

**Вариант 3**

(физический факультет)

1. Решите неравенство

$$2x - 6 \leq \sqrt{x^2 - 3x + 6}.$$

2. Решите уравнение

$$\log_{2/5} x + \log_5 x = \log_x (1/2).$$

3. В треугольнике  $ABC$  сторона  $AB$  больше стороны  $BC$ . На стороне  $AB$  выбрана точка  $M$  так, что  $BM = BC$ . Известно, что радиус окружности, описанной около треугольника  $AMC$ , равен  $2\sqrt{5}$ ,  $AC = 5\sqrt{3}$ . Определите радиус окружности, описанной около треугольника  $ABC$ .

4. Решите уравнение

$$\sin 2x - \sqrt{3} \cos 2x = 2 \sin 7x.$$

5. В кубе  $ABCD A' B' C' D'$ , ребра которого имеют длину 1, точка  $M$  – середина ребра  $BC$ . Точка  $P$  на прямой  $A' C'$  и точка  $Q$  на прямой  $B' M$  выбираются так, что прямая  $PQ$  параллельна плоскости  $AA' B' B$ . Определите длину наименьшего из всех возможных отрезков  $PQ$ .

**ФИЗИКА**

Письменный экзамен

Физический факультет

Каждый вариант состоял из задач трех типов.

Первые три задачи – расчетные различной трудности от почти стандартных до сравнительно сложных, требующих смекалки, глубоких знаний, умения разобраться в непривычной или усложненной ситуации.

Четвертая задача – эта задача-оценка. Для ее решения надо понять рассматриваемое физическое явление, сформулировать простую (так как нужна только оценка) физическую модель этого явления, выбрать разумные числовые значения физических величин и, наконец, получить численный результат, более или менее соответствующий реальности. В тексте задачи подчеркивалось, что абитуриент может сам выбрать необходимые для решения задачи величины и их числовые значения.

Пятая задача – это задача-демонстрация, в которой надо объяснить физическое явление, демонстрируемое в аудитории. Здесь необходимо понять сущность явления и среди различных факторов выделить главный.

**Вариант 1**

1. В сосуде под массивным подвижным поршнем находится жидкость, которая занимает объем  $V_1$ . Когда жидкость полностью испарилась, объем пара под поршнем достиг значения  $V_2$ . Какая

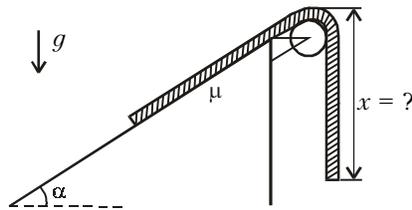


Рис. 1

доля вещества (по массе) находилась в сосуде в виде жидкости, когда объем под поршнем равнялся  $V$ ? Температура в процессе не изменялась.

2. Часть однородного каната лежит на клине, образующем с горизонталью угол  $\alpha$ ; другая часть, перекинута через прикрепленный к вершине клина блок, свисает вертикально (рис. 1). Коэффициент трения каната о плоскость  $\mu$  ( $\mu < \text{tg} \alpha$ ). При какой длине  $x$  свисающей части канат будет находиться в покое? Длина всего каната  $l$ . Размером блока пренебречь.

3. На вход электрической цепи с первоначально незаряженными конденсаторами емкостями  $C_1$  и  $C_2$  подано с источника постоянное напряжение  $U$ , полярность которого указана на рисунке 2. Какие заряды окажутся на конденсаторах после изменения полярности напряжения? Диоды  $D_1$  и  $D_2$  идеальные. Стрелка в изображении диода показывает направление, в котором он пропускает ток.

4. На какую глубину надо погрузить в водоем детский резиновый мячик, чтобы он начал тонуть?

5. Пластинку из сырого картофеля толщиной примерно 10 мм протыкают стеклянной трубкой. Образовавшуюся пробку заталкивают в трубку на 10–15 мм. Вторую пробку формируют, протыкая картофельную пластинку другим концом трубки. Затем эту пробку начинают медленно толкать внутрь трубки. Первая пробка вначале движется медленно, а у конца трубки характер ее движения резко меняется. Объясните наблюдаемое явление.

**Вариант 2**

1. Тело на пружине, второй конец которой прикреплен шарниром к оси, движется по окружности. При скорости тела  $v_1$  длина пружины  $l_1$ , а при скорости

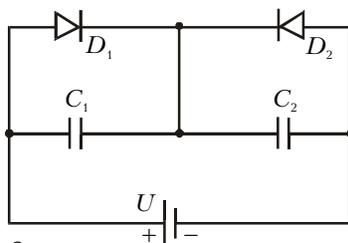


Рис. 2

сти  $v_2$  длина пружины  $l_2$ . Чему равна длина ненапряженной пружины? Влиянием силы тяжести пренебречь.

2. На горизонтальную пластинку площадью  $S$  с отрицательным зарядом  $-Q$  оседают из воздуха пылинки, масса каждой из которых  $m$ , а заряд  $+q$ . Какова наибольшая масса слоя пыли, осевшей на пластинку? Ускорение свободного падения  $g$ .

3. В вертикально стоящем цилиндре сечением  $S$  находится одноатомный газ. Расстояние между дном и нижним поршнем  $h$ , а между поршнями  $2h$ . Массы поршней одинаковы и равны  $m$  каждая. Нижний поршень, теплоемкостью которого можно пренебречь, является теплопроводящим. На какое расстояние сместится каждый из поршней после того, как к газу подвели количество теплоты  $Q$ ? Внешнее давление постоянно и равно  $p_0$ , ускорение свободного падения  $g$ .

4. Оцените, сколько воды должно испариться при кипении, чтобы заполненный образовавшимся при этом паром детский воздушный шарик начал подниматься в воздухе. Считать, что пар не успевает остыть.

5. В цилиндрический стакан с водой вставляют непроницаемую для воды прозрачную воронку. При этом свет от лампы, находящейся далеко под дном стакана, почти не попадает на экран, расположенный над стаканом. А когда воронку заполняют водой, экран освещается прошедшим через систему светом. Объясните явление.

**Вариант 3**

1. Вертикальная стенка движется горизонтально с ускорением  $a$ , толкая перед собой прямоугольный брусок. Определите величину минимально возможного коэффициента трения между бруском и стенкой, при котором брусок не падает. Ускорение свободного падения  $g$ .

2. Вертикально стоящий сосуд с газом разделен тонким подвижным поршнем массой  $m$  и сечением  $S$  на две части высотой  $H$  каждая. Вначале температуры в них были одинаковы. После того как температуру в обеих частях увеличили вдвое, поршень поднялся на высоту  $h$ . Определите начальное давление в верхней части сосуда. Ускорение свободного падения  $g$ .

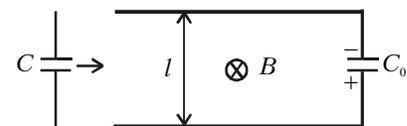


Рис. 3