

Министерство образования и науки РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2012-2013

ФИЗИКА

10 класс

II этап

1. На лабораторных занятиях по физике ученик Иванов собрал электрическую цепь, состоящую из двух микроамперметров A_1 и A_2 и двух одинаковых вольтметров V_1 и V_2 . Показания приборов, которые ему удалось снять, пока другой ученик Петров не разобрал эту цепь, дали следующие значения физических величин: $I_1 = 100$ мкА, $I_2 = 99$ мкА, $U_1 = 10$ В. Помогите Иванову высчитать показания вольтметра V_2 .

Решение.

Учтем разветвление тока в точках M и N . По закону Ома:

$$U_1 = I_1 R_V, \quad (1)$$

$$U_2 = I_V R_V, \quad (2)$$

где: I_V – ток, текущий через вольтметр V_2 , R_V – сопротивление вольтметров. Учитывая разветвление цепи, можем записать:

$$I_1 = I_2 + I_V. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1) – (3) относительно U_2 , находим:

$$U_2 = U_1(I_1 - I_2) / I_1 = 0,1 \text{ В}.$$

Ответ: 0,1 В

2. Студент физкультурного факультета ТГУ Васечкин поехал на велосипеде за город и проехал первую половину пути со скоростью $V_1 = 10$ км/ч. Дальше он увеличил скорость, но проколол шину. После неуспешной попытки ликвидировать прокол Васечкину пришлось оставшуюся часть пути пройти пешком. Чему равна средняя скорость движения студента Васечкина на всем пути, если первую треть времени, затраченного им на вторую половину пути, он ехал со скоростью $V_2 = 20$ км/ч, вторую треть занимался проколом и последнюю треть шел пешком со скоростью $V_4 = 5$ км/ч?

Решение.

Средняя скорость на некотором участке пути, согласно определению, равна отношению пройденного пути ко времени, в течение которого этот путь пройден.

Тогда

$$V_{cp} = S / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4), \quad (1)$$

где: S – весь путь велосипедиста, t_1 – время движения со скоростью V_1 , t_2 – время движения со скоростью V_2 , t_3 – время, затраченное на попытку ликвидировать прокол, t_4 – время, в течение которого велосипедист шел пешком со скоростью V_4 . Согласно условиям задачи:

$$0,5S = V_1 t_1,$$

$$0,5S = V_2 t_2 + 0 \cdot t_3 + V_4 t_4,$$

$$t_2 = t_3 = t_4.$$

Отсюда можно найти:

$$t_1 = 0,5 S / V_1, \quad (2)$$

$$t_2 = t_3 = t_4 = 0,5 S / (V_2 + V_4). \quad (3)$$

Подставляя соотношения (2) и (3) в формулу (1), получаем:

$$V_{cp} = 2V_1(V_2 + V_4) / (3V_1 + V_2 + V_4) = 9,1 \text{ км/ч}.$$

Ответ: 9,1 км/ч

3. Мама для Лены положила на стол книгу размером $a \times a$ и при этом сообщила ей, что наименьшая работа, которую она совершила, чтобы раскрыть книгу на середине, равна A . Как из этих данных Лене рассчитать массу книги?

Решение.

Минимальная работа, необходимая для раскрытия книги посередине, равна работе подъема половины массы книги на высоту $a/2$:

$$A = (m/2) \times g \times (a/2)$$

Отсюда находим массу книги

$$m = 4A / (g \times a)$$

Ответ: $4A / (g \times a)$

4. Двое ребят с помощью электрического насоса быстро выкачивают воздух из сосуда, где находится вода при 0°C . Они обнаружили, что из-за интенсивного испарения происходит постепенное замораживание воды. Какая часть первоначального количества воды может быть превращена таким образом ими в лед? Удельная теплота плавления льда $3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплота парообразования воды $22,6 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Решение.

Обозначим m — первоначальная масса воды; m_1 и m_2 — массы воды, превращающиеся в лед и пар соответственно. Необходимое для образования пара количество теплоты здесь может быть получено только в результате того, что при замерзании воды выделяется теплота. В этом случае уравнение теплового баланса примет вид

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Здесь $Q_1 = -m_1\lambda$ — количество теплоты, выделенное при замерзании воды; $Q_2 = m_2r$ — количество теплоты, затраченное на испарение воды, где λ — удельная теплота плавления льда, r — удельная теплота парообразования воды. Подставляя эти выражения в уравнение теплового баланса, находим

$$m_1\lambda = m_2r$$

откуда $m_2 = m_1\lambda/r$. Так как при теплообмене масса воды не меняется, то $m = m_1 + m_2$ или $m = m_1 + m_1\lambda/r$, откуда

$$m_1m = r / (\lambda + r)$$

$$m_1m = 22,6 \cdot 10^5 / (3,35 \cdot 10^5 + 22,6 \cdot 10^5) = 0,87$$

Ответ: 0,87