

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» ПО ФИЗИКЕ.
БИЛЕТ ОЧНОГО ТУРА В Г. УФА.

1. Третий закон Ньютона. Импульс материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

Задание: Два небольших тела одинаковой массы $m = 100 \text{ г}$ скользили по гладкой горизонтальной поверхности во взаимно-перпендикулярных направлениях со скоростями $V_1 = 3 \text{ м/с}$ и $V_2 = 4 \text{ м/с}$. Какое количество теплоты выделилось при соударении?

Полный ответ по теории должен содержать: Формулировку 3-го закона Ньютона и пояснение его физического содержания, определение импульса материальной точки и системы материальных точек, описание класса замкнутых механических систем и формулировку закона сохранения импульса, объяснение связи 3-го закона Ньютона с законом сохранения импульса (или вывод закона сохранения на основе 3-го закона).

Ответ иллюстративной задачи: $Q = \frac{mV^2}{4} = 0,625 \text{ Дж}.$

2. Электрический ток в металлах. Электрический ток в электролитах. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

Задание: Кусок проволоки подключили к клеммам аккумулятора. При этом мощность выделения тепла в проволоке составила $P_1 = 8 \text{ Вт}$. Когда проволоку разрезали пополам и оба получившихся куска подключили параллельно к тому же аккумулятору, то мощность возросла до $P_2 = 9 \text{ Вт}$. Какой станет мощность тепловых потерь, если каждую из этих половин еще раз разрезать пополам и подключить к аккумулятору параллельно все четыре получившихся куска проволоки.

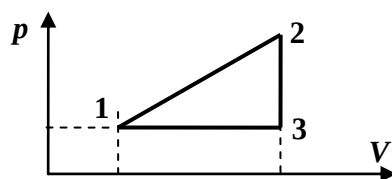
Полный ответ по теории должен содержать: Описание природы электрического тока в металлах и в электролитах с указанием отличий этих процессов, объяснение связи тока в электролитах с переносом вещества, вычисление работы и мощности постоянного электрического тока, описание процессов, приводящих к переходу энергии электрического поля в проводнике в тепловую энергию и формулировку закона Джоуля-Ленца.

Ответ иллюстративной задачи: $P_4 = \frac{4P_1 P_2}{\left(5\sqrt{P_1} - 2\sqrt{P_2}\right)^2} \approx 3,3 \text{ Вт}.$

3.. От теплохода, плывущего вдоль канала, в котором отсутствует течение, распространяются по воде волны с прямолинейным фронтом. Скорость волн направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к линии берега. Гребни волн, набега на берег, перемещаются вдоль него со скоростью $V = 1,8 \text{ м/с}$. При этом плавающая на поверхности воды деревянная щепка совершает вертикальные колебания с частотой $\nu = 1,2 \text{ Гц}$. Определить расстояние между ближайшими гребнями волн λ .

Ответ: $\lambda = \frac{V \cos \alpha}{\nu} \approx 1,3 \text{ м}.$

4. Некоторое количество одноатомного идеального газа участвует в циклическом процессе, диаграмма которого представлена на рисунке. Известно, что $V_2/V_1 = 3$. Найти максимальный из возможных значений КПД для таких циклов.



Ответ: КПД цикла $\eta = \frac{2x-1}{11x-1}$, где $x \equiv p_2/p_1$, поэтому максимальное значение КПД достигается при $x \gg 1$: $\eta_{\max} = 2/11 \approx 18\%$.