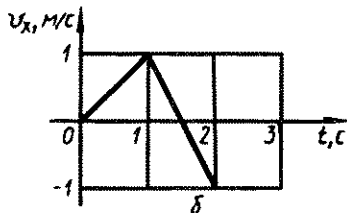
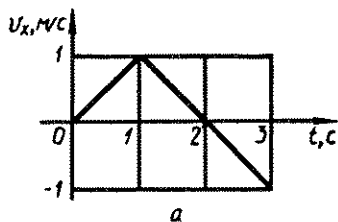
52. 10 м/с.

53. 20 с.

54. 4 м/с.

55. $v_x = 20 - 0,25t$.

56. 1 м/с; 2,5 м/с; 4 м/с; 0,5 м/с²; $v_x = 1 + 0,5t$.



Мал. 122

57. $v_{lx} = 1,25t$; $v_{lx} = 5 + 5t$;

$v_{lx} = 20 - 4t$.

58. $v = 30 - 10t$; 10 м/с; 0 ,
 -10 м/с.

59. Див. мал. 122.

60. $2 : 1$; $2 : 1$.

61. 90 см.

62. $s_1 : s_2 : s_3 : s_4 = 1 : 4 : 9 :$
 16 ; 5 м/с²; 1 м/с; 2 м/с;
 3 м/с; 4 м/с.

63. 10 с.

64. 9 с.

65.

№	v , м/с	s , м
1	2,29	4,24
2	7,61	35,8
3	8,35	36,3
4	715	0,414
5	23,7	226
6	85,8	2230

66. 100 м/с²; 1 км/с.

67. 715 м/с.

68. У $1,41$ раза.

69. 50 м.

70. Прискорення під час розбігу
у $1,24$ раза менше, а час у
 $1,46$ раза більший.

71. $s_2 = s_1 \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 = 54$ м.

72.

№	a , м/с ²	v_0 , м/с
1	170	8,85
2	0,5	7
3	0,418	16,3
4	18,8	16
5	4,97	21,4

73. а) У 3 рази; б) в $\sqrt{3}$ раза.

74. $x = 3t^2$; 300 м.

75. $v = 0,8t$; $6,4$ м.

76. Прискорений; -5 м; 5 м.

77.

№	v , м/с	a , м/с ²
1	14	0,4
2	10	0
3	3,33	-0,37
4	0	-0,42
5	8,3	0,29

$$v = \frac{2s}{t} - v_0; \quad a = \frac{v - v_0}{t}$$

78. 2 м/с; 8 м/с.

79. $0,2$ $0,2$ м/с²; 15 м/с.

80. 1. 0 , 0 , $-0,8$ м/с², ліворуч,
рівноприскорений; 2. 400 м,
 $-0,6$ м/с, 0 , ліворуч, рівно-
мірний; 3. -300 м, 0 , 0 , спокій.

81. 1. $v_{1x} = 10 + 0,8t$, прискорений;

2. $v_{2x} = 2 - 2t$, сповільнений,
через 1 с прискорений;

3. $v_{3x} = -4 + 4t$, сповільнений,
через 1 с прискорений;

4. $v_{4x} = -1 - 12t$, прискорений.

82. $x_I = 0,625t^2$, $x_{II} = 5t + 2,5t^2$,
 $x_{III} = 20t - 2t^2$.

83.

1) $t_1 = \frac{s_1 t}{s_1 s_2}$;

2) $t_2 = \frac{s_2 t}{s_1 + s_2}$;

3) $v = \frac{2(s_1 + s_2)}{t}$;

4) $a_1 = \frac{v(s_1 + s_2)}{s_1 t}$;

5) $a_2 = \frac{v(s_1 + s_2)}{s_2 t}$;

№	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$v, \text{м/с}$	$a_1, \text{м/с}^2$	$a_2, \text{м/с}^2$
1	5	10	8	1,6	0,8
2	2,8	6,2	10	3,57	1,61
3	5,41	15,6	12,6	2,32	0,806
4	24,4	14,6	9,02	0,37	0,62

84. 2,6 м/с.

85. $v = \frac{2v_{\text{сп}} t}{2t - t_1} = 80 \text{ км/год.}$

86. а) 10 с; 40 м; б) 45 м;
в) 120 м.

87. $x_1 = 6,9 + 0,1 t^2$; $x_2 = 2t + 0,2t$; 3 с; 7,8 м.

88. 3 с, 5 с; 24 м, 40 м.

89. 2 с; 0,04 с; 7,1 мс;
625 мкс.

90. $4,2 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$.

91. Так; ні.

92. 45 000.

93. 3,14 м/с.

94. Частота обертання передніх коліс удвічі більша.

95. 0,61 с⁻¹, 1,65 с; 0,22 с⁻¹, 4,68 с.

96. Зі швидкістю більшою, ніж 834 км/год; зі сходу на захід; можливо.

97. 7,8 км/с.

98. Зменшується удвічі.

99. 1 : 20.

100. 60 об/хв.

101. 15 м/с.

102.

$$v = \frac{\pi d n z_1}{z_2} = 5,9 \text{ м/с}; 5 \text{ м/с.}$$

103. 0,5 м/с².

104. 25,3 доб; 5,7 мм/с².

105. 41 м/с; 5,6 км/с².

106. 20 м/с.

107. 360 м/с².

108. 1 км/с².

109. а) 1 : 2; б) 2 : 1.

110. 1 : 5, 1 : 200.

111. $\frac{s}{\pi dt}$; $\frac{2s^2}{dt^2}$.

112. а) Тяжіння до Землі і виштовхуюча дія води;
б) тяжіння до Землі компенсується пружкістю ґрунту і виштовхуючою дією води.

113. Тяжіння до Землі компенсується виштовхуючою дією повітря і його опором.

114. Тяжіння Землі і натяг нитки компенсуються виштовхуючою дією повітря. Тяжіння Землі не компенсує виштовхуючу дію повітря.

115. Ні, тому що тертя об шосе й опір повітря нічим не компенсуються.

116. Під час поштовху – прискорено, тому що дія тепловоза перевищує тертя. Після поштовху – сповільнено.

117. б), д).

118. Буде у випадках а), г), д).

119. а) Рівномірно; б) уповільнено; в) прискорено; г) повертає.

120. 2 : 1.

121. 20 т.

122. Прискорення другої кулі у 8 разів більше; не залежить.

123. Прискорення сталевий у 1,4 раза більше.

124. Однакові.

125. 2 м/с.

126. 15 т.

131. а) Рівномірно, прямолінійно; б) прямолінійно, при-

- скорено; в) і г) криволінійно.
132. Коли сума сили тяжіння й сили опору дорівнюватиме за модулем силі, що виштовхує.
133. Не може 2Н і 30Н.
134. Може, якщо кути між сусідніми силами дорівнюватимуть 120° .
135. 400 Н.
136. 500 Н.
137. 13 кН; 23° до горизонту.
138. 20 Н.
139. 2 м/с^2 .
140. 150 Н.
141. $0,8 \text{ м/с}^2$.
142. 2т.
- 143.

- друга прикладена до берега.
155. Сила, яка діє на голову вгору, дорівнює силі, яка діє вниз у плечі.
156. Не порушиться в обох випадках.
157. Верхній 2 Н; нижній 10 Н.
158. 40 г.
159. 1 кН/м; 60 Н.
160. 100 Н.
161. 4 мм.
162. $33,5 \text{ кН/м}$; 26 кН/м .
163. $0,5 \text{ кН/м}$.
164. Жорсткість сталевого удвічі більша.
165. 10 Н/м.
166. $2k$.

<i>a</i>	$0,25 \text{ м/с}^2$	2 м/с^2				
<i>m</i>					200 кг	20 т
<i>F</i>			80 Н	20 Н		

144. $1,5 \text{ м/с}^2$.
145. Легкого удвічі більше.
146. 250 Н.
147. 68 м/с .
148. $\frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2} = 0,08 \text{ м/с}^2$.
149. 200 г.
150. 4 Н; 0; -2 Н.
151. Так; якщо прикріпити другу півкулю до нерухомого предмета, то знадобиться вісім коней.
152. Однакові.
153. Якщо випустить, то положення космонавта відносно корабля не зміниться; якщо кине, то космонавт почне рухатися.
154. У першому випадку на борт і дно човна діють рівні за модулем і протилежні за напрямком сили. У другому - тільки одна сила, тому що

$$167. k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}.$$

168. 1 см.
169. 1 мкН.
170. Порядку 1 Н.
171. $2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$.
172. У 4 рази; у 36 разів.
173. На відстані 9 земних радіусів.
174. У точці, яка знаходиться на віддаленні 6 земних радіусів від центру Місяця.
175. $F_2 = 0,75F_1$.
176. $4,4 \text{ м/с}^2$.
177. $3,27 \cdot 10^{23} \text{ кг}$.
178. $3,8 \text{ м/с}^2$.
179. 13 см/с^2 ; 330 км/с^2 .
180. $8,8 \text{ м/с}^2$.
181. 7,35 кН; 1,22 кН.
182. На 80мН.
183. На 3,6кН.
184. 2,4 кН;

185. ± 37 Н.

186. $a_1 = g; a = \frac{g}{2}$.

187. 700 Н.

188. 600 Н; 300 Н.

189. 1,7.

190. 5.

191. 6.

192. Перевантаження під час відштовхування і торкання Землі; невагомість під час польоту.

193. г).

194. 9,5%.

195. Покласти тіла на шальки терезів і надати їм прискорення. Тіла по черзі підвішувати до динамометра і надавати однакові прискорення.

196. Можна.

197. На Місяці немає атмосфери.

198. 20 м/с.

200. 10 м/с².

201. $v_1 : v_2 = 2; h_1 : h_2 = 4$.

202. 3,4 с; 33,6 м/с.

203. 0,4 с; 25 м/с².

204. 35 м.

205. 4 с.

206. Чисельно дорівнює $\frac{g}{2}(2n-1)$.

214. 4620 м; 740 м/с; значно зменшуються через опір повітря.

215. 40 м; 2 с; 4 с.

216. 1) 3,44; 2) 4,92; 3) 5,89; 4) 6,61; 5) 9,34 м.

$$h = \frac{2(\pi r v)^2}{g}$$

217. $y = 20t - 5t^2$; а) 1 с і 3 с; б) 2 с; в) не буде.

218. а) $y = 20t - 5t^2$; б) $y = 25 + 20t - 5t^2$; 5 с.

$$219. t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; v_0 = s \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

220. 0,7 м.

221. 2 с; 3 м/с.

222. Час не зміниться; дальність збільшиться вдвічі.

223. Збільшити в $\sqrt{2}$ раз.

224. $s = 2\sqrt{Hh} = 1,6$ м.

225. 11,7 м/с; 59° до горизонту.

$$226. h = \frac{2v^2}{g} = 20\text{ м.}$$

227. $x = 10t; y = 20 - 5t^2; y = 20 - 0,05x^2$; а) 2 с; б) 20 м.

228. 180 м.

229. 3,1 с; 12 м; 40 м.

230.

№	1	2	3	4	5	6
H, м	31,8	35,2	28,5	12,7	19,1	51,0
t, с	4,52	4,82	4,21	1,61	3,95	6,02
s, м	87,6	84,8	88,3	44,1	76,5	0
v, м/с	31,6	31,6	31,6	31,6	27,4	31,6

207. 15 м/с; на 1 с.

$$208. v_0 = \frac{h_2 - h_1}{2h_1} \sqrt{2gh_1}$$

209. 30 м/с; 45 м.

211. Удвічі.

212. 4 м; 20 м; $2v_0 t$.

213. У 2,25 раз.

$$1) H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} + h;$$

$$2) t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g}};$$

$$3) s = v_0 t \cos \alpha;$$

$$4) v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}.$$

231. 4h.

232. 91 м 5 см.

233. Вершинами квадрата, довжини діагоналей якого збільшуються згодом за законом $2v_0t$, а центр рухається вертикально вниз із прискоренням вільного падіння.

234. $x = 8,7t$, $y = 20 + 5t - 4,9t^2$,
 $y = 20 + 0,58x - 0,065x^2$;

а) $x = 17,4$ м, $y = 10$ м;

б) 2,6 с; в) 22 м.

235. а) 0,7 с; б) 0,07 с;

в) 3,8 м/с.

236.

$g, \text{ м/с}^2$	$v, \text{ км/с}$
3,71	3,00
8,75	7,30
3,75	3,56
24,9	42,2
10,4	25,1
10,2	15,6
14,1	17,6

$$g = \frac{GM}{R^2}; v = \sqrt{gR}.$$

237. 1 км/с.

238. 7,57 км/с; 96,5 хв.

239. $6,45 \cdot 10^{23}$ кг.

240. Удвічі менше.

241. Швидкість супутника Землі в 1,11 раза більша.

242. 7,73 км/с; 90,4 хв.

243. Збільшилася, зменшилася.

244. Коли сила тяжіння стане більшою від максимальної сили тертя спокою, предмет почне рухатися.

245. В усіх випадках сила тертя спокою вимірюється до-

бутком маси контейнера на прискорення автомобіля в системі відліку «Земля».

а) Дорівнює нулю; б) за напрямком швидкості; в) дорівнює нулю; г) радіусом до центру дуги повороту; д) у бік, протилежний швидкості.

246. Обом предметам надає прискорення відносно землі сила тертя спокою. Якщо $F_{\text{тер. пред}} > ma$, то предмет одержить прискорення, яке дорівнює прискоренню потяга, тобто залишиться в стані спокою щодо вагона.

247. 3 м/с².

248. 6000 т.

249. 0,3.

250. 500 кг.

251. 0,01.

252. 10 Н; 2,5 Н.

253. 9 Н.

254. 6 см.

257. На Місяці немає атмосфери.

258. Тому що сила опору води залежить від площі лобового перерізу.

$$260. \text{У } \left(\frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2} \right)^2 = 49 \text{ разів.}$$

261. 20 Н; 0,04.

262. 3 с.

263. Порушив.

264. Під час ривку силат е р т я спокою не встигає надати прискорення, яке дорівнює прискоренню паперу; $a > 3$ м/с²; не зміниться.

265. $0,16 < \mu < 0,2$.

266. Зменшити швидкість.

267. 8 м/с; зменшиться удвічі.

268. 40 м.

269. 0,48.

270. 2,5 м/с².

271. 15 кН.

272. 15 см/с².

273. 2 кН.

274. 2000 г.
 275. $a = (k-\mu)g = 0,5 \text{ м/с}^2$.
 276. 2,5 кН; 0,5 кН.
 277. 20 м/с².
 278. 35 кН.
 279. 100 Н.
 280. 0,2.

$$281. x = \frac{m}{k\rho_1} (\rho_1 g + \rho_1 a - \rho_2 g).$$

282. 220 Н; 20 Н.

283. 2,3 кН.

284. 0,31.

285. 8 Н.

$$286. \mu = \frac{F_2 - F_1}{F_2 + F_1} \operatorname{tg} \alpha.$$

$$287. \mu > \frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} = 0,58.$$

288. 220 Н; 380 Н; 430 Н.

289. 3,2 кН.

290. а) 5 см/с²; б) 0; в) 2 см/с²
 (рух уповільнений).

291. 3 м/с.

292.

№	a, м/с ²	v, м/с	t, с
1	0,21	3,33	16,2
2	-4,02	18,9	1,26
3	0,17	12,0	6,00
4	0	11,0	6,29
5	-0,15	10,0	6,57
6	0,46	13,5	9,79
7	1,06	17,7	8,20
8	-0,71	21,6	4,72

$$1) a = \frac{F - mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m};$$

$$2) v = \sqrt{2al + v_0^2};$$

$$3) t = \frac{2l}{v + v_0}.$$

$$293. \mu = \operatorname{tg} \frac{h}{b}.$$

$$294. a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 3,3 \text{ м/с}^2$$

295. Швидкості тіл однакові; час руху другого тіла у n разів більший.

296. 6 кН; збільшиться у 4 рази.

297. 15 кН.

298. 950 Н.

299. У верхній точці: а) 1,4 Н, вниз; б) 0; в) 12 Н, вгору.
 У нижній точці: а) 6,6 Н; б) 8 Н; в) 20 Н.

300. 18 м/с.

301. 20 м/с; 22°.

$$302. v = \sqrt{gl \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha} = 1,3 \text{ м/с}.$$

$$303. v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g \operatorname{tg} \alpha}{d + l \sin \alpha}} = 1,4 \text{ с}^{-1}.$$

$$304. F = m \left(\frac{v^2}{l} + g \cos \alpha \right) = 1,5 \text{ Н}.$$

305. 2 м/с²; 2,4 Н.

306. а) mg ; б) $2mg$; в) mg .

307. 9,6 м/с².

308. 442 кН; 160 кН.

309. 32 кН; 16 кН; 8 кН.

310. 0,2.

$$311. F = m(n-k)(a + \mu g).$$

$$312. a = \frac{g}{4}(1-\mu) = 2 \text{ м/с}^2;$$

$$F_{H1} = \frac{mg}{4}(5-\mu) = 12 \text{ Н};$$

$$F_{H2} = \frac{mg}{2}(3 + \mu) = 16 \text{ Н};$$

313.

$$a = \frac{g(m_2 \sin \beta - m_1 \sin \alpha)}{m_1 + m_2};$$

$$F_H = m_1(a + g \sin \alpha).$$

№	1	2	3	4	5	6	7	8
$a, \text{ м/с}^2$	0,64	-0,64	4,05	-1,71	2,95	3,01	0	0
$F_H, \text{ Н}$	0,82	0,82	1,09	2,19	1,3	0,81	1,39	1,86

314. $10^5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$; $2,5 \cdot 10^4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

315. 30 м/с.

316. Свинцевого більший у 1,5 раза.

317. $2 \cdot 10^7 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

318. 1 кг·м/с; 2 кг·м/с; 20 Н; 200 Н.

319. 800 Н; 250 Н.

320. 16 кг·м/с; 48 кг·м/с; 16 Н.

321. 2 кг·м/с.

322. 14 кг·м/с; 20 кг·м/с; 0.

323. 1) 2; 2) 0; 3) -3,46;
4) -15,8; 5) 8,26 м/с.

$$v_x = \frac{m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}}{m_1 + m_2}.$$

324. 0,1 м/с.

325. а) 2,25 м/с; б) 0,75 м/с;
в) -0,25 м/с (у протилежному напрямку).

326. На 0,02 м/с.

327. 7,1 м/с; 7,1 м/с.

328. 0,75 м/с.

329. 0,4 Дж.

330. 47 кДж.

331. 26 Дж.

332. 45 кДж.

333. 1,4 кДж.

334. 700 кДж.

335. 1 : 3.

336. а) -5 Дж; б) 5 Дж; в) 0.

337. 1 кДж.

338. 180 Дж; 320 Дж; 500 Дж.

339. Кінетична енергія шайби утричі більша.

340. 200 ГДж.

341. 120 Дж.

342. Імпульс самоскида утричі більший, а енергія - удвічі менша.

343. 2 кг; 4 м/с.

$$344. E_k = \frac{mgl \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha}{2};$$

$$E_k = 0,3 \text{ Дж.}$$

345. 5 м.

346. 4,5 кДж.

347. -16 Дж; 4 Дж; -12 Дж; 12 Дж.

348. 1 кДж.

349. 32 Дж; характеризує жорсткість пружини; потенційну енергію.

350. 0,3 Дж.

351. 0,5 Дж.

352. 2 Дж.

353. 1 : 3 : 5.

354. 1,2 Дж.

355. -4 Дж; 4 Дж;
-4 Дж

356. 8 Дж

357. 5 Дж.

358. 60 Дж; 90 Дж.

359.

360. 20 Дж; 2,5 Дж.

$$361. v_0 = \sqrt{2gh}.$$

$$362. v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}.$$

363. 60°.

364. 1,5 м.

365. $F_H = mg(3 - 2 \cos \alpha)$.

366. 7 mg; mg.

367. На 6 mg.

368. 1) 4,47; 2) 8,60; 3) 11,1;
4) 14,6; 5) 12,3 м/с.

$$v = \Delta l \sqrt{\frac{k}{m}};$$

369. а) збільшиться удвічі;

б) збільшиться у $\sqrt{2}$ разів;

в) зменшиться у $\sqrt{2}$ разів.

370.

$$v = \sqrt{\frac{x(kx - 2mg)}{m}}$$

Під час пострілу вертикально вгору швидкість менша.

371. 6 кН.

372. Розірветься, тому що виникла сила пружності дорівнює 50 Н.

$$373. \frac{A_1}{A_2} = \frac{2kl}{\mu mg} = 10.$$

374. 240 кДж; -30 кДж;
210 кДж.

375. 6 МДж; 3 МДж.

376. -400 кДж; -400 кДж.

377.

379. 0,05; 36%.

380. Однакові.

$$381. v = \sqrt{2gl(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}.$$

$$382. \mu = \frac{h}{b+s} = 0,05.$$

$$383. \mu = \frac{Mh}{ml}$$

384. 1 кДж.

$$385. \mu = \frac{Fx}{2mgL}.$$

386. 200 кДж; -500 кДж;
-900 кДж; 600 кДж; 3 кН.

387. -60 кДж.

388. -0,6 кДж;
-0,48 кДж.

389. -10 МДж.

390. 30 Н.

391. 143 МВт.

392. 30 кН.

393. 0,6 кВт.

μ	v , км/год				
	20	40	60	80	100
0,6	2,6	10	24	42	65
0,2	7,9	31	71	126	197
0,08	20	79	177	315	492
0,04	39	157	354	629	983

394.

№	v , м/с	E_k , кДж	$A_{\text{теп}}$, кДж	N , кВт
1	15	157	51,5	20,9
2	13,3	123	61,7	16,4
3	19,2	259	61,7	41,1
4	15,4	841	264	135
5	13,7	664	406	75,4

$$s = \frac{v^2, \text{ м/с}}{2mg} = \frac{\left(\frac{5}{18}v, \text{ км/год}\right)^2}{2\mu g};$$

$$(v, \text{ м/с} = v, \text{ км/год} \frac{1000}{3600} = \frac{5}{18}$$

v , км/год).

378. 10 м/с.

$$1) v = \frac{2s}{t};$$

$$2) E_k = \frac{mv^2}{2};$$

$$3) A_{\text{теп}} = \mu mgs;$$

$$4) N = \frac{E_k + A_{\text{теп}}}{t}.$$

395. 2,4 м/с.

396. 27 кВт.

397.

$a, \text{ м/с}^2$	2,15	2,31	1,74
$t, \text{ с}$	22,6	32,4	48,0
$E_k, \text{ МДж}$	16,2	253	555
$A, \text{ МДж}$	24,2	340	824
$N, \text{ МВт}$	1,07	10,5	17,2

$$1) a = \frac{v^2}{s}; \quad 2) t = \frac{v}{a};$$

$$3) E_k = \frac{mv^2}{2};$$

$$4) A = nFs; \quad 5) N = \frac{nFv}{2}.$$

398. 12 кДж; 66%.

399. 88%.

400. 100 МВт·год.

401. 40%.

402. 1,6 м/с.

403. 4,9 м/с.

404. М'ячик буде знаходитися на осі струму, де найбільша швидкість і найменший тиск. При переміщенні шланга край кульки влучає в область великого тиску і кулька йде за струменем.

№	$E, \text{ Дж}$	$E_p, \text{ Дж}$	$E_k, \text{ Дж}$	$v, \text{ м/с}$
1	0,049	0	0,049	0,60
2	0,049	0,049	0	0
3	0,049	0,027	0,022	0,41
4	0,049	0,012	0,037	0,40
5	0,075	0,049	0,026	0,33

405. У зливальній трубі вода рухається з великою швидкістю, тому тиск зменшується і може стати менший, ніж атмосферний.

406. 1380 л.

408. Проти руху годинної стрілки.

409. 0,25 с; 4 Гц.

410. Комар більше на 24 000 помахів.

411. 80см.

412. Більше під час польоту за нектаром:

413. а) Відвести; б) штовхнути.

414. 4 см.

415. 200 г.

416. Другий удвічі далі.

417.

$$1) E = \frac{kA^2}{2}; \quad 2) E_p = \frac{kx^2}{2};$$

$$3) E_k = E - E_p; \quad 4) v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}.$$

418.

№	$T, \text{ с}$	$\nu, \text{ Гц}$
1	0,782	1,28
2	0,823	1,22
3	0,453	2,21
4	0,585	1,71
5	0,913	1,09

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; \quad \nu = \frac{1}{T}.$$

419. 4 кг.

420. 100 г.

421. Зменшиться удвічі.

422. 1) 0,753 с, 1,33 Гц; 2) 2,01 с, 0,498 Гц; 3) 1,72 с, 0,582 Гц; 4) 2,93 с, 0,341 Гц; 5) 19,9 с,

0,0503 Гц.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; v = \frac{1}{T}.$$

423. Зменшиться в $\sqrt{3}$ разів.

424. 9 : 1.

425. 10,1 м/с².

426. Буде відставати в усіх випадках.

427. 18 см; 50 см.

$$428. A_2 = \frac{A_1}{2}; T_2 = \frac{T_1}{2};$$

$$v_2 = 2v_1$$

429. 10 см; 0,2 с; 5 Гц.

430. в), г), г), е).

431. Використовується явище резонансу.

432. Ні. Треба подавати команду через проміжки часу, які дорівнюють періоду власних коливань автомобіля.

433. Від натягу сітки і маси спортсмена.

434. Період власних коливань у навантаженої машини більший, тому швидкість, при якій настає резонанс, менша.

435. 0,5 с; 2 Гц.

436. 2,4 м/с.

437. 100 м.

438. 79 Гц; 1360 Гц.

439. 3,8 м; 3,8 см.

440. Приблизно 5 км.

441. 100 м/с.

442. 20 м/с.

443. 20 км.

444. 1,57; 5,12; 5,12; 6,97; 7,31 хв.

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \left(1 + \frac{v_0 \cos \alpha}{v_{об}} \right).$$

445. Комар, тому що він видає більш високий звук.

446. У працюючого електродриля менша частота, і нижча висота тону.

447. 0,4 с.

448. 420 м.

449. Внаслідок багатократного відбиття від стін і стелі на основний звук накладається відбитий.

450. 200 молів.

451. 2,2 кг.

452. 1,5 л.

453. У свинцевого маса в 1,7 разу, а об'єм у 1,1 разу більші.

454. 2 м³; 2 м³.

455. 3,3 · 10⁻²⁷ кг; 1,7 · 10⁻²⁷ кг.

456. 1,4 · 10²².

457. 3 · 10²⁴.

458. 1,2 · 10²⁰.

459.

$$\frac{N_A}{M} \quad \frac{N_{A\rho}}{M}; \quad \frac{N_A m}{M} \quad \frac{N_{A\rho} V}{M}.$$

460. 0,01 мг; 1 мг.

461. 6,9 · 10¹⁰ м; більше у 180 разів.

462. 3,9 · 10¹⁸.

463. Біля 10⁶.

464.

$$d = 3 \sqrt{\frac{M}{2N_{A\rho}}};$$

$$d = 2,8 \cdot 10^{-10} \text{ м.}$$

465. Збільшилася удвічі.

466. Тиск кисню у 16 разів більший.

467. Збільшиться утричі.

468. 0,11 МПа.

469. 710 м/с.

470. 2,3 · 10²⁵ м⁻³.

471. 493 м/с; 461 м/с.

472. 10⁻²¹ Дж.

473. Збільшиться у 6 разів.

474. 27 °С.

475. 127 °С.

476. На 10%.

477. 6 · 10⁻²¹ Дж; 2 · 10²⁶ м⁻³.

478. 725 К.

479. У 3,9 разу.

480. 1,9 км/с.

481. У 4 рази.

482. 774 К.

483. У 1,12 разу.

$$484. \frac{(\bar{v})^2}{3kT}.$$

485. У 6 · 10⁶ разів.

h , км	$\bar{E} \cdot 10^{-21}$ Дж	$n \cdot 10^{25}$, м ⁻³	ρ , кг/м ³	\bar{v} , м/с
0	5,96	2,54	1,22	498
0,5	5,90	2,43	1,17	495
1	5,84	2,31	1,11	492
2	5,69	2,09	1,01	486
5	5,30	1,53	0,736	469
10	4,62	0,861	0,415	438

1) $\bar{E} = 1,5 \text{ кТ}$;

2) $n = \frac{p}{kT}$;

3) $\rho = \frac{nM}{N}$;

4) $v = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$.

487. $v = 600 \text{ м/с}$; $v_{\text{теор}} = 590 \text{ м/с}$.

488. 4 моля.

489. 8,2 МПа.

490. 100 кПа.

491. 45,7 кг.

492. 2 л.

493. Водень у 22 рази.

494. Збільшити ординати усіх точок; а) у 1,5 разу; б) удвічі.

495. У 1,7 разу.

496. Густина метану в 2 рази менше.

497. 1,16; 2,34; 0,041; 0,257; 1,29 кг/м³.

$$\rho = \frac{pM}{RT}$$

498. 64,4 кг/м³.499. 1,56 кг/м³.

500. $\Delta m = \frac{pShM}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$;

$$\Delta m = 2 \text{ кг.}$$

501. $m < \frac{M\rho V}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$;

$$m < 17,7 \text{ г.}$$

502. 9,5 л.

503. 810 кПа.

504. 380 МДж.

505. 677 °С.

506. Збільшився у 1,6 разу.

507. Є; треба спустити частину повітря.

508. 100 кПа.

509. Тому що у міру того, як збільшується об'єм повітря, зменшується його тиск. Відкрити пробку.

510. Збільшиться в 1,5 разу; зменшиться в 1,33 разу.

511. 100 кПа.

512. 90 мл.

513. 50 см³.514. 16 мм³.

515. 210.

516. 60 Н, 40 Н.

517.

№	p , кПа	n_1
1	180	(100)
2	-	100
3	257	(286)
4	-	58
5	225	(75)

1) $p = \frac{p_0(V + nV_0)}{V}$;

$$2) n_1 = \frac{(p_{\max} - p_0)V}{p_0 V_0} .$$

$$518. \frac{(n-1)h}{2(n+1)} .$$

519. 12,3 см.

520. 1) 77; 2) 73; 3) 75; 4) 74,2;
5) 74 см рт. ст.

$$p = \frac{l(p_0 + x) - x(x + h)}{l - x}$$

521. 3,5 кг/м³.

522. 7 л.

523. 93 °С.

524. 100 см³

525. На 1 см.

526. 27 °С.

527. Обернено пропорційна.

528. 39 °С.

531. 65 кПа.

532. 77 °С.

533. 210 кПа (понад атмосферний).

534. 7 °С.

535. 127 °С.

536. а) При більшому об'ємі кут нахилу графіка менший;
б) при більшій масі кут нахилу графіка більший.

$$537. \frac{V_2}{V_1} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} .$$

538. Збільшується.

540. 1-2 - залишався сталим;
2-3 - збільшувався пропорційно T ; 3-4 - збільшувався;
4-1 - зменшувався пропорційно T .

543. Не була.

544. Насичена.

545. При $t < 11$ °С.

546. 2,6 мг.

547. 21 мг.

548. 0,24 Па.

549. При 40 °С у 4,34 разу більше.

550. У 12 разів.

551. Рівень води у трубці опуститься до її рівня в посудині.

552. Не можна.

553. 2,2 кПа.

554. Температура кипіння води підвищується, тому що над поверхнею води підтримується приблизно подвоєний тиск.

555. Ні, це туман - дрібні крапельки води.

561. 50%.

562. 74%.

563. 59%.

564. Збільшиться на 19%.

565. Не випаде.

566. 75%.

567. 2,1 г.

568. Ізохорно охолодити до 11 °С; ізотермічно стиснути до 27,6 л; зменшувати об'єм, відповідно зменшуючи температуру.

569. Правильні.

570. 60%; 0,96 кПа; 7,3 г/м³.

571. 7 °С; 10 °С.

573. 2,4 мН; 48 мкДж.

574. 1,3 мН.

575. 28 мг.

576. 1) 74,2; 2) 71,4; 3) 72,8;
4) 72,1; 71,1 мН/м.

$$\sigma = \frac{mg}{\pi nd} .$$

577. Зменшився в 1,2 раза.

578. 73 мН/м.

579. У першому випадку вода не змочує поверхню листа, а в другому - змочує.

580. Пера гуски заслані тонким шаром жиру, внаслідок чого не змочуються водою.

581. Щоб закрити капіляри в штукатурці, тому що інакше олія буде убиратися в капіляри, а барвник залишатися на поверхні і легко обсіпатися.

582. Внаслідок капілярного піднімання води.

583. 11,7 мг.

584. 7,3 см.

585. На вершині гори, тому що

- там менше прискорення вільного падіння.
586. Води у 2,4 разу більша.
587. 0,47 мм.
588. 820 кг/м³.
589. 5,1 мм.
590. Зменшиться.
591. 22 мН/м.
592. Внаслідок анізотропії поширення в різних напрямках може бути різноманітним.
593. Під час росту кристала біля його поверхні спостерігається поменшання густини розчину внаслідок переходу розчиненої речовини на кристал. З поменшанням густини ці шари розчину піднімаються вгору.
594. У першому випадку кристал розчиняється, у другому – буде рости.
595. а) Стиск; б) вигин; в) розтяг; г) кручення; д) кручення і стиск; е) зсув.
596. Зсув і кручення.
597. Вигин і кручення.
599. 32 МПа.
600. У дроті, більшого діаметра напруга в 9 разів менша.
601. 0,002; 1 МПа.
602. 0,0005; 1мм.
603. 210 МПа.
607. 52,5 Н.
608. У 4 рази.
609. Абсолютне подовження зменшилося у 4 рази, а відносне – удвічі.
610. Зменшиться удвічі.
611. 0,66 ГПа.
612. Більше 13.
- 613.
- $$h = \frac{\sigma_{\text{тр}}}{\rho g}; h = 135 \text{ м.}$$
- 614.
- $$l_0 = \frac{m_2 l_1 - m_1 l_2}{m_2 - m_1}$$
615. 37,4 кДж.
616. На 12,5 кДж.
617. Гелію більша в 10 разів.
618. Збільшується; зменшується; не змінюється.
619. $U = \frac{3pV}{2}$; $U = 9 \text{ МДж.}$
620. Зменшилася у 3 рази.
621. $U_1 = U_2$.
622. 220 Дж.
623. 400 кДж.
624. $A = \nu R \Delta T$.
625. Робота, яку виконує водень, у 16 разів більша.
- 626.
- 1) $A = \frac{m}{M} R \Delta T$;

Газ	Параметри		
	A, кДж	Q, кДж	ΔU , кДж
Азот	12,3	43,4	31,1
Водень	65,3	225	159
Повітря	2,40	8,45	6,06
Гелій	52,6	134	81,3
Кисень	1,47	5,18	3,71

604. У 2,1 рази.
605. 3 мм; 10³.
606. 20 ГПа.

2) $Q = c_p m \Delta T$;

3) $\Delta U = Q - A$.

627. 3,3 МДж; 6,1 МДж.
 628. 0,3 кДж.
 629. 12,5 кДж; 43,8 кДж;
 31,3 кДж.

630. $\gamma \frac{c_p M}{R}$ разів.

631. $\gamma \frac{c_p M}{c_p M - R} = 1,4$ раза.

632. $Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$.

633. 0,6; 0,4.

634. 5,2 кДж/(кг·К).

637. Див. мал. 123.

638. 300 К, 420 К, 250 Дж/(кг·К);
 340 К, 420 К, 500 Дж/(кг·К).

639. 19,4; 19,3; 27,8; 10,7; 47,2 °С.

$$\theta = \frac{c_1 m_1 t_1 + c m t}{c_1 m_1 + c m}$$

640. 2,2 кДж/(кг·К).

641. 80 л і 120 л.

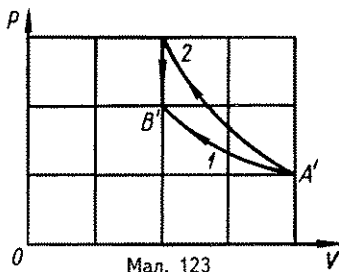
642. 55 °С.

643. 16 хв; 700 л.

644. Внутрішня енергія пари
 на 4,6 МДж більша.

645. 1) 4; 2) 21; 3) 64; 4) 417 коп.

$$k = \frac{m(c(100-t) + r) \cdot 4}{\eta \cdot 3600} ;$$



646. 89°С.

647. Через 12 хв; 0,15 г.

648. 3,5 кВт.

649. 33 г.

650. 6,3%.

651. Внутрішня енергія розплавленого свинцю на 15 кДж більша.

652.

Метал	Q, кДж
Олово	2,39
Свинець	3,40
Сталь	$5,70 \cdot 10^6$
Алюміній	$5,52 \cdot 10^5$
Срібло	1,19

$$Q = m [c (t_{\text{пл}} - t) + \lambda].$$

653. 22 кг.

654. 40 т.

655. 60 кДж/кг.

656. 9.

657. 23 г.

658.

№	θ, °С	k
1	—	0,57
2	—	0,79
3	21	—
4	≈ 0	≈ 0
5	68	—
6	47	—

$$1) \theta = \frac{c m_b t - \lambda m_n}{c (m_b + m_n)} ;$$

$$2) k = 1 - \frac{c m_b t}{\lambda m_n} .$$

659. 420 г; 80 г.

660.

№	$\theta, ^\circ\text{C}$	$m, \text{кг}$
1	57,4	-
2	94,5	-
3	-	0,0269
4	-	0,134
5	21,5	-
6	28,6	-

$$\theta = \frac{m_m \lambda + c_m m_m t_{пл} + c_v m_v t_v}{c_m m_m + c_v m_v};$$

$$m_1 = \frac{m_m \lambda + c_m m_m t_{пл} + c_v m_v t_v - 100(c_m m_m + c_v m_v)}{r}$$

661. На $1,6^\circ\text{C}$.

$$662. \Delta t = \frac{kg h}{100c};$$

663. Перша.

664. На 120 K .665. На 8 K .

$$666. \Delta t = \frac{kg l \cos \alpha}{100c};$$

$$667. \Delta t = \frac{9v^2}{8c}$$

668. 357 м/с .669. 38% ; 32% .

670. Робоча суміш.

671. 23% ; 46 кДж ; 14 кВт .672. 30% ; 400 K .673. 1) $32,6$; 2) $30,4$; 3) $24,6$;
4) $24,0$; $38,3\%$.

$$\eta = \frac{Nt}{qm}$$

674. $8,9 \text{ кВт}$.675. 2 л .676. $0,1 \text{ л}$.677. 1 мН .678. 10 см .

679. Збільшити удвічі.

680. а) 4 мН , 3 мН ; б) 5 мН , 1 мН .681. 10^{11} .

$$682. 1) \frac{F_2}{F_1} = \frac{(n+1)^2}{4n};$$

$$2) \frac{F_2}{F_1} = \frac{(n-1)^2}{4n};$$

683. 1) Для однойменних зарядів:

а) 1 ; б) $1,02$; в) $1,20$; г) $1,99$;
д) $4,42$; е) 20 ; ж) $125,5$.

2) Для різнойменних зарядів:

а) 0 ; б) $0,017$; в) $0,204$;г) $0,99$; д) $3,4$; е) 19 ; ж) $124,5$.684. $x = 1,25 \text{ r}$.685. 2 мН .686. У точці C у $2,25$ рази більше.687. За 1 см від меншого й за 3 см від більшого заряду.

$$688. F = \frac{q^2}{\pi \epsilon_0 a^2}$$

689. 40 нКл , за 10 см від заряду -10 нКл й за 20 см від заряду 40 нКл .690. 24 мкН ; 32 мкН .

691. а) Однакові; б) кут відхилення другої більший.

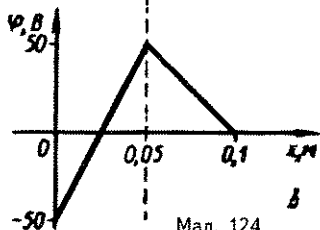
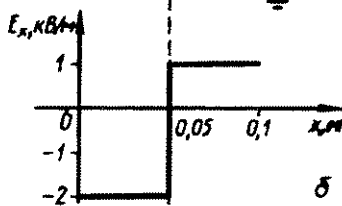
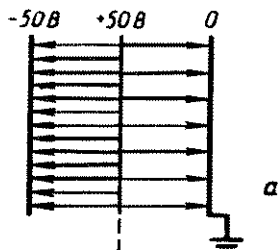
692.

№	$F, \text{Н}$	$q, \text{Кл}$
1	$6,37 \cdot 10^{-4}$	$1,80 \cdot 10^{-7}$
2	$8,86 \cdot 10^{-4}$	$2,27 \cdot 10^{-7}$
3	$3,92 \cdot 10^{-3}$	$9,90 \cdot 10^{-8}$
4	$1,62 \cdot 10^{-3}$	$1,34 \cdot 10^{-7}$
5	$1,64 \cdot 10^{-2}$	$7,84 \cdot 10^{-7}$

- $F = mg \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;
 $q = 2l \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{F}{k}}$.
693. 200 В/м.
 694. 24 мк.
 695. $1,76 \cdot 10^{15}$ м/с².
 696. 40 кВ/м; 10 кВ/м.
 697. а) 0,125 кВ/м; б) 200 кВ/м, -75 кВ/м; в) -200 кВ/м, 75 кВ/м; г) 0, -125 кВ/м.
 698. а) 576 кВ/м; б) 432 кВ/м.
 699. На прямій, яка з'єднує заряди, на відстані $1/3 a$ від меншого і $2/3 a$ від більшого; на тій самій прямій на відстані a від меншого й $2a$ від більшого.
 700. 70 кВ/м, 10 кВ/м; 50 кВ/м, 50 кВ/м.
 701. На 3° .
 702. $E = \frac{3q}{2\pi\epsilon_0 a^2}$.
 703. Прямолінійний, равноприскорений;
 $y = \frac{mg}{qE} x$.
 705. Позитивний.
 706. У першому.
 707. Більша у випадку різноміненних зарядів.
 709. Не залишиться.
 710. Зменшувалися, причому в другому випадку більше.
 711. При заземлюванні заряд одного знака стікає з гільзи і сила тяжіння збільшується.
 713. $1,4 \text{ мкКл/м}^2$; 0; 90 кВ/м.
 714. $E = \frac{\sigma}{9\epsilon_0}$.
 715. Збільшиться.
 716. 20 кВ/м.
 717. Відхилиться; не відхилиться; відхилиться.
 718. 120 В/м; 70 В/м; 420 В/м.
 719. 900 В/м.
 720. 20 нКл.
 721. Збільшити у 9 разів.
 722. Зменшити у 1,45 раза.
 723. 2.
 724. 20 см.
 $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sin^2 \frac{\alpha}{2}$
 725. $\epsilon = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \sin^2 \frac{\beta}{2}} = 1,7$.
 726. 20 нКл.
 727. 10 мкДж; -10 мкДж.
 728. -0,5 мкДж; 0,5 мкДж; 20 В.
 729. 40 нКл.
 730. 30 мкДж; -30 мкДж; 6кВ; -30 мкДж; 30 мкДж; 6кВ.
 731. $1,6 \cdot 10^{-17}$ Дж; - $1,6 \cdot 10^{-17}$ Дж; 5,9 Мм/с.
 732. -2,27 кВ.
 733. $\Delta\phi = \frac{mv^2}{2q}$; $\Delta\phi = 4,2 \text{ МВ}$.
 734. Кінетична енергія α -частинок удвічі більша, а швидкість в $\sqrt{2}$ разів менша.
 735. 20 кВ/м.
 736. а) ± 6 кВ; б) 0; в) $\pm 4,2$ кВ.
 737. 3,5 кВ.
 738. 3000.
 739. Не буде; не буде; будуть.
 740. Однакові.
 741. У точці С.
 742. Див. мал. 124.
 743. Збільшилася на 1,5 кВ/м; зменшилася на 0,5 кВ/м.
 744. 4000 кВ/м.
 745. 59 мкКл/м².
 746. На другий у 100 разів більшу.
 747. На другому в 5000 разів більший.
 748. 20 пФ.
 749. 2,9 мКл.
 750. Не можна.
 751. Збільшиться у 1,5 рази.
 752. Збільшиться у 2,86 раза.
 753. 8.
 754. Зблизити пластини, увести діелектрик; розсунути пластини, зменшити робочу площу пластин.

755. 1 см.

756. 3,1 мкКл.



Мал. 124

757. а) Не змінився, збільшилася утричі, не змінилася; б) зменшився утричі; не змінилася, зменшилася утричі.

758.

№	C, пФ	q, мкКл	W, мДж
1	34	0,93	12,5
2	580	1,4	1,7
3	1000	1,6	1,3
4	3300	3,1	1,4
5	4400	1,9	0,41

$$1) C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r r^2}{d};$$

$$2) q = CU;$$

$$3) W = \frac{qU}{2}.$$

759. 36 Дж; 15 кВт.

760. Збільшиться у 16 разів.

761. На конденсатор меншої ємності треба подати утричі більшу напругу.

762. 800 нДж.

763. 220 мкДж.

764. 93 мДж/м³.

765. а) Зменшиться в 2,5 разу.

Енергія витрачається на поляризацію діелектрика;

б) збільшиться в 2,5 разу. Енергія поповнюється за рахунок джерела струму.

766. а) Зменшилася удвічі, не змінилася; б) збільшилася удвічі, збільшилася у 4 рази.

767. 100 В; 0,1 Дж.

768. 200

769. Зменшиться у 4 рази.

770.

Матеріал	Параметри	
	l, м	S, мм ²
Мідь	33,9	0,695
Алюміній	831	1,44
Срібло	5,70	0,234
Сталь	591	3,06
Ніхром	21,7	0,603

$$l = \sqrt{\frac{mR}{D\rho}} \quad ; \quad S = \frac{\rho l}{R}.$$

771. а) Не можна; б) можна.

772. 26 мВ/м.

773. 1,5 В.

774. 1 : 2 : 3.

775. 2А; 2 Ом; 8 В; 12 В.

776. 100 м.

777. Другий.

778. 0,48 В.

779. Лампочка не горить, вольтметр показує приблизно 2 В, амперметр показує нуль.

780. 0,049 Ом; 0,015 Ом.

781. 820 Ом; 2460 Ом.

782. 19,8 кОм; 2,2 Ом.

783. 2, 3, 4, 6, 9, 12, 18 кОм.

784. Збільшиться у $\frac{(n+1)^2}{n}$ разів.

785. 2 Ом.

786. Збільшаться удвічі.

787. Перша лампа значно як-

791.

$$R_{\text{зар}} = 2R + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{3R}};$$

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{R_{\text{общ}}};$$

$$U_1 = U_2 = I_1 R; U_3 = U - 2U_1;$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R};$$

$$I_4 = I_5 = I_6 = I_1 - I_3; U_4 = U_5 = U_6 = \frac{U_3}{3}$$

№	$R_{\text{общ}}, \text{ Ом}$	$I_1 = I_2, \text{ А}$	$U_1 = U_2, \text{ В}$	$U_3, \text{ В}$	$I_3, \text{ А}$	$I_4 = I_5 = I_6, \text{ А}$	$U_4 = U_5 = U_6, \text{ В}$
1	5,5	10	20	15	7,5	2,5	5
2	39,1	2,24	31,8	23,8	1,68	0,56	7,94
3	57,7	1,73	36,4	27,3	1,30	0,433	9,09
4	0,44	0,636	1,02	0,0764	0,477	0,159	0,0255
5	775	0,0512	14,4	10,8	0,0384	0,0128	3,61

равіша за інших. а) При вимикненні першої – інші горіти не будуть; при вимикненні другої (або третьої) ті, що залишилися, горять однаково з неповним розжарюванням; б) при закорочуванні першої – ті, що залишилися, горять у повне розжарювання; при закорочуванні другої (або третьої) перша лампа горить у повне розжарювання.

788. 400 Ом, 100 Ом, 100 Ом; 40 В; 0,1 А, 0,4 А.

789. а) 0,9 Ом; б) 2,1 Ом; в) 2,4 Ом; г) 1,6 Ом; д) 2,5 Ом; е) 2,1 Ом.

790. $U_2 = U_3 = 30 \text{ В}; I_2 = 3 \text{ А};$

$$I_1 = I_3 = 5 \text{ А}; U_1 = 10 \text{ В};$$

$$U_4 = 20 \text{ В}; U_{\text{AB}} = 60 \text{ В}.$$

792. Лампочки з'єднати послідовно і паралельно до першої з них підключити реостат, установивши опір приблизно 23 Ом.

793. 12,5 Ом, 0,98 Вт; 0,27 А, 810 Ом.

794. 600 Вт; 300 Вт; 1200 Вт.

795.

$$1) I = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}};$$

$$2) U_1 = IR_1;$$

$$3) U_2 = U - U_1;$$

$$4) R_2 = \frac{U_2^2}{I};$$

$$5) P_2 = I^2 R_2.$$

№	I, А	U ₁ , В	U ₂ , В	R ₂ , Ом	P ₂ , Вт
1	0,28	3,5	2,5	8,93	0,7
2	2,5	220	0	0	0
3	0,315	127	93	295	29,3
4	1,9	4,15	12,3	6,43	23,3
5	3,19	5,74	3,46	1,08	11

796. 240 Вт.

797. Опір лампи потужністю 40 Вт більший, а при послідовному з'єднанні потужність, що виділяється, прямо пропорційна опорю ділянки.

798. Збільшилася у 1,1 раза.

799. 50 %.

800.

№	ВЛ8	ВЛ10	ЧБЗ
P, кВт	4560	5570	2970
N, кВт	4000	4990	2740
η, %	87,8	89,6	92,5

1) $P = IUn$;

2) $N = \frac{5}{18} \cdot Fv$ (v , м/с = v , км/год \times $\frac{1000}{3600} = \frac{5}{18} v$, км/год);

3) $\eta = \frac{N}{P} 100\%$.

801. Щоб обмежити потужність, не збільшуючи габарити приладу.

802.

№	A, кДж	Q, кДж	η, %
1	28,8	15,3	53,2
2	24	17,4	72,6
3	46,5	38,7	83,3
4	27	11,4	42,4
5	18	9,55	53,1

1) $A = Pt$;

2) $Q = cm(t_2 - t_1)$;

3) $\eta = \frac{Q}{A} 100\%$.

803. 69 м.

804.

№	t ₂ , °C	m, кг
1	-	8,49 · 10 ⁻²
2	92,2	-
3	-	0,272
4	78,8	-
5	42,2	-
6	17	-

1) $t_2 = \frac{U^2 \tau}{Rcm} + t_1$;

2) $m_1 = \frac{U^2 \tau}{R} - cm(100 - t_1)$.

805. 18 Дж.

806. 2 А; 10 В.

807. $\frac{6}{2}$.

808. 2 Ом.

809. 1 А; 9 кДж; 8,4 кДж; 0,6 кДж.

810. Амперметра - збільшаться, вольтметра - зменшаться.

811. 5,5 А.

812.

№	$r, \text{ Ом}$	$\xi, \text{ В}$
1	1	4,5
2	1	6,4
3	0,87	9
4	1,7	16
5	2,3	20

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}, \quad \xi = U_1 + I_1 r.$$

813. 18 В; 2 Ом.

814. 0,2 Ом; 12 В.

815. 4 В; 2 В.

816. 32 В; 30 В; 6 кВт.

817.

№	$I, \text{ А}$	$R_n, \text{ Ом}$	$U_n, \text{ В}$	$P_n, \text{ Вт}$	$U_{\text{зат}}, \text{ В}$	$U_{\text{внутр}}, \text{ В}$	ξ
1	2,55	2,80	7,13	18,1	227,1	0,484	227,6
2	0,45	0	0	0	220	0	220
3	42,5	0,508	21,6	920	242	3,40	245
4	5,6	0,17	0,95	5,33	4,45	0,78	5,24
5	26,8	1,61	43,3	1160	423	5,64	429

$$1) I = \frac{nP}{U};$$

$$2) R_n = \frac{2pl}{S};$$

$$3) U = IR_n;$$

$$4) P_n = UI;$$

$$5) U_{\text{зат}} = U + U_n;$$

$$6) U_{\text{зат}} = Ir;$$

$$7) \xi = U_{\text{зат}} + U_{\text{внутр}}.$$

818. 6 Ом, 33%, 67%.

819. Збільшилася у 1,23 рази.

820. Збільшиться у 5 разів, зменшиться у 1,8 раза. збільшиться у 2,8 рази.

821. N - за площину креслення.

822. Праворуч «+».

823. 0,04 Тл.

824. 5 А.

825. 0,1 Н·м

826. 0,32 мН·м; 0,41 мН·м.

827. 50 мТл.

828. 2 мВб; 1,4 мВб; 1 мВб.

830. 40 мТл.

831. 50 мН.

832. 20 мТл.

$$833. B = \frac{mg \operatorname{tg} \alpha}{\Pi}.$$

834. 8 мДж.

835. Униз.

836. У точці C потенціал менший, ніж у точці D .

837. 0,32 пН.

838. 5,6 мТл.

839. 96 км/с.

$$840. R = \frac{\sqrt{2mW_k}}{eB};$$

$$R = 5,8 \text{ см.}$$

841. а) для α -частинки удвічі більший; б) однакові.

$$842. T = \frac{2\pi m}{eB}; T = 8,9 \text{ нс.}$$

843. 1000 км/с.

$$844. \frac{q}{m} = \frac{2U}{R^2 B^2}.$$

845. 1) 537; 2) 1640; 3) 4550;
4) 1850; 5) 2450 км/год.
- $$v = \frac{2U}{BR}$$
846. 2000; 1000.
847. Збільшиться у 1,75 рази.
848. 8 мВб.
849. $2 \cdot 10^{17}$.
850. 0,25 мм/с.
851. У другому у 4 рази більша.
- $$852. v = \frac{E}{enp} = 0,5 \text{ мм/с.}$$
853. 0,15 мм/с.
854. 250 °С.
855. 0,004 К⁻¹.
856. У момент увімкнення сила струму в багато разів більша від номінальної, тому що опір холодної нитки малий.
857. Різко збільшується сила струму, а отже, і падіння напруги у підводячих дротах.
858. Зменшиться на 11%.
859. 2500 °С.
860. $1,4 \cdot 10^{-7}$ Ом · м.
- $$861. \frac{nM}{\rho N_A} = 6,7 \cdot 10^{-10}$$
862. Дірковою, електронною.
863. Фосфор, арсен, стибій.
864. Зменшився утричі.
865. Графік 2 – освітленому; тільки при постійному освітленні; утричі.
866. 2,5 кОм.
867. 100 Ом; 100 кОм.
868. 11,4 мА.
869. 1,2 Мм/с.
870. 680 км/с; 340 км/с.
871. 180 В.
872. 4 нс.
873. 1,6 нс.
- $$874. U = \frac{4ydW_k}{ex^2}; U = 3,2 \text{ кВ.}$$
- $$875. y = \frac{Ex^2}{4U}; y = 0,5 \text{ см.}$$
876. Збільшиться.
877. а), б) Не зміниться, в), г), д), е), і) збільшиться; ж), з) зменшиться.
878. Однаково; у ванні А більше.
879. Ni – 50; Sn – 9,7; Ag – 3,6; Cr – 56,7; Zn – 36,3 хв.
- $$t = \frac{m}{kI}$$
880. 0,3 мг/Кл.
881. 6 г.
882. 0,306 мг/Кл; 0,204 мг/Кл.
883. 2,04 мг/Кл.
884. Маса заліза в 1,53 рази більша.
885. 0,05 моля.
886. 3,1 доб; 15 МВт · год.
887. Для алюмінію в 50 разів більша.
888. 330 кВт · год.
889. 0,13 МДж.
890. 16,7 хв.
892. 31 мкм; 19 мкм.
893. 80 нА.
894. 3,1 МВ/м; 2300 км/с.
895. 1,8 мм.
896. 2 мм.
898. 29 кА; 40 ТВт; 200 ГДж.
899. Унизу більша напруженість поля; за рахунок конвекції.
900. 0,1%; слабкий.
- $$901. T = \frac{2W}{3k}; T = 1,2 \cdot 10^5 \text{ К.}$$
903. а), г) Не буде; б), в), д) буде.
904. У першого і другого – однаковий, у третього – більший.
905. Проти руху годинної стрілки; за годинною стрілкою. За годинною стрілкою; проти годинної стрілки.
906. Збігається з напрямком обертання магніту.
909. Прискорення більше при меншому опорі і більшій швидкості.
910. За лінійним.
911. 1 В.
912. 60 мВб/с.

913. 80.

914. 10 В/м.

915. $q = \frac{\Delta\Phi}{R}$; $q = 400$ мКл.

916. $q = \frac{BrS}{2\rho}$; $q = 0,1$ Кл.

917. 5 А.

918. 5 мВ.

919. 5,8 м/с.

920. а) 0,5 А; б) 0,7 А; в) 0,3 А.

Ліворуч зі швидкістю 10 м/с.

921. 0,1 мГн.

922. 2 мВб.

923. 2,5 мГн.

924. 100 В.

925. Індуктивність обмоток електродвигуна велика, і треба збільшити час розмикання ланцюга, щоб зменшити ЕРС самоіндукції.

926. а) Розжарювання лампочки на мить зменшується; б) розжарювання знову стає повним; в) на мить лампочка яскраво спалахує.

927. 120 Дж; зменшиться у 4 рази.

928. 2 А.

929. 2,5 Дж.

930. 1) 0,1; 2) 0,32; 3) 0,069; 4) 0,017; 5) 0,29 Гн.

$$L = \frac{2\Delta W}{I_2^2 - I_1^2}$$

931.

№	W_1 , Дж	I_1 , А
1	1	2
2	2,11	2,61
3	0,640	3,41
4	0,0187	1,02
5	6,40	4,34

1) $W_1 = \frac{\Delta W}{n^2 - 1}$;

2) $I_1 = \sqrt{\frac{2W_1}{L}}$.

932. а) Зменшилася удвічі;

б) зменшилася удвічі;

в) зменшилася у 4 рази.

933. 20 В.

934. 120 мкДж; 40 мкДж.

935. $I_m = U_m \sqrt{\frac{C}{L}}$;

$I_m = 0,1$ А.

936. 1 мА; 200 В.

937. 7.

938.

1) $I = U \sqrt{\frac{C}{L}}$; 2) $W = \frac{LI^2}{2}$;

3) $W_{\text{ел}} = \frac{Cu^2}{2}$; 4) $W_m = W - W_{\text{ел}}$;

№	I , А	W , Дж	$W_{\text{ел}}$, Дж	W_m , Дж	i , А
1	0,5	$5 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	0,3
2	1,65	0,706	0,194	0,512	1,40
3	0,460	$2,32 \cdot 10^{-6}$	$1,59 \cdot 10^{-6}$	$7,35 \cdot 10^{-7}$	0,258
4	0,460	$2,32 \cdot 10^{-6}$	$2,32 \cdot 10^{-6}$	0	0
5	0,460	$2,32 \cdot 10^{-6}$	0	$2,32 \cdot 10^{-6}$	0,460

5) $i = \sqrt{\frac{2W_m}{L}}$.

939. $i = -0,01\pi \sin 10^4 \pi t$; 0,2 мс;
5 кГц; 1 мкКл; 31,4 мА.

940. $q = 10^{-4} \cos 500t$;

$i = -0,05 \sin 500t$;

$u = 100 \cos 500t$;

50 мА; 100 В.

941. $q = 8 \cdot 10^{-6} \cos 10^5 \pi t$;

$u = 20 \cos 10^5 \pi t$;

$i = -2,5 \sin 10^5 \pi t$; 20 В;

2,5 А; 26 мГн.

942. $t = \frac{T}{6}$.

943. 25 нс.

944.

№	$\frac{u}{U_{\max}}$	$\frac{t}{T}$
1	0,707	0,125
2	0,866	0,0833
3	0,999	0,005
4	1	0
5	0,0316	0,245
6	0	0,25

$$\frac{u}{u_{\max}} = \sqrt{\frac{n}{n+1}}$$

$$\frac{t}{T} = \frac{\arccos \sqrt{\frac{n}{n+1}}}{2\pi}$$

945.

№	$T, \text{ с}$	$\nu, \text{ Гц}$
1	$1,92 \cdot 10^{-3}$	520
2	$1,96 \cdot 10^{-4}$	$5,10 \cdot 10^3$
3	$2,17 \cdot 10^{-5}$	$4,61 \cdot 10^4$
4	$5,27 \cdot 10^{-6}$	$1,90 \cdot 10^5$
5	$3,34 \cdot 10^{-7}$	$2,99 \cdot 10^6$

$$T = 2\pi\sqrt{LC};$$

$$\nu = \frac{1}{T}$$

946. Від 710 кГц до 71 МГц.

947. 5,1 мкГн.

948. Зменшиться у 1,25 раза.

949. 0,01 мкФ.

950. 1) 0,01; 2) 1,26; 3) $3,64 \cdot 10^{-3}$;

4) 0,28; 5) 0,63 мкФ.

$$C_1 = \frac{\Delta C}{n^2 - 1}$$

951. Збільшиться утричі;
збільшиться утричі.

952. $\Phi = 0,008 \sin 16\pi t$;

$e = 0,4 \cos 16\pi t$; 0,4 В.

953. $e = 0,1\pi \cos 10\pi t$; нормаль
до площини рамки перпендикулярна
лініям індукції;
5 с⁻¹; 0,01 Вб, 0,314 В.

954. 100.

955. а) Параболу; б) синусоїду.

956. Буде; не буде.

957. 50 В; 0,4 с; 2,5 гЦ;

$e = 50 \cos 5\pi t$.

958. 100 В; 0; -200 В.

959. 1) 66; 2) 190; 3) -260;

4) 0; 5) -14 В.

$$u_2 = \frac{u_1 \cos \varphi}{\cos 2\pi k}$$

960. 610 кВ.

961. $u = 310 \cos 100\pi t$;

$i = 6,2 \cos 100\pi t$;

962. $\frac{\pi}{3}$; $\frac{2\pi}{3}$; $\frac{4\pi}{3}$; $\frac{5\pi}{3}$.

963. Половину.

964. а) Збільшується; б) збільшується.

965. 0,8 кОм; 0,1 кОм.

966. 36 мкФ.

967. а) Зменшиться; б) збільшиться.

968. 63 Ом; 0,5 кОм.

969. 0,16 гн.

970. а) Перше збільшиться, друге зменшиться; б) перше

зменшитися, друге збільшиться.

971. а) Не змінилися; б) збільшилися від 0 до якогось значення; в) зменшилися.

972. 1,6 мкФ.

973. 1) 503; 2) 375; 3) 2120;
4) 1840; 5) 236 Гц.

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

974. Частота обертання вала гідротурбіни значно менша, ніж у парової турбіни.

975. Неприпустимо, тому що котушка може перегоріти.

976. $\frac{1}{3}$; 2520; у первинній.

977. 550; 30.

978. 20 В.

979. I_2 - збільшиться;

U_2 - зменшиться;

I_1 - збільшиться;

U_1 - практично не зміниться.

980. $e = 311 \cos 100\pi t$; 220 В.

981. Можна, система відліку має рухатися зі швидкістю електронного променя.

982. Напрямок ліній індукції

ся колишнім, тому що результуюча швидкість електронів та іонів решітки залишається незмінною.

984. Під час грозового розряду збуджуються в основному середні та довгі хвилі.

985. 1 мкс.

986. 4 м.

987. 11,5 - 12,5 МГц.

988. Збільшується.

989. 0,28 мкФ.

990. 206 - 619 м.

991. 1000 м.

992. 500.

993. Через 2 год 13 хв 20 с.

994. 0,24 с.

995. 30 км.

996. 0,25 мкВт/м².

997. 12 мВт/м².

998. $2 \cdot 10^{-11}$ Дж/м³.

999. 66 мВт/м².

1000. 4 В/м.

1001. 5000.

1002. 4000; 37,5 км.

1003. 300 км.

1004.

1) $W_1 = P_1 \tau$; 2) $P = W_1 n$;

№	$W_1 \cdot 10^{-2}$, Дж	P , Вт	y , м	k	I , Вт/м ²	$\omega \cdot 10^{-9}$, Дж/м ³
1	2,1	21	90	3000	0,5	1,67
2	0,972	9,62	81	2190	0,205	0,682
3	5,33	46,4	123	2790	0,591	1,97
4	5,61	58,9	276	4450	0,165	0,549
5	3,51	42,1	39	1440	0,646	2,15

зміниться на протилежний.

983. Не можна. Якщо система відліку буде рухатися зі швидкістю упорядкованого руху електронів, то позитивні іони решітки рухатимуться зі швидкістю системи відліку у протилежному напрямку. Напрямок ліній індукції залишиться

3) $y = ct$;

4) $k = \frac{y}{\lambda}$; 5) $I = \frac{P_1}{S}$;

6) $w = \frac{I}{c}$.

1005. 8 хв 20 с.

1006. $4,07 \cdot 10^{16}$ м.

1007. $c = 4LNv$;

$c = 315\,000$ км/с.

1008. 300 400 км/с.

1009. 35° .

1012. Нормаль до поверхні дзеркала має складати з вертикаллю кут:

$$a) 45^\circ - \frac{\alpha}{2} = 35^\circ;$$

$$b) 45^\circ + \frac{\alpha}{2} = 55^\circ.$$

1013. Наближатися до берега.

1014. На 37 см.

1015. Не будуть.

1016.

№	h , м	s , м
1	996	1990
2	1280	3450
3	702	2390
4	453	387
5	1000	1350

$$h = \frac{H \sin(\beta + \alpha)}{\sin(\beta - \alpha)};$$

$$s = \frac{h - H}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

1017. $1,24 \cdot 10^8$ м/с.

1018. У спирті в 1,2 рази більша.

1021. 1,47.

1022. $19^\circ, 28^\circ$.

1023. $48,3^\circ$.

1024. $50,6^\circ$.

1025. При $n = 1$ або $\alpha = 0$.

1026. $28,5^\circ$.

1027. $47,4^\circ$; а), б) не залежить.

1028. 74° .

1029. 58° .

1030. $36,7^\circ; 41,8^\circ; 42,1^\circ; 77,8^\circ; 83,6^\circ$.

$$\alpha = \arctg \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi - \frac{1}{n}}.$$

1032. Буде зміщатися праворуч паралельно початковому положенню.

1033. 15 см.

1034. 3,4 м.

1036. 1,2 см.

$$1037. a = d \frac{\sin(\alpha - \gamma)}{\cos \gamma};$$

$$a = d \frac{\sin(\alpha - \gamma)}{\sin(90^\circ - \gamma)},$$

тому що $\alpha < 90^\circ$, то $a < d$.

1038. Переміщався паралельно своєму початковому напрямку, віддаляючись від ліхтаря.

1039. а) Дзеркало; б) призма.

1041. Збільшується.

1042. 1,8.

1043. 39° .

1044. 56° .

1045. а) На 13° униз; б) на 20° вгору.

1046. 390 ТГц; 750 ТГц.

1047. $2 \cdot 10^6$.

1048. 0,53 мкм; червоний, тому що колір, який сприймає око, залежить не від довжини хвилі, а від частоти.

1049. 0,6 мкм.

1050. 1° .

1051. Чорними.

1052. Ні.

1053. Верх - фіолетовий, низ - червоний.

1054. Джерелами будуть точка S і її позірне зображення.

1055. а) Підсилення; б) ослаблення.

1056. $\delta = S_1O - S_2O = 0$.

1057. а), б), в) ослаблення.

1058. Повне гасіння.

1059. 2,4 мм.

1060. а), б) Відстань між максимумами освітленості збільшується; в) - зменшується.

1062. Тому що плівка стовщується донизу за рахунок власної ваги.

1063. Для усіх довжин хвиль дотримується умова максимуму освітленості.

1064. Друга.

1065. Відстань між максимумами збільшується.

1066. 580 нм.

1067. 1,5°.

1068. 31°; 42°; 4,3°; 4,1°; 4,1°.

$$\varphi_2 = \arcsin \frac{k_2 \lambda_2 \sin \varphi_1}{k_1 \lambda_1}$$

1069. 10 мкм.

1070. 11 см.

1072. Відбите частково поляризоване світло не пройде через поляроїд і не буде «спішити» очі.

1073. 500 ТГц; 600 нм.

1074. 600 ТГц.

1075. Однакові.

1076. с.

$$1077. t = \frac{l}{2c} = 27,8 \text{ нс.}$$

1078. 0,976 с.

1079. 0,198 с; 0,800 с; 0,988 с; 0,357 с; 0,900 с; 0,0621 с.

$$v = \frac{n + m}{1 + nm} c.$$

1080. Світловий на 4 с раніше.

1081. 1,67 а. о. м.

1082. У 7,09 разу.

1083. На 5,18 а. о. м.

1084. 0,968 с.

1085. 0,866 с; не збільшиться, тому що продукти перебувають у спокої в системі відліку, яка пов'язана з кораблем, і їхня маса в цій системі відліку не змінилася.

1086. $1,055 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

1087. На 4,3 Мт.

1088. Збільшиться на 10^{-11} кг.

1089. На $5 \cdot 10^{-17}$ кг.

1090. На 3,2 мг.

1091. Сумарна маса спокою буде мізерно меншою 2 кг, тому що зменшується потенційна енергія гравітаційної

взаємодії.

1092. Збільшилася на $8,4 \times 10^{-12}$ кг.

1093. Збільшилася на $3,7 \times 10^{-12}$ кг.

1094. Маса спокою продуктів згоряння на $3,2 \cdot 10^{-10}$ кг менша.

1095. 0,128 МеВ.

1096. У 11 700 разів; 6,44 а. о. м.

1097. 1) 10,4; 3330; 10,9; 26,3; 7,36, 8,57; 2) 0,995 с; =с; 0,996 с; 0,999 с; 0,991 с; 0,993 с.

1098. 0,511 МеВ.

1099. $6,69 \cdot 10^{-19}$ кг·м/с.

1100. а) збільшиться; б) зменшиться; в) збільшиться; г) зменшиться; д) не зміниться; е) збільшиться.

1101. Освітлюючи пластину, піднести до неї позитивно заряджену паличку.

1102. 4,2 еВ.

1103. 4,26 еВ.

1104. 4,4 еВ.

1105. 564 нм.

1106. Не виникне, тому що червона межа фотоелектру для цинку 295 нм.

1107. 3,14 еВ.

1108. 1,9 еВ.

1109. 94,3 нм.

1110.

$$1) v = \frac{c}{\lambda};$$

$$2) E = hv \quad (h, \text{ Дж} \cdot \text{с});$$

$$E, \text{ еВ} = \frac{E, \text{ Дж}}{1,60 \cdot 10^{-19}, \text{ Дж/еВ}};$$

$$3) m = \frac{E}{c^2} \quad (\text{с}^2, \text{ еВ/а.о.м.});$$

$$m, \text{ кг} = m, \text{ а.о.м.} \cdot 1,66 \times 10^{-27} \text{ кг/а.о.м.};$$

$$4) p = mc.$$

1111. 1,5 еВ.

1112. 530 км/с.

1113. 330 нм.

1114. 7,9 В.

№	v, Гц	E		m		p, кг·м/с
		Дж	еВ	а. о. м.	кг	
1	$3,00 \cdot 10^{13}$	$1,99 \cdot 10^{-20}$	0,124	$1,33 \cdot 10^{-10}$	$2,22 \cdot 10^{-37}$	$6,64 \cdot 10^{-29}$
2	$5,45 \cdot 10^{14}$	$3,62 \cdot 10^{-19}$	2,26	$2,43 \cdot 10^{-9}$	$4,03 \cdot 10^{-36}$	$1,21 \cdot 10^{-27}$
3	$2,73 \cdot 10^{15}$	$1,81 \cdot 10^{-18}$	11,3	$1,21 \cdot 10^{-8}$	$2,01 \cdot 10^{-35}$	$6,04 \cdot 10^{-27}$
4	$9,68 \cdot 10^{17}$	$6,42 \cdot 10^{-16}$	4010	$4,30 \cdot 10^{-6}$	$7,15 \cdot 10^{-33}$	$2,14 \cdot 10^{-24}$
5	$2,50 \cdot 10^{21}$	$1,66 \cdot 10^{-12}$	$1,04 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^{-2}$	$1,85 \cdot 10^{-29}$	$5,54 \cdot 10^{-21}$

$$1115. h = \frac{e(U_2 - U_1)}{v_2 - v_1} ;$$

$$h = 4,17 \cdot 10^{-15} \text{ еВ} \cdot \text{с} = 6,7 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}.$$

$$1116. U_s = -\frac{Ae}{e} + \frac{h}{e} v.$$

Матеріал, для якого залежність $U_s(v)$ виражена графіком 2. Показує відношення роботи виходу даного матеріалу до елементарного заряду.

$$1117. 2,62 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 1,63 \text{ еВ};$$

$$5,23 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 3,26 \text{ еВ}.$$

1118. а) Рентгенівські; б) видимі.

$$1119. 310 \text{ нм}.$$

$$1120. 1,23 \cdot 10^{20} \text{ Гц}; 2,43 \text{ пм}.$$

$$1121. 6,63 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

$$1122. 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

$$1123. 1480 \text{ км/с}.$$

$$1124.$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} - A;$$

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m_a}} ; \lambda_{\max} = \frac{hc}{A} .$$

$$1125. 0,99 \text{ мкм}.$$

$$1126. 53; 5 \cdot 10^{13}.$$

1127. Не зміниться.

$$1128. 41 \text{ кВ}.$$

$$1129. 62 \text{ пм}.$$

$$1130. 0,1\%.$$

$$1131. 1,21 \text{ пм}.$$

$$1132. 22,43 \text{ пм}.$$

$$1133. 10 \text{ пм}.$$

$$1134. 28,8^\circ.$$

$$1135. 0,1 \text{ МеВ}.$$

$$1136. \text{ а) } 6,63 \cdot 10^{-23} \text{ кг} \cdot \text{м/с};$$

$$\text{ б) } 1,14 \cdot 10^{-22} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

$$1137. 4,44 \cdot 10^{-23} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

1138. На білу удвічі більший.

$$1139. 58 \text{ діб}; 125 \text{ 000 км}.$$

1140. Енергія випромєненних фотонів менша.

$$1141. 486 \text{ нм}.$$

$$1142. 253 \text{ нм}.$$

$$1143. 85,3 \text{ нм}.$$

1144. Однократну і дворазову, тому що енергія фотона 49,5 еВ.

Метал	Літій	Платина	Цезій	Цинк	Вольфрам
$E \cdot 10^{-19}, \text{ Дж}$	16	28	0,53	0,95	—
$v, \text{ км/с}$	1900	2500	340	460	—
$\lambda_{\max}, \text{ нм}$	520	230	690	300	280

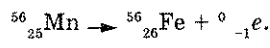
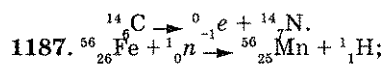
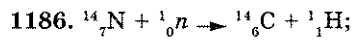
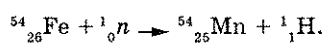
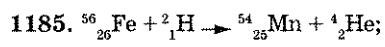
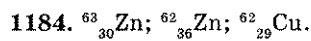
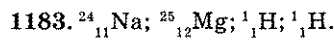
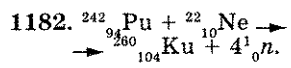
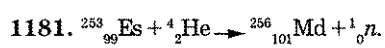
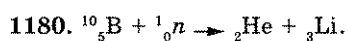
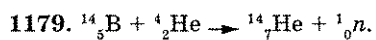
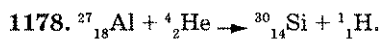
1145. Збільшиться у 9 разів; зменшиться у 4 рази.
 1146. У 5,4 рази.
 1147. 486 нм; 434 нм; 410 нм.
 1148. $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.
 1149. 121,5 нм.
 1050. Менше або дорівнює 91,2 нм.
 1151. 2,14 Мм/с.
 1152. Фотони коротких довжин хвиль збуджують атоми люмінофора, які котрі, повертаючись у незбуджений стан, проходять проміжні рівні енергії.
 1153. Збуджені атоми розчину проходять проміжні енергетичні стани, випромінюючи видиме світло.
 1154. 5 мДж; 1 кВт.
 1155. $1,3 \cdot 10^{17}$.
 1156. 884 МВт/м²; густина потоку випромінювання лазера у $6,5 \cdot 10^5$ разів більша.
 1157. Знизу вгору.
 1158. $6 \cdot 10^7 \text{ м/с}$.
 1159. Лічильник реагує на космічні промені.
 1160. От спостерігача за площину креслення.
 1161. Щоб уникнути небезпечного випромінювання (свинець поглинає заряджені частинки).
 1162. Кобальтова гармата працює без джерела струму, менш громіздка, здатність проникання γ -променів вища, ніж рентгенівських.
 1163. У верхніх шарах атмосфери.
 1164. 4,7 МеВ; 4,4 нс; $3,4 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2$.
 1165. У результаті α -розпаду.
 1166. У результаті β -розпаду.
 1167. ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$;
 ${}^{209}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{209}_{83}\text{Bi} + {}^0_{-1}e$.
 1168. ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$;

Імпульси за модулем однакові, енергія ${}^4\text{He}$ у 55,5 рази більша від енергії ${}^{222}\text{Rn}$.

1169. 0,29.
 1170. 4 діб.
 1171. 1) 50; 2) 11,1; 3) 54,5; 4) 7,43; 5) 0,0173; 6) 80,8%.

$$\frac{N}{N_0} = 2^{\frac{t}{T}} 100\%$$

1174. Z і M не змінюються, маса зменшується на масу γ -кванта.
 1175. Z і M не зменшуються на 1; Z не змінюється; M зменшується на 1.
 1177. 105 МеВ.



1188. Поглинається; виділяється; поглинається.
 1189. 15 МеВ.
 1190. 17 МеВ.

1191. 2,8 МеВ.
 1192. 3,8 МеВ.
 1193. 8,7 МеВ.
 1194. Барій – 64 МеВ, криптон
 – 104 МеВ.
 1195. У вуглеці.
 1196. 23 МВт·год; 2,8 т.
 1197. 53 МВт.
 1198. 17,6 МеВ.
 1200. У $2^{10} = 1024$ рази.
 1201. 14 см.
 1202. Безпечно, тому що погли-
 нена доза за рік дорівнює
 8,4 мГр.
 1203. Позитрон.
 1204. Позитрон.
 1205. Нейтрон;
 ${}^{13}_{7}\text{N} \rightarrow {}^{13}_{6}\text{C} + {}^0_{+1}e.$
 1206. ${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + {}^0_{-1}e + \gamma;$
 $1,6 \cdot 10^{20}$ Гц; 0,95 с.
 1207. $3 \cdot 10^{19}$ Гц.
 1208. 2,2 МеВ.
 1209. 0,42 МеВ.
 1210. 2,4 пм.
 1211. $1,63 \cdot 10^{22}$ Гц.

ЗМІСТ

МЕХАНІКА

РОЗДІЛ I. ОСНОВИ КІНЕМАТИКИ

1. Поступальний рух. Матеріальна точка. Система відліку.
Шлях і переміщення 5
2. Прямолінійний рівномірний рух 8
3. Відносність руху 10
4. Швидкість при прямолінійному нерівномірному русі 14
5. Переміщення при рівноприскореному русі 16
6. Рівномірний рух тіла по колу 21

РОЗДІЛ II. ОСНОВИ ДИНАМІКИ

7. Перший закон Ньютона. Інерційні системи відліку. Маса тіл.
Сила. Рівнодіюча кількох сил 23
8. Другий закон Ньютона. Третій закон Ньютона 26
9. Сили пружності. Гравітаційні сили 29
10. Сила тяжіння. Вага тіла, яке рухається з прискоренням.
Перевантаження. Невагомість 32
11. Рух під дією сили тяжіння по вертикалі 33
12. Рух під дією сили тяжіння у випадку, коли початкова
швидкість спрямована під кутом до горизонту. Рух штучних
супутників і планет 35
13. Тертя спокою. Коефіцієнт тертя. Сила тертя ковзання. Сила
опору середовища 39
14. Рух під дією сили тертя 41
15. Рух під дією кількох сил 42

РОЗДІЛ III. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ 50

16. Імпульс тіла. Зміна імпульсу. Закон збереження імпульсу 50
17. Механічна робота. Кінетична і потенційна енергія 52
18. Закон збереження енергії. Перетворення енергії під час дії
сили тяжіння; сили пружності; сили тертя 55
19. Потужність. ККД. Рух рідин і газів 60

РОЗДІЛ IV. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ

20. Коливальний рух 62
21. Механічні хвилі. Звук 65

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА

РОЗДІЛ V. ОСНОВИ МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ

22. Кількість речовини. Стала Авогадро. Маса і розміри молекул. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів	67
23. Енергія теплового руху молекул. Залежність тиску газу від концентрації молекул і температури. Швидкості молекул газу	69
24. Рівняння стану ідеального газу	71
25. Ізопроеци	73
26. Насичені і ненасичені пари. Залежність температури кипіння від тиску. Вологість повітря	78
27. Поверхневий натяг. Змочування. Капілярні явища	81
28. Механічні властивості твердих тіл	83

РОЗДІЛ VI. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ

29. Внутрішня енергія одноатомного газу. Робота і кількість теплоти. Перший закон термодинаміки. Адіабатний процес	85
30. Зміна внутрішньої енергії тіл у процесі теплопередачі	88
31. Зміна внутрішньої енергії тіл у процесі виконання роботи. Теплові двигуни	92

ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

РОЗДІЛ VII. ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ

32. Закон Кулона. Напруженість поля	95
33. Провідники в електричному полі. Поле зарядженої кулі і пластини. Діелектрики в електричному полі	98
34. Енергія зарядженого тіла в електричному полі. Різниця потенціалів. Зв'язок між напруженістю і напругою	101
35. Електроємність конденсатора. Енергія зарядженого конденсатора. Енергія електричного поля	104

РОЗДІЛ VIII. ЗАКОНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

36. Закон Ома для ділянки кола з послідовним і паралельним з'єднанням провідників	106
37. Робота і потужність струму	110

38. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола 113

РОЗДІЛ ІХ. МАГНІТНЕ ПОЛЕ

39. Магнітне поле струму. Магнітна індукція. Магнітний потік.
Закон Ампера. Сила Лоренца. Магнітні властивості речовин . 115

РОЗДІЛ Х. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

40. Електричний струм у металах, напівпровідниках, вакуумі 120

41. Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів.
Електричний струм у газах 123

РОЗДІЛ ХІ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ

42. Електромагнітна індукція. ЕРС індукції. Самоіндукція.
Індуктивність. Енергія магнітного поля струму 127

РОЗДІЛ ХІІ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ

43. Перетворення енергії в коливальному контурі. Гармонічні
коливання. Власна частота і період коливань 131

44. Змінний струм 134

РОЗДІЛ ХІІІ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ

45. Електромагнітні хвилі і швидкість їх поширення. Енергія
електромагнітної хвилі. Густина потоку випромінювання.
Радіолокація 138

РОЗДІЛ ХІV. СВІТЛОВІ ХВИЛІ

46. Швидкість світла. Закони відбивання і заломлення. Повне
відбивання 141

47. Дисперсія світла. Інтерференція, дифракція, поляризація
світла 146

РОЗДІЛ ХV. ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ

48. Релятивістський закон додавання швидкостей. Залежність
маси від швидкості. Закон взаємозв'язку маси й енергії . 150

КВАНТОВА ФІЗИКА

РОЗДІЛ XVI. СВІТЛОВІ КВАНТИ. ДІЇ СВІТЛА

49. Фотоелектричний ефект. Фотон. Ефект Комптона. Тиск світла	153
--	-----

РОЗДІЛ XVII. АТОМ І АТОМНЕ ЯДРО

50. Ядерна модель атома. Випромінювання і поглинання світла атомом. Лазер	158
51. Методи реєстрації заряджених частинок. Радіоактивність. Склад атомних ядер. Енергія зв'язку атомних ядер	160
52. Ядерні реакції. Енергетичний вихід ядерних реакцій. Біологічна дія радіоактивних випромінювань. Елементарні частинки. Взаємні перетворення частинок і квантів електромагнітного випромінювання	162

ДОДАТКИ	167
---------------	-----

ВІДПОВІДІ	174
-----------------	-----