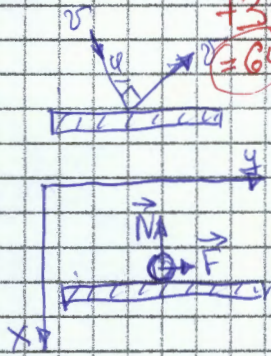


Дано
 $\varphi = 30^\circ$
 v
Класс μ



Рассмотрим момент удара,

Поскольку проекция скорости найдется на ось y увеличилась (на $\Delta v = v(\cos 30 - \sin 30) = \Delta v = v \frac{\sqrt{3}-1}{2}$) сила F прерывно действовала вправо.

Во время удара на шайбу действовали 2 силы. На $F = \mu N \Rightarrow \Rightarrow$ мы можем считать, что время удара t и F это время $F; N = \text{const} (F \approx N)$.

$$|\Delta p_x| = |(v'_x - v_x)|m = m v (\cos 30 + \sin 30) = m v \frac{\sqrt{3}+1}{2}$$

$$|\Delta p_x| = t N \Rightarrow N = m \frac{v \frac{\sqrt{3}+1}{2}}{t}$$

$$\Delta p_y = t F = \mu N t = \mu m v \frac{\sqrt{3}-1}{2} \quad \checkmark!$$

$$\Delta p_y = (v'_y - v_y)m = m v (\cos 30 - \sin 30) = m v \frac{\sqrt{3}-1}{2}$$

$$\Delta p_y = \Delta p_y \Rightarrow \mu m v \frac{\sqrt{3}+1}{2} = m v \frac{\sqrt{3}-1}{2} \Rightarrow \mu = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{3}+1} = 2 - \sqrt{3} \approx 0,268$$

Ответ: $\mu \approx 0,268$
min.

1	1
2	1
3	2
4	2
5	1
6	—

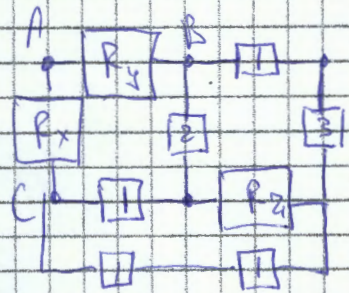
7 балл.

√3

Итого 325

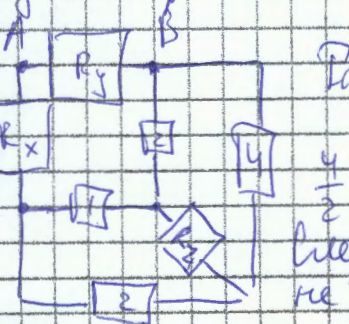
+0,50

Дано
 $R_1 = 1 \text{ кОм}$
 $R_2 = 2 \text{ кОм}$
 $R_3 = 3 \text{ кОм}$
 $U_0 = 10 \text{ В}$
 $U_1 = 4 \text{ В}$
 $U_2 = 5 \text{ В}$

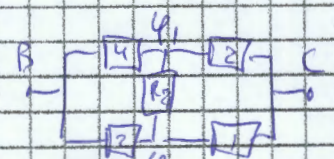


Найдем внутреннюю резисторную часть этой цепи и далее обозначим сопротивление в кОм (пример: Π); за пример: $R=2$;
исх: $R_x; R_y; R_z$ - в Омах.

Упростим схему, заменим последовательные резисторы на один эквивалентный им.



Рассмотрим узел B:

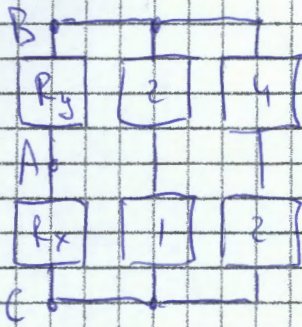


$R_x; R_y; R_z = ?$
 $I_{V1}; I_{V2} = ?$

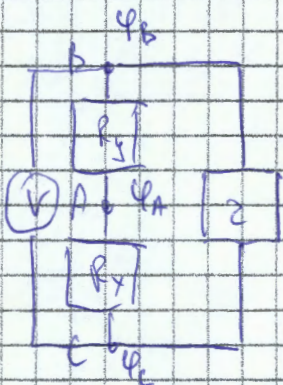
$\frac{4}{2} = \frac{5}{1} \Rightarrow \varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow$ ток через R_2 не может измениться если его убрать, нулево не изменится.

Упростим далее:

①



Заменяем резисторы 2; 2; 4 на эквивалентный, с сопротивлением $R = \frac{(2+4)(2+1)}{(2+4)+(2+1)} = 2$ (из $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$)
 ✓ это тоже в ответ.



Вольтметр ранее не рисовали, т.к. он идеальный, ч на цепь не влияет.

а) подключаем к точкам A; B

$$\varphi_A - \varphi_B = U_0 = 10 \text{ В}$$

$$\varphi_C - \varphi_B = 4 \text{ В} \quad (\varphi_C > \varphi_B \text{ т.к. весь ток течет из } A \rightarrow B \Rightarrow \varphi_B \text{ минимально})$$

$$\frac{\varphi_A - \varphi_C}{\varphi_C - \varphi_B} = \frac{R_x}{2 \text{ кОм}}; \quad \varphi_A - \varphi_C = (\varphi_A - \varphi_B) - (\varphi_C - \varphi_B) = 6 \text{ В}$$

$$\frac{R_x}{2 \text{ кОм}} = \frac{6}{4} \Rightarrow R_x = 3 \text{ кОм}; \quad \checkmark$$

б) Аналогично рассуждая получаем:

$$\frac{R_y}{2 \text{ кОм}} = \frac{5}{5} \Rightarrow R_y = 2 \text{ кОм} \quad \checkmark$$

$$I_{AB} = \frac{U_0}{R_y} + \frac{U_0}{R_x + 2 \text{ кОм}} = 7 \text{ мА}; \quad I_{AC} = \frac{U_0}{R_x} + \frac{U_0}{R_y + 2} \approx 5,83 \text{ мА}$$

Ответ: $R_x = 3 \text{ кОм}$; $R_y = 2 \text{ кОм}$; R_z может быть любым; $I_{AB} = 7 \text{ мА}$, $I_{AC} = 5,83 \text{ мА}$

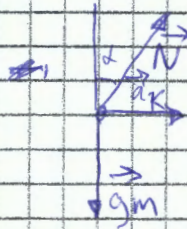
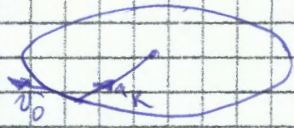
$$I_{AC} = 5,83 \text{ мА}$$

✓

ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

N5

Дано
 $R; m; g; \mu; v_0$



Для начала рассмотрим силы, находящиеся в плоскости, перпендикулярной к угловой скорости.
Закон Ньютона: $\vec{N} + \vec{g} = m\vec{a}_k$

$$\vec{N} + \vec{g} = m\vec{a}_k$$

$$N \cos \alpha = mg$$

$$N \sin \alpha = ma_k = m \frac{v^2}{R}$$

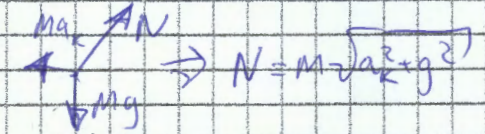
Перейдем в сист.

отел. ~~вместо~~ бусинки.

В этой системе отсчета

на бусинку действует

силы:



$$\cos \alpha = \frac{gm}{N} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{m^2 g^2}{N^2}}$$

$$N^2 = \frac{m^2 g^2}{\cos^2 \alpha} = \frac{m^2 g^2}{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$N^2 = \frac{m^2 g^2}{1 - \frac{m^2 v^4}{R^2 N^2}}$$

$$N = \frac{mg}{\cos \alpha} = \frac{mg}{\sqrt{1 - \frac{m^2 v^4}{R^2 N^2}}}$$

$$1 - \frac{m^2 v^4}{R^2 N^2} = \frac{m^2 g^2}{N^2}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{m^2 g^2}{N^2}}$$

Тогда сила трения $F_{тр} = \mu m \sqrt{a_k^2 + g^2} = \mu m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}$

$$a = \frac{F_{тр}}{m} = \mu \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}$$

В момент $t=0$ $a = \mu \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + g^2}$

В момент $t=t_k$ ($v(t_k) = 0,99v$)

$$a_k = \mu \sqrt{0,9606 \frac{v_0^4}{R^2} + g^2}$$

$$2 \frac{a - a_k}{a + a_k} = 2 \frac{\sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + g^2} - \sqrt{0,9606 \frac{v_0^4}{R^2} + g^2}}{\sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + g^2} + \sqrt{0,9606 \frac{v_0^4}{R^2} + g^2}}$$

$$2 \frac{(\frac{v_0^4}{R^2} + g^2) - (0,9606 \frac{v_0^4}{R^2} + g^2)}{(\frac{v_0^4}{R^2} + g^2) + (0,9606 \frac{v_0^4}{R^2} + g^2)} \approx \frac{0,04 \frac{v_0^4}{R^2}}{0,9803 \frac{v_0^4}{R^2} + g^2}$$

$$a_n = \sqrt{a_k^2 + a^2} = \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} (\mu^2 + 1) + g^2}$$

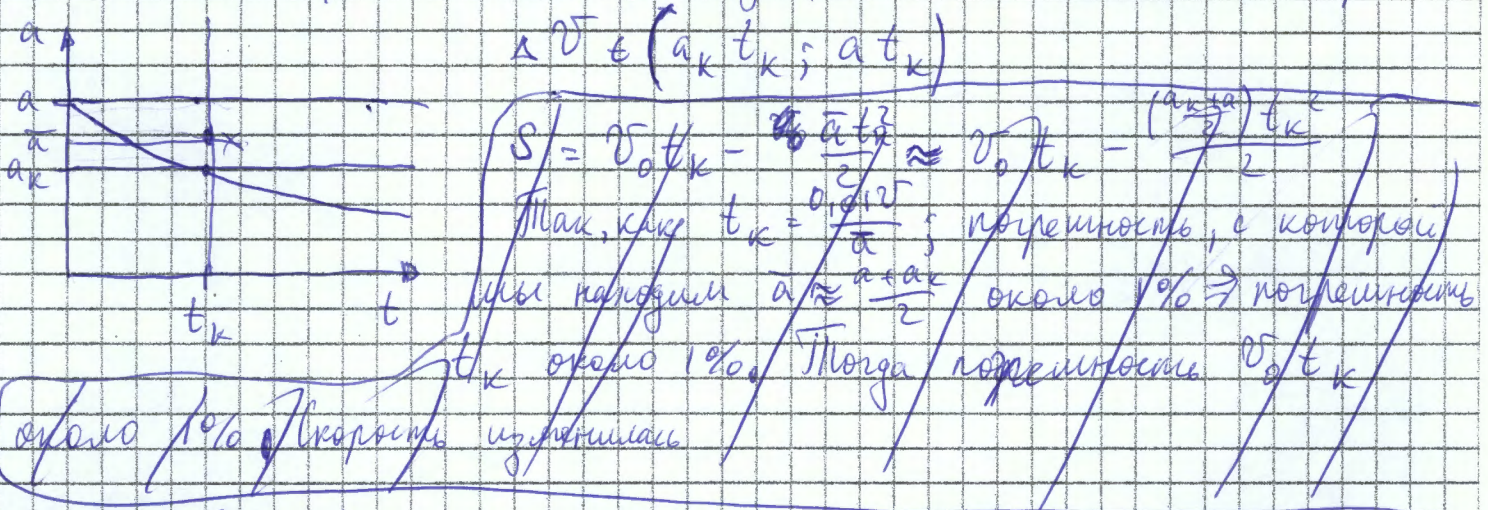
$$\frac{a - a_k}{(a + a_k)/2} = 2 \frac{a - a_k}{a + a_k}$$

$$\frac{0,04}{0,9803} \approx 0,041$$

$2 \frac{a - a_k}{a + a_k} < 0,0203$. Это значение показывает, на какую величину

может измениться размер гнаназона (выраженный в $\frac{a_k}{a}$), в котором может находиться a (такое ускорение, что если бы оно было (3))

константой, но время t_k увеличилось 5% .
 Предполагается, что $\left| \frac{(a_k t_k) - a}{a} \right| < 0,01015$, то есть a отклоняется от $\frac{a_k t_k}{2}$ не более, чем примерно $0,01015 \left(\frac{a_k t_k}{2} \right)$, то есть погрешность меньше 2% , около 1% (сравнивая, что a отклоняется от a)



$S = \left| \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} \right|$; $v_k^2 - v_0^2$ - точное значение; погрешность $2a - 2\%$

Тогда погрешности $S - 2\%$, это и требовалось.

Ответ: $v_k = 0,99 v_0 \Rightarrow v_k^2 - v_0^2 = -0,0199 v_0^2$

$2a = a + a_k$

Ответ: $0,0199 v_0^2$

$M \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2 + g^2}} = \sqrt{0,9606 \frac{v_0^4}{R^2 + g^2}}$

Дано:

$M = 28 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$h_1 = 1000 \text{ м}$

$P_0 = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$pV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT$

По графику:

$T_0 = 15^\circ \text{C} = 288^\circ \text{K}$ $T_1 = -18,3^\circ \text{C} = 254,7^\circ \text{K}$

Возьмем 1 моль газа, перенесем его с h_1 на h_0 .

Сила тяжести совершит работу $A = mgh_1 = mgh_0$

Тогда

Сначала газ совершит работу (отрицательную) — у него увеличится

ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

$\nu_{\text{пл}} = 0,028$

Потенциальная энергия совершит работу $A = mg(h_1 - h_0)$
 В результате его внутренняя энергия u , как следствие, температура станет равной T_0 (т.к. иначе воздух не находился бы в равновесии. Если бы после такого действия температура была бы больше T_0 , то воздух опустился бы и внутренняя энергия изменилась бы на $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R (T_0 - T_1)$

$$\Delta U = A + Q$$

$$\frac{5}{2} \nu R (T_0 - T_1) = mg(h_1 - h_0) + T_1 \nu R \ln \frac{p_0}{p_1}$$

Решая уравнение получаем: $\frac{p_0}{p_1} = 1,174$; $p_1 = 426 \text{ кПа}$

$$V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_1} = \frac{m R T_1}{M p_1}$$

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{M p_1}{R T_1} = \frac{28 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 4,26 \cdot 10^5 \text{ Па}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 254,7 \text{ К}} = \frac{0,028 \text{ кг} \cdot 4,26 \cdot 10^5 \text{ Па}}{254,7 \cdot 8,31 \text{ Дж}} = 5,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

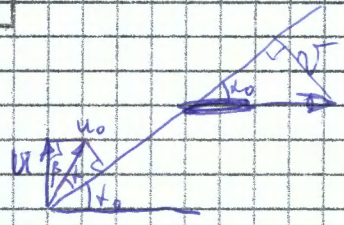
Ответ: $p_1 = 426 \text{ кПа}$; $\rho_1 = 5,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

+ (15)

ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

№1

Дано
 $U; u_0 \cos \alpha$
Найти
 $u_0 \cos \beta$



Из уравнения равенства горизонтальных составляющих:

$$u_0 \cos \alpha = U \cos \alpha_0 \quad \pm \sqrt{+10} \text{ за } \pi(1) \text{ шаг}$$

$$u = u_0 \cos \beta$$

$$\beta = 90 - \alpha - \alpha_0 \Rightarrow \cos \beta = \sin(\alpha + \alpha_0) = \sin \alpha \cos \alpha_0 + \sin \alpha_0 \cos \alpha$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cos \alpha_0 + \sin \alpha_0 \cos \alpha$$

$$u_0 \cos \alpha = U \cos \alpha_0$$

$$u = u_0 (\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cos \alpha_0 + \sin \alpha_0 \cos \alpha)$$

$$\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cos \alpha_0 + \sin \alpha_0 \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{u}{U \cos \alpha_0}$$

$$\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = \frac{u}{U \cos \alpha_0} - \sin \alpha_0$$

$$1 - \cos^2 \alpha = \cos^2 \alpha \left(\frac{u}{U \cos \alpha_0} - \sin \alpha_0 \right)^2$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \left(\frac{u}{U \cos \alpha_0} - \sin \alpha_0 \right)^2}$$

$$\cos \alpha > 0 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{u}{U \cos \alpha_0} - \sin \alpha_0 \right)^2}}$$

$$u_0 \cos \alpha = U \cos \alpha_0$$

$$u_0 = U \frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} = U \cos \alpha_0 \sqrt{1 + \left(\frac{u}{U \cos \alpha_0} - \sin \alpha_0 \right)^2}$$

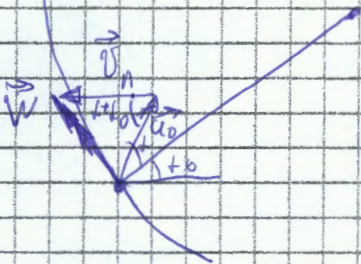
(+10) за 2, 3, 4. шаг

Перейдем в систему отсчета, связанную с камерой

10

ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

В этой системе отсчета лыжник движется по окружности,
вдоль веревки. Его скорость \vec{w} направлена по касательной,
и равна: $\vec{w} = \vec{u}_0 - \vec{v}$

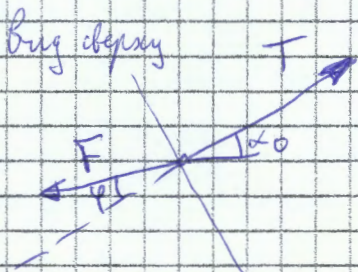


угол $\alpha + \alpha_0$ уже найден.

$$w = \sqrt{u_0^2 + v^2 - 2u_0 v \cos(\alpha + \alpha_0)}$$

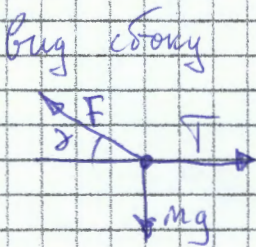
Лыжник движется с центростремительным ускорением $a_y = \frac{w^2}{L}$
Силы, действующие на лыжника:

система камера инерциальна, поэтому дополнительной силы не будет
T - сила натяжения F - сила взаимодействия с водой, т.к. на рисунке не показана



$$ma_y = T - F \cos \varphi \Rightarrow F \cos \varphi = T - ma_y$$

10 (+10)
за 10 5 5
f



После отрыва от воды скорость w не успела измениться \Rightarrow
 \Rightarrow После отрыва от воды $F = 0 \Rightarrow T = ma_y = m \frac{u_0^2 + v^2 - 2u_0 v \cos(\alpha + \alpha_0)}{L}$
 u_0 и $\cos(\alpha + \alpha_0)$, используемые в этой формуле, выразены ранее