

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ!» ПО ФИЗИКЕ.

2015/16 учебный год, ЗАДАНИЕ ЗАОЧНОГО ТУРА. 10 и 11 классы.

Часть I. Тестовое задание: у разных участников были разные числовые данные, поэтому приведены решения одного из возможных вариантов теста.

Вопрос 1 (7 баллов):

Шайба, скользящая без вращения по горизонтальной поверхности, за первую секунду движения прошла путь 4,2 м, а за вторую секунду – 2,9 м в том же направлении. Какой путь она пройдет за третью секунду (препятствий на ее пути нет)? Ответ запишите в сантиметрах, при необходимости округлив до целого значения.

Решение:

В указанных условиях шайба движется с постоянным ускорением, создаваемым силой трения скольжения. Обозначим модуль ускорения a , а начальную скорость шайбы v_0 ,

запишем (время $\tau \equiv 1$ с): путь за первую секунду $s_1 = v_0\tau - \frac{a}{2}\tau^2$, путь за вторую секунду

$s_2 = v_0 2\tau - \frac{a}{2}(2\tau)^2 - v_0\tau + \frac{a}{2}\tau^2 = v_0\tau - \frac{3a}{2}\tau^2$. Скорость в конце третьей секунды

$v_3 = v_0 - 3a\tau = \frac{5s_2 - 3s_1}{2\tau} > 0$, поэтому на третьей секунде шайба продолжала движение в том же направлении. Значит, путь за третью секунду

$$s_3 = v_0 3\tau - \frac{a}{2}(3\tau)^2 - v_0 2\tau + \frac{a}{2}(2\tau)^2 = v_0\tau - \frac{5a}{2}\tau^2 = 2s_2 - s_1 = 1,6 \text{ м.}$$

Таким образом, $s_3 = 160$ см, и округление не требуется.

Ответ: 160.

Вопрос 2 (10 баллов):

Один моль гелия участвует в процессе, уравнение которого в координатах «температура-

объем» имеет вид $T = T_0 \cdot \left[3 + \left(\frac{V}{V_0} \right)^2 \right]$, причем $T_0 = 228$ К, $V_0 = 50$ л, и объем в этом процессе

изменяется от $V_1 = 40$ л до $V_2 = 120$ л. Найти минимальное давление гелия в этом процессе.

Значение универсальной газовой постоянной принять равным $R \approx 8,31$ Дж/моль·К. Ответ запишите в килопаскалях, округлив до целого значения.

Решение:

Используя уравнение Менделеева-Клапейрона, выразим давление гелия в ходе процесса

как функцию объема: $p = \frac{RT}{V} = RT_0 \left[\frac{3}{V} + \frac{V}{V_0^2} \right] = \sqrt{3} \frac{RT_0}{V_0} \cdot \left[\frac{\sqrt{3}V_0}{V} + \frac{V}{\sqrt{3}V_0} \right]$. Так как

минимальное значение функции $f(x) = x + \frac{1}{x}$ равно 2 и достигается при $x = 1$, а значение

$V = \sqrt{3}V_0 \approx 86,6$ л принадлежит заданному интервалу значений объема, то

$$p_{\min} = 2\sqrt{3} \frac{RT_0}{V_0} \approx 131267 \text{ Па.}$$

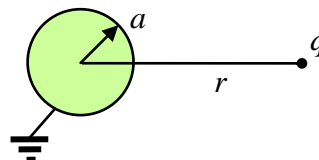
Ответ: 131.

Вопрос 3 (8 баллов):

Незаряженный металлический шар радиусом 20 см соединен тонким длинным проводом с «землей» (очень большим удаленным незаряженным проводящим телом). К этому шару поднесли маленький шарик с зарядом +42 мкКл, расположив его на расстоянии 1,2 м от центра шара. Найти индуцированный на шаре заряд. Ответ запишите в микрокулонах, округлив до целого значения и с учетом знака.

Решение:

При поднесении заряда на шаре появится индуцированный заряд противоположного знака. Величина и распределение этого заряда по поверхности шара таковы, что потенциал всех точек шара одинаков и равен нулю (потенциалу «земли»). Запишем условие равенства нулю центра шара: в



соответствии с принципом суперпозиции, потенциал этой точки равен сумме потенциалов, создаваемых зарядом q и всеми зарядами δq_i , появившимися на каждом участке поверхности шара. С учетом того, что все индуцированные заряды находятся на одинаковом расстоянии от центра шара: $0 = \frac{q}{r} + \sum \frac{\delta q_i}{a} = \frac{q}{r} + \frac{q_i}{a}$. Следовательно, полный

индуцированный заряд $q_i = -\frac{a}{r}q = -7$ мкКл.

Ответ: - 7.

Обращаем внимание участников, что в тестовой части оценка за задание выставлялась полностью при наличии правильного численного ответа. «Неполные» оценки в этой части не предусматривались.

ИТОГО: максимальная оценка за тестовую часть – **25 баллов**.