

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2019 год

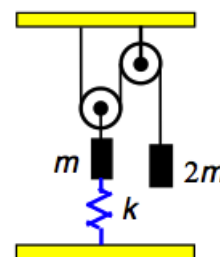
Билет 6 (Нижний Новгород)

Задание 1

ВОПРОС. Как связаны между собой законы изменения координаты и скорости при гармонических колебаниях вдоль одной прямой?

$$\frac{v}{x} \text{ — величина постоянная, равная } \omega \text{ или } \frac{2\pi}{T}$$

ЗАДАЧА. В системе, изображенной на рисунке, массы грузов равны m и $2m$, жесткость пружины k , блоки, нить и пружина — невесомые, блоки вращаются без трения, нить по блокам не скользит. Груз $2m$ смещают из положения равновесия вниз на расстояние s , после чего грузы совершают гармонические колебания. Найдите максимальные скорости колеблющихся грузов. Ускорение свободного падения равно g .



$$\frac{v}{s} = \omega = \sqrt{\frac{g}{\frac{m}{k}}} = \sqrt{\frac{kg}{m}}$$

Задание 2

ВОПРОС. Внутренняя энергия и абсолютная температура идеального газа.

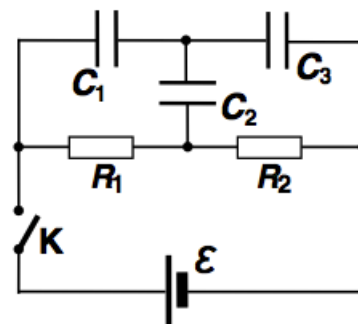
ЗАДАЧА. Горизонтальный теплоизолированный сосуд цилиндрической формы массой m закрыт с торцов и перегороден подвижным поршнем массой $M \gg m$. Сосуд и поршень покоятся в невесомости, с обеих сторон от поршня находится по одному молю идеального одноатомного газа. Сосуду коротким ударом сообщают скорость v , направленную вдоль оси сосуда. На сколько изменится температура ΔT газа после затуханий колебаний поршня? Трение между поршнем и стенками сосуда, теплоемкость поршня и стенок не учитывать. Масса газа пренебрежимо мала. Универсальная газовая постоянная R .

$$\Delta T = \frac{Mv^2}{2mR}$$

Задание 3

ВОПРОС. Схема из конденсаторов и резисторов подключается к источнику постоянного напряжения. В каком случае после завершения переходных процессов заряды конденсаторов могут зависеть от величин сопротивлений резисторов, а в каком — нет?

ЗАДАЧА. Перед сборкой схемы, изображенной на рисунке, все конденсаторы были разряжены. Емкости конденсаторов равны: $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 3$ мкФ, $C_3 = 6$ мкФ; сопротивления резисторов $R_1 = 25$ Ом, $R_2 = 10$ Ом. ЭДС источника $\mathcal{E} = 9$ В, его внутреннее сопротивление равно $r = 1$ Ом. Найдите установившийся заряд на конденсаторе C_2 после замыкания ключа. Какая из его пластин заряжена положительно?



$$q_2 = \frac{\mathcal{E} C_2 (C_1 R_2 - C_1 R_1)}{(C_1 + C_2 + C_3)(R_1 + R_2) + C_2 R_1} = \frac{27}{15} \text{ мкКл}; \text{ левая пластина}$$

Задание 4

ВОПРОС. Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием 25 см и тонкая рассеивающая линза, модуль фокусного расстояния которой в два раза больше, плотно прижаты друг к другу. Чему будет равно фокусное расстояние «составной» линзы?

$$f = 50 \text{ см}$$

ЗАДАЧА. Рассеивающая линза дает изображение предмета с увеличением $\Gamma_1 = \frac{1}{5}$. Если вплотную к ней приставить тонкую собирающую линзу, то эта система создает прямое изображение с увеличением $\Gamma_2 = \frac{1}{3}$. Определить, с каким увеличением получится изображение от одной собирающей линзы. Расстояние от линзы до предмета во всех случаях одинаково.

$$\Gamma = -1, \text{ т. е. размер изображения равен размеру предмета, и оно перевернутое}$$