

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2013 года
БИЛЕТ № 03 (ИРКУТСК)

1. Момент силы относительно оси вращения. Условия равновесия тела.

Система состоит из двух шаров одинакового диаметра, один практически невесомый, другой тяжелый, насаженных на тонкий невесомый стержень. Тяжелый шар прикреплен к середине стержня, а легкий к одному из его концов. Система погружается в воду так, что свободный конец стержня опирается о дно, стержень располагается наклонно, а из воды выступает часть легкого шара. Отношение объема выступающей части к объему всего шара равно k . При каких значениях k эта система будет плавать на глубоком месте?

Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: определение момента силы и описание роли этой физической величины в механике, формулировку условий равновесия тела (необходимых условий отсутствия поступательного и вращательного движений). Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: при $k > \frac{1}{2}$. Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались правильная запись условий равновесия стержня с шарами в описанном состоянии (равновесия компонент сил и равновесия моментов), условия плавания на глубоком месте и вывод из них правильного ответа.

2. Внутренняя энергия системы. Первый закон термодинамики.

В расположенном горизонтально цилиндре слева от закрепленного поршня находится одноатомный идеальный газ, в правой части – вакуум и пружина. Цилиндр теплоизолирован от окружающей среды, пружина, расположенная между поршнем и стенкой, находится первоначально в недеформированном состоянии. Поршень освобождают, и после установления равновесия объем, занимаемый газом, увеличивается вдвое. Как изменились при этом температура и давление газа? (Найти отношения $\frac{T_2}{T_1}$ и

$\frac{p_2}{p_1}$). Теплоемкостями цилиндра, поршня и пружины пренебречь.

Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: описание содержания понятия «термодинамическая система» и определение ее внутренней энергии, примеры выражений для внутренней энергии системы через параметры ее состояния, формулировку Первого закона термодинамики с разъяснением смысла входящих в нее величин. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{6}{7}$, $\frac{p_2}{p_1} = \frac{3}{7}$. Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались правильность анализа процессов превращения энергии в ходе установления равновесия, запись уравнения Первого закона (закона сохранения энергии), геометрических соотношений и условия равновесия поршня, получение правильного ответа.

3. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора.

К источнику тока с ЭДС E подключили плоский конденсатор с воздушным промежутком. Площадь каждой пластины конденсатора S . Пластины сближают так, что расстояние между ними меняется со временем по закону $d(t) = d_0 / (1 + \alpha t)$, где d_0 и α известные постоянные, при этом через источник тока течет постоянный ток. Определите его величину. Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: описание устройства конденсатора произвольного типа, примеры различных типов конденсаторов, определение емкости как физической величины, описание природы энергии, запасенной в конденсаторе, формулу для энергии поля конденсатора. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $I = \frac{\varepsilon_0 S \alpha E}{d_0}$. Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались правильная запись закона изменения емкости и заряда конденсатора и вывод из них правильного ответа.

4. Тонкие линзы. Формула линзы.

На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с увеличением $k_1 = 2$. Предмет передвинули на $L_1 = 1$ см. Для того, чтобы получить резкое изображение, пришлось передвинуть экран. При этом увеличение оказалось равным $k_2 = 4$. На какое расстояние L_2 пришлось передвинуть экран?

Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: описание и классификацию линз, определение основных геометрических объектов, связанных с линзами, описание приближения тонкой линзы и указание на его связь с параксиальным приближением, определение фокусного расстояния линзы, запись формулы линзы. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $L_2 = L_1 k_1 k_2 = 8$ см. Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: наличие правильного построения хода лучей, правильная запись формул линзы и выражений для увеличения и вывод из них правильного ответа.