Часть 1

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

Шифр: **21205860**

ID профиля: **324323**

Вариант 2

Чистовик

№1

1) в верхней точке траектории скорость равна нулю:

$v_0 = g t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{g}$

2) $H = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g \frac{v_0^2}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$

3) t_2 – время столкновения шариков, ~~тогда~~ с момента броска второго

$H = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} + \frac{g t_2^2}{2}$; $\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_0}{2g}$

~~Ответ 1: $t_2 = \frac{v_0}{2g}$~~

T_1 – время полёта первого мяча до столкновения

$T_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$

Ответ 1: $\frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$

$T_2 = t_2$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g}}{\frac{1}{2} \frac{v_0}{g}} = \frac{3}{1}$

Ответ 2: $\frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{1}$

$h_{\text{от верха}} = \frac{g t_2^2}{2} = \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{4g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{8g}$

$h_{\text{от низа}} = H - h_{\text{от верха}} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3}{4} \frac{v_0^2}{g}$

Ответ 3: $\frac{3}{4} \frac{v_0^2}{g}$

Ответ: 1) $T_1 = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$; 2) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{1}$; 3) $h = \frac{3}{4} \frac{v_0^2}{g}$

1

Чистовик

№ 3 Дано:

$T = 81°C = 354 °K$

$V_1 = \frac{1}{7} V_0 = 1,7 л.$

$P_1 = 3,6 P_0$

$P = 0,5 \cdot 10^5 Па$

$\mu = 18$ г/моль

$R = 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

Найти:

1) P_0 - ?

2) m_0 - ?

Происходило изотермическое сжатие, но $P_0 V_0 = P_1 V_1$ - не выполняется, это значит что часть водяного пара сконденсировалась, это начало происходить когда водяной пар стал насыщенным, значит

$P_1 = P = 0,5 \cdot 10^5 Па$

$P_0 = \frac{0,5 \cdot 10^5 Па}{3,6} \approx 1388,9 Па$

Ответ 1: 1388,9 Па.

$V_0 = 1,7 \cdot 7 = 11,9 л. = 0,0119 м^3$

$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} RT$

$m_0 = \frac{P_0 V_0 \cdot \mu}{R \cdot T} = \frac{1388,9 \cdot \cancel{0,0119 \cdot 0,018}\ 11,9 \cdot 18}{8,31 \cdot 354} =$

$= \frac{0,2975}{\cancel{83}\ 2941,74} \cancel{= 0,0001 кг. = 0, кг.} \approx 101 г$

Ответ 2 $m_0 = \cancel{0, кг.}\ 101 г$

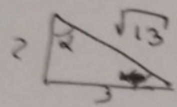
Ответ: $P_0 = 1388,9$ Па; $m_0 = 101 г.$

2

21205860 (U324323 M1283236)

Чистовик

№2 (продолжение)



$tg\,\alpha = \frac{3}{2}$

$\sin\alpha = \frac{3}{\sqrt{13}}$

$\cos\alpha = \frac{2}{\sqrt{13}}$

$$N' \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = \frac{15}{2}\omega^2 R \cdot \rho \cdot V$$

$$N' = \frac{5\sqrt{13}}{2}\omega^2 R \cdot \rho \cdot V$$

$$5\rho g V = N_2 - N' \cdot \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$5\rho g V = N_2 - \frac{2}{\sqrt{13}} \cdot \frac{5\sqrt{13}}{2} \cdot \omega^2 R \cdot \rho \cdot V$$

$$5\rho g V = N_2 - 5\omega^2 R \cdot \rho \cdot V$$

$$N_2 = 5\rho V(g - \omega^2 R) = 5 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho (g - \omega^2 R)$$

Ответ2: $N_2 = \frac{20}{3}\pi R^3 \cdot \rho (g - \omega^2 R)$

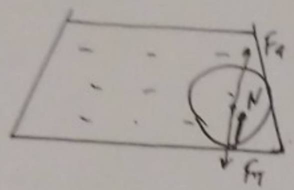
Ответ: $N_1 = \frac{20}{3}\pi R^3 \cdot \rho \cdot g$; $N_2 = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho (g - \omega^2 R)$

4

Чистовик

№2

1)



по $\overline{II}$ закону Ньютона

$\overline{F_a} + \overline{F_T} + \overline{N_1} = 0$

$F_T - F_a = N_1$

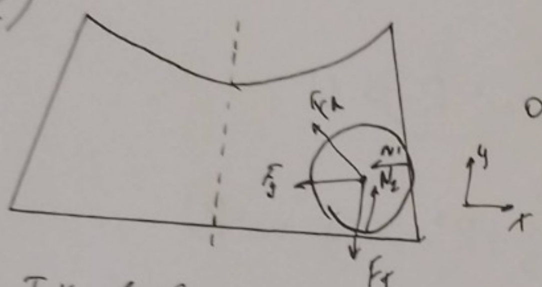
$mg - \rho g V = N_1$

$6\rho \cdot V \cdot g - \rho g V = N_1$

$N_1 = 5\rho g\ V = 5 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g \cancel{\pi} \cdot \rho$

Ответ 1: $N_1 = 5 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot g \cdot \rho$

2)



силу реакции опоры действующую от правой стенки обозначим за N'

Т.к. в воде есть центростремительное ускорение, то F_A будет разбиваться на две состовляющих $F_a(x)$ и $F_a(y)$

$F_a(y) = \rho g V$

$F_a(x)$: ускорение в воде не постоянно, тем меньше, чем ближе к центру, чтобы посчитать $F_a(x)$ будем одновременно рассматривать ~~все~~ левую и правую часть шарика.

В ~~на~~ самой его левой части $a_y = \omega^2 \cdot 0{,}5R$, в самой правой $a_y = \omega^2 \cdot 2{,}5R$. ~~через небольшое~~ их сумма $a_y = 3\omega^2 R$, через малое расстояние dl на левой части $a_y = \omega^2 \cdot (0{,}5R + dl)$, а на правую $a_y = \omega^2(2{,}5R - dl)$ — их сумма $a_y = \omega^2 3R$, как и в первом случае. Если мы усредним значения всех пар, то получим $F_a(x) = 3 \cdot \omega^2 R \cdot \rho \cdot \frac{V}{2}$, $\frac{V}{2}$ т.к. мы считали ~~половину~~ каждый кусочек дважды

ур-ие на ox: $F_a(x) + N' \cdot \sin\alpha = F_y$.

$\frac{3}{2}\omega^2 \cdot R \cdot \rho \cdot V + N' \sin\alpha = \frac{3}{2}\omega^2 \cdot R \cdot 6\rho \cdot V$

$N' \sin\alpha = \frac{15}{2}\omega^2 R \cdot \rho \cdot V$

3

ур-ие на oy: $F_a(y) - F_T + N_2 - N' \cos\alpha = 0$

$\rho g V - 6\rho g V + N_2 - N' \cos\alpha = 0$

$5\rho g V = N_2 - N' \cdot \cos\alpha$

21205860 (U324323 M1283236)

№1 черновик

① $v_0 = g t_1 \Rightarrow \boxed{t_1 = \frac{v_0}{g}}$

② $H = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$

③ $H = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} + \frac{g t_2^2}{2}$

$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_2 \Rightarrow \boxed{t_2 = \frac{v_0}{2g}}$

$\boxed{\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{v_0}{g}}{\frac{v_0}{2g}} = \frac{v_0}{g} \frac{2g}{v_0} = 2}$

$\frac{\frac{м}{с}}{\frac{м}{с^2}} = \frac{м}{с} \cdot \frac{с^2}{м} = с$

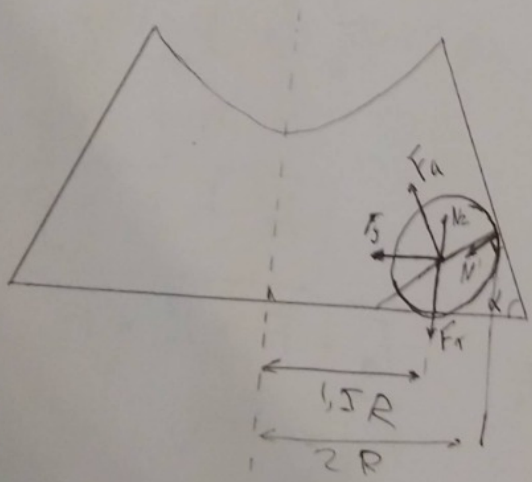
④ $H_{от\ верха} = \frac{g t_2^2}{2} = \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{2g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{4g}$

$H_{от\ низа} = H - H_{от\ верха} = \boxed{\frac{v_0^2}{4g}}$

$\frac{1}{2} - \frac{1}{8} = \frac{4-1}{8}$

$\frac{H}{v_0} = \frac{v_0}{2g}$

№2



① $N_1 = F_T - F_A$

$F_T = mg = 6\rho g V$

$F_A = \rho g V$

$N_1 = 5\rho g V = 5 \cdot \frac{4}{3}\pi R^2 \rho g$

$\boxed{= \frac{20}{3}\pi g \cdot \rho}$

② $\overline{F_A} + \overline{F_y} + \overline{N_2} + \overline{N'} + \overline{F_T} = 0$

$a_y = \omega^2 2R = $

x $\omega^2 \cdot 2{,}5R \cdot V \cdot \rho = F_A$ (- в проекции на Ox

y $\rho g V = F_A$ - в проекции на Oy

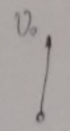
① $F_A(y) - F_T + N_2 - N' \cos\alpha = 0$

② $F_y = F_A(x) + N' \sin\alpha = 1{,}5\omega^2 R \cdot M =$

21205860 (U324323 M1283236)

Черновик

N1

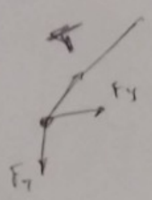


$v_0 = gt \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{g}$

$H = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} + \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{g} + \frac{v_0^2}{2g}$

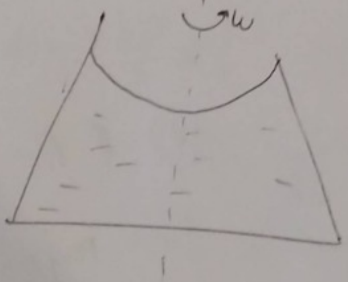
$v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} + \frac{gt^2}{2} = \frac{3}{2}\frac{v_0^2}{g}$

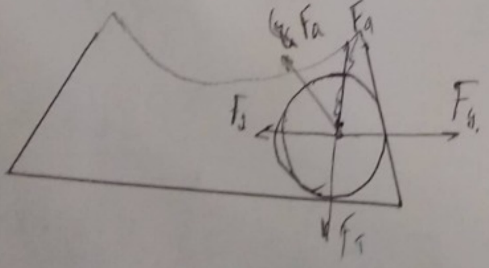
$\boxed{t = \frac{3}{2}\frac{v_0}{g}}$?



$\boxed{\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{5}{2}\frac{v_0}{g}}{\frac{3}{2}\frac{v_0}{g}} = \frac{5}{3}}$?

N2





1) $F_a = \rho g V = \rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 V$

$F_T = mg = V \cdot 6\rho \cdot g$

$F_T - F_a = 5\rho g V = 5\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$

$\vec{F_a} + \vec{F_T} + \vec{N_2} = \vec{F_y}$

$F_{a(y)} = F_{T(y)}$

N3 $T = 81°C$ $V_0 = 11,9$ л. $V_1 = 1,7$ л. $P_п = 0,5 \cdot 10^5$ Па

P_0 - ? $P_1 = 3,6 P_0 = 0,5 \cdot 10^5$

$\mu P_0 V_0 = \frac{m}{\mu} RT$

$m = \frac{\mu P_0 V_0}{RT} = \frac{297502}{294}$ $\boxed{P_0 \approx 1388,9 \text{ Па}}$ $\approx 101,12.1$

$m = \frac{1388,9 \cdot 0,018 \cdot 0,0119}{8,31 \cdot 354}$

Черновик

$6\rho \cdot V \cdot 1{,}5\,\omega^2 R = 2{,}5\,\omega^2 R \cdot V \cdot \rho + N' \sin\alpha$ | 2

~~$N' \sin\alpha = \omega^2 R$~~

$6{,}5\,\omega^2 R = N' \sin\alpha$

$\rho g V - 6 V \cdot \rho + N_2 - N' \cos\alpha$ | 1

Fa в проекциях на Ox и Oy:

$\omega^2 \cdot \frac{3}{2} R \cdot m$

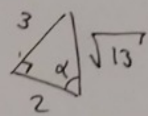
$Fa(x) = \rho a V$, где a – центростремительное ускорение

$Fa(y) = \rho g V = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho g$

$mg = 6\rho g V$

~~$Fa(y)$~~ $Fa(x) + N' \sin\alpha = \omega^2 \cdot 1{,}5R$

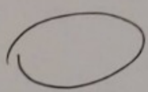
$\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 + N' \sin\alpha = \omega^2 \cdot 1{,}5R$



$\sin\alpha = \frac{3}{\sqrt{13}}$

$\cos\alpha = \frac{2}{\sqrt{13}}$

$Fa(y) - F_T + N_2 - N' \cos\alpha = 0$

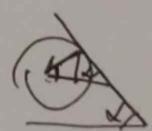


$\rho g V = \sum \rho g \cdot S$

$Fa(y) = \sum \rho \cdot a \cdot dV$

$\omega^2 (0{,}5R + dl + 2{,}5R - dl$

$a_y = \omega^2 \cdot 0{,}5R$ +; $a_y = \omega^2 \cdot 2{,}5R$



$a_y = 3\omega^2 R$

$a_y = \omega^2 \cdot \cancel{0{,}5(R + dl)}$ $R(0{,}5 + dl)$; $a_y = \omega^2 \cdot (2{,}5 - dl)R$

$a_y = \omega^2 R(0{,}5 + dl + 2{,}5 - dl) = \omega^2 \cdot 3R$

$Fa(y) = \rho \cdot \omega^2 \cdot 3R \cdot \frac{V}{2} = 1{,}5 \cdot \omega^2 \cdot R \cdot V \cdot \rho$

$1{,}5\,\omega^2 R \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho - 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot g + N_2 - N' \cos\alpha = 0$

21205860 (U324323 M1283236)

Часть 2

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

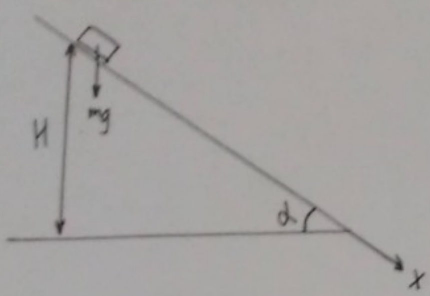
Шифр: **21205860**

ID профиля: **324323**

Вариант 2

Чистовик

№4



1) по оси X II закон Ньютона:

$mg \cdot \sin\alpha = ma$

$a = g\sin\alpha$

$L\sin\alpha = H$

$L = \dfrac{H}{\sin\alpha}$

$L = \dfrac{at^2}{2} = \dfrac{g\sin\alpha \cdot t^2}{2}$

если $\cos\alpha = \frac{3}{5}$, то $\sin\alpha = \frac{4}{5}$

$\frac{5}{4}H = \dfrac{g \cdot \frac{4}{5} \cdot t^2}{2} = \frac{4}{10} g \cdot t^2$

$\cancel{t = \sqrt{\frac{10L}{4g}}}$ $t^2 = \dfrac{\frac{5}{4}H}{\frac{4}{10}g} = \frac{50}{16}\cdot\frac{H}{g}$; $t = \sqrt{\frac{50}{16}\frac{H}{g}} = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

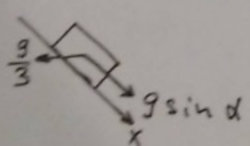
Ответ 1: $t = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

2) II закон Ньютона на систему из клина и груза:

$(m+2m)a = mg \Rightarrow a = \frac{g}{3}$

Ответ 2: $a = \frac{g}{3}$

3) ~~на~~ ~~т.к. силы трения между грузом и клином нет, то верхний не получает никакого ускорения от клина, а тот в свою очередь получает. Поэтому~~ Перейдем в систему отсчета связанную с клином, в ней клин не двигается, а к грузу добавляется ускорение клина $(-\bar{a})$



по II закону Ньютона в проекции на ось X

$ma = g\sin\alpha - \frac{g}{3}\sin\alpha = \frac{2}{3}g\sin\alpha$

$L = \dfrac{\frac{2}{3}g\sin\alpha \cdot t_2^2}{2}$

$\frac{5}{4}H = \frac{1}{3}\cdot\frac{4}{5}\cdot g \cdot t_2^2$

$t_2^2 = \frac{5^2}{4^2}\cdot 3 \cdot \frac{H}{g}$; $t_2 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{3H}{g}}$

Ответ 3: $t_2 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{3H}{g}}$

1

Ответ: $t_1 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$; $a = \frac{g}{3}$; $t_2 = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{3H}{g}}$

21205860 (U324323 M1283237)

Чистовик

N5 1) $P_1 = 0{,}99 P_0$

$V_1 = 1{,}02 V_0$

$P_0 V_0 = \nu R T_0$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$$\frac{P_0 V_0}{P_1 V_1} = \frac{T_0}{T_1}$$

$$\frac{P_0 V_0}{0{,}99 \cdot 1{,}02 P_0 V_0} = \frac{T_0}{T_1}$$

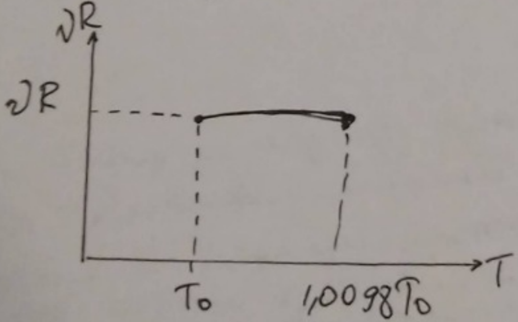
$$\frac{1}{1{,}0098} = \frac{T_0}{T_1} \Rightarrow T_1 = 1{,}0098 T_0$$

Ответ 1: Температура увеличилась на 0,98%

2) $\Delta U = Q - A'$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

~~?~~ нам нужно найти A', но как изменяется ~~?~~ графике $P(V)$ мы незнаем, поэтому будем считать A' в осях ~~?~~ $\nu R(T)$.



$A' = \nu R \Delta T$

$$Q = \Delta U + A' = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{\frac{5}{2}\nu R \Delta T}{\frac{3}{2}\nu R \Delta T} = \frac{5}{3}$$

Ответ 2: $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{5}{3}$

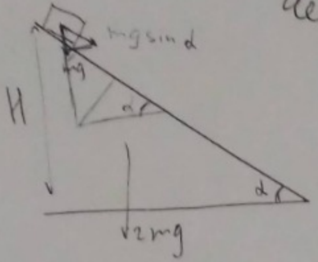
Ответ: температура увеличилась на 0,98% ; $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{5}{3}$

2

21205860 (U324323 M1283237)

Черновик

№4



1) $mg\sin\alpha = ma$

$\cancel{mg\sin}\alpha \quad a = g\sin\alpha$

$\cancel{L\cos}L\sin\alpha = H$

$L = \frac{H}{\sin\alpha}$

$L = \frac{at^2}{2}$

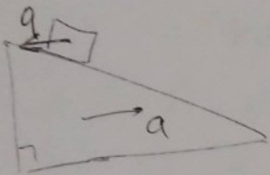
$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{g\sin\alpha}{2}\cdot t^2$

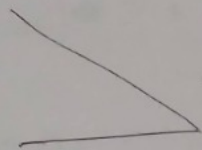
$\frac{2H}{g\cdot\frac{4^2}{5^2}} = \frac{2H}{g}\cdot\frac{5^2}{4^2}$ $\quad tg\alpha = \frac{H}{S}$

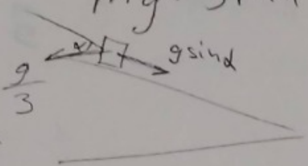
$S = tg\alpha\cdot H$

$\cancel{F = mg =}$ $\quad g\sin\alpha = Htg\alpha$ $\quad \sqrt{2H/g\sin^2\alpha} = t$

$mg = 3ma$; $g =$ $\boxed{a = \frac{g}{3}}$







$g\sin\alpha - \frac{g}{3}\sin\alpha = \frac{2}{3}g\sin\alpha$

$\frac{\frac{2}{3}g\sin\alpha\cdot t^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$

$\frac{2}{6}g\sin^2\alpha\, t^2 = H$

$t = \sqrt{\frac{H\cdot 6}{2g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{3H}{g\sin^2\alpha}}$

№5 $\quad P_0V_0 = \nu RT_0$

$0{,}99P_0\cdot 1{,}02V_0 = \nu RT_1$

$1{,}0098 = \frac{T_1}{T_0}$

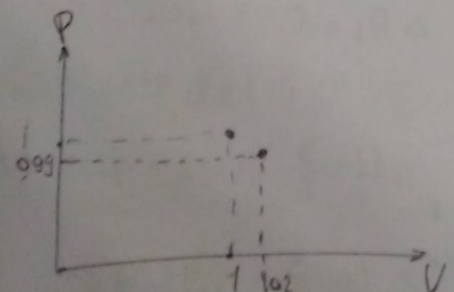
$\boxed{T_1 = 1{,}0098T_0}$

T – увеличилось на 0,98%

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = Q - A'$

$Q = c\cdot\Delta T =$

$+0{,}199 \pm 0{,}0001$



$0{,}99\cdot 0{,}2 = 0{,}0199 \pm 0{,}0001$

$Q = 0{,}0199 \pm 0{,}0001$

$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{\frac{3}{2}\nu RT + 0{,}199 \pm 0{,}0001}{\frac{3}{2}\nu RT}$

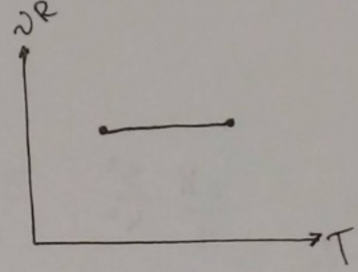
$1 + 0{,}199\cdot\frac{3}{2}\nu RT \pm 0{,}0001\nu RT$

N5 $P_1 = 0{,}99 P_0$

$V_1 = 1{,}02 V_0$

$T_1 = 0{,}99 \cdot 1{,}02 = 1{,}0098$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \cancel{\Delta P}\ \frac{3}{2} \cdot \Delta P \Delta V$



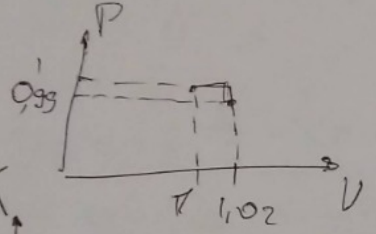
$\cancel{\Delta\ 1{,}0098}$

$\Delta U = Q - A'$

$Q = \Delta U + A'$

$Q = \cancel{\frac{3}{2} \Delta P \cdot \Delta V +}\ 0{,}03 + 0{,}0199 \pm 0{,}1$

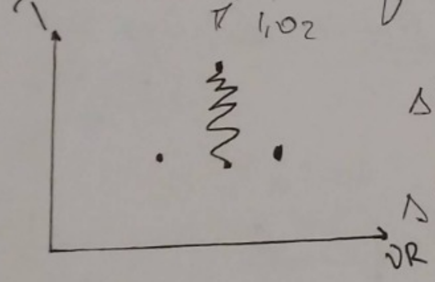
$P\downarrow V\uparrow T\uparrow$



$1 \cdot 0{,}02 = 0{,}02$

$0{,}0199 \pm 0{,}1$

$0{,}99 \cdot 0{,}02 = 0{,}0198$



$\Delta U\ \frac{3}{2}\ \Delta(PV)$

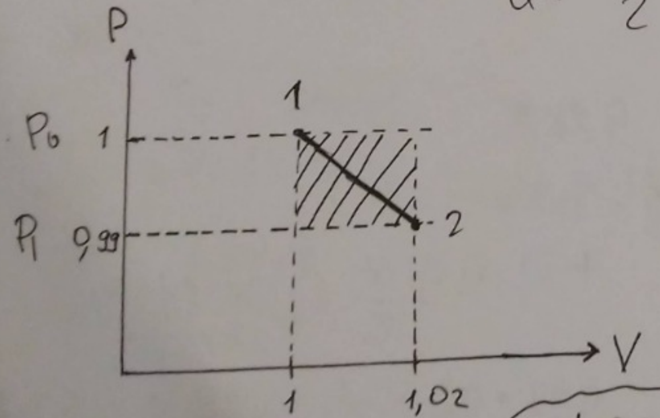
$A' = \Delta PV$

$\Delta PV = 0{,}0199 \pm 0{,}1$

$Q = \frac{5}{2} \Delta PV$

$\frac{кг}{м^3} \cdot \frac{м}{с^2} \cdot м$

$\frac{кг}{мс^2}$



$\nu R \Delta T = \Delta(PV)$

$\Delta PV = \cancel{0{,}004}\ 0{,}0098$

$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \Delta(PV) = 0{,}147$

$\Delta A_1 = 1 \cdot 0{,}02$

$\Delta A_2 = 0{,}99 \cdot 0{,}02$

$A = 0{,}0199 \pm 0{,}01$

$\boxed{A' = \nu R \Delta T}$

$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0{,}02 = 0{,}03 \quad \Delta A = 0{,}02$

$\frac{кг \cdot м}{с^2}, \quad \frac{кг \cdot м^2}{с^2} = \frac{кг}{м \cdot с^2} \cdot м^3 = \frac{кг \cdot К}{моль}$

$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}2 = \quad \Delta A = 0{,}99 \cdot 0{,}02$

$P(V)$

$\frac{К}{моль} = \frac{м^2}{с^2}$

$\Delta U = \frac{3}{2}(P_1 V_1 - P_0 V_0) \quad \Delta A =$

$\frac{кг}{мс^2}(м^3)$

21205860 (U324323 M1283237)