

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2016 год

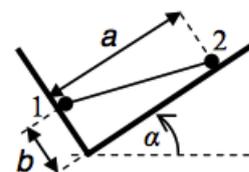
Билет 4 (Саратов)

Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов). Для получения диплома нужно было набрать от 77 баллов.

Задание 1

ВОПРОС. В каких случаях центр тяжести твердого тела (т. е. точка приложения равнодействующей сил тяжести) совпадает с его центром масс? Ответ объяснить.

ЗАДАЧА. «Гантель» из лёгкого жёсткого стержня и двух массивных маленьких шариков одинакового радиуса положили в гладкую яму в виде прямого двугранного угла, одна из плоскостей которого составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Оказалось, что гантель находится в равновесии, если отношение расстояний от шариков до вершины угла $a/b = 3$. Найти отношение масс шариков.



$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a}{b} = 3$$

Задание 2

ВОПРОС. В герметичном баллоне находятся одинаковые количества гелия и неона. Снаружи баллона — атмосфера из азота. В стенке баллона прокололи небольшое отверстие. Количество какого из газов (гелия или неона) будет больше спустя небольшое время после этого?

Неон

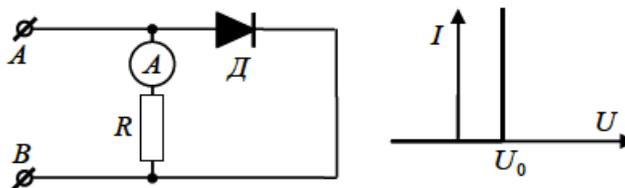
ЗАДАЧА. Вертикальная гладкая трубка с запаянными концами разделена на две части маленькой каплей ртути. Над каплей находится неон, под ней — гелий (газы не проникают мимо ртутной «пробки»), причём массы газов одинаковы. Изначально капля находилась точно посередине трубки. Во сколько раз нужно увеличить абсолютную температуру газов, чтобы капля стала делить объём трубки в соотношении 1 : 2?

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{(1 + \frac{2}{\gamma})}{(1 + \frac{1}{\gamma})} = \frac{1 + \frac{2}{\gamma}}{1 + \frac{1}{\gamma}}$$

Задание 3

ВОПРОС. Опишите различие в механизме проводимости примесных полупроводников разного типа.

ЗАДАЧА. В схеме, показанной на рисунке слева, диод D не является идеальным — его вольт-амперная характеристика показана на рисунке справа



При подключении к клеммам A и B одного аккумулятора амперметр показывает ток $I_1 = 0,36$ А, при подключении двух таких аккумуляторов, соединённых последовательно — ток $I_2 = 0,48$ А, трёх — ток $I_3 = 0,50$ А. При последовательном подключении четырёх таких аккумуляторов ток в ветви с амперметром остается равным $I_3 = 0,50$ А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника, а также сопротивление резистора R , если пороговое напряжение диода $U_0 = 4,5$ В. Внутреннее сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

$$r_{\text{вн}} = \frac{\mathcal{E}}{I_3} - R = \frac{6}{0,5} - 8 = 4 \text{ ОМ}, \quad \mathcal{E} = I_3 R + U_0 = 0,5 \cdot 8 + 4,5 = 8,5 \text{ В}$$

Задание 4

ВОПРОС. Опишите способ построения продолжения произвольного параксиального луча, падающего на поверхность тонкой собирающей линзы (в любой точке под любым углом).

ЗАДАЧА. С помощью объектива, состоящего из собирающей и рассеивающей линзы, величины фокусных расстояний которых совпадают ($F_1 = -F_2 = F$), расположенных на общей оси на расстоянии $L = 2F/3$ друг от друга, получили на экране изображение Солнца. Затем точно такое же по размеру изображение Солнца на этом экране удалось получить с помощью одной линзы. Чему равно её фокусное расстояние?

$$f = \frac{L}{2} = F$$