

ВАРИАНТ 1

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

1. Начальная скорость частицы $\mathbf{v}_1 = 1\mathbf{i} + 3\mathbf{j} + 5\mathbf{k}$ (м/с), конечная – $\mathbf{v}_2 = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} + 6\mathbf{k}$. Определить: а) приращение скорости $\Delta\mathbf{v}$; б) модуль приращения скорости $|\Delta\mathbf{v}|$; в) приращение модуля скорости Δv .

2. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями $x_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$, $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $A_1 = 20$ м; $A_2 = 2$ м, $B_1 = B_2 = 2$ м/с; $C_1 = 4$ м/с²; $C_2 = 0,5$ м/с². В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми? Определить скорости v_1 и v_2 и ускорения a_1 и a_2 точек в этот момент

3. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 3$ рад/с². Определить радиус колеса, если через $t = 1$ с после начала движения полное ускорение точки на ободе колеса $a = 7,5$ м/с².

4. Две одинаковых тележки массой M каждая движутся по инерции (без трения) друг за другом с одинаковой скоростью v_0 . В какой-то момент времени человек массой m , находящийся на задней тележке, прыгнул в переднюю со скоростью u относительно своей тележки. Определить скорость v_1 передней тележки.

5. Тонкий однородный стержень длиной $l = 50$ см и массой $m = 400$ г вращается с угловым ускорением $\varepsilon = 3$ рад/с² около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент M .

6. Полый тонкостенный цилиндр катится вдоль горизонтального участка дороги со скоростью $v = 1,5$ м/с. Определить путь, который он пройдет в гору за счет кинетической энергии, если уклон горы равен 5 м на каждые 100 м пути.

7. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета навстречу друг другу вдоль одной прямой со скоростями $v_1 = 0,6c$ и $v_2 = 0,9c$. Определить их относительную скорость.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

1. В закрытом сосуде объемом 20 л содержатся водород массой 6 г и гелий массой 12 г. Определить: 1) давление; 2) молярную массу газовой смеси в сосуде, если температура смеси $T = 300$ К.

2. Определить среднюю квадратичную $\langle v_{\text{кв}} \rangle$, среднюю арифметическую $\langle v \rangle$ и наиболее вероятные $v_{\text{в}}$ скорости молекул водорода. Вычисления выполнить для трех значений температуры: 1) $T = 20$ К; 2) $T = 300$ К; 3) $T = 5$ кК.

3. В сферической колбе объемом $V = 1$ л содержится азот. При какой плотности ρ азота средняя длина свободного пробега молекул азота больше размеров сосуда?

4. Азот массой $m = 10,5$ г изотермически расширяется при температуре

$t = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$, причем его давление изменяется от $p_1 = 250\text{ кПа}$ до $p_2 = 100\text{ кПа}$. Определить работу A , выполненную газом при расширении.

5. Кислород нагревается при неизменном давлении $p = 80\text{ кПа}$. Его объем увеличивается от $V_1 = 1\text{ м}^3$ до $V_2 = 3\text{ м}^3$. Определить: 1) изменение ΔU внутренней энергии кислорода; 2) работу A , выполненную им при расширении; 3) количество теплоты Q , сообщенное газу.

6. Вследствие изотермического расширения в цикле Карно газ получил от нагревателя 150 кДж теплоты. Определить работу A изотермического сжатия этого газа, если известно, что КПД цикла $\eta = 0,4$.

7. Масса 100 капель спирта, который вытекает из капилляра, $m = 0,71\text{ г}$. Определить поверхностное натяжение σ спирта, если диаметр d шейки капли в момент отрыва равен 1 мм .

Контрольная работа №3

1. Четыре одинаковых заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40\text{ нКл}$ закреплены в вершинах квадрата со стороной $a = 10\text{ см}$. Найти силу F , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.

2. Между пластинами плоского конденсатора находится точечный заряд $Q = 30\text{ нКл}$. Поле конденсатора действует на заряд с силой $F_1 = 10\text{ мН}$. Определить силу F_2 взаимного притяжения пластин, если площадь S каждой пластины равна 100 см^2 .

3. Протон, начальная скорость v которого равна 100 км/с , влетел в однородное электрическое поле ($E = 300\text{ В/см}$) так, что вектор скорости совпал с направлением линий напряженности. Какой путь L должен пройти протон в направлении линий поля чтобы его скорость удвоилась?

4. Три источника тока с ЭДС $\varepsilon_1 = 1,8\text{ В}$, $\varepsilon_2 = 1,4\text{ В}$, $\varepsilon_3 = 1,1\text{ В}$ соединены коротко одноименными полюсами. Внутреннее сопротивление первого источника $r_1 = 0,4\text{ Ом}$, второго – $r_2 = 0,6\text{ Ом}$. Определить внутреннее сопротивление третьего источника, если через первый источник идет ток $I_1 = 13\text{ А}$.

5. По проволочной рамке, имеющей форму правильного шестиугольника, идет ток $I = 2\text{ А}$. При этом в центре рамки образуется магнитное поле напряженностью $H = 33\text{ А/м}$. Найти длину L проволоки, из которой сделана рамка.

6. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью $v = 10^6\text{ м/с}$. Индукция магнитного поля $B = 0,3\text{ Тл}$. Радиус окружности $R = 4\text{ см}$. Найти заряд q частицы, если известно, что ее энергия $W = 12\text{ кэВ}$.

7. Проволочный виток радиусом $r = 4\text{ см}$, имеющий сопротивление $R = 0,01\text{ Ом}$, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04\text{ Тл}$. Плоскость витка составляет угол $\alpha = 30^{\circ}$ с линиями индукции поля. Какое количество электричества Q протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

8. По обмотке соленоида индуктивностью $L = 0,2$ Гн течет ток силой $I = 10$ А. Определить энергию W магнитного поля соленоида.

Контрольная работа №4

1. Амплитуда гармонических колебаний точки $A = 5$ см, амплитуда скорости $v_{\max} = 7,85$ см/с. Вычислить циклическую частоту ω колебаний и максимальное ускорение a_{\max} точки.

2. Точка совершает одновременно два гармонических колебания одинаковой частоты, которые происходят во взаимно перпендикулярных направлениях. Уравнения колебаний $x = A \cos \omega t$ и $y = A \cos (\omega t + \varphi)$. Определить уравнение траектории точки. Принять $A = 2$ см, $\varphi = \pi/2$.

3. Материальная точка, масса которой $m = 10$ г, осуществляет гармонические колебания по закону косинуса с периодом $T = 2$ с и начальной фазой $\varphi = 0$. Полная механическая энергия точки $E = 0,1$ мДж. Определить амплитуду колебаний A и записать закон движения точки. Вычислить максимальное значение F_{\max} силы, которая действует на точку.

4. Груз массой $m = 500$ г, подвешенный к спиральной пружине жесткостью $k = 20$ Н/м, совершает упругие колебания в некоторой среде. Логарифмический декремент затухания колебаний $\lambda = 0,004$. Определить количество N полных колебаний, которые может совершить груз, чтобы энергия колебаний уменьшилась в $n = 2$ раза. За какое время Δt состоится это уменьшение?

5. Плоская гармоническая звуковая волна возбуждается источником колебаний частоты $\nu = 200$ Гц и распространяется вдоль оси OX . Амплитуда колебаний точек источника $\xi_0 = 4$ мм. Написать уравнение колебаний источника $\xi(0, t)$, если в начальный момент времени смещения точек источника было максимальным. Определить смещение точек среды, которые находятся на расстоянии $x = 100$ см от источника, в момент времени $t = 0,1$ с. Скорость звуковой волны принять $v = 340$ м/с. Затуханием пренебречь.

6. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 8$ пФ и катушку индуктивностью $L = 0,5$ мГн. Каково максимальное напряжение U_{\max} на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в контуре $I_{\max} = 40$ мА?

7. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, напряженность электрического поля которой описывается уравнением

$\mathbf{E} = \mathbf{e}_y E_m \cos(\omega t - kx)$, где \mathbf{e}_y – орт оси OY , $E_m = 160$ В/м, $k = 0,51$ м⁻¹. Определить напряженность магнитного поля \mathbf{H} волны в точке с координатой $x = 7,7$ м в момент времени $t = 33$ нс.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5

1. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр ($\lambda_1 = 500$ нм) заменить красным ($\lambda_2 = 650$ нм)?

2. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 147$ пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом $\theta = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.

3. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, установленные так, что угол между их плоскостями равняется φ . Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 8 % падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, который вышел из анализатора, составляет 9 % интенсивности естественного света, который падает на поляризатор. Найти угол φ .

4. Свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм нормально падает на зеркальную поверхность и производит на нее давление $p = 4$ мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 10$ с на площадь $S = 1$ мм² этой поверхности.

5. При фотоэффекте с платиновой поверхности электроны полностью задерживаются разностью потенциалов $U = 0,8$ В. Найти длину волны λ примененного излучения и предельную длину волны λ_0 , при которой еще возможен фотоэффект.

6. Зачерненный шарик остывает от температуры $T_1 = 300$ К до $T_2 = 200$ К. На сколько изменилась длина волны λ , которая соответствует максимуму спектральной плотности энергетической светимости?

7. Какой была длина волны λ рентгеновского излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения графитом под углом $\theta = 60^\circ$ длина волны рассеянного излучения оказалась равной $\lambda' = 25,4$ пм?

Контрольная работа №6

1. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 200$ В, имеет длину волны де Бройля $\lambda = 2,02$ пм. Определить массу m частицы, если ее заряд численно равен заряду электрона.

2. Определить в электрон-вольтах максимальную энергию E фонона, который может возбуждаться в кристалле NaCl, если характеристическая температура Дебая $T_D = 320$ К. Фотон какой длины волны λ обладал бы такой энергией?

3. Какую наименьшую энергию E нужно затратить, чтобы оторвать один нейтрон от ядра азота ${}^{14}_7\text{N}$?

4. Определить промежуток времени τ , в течение которого активность A изотопа стронция ${}^{90}\text{Sr}$ уменьшится в $k_1 = 10$ раз? В $k_2 = 100$ раз? Период полураспада стронция $T_{1/2} = 28$ лет.

5. Какая энергия ΔE выделяется при термоядерной реакции синтеза ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$? Ответ дать в джоулях и электрон-вольтах.

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