77-23-79-00
(170.1)

ОЛИМПИАДА ПВГ
2016

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьёвы Горы!"

по физике

Куликова Романа Николаевича
фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Дата
«20» марта 2016 года

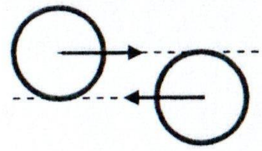
Подпись участника

77-23-79-00
(170.1)

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ!» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2016 года
БИЛЕТ № 02 (10-11 классы)

Задание 1:

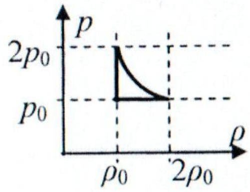
Вопрос: Две упругие однородные шайбы, скользившие поступательно по гладкому льду, столкнулись. При каких условиях после удара они также будут двигаться поступательно?



Задача: Два одинаковых упругих колечка радиуса R с шероховатой боковой поверхностью скользят навстречу друг другу по гладкой горизонтальной поверхности с одинаковыми по величине скоростями v_0. Линии движения центров колечек проходят по касательной к ним (см. рисунок). После удара они начали вращаться с угловыми скоростями $\omega = \dfrac{v_0}{4R}$. Найти величину скоростей движения центров масс колечек после удара.

Задание 2:

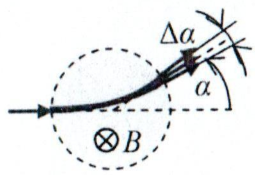
Вопрос: Идеальный газ участвует в процессе, в котором его температура изменяется от T_0 до $5T_0$, а график зависимости давления от температуры – парабола $p = p_0\left[1+\dfrac{T^2}{4T_0^2}\right]$. Плотность газа в конце процесса равна ρ_K. Чему равна минимальная плотность газа в этом процессе?



Задача: Постоянное количество гелия является рабочим телом тепловой машины, цикл которой в координатах «давление-плотность» показан на рисунке. Найти максимальное КПД этой тепловой машины (т.е в пренебрежении всеми потерями, кроме передачи тепла холодильнику). Криволинейный участок диаграммы – гипербола $p\rho = const$.

Задание 3:

Вопрос: Как может двигаться заряженная частица в однородном и постоянном магнитном поле (если других силовых полей нет)? Опишите все возможные случаи.



Задача: Узкий пучок ионов с одинаковым зарядом, но с немного различающимися массами направляют в область цилиндрической формы, в которой создано однородное магнитное поле, направленное по оси цилиндра. Скорость ионов перпендикулярна этой оси. После прохождения области пучок отклонился от направления первоначального движения на угол $\alpha = 30°$ и у него появилась расходимость с углом $\Delta\alpha \approx 0{,}6°$ (начальная расходимость была пренебрежимо мала по сравнению с этой). Найти (в процентах) разброс масс ионов пучка ($\Delta m / m = ?$).

Задание 4:

Вопрос: В каком случае двояковыпуклая тонкая линза может являться рассеивающей? Ответ обосновать.

Задача: Небольшая лампа подвешена на высоте $H = 1{,}8$ м над горизонтальной поверхностью стола. Между лампой и столом поместили линзу, оптическая сила которой $D = 2{,}5$ дптр, таким образом, что на столе наблюдалось четкое изображение нити лампы (плоскость линзы горизонтальна). Линзу переместили вниз на расстояние h, и оказалось, что и в этом случае на столе наблюдается четкое изображение нити. Найти h.

1	2	3	4	Σ
5	5	5	4	87
8	20	20	20	

оценка: 87 баллов (Наранов НС) (Степанов М)

Чистовик

№2

Вопрос:

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT$; $V = \frac{m}{\rho}$, $\nu = \frac{m}{\mu}$; $\Rightarrow p\frac{m}{\rho} = \frac{m}{\mu}RT$;

$p\mu = \rho RT \Rightarrow \rho = \frac{\mu}{R} \cdot \frac{p}{T}$

Для нашей задачи:

$$\rho(T) = \frac{\mu}{R} \cdot p_0 \cdot \frac{\left(1 + \frac{T^2}{4T_0^2}\right)}{T} = \frac{\mu p_0}{R} \cdot \left(\frac{1}{T} + \frac{T}{4T_0}\right)$$

Для нахождения экстремума возьмем производную и приравняем её к нулю:

$$\rho'(T) = \frac{\mu p_0}{2} \cdot \left(-\frac{1}{T^2} + \frac{1}{4T_0^2}\right) = 0$$

$\Downarrow$

$4T_0^2 = T_э^2 \Rightarrow$ при $T_э = 2T_0$ – экстремум

Теперь выясним, это максимум или минимум:

$$\rho(T_э) = \rho(2T_0) = \frac{\mu p_0}{R} \cdot \left(\frac{1}{2T_0} + \frac{2T_0}{4T_0^2}\right) = \frac{\mu p_0}{RT_0}$$

$$\rho(5T_0) = \frac{\mu p_0}{R}\left(\frac{1}{5T_0} + \frac{5T_0}{4T_0^2}\right) = \frac{29}{20} \cdot \frac{\mu p_0}{RT_0} > \rho(T_э)$$

$\Downarrow$

$\rho(T_э)$ – минимум

Заметим, что $T_э \in [T_0, 5T_0]$

$$\left.\begin{aligned} \rho_к &= \frac{29}{20} \cdot \frac{\mu p_0}{RT_0} \\ \rho(T_э) &= \frac{\mu p_0}{RT_0} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \rho(T_э) = \frac{20}{29}\rho_к$$

+

Ответ: $\rho(T_э) = \frac{20}{29}\rho_к$, при $T_э = 2T_0$.

Задача:

Найдем КПД цикла:

Сначала перерисуем ~~его~~ цикл в pV координатах.

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\mu\nu}{V} \Rightarrow$ при $\rho = const$ – $V = const$ $\left(V = \frac{\mu\nu}{\rho}\right)$

1 из 11

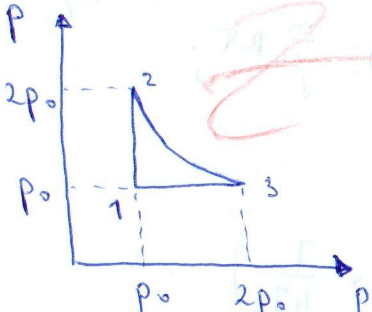
Чистовик

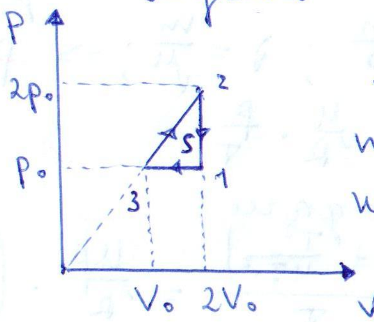
$p \cdot \rho = const = C$

$\Downarrow$

$\rho = \frac{C}{p} \Rightarrow V = \frac{\mu\nu}{\rho} = \frac{\mu\nu}{C}\cdot p \Rightarrow p = \frac{C}{\mu\nu}\cdot V \Rightarrow p \sim V$

Пусть $V_0 = \frac{\mu\nu}{2\rho_0}$, тогда:





Мы работаем с тепловой машиной, поэтому цикл по часовой стрелке.

$A_ц = S_ц = \frac{1}{2}(2p_0 - p_0)\cdot(2V_0 - V_0) = \frac{p_0V_0}{2}$ (для pV координат)

$\Delta U = \nu C_V R \Delta T = \frac{C_V}{R}\cdot\Delta(pV)$

I начало термодинамики:

1-3 : $Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13} = A_{13} + \frac{C_V}{R}(p_0V_0 - p_0\cdot 2V_0) < 0$, т.к. $A_{13} < 0$

2-1 : $Q_{21} = \Delta U_{21} + A_{21} = \Delta U_{21} = \frac{C_V}{R}(2p_0V_0 - 4p_0V_0) < 0$

3-2 : $Q_{32} = \Delta U_{32} + A_{32} = \frac{C_V}{R}\cdot(2p_0\cdot 2V_0 - p_0\cdot V_0) + \frac{2p_0+p_0}{2}\cdot(2V_0 - V_0) =$

$= 3p_0V_0\left(\frac{C_V}{R} + \frac{1}{2}\right)$

$\eta = \frac{A_ц}{Q_+} = \frac{A_ц}{Q_{32}} = \frac{\frac{p_0V_0}{2}}{3p_0V_0\left(\frac{C_V}{R}+\frac{1}{2}\right)} = \frac{1}{6\left(\frac{C_V}{R}+\frac{1}{2}\right)} = \frac{1}{6\left(\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\right)} = \frac{1}{12}$

$C_V = \frac{3}{2}R$, т.к. гелий

A

Ответ: $\eta = \frac{1}{12} \approx 8{,}3\,\%$

№3

Вопрос:

$\vec{F}_Л = q[\vec{v}\vec{B}]$ – магнитная составляющая силы Лоренца

$\Downarrow$

1) Если $v = 0$, то $F = 0 \Rightarrow$ частица покоится

2) Если $v \neq 0$:

ⓐ $\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \vec{F}_Л \perp \vec{v}$, $\vec{F}_Л \perp \vec{B}$

Чистовик

$\vec F_Л \perp \vec v$ => у частицы нет тангенсального ускорения, но есть нормальное, значит ~~од~~ она будет двигаться по окружности, посчитаем ее радиус:

II з-н Ньютона ov:

$$\frac{mv^2}{R} = qvB \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} \quad \left(a_н = \frac{v^2}{R}\right) \Rightarrow R = const$$

(б) $\vec v \parallel \vec B \Rightarrow \vec F_Л = \vec 0$ => частица двигается по прямой с постоянной скоростью, т.к. $F_Л = ma = 0 \Rightarrow a = 0$.

(в) $(\widehat{\vec v \vec B}) = \alpha$ => суперпозиция пунктов а и б, $v_а = v_\perp = v\sin\alpha$, $v_б = v_\parallel = v\cos\alpha$

$\Downarrow$

Частица двигается по винтовой линии.

Ответ: 1) $v=0$ – частица в покое, 2) (а) $\vec v \perp \vec B$ – по окружности постоянного радиуса $R = \frac{mv}{qB}$; (б) $\vec v \parallel \vec B$ – по прямой, с постоянной скоростью; (в) $(\widehat{\vec v \vec B}) = \alpha$ – винтовая линия

$$R = \frac{mv\sin\alpha}{qB}; \quad H = v_\parallel \cdot T = v\cos\alpha \cdot \frac{2\pi R}{v_\perp} = \frac{2\pi R\cos\alpha}{\sin\alpha} = 2\pi \cdot \frac{mv\cos\alpha}{qB}$$

(+)

Задача (рисунки на стр 7)

II з-н Ньютона ov:

$$qBv = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

$$\cancel{\Delta R = \frac{m}{qB}\cdot(v+\Delta v) - \frac{m}{qB}\cdot v}$$

$$\Delta R = \frac{v}{qB}(m+\Delta m) - \frac{v}{qB}m = \frac{v\Delta m}{qB}$$

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta R\sin\alpha}{R}$$ – т.к. $\Delta\alpha \ll 1$

Чистовик

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\frac{v\Delta m}{qB}}{\frac{v m}{qB}} = \frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta\alpha}{\sin\alpha}$$, $\Delta\alpha$ в радианах

Вычисление: +

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{0,6\cdot\pi}{180}\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{-1} = \frac{2\pi}{300} = \frac{2}{3}\pi\,\% \approx 2\%$$

Ответ: $\frac{\Delta m}{m} \approx 2\%$

№4

Вопрос:

Пусть показатель преломления линзы $n_л$, среды – $n_{ср}$, тогда:

$$\frac{1}{F} = \left(\frac{n_л}{n_{ср}} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$ – инвариант Аббе.

двояковыпуклая $\Rightarrow R_1 > 0,\ R_2 > 0$

$\Downarrow$

рассеивающая $\Leftrightarrow F < 0 \Rightarrow \frac{n_л}{n_{ср}} - 1 < 0 \Rightarrow n_{ср} < n_л$??

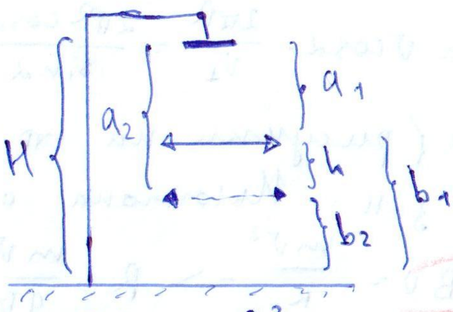
Ответ: если $n_{ср} < n_л$. ±

Задача:

Решение 1 (предназначено для проверки работы и выставления баллов)

Дано:
$H = 1,8$ м
$D = 2,5$ дптр

h – ?



Ф-ла линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$\Downarrow$

$$b = \frac{Fa}{a-F}$$

$$H = (a+b) = a + \frac{Fa}{a-F} = \frac{a^2}{a-F};$$

$a^2 - Ha + HF = 0$ – квадратное уравнение +

$$a_1 = \frac{H - \sqrt{H^2 - 4HF}}{2};\quad a_2 = \frac{H + \sqrt{H^2 - 4HF}}{2},$$ т.к. $a_1 < a_2$

$$a_2 - a_1 = h = \frac{H + \sqrt{H^2 - 4HF}}{2} - \frac{H - \sqrt{HH - 4HF}}{2} = \sqrt{H^2 - 4HF} =$$

$$= \sqrt{H\left(H - \frac{4}{D}\right)}$$

4 из 11

77-23-79-00
(170.1)

Чистовик

ОЛИМПИАДА ПВГ 2016

Вычисление:

$$h = \sqrt{H\left(H - \frac{4}{D}\right)} = \sqrt{1{,}8\,м\left(1{,}8\,м - \frac{4}{2{,}5\,дптр}\right)} = 0{,}6\,м$$

Решение 2 (дополнительное, не оценивается, т.к. оценивается решение 1)

Можно было не решать квадратное уравнение, а воспользоваться формулой Ньютона:

$xy = F^2$, где x - расстояние между предметом и его фокусом, y - между изображением и его фокусом.

$$\begin{cases} xy = F^2 \\ (x+h)(y-h) = F^2 \end{cases} \Rightarrow h(y-x) = h^2$$

$$h = 0 \text{ или } h = y - x$$

$x + y + 2F = H$;

$$x + y = H - 2F \Rightarrow (x+y)^2 - 4xy = (y-x)^2 = (H-2F)^2 - 4F^2$$

$$h = y - x = \sqrt{(y-x)^2} = \sqrt{(H-2F)^2 - 4F^2} = \sqrt{H\left(H - \frac{4}{D}\right)}$$

Ответ: $h = \sqrt{H\left(H - \frac{4}{D}\right)} = 0{,}6\,м$.

№1

Вопрос:

При лобовом соударении, в силу симметрии силы могут действовать только по линии соединения центров (внешних силы ~~нет~~ скомпенсированы, т.к. скользят по гладкому льду, а сила тяжести уравновешивается силой реакции опоры), значит

5 цз И

Чистовик

закручивания не происходит.

Если поверхности шайб гладкие, то также не происходит закручивания, т.к. внешние силы скомпенсированы, а реакция опоры направлена по линии соединения центров => $M_N = 0$, относительно центра, тогда по основному уравнению вращения твердого тела:

$\Sigma M = 0 = J\varepsilon \Rightarrow \varepsilon = 0 \Rightarrow$ не закручиваются.

Ответ: а) при лобовом соударении,

б) Если между поверхностями шайб нет трения.

+

Задача:

Дано:	
v_0, $w = \frac{v_0}{4R}$	Сумма внешних сил равна нулю, значит, по теореме о движении центра масс, ускорение ц.м. равно нулю.
$v - ?$	$\vec{V}_{ц.м} = \frac{m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2}}{m_1 + m_2} = \frac{m\vec{V_0} - m\vec{V_0}}{m_1 + m_2} = \vec{0} = const$

В силу симметрии, скорости шайб после соударения будут направлены по одной линии, тогда:

$$\vec{V}_{ц.м} = \frac{m_1\vec{V_1'} + m_2\vec{V_2'}}{m_1 + m_2} = \frac{m\vec{V_0} - m\vec{V_0}}{2m} = \vec{0}$$

$$\vec{V_1'} = -\vec{V_2'} \Rightarrow |\vec{V_1'}| = |\vec{V_2'}| = V$$

$J = mR^2$ – для диска.

$$ЗСЭ: \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = \left(\frac{Jw^2}{2} + \frac{mv^2}{2}\right) + \left(\frac{Jw^2}{2} + \frac{mv^2}{2}\right)$$

??

$$mv_0^2 = Jw^2 + mv^2$$

б из II

$mV_0^2 = mR^2 \cdot \omega^2 + mV^2;$ Чистовик

$V_0^2 = R^2 \cdot \left(\frac{V_0}{4R}\right)^2 + V^2.$

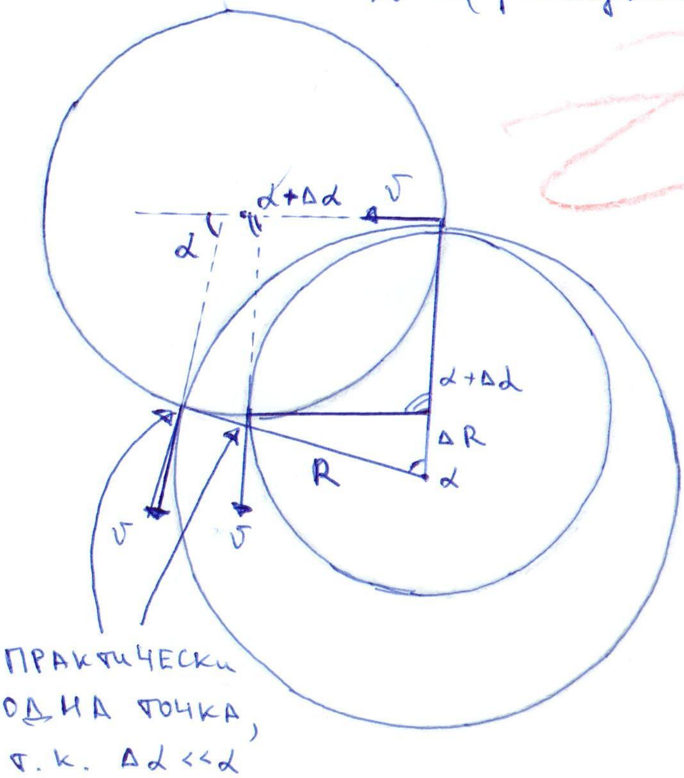
$V^2 = V_0^2 - \frac{V_0^2}{16} = \frac{15}{16} V_0^2$

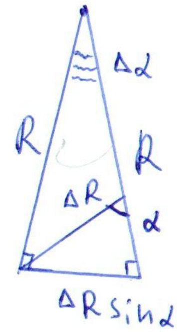
$V = \frac{\sqrt{15}}{\sqrt{16}} V_0 = \frac{\sqrt{15}}{4} V_0$

4

Ответ: $V = \frac{\sqrt{15}}{4} V_0 \approx 0{,}97 V_0$ ($\sqrt{15} \approx 3{,}87$)

№3 (рисунок)





7 из 11

Черновик
№2

$pV = \nu RT$

$pV = \frac{m}{\mu}RT \to p\mu = \rho RT$

$\rho = \frac{p\mu}{RT} = \frac{\mu}{R}\cdot\frac{p_0\left[1+\frac{T^2}{4T_0^2}\right]}{T}$

$\rho'_T = \frac{\mu p_0}{R}\cdot\left(-\frac{1}{T^2}+\frac{1}{4T_0^2}\right) = 0$

$T^2 = 4T_0^2 \to \boxed{T = 2T_0}$

?(min или max?)

$\rho(\text{экстр}) = \frac{\mu p_0}{R}\cdot\left[\frac{1}{2T_0}+\frac{4T_0^2}{2T_0\cdot 4T_0^2}\right] = \frac{\mu p_0}{RT_0}$

$\rho(5T_0) = \frac{\mu p_0}{R}\cdot\left[\frac{1}{5T_0}+\frac{5T_0}{4T_0^2}\right] = \frac{29\mu p_0}{20RT_0} > \rho_{экстр}$

$\rho(T_0) = \frac{\mu p_0}{R}\cdot\left[\frac{1}{T_0}+\frac{T_0}{4T_0^2}\right] = \frac{5}{4}\frac{\mu p_0}{RT_0}$

$\Downarrow$

$\rho_{экстр}$ − min

$\Downarrow$

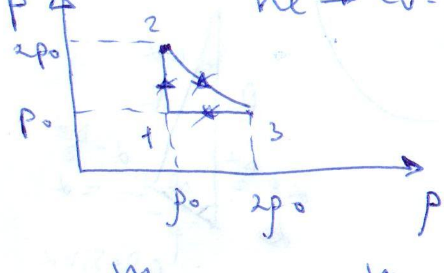
~~на концах~~

$\Downarrow$

~~$\rho(5T_0) = \rho_{max}$~~

$\rho_{min} = \rho_{экстр} = \frac{20}{29}\rho_к$

He $\to C_V = \frac{3}{2}R$



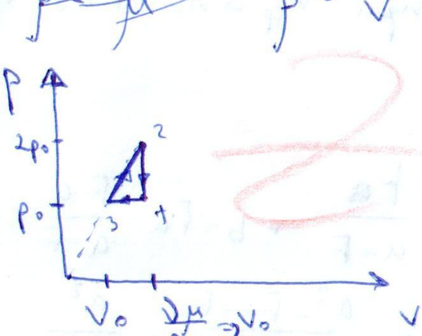
$p\mu = \rho RT$ обход вправо, т.к. тепл. маш

$p\cdot\rho = const$

$\nu = const$

~~$\rho = \frac{m}{\mu}$~~ $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\nu\mu}{V} \to \boxed{V = \frac{\nu\mu}{\rho}}$

$\Rightarrow \rho = const \Leftrightarrow V = const$



23: $p\rho = const = c$

$\rho = \frac{c}{p} \to V = \frac{\nu\mu}{\rho} = \frac{\nu\mu}{c}\cdot p$

$\Downarrow$

~~$V \sim p$~~ $(p \sim V)$

132 − тепл. маш.

$A = S = \frac{1}{2}\cdot(2p_0-p_0)\cdot(2V_0-V_0) = \frac{p_0V_0}{2}$

$Q_+ = Q_{32} = \Delta U_{32}+A_{32} = \frac{C_V}{R}\cdot\Delta(pV)+S_{32} = \frac{C_V}{R}\cdot(2p_0\cdot 2V_0-p_0V_0)+\frac{2p_0+p_0}{2}\cdot(2V_0-V_0) =$

8 из 11

$= \frac{3}{2} \frac{C_V}{R} \cdot 3p_0V_0 + \frac{3p_0V_0}{2} = 3p_0V_0 \cdot \left(\frac{C_V}{R} + \frac{1}{2}\right)$ Черновик

$y = \frac{A}{Q_+} = \frac{\frac{p_0V_0}{2}}{3p_0V_0\left(\frac{C_V}{R}+\frac{1}{2}\right)} = \frac{1}{6\left(\frac{C_V}{R}+\frac{1}{2}\right)} = \frac{1}{12}$

~ 3

$B \perp v$ $\quad$ $B \parallel v$ $\quad$ $(\widehat{B\,v}) = \alpha$

окр. $\quad$ прям. $\quad$ ~~суперпозиция 1 и 2~~

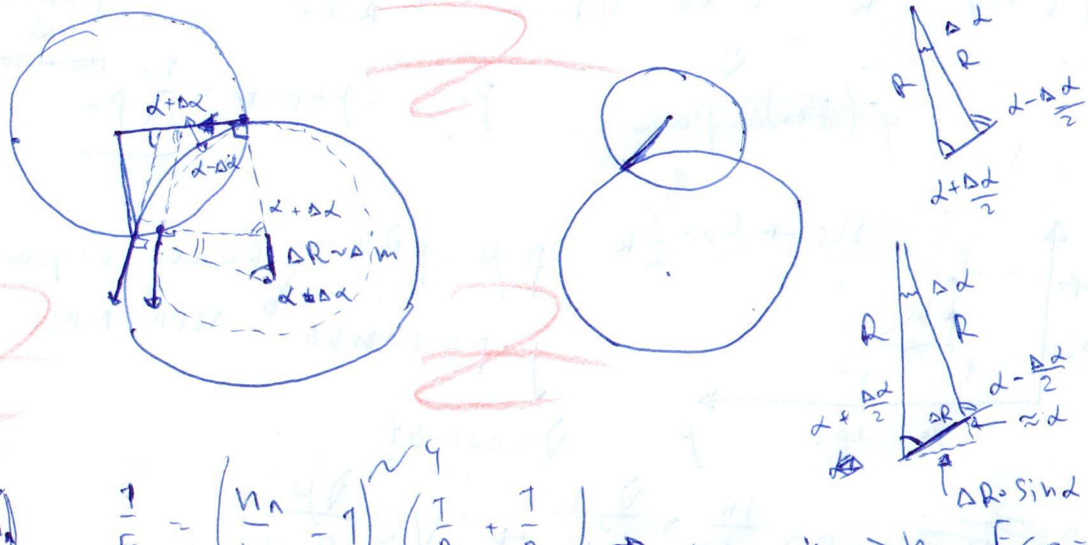
винтовая линия

$\boxed{v=0}$?!

3:

$q_i = q$

$qvB = \frac{mv^2}{R} \to R = \frac{mv}{qB}$

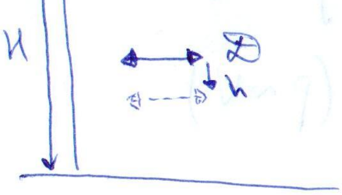


~ 4

$\frac{1}{F} = \left(\frac{n_л}{n_{ср}} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow$ при $n_{ср} > n_л$, $F < 0 \Rightarrow$

рассеивающая

3:



$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \to Г = \frac{F}{a-F} \to b = Гa = \frac{Fa}{a-F}$

$H = a + b = a + \frac{Fa}{a-F} = \frac{a^2 - Fa + Fa}{a-F} = \frac{a^2}{a-F}$

$H(a-F) = a^2$

$a^2 - Ha + HF = 0$

$a = \frac{H \pm \sqrt{H^2 - 4HF}}{2} \to a_1 = \frac{H - \sqrt{H^2-4HF}}{2}; \; a_2 = \frac{H + \sqrt{H^2-4HF}}{2}$

9 из 11

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

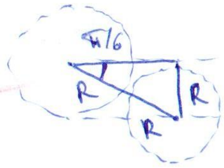
$$a_2 - a_1 = h = \frac{H + \sqrt{H^2 - 4HF}}{2} - \frac{H - \sqrt{H^2-4HF}}{2} = \sqrt{H^2-4HF}$$

$$h = \sqrt{H^2 - 4HF} = \sqrt{H\left(H - \frac{4}{D}\right)}$$

Черновик

$$h = \sqrt{1{,}8 \cdot \left(1{,}8 - \frac{16}{10}\right)} = \sqrt{1{,}8 \cdot 0{,}2} = 0{,}6$$

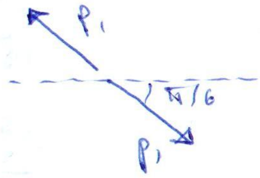
№1



p

p

ЗСИ:

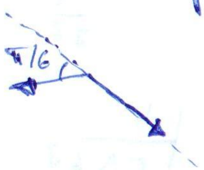


$F_{тр} = \mu N \rightarrow$

2зН в инт. ф.:

$\tau F_{тр\,ср} = m \cdot \omega R$

$\tau \cdot N_{ср} =$



$$ЗСЭ: \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

$$mv_0^2 = mv^2 + mR^2 \cdot \omega^2$$

$$v_0^2 = v^2 + \left(\frac{v_0}{4}\right)^2 \rightarrow v^2 = \frac{15}{16} v_0^2 \rightarrow v = \frac{\sqrt{15}}{4} v_0$$

В:

$3{,}142 \,|\, 3$, $1{,}04$

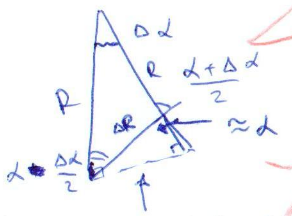
$\pi - 180$

$x - 0{,}6$

$\Delta\alpha$ - в рад.

№3 З:

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta R \sin\alpha}{R}$$



$$\Delta R = \frac{v}{qB}\cdot(m + \Delta m) - \frac{v}{qB}\cdot m = \frac{v}{qB}\cdot \Delta m$$

$$\Delta\alpha = \frac{\sin\alpha}{1} \cdot \frac{\frac{v}{qB}\cdot\Delta m}{\frac{v}{qB}\cdot m} = \frac{\Delta m}{m}\cdot \sin\alpha$$

$$\boxed{\frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta\alpha}{\sin\alpha}} \rightarrow \frac{\Delta m}{m} = \frac{0{,}6\pi}{180}\cdot 2 \cdot 100\% = \frac{12}{18}\pi = \frac{2}{3}\pi \approx 2\%$$

~~$\pi \approx 3{,}14$~~ $\rightarrow$ ~~$3{,}145$~~ $\pi \approx 3{,}142 \rightarrow \frac{\Delta m}{m} \approx$

Юш 11

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

№4 Черновик

$xy = F^2 \qquad x+y+2F = H \rightarrow x+y = H-2F$

$(x+h)(y-h) = F^2 = xy$

$h(y-x)-h^2 = 0 \rightarrow h=0$ или $h = y-x$

$(x-y)^2 = (H-2F)^2 - 4F^2$

$h = \sqrt{(H-2F)^2-4F^2} = \sqrt{H^2-4HF}$

$15 : 9 = 3,87$; 600; 544; 5600; 5369

$385 \times 5 = 1925$

$387 \times 7 = 2709$

380

68×8

$38 \times 2 = 76$

$765 \times 5 = 3825$

$767 \times 7 = 5369$

3767×7

$3,87 : 4 = 0,967$; 36; 27; 24; 30

11 из 11

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!