

## ВАРИАНТ 3

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

1. Материальная точка движется вдоль прямой так, что ее ускорение линейно растет и за первые  $t = 10$  с достигает значения  $a = 5 \text{ м/с}^2$ . Определить в конце десятой секунды: 1) скорость точки; 2) пройденный точкой путь.

2. Колесо автомашины вращается равнозамедленно. За время  $t = 2$  мин оно изменило частоту вращения от 240 до 60  $\text{мин}^{-1}$ . Определить: 1) угловое ускорение колеса; 2) число полных оборотов, сделанных колесом за это время.

3. Пуля массой  $m = 15$  г, летящая горизонтально со скоростью  $v = 0,5$  км/с, попадает в подвешенный на тросах ящик с песком массой  $M = 6$  кг и застревает в нем. Определить высоту  $h$ , на которую поднимется такой баллистический маятник, отклонившись после удара.

4. Тело массой  $m = 0,4$  кг скользит по наклонной плоскости высотой  $h = 10$  см и длиной  $l = 1$  м. Коэффициент трения на всем пути  $f = 0,04$ . Определить: 1) кинетическую энергию тела у основания плоскости; 2) путь, пройденный телом на горизонтальном участке до остановки.

5. На вращающейся вокруг вертикальной оси платформе стоит человек и держит в руках стержень длиной  $l = 2,4$  м и массой  $m = 8$  кг, расположенный вертикально по оси вращения платформы. Платформа с человеком вращается с частотой  $n_1 = 1 \text{ с}^{-1}$ . С какой частотой  $n_2$  будет вращаться платформа с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции  $J$  человека и платформы равен  $6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

6. Маховик начинает вращаться из состояния покоя с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon = 0,4 \text{ рад/с}^2$ . Определить кинетическую энергию маховика через время  $t_2 = 25$  с после начала движения, если через  $t_1 = 10$  с после начала движения момент импульса  $L_1$  маховика составлял  $60 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ .

7. Вычислить энергию покоя: 1) электрона; 2) протона; 3)  $\alpha$ -частицы. Ответ выразить в джоулях и мегаэлектрон-вольтах.

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

1. Азот массой 7 г находится под давлением  $p = 0,1$  МПа при температуре  $t_1 = 290$  °С. Вследствие изобарного нагревания азот занял объем  $V_2 = 10$  л. Определить: 1) объем  $V_1$  газа до расширения; 2) температуру  $T_2$  газа после расширения; 3) плотность газа до и после расширения.

2. Колба емкостью  $V = 4$  л содержит некоторый газ массой  $m = 0,6$  г под давлением  $p = 200$  кПа. Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$  молекул газа.

3. Вычислить среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекул водорода при давлении  $p = 0,1$  Па и температуре  $T = 100$  К.

4. Кислород, масса которого 80 г, изобарно нагревают от 15 до 115 °С. Определить работу  $A$ , выполненную газом, изменение внутренней энергии  $\Delta U$  и количество подведенной теплоты  $Q$ .

5. Вследствие адиабатного расширения объем газа увеличивается в два раза, а термодинамическая температура снижается в 1,32 раза. Сколько степеней свободы  $i$  имеют молекулы этого газа?

6. Кислород, масса которого  $m = 2$  кг, увеличил свой объем в  $n = 5$  раз, первый раз изотермически, второй раз – адиабатно. Определить изменение энтропии  $\Delta S$  в каждом из процессов.

7. Какую работу  $A$  нужно выполнить, чтобы, выдувая мыльный пузырек, увеличить его диаметр от  $d_1 = 1$  см до  $d_2 = 5$  см? Считать процесс изотермическим.

### Контрольная работа №3

1. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 1$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = 3$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность  $E$  поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин.

2. Вдоль силовой линии однородного электрического поля движется протон. В точке поля с потенциалом  $\phi_1$  протон имел скорость  $v_1 = 0,1$  Мм/с. Определить потенциал  $\phi_2$  точки поля, в которой скорость протона возрастает в  $n = 2$  раза. Отношение заряда протона к его массе  $e/m = 96$  МКл/кг.

3. Два металлических шара радиусами  $R_1 = 2$  см и  $R_2 = 6$  см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд  $Q = 1$  нКл. Определить поверхностную плотность  $\sigma$  зарядов на шарах.

4. Плотность тока  $j$  в алюминиевом проводе равна 1 А/мм<sup>2</sup>. Найти среднюю скорость  $\langle v \rangle$  упорядоченного движения электронов, предполагая, что число свободных электронов в 1 см<sup>3</sup> алюминия равно числу атомов.

5. По тонкому проволочному кольцу течет ток. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась магнитная индукция в центре контура?

6. Прямоугольная рамка с током  $I = 1,5$  мА расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом с током так, что длинные стороны рамки параллельны проводу. Сила тока в проводе  $I_1 = 2$  мА, расстояние от него до ближней стороны рамки  $a = 10$  см. Длины сторон рамки  $l_1 = 30$  см,  $l_2 = 18$  см. Определить силы, действующие на каждую из сторон рамки.

7. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов  $U = 104$  В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое ( $E = 10$  кВ/м) и магнитное ( $B = 0,1$  Тл) поля. Найти отношение  $Q/m$  заряда частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

8. Соленоид содержит  $N = 1\,000$  витков. Сила тока  $I$  в его обмотке равна 1 А, магнитный поток  $\Phi$  через поперечное сечение соленоида равен 0,1 мВб. Вычислить энергию  $W$  магнитного поля.

## Контрольная работа №4

1. Точка, которая совершает гармонические колебания по закону  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$  см, в определенный момент времени  $t_1$  имеет смещение  $x_1 = 4$  см, скорость  $v_1 = 5$  см/с и ускорение  $a_1 = -80$  см/с<sup>2</sup>. Определить амплитуду  $A$  и период  $T$  колебаний точки; фазу колебаний  $\omega t + \varphi$  в момент времени, который рассматривается; максимальные скорость  $v_{\max}$  и ускорение  $a_{\max}$  точки.

2. Складываются два взаимно перпендикулярных колебания, которые выражаются уравнениями  $x = A_1 \sin \omega t$  и  $y = A_2 \cos \omega(t + \tau)$ , где  $A_1 = 2$  см,  $A_2 = 1$  см,  $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$ ,  $\tau = 0,5$  с. Найти уравнение траектории.

3. Брусок, масса которого  $m = 0,5$  кг, лежит на гладком столе. Он соединен горизонтальной пружиной жесткостью  $k = 32$  Н/м со стеной. В начальный момент времени пружину сжали на  $x_0 = 1$  см и отпустили. Установить закон движения бруска. Трением пренебречь.

4. Логарифмический декремент  $\lambda$  затухания маятника равен 0,01. Определить число  $N$  полных колебаний маятника до уменьшения его амплитуды в 3 раза.

5. Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура с скоростью 10 м/с. Амплитуда колебаний точек шнура 5 см, период колебаний 1 с. Записать уравнение волны и определить 1) длину волны, 2) фазу колебаний, смещение, скорость и ускорение точки, которая удалена на расстояние 9 м от источника колебаний в момент времени  $t_1 = 2,5$  с.

6. На какую длину волны  $\lambda$  будет резонировать контур, который состоит из катушки индуктивностью  $L = 4$  мкГн и конденсатора емкостью  $C = 1,11$  нФ?

7. Чему равны амплитуды напряженностей  $E_m$  и  $H_m$  электрического и магнитного полей плоской электромагнитной волны в воздухе в фокусе излучения лазера, где интенсивность  $I = 10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>?

## Контрольная работа №5

1. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей размещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, которое сначала было занято пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает перпендикулярно к поверхности пластинки. Показатель преломления пластинки  $n = 1,5$ . Длина волны  $\lambda = 600$  нм. Какова толщина  $h$  пластинки?

2. На щель шириной  $a = 2$  мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ( $\lambda = 589$  нм). Найти ширину  $A$  изображения щели на экране, удаленном от щели на расстояние  $l = 1$  м. Шириной изображения считать расстояние между первыми дифракционными минимумами, размещенными по обе стороны от главного максимума освещенности.

3. Пучок естественного света, который идет в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения  $i_B$  отраженный свет целиком поляризован?

4. Поверхность тела нагрета до температуры  $T = 1\ 000\ \text{К}$ . Потом одна половина этой поверхности нагревается на  $\Delta T = 100\ \text{К}$ , другая охлаждается на  $\Delta T = 100\ \text{К}$ . Во сколько раз изменится энергетическая светимость  $R$ , поверхности тела?

5. Длина волны света, которая соответствует красной границе фотоэффекта, для некоторого металла  $\lambda_0 = 275\ \text{нм}$ . Найти минимальную энергию  $\varepsilon$  фотона, который вызовет фотоэффект.

6. Давление  $p$  монохроматического света ( $\lambda = 600\ \text{нм}$ ) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно  $0,1\ \text{мкПа}$ . Определить количество  $N$  фотонов, которые падают за время  $t = 1\ \text{с}$  на поверхность площадью  $S = 1\ \text{см}^2$ .

7. Рентгеновское излучение с длиной волны  $\lambda = 20\ \text{пм}$  испытывает комптоновское рассеяние под углом  $\theta = 90^\circ$ . Определить изменение  $\Delta\lambda$  длины волны рентгеновского излучения при рассеянии, а также энергию и импульс электрона отдачи.

#### Контрольная работа №6

1. Определить дебройлевскую длину волны  $\lambda$  шарика массой  $m = 1\ \text{г}$ , движущегося со скоростью  $v = 100\ \text{м/с}$ . Можно ли обнаружить волновые свойства такого шарика, и почему

2. Объяснить физический смысл энергии Ферми.

3. Определить энергию связи  $E_{\text{св}}$  ядра изотопа лития  ${}^7_3\text{Li}$ .

4. Какая часть  $\eta$  начального числа ядер  ${}^{90}\text{Sr}$  распадется за одни сутки и за 15 лет? Какая часть  $\zeta$  останется через 10 лет и через 100 лет? Период полураспада стронция  $T_{1/2} = 28\ \text{лет}$ .

5. Определить наименьшую энергию  $\gamma$ -кванта, достаточную для осуществления реакции разложения дейтона  $\gamma$ -лучами  ${}^2_1\text{H} + h\nu \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^1_0\text{n}$ .