

5. Равномерно заряженная положительным зарядом q тонкая палочка движется так, что ее нижний конец скользит по горизонтальной опоре с постоянной скоростью v , а верхний конец скользит по вертикальной стенке (рис.1). Палочка находится в однородном магнитном поле с индукцией, равной B и направленной горизонтально параллельно границе между стенкой и опорой. С какой силой поле действует на палочку в тот момент, когда угол между ней и опорой равен α ?

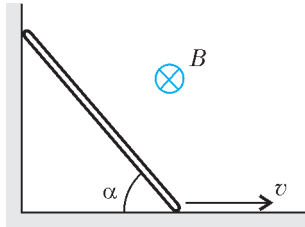


Рис. 1

Вариант 2

1. Предмет AB длиной l расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F . Расстояние от предмета до линзы d больше фокусного расстояния линзы. Постройте изображение предмета в линзе. Найдите размер изображения.

2. Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, прошло расстояние s за время τ . Какую скорость имело тело в тот момент времени, когда оно прошло расстояние s/n ?

3. Одноатомный идеальный газ в количестве ν молей, имеющий абсолютную температуру T , сначала охлаждается изохорически так, что давление газа уменьшается в 2 раза. Затем газ нагревается изобарически до температуры, в 3 раза превосходящей первоначальную. Определите количество теплоты, полученное газом во всем процессе.

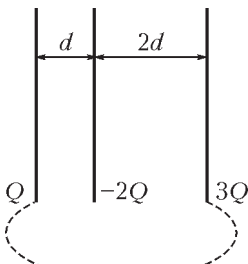


Рис. 2

4. Три параллельно расположенные пластины заряжены зарядами Q , $-2Q$ и $3Q$, расстояния между пластинами равны d и $2d$ (рис.2). Крайние пластины соединяют проводником. Какой заряд протечет по проводнику в процессе установления равновесия? Размеры пластин много больше расстояний между ними.

5. К горизонтально расположенной пружине жесткостью k привязано тело массой m , находящееся на шероховатой горизонтальной поверхности (рис.3). Коэффициент трения между телом и поверхностью μ . В начальный момент времени тело находится в положении, в котором пружина не деформирована. Затем телу толчком сообщают скорость $v_0 = 11\mu g\sqrt{m/k}$, где g – ускорение свободного падения. Через какое время после начала движения тело окончательно остановится?

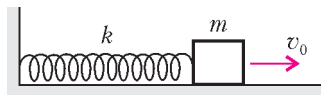


Рис. 3

Публикацию подготовили С.Муравьев, О.Нагорнов

Новосибирский государственный университет

ФИЗИКА

Письменный экзамен

Физический факультет

Каждый вариант состоял из задач трех типов. Первые три задачи – расчетные, различной степени трудности: от почти стандартных до сравнительно сложных, требующих смекалки, глубоких знаний, умения ориентироваться в непривычной или усложненной ситуации.

Четвертая задача – задача-оценка. Для ее решения необходимо разобраться в рассматриваемом физическом явлении, 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 подчеркивается, что абитуриент может сам выбрать необходимые для решения задачи величины и их числовые значения.

Пятая задача – задача-демонстрация, при решении которой необходимо объяснить физическое явление, демонстрируемое в аудитории. Среди различных факторов, влияющих на процесс, необходимо выделить главный.

Вариант 1

1. Тело массой m тянут за нить так, что оно летит по горизонтали с ускорением a (рис.1). Найдите силу натяжения нити. Ускорение свободного падения равно g .

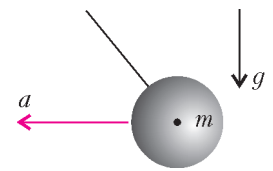


Рис. 1

2. Вертикальный цилиндр разделен поршнем массой m . Над поршнем вакуум, а ниже поршня газобразный гелий. К газу подводится тепловая мощность N , при этом поршень поднимается с постоянной скоростью. Найдите эту скорость. Трения нет, ускорение свободного падения равно g .

3. Пластины плоского конденсатора, площадью S каждая, соединены проводником (рис.2). Зазор между ними H значительно меньше размеров пластин. Внутри находится второй конденсатор с пластинами той же площади, на которых имеются заряды Q и $-Q$. Определите, какую работу следует совершить, чтобы вытащить внутренний конденсатор, не меняя зазор h между его пластинами.

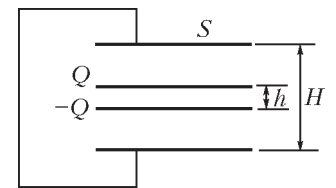


Рис. 2

4. Оцените максимальную скорость движения тени высотного здания в полдень.

5. Из провода свернуты две катушки, лежащие одна на другой. По одному выводу от обеих катушек соединили вместе, а к двум другим подключили гальванометр. Над катушками двигают плоский магнит. Затем верхнюю катушку переворачивают, и вновь двигают над катушками магнит. Показания гальванометра в этих двух случаях различаются. Объясните демонстрируемое явление.

Вариант 2

1. Пробирка массой m и сечением S плавает вертикально в воде так, что верхний конец пробирки выше уровня воды на h_0 . Когда пробирку опустили в неизвестную жидкость, она плавает так, что ее верхний конец выше уровня жидкости на h . Какова плотность жидкости ρ , если плотность воды ρ_0 ?

2. В проводящей рамке с переключкой включены резисторы с указанными на рисунке 3 сопротивлениями, сопротивления проводов и переключки пренебрежимо малы. Рамка вращается с угловой скоростью ω вок-

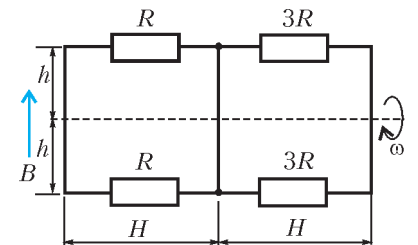


Рис. 3

руг горизонтальной оси симметрии в вертикальном магнитном поле с индукцией B . Найдите наибольшее значение тока в перемычке. Размеры рамки приведены на рисунке.

3. Конденсатор емкостью C_0 зарядили до напряжения U_0 . После этого конденсатор отсоединили от источника напряжения и отпустили его нижнюю пластину. Она начала падать и, пролетев расстояние h по вертикали, приобрела скорость v . Найдите емкость конденсатора C в этот момент, если масса пластины m , а ускорение свободного падения g .

4. Оболочку воздушного шара наполняют нагретым воздухом. Оцените количество теплоты, которое должно пойти на нагрев воздуха, чтобы воздушный шар мог поднять вас. Удельная теплоемкость воздуха при атмосферном давлении равна $1,0$ кДж/(кг · К).

5. Массивное колесо надето на согнутый стержень как на ось. Его ставят на наклонную доску так, что стержень упирается в нее. Колесо отпускают – оно стоит. Теперь вставляют другой стержень, с большей длиной от оси до доски. Отпущенное колесо скатывается по доске. Объясните демонстрируемое явление.

Вариант 3

1. На дне коробки стоит брусок массой M , на котором находится кубик массой m (рис. 4). Кубик привязан к правой

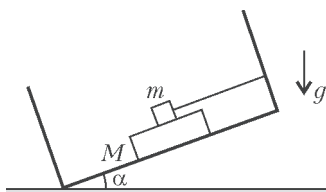


Рис. 4

стенке коробки нитью, параллельной дну. Коэффициент трения между бруском и дном равен μ , трения между бруском и кубиком нет. При каком угле наклона коробки α брусок начнет выскальзывать из под кубика?

2. При температуре T_0 тонкостенный стакан сечением S плавает в воде вверх дном, выступая из воды на высоту h_0 (рис. 5). Найдите начальный объем воздуха в стакане, если при повышении температуры до T стакан начал выступать из воды на высоту h . Изменением атмосферного давления и плотности воды пренебречь.

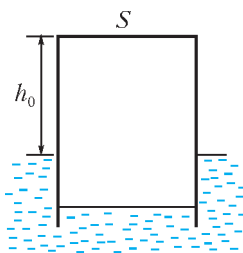


Рис. 5

3. Незаряженный конденсатор емкостью C подсоединен к параллельным проводам, сопротивление которых равно R на единицу длины, а расстояние между проводами H (рис. 6). Перпендикулярно плоскости проводов имеется магнитное поле с индукцией B . Равномерно движущаяся проводящая перемычка в некоторый момент времени начинает замыкать эти провода.

При какой скорости перемычки ток в контуре будет оставаться неизменным? Найдите величину этого тока, если в момент соприкосновения перемычки с проводами сопротивление контура было равно R_0 .

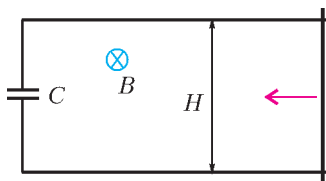


Рис. 6

4. Представьте, что вы плывете на лодке, в дне которой появилась пробоина. Оцените, при какой ее площади вы будете успевать отчерпывать набирающуюся воду литровой банкой.

5. Поплавки, один с воткнутым сверху тонким стержнем, второй – с толстым, плавают в солевом растворе, как

показано на рисунке 7. Если их опустить в пресную воду, то первый поплавок погружается почти на всю длину стержня, а второй остается практически на прежнем уровне погружения. Объясните наблюдаемое явление.

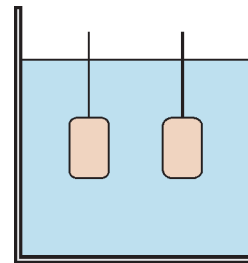


Рис. 7

Публикацию подготовили
И. Воробьев, Г. Меледин,
Г. Федотович, М. Блинов

Российский государственный педагогический университет им. А.И.Герцена

МАТЕМАТИКА

Письменный экзамен

Математический факультет

Вариант 1

1. Найдите область определения функции

$$f(x) = \frac{\sqrt{x-1}}{\log_3(2x^2 - 7x + 6)}.$$

2. Определите сумму всех трехзначных чисел, делящихся на 4.

3. Решите неравенство

$$\left| \frac{7-x}{5x-2} \right| \leq 3.$$

4. Два завода по плану должны были выпустить за месяц 360 станков. Первый завод выполнил план на 112%, а второй на 110%, вместе заводы выпустили за месяц 400 станков. Сколько станков сверх плана выпустил за месяц каждый завод в отдельности?

5. Определите координаты точек пересечения графиков функций $f(x) = 4^{x+\sqrt{x^2-2}} - 6$ и $g(x) = 5 \cdot 2^{x-1+\sqrt{x^2-2}}$.

6. Определите в уравнении $x^2 - (2k+1)x + k^2 + 2 = 0$ значение k такое, что один из корней уравнения равен половине другого. Найдите эти корни.

7. Решите уравнение $\sqrt{3} \sin x = (1 - \cos x)$. Определите сумму корней этого уравнения из промежутка $[0; 2\pi]$.

8. Докажите, что в прямоугольном треугольнике биссектриса прямого угла делит пополам угол между медианой и высотой, проведенными из этого угла.

9. В тетраэдр, все ребра которого равны, вписан конус. Радиус основания конуса равен 5. Определите объем пирамиды.

Вариант 2

1. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} 2^x \cdot 4^y = 32, \\ \lg(x-y)^2 - 2 \lg 2 = 0. \end{cases}$$

2. Решите неравенство $\log(64^{24} \sqrt{2^{x^2-40x}}) \geq 0$.

3. Решите уравнение $\sin x (\operatorname{ctg}^2 x - 1) = 0$. Укажите число корней на промежутке $[0; 2\pi]$.

4. Найдите все значения m , при которых неравенство $mx^2 - 4x + 3m + 1 > 0$ верно для всех действительных x .