

## 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  $\Delta v$ .

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/с<sup>2</sup>;  $C_2 = 0,5$  м/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>. Определить радиус колеса, если через  $t = 1$  с после начала движения полное ускорение точки на ободе колеса  $a = 7,5$  м/с<sup>2</sup>.

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/с<sup>2</sup> 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  $\rho$  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  $\Delta U$  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  $150\text{ кДж}$  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  $\sigma$  спирта, если диаметр  $d$  шейки капли в момент отрыва равен  $1\text{ мм}$ .

### 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  $100\text{ см}^2$ .

3. Протон, начальная скорость  $v$  которого равна  $100\text{ км/с}$ , 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  $\omega$  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  $\Delta t$  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<sup>-1</sup>. 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  $\varphi$ . 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  $\varphi$ .

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  $S = 1$  мм<sup>2</sup> этой поверхности.

5. При фотоэффекте с платиновой поверхности электроны полностью задерживаются разностью потенциалов  $U = 0,8$  В. Найти длину волны  $\lambda$  примененного излучения и предельную длину волны  $\lambda_0$ , 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  $\lambda$ , которая соответствует максимуму спектральной плотности энергетической светимости?

7. Какой была длина волны  $\lambda$  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  $\lambda$  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  $\tau$ , 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  $\Delta E$  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.

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