ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

2502611094077

Титульный лист

Направление

- [ ] информатика
- [ ] история
- [ ] математика
- [ ] обществознание
- [ ] политология
- [ ] русский язык
- [ ] социология
- [x] физика
- [ ] химия
- [ ] филология

Класс [ ] 8 [ ] 9 [ ] 10 [x] 11

Фамилия МАШКОВ

Имя МИХАИЛ

Отчество АНДРЕЕВИЧ

Дата рождения 26 12 2003

Город участия Новосибирск

Аудитория 13

Телефон 8917472730

Дата 01 03 2022 **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

ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

2502611094077

Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление

- [ ] информатика
- [ ] история
- [ ] математика
- [ ] обществознание
- [ ] политология
- [ ] русский язык
- [ ] социология
- [x] физика
- [ ] химия
- [ ] филология

Класс [ ] 8 [ ] 9 [ ] 10 [x] 11

Заполняется организаторами

Количество доп. листов

Время выхода с 19:31 до 19:34

Примечание

Протокол проверки
Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	20	20	00	20	05					
Балл члена жюри №2	20	20	00	20	05					

Номер задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Балл члена жюри №1										
Балл члена жюри №2										

Итоговый балл 065

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

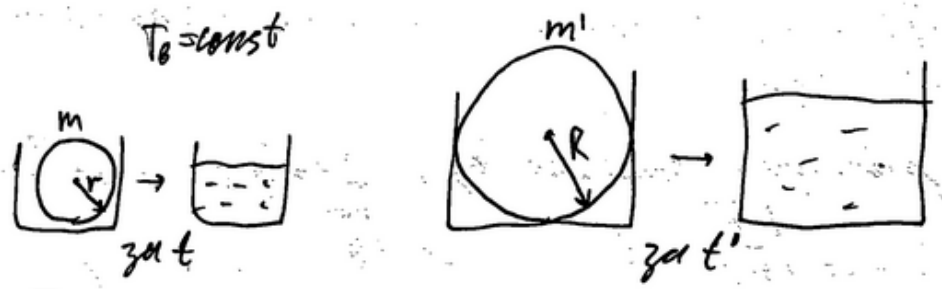
№ 3

$r = 1$ см

$t = 1$ ч

$R = 10$ см

$t' - ?$



воздух $\xrightarrow{Q}$ лёд

чтобы градинка растаяла, нужно: $Q = \lambda \cdot m$

Мощность передачи тепла воздухом пропорциональна разности температур тела и окружающей (тела) среды ⇒ т.к. таяние происходит при постоянной температуре, то мощность теплопередачи P не зависит от размера градинки ⇒

$$\Rightarrow \begin{cases} \lambda \cdot m = t \cdot P \\ \lambda \cdot m' = t' \cdot P \\ m = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho \\ m' = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{m'} = \frac{t}{t'} \Rightarrow t' = t \cdot \frac{m'}{m} = t \cdot \left(\frac{R}{r}\right)^3 = 1\text{ч} \cdot \left(\frac{10\text{см}}{1\text{см}}\right)^3 = 10^3\text{ч}.$$

Ответ: 10^3 ч.

№ 4

$\alpha = 1{,}002$

$R = 2{,}5 \cdot 10^5$ м

$r - ?$

Можем представить ~~полость~~ астероид с полостью, как будто есть обычный сплошной астероид, а на него "наложили" кусочек с отрицательной массой (для модели это равносильно)

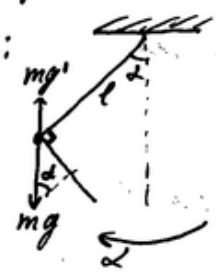
было: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

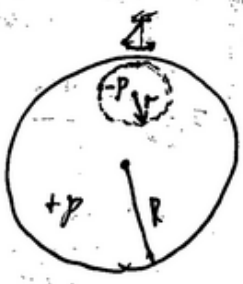
$$\left.\begin{array}{l} g = G\frac{M}{R^2} \\ M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \end{array}\right\} g = \frac{4}{3}\pi R \rho G$$ ⇒ аналогично применимо для полости, кот. мы заменили на область с $m' < 0$:

$g' = \frac{4}{3}\pi r \rho G \Rightarrow$

$\Rightarrow g' = g \cdot \frac{r}{R}$

стало:





II-ой Закон Ньютона для вращательного движения:

$$-m\ddot{\alpha}\ell^2 = m(g-g')\cdot\sin\alpha\cdot\ell \Rightarrow \text{т.к. } \alpha \ll 1, \text{ то } \sin\alpha \approx \alpha \Rightarrow$$

$$(I\cdot\vec{\varepsilon}) = (\Sigma\vec{M}_F)$$

$\Rightarrow$ уравнение принимает вид: $-\ddot{\alpha}\ell = (g-g')\alpha \Rightarrow \ddot{\alpha} + \frac{g-g'}{\ell}\alpha = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g-g'}} = \underset{\text{по усл.}}{\alpha}\cdot T = \alpha\cdot 2\pi\cdot\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow \frac{1}{g-g'} = \alpha^2\cdot\frac{1}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} g = \alpha^2 g - \alpha^2 g' \\ g' = g\cdot\frac{r}{R} \end{cases} \Rightarrow g(\alpha^2-1) = \alpha^2\cdot g\cdot\frac{r}{R} \Rightarrow r = R\cdot\frac{\alpha^2-1}{\alpha^2} \approx 997\,м\ (\approx 1\,км)$$

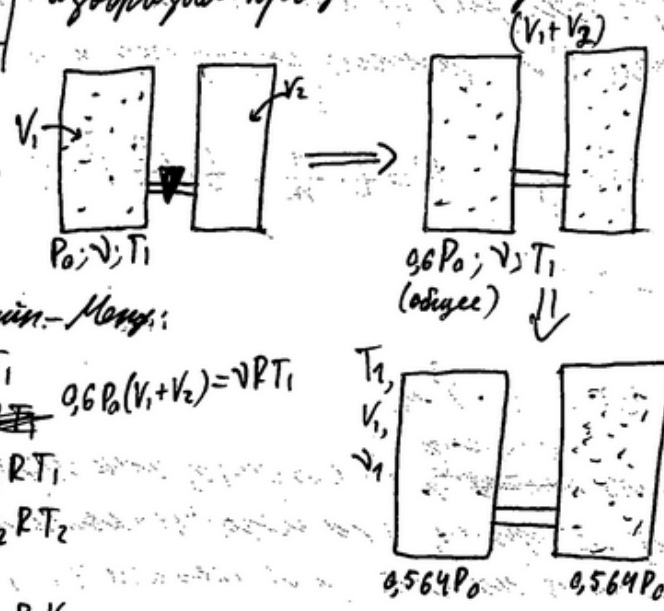
Ответ: $r_{полости} = 997\,м$

№2

$T_2 = 250\,°K$

$T_1 - ?$

изобразим процесс последовательно:



после соединения сосудов для равновесия давления в самих сосудах должны быть равны (иначе будет поток воздуха из одного сосуда в другой)

ур-ние Клайп.-Менд.:

$$\begin{cases} P_0V_1 = \nu RT_1 \\ \cancel{0{,}6P_0(V_1+V_2) = \nu RT_1} \\ 0{,}564P_0V_1 = \nu_1 RT_1 \\ 0{,}564P_0V_2 = \nu_2 RT_2 \\ \nu_1 + \nu_2 = \nu \end{cases} \quad 0{,}6P_0(V_1+V_2) = \nu RT_1$$

$$\nu_1 = \frac{0{,}564P_0V_1}{RT_1}, \quad \nu_2 = \frac{0{,}564P_0V_2}{RT_2}, \quad \nu = \frac{P_0V_1}{RT_1}$$

$$\begin{cases} \frac{P_0V_1}{RT_1} = \frac{0{,}564P_0}{R}\left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2}\right) \Rightarrow 1 = 0{,}564\left(1 + \frac{2}{3}\cdot\frac{T_1}{T_2}\right) \Rightarrow \\ \frac{0{,}6P_0(V_1+V_2)}{RT_1} = \frac{P_0V_1}{RT_1} \Rightarrow V_1 + V_2 = \frac{5}{3}V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{2}{3}V_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 0{,}436 = \frac{2}{3}\frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \cancel{T_1 = \frac{3\cdot 0{,}436}{2}T_2 = 163{,}5\,°K}$$

$$T_1 = \frac{0{,}436\cdot 3T_2}{2\cdot 0{,}564} \approx 290\,°K = 17\,°C$$

Ответ: $T_1 = 17\,°C$

№ 5

$X_1 = 0{,}08$ м

$l = 1$ м

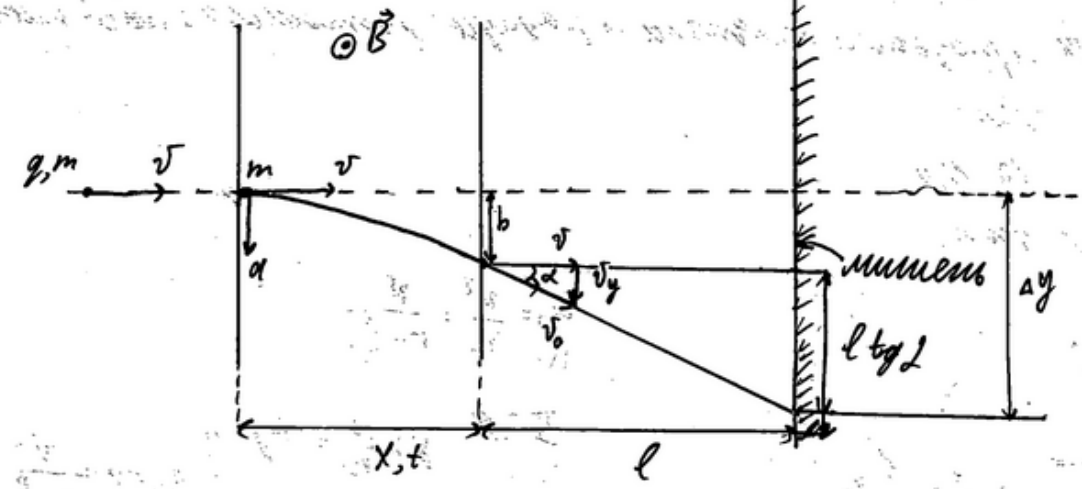
$X_2 = 0{,}12$ м

$\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}$ – ?

немного некорректное условие: не сказано, как направлено магнитное поле B в области

Допустим, оно направлено перпендикулярно скорости пучка (на нас)

Два эксперимента эквивалентны, где меняется лишь значение ширины области ⇒ найдём смещение в общем виде (для какой-то ширины X), а потом найдём нужное отношение просто подставляя X_1 и X_2.



$$\begin{cases} \Delta y = b + l\,tg\alpha \\ tg\alpha = \frac{v_y}{v} \\ v_y = a\cdot t \\ t = \frac{X}{v} \\ ma = qvB \\ b = \frac{at^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \Delta y = \frac{at^2}{2} + l\cdot\frac{v_y}{v} = \frac{qvBt^2}{2m} + l\cdot\frac{at}{v} = \frac{qvB}{2m}\cdot\frac{X^2}{v^2} + \frac{l}{v}\cdot\frac{X}{v}\cdot\frac{qvB}{m} =$$

$$= \frac{qBX}{mv}\left(\frac{X}{2} + l\right)$$

и это соотношение выполняется всегда ⇒

$$\Rightarrow \frac{\Delta y_1}{\Delta y_2} = \frac{\frac{qBX_1}{mv}\left(\frac{X_1}{2}+l\right)}{\frac{qBX_2}{mv}\left(\frac{X_2}{2}+l\right)} = \frac{X_1\cdot\left(\frac{X_1}{2}+l\right)}{X_2\cdot\left(\frac{X_2}{2}+l\right)} \approx 0{,}65$$

Ответ: $\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2} = 0{,}65$

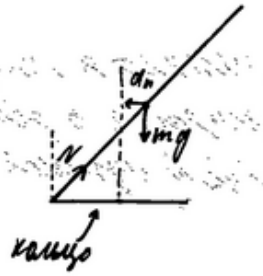
№1

При данном условии: ни при каком!

причина в том, что по условию радиус мяча = 23см, а кольца: 12см (*) ⇒

⇒ мяч физически не может упасть в кольцо

а также, если рисовать в масштабе, то получится:



чтобы мяч вращался, требуется, чтобы нормальное ускорение центра масс было не ноль. При таких радиусах, на рисунке видно, что оно должно быть направлено влево, но сумма внешних сил (которых всего две: mg и N) никак не может быть направлена влево ⇒ мяч сразу упадёт

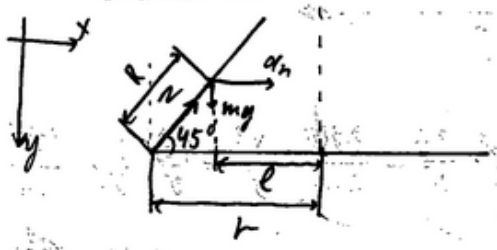
Но, допустим, произошла опечатка и радиусы должны быть наоборот:

$R = 0{,}12$ м — мяч

$r = 0{,}23$ м — кольцо

Тогда решение:

$$a_n = \frac{v^2}{\ell} = \frac{v^2}{r - \frac{R}{\sqrt{2}}}$$



II З.Н.: $\left.\begin{array}{l} y: \frac{N}{\sqrt{2}} = mg \\ x: \frac{N}{\sqrt{2}} = ma_n \end{array}\right\} a_n = g = \frac{v^2}{r - \frac{R}{\sqrt{2}}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \min v = \sqrt{g\left(r - \frac{R}{\sqrt{2}}\right)} \approx 1{,}19 \frac{м}{с}$$

Ответ: $1{,}19 \frac{м}{с}$; с учётом опечатки

(*) Цитирую: "Радиусы мяча и кольца равны 23см и 12см, соответственно."

Бланк ответов