

ВСТУПИТЕЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

Вступительные экзамены по физике для абитуриентов ВМиК проводятся уже свыше 30 лет - с момента основания факультета. Последние три года в рамках олимпиады "Абитуриент МГУ" на ВМиК проводятся также туры по физике, которые, как и вступительные экзамены, проходят в форме устного испытания. Задания, предлагаемые абитуриентам и участникам олимпиады, содержат задачи и теоретические вопросы, сформулированные на основе программы по физике для поступающих в МГУ. В 2003 году результаты олимпиады и экзамена по физике будут оцениваться по 10-балльной шкале. Экзаменационные билеты и задания для участников олимпиады будут включать в себя две задачи и два теоретических вопроса.

Ниже приведены несколько задач из числа предлагавшихся на ВМиК на олимпиаде "Абитуриент МГУ 2002" и на вступительном экзамене в 2002 году.

ОЛИМПИАДА "АБИТУРИЕНТ МГУ 2002"

1. Тело массой $m = 0,1$ кг, насаженное на гладкий горизонтальный стержень, связано пружиной жесткостью $k = 10$ Н/м с неподвижной стенкой. Тело смещают от положения равновесия на расстояние $x_0 = 10$ см и отпускают без начальной скорости. Найти среднюю скорость тела \bar{v} за время, в течение которого оно проходит из крайнего положения путь $x_0 / 2$.
2. Вертикальная цилиндрическая трубка с запаянными концами разделена на две части тонким горизонтальным поршнем, способным перемещаться вдоль нее без трения. Верхняя часть трубки заполнена неонам, а нижняя - гелием, причем массы газов одинаковы. При некоторой температуре поршень находился точно посередине трубки. После того, как трубку нагрели, поршень переместился вверх и стал делить объем трубки в отношении 1:3. Определить, во сколько раз α возросла абсолютная температура газов. Молярная масса неона $M_{\text{Ne}} = 20$ г/моль, молярная масса гелия $M_{\text{He}} = 4$ г/моль.
3. Два маленьких тела с равными зарядами q расположены на внутренней поверхности гладкой непроводящей сферы радиусом R . Первое тело закреплено в нижней точке сферы, а второе может свободно скользить по ее поверхности. Найти массу второго тела, если известно, что в состоянии равновесия оно находится на высоте h от нижней точки поверхности сферы.

ВСТУПИТЕЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН 2002 ГОДА

4. Жонглер бросает вертикально вверх шарики с одинаковой скоростью через равные промежутки времени. При этом пятый шарик жонглер бросает в тот момент, когда первый шарик возвращается в точку бросания. Найти максимальное расстояние S между первым и вторым шариками, если начальная скорость шариков $V_0 = 5$ м/с. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с². Соппротивлением воздуха пренебречь.
5. Определить массу воды m , которую теряет человек за $T = 1$ час в процессе дыхания, исходя из следующих данных. Относительная влажность вдыхаемого воздуха $f_1 = 60\%$, относительная влажность выдыхаемого воздуха $f_2 = 100\%$. Человек делает в среднем $n = 15$ вдохов в минуту, вдыхая каждый раз $V = 2,5$ л воздуха. Температуру вдыхаемого и выдыхаемого воздуха принять $t = 360^\circ\text{C}$; давление насыщенного водяного

пара при этой температуре $p_{\text{н}} = 5,9$ кПа. Молярная масса воды $M = 18$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К).

6. Напряжение на зажимах генератора постоянного тока $U_0 = 220$ В, а на зажимах нагрузки $U_1 = 210$ В. Определить мощность $P_{\text{л}}$, выделяющуюся в линии между генератором и потребителем, если номинальная мощность нагрузки при напряжении на ней, равном U_0 , составляет $P = 10$ кВт.

ОТВЕТЫ

1. Ответ: $V_{\text{н}} = \frac{3x_0}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \cong 0,48$ м/с.

2. Ответ: $\alpha = \frac{3}{2} \cdot \frac{M_{\text{Ne}} - M_{\text{He}}}{M_{\text{Ne}} - 3M_{\text{He}}} = 3$.

3. Ответ: $m = \frac{q^2}{32 \pi \epsilon_0 g R^2} \left(\frac{2R}{h} \right)^{3/2}$.

4. Ответ: $S = \frac{3V_0^2}{8g} = 0,9375$ м.

5. Ответ: $m = \frac{p_1 n V \tau M (f_2 - f_1)}{RT \cdot 100\%} \cong 37,3$ г.

6. Ответ: $P_{\text{л}} = \frac{(U_0 - U_1) U_1}{U_0^2} P \cong 434$ Вт.