

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2014 год

Билет 6 (Москва)

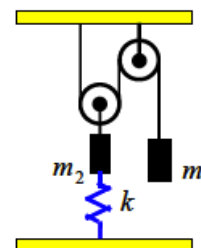
Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов).

Задание 1

ВОПРОС. Механическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии.

Ответ должен содержать: определение кинетической и потенциальной энергии (во втором случае необходимо описать класс взаимодействий, для которых такая величина существует), определение полной механической энергии, формулировку закона сохранения полной механической энергии, в которой обязательно должны присутствовать условия его применимости.

ЗАДАЧА. В системе, изображённой на рисунке, массы грузов равны m_1 и m_2 , жёсткость пружины k , блоки, нить и пружина — невесомые, блоки вращаются без трения, нить по блокам не скользит. В положении равновесия пружина растянута. Груз m_1 смещают из положения равновесия вниз на расстояние s , после чего грузы совершают гармонические колебания. Найдите максимальные скорости колеблющихся грузов.



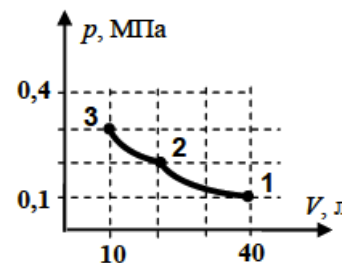
$$\left(\text{чтин лэвняюлп эьвни} \right) \frac{\eta}{\beta(\tau u + \tau u \eta)} > s \text{ иняюлсл илп } \tau / \tau a = \tau a \cdot \frac{\tau u + \tau u \eta}{\eta} \sqrt{s} = \tau a$$

Задание 2

ВОПРОС. Влажный воздух. Относительная и абсолютная влажность воздуха.

Ответ должен содержать: определение влажного воздуха как смеси газа и пара (с объяснением различий между этими формами газообразного состояния вещества), определение насыщенного пара, определение относительной и абсолютной влажности воздуха с объяснением их физического смысла.

ЗАДАЧА. На pV -диаграмме показан участок изотермы, полученной при сжатии влажного воздуха в сосуде с непроницаемыми стенками под подвижным поршнем. Найти температуру изотермы. Определить массы сухого воздуха и воды в сосуде. Считать, что нормальное атмосферное давление $p_0 \approx 0,1$ МПа. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К). Считать молярные массы веществ известными: $\mu_1 = 18$ г/моль, $\mu_2 = 29$ г/моль.



$$\mu_1 \mu_2 \approx \frac{\mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2} \tau \tau = \tau u \cdot \mu_1 \mu_2 \approx \frac{\mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2} \tau \tau = \tau u$$

Задание 3

ВОПРОС. Электрическое и магнитное поля, их действие на заряженные тела. Силовые характеристики электрического и магнитного полей.

Ответ должен содержать: определение электрического и магнитного полей как компонент физического электромагнитного поля с указанием принципа их описательного разделения, описание действия полей на заряженные тела, определение силовых характеристик полей (электрической напряженности и магнитной индукции), запись формул для силы, действующей на заряженную частицу.

ЗАДАЧА. Силовые линии однородного электрического поля с напряженностью $E = 25$ В/м параллельны линиям индукции однородного магнитного поля с индукцией $B = 0,06$ Тл. α -частица влетает в эти поля под углом $\beta = 60^\circ$ к силовым линиям с начальной скоростью $v_0 = 25$ км/с. Найти отношение величины шага n -го витка винтовой линии, по которой движется частица, к радиусу этого витка. Считать, что масса α -частицы $m_\alpha = 4m_p$, заряд $q_\alpha = 2e$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл — заряд электрона, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг — масса протона.

$$\frac{d}{p} = 2\pi \operatorname{ctg} \beta + \frac{v_0 \sin \beta}{E(2n-1)} \approx 3,25 + 0,76n$$

Задание 4

ВОПРОС. Тонкие линзы. Формула линзы. Увеличение, даваемое линзами.

Ответ должен содержать: определение линзы как оптического устройства, краткую классификацию линз, описание приближения тонкой линзы с указанием его связи с параксиальным приближением, запись формулы линзы, определение увеличения как характеристики изображения и описание способов его вычисления.

ЗАДАЧА. Линза с фокусным расстоянием $F = 12$ см создает на экране изображение предмета с увеличением $|\Gamma_1| = 9$. Другая линза при этом же расстоянии между предметом и экраном дает на экране изображение с увеличением $|\Gamma_2| = 3$. Найдите фокусное расстояние второй линзы.

$$F_2 = F \frac{2}{25} = \frac{1}{2} \left(\frac{1+|\Gamma_1|}{1+|\Gamma_2|} \right) \frac{|\Gamma_1|}{|\Gamma_2|} F = 8$$