

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2015 год

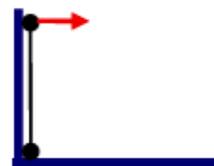
Билет 5 (Чебоксары)

Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов). Для получения диплома нужно было набрать от 74 баллов.

Задание 1

ВОПРОС. Опишите условия, при которых справедлив закон сохранения полной механической энергии.

ЗАДАЧА. Гантель из двух массивных одинаковых шариков и лёгкого жёсткого стержня поставлена вертикально в гладкий угол между вертикальной стеной и горизонтальным полом. Верхний шарик подталкивают от стены, сообщая ему скорость v_0 (но не сообщая скорости нижнему шарик). Каким будет угол наклона стержня к вертикали в тот момент, когда сила давления нижнего шарика на стенку будет максимальна? Длина стержня L , ускорение свободного падения g .

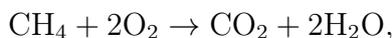


$$0 = N \text{ ол } \angle \text{б} \wedge \leq 0 \text{а илсэ } \angle \text{б} \wedge > 0 \text{а илн } \left(\frac{\tau \text{б} \tau \text{л}}{\tau \text{л} \text{б} \text{г} \text{л} + \tau \text{б} \text{г} \text{а} \text{л} + \frac{\text{г} \text{а}}{\text{л}} \wedge + \tau \text{б} \tau \text{г} \text{а}} \right) \text{сосале} = \phi$$

Задание 2

ВОПРОС. В Альпах дует ветер, который местные жители называют «фен». Он сухой и горячий, хотя рождается над холодным морем и переваливает ледниковые поля Альп. Объясните, почему он сухой и горячий.

ЗАДАЧА. Прочный баллон ёмкостью $V = 20$ л заполнили смесью метана (CH_4) и кислорода (O_2) при температуре $t_0 = 28^\circ\text{C}$. В баллоне произвели маломощный разряд, вызвавший химическую реакцию



а затем остудили его содержимое до температуры $t_1 = 100^\circ\text{C}$. После этого на стенках сосуда выступили мелкие капельки воды общей массой $m = 1$ г, а давление в баллоне стало равно $p = 1,775 \cdot 10^5$ Па. Найти давление в баллоне до начала реакции. Какими могли быть массы газов, закаченных в баллон? Молярные массы считать равными: для метана $\mu_1 = 16$ г/моль, воды $\mu_2 = 18$ г/моль и кислорода $\mu_3 = 32$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К).

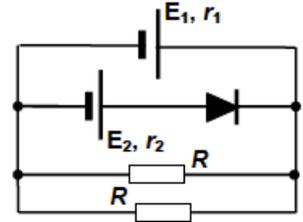
$$p_0 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Па; } 5,6 \text{ г метана и } 27,2 \text{ г кислорода или } 8 \text{ г метана и } 22,4 \text{ г кислорода}$$

Задание 3

ВОПРОС. Источник напряжения каждые две секунды меняет свою полярность (величина ЭДС и внутреннее сопротивление при этом не изменяются). К нему подключён резистор. В одном случае идеальный диод включается в эту схему последовательно с резистором, в другом — параллельно. Чем отличается ток через резистор в этих случаях?

□

ЗАДАЧА. В схеме, приведённой на рисунке, диод можно считать идеальным. ЭДС аккумуляторов равны $\mathcal{E}_1 = 36$ В и $\mathcal{E}_2 = 32$ В, их внутренние сопротивления $r_1 = 5$ Ом и $r_2 = 2$ Ом соответственно. Нагрузкой являются два резистора с одинаковым сопротивлением $R = 50$ Ом, соединённые параллельно. Во сколько раз изменится выделяющаяся на нагрузке мощность P , если подключить в качестве нагрузки эти же два резистора, соединённые последовательно?



$$P_{\text{выд}} \approx \frac{(\mathcal{E}_1 + r_1)^2 + (\mathcal{E}_2 + r_2)^2}{(R + r_1)^2 + (R + r_2)^2} P_{\text{исх}}$$

Задание 4

ВОПРОС. В чём состоит приближение тонкой линзы? Дайте полный ответ.

ЗАДАЧА. Тонкая плосковыпуклая линза немного погружена в воду своей горизонтальной плоской стороной (выпуклая поверхность линзы находится в воздухе). На линзу падает сверху узкий вертикальный пучок света, ось которого проходит точно через вершину выпуклой поверхности. Этот пучок фокусируется в воде на глубине $h = 27$ см. Оптическая сила линзы в воздухе $D = 5$ дптр. Найти показатель преломления воды.

$$n \approx 1.35$$