



2502350223571

Титульный лист

Направление информатика история математика
 обществознание политология русский язык
 социология физика химия
 филология

Класс 8 9 10 11

Фамилия *Р Я З А Н О В*

Имя *Р О М А Н*

Отчество *Ю Р Ь Е В И Ч*

Дата рождения *13 09 2005*

Город участия *Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г*

Аудитория *3 2 5*

Телефон *8 9 0 5 8 0 2 5 6 9 7*

Дата *0 1 0 3 2 0 2 2* Подпись

Пример
заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



Проверочный лист

Заполняется участниками

- Направление**
- | | | |
|---|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> информатика | <input type="checkbox"/> история | <input type="checkbox"/> математика |
| <input type="checkbox"/> обществознание | <input type="checkbox"/> политология | <input type="checkbox"/> русский язык |
| <input type="checkbox"/> социология | <input checked="" type="checkbox"/> физика | <input type="checkbox"/> химия |
| <input type="checkbox"/> филология | | |
- Класс**
- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 8 | <input type="checkbox"/> 9 | <input checked="" type="checkbox"/> 10 | <input type="checkbox"/> 11 |
|----------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|

Заполняется организаторами

Количество доп. листов

Время выхода с : до :

Примечание


Протокол проверки

Заполняется жюри


Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	20	12	20	20	--					
Балл члена жюри №2	20	12	20	20	00					
Номер задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Балл члена жюри №1										
Балл члена жюри №2										

Итоговый балл 072

Подпись члена жюри №1



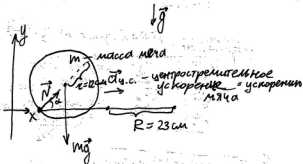
Подпись члена жюри №2



Пример заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

№ 1

Второй закон Ньютона по оси x :

$$N \cos \alpha = m a_{ц.с.}$$

$$mg \cdot \sin \alpha = m a_{ц.с.}$$

$$g \sin \alpha = a_{ц.с.}$$

$$g \sin \alpha = \frac{v^2}{R - r \cos \alpha}$$

$$a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R - r \cos \alpha}$$

$$v = \sqrt{g(R - r \cos \alpha) \sin \alpha} = \sqrt{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0,23 - 0,12 \cdot \cos 45^\circ) \cdot \sin 45^\circ} \approx 1,2 \text{ м/с}$$

при скорости меньше v в первой момент ~~угол~~ угол α немного уменьшится \Rightarrow $\sin \alpha$ немного увеличится \Rightarrow для удержания мяча при новом угле понадобится еще большая скорость \Rightarrow мяч упадет из кольца.

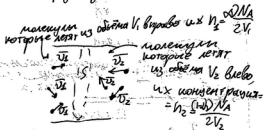
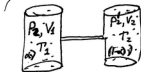
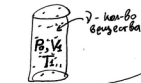
Ответ: $v \approx 1,2 \text{ м/с}$.

Первый закон Ньютона по оси y :

$$N \sin \alpha - mg = 0$$

$$N = \frac{mg}{\sin \alpha}$$

Рассмотрим соединяющую трубку.



\bar{v}_1, \bar{v}_2 - среднеквадратичная скорость молекул в объеме V_1 и V_2

За короткое время: $\frac{m_0 |\bar{v}_1|}{2} = \frac{3}{2} kT_1$ - основное уравнение м.к.т.

$|\bar{v}_1| = \sqrt{\frac{3kT_1}{m_0}}$ $P_2 = n_2 kT$

$|\bar{v}_2| = \sqrt{\frac{3P_2}{n_2 m_0}}$

$\sqrt{P_2 n_1} = \sqrt{P_2' n_2}$ $n_1 = \frac{P_2}{kT_1}$

$\frac{P_2}{\sqrt{T_1}} = \frac{P_2'}{\sqrt{T_2}}$ $n_2 = \frac{P_2'}{kT_2}$

$P_2' = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} P_2$ $L = \frac{V_1 P_2}{\sqrt{RT_1}}$

$1 - \alpha = \frac{\sqrt{RT_1} - V_1 P_2}{\sqrt{RT_1}}$ $V_2 \rho_2 = (1 - \alpha) \sqrt{RT_2}$

$V_2 \rho_2 = \frac{\sqrt{RT_1} - V_1 P_2}{T_1} \sqrt{T_1 T_2} = (\sqrt{RT_1} - V_1 P_2) \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

через сечение S газы пролетят вправо и влево одинаковое кол-во молекул:

$|\bar{v}_1| \cdot T_1 S n_1 = |\bar{v}_2| \cdot T_2 S n_2$

$\sqrt{\frac{3P_2}{m_0}} \cdot \frac{T_1 S n_1}{\sqrt{n_1}} = \sqrt{\frac{3P_2'}{m_0}} \cdot \frac{T_2 S n_2}{\sqrt{n_2}}$

$\sqrt{P_2 n_1} = \sqrt{P_2' n_2}$

$\frac{P_2}{\sqrt{T_1}} = \frac{P_2'}{\sqrt{T_2}}$

$P_2' = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} P_2$

$P_2 = P_0 \frac{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}{\frac{V_2}{V_1} + \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}$

$T_2 = T_1$
 $P_2 = P_0 \frac{V_1}{V_1 + V_2} = 0,6 P_0$

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{2}{3}$

$P_0 V_1 = \sqrt{RT_1}$ $P_0 = \frac{\sqrt{RT_1}}{V_1}$
Уравнение непрерывности

$V_1 P_2 = \alpha \sqrt{RT_1}$

$V_2 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} P_2 = (1 - \alpha) \sqrt{RT_2}$

$V_2 P_2 = (1 - \alpha) \sqrt{RT_1 T_2}$

$V_2 P_2 = \frac{\sqrt{RT_1} - V_1 P_2}{T_1} \sqrt{T_1 T_2} = (\sqrt{RT_1} - V_1 P_2) \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

$P_2 (V_2 + V_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}) = \sqrt{RT_1} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$
 $P_2 = \frac{\sqrt{RT_1} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}{V_2 + V_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}} = \sqrt{R} \frac{\sqrt{T_1 T_2}}{V_2 + \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \cdot V_1}$

№2

$$p_2 = p_0 \frac{\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}{\frac{2}{3} + \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}}$$

$$T_2 = -23^\circ\text{C} = 250\text{K}$$

$$p_2 = 0,564 \cdot p_0 = p_0 \frac{\sqrt{\frac{250}{T_1}}}{\frac{2}{3} + \sqrt{\frac{250}{T_1}}}$$

$$\frac{47}{125} + \frac{141}{250} \sqrt{\frac{250}{T_1}} = \sqrt{\frac{250}{T_1}}$$

$$\frac{47}{125} = \frac{109}{250} \sqrt{\frac{250}{T_1}}$$

$$\sqrt{\frac{250}{T_1}} = \frac{94}{109}$$

$$T_1 = 336,15\text{K} = 63,15^\circ\text{C}$$

Ответ: $T_1 = 63,15^\circ\text{C}$.

№3

~~Теплоёмкость~~

~~плотность~~

Температуру ушедшей градуса принял за $t_{\text{ж}}$
 $c_{\text{л}}$ - теплоёмкость удельная льда
 $\lambda_{\text{л}}$ - удельная теплота плавления льда
 $\rho_{\text{л}}$ - плотность льда

Чтобы градуса расплавилась ей надо сообщить Q теплоты.

$$Q = \rho_{\text{л}} V \lambda_{\text{л}} + (0^\circ\text{C} - t_{\text{ж}}) c_{\text{л}} V = kV$$

какой-то размерный коэффициент



минимальная скорость таяния льда постоянная т.к.

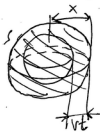
кол-во поступающей теплоты \sim площади и объём оболочки определённой радиуса, тоже \sim площади поверхности



v - скорость таяния

№3

Более подробно



сфера

время t

t - мало, чтобы измерить площадь поверхности S



V - объем растаившей части

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 - \frac{4}{3}\pi (R - vt)^3 \approx \frac{4}{3}\pi R^3 - \frac{4}{3}\pi (R^3 - 3R^2vt + 3Rvt^2 - vt^3) \approx 4\pi R^2vt$$

Q - для газа $Q = kV = k \cdot 4\pi R^2vt$

S - площадь поверхности

$S = 4\pi R^2$

Мощность нагревания лодочки окр. средой $P = \dots$

Будем считать температуру еще не растаившей льда и окр. средой $s = const$, тогда $P = \beta S$

$Q = t \cdot P$

$k \cdot 4\pi R^2vt = t \cdot \beta \cdot 4\pi R^2$

$vt = \frac{\beta}{k} = const$

Время таяния большой и малых кусков - t_b и t_m

$t_b = \frac{R}{v}$ $t_m = \frac{r}{v} = 1.4 \text{ с}$

$t_b = \frac{t_b}{t_m} \cdot t_m = \frac{R}{r} \cdot t_m = \frac{20 \text{ см}}{2 \text{ см}} \cdot 1.4 \text{ с} = 14 \text{ с} \approx 10 \text{ часов}$ Ответ: 10 часов.

t^2 и t^3 - пренебрежимо малы, а если это не так - возьмём t ещё меньше

разность темп. льда и окр. ср.



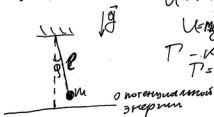
N=4

U - потенциальная энергия

$$U = mgl(1 - \cos\varphi) = mgl(1 - \cos\varphi)$$

T - кинетическая энергия

$$T = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{m \cdot l^2 \dot{\varphi}^2}{2}$$



$$L = U + T$$

По уравнению Лагранжа 2 рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = 0$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial (mgl(1 - \cos\varphi) + \frac{m \cdot l^2 \dot{\varphi}^2}{2})}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial (mgl(1 - \cos\varphi) + \frac{m \cdot l^2 \dot{\varphi}^2}{2})}{\partial \varphi} = 0$$

$$\frac{d}{dt} (-\dot{\varphi} m l^2) - \sin\varphi \cdot mgl = 0$$

$$\dot{\varphi} m l^2 = -\sin\varphi mgl$$

$$l \ddot{\varphi} = -g \sin\varphi$$

$$y = \dot{\varphi}$$

$$\ddot{\varphi} = \frac{dy}{d\varphi} \cdot \frac{dy}{dt} = \frac{dy}{d\varphi} \cdot y = y \frac{dy}{d\varphi}$$

$$l y \frac{dy}{d\varphi} = -g y$$

р.к. при малых углах $\sin\varphi \approx \varphi$

$$l y dy = -g y d\varphi$$

$$\frac{l y^2}{2} = -g \frac{\varphi^2}{2} + C_1$$

$$y = \sqrt{\frac{2}{l}} \cdot \sqrt{C_2 - \varphi^2} \quad C_2 = y_0^2$$

угол макс. отклонения

$$\frac{d\varphi}{\sqrt{C_2 - \varphi^2}} = -\sqrt{\frac{2}{l}} dt$$

$$\int \frac{d\varphi}{\sqrt{C_2 - \varphi^2}} = -\sqrt{\frac{2}{l}} t = -\sqrt{\frac{2}{l}} t + C$$

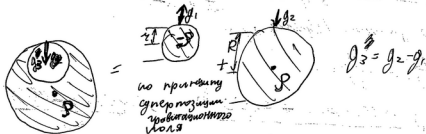
$$\arcsin\left(\frac{\varphi}{\sqrt{C_2}}\right) = -\sqrt{\frac{2}{l}} t + C$$

$\varphi = \sqrt{C_2} \sin\left(-\sqrt{\frac{2}{l}} t + C\right)$
 T - период колебаний
 $\varphi(0) = \varphi(T) \Rightarrow$
 $\varphi_0 = \varphi_0 \cos(\pi) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \sqrt{\frac{2}{l}} T = \pi$

№ 4

$$\sqrt{\frac{g}{R}} \cdot T = 2\pi$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} \cdot g^{-\frac{1}{2}}$$



$g_2 = \frac{G \cdot 4\pi R^3 \rho}{R^2}$ - по закону всемирного тяготения
 $= \frac{4}{3} \pi G R \rho$

$g_1 = \frac{G \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \rho}{r^2}$
 $= \frac{4}{3} \pi G r \rho$

$$g_3 = g_2 - g_1 = \frac{4}{3} \pi G R \rho - \frac{4}{3} \pi G r \rho = \frac{4}{3} \pi G \rho (R - r)$$

$$= \frac{4}{3} \pi G \rho R \cdot \frac{R-r}{R} = \frac{R-r}{R} g_2$$

$$1,002 \cdot g_2^{-\frac{1}{2}} = \left(\frac{R-r}{R}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot g_2^{-\frac{1}{2}}$$

$$(1,002)^2 = \frac{R-r}{R}$$

$$r = (1 - (1,002)^{-2}) R \approx 1 \text{ км}$$

Ответ: $r \approx 1 \text{ км}$.