

Всероссийская олимпиада школьников
по ФИЗИКЕ
Муниципальный этап
10 класс

Инструкция по выполнению работы
Время выполнения работы — 230 мин

Внимательно прочитайте и решите задачи. При решении можно пользоваться непрограммируемым калькулятором. Все записи в бланке ответов выполняйте ручкой, работу оформляйте разборчивым почерком. Решения задач записывайте подробно. Не забудьте переписать решение с черновика в бланк ответов. Черновики не проверяются!

Максимальное количество баллов — 50

Желаем успеха!

Задача 10.1. Движемся вместе.

На горизонтальной ледяной поверхности находятся два бруска, один на другом (рис. 10.1). Нижний брусок имеет массу $2m$, а верхний — массу m . К верхнему бруску прикладывают постоянную горизонтальную силу F . При каких значениях F бруски будут двигаться направо, не сдвигаясь друг относительно друга? Ускорение свободного падения равно g . Коэффициент трения нижнего бруска о лёд равен $0,1$, а коэффициент трения между брусками — $0,4$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 10.2. Прыг-скок.

Тело, брошенное под углом α к горизонту с одного края прямоугольной ямы, падает на другой её край (см. рис. 10.2). Если же, не меняя угол и место броска, уменьшить начальную скорость тела в три раза, оно, один раз упруго отскочив от плоского дна ямы, снова попадёт на её противоположный край. Чему равна глубина ямы H , если её длина равна L ? Сопротивлением воздуха и размерами тела пренебречь.

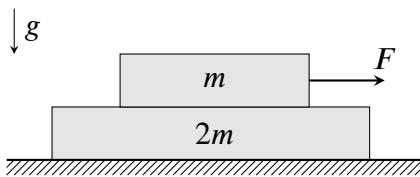


Рис. 10.1.

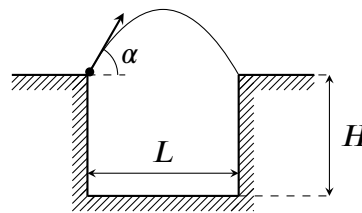


Рис. 10.2.

Задача 10.3. Делитель напряжения.

Потенциометром (рис. 10.3а) называется резистор, снабжённый дополнительным скользящим контактом (ему соответствует средний вывод устройства), который на схемах условно обозначается стрелкой. Вращением ручки потенциометра можно изменять сопротивление между средним и каким-либо другим выводом, в идеальном случае, от нуля до максимального значения R .

Готовясь к экспериментальному туру по физике, мальчик Паша собрал цепь, состоящую из источника постоянного напряжения, резистора, потенциометра и амперметра (рис. 10.3б). Вращая ручку потенциометра, Паша заметил, что сила тока через амперметр меняется, причём минимальное показание прибора равно $I_{min} = 2$ мА, а максимальное — $I_{max} = 5$ мА. Найдите напряжение источника U_0 и максимальное сопротивление потенциометра R , если сопротивление резистора $r = 200$ Ом. Амперметр, потенциометр и источник считайте идеальными.

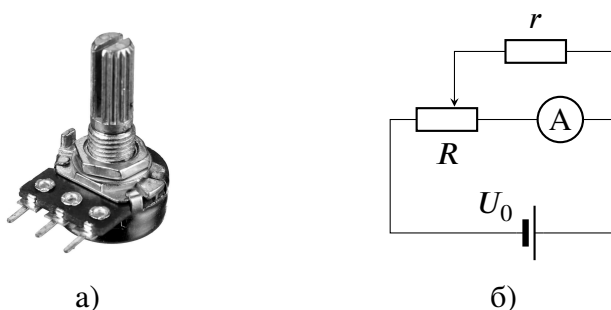


Рис. 10.3.

Задача 10.4. Преломление в полусфере.

На плоском столе находится прозрачная полусфера радиуса $R = 10$ см с показателем преломления $n = \sqrt{2}$. На неё вдоль поверхности стола на высоте $h = R/\sqrt{2}$ падает световой луч (рис. 10.4). Определите, на каком расстоянии s от поверхности полусферы луч попадёт на стол. Показатель преломления воздуха, окружающего полусферу, примите равным единице.

Задача 10.5. Поворот с ускорением.

Экспериментатор Иннокентий Иванов на своём полноприводном автомобиле хочет совершить следующий манёвр: стартовав из точки A (см. рис. 10.5) и разгоняясь по дуге AB , равной 90° , попасть в точку B . Скорость автомобиля в процессе движения меняется по закону $v = at$, где a — постоянная, называемая касательным ускорением, t — время, прошедшее от старта в точке A . Считая, что автомобиль Иннокентия всё время движется по горизонтальной поверхности, определите максимально возможное значение касательного ускорения a , при котором машина удержится на дуге AB . Коэффициент трения между колёсами и поверхностью равен μ , ускорение свободного падения — g . Сопротивлением воздуха пренебречь.

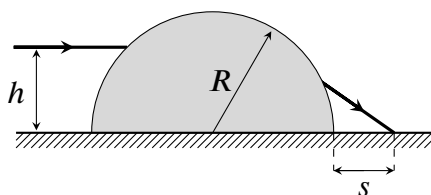


Рис. 10.4.

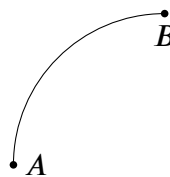


Рис. 10.5.

Всероссийская олимпиада школьников
по ФИЗИКЕ
Муниципальный этап
11 класс

Инструкция по выполнению работы
Время выполнения работы — 230 мин

Внимательно прочитайте и решите задачи. При решении можно пользоваться непрограммируемым калькулятором. Все записи в бланке ответов выполняйте ручкой, работу оформляйте разборчивым почерком. Решения задач записывайте подробно. Не забудьте переписать решение с черновика в бланк ответов. Черновики не проверяются!

Максимальное количество баллов — 50
Желаем успеха!

Задача 11.1. Тело на клине.

С каким горизонтальным ускорением a нужно двигать клин, чтобы маленький брусок, находящийся на его поверхности (рис. 11.1), оставался относительно клина неподвижным? Угол при основании клина равен α ($\operatorname{tg} \alpha = 0,5$), коэффициент трения между бруском и поверхностью равен $\mu = 0,2$. Сопротивление воздуха отсутствует. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.

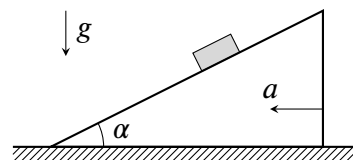


Рис. 11.1.

Задача 11.2. Сбалансированная зарядка.

В цепи, изображённой на рис. 11.2, оба ключа разомкнуты, а конденсаторы не заряжены. Сначала замыкают ключ K_1 , а затем, когда заряд на конденсаторе ёмкостью C станет равным $2C\mathcal{E}/3$, замыкают ключ K_2 . Определите сопротивление резистора R и ёмкость правого конденсатора C_0 , если после замыкания ключа K_2 токи через оба конденсатора одинаковы в каждый момент времени. Ёмкость левого конденсатора C , ЭДС батареи \mathcal{E} и её внутреннее сопротивление r считайте известными.

Задача 11.3. Дуговой процесс.

Идеальный газ переходит из состояния A в состояние B в процессе, график которого изображён на рис. 11.3. В безразмерных координатах p/p_0 и T/T_0 , где p — давление газа, а T — его абсолютная температура, кривая AB представляет собой дугу окружности с центром на горизонтальной оси (в точке с абсциссой 5).

1. Определите минимальную и максимальную температуру в процессе AB , выразив их через параметр T_0 .
2. Найдите отношение максимального и минимального объёмов газа в процессе AB .

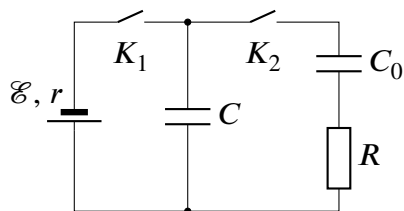


Рис. 11.2.

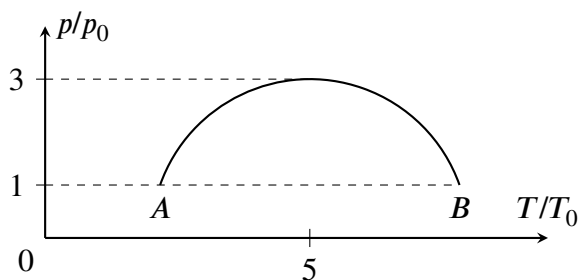


Рис. 11.3.

Задача 11.4. По материалам ЕГЭ.

Из начального положения, находящегося на высоте $3R/4$ (см. рис. 11.4), по поверхности гладкой сферической полости радиуса R скользит маленькая шайба.

1. Определите полное ускорение шайбы в нижней точке полости.
2. Определите, на какой высоте h_1 относительно нижней точки полости полное ускорение шайбы равно по величине ускорению свободного падения g .
3. Определите, на какой высоте h_2 относительно нижней точки полости полное ускорение шайбы в процессе её движения будет минимальным.

Начальная скорость шайбы равна нулю. Сопротивление воздуха и трение отсутствует.

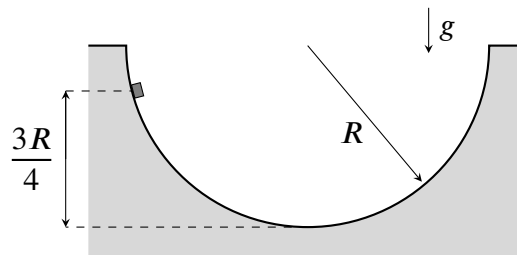


Рис. 11.4.

Задача 11.5. Полёты в полях.

Из ионной пушки Π с начальной скоростью v вылетают ионы и попадают в точку O на плоском экране \mathcal{E} , находящемся на расстоянии L от пушки. Когда в пространстве между пушкой и экраном включили однородное электрическое поле напряжённостью E , направленное вдоль плоскости экрана, ионы стали попадать на экране в точку M (рис. 11.5а). Затем электрическое поле выключили и включили однородное магнитное поле индукции B , направленное параллельно экрану и перпендикулярно вектору \vec{E} (рис. 11.5б). Оказалось, что и в этом случае ионы попадают в точку M . Найдите скорость v , если расстояние $OM = r$. Плоскость экрана перпендикулярна вектору \vec{v} . Влиянием гравитации пренебречь.

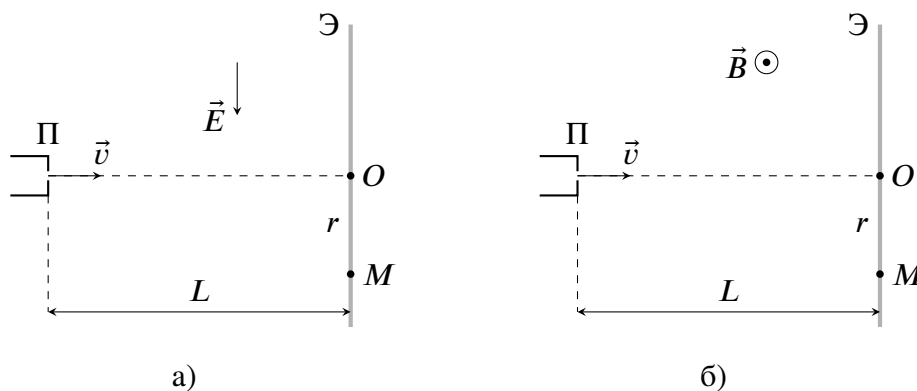


Рис. 11.5.