

Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап
Физика
11 класс

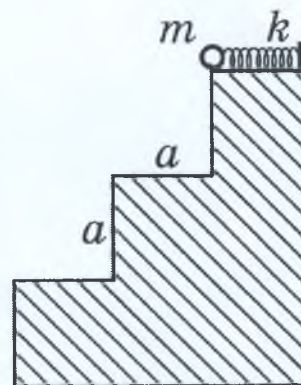
Общее время выполнения работы – 3 часа 30 минут.

Максимальное количество баллов - 50

При выполнении работы можно пользоваться непрограммируемым калькулятором.

ЗАДАЧА 1. "Матроскин и шарик" (10 баллов)

Лестница перед домом дяди Фёдора состоит из трех одинаковых гладких ступенек шириной $a=30$ см и такой же высотой. На верхней ступеньке Матроскин расположил (в плоскости рисунка) невесомую пружину жесткостью $k=30$ Н/м, правым концом прикрепленную к неподвижной стенке дома, а левым — упирающуюся в лежащий на краю ступеньки маленький шарик массой $m=100$ г. Шарик сдвигают вправо, сжимая, после чего отпускают без начальной скорости. До какой максимальной величины $\Delta l_{\max}$ можно сжать пружину Матроскину, чтобы выпущенный шарик по одному разу ударился о горизонтальную поверхность средней и нижней ступенек? Удар шарика о ступеньку считать абсолютно упругим, трение и сопротивление воздуха не учитывать. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с².



ЗАДАЧА 2. "Цикл" (10 баллов)

Цикл тепловой машины, работающей с идеальным газом, состоит из двух изохорических участков и двух изотермических участков с отношением температур $T_1/T_2 = 3$. Известно, что на участке изохорического нагревания газ получает столько же тепла, сколько на участке изотермического расширения. Найдите КПД этого цикла.

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$$

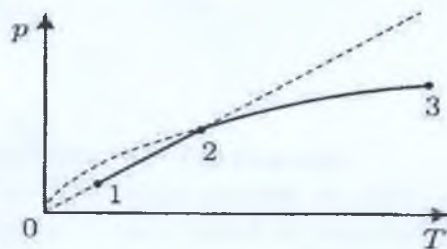
$$\eta = \frac{T_1}{T_1} - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} = 0,7 \cdot 100\% = 70\%$$

ЗАДАЧА 3. "Рефракция" (10 баллов)

Показатель преломления жидкости плавно увеличивается от n_a у поверхности до n_b у дна сосуда. Толщина слоя жидкости равна d . Луч света падает на поверхность жидкости под углом α . Определить угол β падения луча на дно сосуда.

ЗАДАЧА 4. "Один моль" (10 баллов)

Один моль идеального одноатомного газа последовательно участвует в двух процессах: 1-2 и 2-3 (см. рис.) В первом из них давление p пропорционально температуре T , во втором p пропорционально $\sqrt{T}$. Определите теплоёмкость газа в каждом из двух процессов.



$$Q = A + \Delta U$$

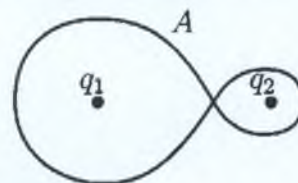
$$Q_V = C_V \Delta T = \Delta U$$

Изменение ΔU прямо пропорционально

$$C_1 = 1; C_2 = \frac{1}{2}$$

ЗАДАЧА 5. "Петля потенциала"

Во всех точках кривой A , изображенной на рисунке, потенциал электрического поля, созданного неподвижными точечными зарядами $q_1 = 4$ нКл и $q_2 = 1$ нКл равен $\varphi = 900$ В. Определите расстояние l между зарядами. Постоянная в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².



Дано

$q_1 = 4$ нКл	C_1
$q_2 = 1$ нКл	$4 \cdot 10^{-6}$
$\varphi = 900$ В	$1 \cdot 10^{-6}$

$k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл²

Решение

$$\varphi = \frac{W}{q};$$

$$W = k \frac{q_1 q_2}{r};$$

$$\varphi = k \frac{q}{r};$$

или