

светлого пятна на экране плавно (монотонно) увеличивается и на расстоянии  $L = 18$  см от перегородки достигает значения  $r_1 = 3$  см. Если линзу убрать, оставив экран на месте, то радиус пятна на экране станет  $r_2 = 4,5$  см. Определите фокусное расстояние  $F$  линзы. (4 балла)

Публикацию подготовили А.Леднев, А.Пичкур

Московский государственный институт  
электронной техники  
(технический университет)

ФИЗИКА

Письменный экзамен

Вариант 1

1. Тело, двигаясь прямолинейно и равнозамедленно, прошло за два одинаковых последовательных промежутка времени  $\tau = 2$  с пути  $s_1 = 26$  м и  $s_2 = 10$  м. Определите величину  $a$  ускорения тела.

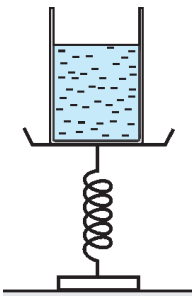


Рис. 1

2. На столе стоят пружинные весы, на весах – цилиндрический сосуд с водой (рис.1). Когда в сосуд долили некоторое количество воды, свободная поверхность воды в сосуде осталась относительно стола на прежнем уровне. Определите жесткость  $k$  пружинных весов. Внутренний радиус сосуда  $r = 8$  см.

3. Вокруг горизонтальной оси  $O$  может вращаться легкий жесткий стержень, на котором на одинаковых расстояниях  $l = 40$  см от оси закреплены небольшие грузы с массами  $m$  и  $M$  (рис.2; ось  $O$  перпендикулярна плоскости рисунка). Первоначально стержень удерживали в горизонтальном положении, а затем без толчка отпустили. Найдите максимальную скорость  $v$  грузов, если отношение их масс  $M/m = 3$ . Трением и сопротивлением воздуха пренебречь.

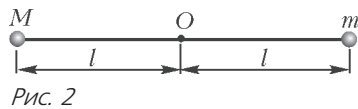


Рис. 2

4. Во сколько раз отличаются средние квадратичные скорости молекул водорода и кислорода в воздухе нашей аудитории?

5. Какое количество теплоты  $Q$  нужно сообщить в изобарном процессе одноатомному идеальному газу, чтобы увеличить его объем в  $n = 2$  раза? В исходном состоянии объем и давление газа равны  $V = 0,1$  м<sup>3</sup> и  $p = 100$  кПа.

6. Конденсатор, заряд которого  $q = 50$  нКл, подключили к источнику напряжением  $U = 100$  В. В результате энергия конденсатора увеличилась в  $n = 4$  раза. Определите емкость  $C$  конденсатора.

7. При работе утюга вилка электрического шнура из-за плохого контакта с розеткой немного нагревается. Определите сопротивление  $r$  контакта «вилка-розетка», считая, что мощность выделения тепла в контакте  $P_k = 2$  Вт, напряжение на спирали утюга  $U = 220$  В, мощность спирали  $P = 660$  Вт.

8. Тонкий металлический стержень подвешен в однородном магнитном поле на двух гибких проводниках, подключенных к источнику постоянного напряжения. Сначала стержень удерживали так, что вектор индукции магнитного поля составлял угол  $\alpha = 60^\circ$  со стержнем, а затем стержень установили перпендикулярно вектору индукции. Во сколько раз изменилась при этом сила Ампера, действующая на стержень со стороны магнитного поля?

9. Наблюдатель ростом  $h = 170$  см, находясь на рассто-

янии  $L = 20$  м от дерева, видит его верхушку в маленьком зеркале, расположенном горизонтально на земле на расстоянии  $l = 2$  м от его ног. Определите высоту  $H$  дерева.

10. Работа выхода электронов из алюминия равна  $A_1 = 3,74$  эВ, а из цезия –  $A_2 = 1,89$  эВ. Во сколько раз отличаются длины волн, соответствующие красным границам фотоэффекта для этих металлов?

Физические постоянные

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>

Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>

Молярная масса водорода  $M_v = 2$  г/моль

Молярная масса кислорода  $M_k = 32$  г/моль

Вариант 2

(олимпиада-2007)

1. С какой горизонтальной скоростью  $v_0$  нужно бросить камень с вершины горы, склон которой образует угол  $\alpha$  с горизонтом, чтобы он упал на склон горы на расстоянии  $L$  от вершины? Ускорение свободного падения  $g$ . Сопротивлением воздуха пренебречь.

2. На гладкой горизонтальной поверхности лежит доска (рис.3). На доску опирается свободный конец тонкой однородной балки, шарнирно закрепленной под углом  $\alpha$  к вертикали. Какую горизонтальную силу  $F$  нужно приложить к доске, чтобы медленно затягивать ее под балку с постоянной скоростью? Масса балки  $m$ , коэффициент трения между балкой и доской  $\mu$ , ускорение свободного падения  $g$ .

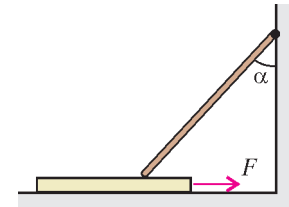


Рис. 3

3. Тело массой  $m = 1$  кг бросили под углом к горизонту. На высоте  $h = 10$  м его кинетическая энергия оказалась равной  $E_k = 100$  Дж. Какой была величина  $v_0$  начальной скорости тела? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь.

4. Найдите плотность  $\rho$  водорода в сосуде объемом  $V = 40$  л, если число его молекул в сосуде вдвое больше числа Авогадро  $N_A$ . Молярная масса водорода  $M = 2 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

5. Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 2 в процессе, график которого изображен на рисунке 4. Считая известными давление  $p_1$  и объемы  $V_1, V_2, V_3$ , определите давление  $p_2$ , при котором работа, совершенная газом в данном процессе, равна нулю.

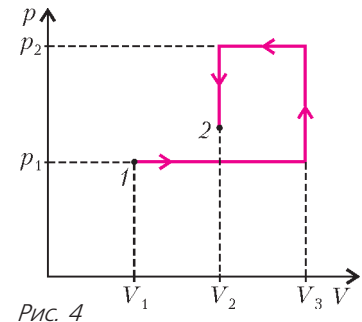


Рис. 4

6. Три одинаковых незаряженных металлических шарика 1, 2 и 3 расположены вдоль одной прямой и связаны двумя одинаковыми длинными изолирующими нитями (рис.5). Четвертый такой же шарик зарядили и по очереди прикоснулись им к первым трем в порядке возрастания их номеров. Во сколько раз после этого отличаются силы натяжения нитей?

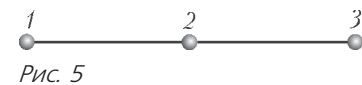


Рис. 5

7. Резистор сопротивлением  $R = 18$  кОм и вольтметр соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения  $U = 24$  В. Вольтметр при этом показывает напряжение  $U_1 = 20$  В. Определите сопротивление  $r$  вольтметра.

8. Катушка индуктивностью  $L$  присоединена к плоскому конденсатору с площадью обкладок  $S$  и расстоянием между ними  $d$ . Чему равна диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  среды, заполняющей пространство между обкладками, если амплитуда силы тока в контуре  $I_m$ , а амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_m$ ? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Активным сопротивлением контура пренебречь.

9. Предмет находится на расстоянии  $d = 20$  см от тонкой линзы, при этом размер действительного изображения в  $\Gamma = 3$  раза превосходит размер предмета. Постройте ход лучей, формирующих изображение, и определите фокусное расстояние  $F$  линзы.

*Публикацию подготовили А.Берестов, И.Горбатый, В.Гундырев, С.Куклин, И.Федоренко*

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

МАТЕМАТИКА

Письменный экзамен

Вариант 1

1. Первый автомобиль проходит в минуту на 300 м больше, чем второй, поэтому время прохождения одного километра у него на 10 секунд меньше. На сколько метров увеличивается отставание второго автомобиля от первого за время, пока первый проходит 1 км?

2. Решите уравнение  $\cos 2x = 3 + 5 \sin x$ . Укажите его корни, лежащие в промежутке  $[-3\pi/2; \pi/2]$ .

3. Решите уравнение

$$\left(2 + \log_2 \left(\frac{5}{4} - x\right)\right) \log_x \frac{1}{2} = 1.$$

4. Решите неравенство  $\frac{x\sqrt{x}-1}{x-1} > \sqrt{x} + \frac{3}{8}$ .

5. Какую наибольшую площадь может иметь треугольник, ограниченный осью  $Ox$ , прямой  $x = 3/2$  и касательной к графику функции  $y = 2x^2$  в точке с абсциссой  $x_0$ , если  $0 < x_0 < 3$ ?

6. Укажите все значения  $a$ , при которых уравнение

$$\sqrt{8(|x| - x)} = 4 + a(x - 8)$$

имеет единственный корень. Найдите этот корень при каждом  $a$ .

7. Основанием пирамиды  $TABC$  служит треугольник  $ABC$ , все стороны которого равны 4, а высота пирамиды совпадает с боковым ребром  $TA$ . Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через середины стороны основания  $AC$  и бокового ребра  $TB$  и параллельной медиане  $BD$  боковой грани  $BTC$ , если расстояние от вершины пирамиды  $T$  до секущей плоскости равно  $1/2$ .

Вариант 2

1. Один рабочий взялся выполнить заказ за 15 дней при условии, что в течение 4 дней ему будет помогать второй рабочий. Если бы этот заказ был поручен каждому рабочему отдельно, то для его выполнения первому потребовалось бы на 6 дней меньше, чем второму. За сколько дней каждый из них может выполнить заказ?

2. Найдите все корни уравнения

$$\cos 3x + \cos 5x + \sqrt{2} \cos 4x = 0,$$

принадлежащие промежутку  $[\pi/2; \pi]$ .

3. Решите уравнение  $2^{1+\sqrt{x}} + 2^{2-\sqrt{x}} = 9$ .

4. Решите неравенство  $\log_2 \frac{x^2 - 2x}{x - 3} < 3$ .

5. Какая наибольшая площадь может быть у равнобедренного треугольника, основание которого параллельно оси  $x$ , а координаты вершин удовлетворяют уравнению  $|y| = 9 - (x - 2)^2$ ?

6. Определите все значения  $a$ , при которых уравнение  $4x^2 - 8|x| + (2a + |x| + x)^2 = 4$  имеет ровно два различных корня. Укажите эти корни при каждом из найденных значений  $a$ .

7. Основанием пирамиды  $TABC$  служит треугольник  $ABC$ , все стороны которого равны 4, а высота пирамиды, равная 3, совпадает с боковым ребром  $TA$ . Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через середину стороны основания  $AB$  и центр сферы, описанной около пирамиды, и параллельной медиане  $AD$  боковой грани  $TAB$ .

ФИЗИКА

Письменный экзамен

Вариант 1

1. Напишите формулировку закона Ома для замкнутой электрической цепи. Напишите формулу закона Ома для электрической цепи, изображенной на рисунке 1. Укажите единицы измерения входящих в нее физических величин.

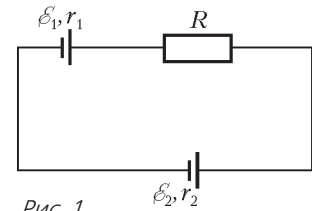


Рис. 1

2. Какую работу  $A$  нужно совершить над одним моле идеального газа для его изобарного сжатия, при котором

концентрация молекул в конечном состоянии в  $\alpha = 3$  раз больше, чем в начальном? Первоначальная температура газа  $T_1 = 400$  К.

3. Протон и электрон, двигаясь с одинаковыми скоростями, попадают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона  $R_1$  больше радиуса кривизны траектории электрона  $R_2$ ?

4. Найдите наибольший порядок спектра для желтой линии натрия с длиной волны 589 нм, если период дифракционной решетки 2 мкм.

5. Однородный стержень опирается о вертикальную плоскость, образуя с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha = 60^\circ$  (рис. 2). Коэффициент трения между стержнем и горизонтальной плоскостью  $\mu_1 = 0,25$ . Чему равна минимальная величина коэффициента трения  $\mu_2$  между стержнем и вертикальной плоскостью, при которой стержень будет находиться в равновесии?

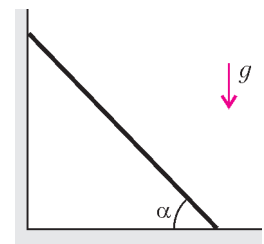


Рис. 2

6. Две бусинки, имеющие заряды  $+q$  и  $+3q$ , удерживаются на длинном горизонтальном изолирующем стержне на расстоянии  $L_0$  друг от друга (рис. 3). Бусинку, имеющую заряд  $+3q$  и массу  $m$ , отпускают, и она начинает скользить по стержню. Коэффициент трения скольжения равен  $\mu$ . Найдите максимальное расстояние  $L$  между бусинками.

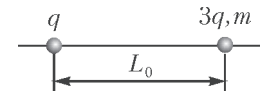


Рис. 3

7. К оси колеса, масса  $m$  которого равномерно распределена по ободу, присоединена пружина жесткостью  $k$  (рис. 4). Второй конец пружины