

Олимпиада «Курчатов»

2017–18 учебный год

Заключительный этап

10 класс

Задача 1

Условие

Один конец лёгкого упругого жгута закреплён, а к другому привязан груз, который движется в горизонтальной плоскости по окружности вокруг закреплённого конца жгута, совершая 30 оборотов в минуту, при этом жгут имеет длину $l_1 = 80$ см. После того, как угловую скорость вращения груза увеличили в 2 раза, жгут растянулся до длины $l_2 = 140$ см. Коэффициент жёсткости жгута $k = 632$ Н/м.

1. Рассчитайте начальную угловую скорость вращения ω .
2. Рассчитайте длину жгута l_0 в недеформированном состоянии.
3. Найдите массу m груза.

Задача 2

Условие

Два одинаковых груза массой $m = 100$ г каждый соединены лёгкой вертикальной пружиной. Жёсткость пружины $k = 50$ Н/м. Изначально верхний груз удерживают неподвижно, и система находится в равновесии. Затем верхний груз отпускают. Определите начальное удлинение x_1 пружины; максимальное удлинение x_2 пружины в процессе движения. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².

Задача 3

Условие

Два заряженных металлических шарика отталкиваются друг от друга с силой 3 мН. После того, как каждому шарiku, не меняя расстояние между ними, сообщили дополнительный заряд $+0,2$ мкКл, шарики вновь стали отталкиваться с силой 3 мН. Затем шарики привели в контакт, после чего вновь расположили на том же расстоянии друг от друга, и снова оказалось, что шарики отталкиваются с силой 3 мН. Найдите исходные заряды шариков и расстояние между ними. Форма и размеры шариков одинаковы, размеры шариков много меньше расстояния между ними. Постоянная в законе Кулона $k \approx 9 \cdot 10^9$ (Н · м²)/Кл².

Задача 4

Условие

Герметичный цилиндрический сосуд расположен горизонтально и разделён на две части лёгким теплонепроницаемым поршнем, свободно перемещающимся без трения. Боковые стенки сосуда теплоизолированы, а через торцы возможна теплопередача. В обеих частях сосуда находится идеальный газ, начальная температура и давление равны T_0 и p_0 соответственно, начальный объём левой части сосуда равен V_0 , правой части — $2V_0$. Газ слева от поршня начинают нагревать через левый торец, а газ справа от поршня свободно обменивается теплом с окружающей средой, температура которой остаётся постоянной и равной T_0 (рис. 1). Постройте на pV -диаграмме график процесса, происходящего с газом в левой части сосуда. Приведите необходимые пояснения.

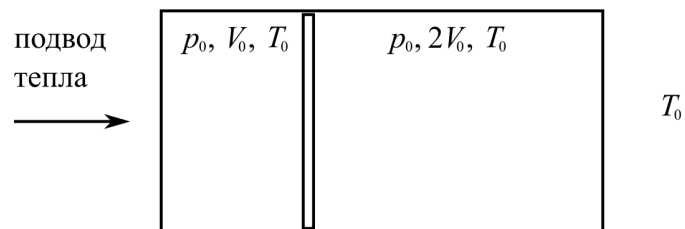


Рис. 1

Задача 5

Условие

Из четырёх резисторов и идеального диода собрана электрическая цепь, схема которой показана на рисунке 2. Сопротивление $R = 10 \text{ кОм}$. Определите силу тока, который будет протекать через диод, если к клеммам A и B подключить идеальный источник напряжения $U = 10 \text{ В}$.

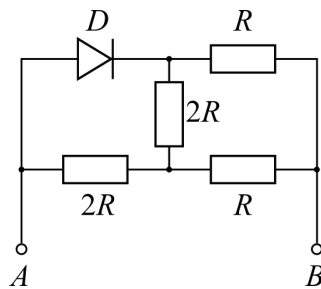


Рис. 2