

ВАРІАНТ №1

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №1

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.

7. Дві релятивістські частинки рухаються в лабораторній системі відліку назустріч одна одній уздовж однієї прямої зі швидкостями $v_1 = 0,6 c$ і $v_2 = 0,9 c$. Визначити їхню відносну швидкість.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 2

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.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

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. Три джерела струму з Е. Р. С. $\varepsilon_1 = 1,8$ В, $\varepsilon_2 = 1,4$ В, $\varepsilon_3 = 1,1$ В з'єднані коротко однойменними полюсами. Внутрішній опір першого джерела $r_1 = 0,4$ Ом, другого – $r_2 = 0,6$ Ом. Визначити внутрішній опір третього джерела, якщо через перше джерело йде струм $I_1 = 13$ А.
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 $W = 12$ кеВ.
7. Дротовий 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. По обмотці соленоїда індуктивністю $L = 0,2$ Гн проходить струм силою $I = 10$ А. Визначити енергію W магнітного поля соленоїда.

Контрольна робота №4

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. Точка здійснює одночасно два гармонічних коливання однакової частоти, що відбуваються у взаємно перпендикулярних напрямках. Рівняння коливань $x = A \cos \omega t$ и $y = A \cos (\omega t + \varphi)$. Визначити рівняння траєкторії точки. Прийняти $A = 2$ см, $\varphi = \pi/2$.
3. 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.
4. Вантаж масою $m = 500$ г, який підвішено до спіральної пружини жорсткістю $k = 20$ Н/м, здійснює пружні коливання в деякому середовищі. Логарифмічний декремент затухання коливань $\lambda = 0,004$. Визначити кількість N повних коливань, які має здійснити вантаж, щоб енергія коливань зменшилась у $n = 2$ рази. За який час Δt відбудеться це зменшення?
5. 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.

6. 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?

7. У вакуумі поширюється плоска електромагнітна хвиля, напруженість електричного поля якої описується рівнянням $\mathbf{E} = \mathbf{e}_y E_m \cos(\omega t - kx)$, де \mathbf{e}_y – орт осі OY , $E_m = 160$ В/м, $k = 0,51$ м⁻¹. Визначити напруженість магнітного поля \mathbf{H} хвилі в точці з координатою $x = 7,7$ м у момент часу $t = 33$ нс.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. У скільки разів збільшиться відстань між сусідніми інтерференційними смугами на екрані в досліді Юнга, якщо зелений світлофільтр ($\lambda_1 = 500$ нм) замінити червоним ($\lambda_2 = 650$ нм)?

2. На грань кристалу кам'яної солі падає паралельний пучок рентгенівського випромінювання ($\lambda = 147$ пм). Визначити відстань d між атомними площинами кристалу, якщо дифракційний максимум другого порядку спостерігається, коли випромінювання падає під кутом $\theta = 31^\circ 30'$ до поверхні кристаллу.

3. Природне світло проходить крізь поляризатор і аналізатор, встановлені так, що кут між їхніми площинами дорівнює φ . Як поляризатор, так і аналізатор поглинають і відбивають 8 % падаючого на них світла. Виявилось, що інтенсивність променя, що вийшов з аналізатора, становить 9 % інтенсивності природного світла, що падає на поляризатор. Знайти кут φ .

4. Світло з довжиною хвилі $\lambda = 600$ нм нормально падає на дзеркальну поверхню і здійснює на неї тиск $p = 4$ мкПа. Визначити кількість N фотонів, що падають за час $t = 10$ с на площу $S = 1$ мм² цієї поверхні.

5. При фотоефекті з платинової поверхні електрони повністю затримуються різницею потенціалів $U = 0,8$ В. Знайти довжину хвилі λ застосованого випромінювання і граничну довжину хвилі λ_0 , при якій ще можливий фотоефект.

6. Зачернена куляка остигає від температури $T_1 = 300$ К до $T_2 = 200$ К. На скільки змінилася довжина хвилі λ , що відповідає максимумові спектральної густини енергетичної світності?

7. Якою була довжина хвилі λ рентгенівського випромінювання, якщо при комптонівському розсіюванні цього випромінювання графітом під кутом $\varphi = 60^\circ$ довжина хвилі розсіяного випромінювання виявилася рівною $\lambda' = 25,4$ пм?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

1. Заряджена частинка, що була прискорена різницею потенціалів $U = 200$ В, має довжину хвилі де Бройля $\lambda = 2,02$ пм. Визначити масу m частинки, якщо її заряд чисельно дорівнює зарядові електрона.

2. Визначити в електрон-вольтах максимальну енергію E фонона, що може збуджуватися в кристалі NaCl, якщо характеристична температура Дебая $T_D = 320$ К. Фотон якої довжини хвилі λ мав би таку енергію?

3. Яку найменшу енергію E потрібно витратити, щоб відірвати один нейтрон від ядра азоту $^{14}_7\text{N}$?

4. 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.

5. 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.

$$m_{^2_1\text{H}} = 2,01410 \text{ а.о.м.} \quad m_{^3_1\text{H}} = 3,01605 \text{ а.о.м.} \quad m_{^4_2\text{He}} = 4,00260 \text{ а.о.м.} \quad m_n = 1,00866 \text{ а.о.м.}$$

ВАРІАНТ 2

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

1. Радіус-вектор матеріальної точки змінюється з часом за законом $\mathbf{r} = 4t^2\mathbf{i} + 3t\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$. 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 $n = 50$ с⁻¹, після вимикання струму, зробивши $N = 628$ обертів, зупинився. Визначити кутове прискорення ε якоря.

3. До пружинних ваг 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 ваг під час руху вантажів? Масою блоку і шнура зневажити.

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 $J = 40$ кг·м², почав обертатися рівноприскорено зі стану спокою під дією моменту сили $M = 20$ Н·м.. Визначити кінетичну енергію, що набуде маховик через $t = 10$ с.

7. Час життя мюона, що знаходиться в спокої, $\tau_0 = 2,2$ мкс. Від точки народження до детектора, що реєструє його розпад, мюон пролетів відстань $l = 6$ км. З якою швидкістю v (у частках швидкості світла) рухався мюон?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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

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

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 $t = 17$ °С, 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 °С до 1,5 МПа при температурі 127 °С.

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.

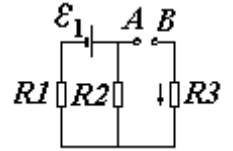
КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

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. Простір між пластинами плоского конденсатора заповнено склом ($\epsilon = 7$). Відстань між пластинами $d = 5$ мм, різниця потенціалів $U = 500$ В. Визначити енергію поляризованої скляної пластини, якщо площа її $S = 50$ см².

4. Три опори $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом і $R_3 = 3$ Ом, а також джерело струму з Е. Р. С. $\epsilon_1 = 1,4$ В з'єднані, як показано на рис. Визначити Е. Р. з джерела струму, яке треба підключити в коло між точками A і B , щоб через опір R_3 проходив струм силою $I = 1$ А в напрямку, позначеному стрілкою. Внутрішніми опорами джерел струму нехтувати.



5. Дротовий виток радіусом $R = 5$ см міститься в однорідному магнітному полі напруженістю $H = 2$ кА/м. Площина витка утворює кут $\alpha = 60^\circ$ з напрямком поля. По витку проходить струм силою $I = 4$ А. Визначити механічний момент M , що діє на виток.

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?

7. Котушка з залізним осердям має площу поперечного перетину $S = 20$ см² і кількість витків $N = 500$. Індуктивність котушки з осердям $L = 0,28$ Гн при струмі через обмотку $I = 5$ А. Визначити магнітну проникність μ залізного осердя.

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.

Контрольна робота №4

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. Точка здійснює одночасно два гармонічних коливання однакової частоти, що відбуваються у взаємно перпендикулярних напрямках за рівняннями: $x = A_1 \cos \omega t$ і $y = A_2 \sin \omega t$. Визначити рівняння траєкторії точки. Прийняти: $A_1 = 3$ см, $A_2 = 1$ см.

3. 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 W_k max.

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

5. Плоска звукова хвиля має період $T = 3$ мс, амплітуду $\xi_0 = 0,2$ мм і довжину хвилі $\lambda = 1,2$ м. Знайти швидкість точок середовища, віддалених від джерела коливань на відстань $x = 2$ м, у момент часу $t = 7$ мс. Початкову фазу коливань прийняти такою, що дорівнює нулю.

6. 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.

7. Електромагнітна хвиля з частотою $\nu = 5$ МГц переходить з немагнітного середовища з діелектричною проникністю $\epsilon = 2$ у вакуум. Визначити збільшення її довжини хвилі.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. У досліді Юнга отвори опромінювалися монохроматичним світлом ($\lambda = 600$ нм). Відстань між отворами $d = 1$ мм, відстань від отворів до екрана $L = 3$ м. Визначити положення третьої світлої смуги.

2. На дифракційні ґрати нормально падає пучок монохроматичного світла. Максимум третього порядку спостерігається під кутом $\varphi = 36^\circ 48'$ до нормалі. Знайти постійну d ґрат, виражену в довжинах хвиль падаючого світла.

3. Визначити кут φ між площинами поляризатора й аналізатора, якщо інтенсивність природного світла, що проходить через поляризатор і аналізатор, зменшується в 4 рази.

4. 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 тепло втрачається тільки внаслідок випромінювання.

5. Визначити довжину хвилі λ_0 світла, що відповідає червоній границі фотоэффекту для літію, натрію, калію і цезію.

6. Визначити довжину хвилі λ фотона, маса якого дорівнює масі спокою: 1) електрона; 2) протона.

7. На поверхню, що ідеально відбиває, протягом часу $t = 3$ хв нормально падає монохроматичне світло, енергія якого $W = 9$ Дж. Площа поверхні $S = 5$ см². Визначити тиск світла на поверхню.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

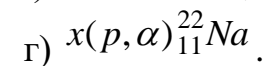
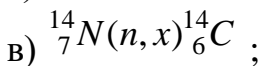
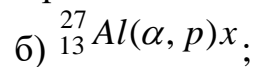
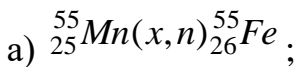
1. Визначити довжину хвилі де Бройля λ для: а) електрона, що рухається зі швидкістю $v = 10^6$ м/с; б) атома водню, що рухається із середньою квадратичною швидкістю при температурі $T = 300$ К; в) кульки масою $m = 1$ г, що рухається зі швидкістю $v = 1$ см/с.

2. Що таке фонон, які його властивості?

3. Енергія зв'язку $E_{зв}$ ядра кисню $^{18}_8O$ дорівнює 139,8 МеВ, ядра фтору $^{19}_9F$ - 147,8 МеВ. Визначити, яку мінімальну енергію E потрібно затратити, щоб відірвати один протон від ядра фтору.

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

5. Написати відсутні позначення в реакціях:



ВАРІАНТ 3

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

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 нею 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 ковзає по похилій площині висотою $h = 10$ см і довжиною $l = 1$ м. Коефіцієнт тертя на всьому шляху $f = 0,04$. Визначити: 1) кінетичну енергію тіла в основі площини; 2) шлях, пройдений тілом на горизонтальній ділянці до зупинки.

5. На платформі, що обертається навколо вертикальної осі, стоїть людина і тримає в руках стрижень довжиною $l = 2,4$ м і масою $m = 8$ кг, розміщений вертикально по осі обертання платформи. Платформа з людиною обертається з частотою $n_1 = 1 \text{ с}^{-1}$. 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 $60 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$.

7. Обчислити енергію спокою: 1) електрона; 2) протона; 3) α -частки. Відповідь виразити в джоулях і мегаелектрон-вольтах.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

1. Електричне поле створене двома нескінченними паралельними пластинами, що несуть рівномірно розподілений по площі заряд з поверхневими густинами $\sigma_1 = 1 \text{ нКл/м}^2$ і $\sigma_2 = 3 \text{ нКл/м}^2$. 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 $v = 0,1 \text{ Мм/с}$. Визначити потенціал φ_2 точки поля, у якій швидкість протона зростає в $n = 2$ рази. Відношення заряду протона до його маси $e/m = 96 \text{ МКл/кг}$.

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

4. Густина струму j в алюмінієвому дроті дорівнює 1 А/мм^2 . Визначити середню швидкість $\langle v \rangle$ упорядкованого руху електронів, припускаючи, що кількість вільних електронів у 1 см^3 алюмінію дорівнює кількості атомів.

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

7. Заряджена частинка пройшла прискорюючи різницю потенціалів $U = 104 \text{ В}$ и влетіла в схрещені під прямим кутом електричне ($E = 10 \text{ кВ/м}$) і магнітне ($B = 0,1 \text{ Тл}$) поля. Знайти відношення Q/m заряду частинки до її маси, якщо, рухаючись перпендикулярно до обох полів, частинка не зазнає відхилень від прямолінійної траєкторії.

8. Соленоїд містить $N = 1\,000$ витків. Сила струму I у його обмотці дорівнює 1 А , магнітний потік Φ через поперечний переріз соленоїда дорівнює $0,1 \text{ мВб}$. Обчислити енергію W магнітного поля.

Контрольна робота №4

1. Точка, що здійснює гармонічні коливання за законом $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ см, у певний момент часу t_1 має зміщення $x_1 = 4 \text{ см}$, швидкість $v_1 = 5 \text{ см/с}$ і прискорення $a_1 = -80 \text{ см/с}^2$. 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. Додаються два взаємно перпендикулярних коливання, що виражаються рівняннями $x = A_1 \sin \omega t$ і $y = A_2 \cos \omega(t + \tau)$, де $A_1 = 2 \text{ см}$, $A_2 = 1 \text{ см}$, $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$, $\tau = 0,5 \text{ с}$. Знайти рівняння траєкторії.

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

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

5. Поперечна хвиля поширюється уздовж пружного шнура зі швидкістю 10 м/с . Амплітуда коливань точок шнура 5 см , період коливань 1 с . Записати рівняння хвилі і визначити 1) довжину хвилі, 2) фазу коливань, зміщення, швидкість і прискорення точки, що міститься на відстані 9 м від джерела коливань у момент часу $t_1 = 2,5 \text{ с}$.

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

7. Чому дорівнюють амплітуди напруженостей E_m і H_m електричного і магнітного полів плоскої електромагнітної хвилі в повітрі у фокусі випромінювання лазера, де інтенсивність $I = 10^{14}$ Вт/см²?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. У досліді Юнга на шляху одного з інтерферуючих променів розміщувалась тонка скляна пластинка, внаслідок чого центральна світла смуга зміщалася в положення, яке спочатку було зайняте п'ятою світлою смугою (не рахуючи центральної). Промінь падає перпендикулярно до поверхні пластинки. Показник заломлення пластинки $n = 1,5$. Довжина хвилі $\lambda = 600$ нм. Якою є товщина h пластинки?

2. На щілину шириною $a = 2$ мкм падає нормально паралельний пучок монохроматичного світла ($\lambda = 589$ нм). Знайти ширину A зображення щілини на екрані, віддаленому від щілини на відстань $l = 1$ м. Шириною зображення вважати відстань між першими дифракційними мінімумами, розміщеними по обидві сторони від головного максимуму освітленості.

3. Пучок природного світла, що йде у воді, відбивається від грані алмаза, зануреного у воду. При якому куті падіння i_v відбите світло є цілком поляризованим?

4. Поверхня тіла нагріта до температури $T = 1\ 000$ К. Потім одна половина цієї поверхні нагрівається на $\Delta T = 100$ К, інша охолоджується на $\Delta T = 100$ К. У скільки разів зміниться енергетична світність R_s поверхні тіла?

5. Довжина хвилі світла, що відповідає червоній границі фотоефекту, для деякого металу $\lambda_0 = 275$ нм. Знайти мінімальну енергію ϵ фотона, що викликає фотоефект.

6. Тиск p монохроматичного світла ($\lambda = 600$ нм) на чорну поверхню, розміщену перпендикулярно до падаючих променів, дорівнює $0,1$ мкПа. Визначити кількість N фотонів, що падають за час $t = 1$ с на поверхню площею $S = 1$ см².

7. Рентгенівське випромінювання з довжиною хвилі $\lambda_0 = 20$ пм зазнає комптонівського розсіювання під кутом $\varphi = 90^\circ$. Знайти зміну $\Delta\lambda$ довжини хвилі рентгенівського випромінювання при розсіюванні, а також енергію і імпульс електрона віддачі.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

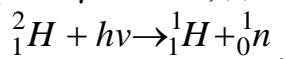
1. Визначити дебройлівську довжину хвилі λ кульки масою $m = 1$ г, що рухається зі швидкістю $v = 100$ м/с. Чи можна виявити хвильові властивості такої кульки, і чому?

2. Пояснити фізичний зміст енергії Фермі.

3. Визначити енергію зв'язку $E_{зв}$ ядра ізотопу літію ${}^7_3\text{Li}$.

4. Яка частка η початкової кількості ядер ${}^{90}\text{Sr}$ 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.

5. Визначити найменшу енергію γ -кванта, достатню для здійснення реакції розкладання дейтона γ -променями



ВАРІАНТ 4

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

1. Залежність пройденого тілом шляху s від часу t задається рівнянням $s = At - Bt^2 + Ct^3$ ($A = 2$ 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) пройдений шлях; 2) швидкість; 3) прискорення.

2. Точка рухається по колу радіусом $R = 15$ см з постійним тангенціальним прискоренням a_t . У кінці 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 одній. 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. Знайти роботу A підйому вантажу по похилій площині довжиною $l = 2$ м, якщо маса вантажу $m = 100$ кг, кут нахилу похилої площини $\varphi = 30^\circ$, коефіцієнт тертя $f = 0,1$ і вантаж рухається з прискоренням $a = 1$ м/с².

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 стоїть 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.

7. Повна енергія тіла зросла на $\Delta E = 1$ Дж. На скільки при цьому змінилася маса тіла?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

1. Металева кулька діаметром $d = 2$ см заряджена негативно до потенціалу $\varphi = 150$ В. Скільки електронів міститься на поверхні кульки?
2. Точкові $Q_1 = 1$ мкКл і $Q_2 = 0,1$ мкКл розміщені на відстані $r_1 = 10$ см один від одного. Яку роботу A виконають сили поля, якщо другий заряд, відштовхуючись від першого, видалиться від нього на відстань; 1) $r_2 = 10$ м; 2) $r_3 = \infty$?
3. Відстань d між пластинами плоского конденсатора дорівнює 2 см, різниця потенціалів $U = 6$ кВ. Заряд кожної пластини $Q = 10$ нКл. Обчислити енергію W поля конденсатора і силу F взаємного притягання пластин.
4. Е. Р. С. батареї акумуляторів $\varepsilon = 12$ В, сила струму I короткого замикання дорівнює 5 А. Яку найбільшу потужність P_{\max} можна одержати в зовнішньому колі, з'єднаному з такою батареєю?
5. Два однозарядних іони, пройшовши однакову різницю потенціалів, що прискорює, влетіли в однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній 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, що описав дугу окружності радіусом $R_2 = 6$ см.
6. Обмотка котушки зроблена з дроту діаметром $d = 0,8$ мм. Витки щільно прилягають один до одного. Вважаючи котушку досить довгою, знайти напруженість H магнітного поля усередині котушки при струмі $I = 1$ А.
7. В однорідному магнітному полі, індукція якого $B = 0,5$ 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 е. р. с., що індукується в котушці.
8. На залізне кільце намотано в один шар $N = 200$ витків. Визначити енергію W магнітного поля, якщо при струмі силою $I = 2,5$ А магнітний потік Φ у залізі дорівнює 0,5 мВб.

Контрольна робота №4

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, $v(0) < 0$; б) $x(0) = -2$ см, $v(0) < 0$; в) $x(0) = 2$ см, $v(0) > 0$; г) $x(0) = -2$ см, $v(0) > 0$. Побудувати векторну діаграму для моменту часу $t = 0$.
2. Два гармонічних коливання однакових амплітуд і періодів, що спрямовані по одній прямій, додаються в одне коливання тієї ж амплітуди. Знайти різницю фаз $\Delta\varphi$ коливань, що додаються.
3. Цвях забито в стіну горизонтальною. На нього підвішено тонкий обруч, який коливається в площині, паралельній стіні. Радіус обруча $R = 30$ см. Обчислити період T коливань обруча.
4. Амплітуда згасаючих коливань за час $t_1 = 20$ с зменшилась у два рази. У скільки разів вона зменшиться за час $t_2 = 1$ хв?
5. Від джерела коливань поширюється гармонічна хвиля уздовж осі OX . Амплітуда ξ_0 коливань дорівнює 10 см. Яким буде зміщення точки, що віддалена від джерела на $x = 3/4 \lambda$, у момент, коли від початку коливань пройшов час $t = 0,9 T$?
6. Індуктивність L коливального контуру дорівнює 0,5 мГн. Яка повинна бути ємність C контуру, щоб він резонував на довжину хвилі $\lambda = 300$ м?
7. Електромагнітна хвиля з частотою $\nu = 4$ МГц переходить з немагнітного середовища з діелектричною проникністю $\varepsilon = 3$ у вакуум. Визначити збільшення її довжини хвилі.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. На тонкий клин у напрямку нормалі до його поверхні падає монохроматичне світло ($\lambda = 600$ нм). Визначити кут α між поверхнями клина, якщо відстань b між суміжними інтерференційними мінімумами у відбитому світлі дорівнює 4 мм.

2. Точкове джерело світла ($\lambda = 0,5$ мкм) розміщене на відстані $a = 1$ м перед діафрагмою з круглим отвором діаметра $d = 2$ мм. Визначити відстань b від діафрагми до точки спостереження, якщо отвір відкриває три зони Френзеля.

3. Кут Брюстера i_B при падінні світла з повітря на кристал кам'яної солі дорівнює 57° . Визначити швидкість світла в цьому кристалі.

4. Абсолютно чорне тіло має температуру $T_1 = 2900$ К. У результаті остигання тіла довжина хвилі, на яку припадає максимум спектральної густини енергетичної світності, змінилася на $\Delta\lambda = 9$ мкм. До якої температури T_2 остудилося тіло?

5. Довжина хвилі світла, що відповідає червоній границі фотоефекту, для деякого металу $\lambda_0 = 275$ нм. Знайти роботу виходу A електрона з металу, максимальну швидкість v_{\max} електронів, що вириваються з металу світлом з довжиною хвилі $\lambda = 180$ нм, і максимальну кінетичну енергію W_{\max} електронів.

6. Монохроматичне випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = 500$ нм падає нормально на плоску дзеркальну поверхню і тисне на неї з силою $F = 10$ нН. Визначити кількість N_1 фотонів, які щосекунди падають на цю поверхню.

7. Визначити енергію ε , масу m і імпульс p фотона, якщо відповідна йому довжина хвилі $\lambda_1 = 1,6$ пм.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

1. Визначити квантовомеханічну невизначеність Δv_x x -компоненти швидкості частинки масою $m = 1$ г і електрона, якщо положення кожного з них визначено з однаковою похибкою $\Delta x = 10^{-7}$ м.

2. Пояснити фізичний зміст характеристичної температури Дебая.

3. Визначити енергію зв'язку $E_{зв}$ ядра атома гелію ${}^4_2\text{He}$.

4. 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.

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

ВАРІАНТ 5

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

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 у кінці другої секунди після початку руху: 1) тангенціальне прискорення a_t ; 2) нормальне прискорення a_n ; 3) повне прискорення a .

3. Матеріальна точка масою $m = 1$ кг, рухаючи рівномірно, описує чверть кола радіуса $r = 1,2$ м протягом часу $t = 2$ с. Знайти 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. На платформі, що обертається навколо вертикальної осі, стоїть людина і тримає в руках стрижень довжиною $l = 2,5$ м і масою $m = 8$ кг, розміщений вертикально по осі обертання платформи. Платформа з людиною обертається з частотою $n_1 = 12$ хв⁻¹. З якою частотою n_2 буде обертатися платформа з людиною, якщо він поверне стрижень у горизонтальне положення? Сумарний момент інерції J людини і платформи дорівнює 10 кг·м².

7. На космічному кораблі-супутнику знаходиться годинник, синхронізований до польоту з земним. Швидкість v_0 супутника складає $7,9$ км/с. На скільки відстане годинник на супутнику за час $\tau_0 = 0,5$ року за годинником земного спостерігача?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

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

2. При переміщенні заряду $Q = 20$ нКл між двома точками поля зовнішніми силами була виконана робота $A = 4$ мкДж. Визначити різницю $\Delta\phi$ потенціалів цих точок поля.

3. Два конденсатори електроємностями $C_1 = 3$ мкФ і $C_2 = 6$ мкФ з'єднані між собою і приєднані до батареї з е. р. с. = 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 R його дорівнює 3 Ом.

5. Два прямолінійних довгих паралельних провідники розміщені на відстані $d_1 = 10$ см один від одного. Вздовж провідників 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. Визначити частоту n обертання електрона по круговій орбіті в магнітному полі, індукція B якого дорівнює 0,2 Тл.

7. Потрібно одержати напруженість магнітного поля $H = 1$ кА/м у соленоїді довжиною $l = 20$ см і діаметром $D = 5$ см. Знайти число ампер-витків, необхідне для соленоїда, і різницю потенціалів U , яку необхідно прикласти до кінців обмотки з мідного дроту діаметром $d = 0,5$ мм. Вважати поле соленоїда однорідним.

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

Контрольна робота №4

1. Точка здійснює коливання за законом $x = A \sin(\omega t + \phi)$, де $A = 4$ см. Визначити початкову фазу ϕ , якщо: $x(0) = -2\sqrt{3}$ см і $\frac{dx}{dt}(0) > 0$. Побудувати векторну діаграму для моменту $t = 0$.

2. Точка здійснює одночасно два гармонічних коливання, що відбуваються у взаємно перпендикулярних напрямках за рівняннями: $x = A \cos 2\omega t$ и $y = A_1 \cos \omega t$. Визначити рівняння траєкторії точки. Прийняти: $A = 2$ см; $A_1 = 3$ см.

3. Обчислити поворотальну силу F у момент часу $t_1 = 1,25$ с та повну механічну енергію E матеріальної точки, маса якої $m = 10$ г, а коливання здійснюються за законом $x = 0,1 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{4}\right)$, м.

4. Добротність коливальної системи $Q = 3$, частота вільних коливань $\omega = 150$ с⁻¹. Визначити власну частоту ω_0 коливань системи.

5. Визначити інтенсивність звуку (Вт/м²), якщо рівень гучності його $L = 67$ дБ. Інтенсивність звуку на порозі чутності $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м².

6. У коливальному контурі відбуваються вільні незгасаючі електромагнітні коливан-

ня. Знаючи, що максимальний заряд конденсатора $q_m = 10^{-6}$ Кл, а максимальна сила струму $I_m = 10$ А, визначити довжину хвилі, на яку резонує контур.

7. Світлова хвиля має частоту $\nu = 4 \cdot 10^{14}$ Гц, довжину $\lambda = 0,1$ мкм. Якою є швидкість поширення хвилі в середовищі? Яким є показник заломлення середовища? Якою буде довжина хвилі після переходу її в повітря?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. На мильну плівку падає біле світло під кутом $i = 45^\circ$ до її поверхні. При якій найменшій товщині h плівки відбиті промені будуть мати жовтий колір ($\lambda = 600$ нм)? Показник заломлення мильної води $n = 1,33$.

2. Якою повинна бути постійна d дифракційних ґрат, щоб у першому порядку були розділені лінії спектра калію $\lambda_1 = 404,4$ нм і $\lambda_2 = 404,7$ нм? Ширина ґрат $a = 3$ см.

3. Граничний кут $i_{гр}$ повного відбивання пучка світла на межі рідини з повітрям дорівнює 43° . Визначити кут Брюстера i_B для падіння променя з повітря на поверхню цієї рідини.

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

5. Паралельний пучок монохроматичного світла ($\lambda = 662$ нм) нормально падає на зачорнену поверхню і здійснює на неї тиск $p = 0,3$ мкПа. Визначити концентрацію n фотонів у світловому пучку.

6. Визначити кут θ розсіяння фотона, що зазнав зіткнення з вільним електроном, якщо зміна довжини хвилі під час розсіяння $\Delta\lambda = 3,63$ пм.

7. Визначити масу m фотона: а) світла ($\lambda_1 = 700$ нм); б) рентгенівських променів ($\lambda_1 = 25$ пм); в) гамма-променів ($\lambda = 1,6$ пм).

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

1. Приймаючи, що електрон міститься всередині атома діаметром $0,3$ нм, визначити (у електрон-вольтах) невизначеність кінетичної енергії цього електрона.

2. У германії з домішкою бора енергія активації домішкових атомів $\Delta E_d = 0,01$ еВ. Визначити: 1) тип провідності домішкового напівпровідника; 2) тип домішкової фотопровідності; 3) червону границю фотопровідності.

3. Визначити енергію зв'язку $E_{зв}$ ядра атома алюмінію ${}_{13}^{27}\text{Al}$.

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

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

ВАРІАНТ 6

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

1. Радіус-вектор матеріальної точки змінюється з часом за законом $\mathbf{r} = 2t^2\mathbf{i} + 5t\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$. Визначити: 1) швидкість \mathbf{v} ; 2) прискорення \mathbf{a} ; 3) модуль швидкості v в момент часу $t = 4$ с.

2. Диск обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута повороту радіуса диска від часу задається рівнянням $\varphi = At^2$ ($A = 0,5$ рад/с²). Визначити у кінці другої секунди після початку руху: 1) кутову швидкість диска; 2) кутове прискорення диска; 3) для точки, що міститься 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 ковзає 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, що виготовлені з того самого матеріалу, однакової маси котяться без ковзання з однаковою швидкістю. Визначити, у скільки разів кінетична енергія кулі є меншою, ніж кінетична енергія суцільного циліндра.

6. Людина масою $m = 60$ кг, стоїть на краю горизонтальної платформи масою $M = 120$ кг, що обертається за інерцією навколо нерухомої вертикальної осі з частотою $n_1 = 10$ 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.

7. Електрон рухається зі швидкістю $v = 0,6$ с. Визначити релятивістський імпульс p електрона.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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 $p = 1$ МПа, концентрація його молекул $n = 10^{10}$ 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 $Q = 2,093$ кДж. Газ розширюється при сталому тиску. Визначити роботу A розширення газу.

5. Двохатомний газ, що знаходиться при тиску $p_1 = 2$ МПа і температурі $t_1 = 27$ °С, 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 $\Delta S = 1,38$ 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 $d = 5$ мм?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

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, віддалений на $r_1 = 6$ см від першого і на $r_2 = 8$ см від другого зарядів.

2. Сила F притягання між пластинами плоского повітряного конденсатора дорівнює 50 мН. Площа S кожної пластини дорівнює 200 см^2 . Знайти густину енергії w поля конденсатора.

3. У мідному провіднику об'ємом $V = 6 \text{ см}^3$ при проходженні по ньому постійного струму за час $t = 1 \text{ хв}$ виділилася кількість теплоти $Q = 216 \text{ Дж}$. Обчислити напруженість E електричного поля в провіднику.

4. Е. Р. С. ε батареї дорівнює 20 В. Опір R зовнішнього кола дорівнює 2 Ом, сила струму $I = 4 \text{ А}$. Знайти К. К. Д. батареї. При якому значенні зовнішнього опору R К. К. Д. буде дорівнювати 99 %?

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

6. Обчислити радіус R дуги кола, що описує протон у магнітному полі з індукцією $B = 15 \text{ мТл}$, якщо швидкість протона дорівнює 2 Мм/с .

7. Скільки ампер-витків буде потрібно для створення магнітного потоку $\Phi = 0,42 \text{ мВб}$ у соленоїді з залізним сердечником довжиною $l = 120 \text{ см}$ і площею поперечного перерізу $S = 3 \text{ см}^2$?

8. Струм, що змінюється за законом $I = 3 \cos 2t$ (час – у секундах, струм – в амперах), проходить крізь котушку індуктивністю $L = 40 \text{ мГн}$. Визначити закон зміни і максимальне значення Е. Р. С. самоіндукції.

Контрольна робота №4

1. Максимальна швидкість точки, що здійснює гармонічні коливання, дорівнює 10 см/с , максимальне прискорення 100 см/с^2 . Знайти кругову частоту ω коливань, їхній період T і амплітуду A .

2. Визначити амплітуду A і початкову фазу φ результуючого коливання, що виникає при додаванні двох коливань однакових напрямків і періоду: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ і $x_2 = A_2 \sin \omega(t + \tau)$, де $A_1 = A_2 = 1 \text{ см}$; $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$, $\tau = 0,5 \text{ с}$.

3. Айсберг у вигляді прямої призми коливається вздовж вертикальної осі. Визначити період T малих коливань айсберга, якщо висота його надводної частини $h = 100 \text{ м}$.

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

5. Звукові коливання з частотою $\nu = 450 \text{ Гц}$ і амплітудою $\xi_0 = 0,3 \text{ мм}$ поширюються в повітрі. Довжина хвилі $\lambda = 80 \text{ см}$. Чому дорівнює середня енергія, що переноситься хвилею в одиницю часу крізь одиничну площадку, перпендикулярну напрямковій хвилі? Густина повітря $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$.

6. Ємність конденсатора коливального контуру $C = 7 \text{ мкФ}$, індуктивність його котушки $L = 0,23 \text{ Гн}$, опір $R = 40 \text{ Ом}$. Конденсаторові надали заряд $q_0 = 0,56 \text{ мКл}$ і приєднали його до котушки. Визначити період коливань, логарифмічний декремент згасання і записати закон зміни напруги на конденсаторі в залежності від часу.

7. У коливальному контурі індуктивність котушки можна змінювати від 50 до 500 Гн, а ємність конденсатора від 10 до 1000 пФ. Який діапазон довжин хвиль можна одержати при настроюванні такого контуру?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. Мильна плівка, що розміщена вертикально, утворює клин унаслідок стікання рідини. При спостереженні інтерференційних смуг у відбитому світлі ртутної дуги ($\lambda = 546,1$

нм) виявилось, що відстань між п'ятьма смугами $l = 2$ см. Знайти кут α клина. Світло падає перпендикулярно до поверхні плівки. Показник заломлення мильної води $n = 1,33$.

2. Плоска світлова хвиля ($\lambda = 0,7$ мкм) падає нормально на діафрагму з круглим отвором радіусом $r = 1,4$ мм. На шляху променів, що пройшли крізь отвір, розміщено екран. Визначити максимальну відстань b_{\max} від центра отвору до екрана, при якому у центрі дифракційної картини ще буде спостерігатися темна пляма.

3. Коефіцієнт поглинання деякої речовини для монохроматичного світла певної довжини хвилі $\alpha = 0,1$ см⁻¹. Визначити товщину шару речовини, що потрібна для ослаблення світла в 2 рази.

4. Визначити відносне збільшення $\Delta R_e/R_e$ енергетичної світності чорного тіла при збільшенні його температури на 1%.

5. Визначити частоту ν світла, що вириває з металу електрони, якщо вони цілком затримуються різницею потенціалів $U = 3$ В. Фотоэффект починається за частоти світла $\nu_0 = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Знайти роботу виходу A електрона з металу.

6. Фотон з довжиною хвилі $\lambda = 15$ пм розсіявся на вільному електроні. Довжина хвилі розсіяного фотона $\lambda' = 16$ пм. Визначити кут θ розсіяння.

7. З якою швидкістю v має рухатися електрон, щоб його кінетична енергія дорівнювала енергії фотона з довжиною хвилі $\lambda = 520$ нм?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

1. Електрон міститься в нескінченно глибокій одновимірній прямокутній потенційній ямі шириною l . Визначити, у яких точках інтервалу ($0 \leq x \leq l$) густина імовірності перебування електрона на першому і другому енергетичних рівнях є однаковою. Обчислити густину імовірності для цих точок. Пояснити графічно.

2. У чому полягає зміст поняття “дірка” як носія струму в напівпровіднику? Чи існують дірки поза напівпровідником? Чи збігаються зони провідності для електронів та дірок у напівпровідників? Чому дорівнює найменша енергія ε_{\min} утворення пари електрон — дірка у власному напівпровіднику, провідність якого зростає в $n = 2$ рази з підвищенням температури від $T_1 = 300$ К до $T_2 = 310$ К?

3. Визначити енергію зв'язку $E_{\text{зв}}$ ядер: а) ${}^3_1\text{H}$; б) ${}^3_2\text{He}$. Яке з цих ядер є більш стійким?

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

5. Визначити енергію $E_{\text{зв}}$, що вивільниться при з'єднанні одного протона і двох нейтронів в атомне ядро.

ВАРІАНТ 7

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

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 у кінці 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 радіусом $r = 1$ мм підвішений вантаж масою $m = 100$ кг. На який найбільший кут α можна відхилити дріт з вантажем, щоб він не розірвався під час 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, знайти швидкість u куль після удару в двох випадках: 1) мала куля наганяє велику кулю, що рухається в тім же напрямку; 2) кулі рухаються назустріч одна одній.

5. Повна кінетична енергія T диска, що котиться по горизонтальній поверхні, дорівнює 24 Дж. Визначити кінетичну енергію T^1 поступального і T^2 обертального рухів диска.

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

7. Фотонна ракета рухається відносно Землі зі швидкістю $v = 0,6$ с. У скільки разів сповільниться плин часу в ракеті з погляду земного спостерігача?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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 $\langle \varepsilon_{\text{п}} \rangle$ 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 адиабатно 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.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

1. У вершинах правильного шестикутника зі стороною $a = 10$ см розмещені точкові заряди $Q, 2Q, 3Q, 4Q, 5Q, 6Q$ ($Q = 0,1$ мкКл). Знайти силу F , що діє на точковий 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. У центрі сфери радіусом $R = 20$ см міститься точковий заряд $Q = 10$ нКл. Визначити потік Φ_E вектора напруженості через частину сферичної поверхні площею $S = 20$ см².

4. До затисків батареї акумуляторів приєднаний нагрівач. Е. Р. С. 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 К. К. Д. нагрівача.

5. Два паралельних прямих довгих провідники, по яких в одному напрямі проходять струми $I_1 = 4$ А та $I_2 = 6$ А, розміщені на відстані $d = 10$ см один від одного. Визначити магнітну індукцію поля \mathbf{B} в точці, яка відстоїть від першого провідника на $r_1 = 5$ см і від другого – на $r_2 = 12$ см.

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. Знайти радіус R і крок h гвинтової траєкторії.

7. У д्रोкове кільце, що приєднане до балістичного гальванометра, вставили прямий магніт. По колу пройшла кількість електрики $Q = 10$ мкКл. Визначити зміну магнітного потоку $\Delta\Phi$ через площу кульця, якщо опір R кола гальванометра дорівнює 30 Ом.

8. Визначити об'ємну густину енергії w магнітного поля в сталевому осерді, якщо індукція B магнітного поля дорівнює 0,5 Тл.

Контрольна робота №4

1. Точка рівномірно рухається по колу проти стрілки годинника з періодом $T = 6$ с. Діаметр d окружності дорівнює 20 см. Написати рівняння руху проекції точки на вісь OX , що проходить через центр кола, якщо в момент часу, прийнятий за початковий, проекція на вісь OX дорівнює нулеві. Знайти зміщення x точки в момент $t = 1$ с.

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 підвішено на пружині, жорсткість якої $k = 0,1$ Н/м, і занурено в середовище з коефіцієнтом опору $r = 0,05$ кг/с. Маса вантажу $m = 1$ кг. Визначити добротність Q коливальної системи.

4. Вантаж масою $m = 0,5$ кг підвішений на пружині, жорсткість якої $k = 0,49$ Н/см, і поміщений у масло. Коефіцієнт опору руху в маслі $r = 0,5$ кг/с. На верхній кінець пружини діє вертикальна змушувальна сила, що змінюється за законом $F = 0,98 \sin \omega t$, Н. При якій частоті змушувальної сили амплітуда вимушених коливань буде максимальною? Чому вона дорівнює?

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

6. 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.

7. У вакуумі уздовж осі OX поширюється плоска електромагнітна хвиля. Амплітуда напруженості електричного поля хвилі становить $18,8$ В/м. Визначити середню енергію, що проходить за $t = 1$ хв через площадку $S = 0,5$ м², розміщену перпендикулярно до напрямку поширення хвилі.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. На шляху світлової хвилі, що поширюється в повітрі, поставили скляну пластинку товщиною $h = 1$ мм. На скільки зміниться оптична довжина шляху, якщо хвиля падає на пластинку: 1) нормально; 2) під кутом $i = 30^\circ$?

2. Постійна дифракційних ґрат $d = 2$ мкм. Яку різницю довжин хвиль $\Delta\lambda$ можуть розрізнити ці ґрати в області жовтих променів ($\lambda = 600$ нм) у спектрі другого порядку? Ширина ґрат $a = 2,5$ см.

3. Кут φ між площинами поляризатора й аналізатора дорівнює 45° . У скільки разів зменшиться інтенсивність світла, що виходить з аналізатора, якщо кут збільшити до 60° ?

4. Температура T верхніх шарів зірки Сиріус дорівнює 10 кК. Визначити потік енергії Φ_e , що випромінюється з поверхні площею $S = 1$ км² цієї зірки.

5. Фотони з енергією $\varepsilon = 4,9$ еВ виривають електрони з металу з роботою виходу $A = 4,5$ еВ. Знайти максимальний імпульс p_{\max} , наданий поверхні металу під час вильоту кожного електрона.

6. З якою швидкістю v повинний рухатися електрон, щоб його імпульс дорівнював імпульсу фотона з довжиною хвилі $\lambda = 520$ нм?

7. Енергія рентгенівських фотонів $\varepsilon = 0,6$ МеВ. Визначити енергію електрона віддачі, якщо довжина хвилі рентгенівських променів після комптонівського розсіяння змінилася на 20%.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

1. Електрон в одновимірній прямокутній нескінченній потенціальній ямі шириною l перебуває в нижньому збудженому стані. Чому дорівнює ймовірність перебування електрона в інтервалі $l/4$, що є рівновіддаленим від стінок ями?

2. Визначити ширину забороненої зони ΔE телуру, якщо його електропровідність зростає в $n = 5$ разів зі збільшенням температури від $T_1 = 300$ К до $T_2 = 400$ К.

3. Визначити енергію зв'язку $E_{зв}$, що приходить на один нуклон у ядрах; а) ${}^7_3\text{Li}$; б) ${}^{14}_7\text{N}$.

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

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

ВАРІАНТ 8

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

1. Диск радіусом $R = 10$ см обертається так, що залежність лінійної швидкості точок, що лежать на ободу диска, від часу задається рівнянням $v = At + Bt^2$ ($A = 0,3$ м/с², $B = 0,1$ м/с³). Визначити момент часу, для якого вектор повного прискорення a утворить з радіусом колеса кут $\varphi = 4^\circ$.

2. Обчислити роботу A , що здійснюється на шляху $s = 12$ м рівномірно зростаючою силою, 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 стиск пружини збільшити до $x_2 = 8$ см?

4. При центральному пружному ударі тіло, що рухається, масою m_1 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 більше маси другого тіла; 2) кінетичну енергію другого тіла безпосередньо після удару, якщо первісна кінетична енергія першого тіла дорівнює 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 $t = 10$ с. Визначити коефіцієнт тертя f .

6. Колода висотою $h = 3$ м і масою $m = 50$ кг починає падати з вертикального положення на землю. Визначити швидкість верхнього кінця і момент імпульсу колоди в момент падіння на землю.

7. На скільки збільшиться маса α -частинки під час прискорення її від нульової початкової швидкості до швидкості, що дорівнює 0,9 швидкості світла?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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 $\langle \varepsilon \rangle$ 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.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

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 у стикання і відда-

лили 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 багатом меншим, ніж відстань між ними.

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

3. Конденсатори електроємностями $C_1 = 1$ 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 з'єднання; 2) паралельного з'єднання.

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 Е. Р. С. ϵ і внутрішній опір r батареї.

5. Напруженість H магнітного поля в центрі кругового витка дорівнює 200 А/м. Магнітний момент p_m витка дорівнює $1 \text{ А} \cdot \text{м}^2$. 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 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 знаходиться прямий провідник довжиною $l = 8$ см, розміщений перпендикулярно до ліній індукції. 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 є перпендикулярною до ліній індукції. Площа S рамки дорівнює 100 см^2 . Визначити, яка кількість електрики Q пройде через рамку за час повороту її на кут $\alpha = 30^\circ$ від $\alpha_0 = 0$ до $\alpha_1 = 30^\circ$.

Контрольна робота №4

1. Визначити максимальні значення швидкості \dot{x}_{\max} і прискорення \ddot{x}_{\max} точки, що здійснює гармонічні коливання з амплітудою $A = 3$ см і круговою частотою $\omega = \pi/2 \text{ с}^{-1}$.

2. Матеріальна точка, маса якої $m = 50$ г, здійснює коливання за законом $x = A \cos \omega t$, де $A = 10$ см, $\omega = 5 \text{ с}^{-1}$. 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. Амплітуда згасаючих коливань маятника за час $t_1 = 5$ хв зменшилась у два рази. За який час t_2 амплітуда зменшиться у вісім разів?

4. Кулька масою $m = 50$ г коливається на легкій нитці, довжина якої $l = 1$ м. Вважаючи, що коефіцієнт опору повітря $r = 0,1$ кг/с, визначити частоту власних коливань ν_0 ; резонансну частоту коливань $\nu_{\text{рез}}$; резонансну амплітуду $A_{\text{рез}}$, якщо амплітудне значення змушувальної сили $F_0 = 0,01$ Н.

5. Густина деякого двохатомного газу за нормального тиску становить $1,78 \text{ кг/м}^3$. Визначити швидкість поширення звуку в газі за даних умов.

6. 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 встановити закон зміни сили струму $I(t)$ у контурі.

7. У вакуумі уздовж осі OX поширюється плоска електромагнітна хвиля. Амплітуда напруженості електричного поля хвилі становить $18,8$ В/м. Довжина хвилі $\lambda = 31$ м. Записати рівняння електромагнітної хвилі.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. Установка для спостереження кілець Ньютона освітлюється монохромним світлом з довжиною хвилі $\lambda = 600$ нм, що падає по нормалі до поверхні пластинки. Знайти товщину h повітряного шару між лінзою і скляною пластинкою в тім місці, де спостерігається четверте темне кільце у відбитому світлі.

2. На дифракційні ґрати падає нормально пучок світла. Червона лінія ($\lambda = 700$ нм) у спектрі першого порядку видна під кутом дифракції $\varphi = 30^\circ$. Знайти постійну d дифракційних ґрат. Яка кількість штрихів N_0 нанесена на одиницю довжини цих ґрат?

3. У скільки разів послабляється інтенсивність природного світла, що проходить крізь два поляризатори, площини яких утворюють кут $\varphi = 30^\circ$?

4. У яких областях спектра лежать довжини хвиль, що відповідають максимумові спектральної густини енергетичної світності, якщо джерелом світла служить: 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?

5. Визначити постійну Планка h , якщо відомо, що електрони, що вириваються з металу світлом з частотою $\nu_1 = 2,2 \cdot 10^{15}$ Гц, повністю затримуються різницею потенціалів $U_1 = 6,6$ В, а ті, що вириваються світлом з частотою $\nu_2 = 4,6 \cdot 10^{15}$ Гц, – різницею потенціалів $U_2 = 16,5$ В.

6. На плоску поверхню, що ідеально відбиває, нормально падає монохроматичне світло з довжиною хвилі $\lambda = 0,55$ мкм. Потік випромінювання складає 0,45 Вт. Визначити силу тиску, що зазнає ця поверхня.

7. Яку енергію ε повинен мати фотон, щоб його маса дорівнювала масі спокою електрона?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

1. Частинка в одновимірній прямокутній нескінченній потенціальній ямі шириною l перебуває в основному стані, якому відповідає енергія $E_1 = 8,12$ МеВ. Ширина ями $l = 5 \cdot 10^{-15}$ м. Визначити масу m частинки.

2. Кремнієвий зразок нагрівають від 0 до 10 °С. Приймаючи ширину ΔE забороненої зони кремнію 1,1 еВ, визначити, у скільки разів зросте його питома провідність.

3. Енергія зв'язку $E_{зв}$ ядра, що складається з двох протонів і одного нейтрона, дорівнює 7,72 МеВ. Визначити масу m_a нейтрального атома, що має це ядро.

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

5. Визначити енергію Q , що виділяється при реакції ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$.

ВАРІАНТ 9

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

1. Залежність пройденого тілом шляху від часу задається рівнянням $s = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($C = 0,1 \text{ м/с}^2$, $D = 0,03 \text{ м/с}^3$). Визначити: 1) через скільки 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 , при якому 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 з деякої висоти, у момент зіткнення з Землею має імпульс $p = 100 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ і кінетичну енергією $T = 500 \text{ Дж}$. 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 більше маси 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. Рівняння обертання кулі має вигляд $\varphi = A + Bt^2 - Ct^3$, де $B = 4 \text{ рад/с}^2$; $C = -1 \text{ рад/с}^3$. Знайти закон зміни моменту сил, що діють на кулю.

7. Два прискорювачі викидають назустріч один одному частинки зі швидкостями $|v| = 0,9 c$. Визначити відносну швидкість u_{21} зближення частинок у системі відліку, що рухається разом з однією з частинок.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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 $T = 250 \text{ К}$ і 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 адиабатно 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 $T_1' = 400 \text{ К}$ до $T_1'' = 600 \text{ К}$?

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.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

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 різниці потенціалів $U_1 = 300$ В і з'єднаний із другим конденсатором електроємністю $C_2 = 0,4$ мкФ, що був заряджений до різниці потенціалів $U_2 = 150$ 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 намотаний так, що витки щільно прилягають один до одного. Якою є магнітна індукція B усередині соленоїда при силі струму $I = 4$ А? Товщиною ізоляції зневажити.

6. Плоский контур, площа S якого дорівнює 300 см², міститься в однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,01$ Тл. Площина контуру є перпендикулярною до ліній індукції. У контурі підтримується незмінний струм силою $I = 10$ А. Визначити роботу A зовнішні сили по переміщенню контуру зі струмом в область простору, в якій магнітне поле 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. Магнітний потік $\Phi = 40$ мВб пронизує замкнутий контур. Визначити середнє значення E . Р. С. індукції $\langle \epsilon_i \rangle$, що виникає в контурі, якщо магнітний потік змінюється до нуля за час $\Delta t = 2$ мс.

Контрольна робота №4

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

2. В електронному осцилографі електронний промінь відхиляється у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Коливання променя описуються рівняннями $x = A \sin 3\omega t$, $y = A \cos 2\omega t$. Побудувати траєкторію світної точки на екрані, додержуючись масштабу. Прийняти $A = 4$ см.

3. Однорідний диск радіуса $R = 30$ см здійснює коливання навколо горизонтальної осі, що проходить: а) через одну з твірних циліндричної поверхні диска; б) середину одного з радіусів перпендикулярно до площини диска. Які періоди T_1 і T_2 його коливань?

4. Тіло масою $m = 0,1$ кг підвішено на пружині жорсткістю $k = 10$ Н/м. Верхня частина пружини перебуває під дією вертикальної сили $F = 10^{-3} \cos \omega t$, Н. Коливання відбуваються у в'язкому середовищі. Визначити максимальну силу тертя $F_{\text{т max}}$, що заважає рухові, якщо при резонансі амплітуда $A_{\text{рез}} = 0,1$ м.

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

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

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

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

1. Відстань $\Delta r_{1,2}$ між першим і другим темними кільцями Ньютона у відбитому світлі дорівнює 1 мм. Визначити відстань $\Delta r_{9,10}$ між дев'ятим і десятим кільцями.

2. Світло від монохроматичного джерела ($\lambda = 600$ нм) падає нормально на діафрагму з діаметром отвору $d = 6$ мм. За діафрагмою на відстані $l = 3$ м від неї розміщено екран. Яка кількість k зон Френеля укладається в отворі діафрагми? Яким буде центр дифракційної картини на екрані: темним або світлим?

3. Визначити показник заломлення скла, якщо при відбиванні від нього світла відбитий промінь є повністю поляризованим у випадку, коли кут заломлення становить 35° .

4. Потік енергії Φ , що випромінюється з віконця плавильної печі, дорівнює 34 Вт. Визначити температуру T , якщо площа отвору $S = 6$ см².

5. Визначити максимальну швидкість v_{\max} фотоелектронів, що вилітають з металу під час опромінювання γ -фотонами з енергією $\varepsilon = 1,53$ МэВ.

6. При якій температурі T кінетична енергія молекули двохатомного газу буде дорівнює енергії фотона з довжиною хвилі $\lambda = 589$ нм?

7. Фотон з енергією 100 кЕв внаслідок комптонівського ефекту розсіявся під час зіткнення з вільним електроном на кут $\theta = \pi/2$. Визначити енергію фотона після розсіяння.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

1. Розглядаючи приблизно ядро та атом як одновимірні прямокутні нескінченні потенціальні ями для електронів і нуклонів, обчислити відстань між основним та першим збудженим рівнями в атомі $\Delta E_{a1,2}$ та ядрі $\Delta E_{я1,2}$, вважаючи, що для атома $l_a = 5 \cdot 10^{-10}$ м, а для ядра $l_я = 5 \cdot 10^{-15}$ м.

2. Питома провідність кремнію має значення $\sigma_1 = 19$ См/м при температурі $T_1 = 600$ К і $\sigma_2 = 4\,095$ См/м при $T_2 = 1\,200$ К. Визначити ширину ΔE забороненої зони для кремнію.

3. Визначити масу m_a нейтрального атома, якщо ядро цього атома складається з трьох протонів і двох нейтронів і енергія зв'язку $E_{зв}$ ядра дорівнює 26,3 МеВ.

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

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

ВАРІАНТ 10

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

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 на ободі диска в кінці другої 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 виділилося під час удару.

5. Обруч і суцільний циліндр, що мають кожен масу $m = 2$ кг, 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. Знайти середню потужність $\langle N \rangle$, що розвивається силами, що діють на маховик при його обертанні, до зупинки, якщо його момент інерції $J = 100$ кг·м².

7. Визначити імпульс p частинки (в одиницях m_0c), якщо її кінетична енергія дорівнює енергії спокою.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

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?

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

1. Обчислити потенціальну енергію системи двох точкових зарядів $Q_1 = 100$ нКл і $Q_2 = 10$ нКл, що містяться на відстані $d = 10$ см один від одного.

2. Яка прискорююча різниця потенціалів U знадобиться для того, щоб надати швидкість $v = 30$ Мм/с: 1) електронів; 2) протонів?

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. Три джерела струму з Е. Р. С. $\varepsilon_1 = 1,8$ В, $\varepsilon_2 = 1,4$ В и $\varepsilon_3 = 1,1$ В з'єднані коротко однойменними полюсами. Внутрішній опір першого джерела $r_1 = 0,4$ Ом, другого – $r_2 = 0,6$ Ом. Визначити внутрішній опір третього джерела, якщо через перше джерело проходить струм $I_1 = 1,13$ А.

5. По прямому нескінченно довгому провіднику проходить струм силою $I = 50$ А, Визначити магнітну індукцію B в точці, що віддалена на відстань $r = 5$ см від провідника.

6. По двох паралельних прямих провідниках довжиною $L = 1$ м кожний проходять струми однакової сили. Відстань d між провідниками дорівнює 1 см. Провідники взаємодіють із силою $F = 1$ мН. Визначити силу струму I у провідниках.

7. Заряджена частинка влетіла перпендикулярно до ліній 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 відрізнятись радіуси кривизни R траєкторії початку і кінця шляху?

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.

Контрольна робота №4

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

2. Однорідний диск радіуса $R = 30$ см здійснює коливання навколо горизонтальної осі, що проходить: а) через одну з твірних циліндричної поверхні диска; б) середину одного з радіусів перпендикулярно до площини диска. Які періоди T_1 і T_2 його коливань?

3. Тягарець, 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. Тягарець відхилили на відстань $x_{\max} = 2$ см від положення рівноваги й відпустили без поштовху. Записати закон руху тягарця.

4. На гармонічний осцилятор масою $m = 10$ г, який здійснює коливання з коефіцієнтами квазіпружної сили $k = 10^2$ Н/м і згасання $\beta = 1$ с⁻¹, діє змушувальна сила $F = 0,1 \cos 90t$, Н. Встановити закон, за яким відбуваються коливання. Порівняти значення амплітуди коливань з амплітудою в резонансі

5. Ємність конденсатора коливального контуру $C = 39,5$ мкФ, індуктивність його котушки $L = 100$ мГн. Заряд конденсатора $q = 3$ мкКл. Зневажаючи опором контуру, записати рівняння 1) зміни сили струму в контурі в залежності від часу, 2) зміни напруги на конденсаторі в залежності від часу.

6. Поперечна хвиля поширюється уздовж пружного шнура зі швидкістю 10 м/с. Амплітуда коливань точок шнура 5 см, період коливань 1 с. Записати рівняння хвилі і визначити 1) довжину хвилі, 2) фазу коливань, зміщення, швидкість і прискорення точки, що міститься на відстані 9 м від джерела коливань у момент часу $t_1 = 2,5$ с.

7. У вакуумі поширюється плоска електромагнітна хвиля, амплітуда напруженості електричного поля якої $E_m = 160$ В/м. Визначити амплітуду напруженості магнітного поля хвилі.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5

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, що 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.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6

1. Електрон з енергією $E = 5$ еВ рухається в позитивному напрямку осі x , зустрічаючи на своєму шляху прямокутний потенціальний бар'єр висотою $U_0 = 10$ еВ і шириною $l = 0,1$ нм. Визначити для цього бар'єра коефіцієнт прозорості D .

2. У кремнії з домішкою арсену енергія активації домішкових атомів $\Delta E_d = 0,05$ еВ. Визначити: 1) тип провідності домішкового напівпровідника; 2) тип домішкової фотопровідності; 3) максимальну довжину хвилі, при якій фотопровідність ще збуджується.

3. Визначити енергію зв'язку, що приходить на один нуклон $E_{зв}/A$ у ядрах; а) ${}^7_3\text{Li}$; б) ${}^{14}_7\text{N}$; в) ${}^{27}_{13}\text{Al}$; г) ${}^{40}_{20}\text{Ca}$; д) ${}^{63}_{29}\text{Cu}$; е) ${}^{113}_{48}\text{Cd}$; ж) ${}^{200}_{80}\text{Hg}$; з) ${}^{238}_{92}\text{U}$. Побудувати залежність $E_{зв}/A = f(A)$, де A - масове число.

4. Визначити постійну розпаду λ радону, якщо відомо, що число атомів радону зменшується за час $t = 1$ доба на $18,2\%$.

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