

06 октября 2024 года. Отборочный этап 2024/25

Задачи олимпиады: Физика 11 класс

Решение задачи 1

В системе отсчета, связанной с катером 1, второй движется с начальной скоростью $\vec{U}_{OTH} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$ и ускорением $\vec{a}_{OTH} = \vec{a}_2 - \vec{a}_1$, при этом $\vec{U}_{OTH} \uparrow \downarrow \vec{a}_{OTH}$. При равнопеременном движении длина тормозного пути

$$L_{MAX} = \frac{U_{OTH}^2}{2a_{OTH}} = \frac{(V_1 + V_2)^2}{2(a_1 + a_2)}.$$

Решение задачи 2

По второму закону Ньютона $ma = F_1 - T$, $Ma = T - F_2$, отсюда $T = \frac{MF_1 + mF_2}{M + m}$. С

учетом условия $T = \frac{\frac{M}{m}F_1 + F_2}{\frac{M}{m} + 1}$.

Решение задачи 3

Обозначение: x – длина части жгута, находящейся на наклонной плоскости. Отсчитанная от нуля на горизонтальной плоскости потенциальная энергия жгута $\Pi = 0,5 \left(\frac{M}{L} g \sin \alpha \right) x^2$, кинетическая энергия жгута $K = 0,5M (x')^2$, движение жгута до полного перемещения на горизонтальную плоскость – четверть периода гармонического колебания. Половина жгута покинет наклонную плоскость за одну шестую часть периода $\tau = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g \sin \alpha}}$.

Решение задачи 4

Основное уравнение МКТ $P = \frac{1}{3} nm \langle v^2 \rangle$, отсюда находим концентрацию

$$n = \frac{3P}{m\langle v^2 \rangle} = \frac{N_A \cdot 3P}{\mu\langle v^2 \rangle}, \text{ число соударений } N = nSV\tau = \frac{N_A \cdot 3P}{\mu\langle v^2 \rangle} SV\tau, \text{ искомая ве-}$$

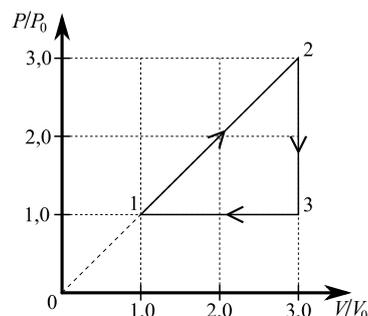
личина

$$\frac{N}{N_A} = \frac{3P}{\mu\langle v^2 \rangle} SV\tau.$$

Решение задачи 5

График процесса в P, V координатах представлен на рисунке к решению. Работа газа за один цикл

$$A_1 = 2P_0V_0 = 2\nu RT_0. \text{ По закону сохранения энергии } 0,5NA_1 = N\nu RT_0 = MgH, \text{ отсюда } H = \frac{N\nu RT_0}{Mg}.$$



Решение задачи 6

Введем обозначение $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$. По условию $2\frac{mv^2}{2} = k\frac{Q^2}{L}$. В момент максимального сближения скорости частиц параллельны и по модулю равны

$$v \sin 45^\circ. \text{ По закону сохранения энергии } 2\frac{mv^2}{2} + k\frac{Q^2}{L} = 2\frac{m}{2}\left(\frac{v}{\sqrt{2}}\right)^2 + k\frac{Q^2}{r_{MIN}}.$$

Из приведенных соотношений следует $r_{MIN} = \frac{2}{3}L$.

Решение задачи 7

На большом расстоянии перемещаем заряд до серединной плоскости конденсатора. Далее по этой плоскости перемещаем заряд в конденсатор. На этом перемещении работа нулевая.

Далее

$$A_{MIN} = QE\left(\frac{d}{2} - \frac{d}{n}\right) = Q\frac{U}{d}\left(\frac{d}{2} - \frac{d}{n}\right) = QU\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{n}\right).$$

Решение задачи 8

По условию $R_1 = r, R_2 = 4r, R_3 = 3r, R_4 = 2r$. Сразу после замыкания ключа заряд конденсатора и напряжение на конденсаторе нулевые, тогда сила тока, текущего через батарею,

$$I = \frac{E}{\frac{R_1R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2R_4}{R_2 + R_4}} = \frac{12}{25} \frac{E}{r}.$$

Сила тока, текущего на конденсатор сразу после замыкания ключа, равна разности сил токов, текущих через резисторы R_1 и R_2 ,

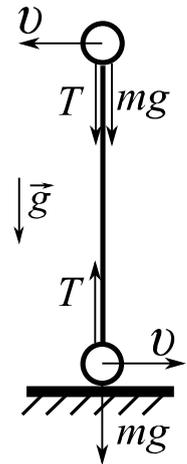
$$I_C = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{R_3}{R_1 + R_3} I - \frac{R_4}{R_2 + R_4} I = \frac{E}{5r}.$$

Решение задачи 9

Уравнение моментов относительно оси, проходящей через шарнир, перпендикулярно плоскости чертежа $IB \frac{h}{\cos \alpha} \cdot 0,5 \cdot \frac{h}{\cos \alpha} = mg \cdot 0,5 \cdot L \sin \alpha$. Отсюда приходим к ответу на вопрос задачи $I = \frac{mgL}{Bh^2} \sin \alpha (1 - \sin^2 \alpha)$.

Решение задачи 10

В процессе движения на систему действуют вертикальные внешние силы: тяжести и нормальной реакции горизонтальной плоскости. Тогда горизонтальный импульс системы сохраняется и в тот момент, когда шарики находятся на одной вертикали они движутся с одинаковыми по модулю v скоростями, противоположными по направлению. Потерь энергии нет $\frac{mv_0^2}{2} = 2 \frac{mv^2}{2} + mgl$. В этот момент система отсчета, связанная с нижним шариком, является инерциальной. В этой системе верхний шарик движется по окружности со скоростью



$2v$. По второму закону Ньютона $\frac{m4v^2}{l} = mg + T$. В лабораторной системе отсчета по второму закону Ньютона для нижнего шарика $mg = T$. Из приведенных соотношений следует $v_0 = \sqrt{3gl}$.