

11 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 11.1. Схема с конденсаторами.

На рис. 11.1 изображена электрическая цепь, состоящая из двух конденсаторов, двух резисторов (их характеристики указаны на рисунке), ключа и источника с ЭДС, равной \mathcal{E} , и внутренним сопротивлением r . Вначале ключ разомкнут. Какой заряд протечёт через перемычку AB , если ключ замкнуть?

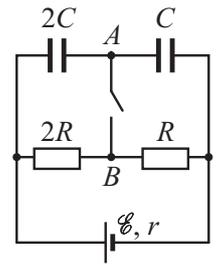


Рис. 11.1.

Задача 11.2. Движение бруска.

К прямоугольному бруску массой m , лежащему на горизонтальном столе, прикреплена лёгкая нерастяжимая нить, перекинутая через блок. К свободному концу нити привязали груз массой m (рис. 11.2а). После того, как систему освободили, брусок начал двигаться с некоторым ускорением. Систему вернули в исходное положение, привязали к нити ещё один груз массой m (рис. 11.2б) и снова отпустили. Каков коэффициент трения между бруском и поверхностью стола, если во втором случае ускорение бруска оказалось на 50% больше, чем в первом? Блок считать невесомым, трения в оси блока нет.

Задача 11.3. Чувствительность масс-спектрометра.

Масс-спектрометр состоит из ионной пушки, испускающей одинаковые положительно заряженные ионы внутрь квадратной камеры, в которой создано однородное магнитное поле (см. рис. 11.3). Отверстие пушки находится в середине одной из сторон камеры, скорость вылетающих частиц постоянна и направлена перпендикулярно этой стороне. Смежная сторона камеры полностью занята детекторами ионов. Спектрометр настроен так, чтобы ионы попадали точно в центр стороны, оборудованной детекторами, при индукции магнитного поля, равной B_0 . Найдите максимальное и минимальное значения индукции магнитного поля, B_{max} и B_{min} , при которых ионы ещё будут попадать на детекторы. Магнитное поле внутри камеры направлено перпендикулярно начальной скорости частиц. Диаметр отверстия пушки по сравнению с размером камеры можно пренебречь. Ионы, отскакивающие от стенок камеры, можно не учитывать. Скорость ионов много меньше скорости света.

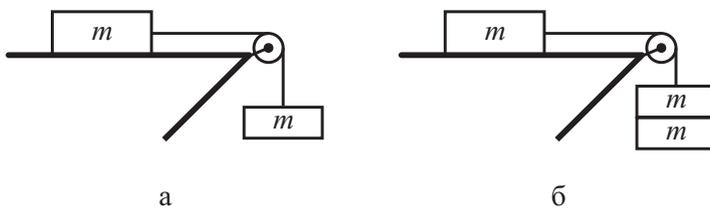


Рис. 11.2.

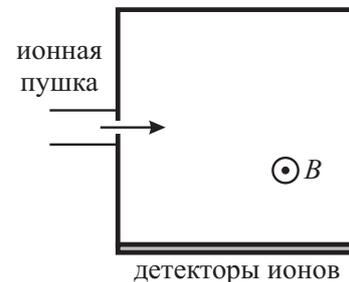


Рис. 11.3.

Задача 11.4. Эксперименты с монетами.

Готовясь к экспериментальному туру олимпиады по физике, мальчик Паша изучал столкновение двух монет с массами m и $2m$, сделанных из одного и того же материала. Паша выяснил, что если движущаяся тяжёлая монета сталкивается с покоящейся лёгкой монетой, то после удара тяжёлая монета проходит до своей остановки расстояние, в 9 раз меньшее, чем лёгкая. Определите, какая часть начальной кинетической энергии системы превращается в тепло в момент удара двух монет. Движение монет происходит по горизонтальной, ровной поверхности вдоль одной прямой. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 11.5. Сосуд с подогревом.

Вертикальный цилиндрический теплоизолированный сосуд, заполненный идеальным одноатомным газом, разделён подвижным теплонепроницаемым поршнем на две равные по объёму части (см. рис. 11.4). В верхней части сосуда находится ν молей газа, а в нижней — 2ν молей. Температура газа над поршнем и под ним одинакова и равна T_0 . В результате работы нагревательного элемента, расположенного в нижней части сосуда, поршень поднялся, и объём верхней части уменьшился вдвое.

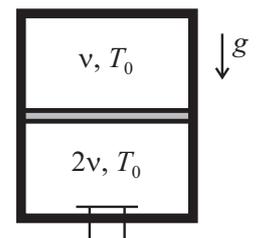


Рис. 11.4.

1. Найдите новые температуры газа в верхней и нижней частях сосуда.
2. Найдите количество теплоты, отданное нагревательным элементом.

Считать, что поршень скользит внутри сосуда без трения. Объёмом нагревательного элемента можно пренебречь.

Примечание: Адиабатный процесс описывается уравнением Пуассона: $pV^{5/3} = \text{const}$.