

11 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 11.1. Мы здесь чужие...

Космический корабль взлетает с поверхности планеты LV-426 с помощью двигателей, дающих постоянную силу тяги, в четыре раза превышающую силу тяжести, действующую на корабль на поверхности этой планеты.

1. На каком минимальном расстоянии s от поверхности планеты можно выключить двигатели корабля, чтобы он навсегда покинул LV-426?
2. Какой будет скорость корабля на бесконечности, если двигатели выключить на расстоянии $3s$ от поверхности планеты?

Планета LV-426 представляет собой однородный шар массой M и радиусом R , полностью лишенный атмосферы. Изменением массы корабля из-за расхода топлива пренебречь.

Задача 11.2. Сухое сжатие.

Теплоизолированный сосуд заполнен воздухом при атмосферном давлении и температуре $T_в = 295$ К. В него помещают кусочек сухого льда массой $m_л = 5$ г, имеющий температуру $T_л = 195$ К, и быстро, но аккуратно, закрывают сверху невесомым подвижным теплоизолированным поршнем.

1. Какая температура установится в сосуде, если начальный объём под поршнем равен $V_0 = 10$ л?
2. Каким станет объём под поршнем после установления теплового равновесия?

Сухой лёд — твёрдая фаза углекислого газа, которая при температуре $T_л = 195$ К переходит, минуя жидкую фазу, в газообразную. Удельная теплота возгонки сухого льда равна $L = 600$ кДж/кг, молярная масса углекислого газа $M_{CO_2} = 44$ г/моль. Воздух в сосуде «сухой», то есть не содержит водяного пара. Атмосферное давление во время эксперимента остаётся постоянным и равным $p_0 = 100$ кПа. Универсальная газовая постоянная равна $R = 8,31$ Дж/(К · моль).

Задача 11.3. Летим насквозь.

Положительно заряженная частица с зарядом q влетает в систему из четырёх одинаковых плоских металлических сеток, которые попарно подключены к двум источникам постоянного напряжения \mathcal{E} и $5\mathcal{E}$ (см. рис. 11.1). Расстояние между второй и третьей сетками равно $a = d/2$.

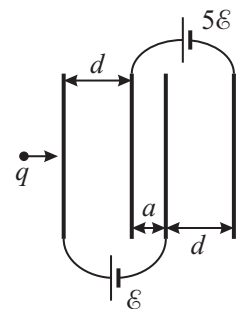


Рис. 11.1.

1. Какова должна быть минимальная начальная кинетическая энергия этой частицы, чтобы она смогла пролететь сквозь всю систему сеток?
2. Насколько увеличится кинетическая энергия частицы после пролёта сквозь эту систему? Размеры сеток намного больше расстояния между ними. Электрическое поле между соседними сетками считать однородным. До подключения источников сетки были не заряжены.

Задача 11.4. Грузы на блоках.

Каковы ускорения грузов в системе, изображённой на рис. 11.2? Груз какой массы нужно повесить вместо груза массой $3m$, чтобы груз массы m двигался с тем же по модулю ускорением, что и в первом случае, но направленным в противоположную сторону? Блоки считать невесомыми, нити — невесомыми и нерастяжимыми. Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.

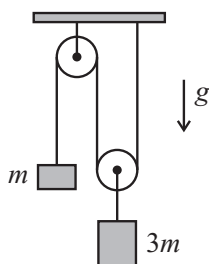


Рис. 11.2.

Задача 11.5. Параллельное соединение.

Блок из пяти одинаковых батареек, соединённых параллельно (рис. 11.3а), даёт на выводах напряжение U_0 . Какое напряжение будет давать тот же блок, в котором у одной батарейки перепутана полярность (рис. 11.3б)? Напряжение на выводах блока из батареек в обоих случаях измеряется идеальным вольтметром. Считать, что ЭДС батареек не меняется со временем. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

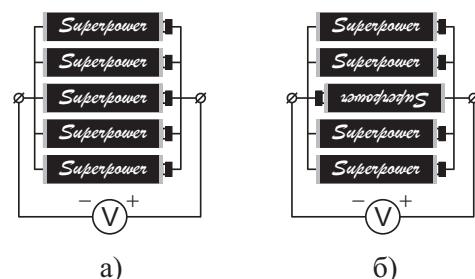


Рис. 11.3.