

Шифр: 10-13

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап
ПО ФИЗИКЕ
2019/2020
Ленинградская область

Район Гатчинский

Школа МБОУ "Вырицкая СОШ №1"

Класс 10

ФИО ИВАНОВ АЛЕКСАНДР

СЕРГЕЕВИЧ

Задача 10.2

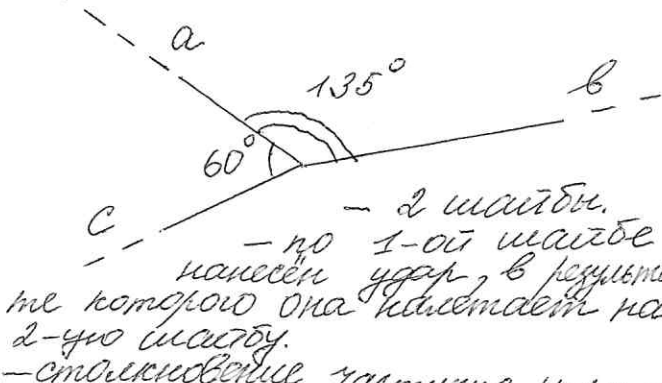
Решение:

Дан - Реш

1) Стоит учесть, что при существовании карой-шоб из данных траекторий движение отмеченной шайбы (2-ой шайбы) удар, совершённый 1-ой шайбой (накатывающей) не должен быть центральным. Шайба не может сместиться на угол, больший 90° от траектории отмеченной шайбы.

Дано:

$m_1 = m_2 = m$

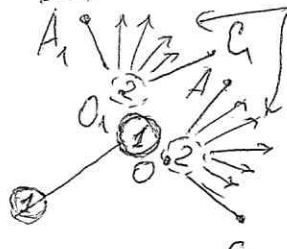


с - 2 шайбы.
- по 1-ой шайбе нанесён удар, в результате которого она касается на 2-ую шайбу.
- столкновение частично упругое.

1) Определить какая из трёх траекторий: - "а" "в" или "с" - может быть траекторией накатывающей шайбы.

2) Для каждой случая определить: А) отношение расстояний, которое проходят шайбы до остановки после столкновения; Б) долю E_k , которая переходит в тепло в результате столкновения.

Пример:

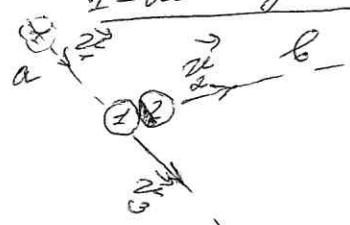


возможные диапазоны

$\angle AOC = \angle A_1O_1C_1 = 90^\circ$

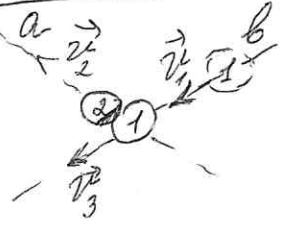
Траекторией накатывающей шайбы может являться любая из перечисленных траекторий, т.е. "а", "в", "с". Если траекторией накатывающей шайбы является "а", то отмеченная шайба (т.е. 2-ая шайба) может двигаться только по траектории "в".

1-ый случай
удар смещён к левой части 2-ой шайбы. (затрихована)



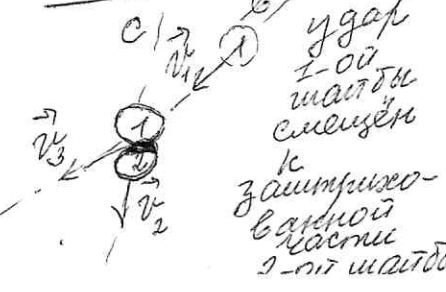
Если траекторией накатывающей шайбы является "в" то отмеченная шайба может двигаться по траектории "а" или "с" (необходимо рассмотреть несколько случаев).

2-ой случай



удар 1-ой шайбы смещён к затрихованной части 2-ой шайбы

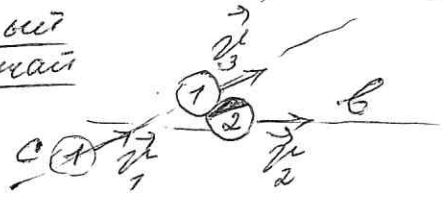
3-ий случай



удар 1-ой шайбы смещён к затрихованной части 2-ой шайбы

Если траекториями начавшихся шайбы является "С" то отклонившая шайба (м.е. 2-ая шайба) может двигаться только по траектории "В"

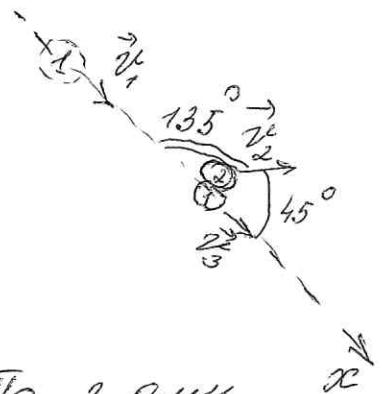
4-ый случай



удар 1-ой шайбы изменен к заштрихованной части 2-ой шайбы.

2) А) (Будем применять ЗСИ с поправкой, что меньше, поэтому v_2 и v_3 по модулю будут ~~те же~~ шайба 1-ая в случае будет отклоняться от траектории предположительно мало, что можно не учитывать)

По 1-ой осью:



По ЗСИ:

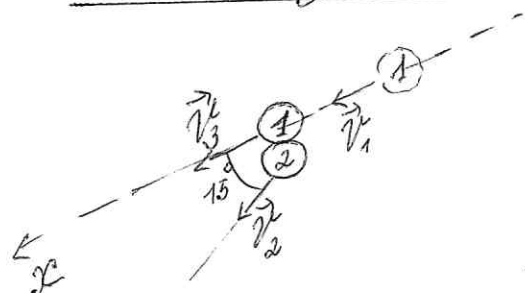
$$0x: mv_1 = mv_2 \cdot \cos 45^\circ + mv_3$$

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{v_1 \cdot \sin 45^\circ}{v_2 \cdot \cos 45^\circ} = \frac{1 \cdot 2}{\sqrt{2}} \approx 1,4, \text{ где}$$

По 2-ой осью:

v_3 - отношение расстояний, которые пройдут шайбы до полной остановки. $\frac{v_3}{v_2} \approx 1,4$

По 3-ей осью:



По ЗСИ:

$$0x: mv_1 = mv_2 \cdot \cos 15^\circ + mv_3$$

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{v_1 \cdot \sin 15^\circ}{v_2 \cdot \cos 15^\circ} = \frac{1}{\cos 15^\circ}$$

По 4-ой осью:

3-ей осью: $\frac{v_3}{v_2} = \frac{1}{\cos 15^\circ}$

5.) $Q = E_{k,90} - E_{k2} - E_{k3}$

$$Q_1 = \frac{m(2v)^2}{2} - \frac{mv^2}{2} - \frac{mv^2 \cdot \cos^2 45^\circ}{2} = \frac{4mv^2 - mv^2 - mv^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} = mv^2$$

$$Q_2 = \frac{m(2v)^2}{2} - \frac{mv^2}{2} - \frac{mv^2 \cdot \cos^2 15^\circ}{2} = \frac{4mv^2 - mv^2 - mv^2 \cdot \cos^2 15^\circ}{2} = \frac{3mv^2(1 - \cos^2 15^\circ)}{2}$$

$$\alpha_1 = \frac{Q_1}{E_{k,90}} = \frac{2mv^2}{4mv^2} = 0,5 \quad \alpha_2 = \frac{mv^2(1 - \cos^2 15^\circ)}{2 \cdot 4mv^2} = \frac{1 - \cos^2 15^\circ}{8}$$

Анализ: $\alpha_1 = 0,5$ - доля кинетической энергии, которая переходит во вращательную.

Дано:

СИ

Решение:

$$V_{H_2O} = \frac{1}{2} V;$$

$$h = 20 \text{ см};$$

$$S = 10 \text{ см}^2;$$

$$\Delta h_1 = 3,12 \text{ см};$$

$$\Delta h_2 = 2,22 \text{ см};$$

$$g \approx 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Па};$$

$$T = \text{const}$$

$$1) m_0 - ?$$

$$2) m_2 - ?$$

$$0,2 \text{ м}$$

$$0,001 \text{ м}$$

$$0,0312 \text{ м}$$

$$0,0222 \text{ м}$$

1) При $V_{H_2O} = \frac{1}{2} V$, то $V_{CO_2} = \frac{1}{2} V$ (так как сосуд заполнен только водой и углекислотой газом, нулевой 1-ой в ноль).
 $V_{CO_2} = \text{объем } CO_2 \text{ без учета на поршне}$
 $0,5 V$

$$2) V_{H_2O} = V_{CO_2} = \frac{1}{2} V = \frac{1}{2} S h.$$

$$V_{H_2O} = V_{CO_2} = \frac{1}{2} \cdot 0,001 \cdot 0,2 = 0,0001 \text{ (м}^3\text{)}$$

3) V_{2CO_2}, V_{3CO_2} — объемы CO_2 в сосуде при 1-ой и 2-х соответственно пробках на поршне.

$$V_{2CO_2} = S h - S \Delta h_1 - V_{H_2O} = S(h - \Delta h_1) - V_{H_2O}.$$

$$V_{3CO_2} = S h - S \Delta h_1 - S \Delta h_2 - V_{H_2O} = S(h - \Delta h_1 - \Delta h_2) - V_{H_2O}.$$

$$- V_{H_2O}. \quad V_{2CO_2} = 0,001(0,2 - 0,0312) - 0,0001 = 0,0000688 \text{ (м}^3\text{)}.$$

$$V_{3CO_2} = 0,001(0,2 - 0,0312 - 0,0222) - 0,0001 = 0,0000466 \text{ (м}^3\text{)}.$$

4) При нахождении 1-ой пробки на поршне объем уменьшится в $\frac{V_{1CO_2}}{V_{2CO_2}} \approx 1,45$ раза. При нахождении 2-х пробок на поршне объем уменьшится в $\frac{V_{1CO_2}}{V_{3CO_2}} \approx 2,2$ раза. В соответствие с уравнением Менделеева-Клапейрона:

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \quad (T = \text{const} \text{ (изотермический процесс)}).$$

Изначально давление (внешнее) было равно p_0 , поршень находился в состоянии равновесия, значит внутреннее давление также было равно p_0 . Пусть p_2, p_3 — внутренние давления (давление на поршень со стороны газа).

$$p_2 = 1,45 p_0, \quad p_3 = 2,2 p_0.$$

5) При нахождении на поршне одной пробки имеем следующее соотношение: $m_0 g = 1,42 p_0 S$

$$\left(p_2 = \frac{F_2}{S} \Rightarrow F_2 = p_2 S = p_0 S; \quad F_1 = F_{\text{натяга}} = m_0 g, \quad F_1 = F_2, \text{ так как поршень находится в равновесии} \right).$$

$$m_0 = \frac{1,42 \cdot p_0 S}{g}. \quad m_0 = \frac{1,42 \cdot 10^5 \cdot 0,001}{10} = 14,2 \text{ (кг)}.$$

б.) В данном случае максим $F_{\text{тяж.обв.}} = F_{\text{дав.газа}}$, где $F_{\text{тяж.обв.}} = (2m_0 + m_2) \cdot g$. $F_{\text{дав.газа}} = 2p_0 S$ (это равенство должно соблюдаться из-за того, что поршень находится в равновесии, а значит геометрическая сумма сил, действующих на него должна равняться нулю).

$$(2m_0 + m_2) \cdot g = 2p_0 S$$

$$2m_0 g + m_2 g = 2p_0 S$$

$$m_2 g = 2p_0 S - 2m_0 g$$

$$m_2 = \frac{2(p_0 S - m_0 g)}{g}$$

- формула где вычитание массы шире (m_2) , которую необходимо прибавить где отсутствовало по формуле.

$$m_2 = \frac{2 \cdot (10^5 \cdot 10^{-3} - 14,2 \cdot 10)}{9,8} = \frac{2 \cdot (10^2 - 142)}{10}$$

Ответ: 1) $m_0 = 14,2 \text{ кг}$, 2) $m_2 = \frac{2(p_0 S - m_0 g)}{g}$

Задача 10.2

Дано:

$$\vec{F}_{\text{центр}} \perp \vec{v};$$

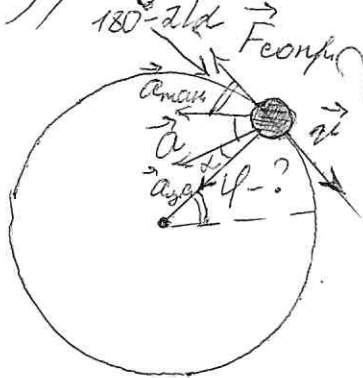
$$F_{\text{центр}} \sim v;$$

$$\angle \alpha;$$

$$\angle \varphi = ?$$

Решение:

1) рисунок



$$(\vec{a}_{\text{ман}}; \vec{a}) = (\vec{a}; \vec{a}_{\text{угл}}) = \angle \alpha$$

$$(F_{\text{центр}}; \vec{a}_{\text{ман}}) = 180^\circ - 2\alpha$$

$$2) \vec{S} = \frac{\vec{v}_k^2 - \vec{v}_0^2}{2\vec{a}_{\text{ман}}}$$

$$\text{ок: } S_x = \frac{0 - v^2}{-2a \cdot \cos(90^\circ - 2\alpha)}$$

$$= \frac{v^2}{2a \cdot \cos(90^\circ - 2\alpha)}, \text{ где } v = v_0 -$$

начальная скорость шарика.

Пусть L — путь, пройденный шариком, при этом $L = S_x$ (мы R будем рассматривать как большой). $L_{\text{обв.}} = 2\pi R$, где R — радиус окружности или же длина нити, на которой закреплён шарик).

$$3) \angle \varphi = \frac{L}{L_{\text{обв.}}} \cdot 360^\circ. \quad \angle \varphi = \frac{v^2}{2a \cdot \cos(90^\circ - 2\alpha) \cdot 2\pi R} \cdot 360^\circ$$

Ответ: $\angle \varphi = \frac{v^2}{2a \cdot \cos(90^\circ - 2\alpha) \cdot 2\pi R} \cdot 360^\circ$

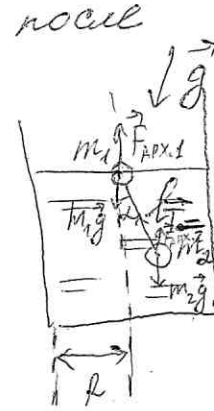
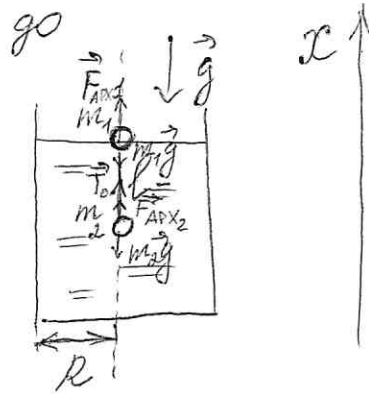
Handwritten signature or initials.

Дано:

- $m_2 > m_1$;
- l ;
- R ;
- T_0 ;
- L ;

Решение:

1) песчаник



2) ИТ.к система находится в равновесии, то для песчаника "до": $F_{APX.1} + F_{APX.2} + T_0 = m_1g + m_2g$

для песчаника "после": $F_{APX.1} + F_{APX.2} + T \cdot \cos \alpha = m_1g + m_2g$

Итаким образом, $T_0 = T \cdot \cos \alpha$; $T = \frac{T_0}{\cos \alpha}$

3.) $\omega = \frac{v}{R}$; ~~$\omega = \frac{2\pi R}{T}$~~ $\omega = \frac{2\pi R}{T}$; $R = \sin \alpha \cdot l$

$v = \frac{2\pi \cdot l \cdot \sin \alpha}{T}$; ~~$\omega = \frac{2\pi R}{T}$~~

$\omega = \frac{2\pi l \cdot \sin \alpha}{TR}$, где T — период

образованная союда.

Ответ: $T = \frac{T_0}{\cos \alpha}$; $\omega = \frac{2\pi l \cdot \sin \alpha}{TR}$

Вспомогательный рисунок

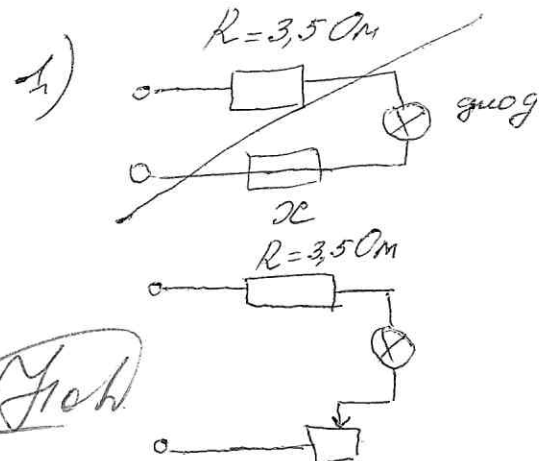
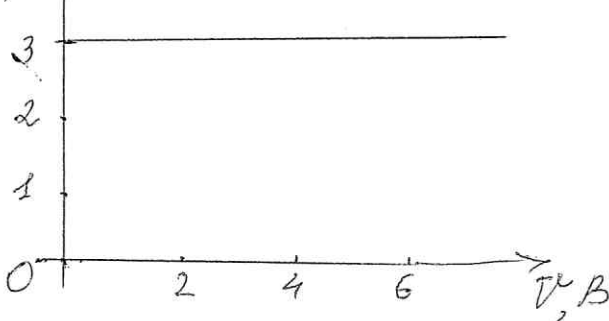


Задача 10.5.

Handwritten signature

2) Значение напряжения источника равно $V_0 = 5B$.

3.) I, A



Handwritten signature