Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

004095

Шифр

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

заключительного этапа

1.	Предмет		ФИЗИКА
2.	Вариант		2
3.	Класс		10
4.	Фамилия		Н Е В Е Р О В А - С И М Ч И Т
	Имя		Е Л Е Н А
	Отчество		В А Л Е Р Ь Е В Н А
5.	Дата рождения		27 (Число) 09 (Месяц) 2005 (Год)
6.	Страна		Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*		Республика Тыва
8.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*		город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*		Кызыл
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь		ГАНООРТ "ГЛРТ" (Государственная автономная нетиповая общеобразовательная организация Республики Тыва „Государственный лицей Республики Тыва")

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ______

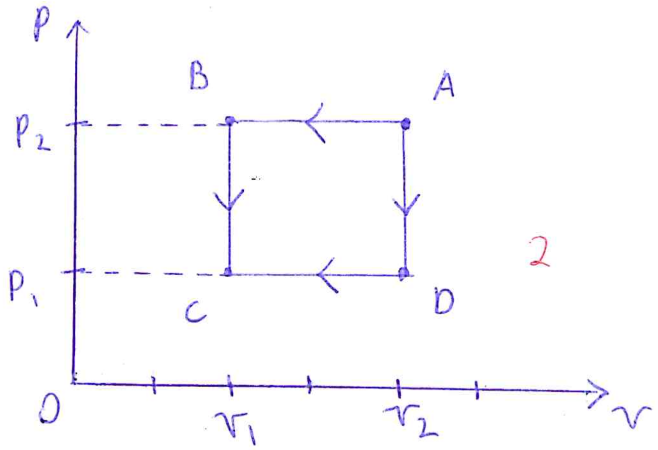
Место для скобы

Шифр 004095

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
74		Енол Д.М.	

№4



2

По уравнению Клапейрона-Менделеева имеем, что: $p \cdot V = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T$ =>

=> $T = \frac{p \cdot V \cdot \mu}{m \cdot R}$

Запишем температуру данного идеального газа в точках A, B, C и D:

$T_A = \frac{p_2 \cdot V_2 \cdot \mu}{R \cdot m}$ $\quad$ $T_C = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot \mu}{R \cdot m}$

$T_B = \frac{p_2 \cdot V_1 \cdot \mu}{R \cdot m}$ $\quad$ $T_D = \frac{p_1 \cdot V_2 \cdot \mu}{R \cdot m}$

1	2	3	4	5
10	18	10	18	18

74

4

Согласно первому закону термодинамики: $\Delta U = A + Q \Rightarrow Q = \Delta U + A'$

Найдём Q на участках AD, DC ~~(AD+DC=Э₁)~~ и AB, BC: ~~(AB+BC~~

$Q_{AD} = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot (T_D - T_A) + 0$, т.к. $\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T$ для идеального газа и $A' = p \cdot \Delta V$, но в данном процессе $V = const \Rightarrow \Delta V = 0$

?

$Q_{AD} = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \frac{V_2 \cdot \mu}{R \cdot m} \cdot (p_1 - p_2) = \frac{3}{2} \cdot V_2 \cdot (p_1 - p_2)$

$Q_{CD} = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot (T_C - T_D) + p_1 \cdot (V_1 - V_2) = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \frac{p_1 \cdot \mu}{m \cdot R} \cdot (V_1 - V_2) + p_1 \cdot (V_1 - V_2) =$

$= \left(\left(\frac{3}{2}\right) + 1\right) p_1 \cdot (V_1 - V_2) = \frac{5}{2} \cdot p_1 \cdot (V_1 - V_2)$

Место для скобы

Шифр 004095

$$Q_{AB}=\frac{3}{2}\cdot\frac{m}{\mu}\cdot R\cdot(T_B-T_A)+p_2\cdot(V_1-V_2)=\frac{3}{2}\cdot\frac{m}{\mu}\cdot R\cdot\frac{p_2\cdot\mu}{m\cdot R}\cdot(V_1-V_2)+p_2\cdot(V_1-V_2)=$$
$$=\left(1+\frac{3}{2}\right)\cdot p_2(V_1-V_2)=\frac{5}{2}p_2(V_1-V_2)$$

$$Q_{BC}=\frac{3}{2}\cdot\frac{m}{\mu}\cdot R\cdot(T_C-T_B)+0,\ \text{т.к. } V=const$$

$$Q_{BC}=\frac{3}{2}\cdot\frac{m}{\mu}\cdot R\cdot\frac{V_1\mu}{m\cdot R}\cdot(p_1-p_2)=\frac{3}{2}\cdot V_1(p_1-p_2)$$

У нас $Q_1=Q_{AD}+Q_{CD}$ и $Q_2=Q_{AB}+Q_{BC}$. 4

Пусть $Q_1-Q_2=X \Rightarrow Q_1=X+Q_2 \Rightarrow Q_{AD}+Q_{CD}=X+Q_{AB}+Q_{BC}$:

$$\frac{3}{2}\cdot V_2\cdot(p_1-p_2)+\frac{5}{2}\cdot p_1\cdot(V_1-V_2)=X+\frac{5}{2}p_2(V_1-V_2)+\frac{3}{2}\cdot V_1(p_1-p_2)$$

$$\frac{5}{2}\cdot p_1(V_1-V_2)-\frac{5}{2}p_2(V_1-V_2)=X+\frac{3}{2}\cdot V_1(p_1-p_2)-\frac{3}{2}V_2(p_1-p_2)$$

$$\frac{5}{2}\cdot(p_1-p_2)(V_1-V_2)-\frac{3}{2}(p_1-p_2)(V_1-V_2)=X$$

$$X=(p_1-p_2)(V_1-V_2)$$

Значит, $Q_1=(p_1-p_2)(V_1-V_2)+Q_2 \Rightarrow$ 6 $Q_2=Q_1-(p_1-p_2)(V_1-V_2)$

Ответ: $Q_2=Q_1-(p_1-p_2)(V_1-V_2)$ 2

$\boxed{\text{№2}}$ $\Delta T\cdot k$ – количество теплоты, подводимое к сосуду за одну секунду, где ΔT – разница температур снаружи и внутри сосуда, а k – коэффициент пропорциональности

$Q_л$ – количество теплоты, понадобившееся для таяния льда массой m_2

$Q_л=m_2\cdot\lambda$, но при этом $Q_л=\Delta T_л\cdot k\cdot\tau_2$ 4

Q_a – количество теплоты, понадобившееся для парообразования азота V_1

Мы знаем, что $\rho=\frac{m}{V} \Rightarrow \rho_1=\frac{m_1}{V_1} \Rightarrow m_1=\rho_1\cdot V_1$, где m_1 и ρ_1 – масса и плотность азота соответственно

$Q_a=m_1\cdot r=\rho_1\cdot V_1\cdot r$, но при этом $Q_a=\Delta T_a\cdot k\cdot\tau_1$ 4

Рассмотрим $\Delta T_л$ и ΔT_a. Температура снаружи сосуда в обоих случаях равна t_B. Внутри сосуда температура для льда равна $t_л$, а для азота – t_a $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta T_л=t_B-t_л$ и $\Delta T_a=t_B-t_a$

Место для скобы

Шифр 004095

Получаем:

$$Q_п = m_2 \cdot \lambda = (t_в - t_п) \cdot k \cdot \tau_2$$ 4

$$Q_а = m_1 \cdot r = \rho_1 \cdot V_1 \cdot r = (t_в - t_а) \cdot k \cdot \tau_1$$

Поделим одно выражение на другое и получим:

$$\frac{Q_п}{Q_А} = \frac{m_2 \cdot \lambda}{\rho_1 \cdot V_1 \cdot r} = \frac{(t_в - t_п) \cdot k \cdot \tau_2}{(t_в - t_а) \cdot k \cdot \tau_1}$$

$$\frac{m_2 \cdot \lambda}{\rho_1 \cdot V_1 \cdot r} = \frac{(t_в - t_п) \cdot \tau_2}{(t_в - t_а) \cdot \tau_1}$$ 4

$$\rho_1 \cdot V_1 \cdot r = \frac{m_2 \cdot \lambda \cdot (t_в - t_а) \cdot \tau_1}{(t_в - t_п) \cdot \tau_2}$$

$$\rho_1 = \frac{m_2 \cdot \lambda \cdot \tau_1 \cdot (t_в - t_а)}{V_1 \cdot r \cdot \tau_2 \cdot (t_в - t_п)} = \frac{4 \cdot 10^{-3}\,кг \cdot 0,33 \cdot 10^6\,\frac{Дж}{кг} \cdot 24\,ч \cdot (20°C - 0°C)}{10^{-3}\,м^3 \cdot 199 \cdot 10^3\,\frac{Дж}{кг} \cdot 22,5\,ч \cdot (20°C + 195°C)} =>$$ 2

$$=> \rho_1 = \frac{4 \cdot 0,33 \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 20\,кг}{199 \cdot 22,5 \cdot 215\,м^3} = \cancel{0,658\,\frac{кг}{м^3}}\ 2,6\,\frac{кг}{м^3}$$

Ответ: Плотность жидкого азота равна $\cancel{6,58\,\frac{кг}{м^3}}$. $2,6\,\frac{кг}{м^3}$

№5 Рассмотрим сначала движение тела брошенного под углом к горизонту. Рассмотрим его скорость вдоль оси Ox и Oy. По Ox: $V_{1x} = V_1 \cdot \cos\alpha$

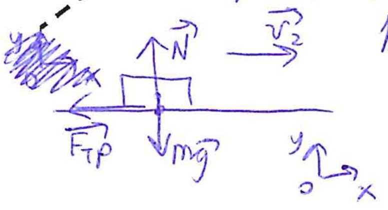
По Oy: $V_{1y} = V_1 \cdot \sin\alpha$. Скорость тела по оси Ox не изменяется, т.к. на него по ней не действует ускорение. Следовательно, $V_{1x} \cdot 2t = l$, где $2t$ - время полета, а l - дальность полета. За время равное половине времени полета - t тело достигнет наивысшей точки подъема, где его y компонента скорости станет равна нулю. Т.е. $g = \frac{V_1}{t}$, т.к. вдоль оси Oy на тело действует сила тяжести, придающая телу ускорение свободного падения. $g = \frac{V_{1y}}{t} => t = V_{1y} \cdot g =>$

$$=> l = V_{1x} \cdot V_{1y} \cdot 2g = V_1^2 \cdot 2\sin\alpha \cdot \cos\alpha \cdot g = V_1^2 \cdot \sin 2\alpha \cdot g$$ 6

Рассмотрим скольжение этого же тела по льду. Данное движение можно рассматривать как равнозамедленное, а значит весь путь, который пройдет тело равен: $l = V_2 \cdot \tau - \frac{a\tau^2}{2}$, где τ - время движения тела, а 'a' - его замедление.

По определению, $a = \frac{V_2}{\tau} => l = V_2 \cdot \tau - \frac{V_2 \cdot \tau}{2} = \frac{V_2 \cdot \tau}{2}$

Найдём время движения тела во втором случае. На тело в данном случае действуют три силы.



Второй закон Ньютона:

$$m\vec a = m\vec g + \vec N + \vec F_{тр}$$

$$Ox: -ma = -F_{тр}$$

$$Oy: mg = N$$

По оси Ox: $ma = F_{тр} = \mu \cdot N$, где $N = mg \Rightarrow a = \mu \cdot g \Rightarrow \mu \cdot g = \frac{v_2}{\tau} \Rightarrow$

$\Rightarrow \tau = \frac{v_2}{\mu \cdot g} \Rightarrow l = \frac{v_2^2}{2 \cdot \mu \cdot g}$ 8

Приравняем дальность полёта и дальность движения в первом случае:

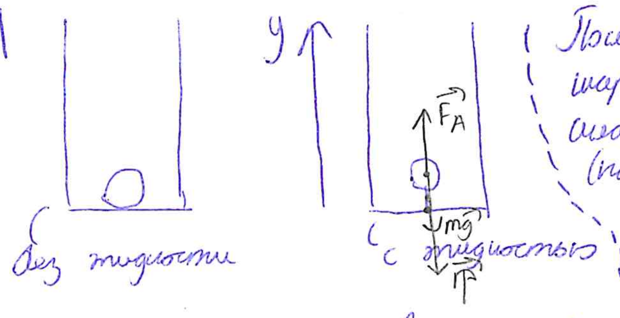
$l = \frac{v_2^2}{2 \cdot \mu \cdot g} = v_1^2 \cdot \sin 2\alpha \cdot g \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{v_2^2}{v_1^2} = 2 \cdot \sin 2\alpha \cdot g^2 \mu = 200 \cdot 0{,}02 \cdot \sin 80^\circ = 4 \cdot \sin 80^\circ$ 4

Во втором случае телу была сообщена большая скорость в $4 \cdot \sin 80^\circ$ раз

Ответ: Во втором случае начальная скорость была больше в $4 \cdot \sin 80^\circ$ раз ? ≈ ...

№3



После того как в цилиндр налили жидкость на шарик действуют три силы: сила Архимеда, сила тяжести и сила натяжения со стороны нити (натяжение нити). Запишем второй закон Ньютона:

$$\vec F = m\vec a = m\vec g + \vec F_A + \vec T$$ 4

Наше тело находится в покое, будучи привязанным нитью ко дну. Следовательно, $\vec a = 0 \Rightarrow 0 = m\vec g + \vec F_A + \vec T$. Рассмотрим проекции векторов на ось Oy. Oy: $F_A - mg - T = 0$. По условию нам дано, что $F_A = 2 \cdot T$, т.к. по третьему закону Ньютона шар будет действовать с той же силой, что и нить действует на шар. Значит, $T = \frac{1}{2} F_A$. Подставим это: $F_A - mg - \frac{1}{2} F_A = 0 \Rightarrow$ 4

$\Rightarrow F_A = 2mg$ (1) Также, по определению $F_A = \rho_ж \cdot V_п \cdot g$, где $\rho_ж$ — плотность жидкости, $V_п$ — объём погруженной части шарика. И $\rho = \frac{m}{V}$ по определению, значит, $m = \rho \cdot V$ и в нашем случае масса шарика равна: $m = \rho \cdot V$. 2

По условию $\rho_ж = 4 \cdot \rho \Rightarrow F_A = 4 \cdot \rho \cdot V_п g$.

Место для скобы

Шифр

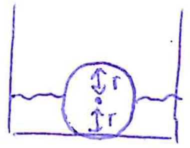
Подставим, полученные выражения в (1):

$$F_A = 4\cdot\rho\cdot V_n\cdot g = m\cdot g\cdot 2 = 2\cdot\rho\cdot V\cdot g$$

$$4\cdot\rho\cdot V_n\cdot g = 2\cdot\rho\cdot V\cdot g$$

$$2\cdot V_n = V \Rightarrow V_n = \tfrac{1}{2}\cdot V$$

Получается, при данном объёме жидкости погруженной окажется половина шарика. Так как мы имеем дело с шаром, то можем считать,

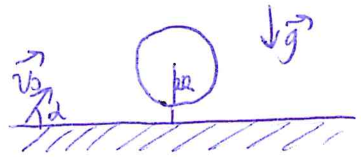


что так как он привязан ко дну он находится на уровне дна и высота столба воды в цилиндре равна половине диаметра шарика, т.е. его радиусу. Значит объём жидкости V_m у нас равен произведению радиуса шарика на площадь основания цилиндра. Так как основание цилиндра круг, то его площадь равна $S = \pi\cdot R^2$.

Получаем: $V_m = r\cdot S = \pi\cdot R^2\cdot r$

Ответ: объём жидкости, который следует налить равен $\pi\cdot R^2\cdot r$.

$\boxed{№1}$ Пусть начальная скорость камня - v_0. Тогда $v_0\cdot\sin\alpha$ - по Oy, а $v_0\cdot\cos\alpha$ по Ox, где α - угол к горизонту. Пусть наш камень будет касаться окружности в наивысшей точке своего полёта, т.е. $h_{max} = 4{,}5R$. 4



Тогда у нас $g = \frac{v_0\cdot\sin\alpha}{t}$, где t - время подъёма до h.

$h_{max} = v_0\sin\alpha\cdot t - \frac{g\cdot t^2}{2} = \frac{v_0\cdot\sin\alpha\cdot t}{2}$ - так как движение по Oy с ускорением

2

У нас $t = \frac{v_0\cdot\sin\alpha}{g} \Rightarrow h_{max} = \frac{(v_0\cdot\sin\alpha)^2}{2g}$ (1) $\Rightarrow \sin\alpha = \frac{\sqrt{2gh_{max}}}{v_0} = \frac{3\sqrt{g\cdot R}}{v_0}$ 4

~~Рассмотрим механическую энергию шарика~~ камня ~~в момент броска и в момент перелёта над воздушным шаром. В момент броска она равна максимальной кинетической $\frac{mv_0^2}{2}$, а в момент перелёта максимальной потенциальной mgh_{max}. По закону сохранения энергии у нас полная механическая энергия не изменяется~~, т.е. $\frac{mv_0^2}{2} = mgh_{max} \Rightarrow v_0^2 = 2gh_{max}$ (2). Подставим (2) в (1): h_{max}

Ответ: $\sin\alpha = \frac{3\sqrt{R\cdot g}}{v_0}$