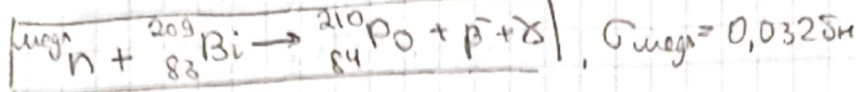
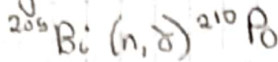


5A-2016

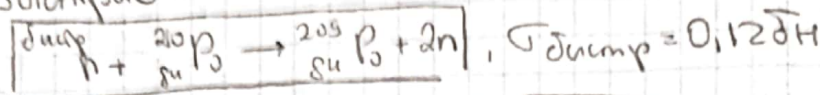
$$^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow T_{1/2} = 138 \text{ дней}$$

$$^{209}_{84}\text{Po} \rightarrow T_{1/2} = 102 \text{ года}$$

① Медл (медленное n)



② Быстрое n



Образцы Bi: $m = 105 \text{ г}$, $t = 10 \text{ суток}$

$$\Phi_{\text{медл}} = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}, \Phi_{\text{быстр}} = \frac{1}{10} \Phi_{\text{медл}}, N_2 - ? - \text{число ядер } ^{209}_{84}\text{Po}$$

Решение N_1 -ион-во ядер $^{210}_{84}\text{Po}$

$$\frac{dN_1}{dt} = \sigma_{\text{медл}} N_0 \Phi_{\text{медл}} - \lambda_1 N_1$$

$$\frac{dN_2}{dt} = \sigma_{\text{быстр}} N_1 \Phi_{\text{быстр}} - \lambda_2 N_2$$

распады образцов
предельно

N_0 -число ядер в образце Bi (чистый):

$$N_0 = N_A \frac{m}{A} = 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{209} \frac{105 \text{ г}}{209 \text{ г/моль}} = 3 \cdot 10^{23} \text{ ядер Bi}$$

$$N_1 = \sigma_{\text{медл}} N_0 \Phi_{\text{медл}} \cdot t$$

$$\frac{dN_2}{dt} = \sigma_{\text{быстр}} \cdot \Phi_{\text{быстр}} \cdot \sigma_{\text{медл}} N_0 \Phi_{\text{медл}} t \rightarrow N_2 = \sigma_{\text{быстр}} \Phi_{\text{быстр}} \Phi_{\text{медл}} N_0 \frac{t^2}{2} =$$

$$= 0,12 \cdot 0,032 \cdot 10^{-48} \cdot \frac{4}{10} \cdot 10^{28} \cdot 3 \cdot 10^{23} \frac{10^2 \cdot 8,64 \cdot 10^8}{2} = 0,17 \cdot 10^{13} \text{ яд.}$$

$$\lambda_1 = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 6 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$$

$$\lambda_2 = \frac{\ln 2}{T_{2,1/2}} = 2,15 \cdot 10^{-10} \text{ с}^{-1}$$

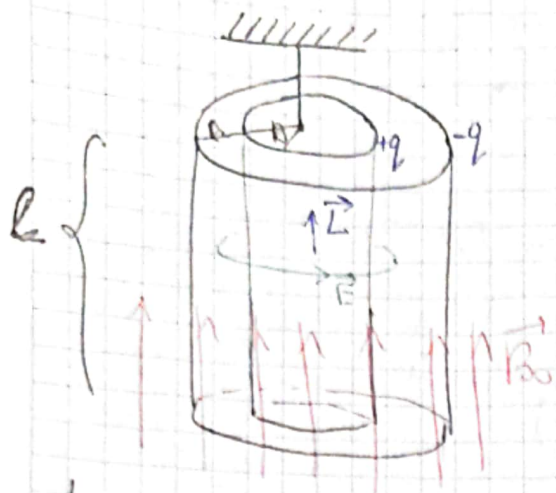
наработка

спонт. распад

Сравни с откл. от среднего (дисперсия)

2013

Сначала неподв. в эл. поле
 ШИ, контр. ион при выкл.
 поле В.
 В каком напр. он будет
 закручиваться



разные R_1 и $R_2 \Rightarrow$
 в выкл. поле
 аэром.
 + и - вращ. в
 разные

1 решение

Выкл. при перем. МН \Rightarrow рожд. вихревое эл. поле \Rightarrow наклонит с жар.
 кура - то поворачив.

$$\oint_{\text{погр}} \vec{E} d\vec{l} = 2\pi r E = -\frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t} \cdot \pi r^2$$

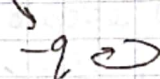
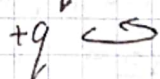
$$E(r) = -\frac{1}{2c} \frac{dB}{dt} r$$

// правило Ленца: в эл. поле должно
 поддерж. уходящее

Момент внутр. напр. (+q):

$$M_{\text{внутр}} = q E(R_1) R_1$$

$$M_{\text{внеш}} = -q E(R_2) R_2$$



$$dL = (M_1 + M_2) dt = -\frac{q}{2c} (R_2^2 - R_1^2) dB$$

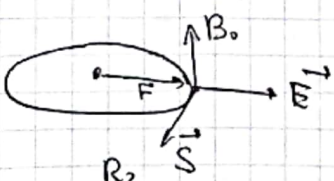
$$L = -\int_{B_0}^0 \frac{q}{2c} (R_2^2 - R_1^2) dB = \frac{q B_0}{2c} (R_2^2 - R_1^2) - \text{мех. момент, в эл. поле при выкл. поле}$$

2 решение

В-р Пойнтинга, плотность ММ ЭМ поля

Поле конд. $E(r) = \frac{2q}{r} = \frac{2q}{l r}$

$$\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [\vec{E} \times \vec{H}], \quad \vec{g} = \frac{\vec{S}}{c^2} = \frac{1}{4\pi c} [\vec{E} \times \vec{H}] - \text{импульс ЭМ поля}$$



$$\text{ММ ЭМ поля } \vec{L} = \int [\vec{r} \times \vec{g}] dV, \quad dV = 2\pi r dr \cdot l$$

$$L = \frac{1}{4\pi c} \int_{R_1}^{R_2} \frac{2q}{r} \cdot B_0 r \cdot 2\pi r dr \cdot l = \frac{q B_0}{2c} (R_2^2 - R_1^2) - \text{ММ поля}$$

! против поля B_0

Зам. ММ поля и
 ММ механич.

③ Гравитация

7.31

перигей



7.20.

Искусств. спутник Земли

$R_3 = 6400 \text{ км}$. $2a = ?$

Решение

$$E = -\frac{\gamma M m}{2a} = \frac{m V_1^2}{2} - \frac{\gamma M m}{r_1} = \frac{m V_2^2}{2} - \frac{\gamma M m}{r_2}$$

Из закона движения: E (полная), L (сохр. величина) \Rightarrow траектория плоская

$$L = m V_1 r_1 = m V_2 r_2$$

$$r_1 = \frac{2a}{V_1 + V_2} V_2, r_2 = \frac{2a}{V_1 + V_2} V_1 \Rightarrow 2a = r_1 + r_2 = \frac{2 \gamma R_3^2}{V_1 V_2} = \dots = 14350 \text{ км.}$$

3 з-н Кеплера.

7.41

Траектория 2х звезд:

2 конж. орбиты.

$R = 19640 \text{ км}$. $T = 6,4 \text{ сут}$.

Найти: $(M_n + M_x) / M_3 = ?$

Решение 1)

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{\gamma(M_n + M_x)}$$

где $\text{сид. } \odot + \text{планета}$.

$M_\odot + M_{\text{планета}} \approx M_\odot$

константа Кеплера

$$\omega^2 a^3 = \gamma(M_n + M_x)$$

$$[\gamma M_3 = g R_3^2] \Rightarrow \gamma = g R_3^2 / M_3$$

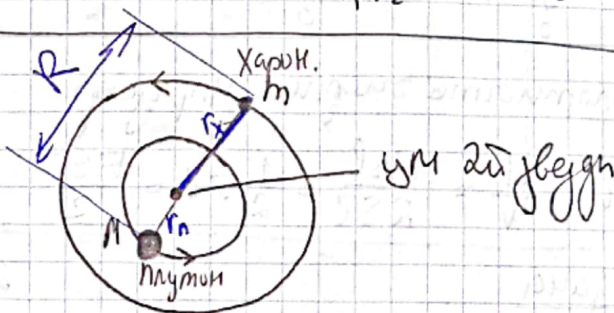
R -наго g в.

$$\omega^2 a^3 = g R_3^2 \cdot \frac{M_n + M_x}{M_3} \Rightarrow \frac{M_n + M_x}{M_3} = \frac{\omega^2 a^3}{g R_3^2} = ?$$

$$2) F = \frac{\gamma M_n M_x}{R^2} = M_x \omega^2 r_x = M_x \omega^2 R \cdot \frac{M_n}{M_n + M_x}$$

$$\gamma = R^3 \omega^2 \cdot \frac{1}{M_n + M_x} = \frac{g R_3^2}{M_3} \Rightarrow \frac{M_n + M_3}{M_3} = \frac{\omega^2 R^3}{g R_3^2} = 0,0024 //$$

не решение



④ Упругие деформации



Напряжение $\sigma \equiv T = \frac{F}{S} = \tau$.

Упр. депр: растянули, стали длиннее \Rightarrow
 \Rightarrow вернулось обратно

Неупр(пластич): не вернулось.

З. Гук: $F = k \Delta l$, $\Delta l = l - l_0$
 $\epsilon = \frac{l - l_0}{l} \approx \frac{l - l_0}{l_0}$

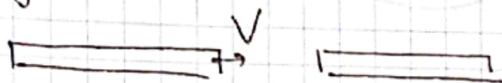
$$\sigma = \frac{k \Delta l}{S} \cdot \frac{l}{l} = \left(k \frac{l}{S} \right) \epsilon = E \epsilon$$

$U = \int_0^{\Delta l} F(x) dx = k \int_0^{\Delta l} x dx = k (\Delta l)^2 / 2 = \frac{F \Delta l}{2}$ — ^{пот.} $\frac{1}{2}$ макс. энергия упр. деформации.

Плотность энергии упр. депр:

$$u = \frac{U}{V} = \frac{F \Delta l}{2 S l} = \frac{1}{2} \sigma \epsilon = \frac{E \epsilon^2}{2}$$

Задача



2 упр. стержня, E
 макс. депр. во время удара ϵ .

$$mV = 2mV' \rightarrow V' = V/2$$

$$mV^2/2 = mV'^2/2 + U \Rightarrow U = \frac{mV^2}{4} \Rightarrow \frac{mV^2}{8} \leftarrow \begin{matrix} 1 \text{ стержень} \\ 2 \text{ стержня} \end{matrix}$$

$$\frac{mV^2}{8} = \frac{E \epsilon^2}{2} V$$

$$\frac{8V^2}{4} = E \epsilon^2 \Rightarrow \epsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{V}{2} \sqrt{\frac{8}{E}} = \frac{1}{2} \frac{V}{V_{3\phi}}$$

Задача Углеродная нанотрубка $E = 10^{12} \text{ Па}$

Среднеквадр. флуктуация радиуса трубки — ?
 радиус $r = 0,45 \text{ нм}$.

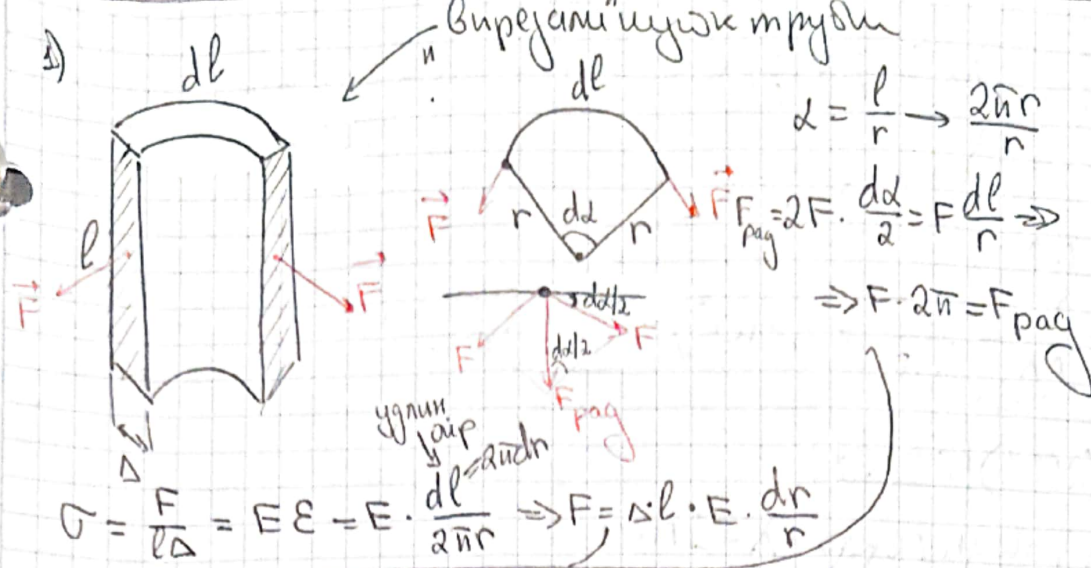
Толщина стенки $\Delta = 0,1 \text{ нм}$

Длина трубки $l = 10 \text{ нм}$.

Форма трубки при флукт. не мен.

$$T = 300 \text{ К}$$

$$\frac{\sqrt{\langle dr^2 \rangle}}{r} - ?$$



$$F_{\text{раг}} = 2\pi F = 2\pi \cdot \Delta \cdot l \cdot E \frac{dr}{r}$$

Коефіцієнт упругості: $\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{E \Delta \cdot 2\pi}{r}$

4) Флуктуация радиуса

Плотность энергии упр. деформации

$$\bar{u} = \frac{\alpha (dr)^2}{2} = \frac{kT}{2} \Rightarrow dr^2 = \frac{kT}{2} \cdot \frac{kT r}{2\pi E \Delta}$$

на 1 ст. свободи приход. $kT/2$

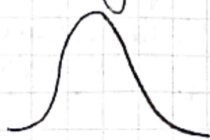
$$\sqrt{\frac{dr^2}{r}} = \sqrt{\frac{kT}{2\pi E \Delta \cdot r}} = \dots = 1,2 \cdot 10^{-3} //$$

5) **Оптика**. Ширина спектр линии: — у зотикнопр.

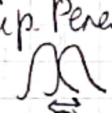
Ушир. фактори: → Доплер (швидкість, змінюється дроти др.)

Задача Спектр ліній $\lambda = 630 \text{ нм}$, ширина лінії $\Delta f = 3 \cdot 10^9 \text{ Гц}$.

Испедование тонкой стрри линии с разрешением не хуже $\Delta \lambda = 2 \cdot 10^{-5} \text{ нм}$.



Хар-ки спектр прибора:

• $R = \frac{\lambda}{\Delta \lambda} = //$  $//$ кр. Релея

• Спектр (дисп.) об'єкта: — найд. ширину спектра, кот. можно для передатчик. спектр. приборов.

$G = \Delta \lambda$
 // дисп. реш. — больш.
 и фн $G_{\text{ман}}$

$$\lambda = \frac{c}{f}, \Delta\lambda = \frac{c \Delta f}{f^2} = \frac{\lambda^2}{c} \Delta f = \dots = 4 \cdot 10^{-11} \text{ см} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ нм}$$

спектр. ширина

$$G \geq \Delta\lambda = 4 \cdot 10^{-3} \text{ нм}$$

$$R \geq \frac{\lambda}{\delta\lambda_{\min}} = \frac{630}{2 \cdot 10^{-5}} = 3,2 \cdot 10^7 // \rightarrow \underline{\underline{\text{ИФН}}}$$

Задача (2001) 6.208

Полупроводн. лазер $\lambda = 1 \text{ мкм}$

кристалл, на границе-зеркала - ФН

Рассчитайте ширину модового излучения $\Delta\lambda$ - ?

$$dn/d\lambda = -1,2 \cdot 10^4 \text{ см}^{-1}$$

Решение

$$\text{ИФН} \Rightarrow nL = m \frac{\lambda}{2}, \text{ где } m = 1, 2, 3, \dots$$

возможн

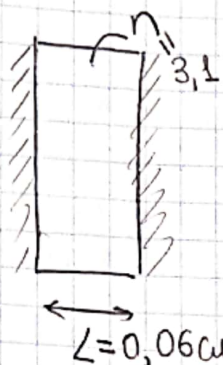
$$m = \frac{2nL}{\lambda}, \Delta m = 1$$

$$1 = -\frac{2nL}{\lambda^2} \Delta\lambda + \frac{2L}{\lambda} \frac{dn}{d\lambda} \Delta\lambda$$

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2L(\lambda \frac{dn}{d\lambda} - n)} = \frac{10^{-8}}{0,12(-1,2-3,1)} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ см}$$

нормальная (одичн) дисперсия

2 А



L и спущивать

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \text{ соотв. спущиванию } L.$$

Уширение спектральной

Отпикование атомов \Rightarrow в время жизни \Rightarrow ушир-спектр. лин.

$\lambda = 0,63 \text{ мкм}$. Не \leftarrow в Не-Не лазере // Гольдман-схема

$D = 100 \text{ см}^2/\text{с}$ — изтер. дифф. атомов Не

$T = 400 \text{ К}$.

Вывод: ширина в уширение - ?

l_{cb} - длина волны пролета ионов (атомов) Ne

$$D = \frac{1}{3} l_{cb} \bar{v}, \quad \bar{v} = \frac{l_{cb}}{\tau} \Rightarrow D = \frac{1}{3} l_{cb} \bar{v}^2$$

ср. τ - ср. время между столкновениями.

Уравнение Фick - диффузия.

$$\Delta f \cdot \tau \approx 1 \Rightarrow D = \frac{1}{3} \bar{v}^2 \cdot \frac{1}{\Delta f}$$

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{m} \Rightarrow D = \frac{kT}{m \Delta f} \Rightarrow \Delta f = \frac{kT}{mD}$$

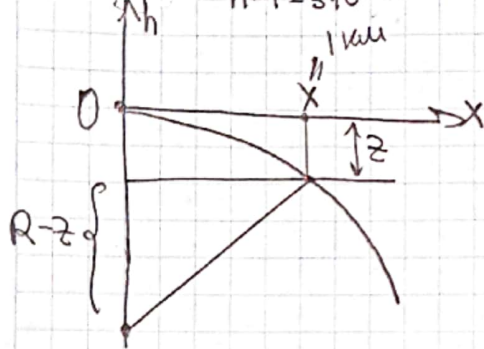
$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta f \lambda}{c} = \frac{kT \lambda}{m D c} = \frac{1,38 \cdot 10^{-16} \cdot 400 \cdot 6,3 \cdot 10^{-5}}{20 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \cdot 100 \cdot 3 \cdot 10^{10}} = 3,5 \cdot 10^{-8} //$$

масса атома Ne m_p

Задача. Прямой луч света излучен за счет изм. n с высотой

10.36

$T=300K$
 $n-1=3 \cdot 10^{-4}$



$$\left[\frac{dn}{n} = -\frac{dr}{r} \right] \text{ - как-то связано будет, Силукин.}$$

$$\left[\frac{1}{R} = -\frac{1}{n} \frac{dn}{dh} \right] \text{ - по кривой преломления}$$

$$\text{Угловая оптика: } R^2 = x^2 + (R-z)^2 = x^2 + R^2 + z^2 - 2Rz$$

Откуда $z = \frac{x^2}{2R}$

$$2) n^2 = 1 + 4\pi \alpha N \text{ - } n-1 \approx 2\pi \alpha N$$

поперечная длина волны λ и высота h

$$N(h) = \frac{p_0}{kT} e^{-mgh/kT} \approx \frac{p_0}{kT} \left(1 - \frac{mgh}{kT} \right)$$

Воздушная масса на высоте h

$$n-1 = 2\pi \alpha \cdot \frac{p_0}{kT} \left(1 - \frac{mgh}{kT} \right), \text{ при } h=0: n_0-1 = 2\pi \alpha \frac{p_0}{kT}$$

$$\frac{dn}{dh} = (n_0-1) \cdot \frac{mg}{kT}$$

$$3) \frac{1}{R} = -\frac{1}{n} (n_0-1) \frac{mg}{kT} = -(n_0-1) \frac{mg}{kT}$$

$$z = \frac{x^2}{2R} = -\frac{x^2}{2} (n_0-1) \frac{mg}{kT} = -\frac{10^6 \text{ м}^2}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,029 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{8,31 \cdot 300} = -0,017 \text{ м}$$

забыл h - 1,7 м