

Шифр: 10-25

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап
по Физике
2019/2020
Ленинградская область

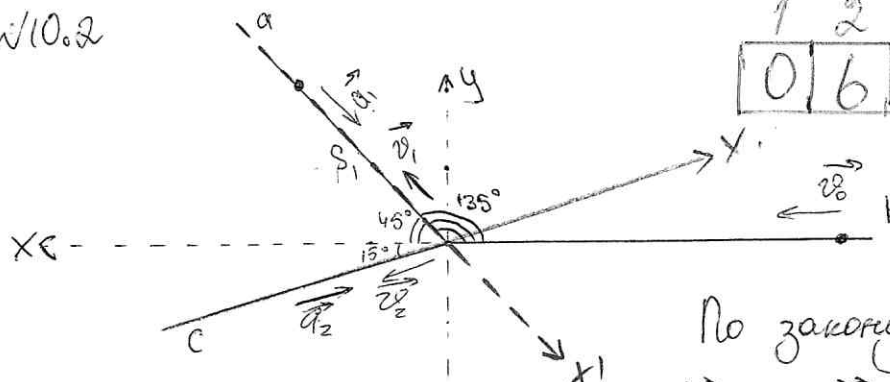
Район Гатчинский

Школа МБОУ «Сиверская гимназия»

Класс 10

ФИО Терещенко Глеб

Романович



1	2	3	4	5
0	6	1	0	0

10-25

По закону сохранения импульса:

$$m_1 \vec{v}_0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 2m_1 (\vec{v}_1 + \vec{v}_2) \text{ - т.к. шайбы одинаковые}$$

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

Очевидно что угол между начальным перемещением шайбы и перемещением после удара не может быть больше 45°, иначе ЗСИ не будет выполняться. Поэтому траекторией налетающей шайбы будет b и она продолжит свой полёт либо по траектории a либо c.

1) Проведём оси x и y, как показано на рисунке. Заметим, что угол между траекторией a и осью x - 45°, по 2А) свойству смежных углов: 180° - 135° = 45°.

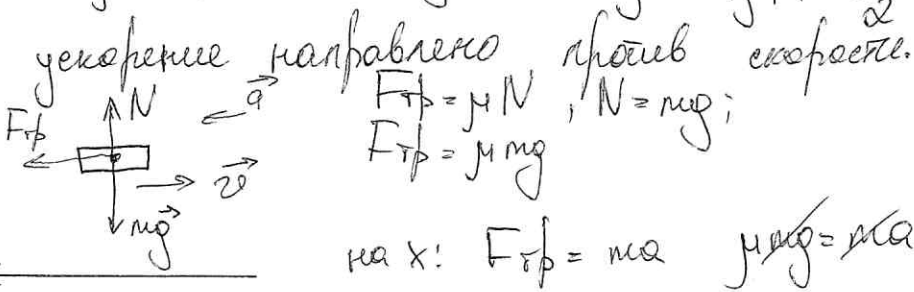
I случай: налетающая шайба после столкновения полетела по траектории a, а другая - по траектории c

Для 1 шайбы

$$v_{1x} = v_1 \cos 45^\circ \quad x_0 = 0 \quad x = v_{1x} t + \frac{a_{1x} t^2}{2}$$

$$v_{1y} = v_1 \sin 45^\circ \quad y_0 = 0 \quad y = v_{1y} t + \frac{a_{1y} t^2}{2}$$

Очевидно, что



$$x = v_{1x} t_1 + \frac{-\cos 45^\circ \mu g t_1^2}{2}; \quad x = v_1 \cos 45^\circ t_1 + \frac{-\cos 45^\circ \mu g t_1^2}{2} \quad x = \cos 45^\circ \left(v_1 t_1 - \frac{\mu g t_1^2}{2} \right)$$

$$y = v_{1y} t_1 + \frac{-\sin 45^\circ \mu g t_1^2}{2}; \quad y = v_1 \sin 45^\circ t_1 + \frac{-\sin 45^\circ \mu g t_1^2}{2} \quad y = \sin 45^\circ \left(v_1 t_1 - \frac{\mu g t_1^2}{2} \right)$$

$S_1 = \sqrt{x^2 + y^2}$ по Т. Пифагора.

$$S_1 = \sqrt{\cos^2 45^\circ \left(v_1 t_1 - \frac{\mu g t_1^2}{2} \right)^2 + \sin^2 45^\circ \left(v_1 t_1 - \frac{\mu g t_1^2}{2} \right)^2} = \sqrt{\frac{1}{1} (\sin^2 45^\circ + \cos^2 45^\circ) \left(v_1 t_1 - \frac{\mu g t_1^2}{2} \right)^2}$$

$$S_1 = v_1 t_1 - \frac{\mu g t_1^2}{2}$$

Аналогично и для 2 шайбы.

$$v_{2x} = v_2 \cos 15^\circ$$

$$v_{2y} = -v_2 \sin 15^\circ$$

$$x = v_2 \cos 15^\circ t + \frac{\mu g t_2^2}{2}$$

$$y = -v_2 \sin 15^\circ t + \frac{\sin 15^\circ \mu g t_2^2}{2}$$

т.к. $a_x = -\cos 15^\circ \mu g$
 $a_y = \sin 15^\circ \mu g$

$$x = \cos 15^\circ \left(v_2 t_2 - \frac{\mu g t_2^2}{2} \right)$$

$$y = \sin 15^\circ \left(-v_2 t_2 + \frac{\mu g t_2^2}{2} \right)$$

т.к. y - это координата,
а S - модуль перемещения,
то $|y| = \sin 15^\circ \left(v_2 t_2 - \frac{\mu g t_2^2}{2} \right)$

$S_2 = \sqrt{x^2 + y^2}$, аналогично 1 получаем:

$$S_2 = \sqrt{(\sin^2 15^\circ + \cos^2 15^\circ) \left(v_2 t_2 - \frac{\mu g t_2^2}{2} \right)^2} = v_2 t_2 - \frac{\mu g t_2^2}{2}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{v_1 t_1 - \frac{\mu g t_1^2}{2}}{v_2 t_2 - \frac{\mu g t_2^2}{2}} = \frac{2v_1 t_1 - \mu g t_1^2}{2v_2 t_2 - \mu g t_2^2}$$

Проведём карандашом оси x_1 и x_1'

на x_1 ; $a_{2x_1} = \frac{v_{x_1} - v_{2x_1}}{t_2}$ $v_{x_1} = 0$, т.к. тело остановилось.

$$-v_{2x_1} = a_{2x_1} t_2 \quad ; \quad a_{2x_1} = a_2 = \mu g \Rightarrow \mu g t_2 = +v_2$$

$$v_{2x_1} = -v_2$$

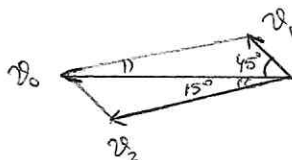
на x_1' : $a_{1x_1'} = \frac{v_{x_1'} - v_{2x_1'}}{t_1}$; $v_{x_1'} = 0$ т.к. тело остановилось.

$$-v_{2x_1'} = a_{1x_1'} t_1 \quad ; \quad a_{1x_1'} = a_1 = \mu g \Rightarrow \mu g t_1 = v_2$$

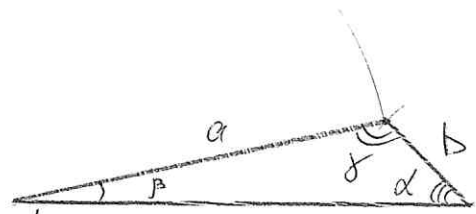
$$-v_{2x_1'} = v_2$$

Тогда: $\frac{S_1}{S_2} = \frac{t_1 (2v_1 - v_1)}{t_2 (2v_2 - v_2)} = \frac{v_1 t_1}{v_2 t_2}$

т.к. $\vec{v}_0 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$, то по правилу сложения векторов:



Возьмем Δ отдельно, обозначим стороны и углы буквами a, b и α, β, γ



$$\gamma = 120^\circ; \alpha = 45^\circ; \beta = 15^\circ$$

По теореме синусов:

Мессерин
10-25

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 15^\circ} \quad ; \quad a = v_2 \quad \frac{a}{c} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} \quad ; \quad \frac{v_2}{v_0} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 120^\circ} \quad ; \quad v_2 = 0,816 v_0$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 15^\circ} \quad , \quad \text{тогда} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin 15^\circ}{\sin 45^\circ}$$

$$\text{Тога} \quad \frac{S_1}{S_2} = \frac{t_1 \sin 15^\circ}{t_2 \sin 45^\circ} = 0,366 \frac{t_1}{t_2}$$

Точно такое же решение будет для случая, когда налетающая шайба после столкновения полетит по траектории с, а другая — по а

2.5 Закон сохранения энергии:

$$\text{Исходно:} \quad \frac{m_1 v_0^2}{2} = Q + \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$Q = \frac{m_1 v_0^2}{2} - \frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$Q = \frac{m}{2} (v_0^2 - (0,298 v_0)^2 - (0,816 v_0)^2) = \frac{m v_0^2}{2} (1 - 0,0893 - 0,75) = 0,1607 \frac{m v_0^2}{2}$$

$$Q = 0,16 E_k$$

для второго случая ответ такой же, т.к. этого количества энергии хватит для разлета шайб в обе стороны

Ответ: $0,366 \frac{t_1}{t_2}$; $0,16 E_k$

6. Р

N10.3

И $m_0 = ?$; $m_2 = ?$

$\Delta p_0 = 10^5 \text{ Па}$

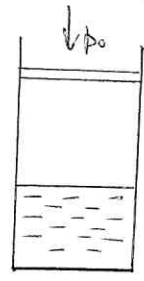
$\Delta h_1 = 0,0312 \text{ м}$

$\Delta h_2 = 0,0222 \text{ м}$

$S = 10^{-3} \text{ м}^2$

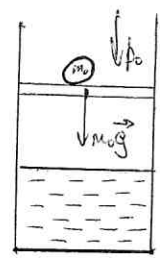
$h = 0,2 \text{ м}$

$M(\text{CO}_2) = 44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$



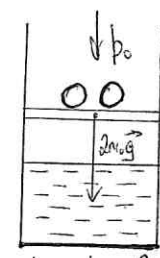
$p_1 = p_0$

$V_1 = \frac{1}{2} h S$



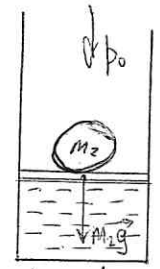
$p_2 = p_0 + \frac{m_0 g}{S}$

$V_2 = V_1 - \Delta h_1 S$



$p_3 = p_0 + \frac{2m_0 g}{S}$

$V_3 = V_1 - (\Delta h_1 + \Delta h_2) S$



$p_4 = p_0 + \frac{m_2 g}{S}$

$V_4 = 0$

По закону Генри: $m_{\text{раств}} \sim p$, тогда очевидно, что

$\frac{m_{\text{раств}}}{p} = \text{const}$

$\frac{m_{\text{раств}1}}{p_1} = \frac{m_{\text{раств}2}}{p_2} = \frac{m_{\text{раств}3}}{p_3} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{m_{\text{раств}1}}{m_{\text{раств}2}}$

Для изотермического процесса:

$p_1 V_1 = p_2 V_2$

$p_0 \frac{1}{2} h S = (p_0 + \frac{m_0 g}{S}) (\frac{1}{2} h S - \Delta h_1 S)$

$m_0 = \frac{p_0 \Delta h_1 S}{\frac{1}{2} g h_0 - g \Delta h_1}$

при увеличении давления газе.

$p_2 V_2 = p_3 V_3$
 $(p_0 + \frac{m_0 g}{S}) (\frac{1}{2} h S - \Delta h_1 S) = (p_0 + \frac{2m_0 g}{S}) (\frac{1}{2} h S - \Delta h_1 S - \Delta h_2 S)$

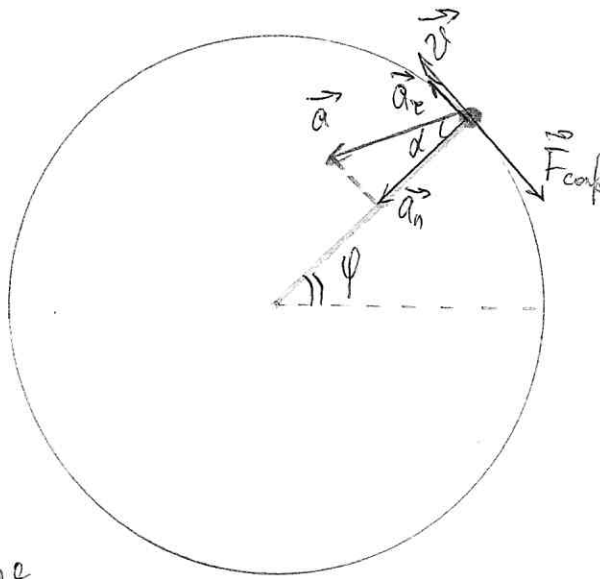
$m_0 = \frac{p_0 (\Delta h_1 + \Delta h_2) S}{\frac{1}{2} g h_0 - g (\Delta h_1 + \Delta h_2)}$

но

увеличивается масса растворенного

Werkbuch
10-25

N10.1
H φ-?
▷ d
a
F_{centr} ~ v²



$$\omega = a_n R \quad a_n = a \cos \alpha$$

$$F_{\text{centr}} = -m a_z$$

$$a_z = a \sin \alpha$$

$$F_{\text{centr}} = -m a \sin \alpha$$

$$\varphi = \frac{v \epsilon}{a \cos \alpha R}$$

$$\varphi = \frac{v \epsilon}{a \cos \alpha R}$$