Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21206202**

ID профиля: **808019**

Вариант 2

Чистовик Вар 10-02

№1

Дано:

V_0

Найти:

t_c – время до столкновения

$\frac{t_c}{t_2}$, где t_2 – время полёта 2-ого мяча

H – высота

Решение:

1) $\frac{V_0}{g} = t_1$, время подъёма мяча

$$\underbrace{V_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}}_{\text{уравнение движения 2-ого мяча}} + \underbrace{\frac{g t_2^2}{2}}_{\text{уравнение падения 1-ого мяча}} = \frac{V_0^2}{2g}$$

высота полного подъёма

$t_2 = \frac{V_0}{2g}$;

$t_2 + t_1 = t_c$; $t_c = \frac{V_0}{2g} + \frac{V_0}{g} = \frac{3V_0}{2g}$

2) $\frac{t_c}{t_2} = \frac{3V_0}{2g} / \frac{V_0}{2g} = 3$

3) $V_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = H$

$$\frac{V_0^2}{2g} - \frac{\cancel{g}}{2} \cdot \frac{V_0^2}{4g^{\cancel{2}}} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} = \frac{3V_0^2}{8g}$$

Ответ: $t_c = \frac{3V_0}{2g}$; $\frac{t_c}{t_2} = 3$; $H = \frac{3V_0^2}{8g}$

1

Черновик Вар 10-02

№1

1) $\frac{V_0}{g} = t_1$

$V_0 t - \cancel{\frac{g t^2}{2}} - \frac{g t^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g}$

$V_0 t = \frac{V_0^2}{2g}$

$t_2 = \frac{V_0}{2g}$ $\quad t_н = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3V_0}{2g}$

2) $\frac{3V_0}{2g} : \frac{V_0}{2g} = 3$

3) ~~$V_0 - V_н$~~

$\frac{V_0 \cdot V_0}{2g} - \frac{g \cdot V_0^2}{2 \cdot 4g^2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} = \frac{3V_0^2}{8g}$

Ответ: $\frac{3V_0}{g} = t_н$; $\frac{t_н}{t_2} = 6$; $\frac{3V_0^2}{8g} = S$

1

21206202 (U808019 M1279129)

Чистовик Вар 10-02

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \sin\alpha + N_2 = 8\pi R^3 \rho g + N\cos\alpha$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \cos\alpha + N\sin\alpha = 1{,}5 \cdot 8\pi R^3 \rho \omega^2 R$$

$$N = \frac{12\pi R^4 \rho \omega^2 - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$N_2 = 8\pi R^3 \rho g + \frac{12\pi R^4 \rho \omega^2}{tg\alpha} - \frac{4}{3}\frac{\pi R^3 \rho g \cos\alpha}{tg\alpha} - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \sin\alpha$$

$$N_2 = \frac{8\pi R^3 \rho g\, tg\alpha + 12\pi R^4 \rho \omega^2}{tg\alpha} + \frac{-4\pi R^3 \rho g \cos^2\alpha - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \sin^2\alpha}{3\sin\alpha}$$

$$N_2 = \frac{8\pi R^3 \rho g\, tg\alpha + 12\pi R^4 \rho \omega^2}{tg\alpha} - \frac{4\pi R^3 \rho g}{3\sin\alpha};$$

$$N_2 = \frac{24\pi R^3 \rho g \sin\alpha + 36\pi R^4 \rho \omega^2 \cos\alpha - 4\pi R^3 \rho g}{3\sin\alpha};$$

$$N_2 = \frac{20\pi R^3 \rho g}{3} + 8\pi R^4 \rho \omega^2$$

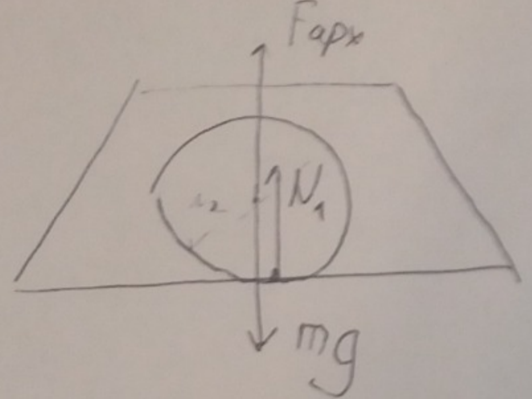
Ответ: $N_1 = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$; $N_2 = \frac{20\pi R^3 \rho g}{3} + 8\pi R^4 \rho \omega^2$

3

21206202 (U808019 M1279129)

№2 Черновик Вар-02

1)



$F_{арх} + N_1 = mg$

$F_{арх} = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho \cdot g$

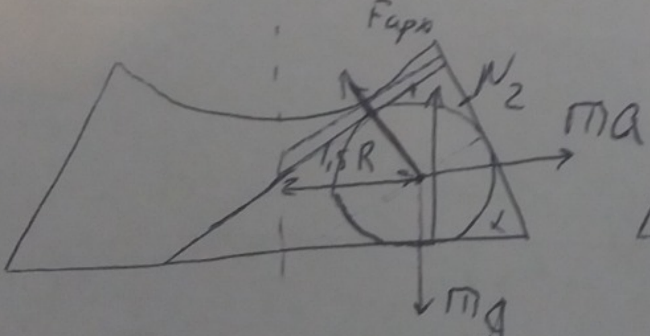
$mg = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho \cdot g$

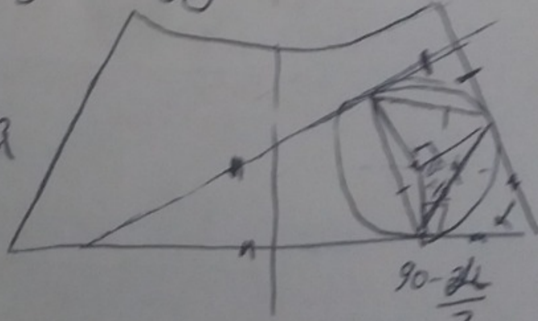
2

$N_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho \cdot g - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g =$

$= 8\pi R^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$

2)



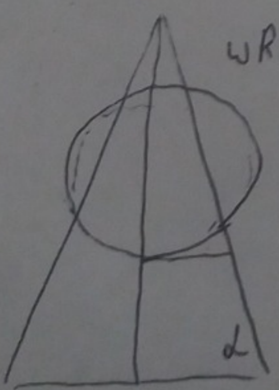


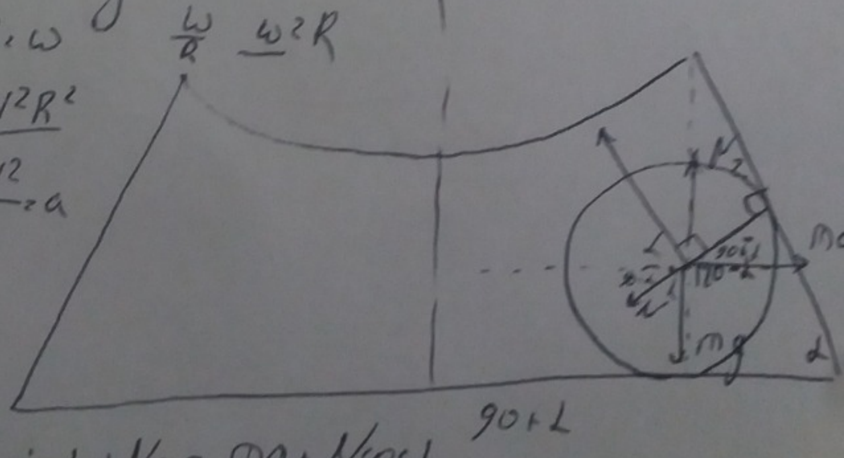
$VR = \omega$ $\quad \frac{\omega}{R}$ $\quad \omega^2 R$

$\omega R = v$

$V^2 R^2$

$\frac{V^2}{R} = a$





$F_{арх} \sin\alpha + N_2 = mg + N\cos\alpha$

$F_{арх} \cos\alpha + N\sin\alpha = m\omega^2 R \cdot 1{,}5$

Черновик

5

№2

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \sin\alpha + N_2 = mg + N\cos\alpha$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \cos\alpha + N\sin\alpha = 1{,}5 m\omega^2 R$$

$$N = \frac{1{,}5 m\omega^2 R - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$-\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \sin\alpha + mg + \frac{1{,}5 m\omega^2 R}{\operatorname{tg}\alpha} - \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g \cos^2\alpha}{\sin\alpha} = N_2$$

$$-\frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g (\sin^2\alpha + \cos^2\alpha)}{\sin\alpha} + mg + \frac{1{,}5 m\omega^2 R}{\operatorname{tg}\alpha}$$

$$-\frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho g}{\sin\alpha} + \frac{4}{3}\pi R^3 6\rho g$$

$$\frac{8\pi R^3 \rho g \sin\alpha + 12\pi R^4 \rho \omega^2 \cos\alpha}{\sin\alpha} - \frac{4\pi R^3 \rho g}{3\sin\alpha} =$$

$$= \frac{24\pi R^3 \rho g \sin\alpha + 36\pi R^4 \rho \omega^2 \cos\alpha - 4\pi R^3 \rho g}{3\sin\alpha} =$$

$$= \frac{20\pi R^3 \rho g \sin\alpha}{3\sin\alpha} + \frac{\overset{4}{12}\pi R^4 \rho \omega^2}{3} =$$

21206202 (U808019 M1279129)

черновик Вар: 10-02

№ 3

$V_н = V \cdot 7 = 11,9$

$p = \frac{\nu RT}{V} = 18 \cdot$

$\frac{pV}{\cancel{T}} = \frac{3,6p \cdot V}{7}$

$p_1 =$

$\varphi V p_н = \varphi \frac{\nu}{3} RT_1$

$\frac{3,6pV}{7} = \frac{\nu_2 RT_1}{}$

$p_н V = \nu_3 RT_1$

$1,7л = 1,7дм^3 = 1,7 \cdot 10^{-3} м^3$

$p_0 V = \frac{m}{\mu} RT_1$

$p_0 = p_н / 3,6 = 0,14$

$\frac{\frac{p_н}{3,6} \cdot V \cdot 7 \cdot \mu}{R \cdot T_1} =$

$= \frac{0,5 \cdot 10^5 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 354} = \frac{0,5 \cdot 1,7 \cdot 7 \cdot 18}{8,31 \cdot 354 \cdot 10} =$

$= 0,0036 кг$

$\frac{p_0 V_0}{T_1} = \frac{3,6 p_0 V_1}{\cancel{T_1}}$

$\frac{V_0}{3,6}$

4

21206202 (U808019 M1279129)

Чистовик

№2

Вар: 10-02

Дано:

$\omega; \rho; 6\rho;$

$R; 1{,}5R; \alpha (tg\alpha = \frac{3}{2})$

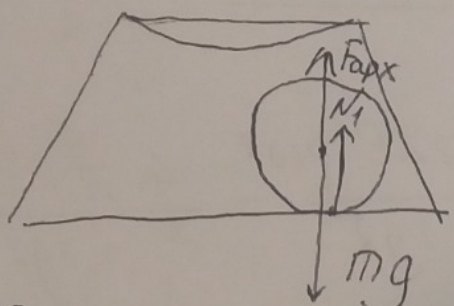
Найти:

1) N_1

2) N_2

Решение

1) В 1-ом случае шар полностью погружён в воду, т.к. $6\rho > \rho$,



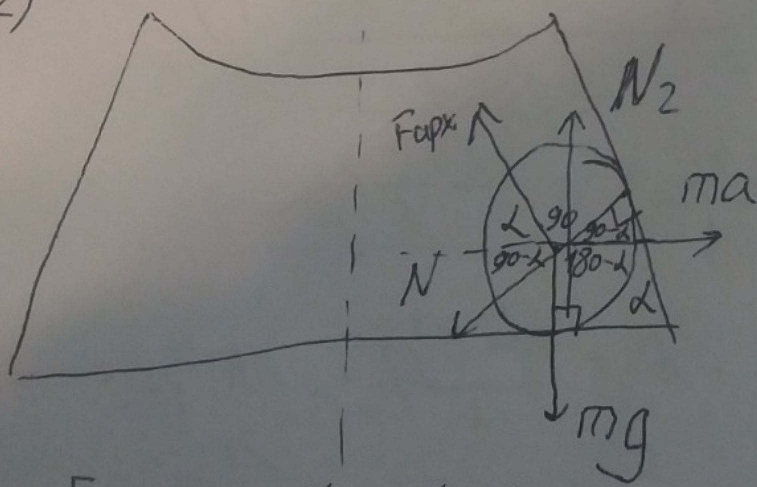
$N_1 + F_{apx} = mg$

$F_{apx} = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho \cdot g$

$mg = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho \cdot g = 8\pi R^3 \rho g$

$N_1 = 8\pi R^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$

2)



Fapx направлена перпендикулярно к поверхности воды

$N \perp F_{apx}$, иначе шар поднимался бы "вверх" по конусу

$F_{apx} \sin\alpha + N_2 = N\cos\alpha + mg$

$F_{apx} \cos\alpha + N\sin\alpha = ma$

$a = \omega^2 R \cdot 1{,}5$

$F_{apx} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g$

$m = 8\pi R^3 \rho g$

2

21206202 (U808019 M1279129)

Чистовик Вар: 10-02 -02

№3

Решение

Дано:

$T_0 = 81° = 354 K$

$\frac{V_0}{7} = 1,7 л = 1,7 \cdot 10^{-3} м^3$

$3,6 p_0 = p_1$

$p_н = 0,5 \cdot 10^5 Па$

$\mu = 18 г/моль$

$R = 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

Найти:

1) p_0

2) m_0

1) $p_н = p_1$, т.к. при сжатии изменение объёма не пропорционально изменению давления ⇒ образовалась вода и пар стал насыщенным

$p_0 = \frac{p_1}{3,6} = \frac{p_н}{3,6} = 0,14 \cdot 10^5 (Па)$

2) $p_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T_0$

$m_0 = \frac{p_0 V_0 \mu}{R T_0}$;

$m_0 = \frac{0,14 \cdot 10^5 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 354} = \frac{0,14 \cdot 1,7 \cdot 7 \cdot 18}{83,1 \cdot 354} =$

$= 0,001 (кг) = 1 (г)$

Ответ: $p_0 = 0,14 \cdot 10^5 (Па)$; $m_0 = 1 (г)$

4

21206202 (U808019 M1279129)

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21206202**

ID профиля: **808019**

Вариант 2

Чистовик

Вар: 10-02

№4

Дано:

α, $\cos\alpha = \frac{3}{5}$

H, m, $2m$

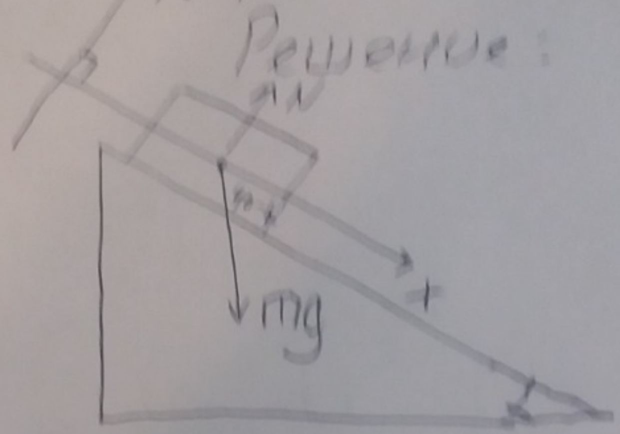
Найти:

1) t_1

2) $a_{кл}$

3) t_2

Решение:

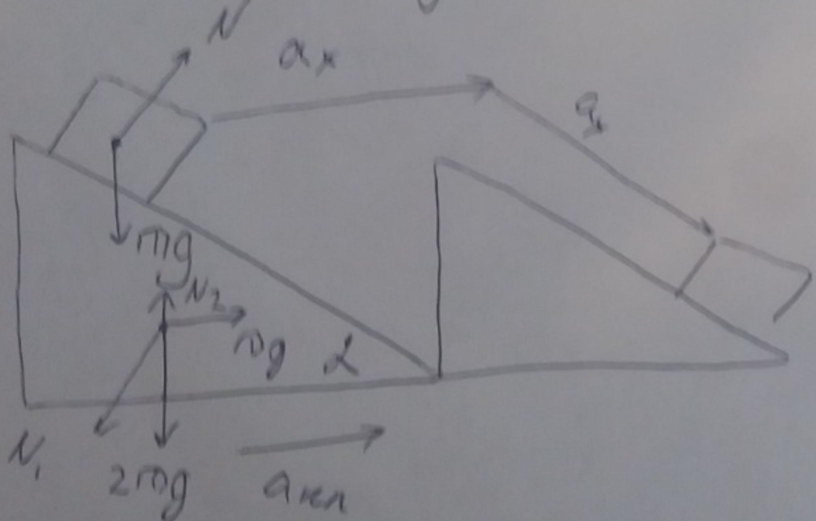


x: $mg\sin\alpha = ma$ по 2 з. Ньютона

$a = g\sin\alpha$

$$\frac{g\sin\alpha \cdot t^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}\ ;\quad t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}\ ;\quad t = \sqrt{\frac{2H}{16g}\cdot 25} = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{2g}}$$

2)



$a_{кл} = a_x$ $\quad N_1 = N$

1

по 2 з. Ньютона

1) $mg = 2ma_{кл} + N\sin\alpha$, для клина

2) $ma_{кл}\sin\alpha + mg\cos\alpha = N$

3) $mg\sin\alpha = ma_y + ma_{кл}\cos\alpha$

4) $ma_y\sin\alpha + N\cos\alpha = mg$

из 2) в 1): $mg = 2ma_{кл} + ma_{кл}\sin^2\alpha + mg\sin\alpha\cos\alpha$

$a_{кл} = \frac{g(1-\sin\alpha\cos\alpha)}{2+\sin^2\alpha}$; $a_{кл} = g\cdot\frac{13}{66}$

21206202 (U808019 M1279130)

Чистовик Вар 10-02

3) $mg\sin\alpha = ma_y + ma_{кл}\cos\alpha$

$a_y = g\sin\alpha - a_{кл}\cos\alpha$

$a_y = \left(\frac{4}{5} - \frac{13\cdot 3}{66\cdot 5}\right)g = \frac{88-13}{110}g = \frac{15}{22}g$

$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{15g}{22\cdot 2}t_2^2;\quad t_2 = \sqrt{\frac{2\cdot 22H\cdot 5}{4\cdot 15\, g}} = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$

Ответ: $t_1 = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{2g}};\ a_{кл} = \frac{13}{66}g;\ t_2 = \sqrt{\frac{11H}{3g}}$

2

21206202 (U808019 M1279130)

Чистовик Вар. 10-02

№5

Дано:

$\Delta p = -0{,}01 p_0$

$\Delta V = +0{,}02 V_0$

Найти

1) ΔT

2) $\frac{Q}{\Delta U}$

Решение

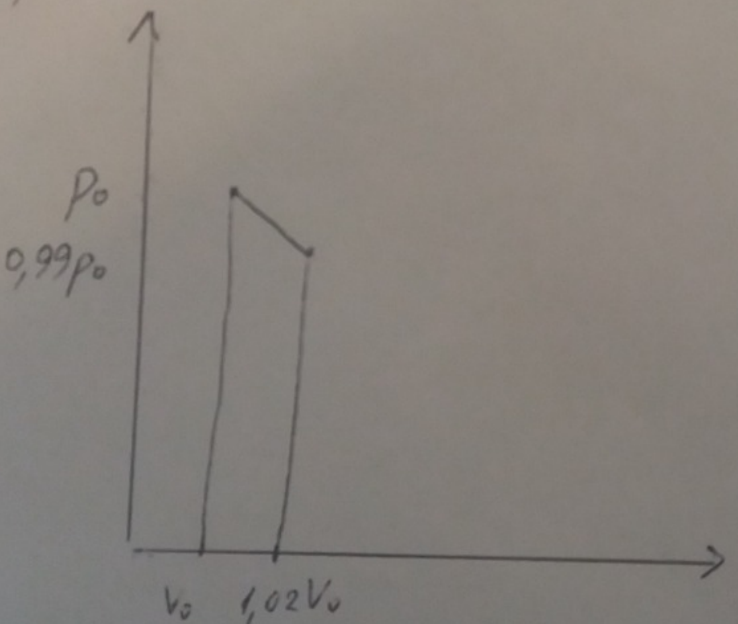
1) $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{0{,}99 p_0 \cdot 1{,}02 V_0}{T_1}$

$T_1 = 1{,}0098 T_0$

$100(1{,}0098 - 1) = 0{,}98\%$

Увеличится на 0,98%

2)



Поскольку изменения очень маленькие, то работу, совершённую газом, можно найти как площадь трапеции

$A = \frac{p_0 + 0{,}99 p_0}{2} \cdot (1{,}02 - 1) V_0 = 0{,}0199\, p_0 V_0$

3

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_1 (1{,}0098 - 1) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 0{,}0098 = 0{,}0147\, p_0 V_0$

$Q = A + \Delta U$; $Q = 0{,}0199 p_0 V_0 + 0{,}0147 p_0 V_0 = 0{,}0346\, p_0 V_0$

$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0{,}0346 p_0 V_0}{0{,}0147 p_0 V_0} = 2{,}35$

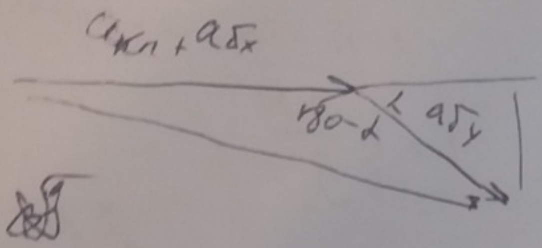
Ответ: +0,98% – температура увеличится

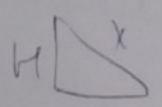
$Q/\Delta U = 2{,}35$

$3ma_{nn} + ma_{бx}$ Черновик

$$3a_{nn} + a_{бx} + g\sin\alpha\cos\alpha - a_{бx}\cos^2\alpha - a_{nn}\cos^2\alpha = g$$

$$3a_{nn} + g\sin\alpha\cos\alpha + a_{бx}\sin^2\alpha - a_{nn}\cos^2\alpha = g$$





$\frac{H}{x} = \sin$

$$g\sin^2\alpha - a_{бx}\sin\alpha\cos\alpha - a_{nn}\cos\alpha\sin\alpha =$$

$\sqrt{a_{nn}^2}$

$$m(a_{бx} + a_{nn})\sin\alpha + mg\cos\alpha = \frac{ma_{nn} + ma_{бx} + mg\sin\alpha\cos\alpha - ma_{бx}\cos^2\alpha - ma_{nn}\cos^2\alpha}{\sin\alpha}$$

$$a_{бx}\sin^2\alpha + a_{nn}\sin^2\alpha + g\sin\alpha\cos\alpha = a_{nn} + a_{б} + g\sin\alpha\cos\alpha - a_{бx}\cos^2\alpha - a_{nn}\cos^2\alpha$$

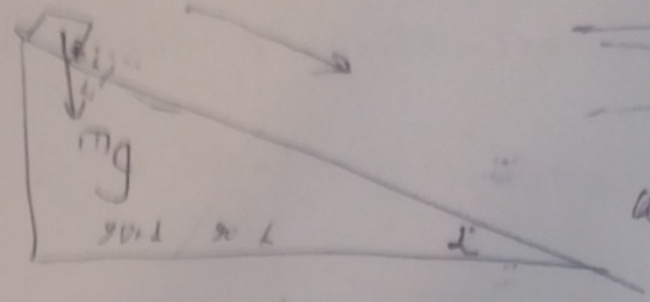
$a_{бx}$ $\quad a_{бx}\sin^2\alpha - a_{бx} + a_{бx}\cos^2\alpha = a_{nn} - a_{nn}\sin^2\alpha - a_{nn}\cos^2\alpha$

$$a_{бx} = \frac{a_{nn}(1 - \sin^2\alpha - \cos^2\alpha)}{\sin^2\alpha - 1 + \cos^2\alpha}$$

$$3a_{nn} + g\sin\alpha\cos\alpha + \frac{a_{nn}\sin^2\alpha(1 - \sin^2\alpha - \cos^2\alpha)}{\sin^2\alpha - 1 + \cos^2\alpha} - a_{nn}\cos^2\alpha = g$$

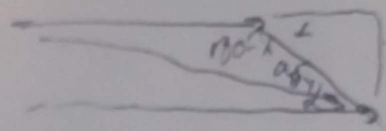
Черновик

№4

1) 

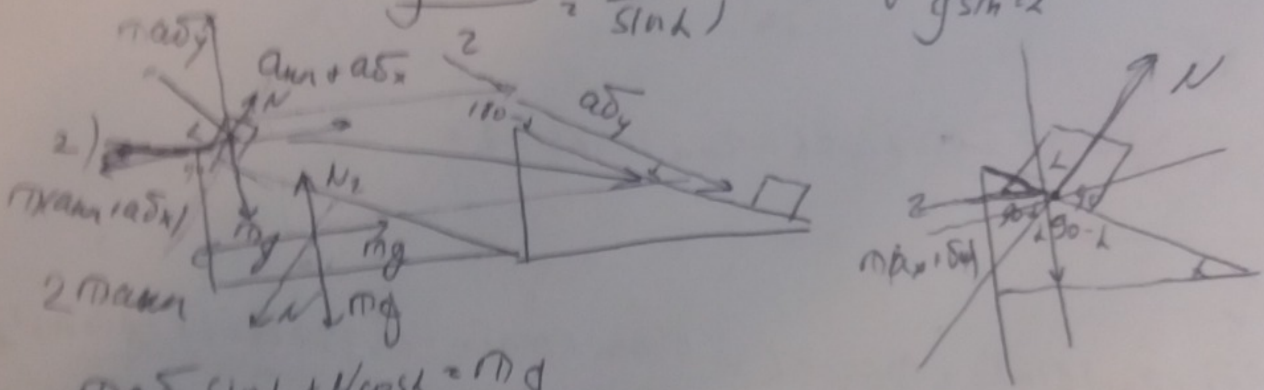
$mg\sin\alpha = ma$

$\frac{g\sin\alpha t^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$; $t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}$



$a_{бу}\sin\alpha =$

$m(a_{бx} + a_{пп})\sin\alpha + mg\cos\alpha =$

2) 

$ma_{бу}\sin\alpha + N\cos\alpha = mg$

$m(a_{пп} + a_{бx}) + ma_{бу}\cos\alpha = N\sin\alpha$

$N\sin\alpha + 2ma_{пп} = mg$

$ma_{бу}\sin\alpha + \frac{ma_{пп} + ma_{бx} + ma_{бу}\cos\alpha}{tg\,\alpha} = mg$

$a_{пп} = \frac{mg - N\sin\alpha}{2m}$ $\cancel{2ma_{пп} = mg - ma_{пп} - ma_{бx} - ma_{бу}\cos\alpha}$

$N = \frac{ma_{пп} + ma_{бx} + ma_{бу}\cos\alpha}{\sin\alpha}$

$ma_{пп} + ma_{бx} + ma_{бу}\cos\alpha + 2ma_{пп} = mg$

$\boxed{3ma_{пп} + ma_{бx} + ma_{бу}\cos\alpha = mg}$

$\frac{ma_{бу}\sin^2\alpha}{\cos\alpha} + ma_{пп} + ma_{бx} + ma_{бу}\cos\alpha = \frac{mg\sin\alpha}{\cos\alpha}$

$ma_{бу}\sin^2\alpha + ma_{пп}\cos\alpha + ma_{бx}\cos\alpha + ma_{бу}\cos^2\alpha = mg\sin\alpha$

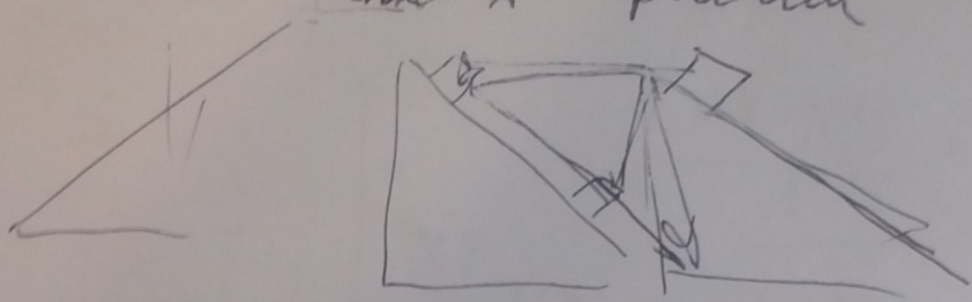
$ma_{бу} + ma_{пп}\cos\alpha + ma_{бx}\cos\alpha = mg\sin\alpha$

$g\sin\alpha - a_{бx}\cos\alpha - a_{пп}\cos\alpha = a_{бу}$

21206202 (U808019 M1279130)

Вар: 10-02

Черновик



$a_y =$

$g\sin\alpha = a_y + a_{nn}\cos\alpha$

$g\sin\alpha - a_{nn}\cos\alpha$

$\frac{4}{5}g - \frac{13}{\cancel{66}\ 22}\cdot\frac{5}{5}g = \frac{88-65}{110} = \frac{23}{110}g$

$\frac{4}{5}\cdot\frac{3}{5} = \frac{12}{25}$

$\frac{13}{25}$

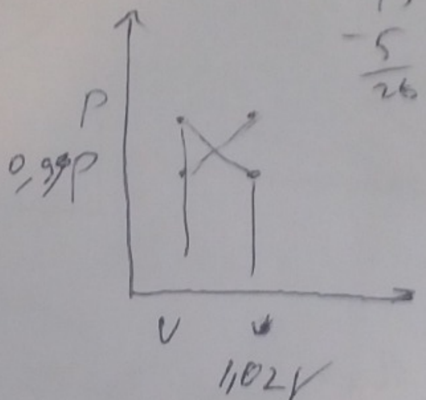
$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{23}{110}\frac{t^2}{2}$

$\sqrt{\frac{2H\cdot 110\cdot 5}{23\cdot 4}} = \sqrt{\frac{\cancel{44}H}{23}}\cdot\frac{5}{2}$

21206202 (U808019 M1279130)

$$\frac{pV}{T_0} = \frac{0{,}99p \cdot 1{,}02V}{T_1}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = 0{,}99 \cdot 1{,}02 = 1{,}098$$



$75 \mid 5$

$-5 \quad 15$

$\overline{25}$

$$\frac{3}{2}\nu R T_1 \cdot 0{,}098$$

$$\frac{3}{2}pV \cdot 0{,}098 = \Delta U$$

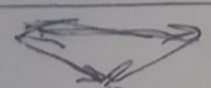
$$p \quad \frac{1{,}99p}{2} \cdot 0{,}02V + \Delta U$$

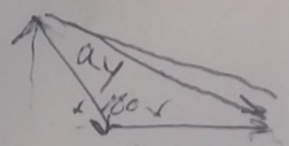
$$\frac{13}{25} \quad \Delta V$$

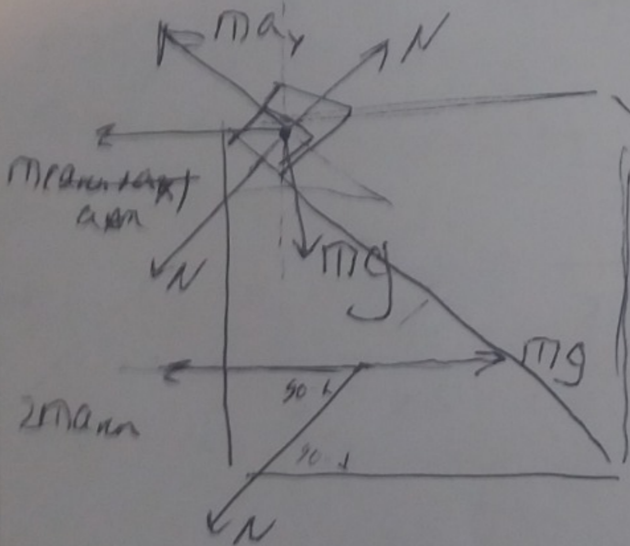
$$\frac{66}{25} \qquad \frac{13}{66}$$

$$\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + 2a_x a_y \cos \alpha}$$

$$a_x^2 + a_y^2 + 2a_x a_y \cos\alpha = a^2$$







$$2 + \frac{16}{25} = \frac{66}{25}$$

12

$25 - 12$

$\frac{13}{25}$

$a_y \sin\alpha \quad 2 + \frac{16}{25}$

$\frac{4}{5} \quad \frac{3}{5}$

$$\sin\alpha = \frac{4}{5}$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{12}{25} \quad \frac{13}{25} \qquad = \frac{12}{25}$$

$$mg = 2ma_{nn} + N\sin\alpha$$

$$m(\underbrace{a_{nn}+a_x}_{a_x})\sin\alpha + mg\cos\alpha = N$$

$$mg = 2ma_m + ma_x\sin^2\alpha + mg\sin\alpha\cos\alpha$$

$$mg\sin\alpha = ma_y + ma_x\cos\alpha$$

$$g\sin\alpha = \frac{g}{\sin\alpha} - \frac{g\cos^2\alpha}{\sin\alpha} - a_x\cos\alpha + a_x\cos\alpha$$

$$ma_y\sin\alpha + \cancel{N}\cos\alpha = mg$$

$$ma_y\sin\alpha + ma_x\sin\alpha\cos\alpha + mg\cos^2\alpha = mg$$

$$\frac{g - g\cos^2\alpha - a_x\sin\alpha\cos\alpha}{\sin\alpha} = a_y$$

$$mg = 2ma_m + ma_{nn}\sin^2\alpha + mg\sin\alpha\cos\alpha$$

$$\frac{g}{\sin\alpha} - \frac{g\cos^2\alpha}{\sin\alpha} - a_x\cos\alpha$$

$$\frac{g - g\sin\alpha\cos^2}{2 + \sin^2\alpha} = a_m$$

21206202 (U808019 M1279130)