

ВАРІАНТ №1

Механіка

1. Початкова швидкість частинки $\mathbf{v}_1 = 1\mathbf{i} + 3\mathbf{j} + 5\mathbf{k}$ (м/с), кінцева – $\mathbf{v}_2 = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} + 6\mathbf{k}$. Визначити: а) приріст швидкості $\Delta\mathbf{v}$; б) модуль приросту швидкості $|\Delta\mathbf{v}|$; в) приріст модуля швидкості Δv .

2. Рух двох матеріальних точок виражається рівняннями $x_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$, $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$, де $A_1 = 20$ м; $A_2 = 2$ м, $B_1 = B_2 = 2$ м/с; $C_1 = 4$ м/с²; $C_2 = 0,5$ м/с². У який момент часу t швидкості цих точок будуть однаковими? Визначити швидкості v_1 і v_2 і прискорення a_1 і a_2 точок у цей момент

3. Колесо обертається з постійним кутовим прискоренням $\varepsilon = 3$ рад/с². Визначити радіус колеса, якщо через $t = 1$ с після початку руху повне прискорення точки на ободі колеса $a = 7,5$ м/с².

4. Два однакових візки масою M кожний рухаються за інерцією (без тертя) один за одним з однаковою швидкістю v_0 . В якийсь момент часу людина масою m , що знаходиться на задньому візку, стрибнула на передній зі швидкістю u відносно свого візка. Визначити швидкість v^1 переднього візка.

5. Тонкий однорідний стрижень довжиною $l = 50$ см і масою $m = 400$ г обертається з кутовим прискоренням $\varepsilon = 3$ рад/с² навколо осі, що проходить перпендикулярно стрижневі через його середину. Визначити обертаючий момент M .

6. Порожнистий тонкостінний циліндр котиться уздовж горизонтальної ділянки шляху зі швидкістю $v = 1,5$ м/с. Визначити шлях, який він пройде на гору за рахунок кінетичної енергії, якщо ухил гори дорівнює 5 м на кожні 100 м шляху.

Молекулярна фізика

1. У закритій посудині об'ємом 20 л містяться водень масою 6 г і гелій масою 12 г. Визначити: 1) тиск; 2) молярну масу газової суміші у посудині, якщо температура суміші $T = 300$ К.

2. Визначити середню квадратичну $\langle v_{\text{кв}} \rangle$, середню арифметичну $\langle v \rangle$ та найбільш ймовірні $v_{\text{ім}}$ швидкості молекул водню. Обчислення виконати для трьох значень температури: 1) $T = 20$ К; 2) $T = 300$ К; 3) $T = 5$ кК.

3. У сферичній колбі об'ємом $V = 1$ л міститься азот. При якій густині ρ азоту середня довжина вільного пробігу молекул азоту більша за розміри посудини?

4. Азот масою $m = 10,5$ г ізотермічно розширюється при температурі $t = -23$ °С, причому його тиск змінюється від $p_1 = 250$ кПа до $p_2 = 100$ кПа. Визначити роботу A , виконану газом при розширенні.

5. Кисень нагрівається при незмінному тиску $p = 80$ кПа. Його об'єм збільшується від $V_1 = 1$ м³ до $V_2 = 3$ м³. Визначити: 1) зміну ΔU внутрішньої енергії кисню; 2) роботу A , виконану ним при розширенні; 3) кількість теплоти Q , надану газу.

6. Внаслідок ізотермічного розширення в циклі Карно газ одержав від нагрівника 150 кДж теплоти. Визначити роботу A ізотермічного стиснення цього газу, якщо відомо, що ККД циклу $\eta = 0,4$.

7. Маса 100 крапель спирту, що витікає з капіляра, $m = 0,71$ г. Визначити поверхневий натяг σ спирту, якщо діаметр d шийки краплі в момент відриву дорівнює 1 мм.

Електрика і магнетизм

1. Чотири однакових заряди $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40$ нКл закріплені у вершинах квадрата зі стороною $a = 10$ см. Знайти силу F , що діє на один з цих зарядів з боку трьох інших.

2. Між пластинами плоского конденсатора міститься точковий заряд $Q = 30$ нКл. Поле конденсатора діє на заряд із силою $F_1 = 10$ мН. Визначити силу F_2 взаємного притягання пластин, якщо площа S кожної пластини дорівнює 100 см².

3. Протон, початкова швидкість v якого дорівнює 100 км/с, влетів в однорідне електричне поле ($E = 300$ В/см) так, що вектор швидкості збігся з напрямком ліній напруженості. Який шлях L повинний пройти протон у напрямку ліній поля, щоб його швидкість подвоїлася?

4. ЕРС акумулятора $\varepsilon = 12$ В, сила струму короткого замикання $I = 5$ А. Яку найбільшу потужність P_{\max} можна отримати у зовнішньому колі?

5. По дротовій рамці, що має форму правильного шестикутника, йде струм $I = 2$ А. При цьому в центрі рамки утворюється магнітне поле напруженістю $H = 33$ А/м. Визначити довжину L дроту, з якого зроблена рамка.

6. Заряджена частинка рухається в магнітному полі по колу зі швидкістю $v = 10^6$ м/с. Індукція магнітного поля $B = 0,3$ Тл. Радіус кола $R = 4$ см. Визначити заряд q частинки, якщо відомо, що її енергія $E_k = 12$ кеВ.

7. Дротоний виток радіусом $r = 4$ см, що має опір $R = 0,01$ Ом, знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,04$ Тл. Площина витка утворює кут $\alpha = 30^\circ$ з лініями індукції поля. Яка кількість електрики Q пройде по витку, якщо магнітне поле зникне?

8. Індуктивність L соленоїда довжиною $l = 1$ м і площею поперечного перерізу $S = 20$ см² дорівнює $0,4$ мГн. Визначити силу струму в соленоїді, за якої об'ємна густина енергії w магнітного поля усередині соленоїда дорівнює $0,1$ Дж/м³.

Коливання і хвилі

1. Амплітуда гармонічних коливань точки $A = 5$ см, амплітуда швидкості $v_{\max} = 7,85$ см/с. Обчислити циклічну частоту ω коливань і максимальне прискорення a_{\max} точки.

2. Матеріальна точка, маса якої $m = 10$ г, здійснює гармонічні коливання за законом косинуса з періодом $T = 2$ с і початковою фазою $\varphi = 0$. Повна механічна енергія точки $E = 0,1$ мДж. Визначити амплітуду коливань A і записати закон руху точки. Обчислити максимальне значення F_{\max} сили, що діє на точку.

3. Вантаж масою $m = 0,5$ кг, підвішений до спіральної пружини жорсткістю $k = 20$ Н/м і здійснює пружні коливання в деякому середовищі. Логарифмічний декремент згасання коливань $\lambda = 0,004$. Визначити кількість N повних коливань, які може здійснити вантаж, щоб енергія коливань зменшилась у $n = 2$ рази. За який час Δt відбудеться це зменшення?

4. Плоска гармонічна звукова хвиля збуджується джерелом коливань частоти $\nu = 200$ Гц та поширюється вздовж осі Ox . Амплітуда коливань точок джерела $\xi_0 = 4$ мм. Написати рівняння коливань джерела $\xi(0, t)$, якщо в початковий момент часу зміщення точок

джерела було максимальним. Визначити зміщення точок середовища, що містяться на відстані $x = 100$ см від джерела, у момент часу $t = 0,1$ с. Швидкість звукової хвилі прийняти $v = 340$ м/с. Згасанням нехтувати.

5. Коливальний контур містить конденсатор ємністю $C = 8$ пФ і котушку індуктивністю $L = 0,5$ мГн. Якою є максимальна напруга U_{\max} на обкладках конденсатора, якщо максимальна сила струму в контурі $I_{\max} = 40$ ма?

Квантова і ядерна фізика

1. Під час фотоефекту з платинової поверхні електрони повністю затримуються різницею потенціалів $U = 0,8$ В. Визначити довжину хвилі λ застосованого випромінювання і граничну довжину хвилі λ_0 , при якій ще можливий фотоефект.

2. Зачорнена кулька охолоджується від температури $T_1 = 300$ К до $T_2 = 200$ К. Вважаючи поверхню кульки абсолютно чорною, визначити на скільки змінилася довжина хвилі λ_{\max} , що відповідає максимуму спектральної густини енергетичної світності?

3. Визначити проміжок часу τ , протягом якого активність A ізотопу стронцію ^{90}Sr зменшиться в $k_1=10$ разів? В $k_2=100$ разів? Період напіврозпаду стронцію $T_{1/2} = 28$ років.

4. Яка енергія ΔE виділяється під час термоядерної реакції синтезу $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$? Відповідь дати в джоулях і електрон-вольтах. Маса ядра дейтерію 2,01410 а.о.м., тритію 3,01605 а.о.м., гелію 4,00260 а.о.м., нейтрона 1,00866 а.о.м.

ВАРІАНТ 2

МЕХАНІКА

1. Радіус-вектор матеріальної точки змінюється з часом за законом $\mathbf{r} = 4t^2\mathbf{i} + 3t\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$ (м). Визначити: 1) швидкість точки \mathbf{v} ; 2) прискорення точки \mathbf{a} ; 3) модуль швидкості v точки в момент часу $t = 2$ с.

2. Якір електродвигуна, що має частоту обертання $n = 50 \text{ с}^{-1}$, після вимикання струму, зробивши $N = 628$ обертів, зупинився. Визначити кутове прискорення ε якоря.

3. До пружинних терезів підвішений блок. Через блок перекинута шнур, до кінців якого прив'язали вантажі масами $m_1 = 1,5$ кг і $m_2 = 3$ кг. Яким буде показання терезів під час руху вантажів? Масою блоку і шнура нехтувати.

4. Дві кульки масами 20 г та 40 г підвішені на двох паралельних нитках та торкаються одна одній. Довжина кожної нитки 50 см. Маленьку кульку відвели в бік, так що нитка відхилилася на кут 90° , і відпустили. На яку висоту піднімуться кульки після удару, якщо удар непружний?

5. Суцільний однорідний диск скачується без ковзання по похилій площині, що утворює кут α з горизонтом. Визначити лінійне прискорення a центра диска.

6. Маховик, момент інерції якого $J = 40 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, почав обертатися рівноприскорено зі стану спокою під дією моменту сили $M = 20 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Визначити кінетичну енергію E_k , яку набуває маховик через $t = 10$ с.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. У балоні місткістю 15 л знаходиться азот під тиском 100 кПа при температурі $t_1 = 27^\circ\text{C}$. Після того, як з балона випустили азот масою 14 г, температура газу стала рівною $t_2 = 17^\circ\text{C}$. Визначити тиск азоту, що залишився в балоні.

2. Обчислити кінетичну енергію $\langle E \rangle$ обертального руху двох молів молекул кисню при температурі 17°C .

3. Обчислити середнє число зіткнень z за одиницю часу молекул деякого газу, якщо середня довжина вільного пробігу $\langle l \rangle = 5$ мкм, а середня квадратична швидкість його молекул $v_{\text{кв}} = 500$ м/с.

4. При ізотермічному розширенні маси $m = 10$ г азоту, що знаходиться при температурі $t = 17^\circ\text{C}$, була виконана робота $A = 860$ Дж. У скільки разів змінився тиск азоту при розширенні?

5. Два різних газу, одноатомний і двоатомний, мають однакові об'єми й температури. Газу стискають адіабатно так, що їхні об'єми зменшуються у два рази. Який з газів нагріється більше та у скільки разів?

6. Обчислити приріст ентропії ΔS водню, маса якого $m = 0,8$ кг під час його стиснення від 0,1 МПа при температурі 27°C до 1,5 МПа при температурі 127°C .

7. Трубка має діаметр $d_1 = 0,2$ см. На нижньому кінці трубки зависла крапля води, що має в момент відриву вигляд кульки. Обчислити діаметр d_2 цієї краплі.

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. Дві кульки масою $m = 0,1$ г кожна підвішені в одній точці на нитках довжиною $l = 20$ см кожна. Одержавши однаковий заряд, кульки розійшлися так, що нитки утворили між собою кут $\alpha = 60^\circ$. Визначити заряд кожної кульки.

2. Електрон знаходиться в однорідному електричному полі напруженістю $E = 200$ кВ/м. Який шлях пройде електрон за час $t = 1$ нс, якщо його початкова швидкість дорівнювала нулеві? Яку швидкість буде мати електрон наприкінці цього проміжку часу?

3. Між пластинами плоского конденсатора знаходиться щільно прилегла скляна пластинка. Конденсатор заряджений до різниці потенціалів $U_1 = 100$ В. Яка буде різниця потенціалів U_2 , якщо витягнути скляну пластинку з конденсатора?

4. До акумулятора, ЕРС якого дорівнює 2 В і внутрішній опір 0,5 Ом, під'єднаний провідник. Визначити: 1) опір провідника; 2) потужність, яка при цьому виділяється в провіднику.

5. Шини генератора є дві паралельні мідні смуги довжиною 2 м кожна, відстоять одна від одної на відстані 20 см. Визначити силу взаємного відштовхування шин в разі короткого замикання, коли по ним проходить струм силою 10 кА.

6. Протон і електрон, що були прискорені однаковою різницею потенціалів, влітають в однорідне магнітне поле, що є перпендикулярним до швидкості. У скільки разів радіус кривизни R_1 траєкторії протона є більшим, ніж радіус кривизни R_2 траєкторії електрона? Маса електрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, маса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг

7. Котушка довжиною 50 см і діаметром 5 см містить 200 витків. За котушці йде струм 1 А. Визначити: 1) індуктивність котушки; 2) магнітний потік, що пронизує площу її поперечного перерізу.

8. Рамка площею $S = 100$ см² містить $N = 10^3$ витків дроту опором $R_1 = 12$ Ом. До кінців обмотки підключений зовнішній опір $R_2 = 20$ Ом. Рамка рівномірно обертається в однорідному магнітному полі ($B = 0,1$ Тл) з частотою $n = 8$ с⁻¹. Визначити максимальну потужність P_{\max} , змінного струму в колі.

Коливання і хвилі

1. Точка здійснює коливання за законом синуса з періодом $T = 12$ с. У деякий момент часу зміщення x точки дорівнювало 1 см. Коли фаза коливань збільшилась удвічі, швидкість v точки стала дорівнювати $\pi/6$ см/с. Визначити амплітуду A коливань.

2. Матеріальна точка, маса якої $m = 50$ г, здійснює коливання за законом $x = 10 \sin(2t + \frac{\pi}{3})$, де x дано в сантиметрах, а аргумент синуса – в радіанах. Визначити максимальні значення сили F_{\max} , що повертає точку в положення рівноваги, і кінетичної енергії $E_{k \max}$.

3. Амплітуда коливань маятника завдовжки $l = 1$ м за час $t = 10$ хв зменшилась у два рази. Визначити логарифмічний декремент λ згасання системи.

4. Плоска синусоїдальна звукова хвиля має період $T = 3$ мс, амплітуду $\xi_0 = 0,2$ мм і довжину хвилі $\lambda = 1,2$ м. Визначити швидкість точок середовища, віддалених від джерела коливань на відстань $x = 2$ м, у момент часу $t = 7$ мс. Початкова фаза хвилі дорівнює нулю.

5. Коливальний контур має такі параметри: резонансна частота $\nu_{\text{рез}} = 600$ кГц, ємність

конденсатора $C = 350$ пФ, активний опір $R = 15$ Ом. Визначити добротність контуру.

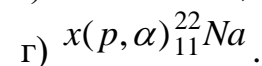
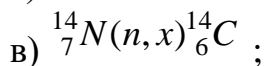
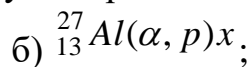
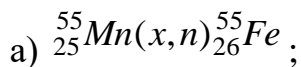
КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. Яку потужність P треба підводити до зачерненої металевої кульки радіусом $r = 2$ см, щоб підтримувати її температуру на $\Delta T = 27$ К вище температури навколишнього середовища? Температура навколишнього середовища $T = 293$ К. Вважати, що поверхня кульки є абсолютно чорною, і тепло втрачається тільки внаслідок випромінювання.

2. Визначити довжину хвилі λ_0 світла, яке відповідає червоній границі фотоефекту для літію, натрію, калію і цезію.

3. Визначити масу m полонію $^{210}_{84}\text{Po}$, активність якого $A = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк. Період напіврозпаду полонію $T_{1/2} = 138$ діб.

4. Написати позначення, що відсутні в реакціях:



ВАРІАНТ 3

МЕХАНІКА

1. Матеріальна точка рухається уздовж прямої так, що її прискорення лінійно зростає і за перші $t = 10$ с досягає значення $a = 5 \text{ м/с}^2$. Визначити наприкінці десятої секунди: 1) швидкість точки; 2) пройдений точкою шлях.

2. Колесо автомашини обертається рівносповільнено. За час $t = 2$ хв воно змінило частоту обертання від 240 до 60 хв^{-1} . Визначити: 1) кутове прискорення колеса; 2) число повних обертів, зроблених колесом за цей час.

3. Дві кульки масами 20 г та 40 г підвішені на двох паралельних нитках та торкаються одна одної. Довжина кожної нитки 50 см. Маленьку кульку відвели в бік, так що нитка відхилилася на кут 90° , і відпустили. На яку висоту піднімуться кульки після удару, якщо удар абсолютно пружний?

4. Тіло масою $m = 0,4$ кг зісковзує без початкової швидкості по похилій площині висотою $h = 10$ см і довжиною $l = 1$ м і, пройшовши по горизонтальній площині деякий шлях, зупиняється. Коефіцієнт тертя на всьому шляху $f = 0,04$. Визначити: 1) кінетичну енергію тіла біля основи площини; 2) шлях, пройдений тілом на горизонтальній ділянці до зупинки.

5. В центрі платформи, що обертається навколо вертикальної осі з частотою $n_1 = 1 \text{ с}^{-1}$, знаходиться людина і тримає в руках стрижень довжиною $l = 2,4$ м і масою $m = 8$ кг, розташований вертикально вздовж осі обертання платформи. З якою частотою n_2 буде обертатися платформа з людиною, якщо вона поверне стрижень у горизонтальне положення? Сумарний момент інерції J людини і платформи дорівнює $6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

6. Маховик починає обертатися зі стану спокою з постійним кутовим прискоренням $\varepsilon = 0,4 \text{ рад/с}^2$. Визначити кінетичну енергію маховика через час $t_2 = 25$ с після початку руху, якщо через $t_1 = 10$ с після початку руху момент імпульсу L_1 маховика становив $60 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. Азот масою 7 г знаходиться під тиском $p = 0,1$ МПа та температурі $t_1 = 290$ °С. Внаслідок ізобарного нагрівання азот зайняв об'єм $V_2 = 10$ л. Визначити: 1) об'єм V_1 газу до розширення; 2) температуру T_2 газу після розширення; 3) густину газу до і після розширення.

2. Колба місткістю $V = 4$ л містить деякий газ масою $m = 0,6$ г під тиском $p = 200$ кПа. Визначити середню квадратичну швидкість $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекул газу.

3. Обчислити середню довжину вільного пробігу $\langle l \rangle$ молекул водню при тиску $p = 0,1$ Па та температурі $T = 100$ К.

4. Кисень, маса якого 80 г, ізобарно нагрівають від 15 до 115 °С. Визначити роботу A , виконану газом, зміну внутрішньої енергії ΔU та кількість підведеної теплоти Q .

5. Внаслідок адіабатного розширення об'єм газу збільшується у два рази, а термодинамічна температура знижується в 1,32 рази. Скільки ступенів вільності i мають молекули цього газу?

6. Кисень, маса якого $m = 2$ кг, збільшив свій об'єм у $n = 5$ разів, перший раз ізотермічно, другий раз – адіабатно. Визначити зміну ентропії ΔS в кожному з процесів.

7. Яку роботу A потрібно виконати, щоб, видуваючи мильну бульбашку, збільшити її діаметр від $d_1 = 1$ см до $d_2 = 5$ см? Вважати процес ізотермічним.

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. Електричне поле створене двома нескінченними паралельними пластинами, що несуть рівномірно розподілений по площі заряд з поверхневими густинами $\sigma_1 = 1$ нКл/м² і $\sigma_2 = 3$ нКл/м². Визначити напруженість E поля: 1) між пластинами; 2) поза пластинами.

2. Уздовж силової лінії однорідного електричного поля рухається протон. У точці поля з потенціалом φ_1 протон мав швидкість $v_1 = 0,1$ Мм/с. Визначити потенціал φ_2 точки поля, у якій швидкість протона зростає в $n = 2$ рази. Відношення заряду протона до його маси $e/m = 96$ МКл/кг.

3. Дві металевих кулі радіусами $R_1 = 2$ см і $R_2 = 6$ см з'єднані провідником, ємністю якого можна нехтувати. Кулям наданий заряд $Q = 1$ нКл. Визначити поверхневу густину σ зарядів на кулях.

4. Густина струму j в алюмінієвому дроті дорівнює 1 А/мм². Визначити середню швидкість $\langle v \rangle$ упорядкованого руху електронів, припускаючи, що кількість вільних електронів у 1 см³ алюмінію дорівнює кількості атомів. Густина алюмінію $\rho = 2,7 \cdot 10^3$ кг/м³

5. По тонкому дротовому кільцю проходить струм. Не змінюючи сили струму в провіднику, йому надали форму квадрата. У скільки разів змінилася магнітна індукція в центрі контуру?

6. Прямокутна рамка зі струмом $I = 1,5$ мА розміщена в одній площині з довгим прямим провідником зі струмом так, що довгі сторони рамки є паралельними провідниками. Сила струму в дроті $I_1 = 2$ мА, відстань від нього до ближньої сторони рамки $a = 10$ см. Довжини сторін рамки $l_1 = 30$ см, $l_2 = 18$ см. Визначити сили, що діють на кожну зі сторін рамки.

7. Заряджена частинка пройшла прискорюючи різницю потенціалів $U = 104$ В и влетіла в схрещені під прямим кутом електричне ($E = 10$ кВ/м) і магнітне ($B = 0,1$ Тл) поля. Визначити відношення Q/m заряду частинки до її маси, якщо, рухаючись перпендикулярно обом полям, частинка не відхиляється від прямолінійної траєкторії.

8. Соленоїд містить $N = 1\ 000$ витків. Сила струму I у його обмотці становить 1 А, магнітний потік, що пронизує кожний виток, $\Phi = 0,1$ мВб. Обчислити енергію W магнітного поля.

Коливання і хвилі

1. Точка, що здійснює гармонічні коливання за законом $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ см, у деякий момент часу t_1 має зміщення $x_1 = 4$ см, швидкість $v_1 = 5$ см/с і прискорення $a_1 = -80$ см/с². Визначити амплітуду A і період T коливань точки; фазу коливань $\omega t + \varphi$ у момент часу, що розглядається; максимальні швидкість v_{\max} та прискорення a_{\max} точки.

2. Брусок, маса якого $m = 0,5$ кг, лежить на гладкому столі. Його з'єднано горизонтальною пружиною жорсткістю $k = 32$ Н/м зі стіною. У початковий момент часу пружину стиснули на $x_0 = 1$ см і відпустили. Встановити закон руху бруска. Тертям нехтувати.

3. Логарифмічний декремент згасання λ маятника дорівнює 0,01. Визначити кількість N повних коливань маятника до зменшення його амплітуди у 3 рази.

4. Поперечна хвиля поширюється уздовж пружного шнура зі швидкістю $v = 10$ м/с. Амплітуда коливань точок шнура $A = 5$ см, період коливань $T = 1$ с. В початковий момент часу кінець шнура, що є джерелом біжучої хвилі, перебував у положенні рівноваги. Записати рівняння пружної хвилі і визначити 1) довжину хвилі, 2) фазу коливань, зміщення, швидкість і прискорення точки, що відстоїть на відстані 9 м від джерела коливань у момент часу $t_1 = 2,5$ с.

5. На яку довжину хвилі λ буде резонувати контур, що складається з котушки індуктивністю $L = 4$ мкГн і конденсатора ємністю $C = 1,11$ нФ?

КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. Поверхню тіла було нагріто до температури $T = 1\ 000$ К. У скільки разів зміниться енергетична світність R_e тіла, якщо покласти, що одна половина поверхні нагрівається на $\Delta T = 100$ К, а інша охолоджується на $\Delta T = 100$ К?

2. Довжина хвилі світла, яка відповідає червоній границі фотоефекту, для деякого металу $\lambda_0 = 375$ нм. Визначити мінімальну енергію ϵ фотона, який спричиняє фотоефект.

3. Яка частка η початкової кількості ядер ^{90}Sr розпадеться за одну добу і за 15 років? Яка частка ζ залишиться через 10 років і через 100 років? Період напіврозпаду стронцію $T_{1/2} = 28$ років.

4. В чистий силіцій введена невелика домішка бору. Користуючись таблицею Менделєєва, визначити і пояснити тип провідності домішкового силіцію

ВАРІАНТ 4

МЕХАНІКА

1. Рівняння прямолінійного руху тіла має вигляд $x = At - Bt^2 + Ct^3$ ($A = 2$ м/с, $B = 3$ м/с², $C = 4$ м/с³). Записати вирази для швидкості і прискорення. Визначити для моменту часу $t = 2$ с після початку руху: 1) шлях, що пройшло тіло; 2) швидкість; 3) прискорення.

2. Точка рухається по колу радіусом $R = 15$ см з постійним тангенціальним прискоренням a_τ . На прикінці четвертого оберту після початку руху лінійна швидкість точки $v = 15$ см/с. Визначити нормальне прискорення a_n точки через $t = 16$ с після початку руху.

3. Дві кульки масами 20 г та 40 г підвішені на двох паралельних нитках та торкаються одна одної. Довжина кожної нитки 50 см. Маленьку кульку відвели в бік, так що нитка відхилилася на кут 60° , і відпустили. На яку висоту піднімуться кульки після удару, якщо удар абсолютно пружний?

4. Вантаж піднімають по похилій площині довжиною $l = 2$ м з прискоренням $a = 1$ м/с². Маса вантажу $m = 100$ кг, кут нахилу похилої площини $\varphi = 30^\circ$, коефіцієнт тертя $\mu = 0,1$. Визначити роботу A результуючої сил, що діють на тіло.

5. Куля радіусом $R = 10$ см і масою $m = 5$ кг обертається навколо осі симетрії за рівнянням $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$ ($B = 2$ рад/с², $C = -0,5$ рад/с³). Визначити момент обертаючої сили M для $t = 3$ с.

6. Горизонтальна платформа масою $m = 25$ кг і радіусом $R = 0,8$ м обертається з частотою $n_1 = 18$ хв⁻¹. У центрі знаходиться людина і тримає на витягнутих руках гантелі. Вважаючи платформу диском, визначити частоту обертання платформи, якщо людина, опустивши руки, зменшить свій момент інерції від $J_1 = 3,5$ кг·м² до $J_2 = 1$ кг·м².

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. У посудині місткістю 1 л знаходиться кисень масою 1 г. Визначити концентрацію молекул кисню в посудині.

2. Обчислити середню кінетичну енергію $\langle \epsilon_{\text{оберт}} \rangle$ обертального руху однієї молекули кисню при температурі $T = 350$ К та середню кінетичну енергію $\langle E \rangle$ обертального руху всіх молекул кисню, маса якого $m = 4$ г.

3. При якому тиску p середня довжина вільного пробігу $\langle l \rangle$ молекул азоту становить 1 м, якщо температура газу $T = 300$ К ?

4. У посудині об'ємом $V = 5$ л міститься газ при тиску $p = 200$ кПа і температурі $t = 17$ °С. При ізобарному розширенні газом була здійснена робота $A = 196$ Дж. На скільки градусів нагрівся газ?

5. При адіабатному стисненні повітря в циліндрах двигуна внутрішнього згорання тиск змінюється від $p_1 = 0,1$ МПа до $p_2 = 3,5$ МПа. Початкова температура повітря $t_1 = 40$ °С. Визначити температуру T_2 повітря наприкінці стиснення.

6. Кисень масою $m = 200$ г займає об'єм $V_1 = 100$ л і знаходиться під тиском $p_1 = 200$ кПа. Під час нагрівання газ розширився при постійному тиску до об'єму $V_2 = 300$ л, а потім його тиск зріс до $p_2 = 500$ кПа при незмінному об'ємі. Визначити зміну внутрішньої енергії ΔU газу, роботу A , здійснену газом і кількість теплоти Q , надану газу. Побудувати графік процесу.

7. Дві краплі ртуті радіусом $r = 1$ мм кожна злилися в одну велику краплю. Яка енергія E виділиться при цьому злитті? Вважати процес ізотермічним.

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. Навколо нерухомого точкового заряду $Q = 1$ нКл рівномірно обертається під дією сил притягання негативно заряджена маленька кулька. Чому дорівнює відношення заряду кульки до її маси q/m , якщо радіус орбіти $R = 2$ см, а кутова швидкість обертання $\omega = 3$ рад/с?

2. Точкові заряди $Q_1 = 1$ мкКл і $Q_2 = 0,1$ мкКл розміщені на відстані $r_1 = 10$ см один від одного. Яку роботу A виконують сили поля, якщо другий заряд, відштовхуючись від першого, віддаляється від нього на відстань; 1) $r_2 = 10$ м; 2) $r_3 = \infty$?

3. Відстань d між пластинами повітряного плоского конденсатора становить 2 см, різниця потенціалів $U = 6$ кВ. Заряд кожної пластини $Q = 10$ нКл. Обчислити енергію W електричного поля конденсатора і силу F взаємного притягання пластин.

4. ЕРС батареї акумуляторів $\varepsilon = 12$ В, сила струму $I_{к.з.}$ короткого замикання 5 А. Яку найбільшу потужність P_{max} можна одержати в зовнішньому колі, з'єднаному з такою батареєю?

5. По тонкому проволу у вигляді півкільця радіусом $R = 10$ см проходить струм $I = 10$ А. Перпендикулярно площині кільця збуджене однорідне магнітне поле, індукція якого $B = 50$ мТл. Визначити силу, що діє на провід. Як зміниться сила, якщо провід випрямити?

6. Два однозарядних іони, прискорені однаковою різницею потенціалів, влетіли в однорідне магнітне поле перпендикулярно лініям індукції. Один іон, маса m_1 якого дорівнює 12 а. о. м., описав дугу окружності радіусом $R_1 = 4$ см. Визначити масу m_2 іншого іона, якщо він описав дугу кола радіусом $R_2 = 6$ см.

7. В однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,5$ Тл рівномірно з частотою $n = 300$ хв⁻¹ обертається котушка, що містить $N = 200$ витків, які щільно прилягають один до одного. Площа поперечного перерізу котушки $S = 100$ см². Вісь обертання є перпендикулярною до осі котушки і до напрямку магнітного поля. Визначити максимальну ЕРС, що індукується в котушці.

8. На залізне кільце намотано в один шар $N = 200$ витків. Визначити: магнітний потік Φ_1 через один виток та енергію W магнітного поля, якщо при струмі силою $I = 2,5$ А повний магнітний потік Ψ у залізі дорівнює 0,5 мВб.

Коливання і хвилі

1. Точка здійснює коливання за законом $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, де $A = 4$ см. Визначити початкову фазу φ , якщо: а) $x(0) = 2$ см, $v_x(0) < 0$; б) $x(0) = -2$ см, $v_x(0) < 0$; в) $x(0) = 2$ см, $v_x(0) > 0$; г) $x(0) = -2$ см, $v_x(0) > 0$. Побудувати векторну діаграму для моменту часу $t = 0$.

2. Цвях забито в стіну горизонтальною. На нього підвішений тонкий обруч, що коливається в площині, паралельній стіні. Радіус обруча $R = 30$ см. Обчислити період T коливань обруча.

3. Амплітуда згасаючих коливань за час $t_1 = 20$ с зменшилась у два рази. У скільки разів вона зменшиться за час $t_2 = 1$ хв?

4. Від джерела коливань поширюється плоска синусоїдна хвиля уздовж осі Ox . Амплітуда хвилі $\xi_0 = 10$ см, початкова фаза хвилі дорівнює нулю. Яким буде зміщення точки, віддаленої від джерела на $x = 3/4 \lambda$, у момент, коли від початку коливань пройшов час $t = 0,9 T$?

5. Індуктивність L коливального контуру дорівнює $0,5$ мГн. Якою має бути ємність C конденсатора, щоб контур резонував на довжину хвилі $\lambda = 300$ м?

КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. Абсолютно чорне тіло має температуру $T_1 = 2900$ К. У результаті охолодження тіла довжина хвилі, на яку припадає максимум спектральної густини енергетичної світимості, змінилася на $\Delta\lambda_{\max} = 9$ мкм. До якої температури T_2 остудилося тіло?

2. Довжина хвилі світла, яка відповідає червоній границі фотоефекту, для деякого металу $\lambda_0 = 375$ нм. Визначити: 1) роботу виходу A електрона з металу; 2) максимальну швидкість v_{\max} електронів, які вириваються з металу світлом з довжиною хвилі $\lambda = 300$ нм; 3) максимальну кінетичну енергію E_{\max} електронів.

3. Внаслідок послідовних радіоактивних розпадів ядро урану ${}^{238}_{92}\text{U}$ перетворилося на ядро свинцю ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Користуючись таблицею Менделєєва, визначити скільки актів α -розпаду і β -розпаду при цьому відбулося.

4. Під час бомбардування ізотопу азоту ${}^{14}_7\text{N}$ нейтронами утворюється ізотоп вуглецю ${}^{14}_6\text{C}$, що виявляється β -радіоактивним. Написати рівняння обох реакцій.

ВАРІАНТ 5

МЕХАНІКА

1. З вишки кинули камінь у горизонтальному напрямку. Через проміжок часу $t = 2$ с камінь упав на землю на відстані $s = 40$ м від основи вишки. Визначити початкову v_0 і кінцеву v швидкості каменю.

2. Диск радіусом $R = 10$ см обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($B = 1$ рад/с, $C = 1$ рад/с², $D = 1$ рад/с³). Визначити для точок на ободі диска наприкінці другої секунди після початку руху: 1) тангенціальне прискорення a_τ ; 2) нормальне прискорення a_n ; 3) повне прискорення a .

3. Матеріальна точка масою $m = 1$ кг, що рухається рівномірно, описує чверть кола радіуса $r = 1,2$ м за проміжок часу часу $t = 2$ с. Визначити зміну Δp імпульсу точки.

4. Дві кульки масами 20 г та 40 г підвішені на двох паралельних нитках та торкаються одна одної. Довжина кожної нитки 50 см. Маленьку кульку відвели в бік, так що нитка відхилилася на кут 60° , і відпустили. На яку висоту піднімуться кульки після удару, якщо удар абсолютно пружний?

5. Суцільний циліндр масою $m = 4$ кг котиться без ковзання по горизонтальній поверхні. Лінійна швидкість центра мас циліндра $v = 1$ м/с. Визначити повну кінетичну енергію T циліндра.

6. В центрі платформи, що обертається навколо вертикальної осі з частотою $n_1 = 30$ хв⁻¹, знаходиться людина. Момент інерції тіла людини відносно осі обертання $J_{\text{люд}} = 1,2$ кг·м². У витягнутих руках у людини дві гантелі масою $m = 3$ кг кожна. Відстань між гантелями 160 см. Як стане обертатися платформа, якщо людина опустить руки і відстань між гантелями буде дорівнювати 40 см? Платформа має вигляд диска масою $m_1 = 25$ кг і радіусом $R = 1$ м. Зміною моменту інерції рук і тертям нехтувати.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. У посудині місткістю $V = 0,3$ л при температурі $T = 290$ К міститься неон. На скільки понизиться тиск p газу в посудині, якщо з нього через вентиль вийде $N = 10^{19}$ молекул?

2. Визначити найбільш імовірну швидкість молекул газу, густина якого при тиску 40 кПа складає $0,35$ кг/м³.

3. Балон об'ємом $V = 10$ л містить водень масою $m = 1$ г. Визначити середню довжину вільного пробігу $\langle l \rangle$ молекул.

4. При ізобарному розширенні двохатомного газу була виконана робота $A = 156,8$ Дж. Яка кількість теплоти Q була надана газу?

5. Газ розширюється адіабатно, причому об'єм його збільшується вдвічі, а термодинамічна температура падає в 1,32 рази. Яке число ступенів свободи i мають молекули цього газу?

6. Холодильна машина, що працює за зворотним циклом Карно, передає тепло від холодильника з водою при температурі $t_2 = 0$ °С кип'ятильнику з водою при температурі $t_1 =$

100 °С. Яку масу m_2 води потрібно заморозити в холодильнику, щоб перетворити в пару масу $m_1 = 1$ кг води в кип'ятильнику?

7. Повітряна бульбашка діаметром $d = 20$ мкм знаходиться у воді біля самої її поверхні. Визначити густину ρ повітря в бульбашці. Атмосферний тиск вважати нормальним.

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. Електричне поле створене двома точковими зарядами $Q_1 = 40$ нКл і $Q_2 = -10$ нКл, що розміщені на відстані $d = 10$ см один від одного. Визначити напруженість E поля в точці, яка відстоїть від першого заряду на $r_1 = 12$ см і від другого на $r_2 = 6$ см.

2. Електростатичне поле створюється позитивно зарядженою нескінченною ниткою з постійною лінійною густиною заряду $\tau = 1$ нКл/см. Яку роботу виконають сили поля під час переміщення електрона з відстані $r_1 = 1,5$ см до $r_2 = 1$ см?

3. Два конденсатори ємності яких $C_1 = 3$ мкФ і $C_2 = 6$ мкФ з'єднані між собою і приєднані до батареї з $\varepsilon = 120$ В. Визначити заряди Q_1 і Q_2 конденсаторів і різниці потенціалів U_1 та U_2 між їхніми обкладками, якщо конденсатори з'єднані: 1) паралельно; 2) послідовно.

4. Сила струму в провіднику рівномірно збільшується від $I_0 = 0$ до деякого максимального значення протягом часу $t = 10$ с. За цей час у провіднику виділилася кількість теплоти $Q = 1$ кДж. Визначити швидкість зростання струму в провіднику, якщо опір його $R = 3$ Ом.

5. Два прямолінійних довгих паралельних провідники розміщені на відстані $d_1 = 10$ см один від одного. По провідникам в одному напрямі проходять струми $I_1 = 20$ А та $I_2 = 30$ А. Яку роботу A треба виконати (на одиницю довжини провідників), щоб розсунути ці провідники до відстані $d_2 = 20$ см?

6. Соленоїд без осердя довжиною $l = 0,5$ м містить $N = 1\ 000$ витків. Визначити магнітну індукцію B поля усередині соленоїда, якщо опір його обмотки $R = 120$ Ом, а напруга на її кінцях $U = 60$ В.

7. Визначити частоту n обертання електрона по коловій орбіті в магнітному полі, індукція якого $B = 0,2$ Тл.

8. Кільце з алюмінієвого дроту ($\rho = 26$ нОм м) поміщено в магнітне поле перпендикулярно лініям магнітної індукції. Діаметр кільця $D = 20$ см, діаметр дроту $d = 1$ мм. Визначити швидкість зміни магнітного поля, якщо сила індукційного струму в кільці $0,5$ А.

Коливання і хвилі

1. Точка здійснює коливання за законом $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, де $A = 4$ см. Визначити початкову фазу φ , якщо: $x(0) = -2\sqrt{3}$ см і $v_x(0) > 0$.

2. Визначити значення сили, що повертає систему в положення рівноваги у момент часу $t_1 = 1,25$ с, і повну механічну енергію E матеріальної точки, маса якої $m = 10$ г, а ко-

ливання здійснюються за законом $x = 0,1 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{4}\right)$, м.

3. Тонкий стрижень, що підвішений за кінець, здійснює коливання з такою самою частотою, що й математичний маятник довжиною $l = 1$ м. Чому дорівнює довжина стрижня?

4. Визначити інтенсивність звуку (Вт/м^2), якщо рівень гучності його $L = 67$ дБ. Інтенсивність звуку на порозі чутності $I_0 = 10$ А. Визначити довжину хвилі, на яку резонує контур.

6. У коливальному контурі відбуваються вільні незгасаючі електромагнітні коливання. Максимальний заряд конденсатора $q_0 = 1$ мкКл, максимальна сила струму $I_0 = 10$ А. Визначити довжину хвилі, на яку резонує контур.

КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. У скільки разів треба збільшити термодинамічну температуру чорного тіла, щоб його енергетична світність R_e зросла в два рази?

2. Використовуючи теорію Бора для атома водню, визначити: 1) радіус найближчої до ядра орбіти (перший борівський радіус); 2) швидкість руху електрона по цій орбіті.

3. Визначити сталу радіоактивного розпаду λ ядра ^{55}Co , якщо за годину розпадається 4% початкової кількості ядер. Продукт розпаду є стабільний.

4. Визначити добову витрату ядерного палива ^{235}U у реакторі АЕС. Теплова потужність станції дорівнює $P = 10$ МВт. Прийняти, що в одному акті поділу ядра виділяється енергія $Q = 200$ МеВ, а ККД станції дорівнює $\eta = 0,2$ (20%).

ВАРІАНТ 6

МЕХАНІКА

1. Радіус-вектор матеріальної точки змінюється з часом за законом $\mathbf{r} = At^2\mathbf{i} + Bt\mathbf{j} + C\mathbf{k}$, де $A = 2 \text{ м/с}^2$; $B = 5 \text{ м/с}$; $C = 3 \text{ м}$. Визначити: 1) швидкість точки \mathbf{v} ; 2) прискорення точки \mathbf{a} ; 3) модуль швидкості точки v у момент часу $t = 4 \text{ с}$.

2. Диск обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = At^2$ ($A = 0,5 \text{ рад/с}^2$). Визначити у кінці другої секунди після початку руху: 1) кутову швидкість диска; 2) кутове прискорення диска; 3) для точки, що знаходиться на відстані 80 см від осі обертання, тангенціальне a_τ , нормальне a_n і повне a прискорення.

3. По похилій площині з кутом нахилу $\alpha = 30^\circ$ до горизонту зісковзує тіло. Визначити швидкість тіла наприкінці другої секунди від початку ковзання, якщо коефіцієнт тертя $f = 0,15$.

4. Дві кульки масами 20 г та 40 г підвішені на двох паралельних нитках та торкаються одна одної. Довжина кожної нитки 50 см. Маленьку кульку відвели в бік, так що нитка відхилилася на кут 90° , і відпустили. На яку висоту піднімуться кульки після удару, якщо удар непружний?

5. Куля і суцільний циліндр однакової маси, виготовлені з однакового матеріалу, котяться без ковзання з однаковою швидкістю. Визначити, у скільки разів кінетична енергія кулі менша за кінетичну енергію суцільного циліндра.

6. Людина масою $m = 60 \text{ кг}$ знаходиться на краю горизонтальної платформи масою $M = 120 \text{ кг}$, що обертається за інерцією навколо нерухомої вертикальної осі з частотою $n_1 = 10 \text{ хв}^{-1}$. Вважаючи платформу круглим однорідним диском, а людину – точковою масою, визначити, з якою частотою n_2 буде обертатися платформа, якщо людина перейде до її центра.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. У посудині місткістю 5 л за нормальних умов знаходиться азот. Визначити: 1) кількість речовини ν ; 2) масу азоту; 3) концентрацію n його молекул у посудині.

2. Тиск газу $p = 1 \text{ МПа}$, концентрація його молекул $n = 10^{10} \text{ см}^{-3}$. Визначити: 1) температуру T газу; 2) середню кінетичну енергію $\langle \varepsilon_n \rangle$ поступального руху молекул газу.

3. Визначити густину ρ розрідженого водню, якщо середня довжина вільного пробігу $\langle l \rangle$ молекул дорівнює 1 см.

4. Двохатомному газу надана кількість теплоти $Q = 2,093 \text{ кДж}$. Газ розширюється при сталому тиску. Визначити роботу A розширення газу.

5. Двохатомний газ, що знаходиться при тиску $p_1 = 2 \text{ МПа}$ і температурі $t_1 = 27^\circ \text{C}$, стискується адіабатно від об'єму V_1 до $V_2 = 0,5 V_1$. Визначити температуру t_2 і тиск p_2 газу після стиснення.

6. У деякому процесі ентропія термодинамічної системи змінилася на $\Delta S = 1,38 \text{ мДж/К}$. Як при цьому змінилася термодинамічна імовірність стану системи w ?

7. На скільки тиск p повітря усередині мильної бульбашки більший за атмосферний тиск p_0 , якщо діаметр бульбашки $d = 5 \text{ мм}$?

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. Відстань між двома точковими зарядами $Q_1 = 5$ мкКл і $Q_2 = -10$ мкКл дорівнює 10 см. Визначити силу F , що діє на точковий заряд $Q = 0,1$ мкКл, який відстоїть на $r_1 = 6$ см від першого і на $r_2 = 8$ см від другого зарядів.

2. До повітряного конденсатора, зарядженого до напруги $U = 600$ В і відключеного від джерела напруги, приєднали паралельно другий незаряджений конденсатор таких же розмірів і форми, але з діелектриком (парцеляна). Визначити діелектричну проникність ϵ порцеляни, якщо після приєднання другого конденсатора різниця потенціалів зменшилася до $U = 100$ В.

3. У мідному провіднику об'ємом $V = 6$ см³ при проходженні по ньому постійного струму за час $t = 1$ хв виділилася кількість теплоти $Q = 216$ Дж. Визначити напруженість E електричного поля в провіднику.

4. ЕРС батареї $\epsilon = 20$ В. Опір R зовнішнього кола дорівнює 2 Ом, сила струму $I = 4$ А. Визначити ККД батареї. За якого значення зовнішнього опору R ККД буде дорівнювати 99 %?

5. Уздовж двох довгих прямих паралельних провідників, що розміщені на відстані $d = 5$ см один від одного, в однаковому напрямі проходять струми силами $I_1 = 5$ А та $I_2 = 10$ А. Визначити магнітну індукцію B поля в точці, що відстоїть на $r_1 = 3$ см від першого провідника і на $r_2 = 4$ см від другого.

6. Обчислити радіус R кола, що описує протон у магнітному полі з індукцією $B = 15$ мТл, якщо швидкість протона $v = 2$ Мм/с. Маса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

7. У середині соленоїда з кількістю витків $N = 200$ та нікелевим осердям ($\mu = 200$) напруженість однорідного магнітного поля $H = 10$ кА/м. Площа поперечного перерізу осердя $S = 10$ см². Визначити: 1) магнітну індукцію B поля усередині соленоїда; 2) потітокзчеплення.

8. Струм, що змінюється за законом $I = 3 \cos 2t$ (час – у секундах, струм – в амперах), проходить по котушці індуктивністю $L = 40$ мГн. Визначити закон зміни і максимальне значення ЕРС самоіндукції.

Коливання і хвилі

1. Максимальна швидкість точки, що здійснює гармонічні коливання, дорівнює 10 см/с, максимальне прискорення 100 см/с². Визначити кругову частоту ω коливань, їхній період T і амплітуду A .

2. Айсберг у вигляді прямої призми коливається вздовж вертикальної осі. Визначити період T малих коливань айсберга, якщо висота його надводної частини у стані рівноваги $h = 100$ м.

3. Тіло, маса якого $m = 1$ кг, здійснює коливання під дією пружної сили (жорсткість $k = 10$ Н/м). Визначити коефіцієнт опору r в'язкого середовища, якщо період згасаючих коливань $T = 2,1$ с.

4. Звукові коливання з частотою $\nu = 450$ Гц і амплітудою $A = 0,3$ мм поширюються в повітрі. Довжина хвилі $\lambda = 80$ см. Чому дорівнює середня енергія, що переноситься хви-

лею в одиницю часу крізь одиничну площадку, перпендикулярну напрямку хвилі? Густина повітря $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$.

5. Коливальний контур містить котушку і конденсатор. У скільки разів збільшиться період власних коливань в контурі, якщо паралельно конденсатору підключити ще три таких же конденсатора?

КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. Визначити частоту ν світла, яке вириває з металу електрони, що цілком затримуються різницею потенціалів $U = 3 \text{ В}$. Фотоефект починається при частоті світла $\nu_0 = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. Визначити роботу виходу A електрона з цього металу.

2. Використовуючи теорію Бора для атома водню, визначити швидкість електрона на третій орбіті атома водню.

3. За один рік початкова кількість радіоактивного препарату зменшилась у 5 разів. У скільки разів вона зменшиться за два роки?

4. Визначити енергію $E_{\text{зв}}$, що виділяється під час з'єднання одного протона і двох нейтронів в атомне ядро. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.

ВАРІАНТ 7

МЕХАНІКА

1. Диск обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = At^2$ ($A = 0,1$ рад/с²). Визначити повне прискорення a точки на ободі диска наприкінці другої секунди після початку руху, якщо лінійна швидкість цієї точки в цей момент $v = 0,4$ м/с.

2. Матеріальна точка масою $m = 2$ кг рухається під дією деякої сили F відповідно до рівняння $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, де $C = 1$ м/с², $D = -0,2$ м/с³. Знайти значення цієї сили в моменти часу $t_1 = 2$ с и $t_2 = 5$ с. У який момент часу сила дорівнює нулеві?

3. До сталевого дроту (гранича міцності $\sigma_{\max} = 0,49$ ГПа) радіусом $r = 1$ мм підвішений вантаж масою $m = 100$ кг. На який найбільший кут α можна відхилити дріт з вантажем, щоб він не розірвався при проходженні цим вантажем положення рівноваги?

4. Куля масою $m_1 = 10$ кг, що рухається зі швидкістю $v_1 = 4$ м/с, зіштовхується з кулею масою $m_2 = 4$ кг, швидкість v_2 якої дорівнює 12 м/с. Вважаючи удар центральним і абсолютно непружним, визначити швидкість u куль після удару в двох випадках: 1) мала куля наздоганяє велику кулю, що рухається в тому ж напрямку; 2) кулі рухаються назустріч одна одній.

5. Повна кінетична енергія E_k диска, що котиться по горизонтальній поверхні, дорівнює 24 Дж. Визначити кінетичну енергію E_{k1} поступального і E_{k2} обертального рухів диска.

6. Платформа, що має форму суцільного однорідного диска, обертається по інерції навколо нерухомої вертикальної осі. На краю платформи знаходиться людина, маса якої в 3 рази менша за масу платформи. Визначити, як і в скільки разів зміниться кутова швидкість обертання платформи, якщо людина перейде ближче до центра на відстань, яка дорівнює половині радіуса платформи. Вважати людину точковою масою.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. У балоні міститься газ при температурі $t_1 = 100$ °С. До якої температури t_2 потрібно нагріти газ, щоб його тиск збільшився в два рази?

2. Визначити середню кінетичну енергію $\langle \varepsilon_p \rangle$ поступального руху, середнє значення $\langle \varepsilon \rangle$ повної кінетичної енергії молекули водяної пари при температурі $T = 600$ К. Визначити також енергію W поступального руху всіх молекул пари, що містить речовина кількістю $\nu = 1$ кмоль.

3. Обчислити середнє число $\langle z \rangle$ зіткнень, що зазнає протягом $t = 1$ с молекула кисню за нормальних умов.

4. Різниця питомих теплоємностей для деякого газу $c_p - c_v = 189$ Дж/(кг К). Визначити, який це газ.

5. Азот у кількості $\nu = 1$ кмоль, що знаходиться за нормальних умов, розширюється адіабатно від об'єму V_1 до $V_2 = 5 V_1$. Визначити зміну ΔU внутрішньої енергії газу і роботу A , виконану газом при розширенні.

6. Здійснюючи замкнутий процес, газ одержав від нагрівача кількість теплоти $Q_1 = 4$ кДж. Визначити роботу A газу при протіканні циклу, якщо його термічний ККД $\eta = 0,1$.

7. Гліцерин піднявся в капілярній трубці на висоту $h = 20$ мм. Визначити поверхневий натяг σ гліцерину, якщо діаметр d каналу трубки дорівнює 1 мм.

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. У вершинах правильного шестикутника зі стороною $a = 10$ см розміщені точкові заряди $Q, 2Q, 3Q, 4Q, 5Q, 6Q$ ($Q = 0,1$ мкКл). Знайти силу F , що діє на точковий заряд Q , що лежить у площині шестикутника і є рівновіддаленим від його вершин.

2. Плоский повітряний конденсатор складається з двох круглих пластин радіусом $r = 10$ см кожна. Відстань d_1 між пластинами дорівнює 1 см. Конденсатор зарядили до різниці потенціалів $U = 1,2$ кВ і відключили від джерела струму. Яку роботу A потрібно виконати, щоб, віддаляючи пластини одну від одної, збільшити відстань між ними до $d_2 = 3,5$ см?

3. Вольтметр, включений в мережу послідовно з опором R_1 , показав напругу $U_1 = 198$ В, а при включенні послідовно з опором $R_2 = 2R_1$ показав $U_2 = 180$ В. Визначити опір R_1 і напругу в мережі, якщо опір вольтметра $r = 900$ Ом.

4. До затисків батареї акумуляторів приєднаний нагрівач. ЕРС ε батареї дорівнює 24 В, внутрішній опір $r = 1$ Ом. Нагрівач, включений у коло, споживає потужність $P = 80$ Вт. Обчислити силу струму I у колі і ККД нагрівача.

5. Визначити магнітну індукцію B поля, створеного прямолінійним відрізком нескінченно довгого провідника, у точці, що є рівновіддаленою від кінців відрізка і знаходиться на відстані $R = 4$ см від його середини. Довжина відрізка провідника $l = 20$ см, а сила струму в ньому $I = 10$ А.

6. Електрон, прискорений різницею потенціалів $U = 6$ кВ, влітає в однорідне магнітне поле під кутом $\alpha = 30^\circ$ до напрямку поля і рухається по гвинтовій траєкторії. Індукція магнітного поля $B = 13$ мТл. Визначити радіус R і крок h гвинтової траєкторії.

7. Сила струму в котушці без осердя рівномірно збільшується на $0,1$ А за 1 с. Котушка довжиною $l = 0,5$ м і діаметром поперечного перерізу $D = 0,1$ м має $N = 1\,000$ витків. На котушку щільно насунуте кільце з мідного дроту, площа поперечного перерізу якого $S = 2$ мм². Визначити силу струму в кільці, якщо магнітні потоки, що перетинають котушку і кільце, однакові.

8. Визначити енергію магнітного поля соленоїда, що містить $N = 300$ витків, намотаних на картонний каркас радіуса $r = 3$ см і довжиною $l = 6$ см, якщо по ньому проходить струм $I = 4$ А.

Коливання і хвилі

1. Матеріальна точка, маса якої $m = 10$ г, здійснює гармонічні коливання за законом косинуса з періодом $T = 2$ с і початковою фазою $\varphi = 0$. Повна механічна енергія точки $E = 0,1$ мДж. Визначити амплітуду коливань A та навести закон руху точки. Обчислити максимальне значення F_{\max} сили, що діє на точку.

2. Математичний маятник довжиною $l_1 = 40$ см фізичний маятник у вигляді тонкого стрижня довжиною $l_2 = 60$ см синхронно коливаються навколо однієї і тієї ж горизонтальної осі. Визначити відстань від центра мас стрижня до осі коливань.

3. Амплітуда згасаючих коливань маятника за час $t_1 = 5$ хв зменшилася в два рази. За який час t_2 амплітуда зменшиться у вісім разів?

4. Визначити швидкість v поширення хвилі в пружному середовищі, якщо різниця фаз $\Delta\phi$ коливань двох точок середовища, що відстоять одна від одної на $\Delta x = 10$ см, дорівнює $\pi/3$. Частота коливань $\nu = 25$ Гц.

5. Сила струму в коливальному контурі, що містить котушку індуктивністю $L = 0,1$ Гн і конденсатор, з часом змінюється за рівнянням $I = -0,1 \sin 200\pi t$. Визначити 1) період коливань, 2) ємність конденсатора, 3) максимальну напругу на обкладках конденсатора, 4) максимальну енергію магнітного поля, 5) максимальну енергію електричного поля.

КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. Температура T верхніх шарів зірки Сиріус дорівнює 10 кК. Вважаючи властивості поверхні зірки подібними до властивостей абсолютно чорного тіла, визначити потік енергії Φ_e , що випромінюється з поверхні площею $S = 1$ км² цієї зірки.

2. Фотони з енергією $\varepsilon = 4,9$ еВ виривають електрони з металу з роботою виходу $A = 4,5$ еВ. Визначити максимальний імпульс p_{\max} , який передається поверхні металу при вильоті кожного електрона.

3. Визначити кількість ΔN атомів, що розпалися в $m = 1$ мг радіоактивного натрію $^{24}_{11}\text{Na}$ за час $t_1 = 10$ год. Період напіврозпаду натрію $T = 15,3$ год.

4. Визначити енергію Q ядерної реакції: $^{44}_{20}\text{Ca} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^{41}_{19}\text{K} + ^4_2\text{He}$. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.

ВАРІАНТ 8

МЕХАНІКА

1. Диск радіусом $R = 10$ см обертається так, що залежність лінійної швидкості точок, що лежать на ободі диска, від часу задається рівнянням $v = At$ ($A = 0,3$ м/с²). Визначити момент часу, для якого вектор повного прискорення a утворить з радіусом колеса кут $\varphi = 45^\circ$.

2. Обчислити роботу A , що виконує на шляху $s = 12$ м рівномірно зростаюча сила, якщо на початку шляху сила $F_1 = 10$ Н, наприкінці шляху $F_2 = 46$ Н.

3. Пружина жорсткістю $k = 10$ кН/м була стиснута на $x_1 = 4$ см. Яку потрібно виконати роботу A , щоб стиснення пружини збільшити до $x_2 = 8$ см?

4. Під час центрального пружного удару тіло масою m_1 , що рухається, вдаряється в нерухоме тіло масою m_2 , у результаті чого швидкість першого тіла зменшується в два рази. Визначити: 1) у скільки разів маса першого тіла більша за масу другого тіла; 2) кінетичну енергію другого тіла безпосередньо після удару, якщо перед зіткненням кінетична енергія першого тіла дорівнювала 800 Дж.

5. Вал масою $m = 100$ кг і радіусом $R = 5$ см обертався з частотою $n = 8$ с⁻¹. До циліндричної поверхні вала притиснули гальмову колодку із силою $F = 40$ Н, під дією якої вал зупинилася через час $t = 10$ с. Визначити коефіцієнт тертя f .

6. Колода висотою $h = 3$ м і масою $m = 50$ кг починає падати з вертикального положення на землю. Вважаючи колоду стержнем, а нижній кінець колоди нерухомим, визначити швидкість верхнього кінця і момент імпульсу колоди в момент падіння на землю.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. При нагріванні ідеального газу на $\Delta T = 1$ К при сталому тиску об'єм його збільшився на $1/350$ первинного об'єму. Знайти початкову температуру T газу.

2. Визначити середні значення $\langle \epsilon \rangle$ повної кінетичної енергії однієї молекули гелію, кисню та водяної пари при температурі $T = 400$ К.

3. На скільки зменшиться атмосферний тиск $p = 100$ кПа при підйомі спостерігача над поверхнею Землі на висоту $h = 100$ м? Вважати, що температура T повітря дорівнює 290 К і не змінюється з висотою.

4. У закритій посудині знаходиться маса $m_1 = 20$ г азоту та маса $m_2 = 32$ г кисню. Визначити зміну ΔU внутрішньої енергії суміші газів при охолодженні її на $\Delta T = 28$ К.

5. Газ розширюється адіабатно так, що його тиск падає від $p_1 = 200$ кПа до $p_2 = 100$ кПа. Потім він нагрівається при сталому об'ємі до первинної температури, причому його тиск стає $p = 122$ кПа. Визначити відношення C_p/C_v для цього газу. Накреслити графік процесу.

6. Ідеальний газ, що виконує цикл Карно, $2/3$ кількості теплоти Q_1 , отриманої від нагрівача, віддає охолоджувачу. Температура T_2 охолоджувача дорівнює 280 К. Визначити температуру T_1 нагрівача.

7. Різниця Δh рівнів рідини в колінах U -подібної трубки дорівнює 23 мм. Діаметри d_1 і d_2 каналів у колінах трубки дорівнюють відповідно 2 і 0,4 мм. Густина рідини $\rho = 0,8$ г/см³. Визначити поверхневий натяг рідини.

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. Дві однакових провідних заряджених кулі розміщені на відстані $r = 60$ см. Сила відштовхування F_1 куль дорівнює 70 мкН. Після того, як кулі привели в зіткнення і потім віддалили одну від одної на первісну відстань, сила відштовхування зросла і стала дорівнювати $F_2 = 160$ мкН. Обчислити заряди Q_1 і Q_2 , що були на кулях до їхнього стикання. Діаметр куль вважати набагато меншими, ніж відстань між ними.

2. Заряджена частинка, прискорена різницею потенціалів $U = 600$ кВ, набула швидкості $v = 5,4$ Мм/с. Визначити питомий заряд частинки (відношення заряду частинки до її маси).

3. Конденсатори ємності яких $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ включені в коло з напругою $U = 1,1$ кВ. Визначити енергію кожного конденсатора у випадках: 1) послідовного їхнього включення; 2) паралельного включення.

4. При силі струму $I_1 = 3$ А в зовнішньому колі батареї акумуляторів виділяється потужність $P_1 = 18$ Вт, при силі струму $I_2 = 1$ А – відповідно $P_2 = 10$ Вт. Визначити ЕРС ϵ і внутрішній опір r батареї.

5. Напруженість H магнітного поля в центрі кругового витка дорівнює 200 А/м. Магнітний момент витка p_m дорівнює 1 А·м². Обчислити силу струму I у витку і радіус R витка.

6. Частинка, що несе один елементарний заряд, влетіла в однорідне магнітне поле з індукцією $B = 0,5$ Тл. Визначити момент імпульсу L частинки під час її руху в магнітному полі, якщо її траєкторія являє дугу кола радіусом $R = 0,1$ см.

7. В однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,01$ Тл розміщений перпендикулярно лініям індукції прямий провідник довжиною $l = 8$ см. По провіднику проходить струм силою $I = 2$ А. Під дією сил поля провідник перемістився на відстань $s = 5$ см. Визначити роботу A сил поля.

8. Рамка з дроту опором $R = 0,01$ Ом рівномірно обертається в однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,05$ Тл. Вісь обертання лежить у площині рамки і перпендикулярна лініям індукції. Площа S рамки дорівнює 100 см². Визначити заряд Q який проходить через рамку за час повороту її на кут $\alpha = 30^\circ$ від $\alpha_0 = 0$ до $\alpha_1 = 30^\circ$. (α – кут між площиною рамки і лініями магнітної індукції).

Коливання і хвилі

1. Визначити максимальні значення швидкості v_{\max} і прискорення a_{\max} точки, що здійснює гармонічні коливання з амплітудою $A = 3$ см і круговою частотою $\omega = \pi/2$ с⁻¹.

2. Матеріальна точка, маса якої $m = 50$ г, здійснює коливання, рівняння якого має вигляд $x = A \cos \omega t$, де $A = 10$ см, $\omega = 5$ с⁻¹. Визначити значення сили F , що діє на точку, у двох випадках: 1) в момент, коли фаза $\omega t = \pi/3$; 2) в положенні найбільшого зміщення точки.

3. Логарифмічний декремент загасання маятника дорівнює $\lambda = 0,01$. Скільки повних коливань маятника відбудеться до зменшення його амплітуди в 3 рази?

4. Звукові коливання з частотою $\nu = 450$ Гц і амплітудою $A = 0,3$ мм поширюються в пружному середовищі. Довжина хвилі $\lambda = 80$ см. Визначити: 1) швидкість поширення хвиль; 2) максимальну швидкість частинок середовища.

5. Напруга на обкладках конденсатора коливального контуру змінюється за законом $U = 30 \cos 10^3 \pi t$, В. Ємність конденсатора $C = 0,3$ мкФ. Визначити період T коливань, індуктивність котушки L і установити закон зміни сили струму $I(t)$ у контурі.

КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. У яких областях спектра лежать довжини хвиль, які відповідають максимуму спектральної густини енергетичної світності, якщо джерелом світла є: а) спіраль електричної лампочки ($T = 3\ 000$ К); б) поверхня Сонця ($T = 6\ 000$ К); в) атомна бомба, у якій у момент вибуху розвивається температура $T \approx 10^7$ К?

2. Визначити частоту обертання електрона на третій орбіті атома водню в теорії Бора.

3. Яка кількість атомів з $N = 10^6$ атомів полонію розпадається за час $t = 1$ добу? Період напіврозпаду полонію $T_{1/2} = 138$ діб.

4. Визначити енергію Q , що виділяється при реакції ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.

ВАРІАНТ 9

МЕХАНІКА

1. Тіло рухається прямолінійно. Залежність шляху, що пройшло тіло, від часу задається рівнянням $s = Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($C = 0,1 \text{ м/с}^2$, $D = 0,03 \text{ м/с}^3$). Визначити: 1) через який проміжок часу після початку руху прискорення a тіла буде дорівнювати 2 м/с^2 ; 2) середнє прискорення $\langle a \rangle$ тіла за цей проміжок часу.

2. Диск радіусом $R = 10 \text{ см}$ обертається так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = At + Bt^3$ ($A = 2 \text{ рад/с}$, $B = 4 \text{ рад/с}^3$). Визначити для точок на ободі колеса: 1) нормальне прискорення a_n у момент часу $t = 2 \text{ с}$; 2) тангенціальне прискорення a_t для цього ж моменту; 3) кут повороту φ_1 , за якого повне прискорення утворює з радіусом колеса кут $\alpha = 45^\circ$.

3. Тіло масою $m = 2 \text{ кг}$ падає вертикально з прискоренням $a = 5 \text{ м/с}^2$. Визначити силу опору при русі цього тіла.

4. Тіло, падаючи вільно з деякої висоти, у момент зіткнення з Землею має імпульс $p = 100 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ і кінетичну енергією $E_k = 500 \text{ Дж}$. Визначити: 1) з якої висоти тіло падало; 2) масу тіла.

5. Визначити, у скільки разів зменшиться швидкість кулі, що рухається зі швидкістю v_1 , під час її зіткнення з нерухомою кулею, маса якої в n раз більша за масу кулі, що налітає. Удар вважати центральним, абсолютно пружним.

6. Куля масою $m = 10 \text{ кг}$ і радіусом $R = 20 \text{ см}$ обертається навколо осі, що проходить через її центр, за законом $\varphi = A + Bt^2 - Ct^3$, де $B = 4 \text{ рад/с}^2$; $C = -1 \text{ рад/с}^3$. Визначити закон зміни моменту сил, що діють на кулю.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. У циліндрі під поршнем міститься газ за нормальних умов. Спочатку при $T = \text{const}$ об'єм газу збільшили у $\beta = 5$ разів, потім газ нагріли при $p = \text{const}$ до температури $t = 127^\circ\text{C}$. Визначити концентрацію n молекул у кінцевому стані.

2. Деяка маса кисню перебуває при температурі $t = 27^\circ\text{C}$ і тиску $p = 100 \text{ кПа}$. Кінетична енергія поступального руху молекул кисню $\langle E \rangle = 6,3 \text{ Дж}$. Визначити кількість молекул N кисню, його масу m та об'єм V .

3. Визначити середню тривалість $\langle \tau \rangle$ вільного пробігу молекул кисню при температурі $T = 250 \text{ К}$ и тиску $p = 100 \text{ Па}$.

4. Водень масою $m = 6,5 \text{ г}$, що знаходиться при температурі $t = 27^\circ\text{C}$, розширюється вдвічі при $p = \text{const}$ за рахунок наданої зовні теплоти. Визначити роботу A розширення газу, збільшення ΔU внутрішньої енергії газу та кількість теплоти Q , що була надана газу.

5. Двохатомний газ займає об'єм $V_1 = 0,5 \text{ л}$ при тиску $p_1 = 50 \text{ кПа}$. Газ стискується адіабатно до деякого об'єму V_2 і тиску p_2 . Потім він охолоджується при $V_2 = \text{const}$ до первинної температури, причому його тиск стає $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Накреслити графік цього процесу. Визначити об'єм V_2 і тиск p_2 .

6. Ідеальний газ виконує цикл Карно. Температура T_2 охолоджувача дорівнює 290 К. У скільки разів збільшиться ККД циклу, якщо температура нагрівача підвищиться від $T_1' = 400$ К до $T_1'' = 600$ К?

7. У воду опущена на дуже малу глибину скляна трубка з діаметром d внутрішнього каналу, рівним 1 мм. Обчислити масу m води, що увійшла в трубку.

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. У вершинах правильного трикутника зі стороною $a = 10$ см розміщені заряди $Q_1 = 10$ мкКл, $Q_2 = 20$ мкКл і $Q_3 = 30$ мкКл. Визначити силу F , що діє на заряд Q_1 з боку двох інших зарядів.

2. Конденсатор електроємністю $C_1 = 0,6$ мкФ був заряджений до напруги $U_1 = 300$ В і з'єднаний з другим конденсатором електроємністю $C_2 = 0,4$ мкФ, зарядженим до напруги $U_2 = 150$ В. Знайти заряд ΔQ , що перейшов із пластин першого конденсатора на другий.

3. Визначити густину струму j у залізному провіднику довжиною $l = 10$ м, якщо провідник знаходиться під напругою $U = 6$ В.

4. Сила струму в провіднику опором $R = 10$ Ом рівномірно убуває від $I_0 = 3$ А до $I = 0$ за 30 с. Визначити кількість теплоти Q , що виділилася за цей час у провіднику.

5. Довгий прямий соленоїд із дроту діаметром $d = 0,5$ мм, який намотаний так, що витки щільно прилягають один до одного. Якою є магнітна індукція B усередині соленоїда при силі струму $I = 4$ А? Товщиною ізоляції нехтувати.

6. Плоский контур, площа S якого дорівнює 300 см², розміщений в однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,01$ Тл. Площина контуру перпендикулярна до ліній індукції. У контурі підтримується незмінний струм силою $I = 10$ А. Визначити роботу A зовнішніх сил по переміщенню контуру зі струмом в область простору, магнітне поле в якій відсутнє.

7. Електрон рухається в магнітному полі з індукцією $B = 0,02$ Тл по колу радіусом $R = 1$ см. Визначити кінетичну енергію електрона (у джоулях і електрон-вольтах).

8. Якою є індукція однорідного магнітного поля, якщо під час видалення з нього кругового мідного провідника довжиною $l = 20$ см і поперечним перерізом $S = 1$ мм² по ньому проходить заряд $Q = 1$ мКл?

Коливання і хвилі

1. Точка здійснює гармонічні коливання. Найбільше зміщення x_{\max} точки дорівнює 10 см, найбільша швидкість $v_{\max} = 20$ см/с. Визначити циклічну частоту ω коливань.

2. Однорідний диск радіуса $R = 30$ см здійснює коливання навколо горизонтальної осі, що проходить через одну з твірних циліндричної поверхні диска. Визначити період T його коливань?

3. Плоска косинусоїдна звукова хвиля має період $T = 3$ мс, амплітуду $\xi_0 = 0,2$ мм і довжину хвилі $\lambda = 1,2$ м. Для точок середовища, віддалених від джерела коливань на відстань $x = 2$ м, визначити зміщення $\xi(x, t)$ у момент $t = 7$ мс від початку коливань джерела. Початкова фаза хвилі дорівнює нулю.

4. Ємність конденсатора коливального контуру $C = 1$ мкФ, індуктивність його котушки $L = 10$ мГн. Який активний опір R необхідно ввести в контур, щоб частота вільних коливань зменшилася на 0,01%?

5. Електромагнітні хвилі поширюються в однорідному середовищі зі швидкістю $2 \cdot 10^8$ м/с. Яку довжину хвилі мають електромагнітні хвилі в цьому середовищі і в вакуумі, якщо їхня частота 1 МГц?

КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. Потік енергії Φ_e , який випромінюється з віконця плавильної печі, дорівнює 45,4 Вт, площа отвору $S = 8$ см². Вважаючи, що отвір печі випромінює як абсолютно чорне тіло, визначити температуру T печі.

2. Визначити максимальну швидкість v_{\max} фотоелектронів, що вилітають з металу при опромінюванні γ - фотонами з енергією $\epsilon = 1,53$ МеВ.

3. За час $t = 1$ доба активність ізотопу зменшилася від $A_1 = 118$ ГБк до $A_2 = 7,4$ ГБк. Визначити період напіврозпаду $T_{1/2}$ цього нукліда.

4. Визначити енергію Q , що поглинається при реакції ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^{17}_8\text{O}$. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.

ВАРІАНТ 10

МЕХАНІКА

1. Рух матеріальної точки задано рівнянням $\mathbf{r}(t) = A(\mathbf{i} \cos \omega t + \mathbf{j} \sin \omega t)$, де $A = 0,5$ м; $\omega = 5$ рад/с. Накреслити траєкторію точки. Визначити модуль швидкості $|v|$ і модуль нормального прискорення a_n .

2. Диск радіусом $R = 10$ см обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($B = 1$ рад/с, $C = 1$ рад/с², $D = 1$ рад/с³). Визначити для точок, які відстоять від осі обертання на 8 см, наприкінці третьої секунди після початку руху: 1) тангенціальне прискорення a_t ; 2) нормальне прискорення a_n ; 3) повне прискорення a .

3. Тіло масою $m = 2$ кг рухається прямолінійно за законом $s = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ ($C = 2$ м/с², $D = 0,4$ м/с³). Визначити силу, що діє на тіло наприкінці першої секунди руху.

4. Тіло масою $m_1 = 3$ кг рухається зі швидкістю $v_1 = 2$ м/с і вдаряється об нерухоме тіло такої ж маси. Вважаючи удар центральним і непружним, визначити кількість теплоти, що виділилась при ударі.

5. Обруч і суцільний циліндр масою $m = 2$ кг кожен, котяться без ковзання з однаковою швидкістю $v = 5$ м/с. Визначити кінетичні енергії цих тіл.

6. Маховик обертається за законом, що виражається рівнянням $\varphi = A + Bt + Ct^2$, де $A = 2$ рад; $B = 32$ рад/с; $C = -4$ рад/с². Визначити середню потужність $\langle N \rangle$, що розвивається силами, які діють на маховик при його обертанні, до зупинки, якщо його момент інерції $J = 100$ кг·м².

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

1. У посудині місткістю $V = 3$ дм³ міститься азот при температурі $t = 17$ °С і тиску $p = 10^{-4}$ Па. Визначити кількість молекул N азоту в посудині, масу m азоту та середню кінетичну енергію $\langle E \rangle$ поступального теплового руху молекул газу.

2. До якої температури T потрібно нагріти ідеальний газ при $p = \text{const}$, щоб його густина зменшилась у два рази порівняно з густиною цього газу, коли $t_0 = 0$ °С ?

3. Якою має бути температура T повітря Землі, щоб середня квадратична швидкість молекули водню дорівнювала б другій космічній швидкості ?

4. Гелій, що знаходиться за нормальних умов, ізотермічно розширюється від об'єму $V_1 = 1$ л до об'єму $V_2 = 2$ л. Обчислити роботу A , здійснену газом при розширенні, і кількість теплоти Q , що отримав газ.

5. Визначити питомі теплоємності c_p і c_v деякого газу, якщо відомо, що його густина за нормальних умов $\rho = 1,43$ кг/м³, а відношення молярних теплоємностей дорівнює 1,4. Який це газ?

6. Ідеальний газ виконує цикл Карно. Температура T_1 нагрівача в три рази вища за температуру T_2 охолоджувача. Нагрівач передав газу кількість теплоти $Q_1 = 42$ кДж. Яку роботу A виконав газ?

7. На яку висоту h піднімається вода між двома паралельними скляними пластинками, якщо відстань d між ними дорівнює 0,2 мм?

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

1. Визначити потенціальну енергію системи двох точкових зарядів $Q_1 = 100$ нКл і $Q_2 = 10$ нКл, які розміщені на відстані $r = 10$ см один від одного.

2. Яка різниця потенціалів U потрібна для того, щоб надати швидкість $v = 30$ Мм/с: 1) електронів; 2) протонів? Обидві частинки перебувають у стані спокою. Маса електрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, маса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

3. Сила струму в провіднику опором $R = 100$ Ом рівномірно зростає від $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 10$ А протягом часу $t = 10$ с. Яка кількість теплоти Q виділяється в цьому провіднику за зазначений проміжок часу?

4. Обмотка електричного кип'ятильника має дві секції. Якщо включена тільки перша секція, то вода закипає через $t_1 = 16$ хв, якщо тільки друга, то через $t_2 = 30$ хв. Через скільки хвилин закипить вода, якщо обидві секції ввімкнути: 1) послідовно; 2) паралельно?

5. По двом нескінченно довгим прямим паралельним провідникам, розміщеним на відстані $d = 15$ см один від одного, у протилежних напрямках проходять струми $I_1 = 70$ А і $I_2 = 50$ А. Визначити магнітну індукцію B в точці, що відстоїть на $r_1 = 20$ см від першого провідника і на $r_2 = 30$ см від другого.

6. Яка потужність необхідна для того, щоб провідник довжиною $l = 40$ см переміщати зі швидкістю $v = 5$ м/с перпендикулярно магнітному полю індукцією $B = 10$ мТл, якщо по провіднику проходить струм $I = 20$ А?

7. Заряджена частинка влетіла перпендикулярно лініям індукції в однорідне магнітне поле, створене в середовищі. У результаті взаємодії з речовиною частинка, знаходячись у полі, втратила половину своєї первісної енергії. У скільки разів будуть відрізнятися радіуси кривизни R траєкторії початку і кінця шляху?

8. В однорідному магнітному полі рівномірно обертається прямокутна рамка з частотою $n = 600$ хв⁻¹. Амплітуда індукованої в рамці ЕРС $\xi_0 = 3$ В. Визначити максимальний магнітний потік через рамку.

Коливання і хвилі

1. Вантаж масою $m = 0,1$ кг, що підвішений на спіральній пружині, розтягує її на $\Delta x = 0,1$ мм. Яку амплітуду A матимуть коливання вантажу, якщо повна механічна енергія $E = 1$ Дж?

2. Однорідний диск радіуса $R = 30$ см здійснює коливання навколо горизонтальної осі, що проходить через середину одного з радіусів перпендикулярно до площини диска. Визначити період T його коливань.

3. Вантаж, маса якого $m = 0,1$ кг, закріплено на вертикальній пружині жорсткістю $k = 10$ Н/м. Сила опору руху пропорційна швидкості, коефіцієнт пропорційності $r = 0,87$ кг/с. Вантаж відхилили на відстань $x_{\max} = 2$ см від положення рівноваги й відпустили без поштовху. Записати закон руху вантажу.

4. Поперечна хвиля поширюється вздовж пружного шнура зі швидкістю $v = 10$ м/с. Амплітуда коливань точок шнура $A = 5$ см, період коливань $T = 1$ с. В початковий момент часу кінець шнура, що є джерелом біжучої хвилі, перебував у положенні максимального відхилення від положення рівноваги. Записати рівняння пружної хвилі і визначити: 1)

довжину хвилі, 2) фазу коливань, зміщення, швидкість і прискорення точки, що відстоїть на 9 м від джерела коливань у момент часу $t_1 = 2,5$ с від початку коливань джерела.

5. Ємність конденсатора коливального контуру $C = 39,5$ мкФ, індуктивність його ко-тушки $L = 100$ мГн. У початковий момент часу заряд на обкладках конденсатора $q_0 = 3$ мкКл. Нехтуючи опором контуру, записати рівняння 1) зміни сили струму в контурі в залежності від часу, 2) зміни напруги на конденсаторі в залежності від часу.

ОПТИКА

1. На поверхню скляного об'єктива ($n_1 = 1,5$) нанесена тонка плівка, показник заломлення якої $n_2 = 1,2$ (плівка, що „просвітлює”). При якій найменшій товщині d цієї плівки відбудеться максимальне ослаблення відбитого світла в середній частині видимого спектра?

2. Визначити найбільший порядок m спектра для жовтої лінії натрію ($\lambda = 589$ нм), якщо постійна дифракційних ґрат $d = 2$ мкм.

3. Визначити, під яким кутом до горизонту має бути Сонце, щоб відбиті від поверхні води ($n = 1,33$) промені були повністю поляризованими.

4. Визначити температуру T , при якій енергетична світність R_e абсолютно чорного тіла дорівнює 10 кВт/м².

5. Визначити затримуючу напругу U для електронів, які вириваються при опроміненні калію світлом з довжиною хвилі $\lambda = 330$ нм.

6. На дзеркальну поверхню площею $S = 6$ см² падає нормально потік випромінювання $\Phi = 0,8$ Вт. Визначити тиск p і силу тиску F світла на цю поверхню.

7. Визначити довжину хвилі λ фотона, імпульс якого дорівнює імпульсові електрона, що рухається зі швидкістю $v = 10$ Мм/с.

КВАНТОВА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

1. Визначити затримуючу напругу U для електронів, які вириваються при опроміненні калію світлом з довжиною хвилі $\lambda = 330$ нм.

2. Знайти кінетичну E_k , потенціальну E_p і повну енергію E електрона на першій борівській орбіті в атомі водню.

3. Визначити сталу розпаду λ радону, якщо відомо, що кількість ядер радону зменшується за час $t = 1$ доба на $18,2$ %.

5. Визначити енергію Q , що виділяється при реакції: ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^3_1\text{H}$. Необхідні маси нуклідів взяти з таблиць.