

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2014 год

Билет 5 (Воронеж)

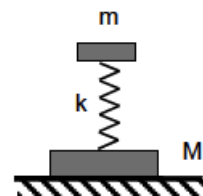
Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов).

Задание 1

ВОПРОС. Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний.

Ответ должен содержать: описание понятия «колебания» и определение гармонических колебаний, описание основных кинематических и энергетических особенностей гармонических колебаний, запись уравнения гармонических колебаний с приведением примеров систем, уравнение движения которых приводится к такому виду.

ЗАДАЧА. Два тела массами M и m соединены пружиной, как показано на рисунке. Тело m совершает гармонические колебания по вертикали с частотой ω и амплитудой A . Пружина невесома. Найдите отношение наибольшей F_1 и наименьшей F_2 сил давления системы на плоскость стола. Ускорение свободного падения равно g .



$$\varepsilon^{\omega} V \omega < b(\omega + N) \text{ или } \frac{\varepsilon^{\omega} V \omega - b(\omega + N)}{\varepsilon^{\omega} V \omega + b(\omega + N)} = \frac{\varepsilon_F}{\varepsilon_D}$$

Задание 2

ВОПРОС. Уравнение Клапейрона — Менделеева (уравнение состояния идеального газа). Универсальная газовая постоянная.

Ответ должен содержать: описание модели идеального газа, запись уравнения Менделеева — Клапейрона, объяснение его связи с моделью идеального газа, определение универсальной газовой постоянной и объяснение её физического смысла.

ЗАДАЧА. Горизонтальный теплоизолированный сосуд цилиндрической формы массой m закрыт с торцов и перегороден подвижным поршнем массой $M \gg m$. Сосуд и поршень покоятся, с обеих сторон от поршня находится по $\nu = 1$ молю идеального одноатомного газа. Сосуду коротким ударом сообщают скорость v , направленную вдоль оси сосуда. На какую величину ΔT изменится температура газа после затуханий колебаний поршня? Трение между поршнем и стенками сосуда, теплоёмкость поршня и стенок не учитывать. Масса газа $m_g \ll M$. Универсальная газовая постоянная R .

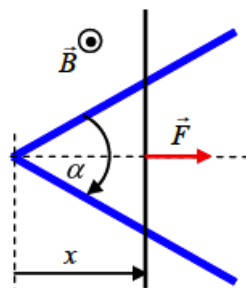
$$\frac{H^{\alpha g}}{\varepsilon^{\alpha m}} = L \nabla$$

Задание 3

ВОПРОС. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.

Ответ должен содержать: описание явления электромагнитной индукции с объяснением возможных причин появления индукционного тока, формулировку закона электромагнитной индукции Фарадея (с определением входящих в него величин) и правила Ленца (с объяснением его физического смысла).

ЗАДАЧА. Проводник, согнутый под углом α , расположен в горизонтальной плоскости. Металлический стержень может без трения скользить перпендикулярно биссектрисе угла. Индукция однородного вертикального магнитного поля равна B . К стержню приложена горизонтальная сила $F = kx$, где расстояние x отсчитывается от вершины угла. Определить максимальную скорость стержня. В процессе движения стержень не теряет контакта с обеими сторонами угла. Сопротивление единицы длины стержня равно ρ , сопротивление проводника пренебрежимо мало.



$$v_{\max} = \frac{2}{\rho} \frac{B^2 k}{\sin \alpha}$$

Задание 4

ВОПРОС. Построение изображения в собирающих и рассеивающих линзах. Увеличение, даваемое линзами.

Ответ должен содержать: определение линзы как оптического устройства, краткую классификацию линз, описание хода характерных лучей, используемых для построения изображений для случая собирающей и рассеивающей линзы, указание условий границ применимости методов построения изображений (то есть описание приближения тонкой линзы), определение увеличения как характеристики изображения и описание способа его вычисления.

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

$$\Gamma = \frac{z_{\text{Л}}^2 \Gamma_1 - z_{\text{Л}}^2 \Gamma_2}{z_{\text{Л}}^2 \Gamma_1} = \Gamma_2$$