

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2013 года
БИЛЕТ № 02 (МОСКВА)

1. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Дальность и высота полета.

Две частицы одновременно начали двигаться в однородном поле тяжести g . Начальные их скорости равны по модулю v_0 и лежат в одной вертикальной плоскости. Угол наклона вектора одной из скоростей к горизонту равен α , а другой — 2α . В какой момент времени τ от начала движения скорости частиц окажутся сонаправленными? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: полное кинематическое описание движения тела, брошенного под углом к горизонту с обязательным указанием приближений, использованных при построении этого описания, формулы для максимальной высоты и дальности полета тела. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $\tau = \frac{v_0 \sin(\alpha)}{g[\cos(\alpha) - \cos(2\alpha)]} = \frac{v_0 \cos(\alpha/2)}{g \sin(3\alpha/2)}$, при $\alpha < 45^\circ$ и в предположении, что

первая из частиц еще не упала на Землю (например, при старте частиц с поверхности Земли это означает, что $\alpha \geq \alpha_1$, где $\alpha_1 = \arccos\left(\frac{1 + \sqrt{5}}{4}\right) \approx 36^\circ$). При $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ решения нет.

Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались правильная запись законов изменения компонент скоростей тел, условия сонаправленности скоростей и вывод из них правильного ответа.

2. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.

Прочный сосуд объемом $V = 20$ л, содержащий $m = 6$ г гелия, движется со скоростью $v_0 = 500$ м/с. На сколько Па увеличится давление газа в сосуде, если сосуд внезапно остановить? Считать, что теплообмен между гелием и стенками сосуда отсутствует.

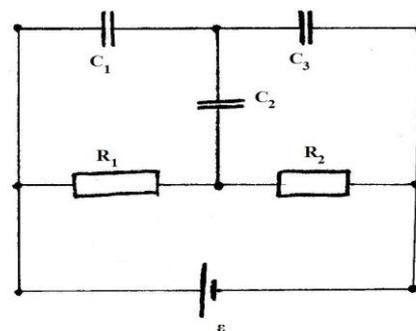
Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: описание модели идеального газа и вывода уравнения состояния такого газа в рамках модели, изложение доводов, указывающих на применимость этой модели к реальным газам, запись уравнения Менделеева-Клапейрона. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $\Delta p = \frac{mv_0^2}{3V} = 25000$ Па. Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались: описание используемой модели явления и корректность обоснования вывода о том, что кинетическая энергия газа после остановки переходит в его внутреннюю энергию, запись соответствующих уравнений и получение правильного ответа.

3. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора.

Перед сборкой схемы, изображенной на рисунке, все конденсаторы были разряжены. Найдите заряд на конденсаторе C_2 . Емкости конденсаторов равны: $C_1=1$ мкФ, $C_2=2$ мкФ, $C_3=3$ мкФ; сопротивления составляют $R_1=10$ Ом, $R_2=20$ Ом. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6$ В. Внутренним сопротивлением источника ЭДС пренебречь.



Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: описание устройства конденсатора произвольного типа, примеры различных типов конденсаторов, определение электроемкости как физической величины, описание плоского конденсатора и формулу емкости плоского конденсатора. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $q_2 = \frac{R_2 C_3 - R_1 C_1}{(R_1 + R_2)(C_1 + C_2 + C_3)} C_2 \mathcal{E} \approx 3,3 \text{ мкКл}$. Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались: правильное описание состояния схемы в установившемся режиме, нахождение падений напряжений на резисторах, составление и решение системы уравнений для напряжений на конденсаторах с учетом закона сохранения заряда и получение правильного ответа.

4. Законы преломления света. Абсолютный и относительный показатели преломления.

В воздухе длина волны монохроматического света $\lambda_0 = 0,6$ мкм. При переходе в стекло длина волны становится равной $\lambda = 0,42$ мкм. Под каким углом свет падает на границу раздела воздух-стекло, если отраженный и преломленный лучи образуют прямой угол?

Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать: описание места геометрической оптики в исследовании световых явлений, полную формулировку закона преломления света, определение и физический смысл абсолютного и относительного показателей преломления. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

Ответ задачи: $\alpha = \text{arctg} \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} \right) \approx \text{arctg} (1,43) \approx 55^\circ$ (ответ в градусах не обязателен).

Максимальная оценка – 20 баллов.

Комментарий: оценивались: корректность обоснования вывода о том, что при переходе из одной прозрачной среды в другую у света изменяется длина волны при неизменной частоте, нахождение показателя преломления стекла, правильное использование условия ортогональности лучей, получение правильного ответа.