ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

2502735224315

Титульный лист

Направление

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

Класс [ ] 8 [ ] 9 [x] 10 [ ] 11

Фамилия МАНУХИН

Имя АЛЕКСАНДР

Отчество АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата рождения 28 09 2005

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Аудитория 325

Телефон 89201331154

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

2502735224315

Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление

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

Класс [ ] 8 [ ] 9 [x] 10 [ ] 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	20	20	20	05					
Балл члена жюри №2	20	20	20	20	05					

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

Итоговый балл 085

Подпись члена жюри №1 **Подпись члена жюри №2**

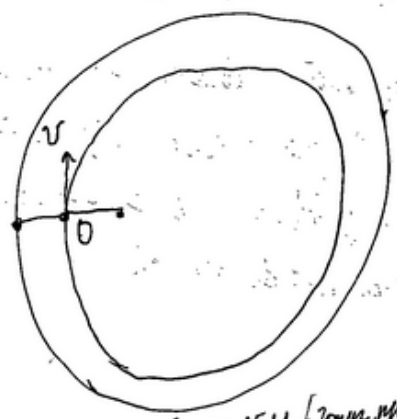
Пример заполнения А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Заметим, что в задачи 1 опечатка, перепутаны радиусы мяча и кольца. В противном случае, предельный угол α должен был не меньше 56°.

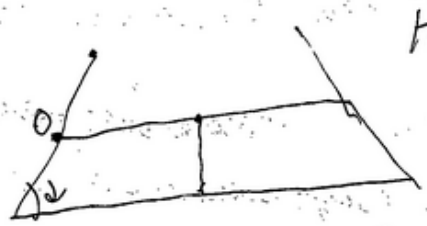
Бланк ответов

Задача № 1.

Рассмотрим случай движения мяча вдоль дужки кольца без потерь энергии. Заметим, что при меньшей скорости движения мяч будет падать в кольцо. Рассмотрим траекторию движения центра мяча. Она представляет из себя окружность, плоскость которой параллельна плоскости дужки кольца. Пусть r – радиус мяча, R – радиус кольца. H – радиус окружности положений центров мяча.

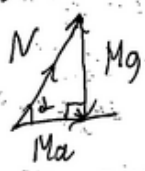


сверху (горизонтальная проекция)



Тогда центростремительное ускорение, которое испытывает центр мяча – $a = \frac{V^2}{H}$. Рассмотрим условие равновесия мяча в боковой проекции.

Равнодействующая сил N и Mg должна быть направлена параллельно a в той же проекции. (чтобы верт. проекция равнодействующей была равна 0)



$\bar{N} + \bar{M}g = \bar{M}a$ (исходим из симметрии мяча, считая нахождения его центра масс в центре.)

Тогда $\frac{Mg}{Ma} = tg\alpha$ $\quad \frac{g}{a} = tg\alpha$

$a = \frac{g}{tg\alpha} = g$

$$\frac{V^2}{H} = g \qquad V = \sqrt{gH}$$

$$V^2 = gH \qquad H = R - r\cos\alpha$$

мы пренебрегли условиями равновесия поворота, поскольку выполняется лемма о трёх силах

$$V = \sqrt{g(R - r\cos\alpha)} = 1.2\ м/с$$

Задача №2.

Заметим, что в течение всего эксперимента температура T_1 объёма V_1 оставалась неизменной. Рассмотрим процесс соединения объёмов. В данном случае, поскольку процесс изотермический, увеличение объёма сопровождается уменьшением давления в соотв с законом $pV = const$.

$$p_0 V_1 = 0.6 p_0 (V_1 + V_2)$$

$$V_1 = 0.6(V_1 + V_2)$$

$$0.4 V_1 = 0.6 V_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{2} \qquad V_1 = 1.5 V_2,$$

Рассмотрим изменение температуры во 2м объёме. Заметим, что давление будет одинаково в обоих объёмах, поскольку процесс уравнения давления при открытом вентиле идёт значительно быстрее, чем уравнение температуры. Поскольку давление - среднеэвешенная величина от температуры и распр. газов, то, поскольку давление уменьшилось, температура T_2 тоже уменьшилась.

$pV = \nu RT$ $\qquad V_1 = 1.5 V_2$

$pV_1 = \nu_1 RT_1 = p \cdot 1.5 V_2 = \nu_1 RT_1$

$pV_2 = \nu_2 RT_2$

$p_2(V_1 + V_2) = (\nu_1 + \nu_2) R \cdot T_1$ (поскольку в газе не происходит реакции изменения кол-ва вещества).

$\nu_1 = \frac{1.5 pV_2}{RT_1}$

$\nu_2 = \frac{pV_2}{RT_2}$

$p_2(2.5V_2) = \left(\frac{1.5pV_2}{RT_1} + \frac{pV_2}{RT_2}\right) \cdot RT_1$

$2.5 p_2 V_2 = 1.5 pV_2 + \frac{pV_2 \cdot T_1}{T_2}$

$T_1 = \frac{(2.5 p_2 V_2 - 1.5 pV_2)}{pV_2} T_2 = \left(\frac{2.5 \cdot 0.64 - 1.5 \cdot 0.564}{0.564}\right) \cdot 250 =$

$= 289.9°K$

$T_1 = 16.9°C$

$Q = \alpha \cdot \Delta m$ ← растаявшая масса

$N = \beta \cdot S_n = \frac{dm\,\alpha}{d\tau}$

$\frac{\beta}{\alpha} = K_1 \qquad K_1 S_n = \frac{dm}{d\tau} = \frac{dm}{dr} \cdot \frac{dr}{d\tau}$

$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$

$\frac{K_1}{\rho} = K$

$$K \cdot S = \frac{4}{3}\pi \cdot \frac{dr^3}{dr} \cdot \frac{dr}{d\tau}$$

$$K \cdot S = \frac{4}{3}\pi \cdot 3r^2 \cdot \frac{dr}{d\tau}$$

$$S = 2\pi r^2$$

$$K \cdot 2\pi r^2 = \frac{4}{3}\pi \cdot 3r^2 \cdot \frac{dr}{d\tau}$$

$$\frac{dr}{d\tau} = \frac{2}{4}K = \frac{K}{2}$$ — постоянная величина.

$$\Delta r(\tau) = \int\left(\frac{K}{2}\, d\tau\right) = \tau \cdot \frac{K}{2}$$

$$\frac{\Delta r(\tau_1)}{\Delta r(\tau_2)} = \frac{\tau_1}{\tau_2}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_x} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}$$

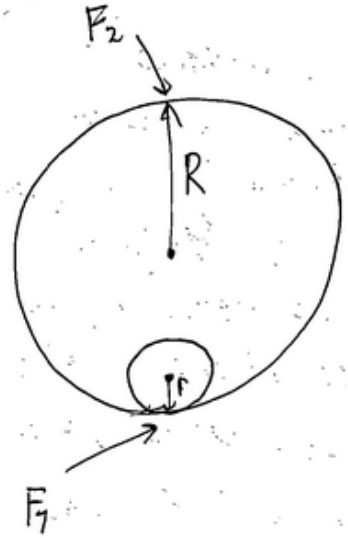
$$\tau_x = 10\tau_1 = 10\,ч$$

Задача № 4

Будем считать маятник математическим. Тогда:

$T \approx 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g_1}}$, где g_1 – ускорение св. падения в области колебаний маятника.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{1}{\sqrt{g_1}}}{\frac{1}{\sqrt{g_2}}} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} \qquad \frac{g_2}{g_1} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = 1{,}002^2 = 1{,}004$$



$$g = \frac{F_{гр}}{m}$$

$$F_2 = G\frac{M \cdot m}{R^2}$$

$$g_2 = \frac{GM}{R^2}$$

$$g_1 = \frac{GM}{R^2} - \frac{GM_1}{r^2}$$

$$M = \rho \cdot V_a \quad M_1 = \rho \cdot V_п$$

$$M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \quad M_1 = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$g_2 = \frac{G \cdot \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3}{R^2} = G\rho\frac{4}{3}\pi R$$

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

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{R}{R-r} = 1.004$$

$$R = 1.004(R-r)$$

$$1.004r = 0.004R$$

$$r = \frac{0.004}{1.004}R = 250 \cdot \frac{0.004}{1.004} = 0.996 \text{ км}$$

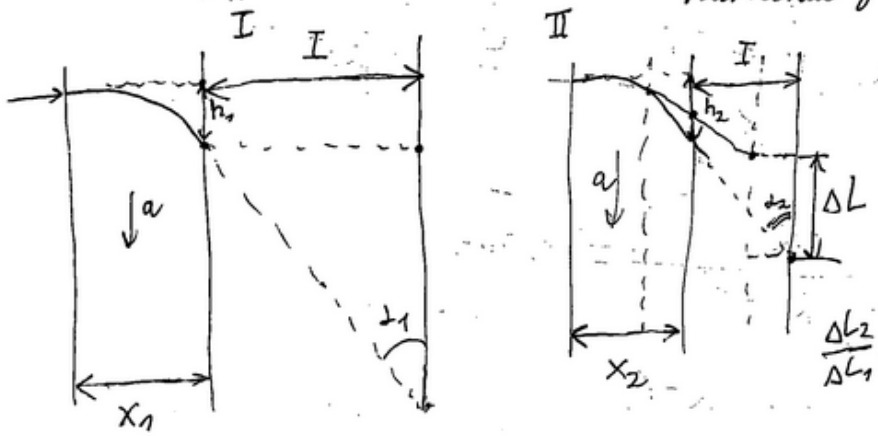
$$r = 996 \text{ м}$$

Задача № 5.

Рассмотрим оба эксперимента. Рассмотрим влияние поля на пучок. Пренебрегая взаимодействием ионов углерода в пучке, достаточно рассматривать траекторию одного атома углерода. Поскольку поле однородно, оно оказывает силу, постоянную по модулю и направлению на каждую частицу. Тогда траекторией движения частицы в поле будет являться парабола. Заметим, что вектор напряжённости магнитного поля в соответствии с задачей должен быть перпендикулярен вектору потока в начальный момент времени. Пусть частица испытывает ускорение $a = \frac{F}{m_ч}$ и имеет в начальный момент скорость v. $\left(E_{кин} = \frac{m_ч v^2}{2}\right)$ $\left(E = E_{кин} + \underset{\approx 0}{E_{пот}}\right)$

$m_ч = \frac{\mu_c}{N_A}$

Заметим, что после выхода из поля на частицы уже не действуют никакие значительные силы.



ΔL – искомое смещение.

$\Delta L_2 = h_2 + I \cdot ctg\,\alpha_2$

$\Delta L_1 = h_1 + I \cdot ctg\,\alpha_1$

$\frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} = \frac{1}{K} = \frac{h_2 + I \cdot ctg\,\alpha_2}{h_1 + I \cdot ctg\,\alpha_1}$

$h_1 = \frac{a t_1^2}{2}$ $\quad t_1 = \frac{x_1}{V}$ $\quad t_2 = \frac{x_2}{V}$ $\quad ctg\,\alpha_1 = \frac{a t_1}{V}$

$ctg\,\alpha_2 = \frac{a t_2}{V}$

$h_1 = \frac{a \frac{x_1^2}{V^2}}{2}$ $\quad h_2 = \frac{a \frac{x_2^2}{V^2}}{2}$

$$\frac{1}{K} = \frac{a \frac{x_2^2}{V^2}/2 + \frac{I \cdot a \cdot \frac{x_2}{V}}{V}}{\frac{a x_1^2}{2V^2} + \frac{I \cdot a \cdot x_1}{V^2}} = \frac{\frac{x_2^2}{2} + I \cdot x_2}{\frac{x_1^2}{2} + I \cdot x_1} = \frac{\frac{1.2^2}{2} + 1 \cdot 1.2}{\frac{0.8^2}{2} + 1 \cdot 0.8} = 1.714$$

$K = 0.583$ – искомое отношение смещений.