Место для скобы

003672

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	2
3.	Класс	10
4.	Фамилия	ГОРЯЧЕВА
	Имя	ДАРЬЯ
	Отчество	ВАДИМОВНА
5.	Дата рождения	Число: 24; Месяц: 02; Год: 2004
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Красноярский край
8.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Красноярск
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МАОУ Гимназия №13 „Академ"

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 Гор

Место для скобы

Шифр 003672

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

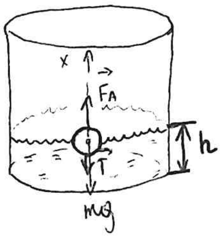
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
62		Енов Ф.М	

№ 3

Дано:
R
r
$r < R$
$\rho_ж = 4\rho_ш$
$T = \frac{F_A}{2}$

$V_ж - ?$

Решение:



По 2 закону Ньютона: $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$\vec{F_A} + m\vec{g} + \vec{T} = 0$

ox: $F_A - mg - T = 0$ 4

$F_A - mg - \frac{F_A}{2} = 0$

$\frac{F_A}{2} = mg$

$F_A = 2mg$

$F_A = \rho_ж g V_1$, где V_1 - объем погруженной части шара.

$m = \rho_ш V_ш$, где $V_ш$ - объем всего шара

$\rho_ж g V_1 = 2\rho_ш V_ш \cdot g \mid : g$

$\rho_ж V_1 = 2\rho_ш V_ш$

$4\rho_ш V_1 = 2\rho_ш V_ш \mid : 2\rho_ш$

$2V_1 = V_ш \Rightarrow V_1 = \frac{1}{2} V_ш$ 4

Т.к шар погружен в воду на половину, то $h = \frac{r}{2}$, где h - уровень воды в сосуде. 6

$V_ж = h \cdot S = h \cdot \pi R^2 = \frac{r}{2} \cdot \pi R^2$

Ответ: $\frac{r}{2} \pi \cdot R^2$

1	2	3	4	5
2	12	14	20	14

62

№5

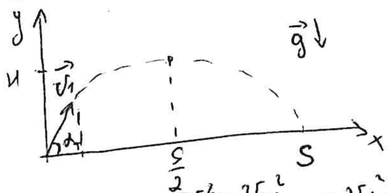
Дано:
$\alpha = 40°$
$u = 0{,}02$
v_1
v_2

$\frac{v_2}{v_1} - ?$

$v_2 ? v_1$

Решение

I Рассмотрим случай движения тела под углом к горизонту



$\vec{g}\downarrow$

Пусть длина полёта S, а максимальная высота подъема H.

ox - движение равномерное

oy - движение равноускоренное ($\vec{g}$)

ox: $S = v_1 \cdot \cos\alpha \cdot t$, где t - время всего полета

oy: $H = \frac{v^2 - v_{1y}^2}{-2g} = \frac{-v_1^2 \cdot \sin^2\alpha}{-2g} = \frac{v_1^2 \cdot \sin^2\alpha}{2g}$ 2

$t_1 = \frac{t}{2}$

$H = v_1^{\sin\alpha} t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$, где t_1 - время подъема до H

$\frac{v_1^2 \sin^2\alpha}{2g} = v_1^{\sin\alpha} t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$

Пусть $v_1 \cdot \sin\alpha = x$, $\Rightarrow x^2 = x \cdot 2g t_1 + g^2 t_1^2$

~~$x^2 = 2gxt_1 + \frac{gt_1^2}{2}$~~

$g^2 t_1^2 + 2gxt_1 - x^2 = 0$ $\quad D = 4g^2x^2 + 4g^2x^2 = 8g^2x^2$

$t_1 = \frac{-2gx + \sqrt{8g^2x^2}}{2g^2} = \frac{2gx\sqrt{2} - 2gx}{2g^2} = \frac{2gx(\sqrt{2} - 1)}{2g^2} = \frac{x(\sqrt{2} - 1)}{g}$

Место для скобы

Шифр 003672

$t_1' < 0$, что невозможно

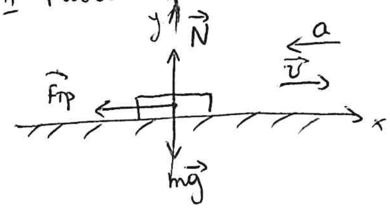
$t = 2t_1 = \frac{2x(\sqrt{2}-1)}{g} = \frac{2v_1 \cdot \sin\alpha(\sqrt{2}-1)}{g}$

Подставлю t в S

$S = v_1 \cdot \cos\alpha \cdot \frac{2v_1 \cdot \sin\alpha(\sqrt{2}-1)}{g} = \frac{v_1^2 \cdot 2\sin\alpha \cdot \cos\alpha(\sqrt{2}-1)}{g} = \frac{v_1^2 \cdot \sin2\alpha(\sqrt{2}-1)}{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_1^2 = \frac{Sg}{\sin2\alpha \cdot (\sqrt{2}-1)}$ 2

II Рассмотрим случай горизонтального движения по льду:



По 2 закону Ньютона: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

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

oy: $N - mg = 0$

$N = mg$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg$

По теореме об изменении кинетической энергии:

$A_{тр} = \Delta E_k$

$A_{тр} = F_{тр} \cdot S \cdot \cos\beta = \mu mg \cdot S \cdot \cos 180° = -\mu mgS$

$\Delta E_k = \frac{mv_k^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = -\frac{mv_2^2}{2}$

$-\mu mgS = -\frac{mv_2^2}{2} \quad | : -m$

$\mu gS = \frac{v_2^2}{2}$

$v_2^2 = 2\mu gS$ 6

$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{2\mu g\cancel{S} \cdot \sin2\alpha \cdot (\sqrt{2}-1)}{\cancel{gS}} = 2\mu \sin2\alpha \cdot (\sqrt{2}-1)$

4

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{2\mu \sin2\alpha \cdot (\sqrt{2}-1)} = \sqrt{2 \cdot 0{,}02 \cdot \sin80° \cdot (\sqrt{2}-1)} \approx 0{,}12 \Rightarrow v_1 > v_2$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{0{,}12} = \frac{100}{12} \approx 8{,}3$

Ответ: $v_1 > v_2$ в 8,3 раз

№4

Дано:
p_1
p_2
V_1
V_2
Q_1

ρ_2 -?

Решение:

Рассмотрим процесс ADC:

По первому закону термодинамики $Q_1 = \Delta U + A'$

$Q_1 = Q_{AD} + Q_{DC}$ 4

$Q_{AD} = \Delta U_{AD} + A'_{AD} = \Delta U_{AD}$ т.к на AD $\Delta V = 0 \Rightarrow A'_{AD} = p\Delta V = 0$

$Q_{DC} = \Delta U_{DC} + A'_{DC}$

$Q_1 = \Delta U_{AD} + \Delta U_{DC} + A'_{DC}$ 4

$\Delta U_{AD} = \frac{i}{2}\nu R \Delta T_{AD} = \frac{i}{2}\nu R(T_D - T_A)$

По уравнению Менделеева-Клапейрона $p_1V_2 = \nu R T_D$ и $p_2V_2 = \nu R T_A$

Место для скобы

Шифр 003672

$\Delta U_{Aa} = \frac{i}{2}(p_1V_2 - p_2V_2) = \frac{i}{2}V_2(p_1 - p_2)$

$\Delta U_{ac} = \frac{i}{2}\nu R\Delta T_{ac} = \frac{i}{2}(\nu RT_c - \nu RT_a)$

$p_1V_1 = \nu RT_c$ и $p_1V_2 = \nu RT_a$

$\Delta U_{ac} = \frac{i}{2}(p_1V_1 - p_1V_2) = \frac{i}{2}p_1(V_1 - V_2)$

A'_{ac} определю графически

$A'_{ac} = p_1(V_1 - V_2)$

$Q_1 = \frac{i}{2}V_2(p_1 - p_2) + \frac{i}{2}p_1(V_1 - V_2) + p_1(V_1 - V_2)$

$i = \frac{2(Q_1 - p_1(V_1 - V_2))}{V_2(p_1 - p_2) + p_1(V_1 - V_2)} = \frac{2(Q_1 - p_1(V_1 - V_2))}{\cancel{p_1V_2} - p_2V_2 + p_1V_1 - \cancel{p_1V_2}} = \frac{2(Q_1 - p_1(V_1 - V_2))}{p_1V_1 - p_2V_2}$

Рассмотрим процесс ABC

По первому закону термодинамики $Q = \Delta U + A'$

$Q_2 = Q_{AB} + Q_{BC}$

$Q_{AB} = \Delta U_{AB} + A'_{AB}$

$Q_{BC} = \Delta U_{BC} + A'_{BC} = \Delta U_{BC}$ $\quad A'_{BC} = p\Delta V = p \cdot 0 = 0$

$Q_2 = \cancel{Q_{AB}}\ \Delta U_{AB} + A'_{AB} + \Delta U_{BC}$

$\Delta U_{AB} = \frac{i}{2}\nu R T_{AB} = \frac{i}{2}(\nu RT_B - \nu RT_A)$

по ур. Менделеева-Клапейрона: $p_2V_1 = \nu RT_B$ и $p_2V_2 = \nu RT_A$

$\Delta U_{AB} = \frac{i}{2}(p_2V_1 - p_2V_2) = \frac{i}{2}p_2(V_1 - V_2)$

$\Delta U_{BC} = \frac{i}{2}\nu R T_{BC} = \frac{i}{2}(\nu RT_c - \nu RT_B)$

$p_1V_1 = \nu RT_c$ $\quad p_2V_1 = \nu RT_B$

$\Delta U_{BC} = \frac{i}{2}(p_1V_1 - p_2V_1) = \frac{i}{2}V_1(p_1 - p_2)$

$A'_{AB} = p_2(V_1 - V_2)$

$Q_2 = \frac{i}{2}p_2(V_1 - V_2) + \frac{i}{2}V_1(p_1 - p_2) + p_2(V_1 - V_2)$

$Q_2 = i\left(\frac{p_2(V_1 - V_2) + V_1(p_1 - p_2)}{2}\right) + p_2(V_1 - V_2)$

$Q_2 = \frac{2(Q_1 - p_1(V_1 - V_2))}{p_1V_1 - V_2p_2} \cdot \frac{\cancel{p_2V_1} - p_2V_2 + p_1V_1 - \cancel{p_2V_1}}{2} + p_2(V_1 - V_2) =$

$= \frac{\cancel{2}(Q_1 - p_1(V_1 - V_2)) \cdot \cancel{(p_1V_1 - p_2V_2)}}{\cancel{(p_1V_1 - p_2V_2)} \cdot \cancel{2}} + p_2(V_1 - V_2) = Q_1 - p_1(V_1 - V_2) + p_2(V_1 - V_2) =$

$= Q_1 + (V_1 - V_2)(p_2 - p_1)$

Ответ: $Q_1 + (V_1 - V_2)(p_2 - p_1)$

Место для скобы

Шифр

№2

Дано:
$t_л = 0°C$
$\tau_2 = 22{,}5\cdot 60^2$ с
$m_2 = 4\cdot 10^{-3}$ кг
$t_в = 20°C$
$t_a = -195°C$
$\tau_1 = 24\cdot 60^2$ с
$r = 199\cdot 10^3$ $\frac{Дж}{кг}$
$V_1 = 10^{-3}$ м^3
$\lambda = 0{,}33\cdot 10^6$ $\frac{Дж}{кг}$

ρ_a - ?

Решение:

Пусть v_T - скорость теплообмена с окружающей средой

$Q_2 = v_T \cdot \tau_2$, где Q_2 - кол-во теплоты, которое получил при плавлении.

$$v_T = \frac{Q_2}{\tau_2}$$

$Q_2 = \lambda m_2$ т.к лёд уже находился при температуре плавления, $t_л = 0°C$

$$v_T = \frac{\lambda m_2}{\tau_2}$$

$Q_1 = v_T \cdot \tau_1$, где Q_1 - кол-во теплоты, которое получил азот при испарении

$$v_T = \frac{Q_1}{\tau_1}$$

$Q_1 = r m_a$ т.к азот уже находился при температуре парообразования

$m_a = \rho_a \cdot V_a = \rho_a \cdot V_1 \quad \Rightarrow \quad v_T = \frac{r m_a}{\tau_1} = \frac{\rho_a \cdot V_1 \cdot r}{\tau_1}$

$$\frac{\lambda m_2}{\tau_2} = \frac{r\, \cancel{m_a}\, \rho_a V_1}{\tau_1}$$

$$\rho_a = \frac{\tau_1 \cdot \lambda \cdot m_2}{\tau_2 \cdot r \cdot V_1} = \frac{24\cdot 60^2 \cdot 0{,}33\cdot 10^6 \cdot 4\cdot 10^{-3}}{22{,}5\cdot 60^2 \cdot 199\cdot 10^3 \cdot 10^{-3}} \approx 1{,}8 \left(\frac{кг}{м^3}\right)$$

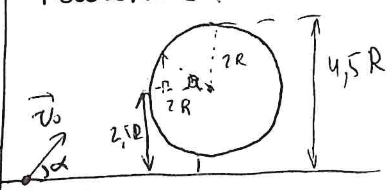
Ответ: $1{,}8\ \frac{кг}{м^3}$

№1

Дано:
$2R$
$h = 0{,}5R$

α - ?

Решение:



Т.к мы не знаем, на каком расстоянии от воздушного шара находится тело, рассмотрим все варианты (возможные).
Чтобы ~~шар~~ тело смогло перелететь через шар, расстояние между телом и шаром $\ell \in (2R; +\infty)$.
И касаться тело может шара на высоте $H \in (2{,}5R; 4{,}5R)$. $\Rightarrow$

$\alpha \to 0°$ при увеличении расстояния $\ell \to +\infty$

Рассмотрим крайний случай, когда $\alpha_{max} \Rightarrow \ell \approx 2R$ и $H > 2{,}5R$, где H - максимальная высота подъема.

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \qquad \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} > 2{,}5R$$

$$\ell = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t_1$$