ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

2502436217270

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия ИВАНОВ

Имя СТАНИСЛАВ

Отчество ЮРЬЕВИЧ

Дата рождения 20 10 2004

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Аудитория 532

Телефон +79089057278

Дата 01 03 2022 **Подпись** Иван

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

2502436217270

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 : до :

Примечание копия оборота титула

Протокол проверки
Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	14	18	00	20	20					
Балл члена жюри №2	14	18	00	20	20					

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 Вов

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 полости будет придавать такое ускорение:

$$g_2 = \frac{GM}{R_a^2};\quad \frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{g_1}{g_2} = \cancel{GM\left(\frac{1}{R_a^2} - \frac{1}{R_П^2}\right)} \cdot \frac{R_a^2}{\cancel{GM}}$$

$$\cancel{\frac{T_2^2}{T_1^2} = R_a^2\, 1 - \frac{R_a^2}{R_П^2}}$$

$$\cancel{\frac{T_2^2}{T_1^2} - 1 = -\frac{R_a^2}{R_П^2}}$$

$$\cancel{\frac{R_a^2}{R_П^2} = 1 - \frac{T_2^2}{T_1^2}}$$

$$M = \frac{4\rho \cdot \pi R_a^3}{3}$$

$$m_{обр} = \frac{4\rho \cdot \pi R_a^3}{3} - \frac{4\rho \cdot \pi \cdot R_П^3}{3}$$

$$\cancel{\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{6 \cdot 4\pi \cdot \rho (R_a^3 - R_П^3)}{3}}$$

$$\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{g_1}{g_2} = \frac{\frac{GM}{R_a^2} - \frac{Gm}{R_П^2}}{\frac{GM}{R_a^2}};\quad \frac{T_2^2}{T_1^2} = 1 - \frac{\frac{m}{R_П^2}}{\frac{M}{R_a^2}} =$$

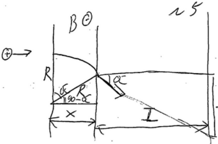
$$= 1 - \frac{m \cdot R_a^2}{M \cdot R_П^2} = 1 - \frac{\frac{4\rho \cdot R_П^3 \cdot \pi \cdot R_a^2}{3}}{\frac{4\rho \cdot R_a^3 \cdot \pi \cdot R_П^2}{3}} = 1 - \frac{R_П^3 \cdot R_a^2}{R_a^3 \cdot R_П^2} =$$

$$= 1 - \frac{R_П}{R_a};\quad \Rightarrow \frac{R_П}{R_a} = 1 - \frac{T_2^2}{T_1^2};\quad R_П = R_a\left(1 - \frac{T_2^2}{T_1^2}\right) =$$

$$= R_a\left(1 - \frac{1}{1{,}002^2}\right) \approx 3{,}9880 \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 10^3 \approx \cancel{1000} \; 997 \text{ м} \approx 1 \text{ км}$$

№5 Ответ: 997 м

№5



Решение:

$$m_0 = \frac{M}{N_A} = \frac{12}{6 \cdot 10^{23}} = \frac{2}{10^{23}}$$

$$E = \frac{m_0 v^2}{2};\quad v = \sqrt{\frac{2E}{m_0}}$$

$$a = \frac{v^2}{R};\quad F_1 = qvB$$

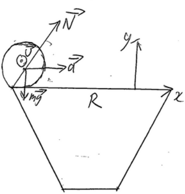
$$m_0 a = \frac{v^2 m_0}{R} = qvB;\quad R = \frac{v \cdot m_0}{qB}$$

$$R = \frac{m_0}{qB} \cdot \sqrt{\frac{2E}{m_0}}$$

Решение

№1

$R = 0{,}23$м



$\cancel{Ox}$: $\vec N + m\vec g = m\vec a$

Ox: $N\cdot\cos\alpha = ma$, тогда $a = a_y$

Oy: $N\cdot\sin\alpha - mg = 0$

$\cancel{m}\, a_y = \frac{v^2}{R}$; $m a_y = \frac{v^2 m}{R}$

$N\cdot\cos\alpha = \frac{v^2\cdot m}{R}$ ($\sin\alpha = \cos\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$)

$\cancel{m}g = \frac{v^2\cdot\cancel{m}}{R}$

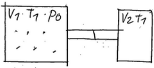
$v = \sqrt{g\cdot R} = \sqrt{10\cdot 0{,}23} = \sqrt{2{,}3} \approx$

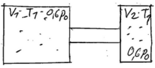
$\approx 1{,}516$м

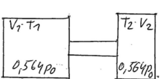
Ответ: $\approx 1{,}516$м

№2

Решение







$\cancel{V_1}$ $pV = \nu RT$

$\frac{p_0 V_1}{T_1} = \nu R$; $\frac{p_0 V_1}{T_1} = \frac{0{,}6 p_0 V_1}{T_1} + \frac{0{,}6 p_0 V_2}{T_1}$

$\frac{0{,}6 p_0 (V_2 + V_1)}{T_1} = \nu R$, $\frac{0{,}4 p_0 V_1}{\cancel{T_1}} = \frac{0{,}6 p_0 V_2}{\cancel{T_1}}$

$\frac{0{,}564 p_0\cdot V_1}{T_1} + \frac{0{,}564 p_0\cdot V_2}{T_2} = \nu R$ $V_2 = \frac{0{,}4 V_1}{0{,}6} = \frac{2}{3}V_1$

$\frac{0{,}564\cdot\cancel{p_0}\cdot\cancel{V_1}}{T_1} + \frac{0{,}564\cdot\cancel{p_0}\cdot\cancel{V_1}\cdot 2}{3T_2} = \frac{\cancel{p_0}\cancel{V_1}}{T_1}$

1000
564
436

$T_2 = \frac{0{,}564\cdot 2\cdot T_1}{3\cdot 0{,}436} =$ $\frac{0{,}564}{T_1} + \frac{0{,}564\cdot 2}{3T_2} = \frac{1}{T_1}$ $T_1 = t_1 + 273$

$\frac{0{,}564\cdot 2}{3T_2} = \frac{0{,}436}{T_1}$ $T_1 = 250$

$= \frac{500\cdot 0{,}564}{3\cdot 0{,}436} = \frac{56{,}4\cdot 5}{3\cdot 0{,}436} \approx 494{,}5K$ Ответ: 494,5 K

№3

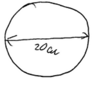
$m_1\lambda = P\cdot t_1$; $m_1=\rho\cdot V_1=\rho\cdot\frac{4\pi\cdot R_1^3}{3}$

$R_1=\frac{d_1}{2}=0{,}01м$

$m_2\lambda = P\cdot t_2$; $\rho\cdot\frac{4\cdot\pi\cdot R_1^3\cdot\lambda}{3}=P\cdot t_1$

$\frac{4\pi\cdot R_2^3\cdot\rho\cdot\lambda}{3}=P\cdot t_2$

$P=\frac{\rho\cdot 4\pi R_1^3\cdot\lambda}{3\cdot t_1}$

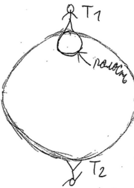


$R_2=\frac{d_2}{2}=0{,}1м$

$t_2=\frac{4\pi\cdot R_2^3\cdot\rho\cdot\lambda}{3}\cdot\frac{1}{P}=\frac{\cancel{4\pi}\cdot R_2^3\cdot\cancel{\rho\lambda}}{\cancel{3}}\cdot\frac{\cancel{3}\cdot t_1}{\cancel{\rho}\cancel{4\pi}R_1^3\cancel{\lambda}}=$

$=\frac{R_2^3\cdot t_1}{R_1^3}=\frac{0{,}1^3\cdot t_1}{0{,}01^3}=\frac{t_1}{0{,}1^3}=10^3\cdot 1=10^3$ часов

Ответ: 1000 часов



№4

$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$;

$\frac{T_2}{T_1}=\frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g_2}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g_1}}}=\sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$; $\frac{T_2^2}{T_1^2}=\frac{g_1}{g_2}$

$g_2=\frac{GM}{R_a^2}-\frac{GM}{R_п^2}$ (~~была~~ ускорение с ~~которой астероид~~ ~~тяжел~~ без полости. (ускорение свободного падения планетой без полости равно $\frac{GM}{R_a^2}$, а ускорение свободного падения, которое придавала бы полость, если бы там была материя $\frac{GM}{R_п^2}$, тогда планета без этой полости будет придавать такое ускорение)

$g_2 = \frac{GM}{R_a^2}$; $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{g_1}{g_2} = \frac{\frac{GM}{R_a^2} - \frac{Gm}{R_п^2}}{\frac{GM}{R_a^2}} = 1 - \frac{m \cdot R_a^2}{M \cdot R_м^2} =$

$= \cancel{1 - \frac{4}{3}\rho\pi \cdot R_п^3 \cdot R_a^2}$

$= 1 - \frac{\frac{4}{3}\rho\pi R_п^3 \cdot R_a^2}{\frac{4}{3}\rho\pi R_a^3 \cdot R_п^2} = 1 - \frac{R_п}{R_a}$

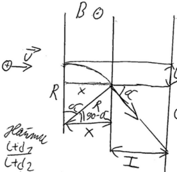
$\frac{T_2^2}{T_1^2} = 1 - \frac{R_п}{R_a}$

$\frac{R_п}{R_a} = 1 - \frac{T_2^2}{T_1^2}$; $R_п = R_a\left(1 - \frac{T_2^2}{T_1^2}\right) \approx 250 \cdot 3{,}988 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \approx$

$\approx 997 м \approx 1 км$

Ответ: 997м

№5



Решение:

$m_0 = \frac{M}{N_a} = \frac{12}{6\cdot 10^{23}} = \frac{2}{10^{23}}$; $E = \frac{m_0 v^2}{2}$

$a = \frac{v^2}{R}$; $F_1 = q v B$ $\quad v = \sqrt{\frac{2E}{m_0}}$

$\Sigma F = F_1 = m_0 a = \frac{m_0 v^2}{R} = q v B$; $R = \frac{m_0 v}{qB} =$

$= \frac{\sqrt{m_0 \cdot 2E}}{q \cdot B} = \frac{\sqrt{2 \cdot 120 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \frac{2}{10^{23}}}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} =$

$= \frac{\sqrt{48 \cdot 16 \cdot 10^{-42}}}{16 \cdot 10^{-20} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} = \frac{16 \cdot 10^{-21} \cdot \sqrt{3}}{16 \cdot 10^{-23} \cdot 15} = \frac{100 \cdot \sqrt{3}}{15} =$

Найти $\frac{l+d_1}{l+d_2}$

$= \frac{20\sqrt{3}}{3}$; $l = R - R \cdot \sin(90-\alpha)$

$\cos(90-\alpha) = \frac{x}{R} = \sin\alpha$; $x = 0{,}08 м$ и $0{,}12 м \ll R$, тогда можно сказать, что $\sin\alpha \approx tg\alpha$; $d = I \cdot tg\alpha = I \cdot \frac{x}{R}$; $d_1 = \frac{1 \cdot 0{,}08 \cdot 3}{20\sqrt{3}} =$

$= \frac{8 \cdot 10^{-3} \cdot 3}{2 \cdot \sqrt{3}} = 4\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$; $d_2 = \frac{1 \cdot 0{,}12 \cdot 3}{20 \cdot \sqrt{3}} = \frac{3 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{2\sqrt{3}} = 6\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$

$$\frac{l+d_1}{l+d_2} = \frac{R(1-\cos\alpha)+d_1}{R(1-\cos\alpha)+d_2} \approx \cancel{\frac{20\cdot\frac{20\sqrt{3}}{3}(1-0{,}99995)+4\sqrt{3}}{\frac{20\sqrt{3}}{3}(1-0{,}99995)+6\sqrt{3}}} = 1{,}6\cdot \approx \frac{d_1}{d_2}$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\left(\frac{x}{R}\right)^2} = \sqrt{1-\left(\frac{0{,}08\cdot 3}{20\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{1-\frac{64\cdot 0{,}1^4\cdot \cancel{3}^3}{\cancel{3}\cdot 400}} =$$

$$= \sqrt{1-16\cdot 0{,}1^6\cdot 3} \approx \sqrt{0{,}999952}$$

ведь $R(1-\cos\alpha)$ мал, так как $\Delta x \ll 1$м

$$\frac{l+d_1}{l+d_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{4\sqrt{3}}{6\sqrt{3}} = \frac{2}{3}$$

Ответ: $\frac{2}{3}$

Бланк ответов

$\cos(90-\alpha) = \frac{x}{R} = \sin\alpha$; $R = \frac{\sqrt{2E \cdot m_0}}{q \cdot B} = \frac{\sqrt{2 \cdot 120 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \frac{2}{10^{23}}}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} =$

$d = I \cdot tg\alpha$

$= \frac{\sqrt{48 \cdot 16 \cdot 10^{-42}}}{16 \cdot 10^{-20} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} = \frac{\cancel{16} \cdot 10^{-21} \sqrt{3}}{\cancel{16} \cdot 10^{-23} \cdot 15} = \frac{100 \cdot \sqrt{3}}{15} = \frac{20\sqrt{3}}{3}$

$x = 0{,}08 \leq R$, тогда

$\sin\alpha \approx tg\alpha$

$d = I \cdot \sin\alpha = I \cdot \frac{x}{R}$; $d_1 = \frac{1 \cdot 0{,}08 \cdot 3}{20 \cdot \sqrt{3}} = \frac{8 \cdot 10^{-3} \cdot 3}{8 \cdot \sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 4\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$

$d_2 = \frac{1 \cdot 0{,}12 \cdot 3}{20 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\cancel{12}^{6} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot \sqrt{3}} = 6\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$

$\frac{d_1}{d_2} = \frac{4\sqrt{3} \cdot 10^{-3}}{6\sqrt{3} \cdot 10^{-3}} = \frac{2}{3}$ Ответ: $\frac{2}{3}$

$\cos(90-\alpha) = \frac{x}{R} = \sin\alpha$; $R = \frac{\sqrt{2E \cdot m_0}}{q \cdot B} = \frac{\sqrt{2 \cdot 120 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \frac{2}{10^{-23}}}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} =$

$d = I \cdot tg\alpha$

$= \frac{\sqrt{48 \cdot 16 \cdot 10^{-42}}}{16 \cdot 10^{-20} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} = \frac{\cancel{16} \cdot 10^{-21} \cdot \sqrt{3}}{\cancel{16} \cdot 10^{-23} \cdot 15} = \frac{100 \cdot \sqrt{3}}{15} = \frac{20\sqrt{3}}{3}$

$x = 0{,}08 \leq R$, тогда

$\sin\alpha \approx tg\alpha$

$d = I \cdot \sin\alpha = I \cdot \frac{x}{R}$; $d_1 = \frac{1 \cdot 0{,}08 \cdot 3}{20 \cdot \sqrt{3}} = \frac{8 \cdot 10^{-3} \cdot 3}{8 \cdot \sqrt{3}} = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 4\sqrt{3} \cdot 1$

$d_2 = \frac{1 \cdot 0{,}12 \cdot 3}{20 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\overset{6}{\cancel{12}} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot \sqrt{3}} = 6\sqrt{3} \cdot 10^{-3}$

$\frac{d_1}{d_2} = \frac{4\sqrt{3} \cdot 10^{-3}}{6\sqrt{3} \cdot 10^{-3}} = \frac{2}{3}$ Ответ: $\frac{2}{3}$

Копия оборота титульного листа