

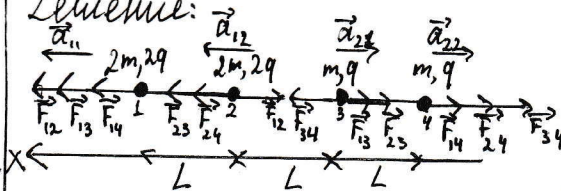
Задача 1 Класс 11

Лист 1 из 5

Дано:

L
q
m

Решение:



Найти:

 $a_1 - ?$ $a_2 - ?$

$$1) 2m\vec{a}_{11} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14}$$

$$2ma_{11} = F_{12} + F_{13} + F_{14}$$

$$2ma_{11} = \frac{4kq^2}{L^2} + \frac{2kq^2}{4L^2} + \frac{2kq^2}{9L^2}$$

$$2ma_{11} = \frac{4kq^2}{L^2} + \frac{kq^2}{2L^2} + \frac{2kq^2}{9L^2}$$

$$2) 2m\vec{a}_{12} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{23} + \vec{F}_{24}$$

$$2ma_{12} = F_{23} + F_{24} - F_{12}$$

$$2ma_{12} = \frac{2kq^2}{L^2} + \frac{2kq^2}{4L^2} - \frac{4kq^2}{L^2}$$

3) Т.к. заряды 1 и 2 скреплены и движение пары поступательно, следовательно можем рассматривать заряды 1 и 2 как ~~один~~ единое, тогда:

$$\begin{cases} 2ma_{11} = \frac{4kq^2}{L^2} + \frac{kq^2}{2L^2} + \frac{2kq^2}{9L^2} \\ 2ma_{12} = \frac{2kq^2}{L^2} + \frac{kq^2}{2L^2} - \frac{4kq^2}{L^2} \end{cases} (+) \Rightarrow 4m(a_{11} + a_{12}) = \frac{2kq^2}{L^2} + \frac{2kq^2}{9L^2} + \frac{kq^2}{L^2}$$

4) $a_{11} + a_{12} = a_1$ — ускорение первой пары зарядов

$$5) 4ma_1 = \frac{29kq^2}{9L^2} \Rightarrow a_1 = \frac{29kq^2}{36mL^2}$$

6) Т.к. заряды 3 и 4 скреплены и движение пары поступательно, то можем рассматривать заряды 3 и 4 как единое.

7) По 3-му закону Ньютона:

$$4ma_1 = -2ma_2; 2ma_1 = -ma_2; a_2 = -2a_1 = -\frac{29kq^2}{18mL^2}$$

$$\text{Ответ: } a_1 = \frac{29kq^2}{36mL^2}, a_2 = -\frac{29kq^2}{18mL^2}$$

Оценочные баллы: максимальный — 10 баллов; фактический — 10 баллов.

Подписи членов жюри

Дано:
 $\eta_1 = 0,85$

Найти:
 $\eta_2 = ?$

Решение:

$$1) \eta = \frac{A_{\text{полез.}}}{A_{\text{полн.}}}$$

2) т.к. в первом случае чайник наполовину полон, то теплота идёт не только на нагрев воды и нагрев самого чайника (т.к. чайник массивный), но и на испарение воды, находящейся в нижних слоях, у дна чайника:

$$\eta_1 = \frac{A_6}{A_7 + A_6 + A_и}, \text{ где } A_6 - \text{работа на нагрев воды,}$$

$$A_7 - \text{работа на нагрев чайника,}$$

$$A_и - \text{работа на испарение воды.}$$

3) т.к. во втором случае чайник полностью заполнен, то полученная теплота идёт только на нагрев чайника и воды, поскольку нет свободного пространства, куда ~~могла бы~~ могла бы испаряться жидкость:

$$\eta_2 = \frac{A_6}{A_7 + A_6} \Rightarrow \eta_2 > \eta_1$$

$$4) \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{A_6}{A_7 + A_6} \cdot \frac{A_7 + A_6 + A_и}{A_7 + A_6 + A_и} = \frac{A_7 + A_6 + A_и}{A_7 + A_6} = \frac{A_7 + A_6 + A_и}{A_7} + \frac{A_7 + A_6 + A_и}{A_6} =$$

$$= \frac{1}{\eta_1} + \frac{A_7 + A_6 + A_и}{A_7}; \quad \eta_2 = \frac{\eta_1}{1} + \frac{A_7 + A_6 + A_и}{A_7} \cdot \eta_1 = 1 +$$

$$4) \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{A_6}{A_7 + A_6 + A_и} \cdot \frac{A_7 + A_6}{A_7 + A_6} = \frac{A_7 + A_6}{A_7 + A_6 + A_и} = \eta_1 + \frac{A_7}{A_7 + A_6 + A_и} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta_2 = \frac{\eta_1}{\eta_1 + \frac{A_7}{A_7 + A_6 + A_и}}$$

$$5) \frac{A_7}{A_7 + A_6 + A_и} = \eta_{11} - \text{КПД нагрева чайника в первом случае}$$

$$6) \eta_2 = \frac{\eta_1}{\eta_1 + \eta_{11}} \Rightarrow \eta_2 \in (0,85; 1).$$

Ответ: $\eta_2 \in (0,85; 1).$

Оценочные баллы: максимальный — 10 баллов; фактический — 9 баллов.

Подписи членов жюри

Борис

Алекс

Задача 2 Класс 11

Лист 3 из 5

Дано:
 $m_1 = m_2 = m$
 h

Решение:

1) П.к. второй шар отпустили с высоты h , то:
 $h = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow v = \sqrt{2hg}$, где v - скорость второго шара при первом ударе

2) Импульс второго шарика перед первым столкновением:

$$p_1 = mv = m\sqrt{2hg}$$

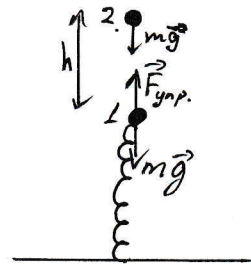
3) П.к. удар абсолютно упругий, то импульс второго шара после первого удара равен:

$$p_2 = -p_1 = -m\sqrt{2hg}$$

4) По закону сохранения импульса:

$$\vec{p}_1 = \vec{p}_2 + \vec{p}_3, \text{ где } p_3 - \text{импульс первого шара после первого удара}$$

$$|p_1| = |p_3| - |p_2| \Rightarrow |p_3| = |p_1| + |p_2| = 2m\sqrt{2hg}$$



Найти:
 $t_{12} = ?$

Оценочные баллы: максимальный - 10 баллов; фактический - 4 баллов.

Подписи членов жюри

Юри

Дрес

Юри