

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2013 года
БИЛЕТ № 01 (РОСТОВ-НА-ДОНУ)

1. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Опыт Торричелли.

В трубку ртутного барометра, запаянную сверху, попал пузырек воздуха. В результате при некотором атмосферном давлении P_0 и температуре T_0 высота столба ртути в трубке уменьшилась и стала равной h_1 . Чему равно атмосферное давление P при температуре T , если при этом высота столба ртути равна h ? Трубка правильной цилиндрической формы и расстояние от уровня ртути в чашке до запаянного конца трубки равно l .

Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: формулировку и описание физического содержания закона Паскаля, объяснение существования атмосферного давления и описание опытов по его наблюдению, подробное описание опыта Торричелли. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

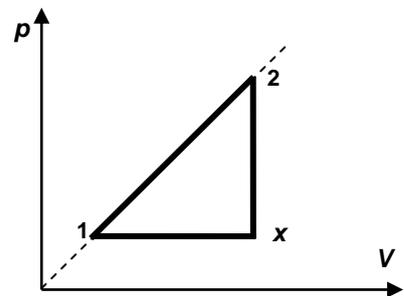
Ответ задачи: $P = \rho gh + \frac{T}{l-h} (P_0 - \rho gh_1) \frac{l-h_1}{T_1}$ (ρ - плотность ртути), причем условие задачи

корректно, только если $P_0 > \rho gh_1$, так как случай $P_0 = \rho gh_1$ отвечает отсутствию воздуха над ртутью в трубке. Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались правильная запись условий равновесия столба ртути и уравнений состояния воздуха и вывод из них правильного ответа.

2. КПД теплового двигателя и его максимальное значение.

С одним моле идеального одноатомного газа совершается цикл из изохоры (2-х), изобары (х-1) и процесса с линейной зависимостью давления от объема (1-2). Определите КПД η этого цикла. Температуры в точках 1 и 2 равны соответственно T_1 и T_2 .



Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: общее определение тепловой машины, описание ее принципиального устройства и превращений энергии в ходе ее работы, определение КПД тепловой машины, указание максимального возможного значения КПД при заданных температурах нагревателя и холодильника, описание цикла Карно. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $\eta = \frac{\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1}}{4(\sqrt{T_2} + \sqrt{T_1})} = \frac{n-1}{4(n+1)}$, где $n \equiv \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$ (и эквивалентные формы ответа, например:

$\eta = \frac{(\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})^2}{4(T_2 - T_1)}$). Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались нахождение необходимых соотношений между параметрами точек 1, 2, x и заданными температурами, нахождение двух основных термодинамических величин из трех (работа, теплота нагревателя, теплота холодильника), получение правильного ответа.

3. Электроёмкость. Конденсаторы. Поле плоского конденсатора.

Плоский конденсатор с пластинами квадратной формы размерами $a \times a$ и расстоянием между пластинами d присоединен к полюсам источника ЭДС E . В пространство между пластинами с постоянной скоростью v вводят стеклянную пластину толщиной $h = d$ и шириной a . Какой ток будет протекать при этом в цепи? Диэлектрическая проницаемость стекла ε . Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: определение электроёмкости как физической величины, описание устройства конденсатора произвольного типа, описание плоского конденсатора и конфигурации создаваемого им электростатического поля, формулу для напряженности поля в плоском конденсаторе и связанную с ней формулу ёмкости плоского конденсатора. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $I = \frac{\varepsilon_0}{d} a(\varepsilon - 1)Ev$ при $t \leq \frac{a}{v}$, если с пластиной более ничего не делают при $t > \frac{a}{v}$, то для

этих времен $I = 0$. Максимальная оценка – 20 баллов.

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

4. Тонкие линзы. Формула линзы.

Точечный источник света расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $a = 30$ см от линзы. На экране, расположенном перпендикулярно главной оптической оси на расстоянии $L_1 = 10$ см от линзы, наблюдается светлое пятно. Размеры пятна не изменяются, если экран расположить на расстоянии $L_2 = 20$ см от линзы. Определите фокусное расстояние линзы.

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: $F = \frac{a(L_1 + L_2)}{(2a + L_1 + L_2)} = 10$ см. Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались правильность определения положений экранов относительно фокуса, запись формул линзы и вывод из них правильного ответа.