Орлянский

1. При статической деформации с прогибом на h сила $F \sim ER^{1/2}h^{3/2}$. Энергия деформации $U \sim ER^{1/2}h^{5/2}$. Из ЗСЭ находим связь $h_{\max} \sim R(v/c)^{4/5}$, где c — скорость звука. Время столкновения $\tau \sim \frac{h_{\max}}{v} \sim Rv^{-1/5}c^{-4/5}$. При малых скоростях шаров деформации практически статические! ***Автор тщательно подобрал числа и обошелся методом размерностей.*** В СЦМ «работают» скорости $v\sin(\alpha/2)$. Такая скорость для алюминия больше в 1,41 раза. И скорость звука — во столько же раз! Очевидно ***без физики***: $\tau \sim Rv^{-\gamma}c^{1-\gamma}\cdot f(v/c)$. Поэтому $\frac{\tau_{\mathrm{Al}}}{\tau_{\mathrm{Cu}}} = \frac{R_{\mathrm{Al}}c_{\mathrm{Cu}}}{R_{\mathrm{Cu}}c_{\mathrm{Al}}} = \frac{1,7}{1,2\sqrt{2}} = 1$.

2. $v_k = v_{k-1}\frac{2m_{k-1}}{m_{k-1}+m_k}$, $v_n = v_1\prod_{k=2}^{n}\frac{2m_{k-1}}{m_{k-1}+m_k}$ или $v_n = v_1\prod_{k=2}^{n}\frac{2}{1+m_k/m_{k-1}}$. $\Rightarrow$ $\frac{\partial v_n}{\partial m_k} = 0$, или $\frac{\partial}{\partial m_k}(\mathrm{const} + m_k/m_{k-1} + m_{k+1}/m_k) = 1/m_{k-1} - m_{k+1}/m_k^2 = 0$, т.е. получаем геометрическую прогрессию. $v_{\max} = v_1\left(\frac{2}{1+(m/M)^{1/n-1}}\right)^{n-1}$.

При огромном отличии масс получаем множитель 2^{n-1}, при равных — 1.

3. Опечатка в условии! Три новых элемента — последовательно к первому!!

$L\frac{di_L}{dt} = U - (i_2 + i_L)R_1 = i_2R_2$. Отсюда сразу находим весь заряд: $L\frac{di_L}{dt} = U - (i_2 + i_L)R_1 = q_2 = \frac{L}{R_2}|\Delta i_L| = \frac{LU}{R_2R_1}$. Когда пройдет половина заряда, ток через катушку достигнет половины максимума, т.е. $\frac{U}{2R_1}$. Из дифура $L\frac{di_L}{dt}(1 + R_1/R_2) + i_LR_1 = U$ $\Rightarrow$ $i_L = \frac{U}{R_1}\left[1 - \exp\left(-\frac{R_1R_2t}{L(R_1+R_2)}\right)\right]$ и окончательно $t_{1/2} = \frac{L(R_1+R_2)}{R_1R_2}\ln 2$.

Пашко

1.1. Два устойчивых (одно на границе) и одно неустойчивое.

1.2. Условие устойчивости: производная по координате от кулоновской силы меньше жесткости пружины. Это получается, если равновесное расстояние между шариками больше 1,25 м. Вроде бы оно получается $2+\sqrt{6}\approx 4,45$ м.

1.3. Температура таки повышается при подъеме?? Газы поднимаются, пока их плотность не сравняется с плотностью воздуха. Средняя молярная масса смеси в точности такая же, как у воздуха. Поэтому сравняться должны температуры. $T : p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = p^{1/4}$ (т.к. $\gamma = 4/3$). На высоте 2,5 км температура 50 °С. Что-то на выходе температура выходит невелика… Для грубой оценки можно считать убывание давления экспоненциальным, двойное уменьшение на высоте $H = 5$ км. Тогда $\frac{p_{500}}{p_{2500}} \approx 2^{\frac{\Delta h}{H}} \approx 2^{0,4} \approx 1,32$, а $\frac{T_{500}}{T_{2500}} \approx 2^{\frac{\Delta h}{4H}} \approx 2^{0,1} \approx 1,07$. Температура газов на выходе всего около 70 °С.

2.1. Сила тока в резисторе $I_R = \frac{U}{\sqrt{(\omega L)^2 + R^2(1-\omega^2 LC)^2}}$. При резонансной частоте ток не зависит от R !! $P = \frac{U^2}{\omega^2 L^2} R = kt$, т.е. $1+\alpha t = \frac{kL}{U^2 CR_0} t$, или $t = \left(\frac{kL}{U^2 CR_0} - \alpha\right)^{-1}$. При достаточно большом α стационарный режим вообще невозможен, нагревание пойдет «вразнос».

2.2. Куб — ледяной? Очевидно, он ***весь*** растает через время a/v. Теперь надо определить условия устойчивости при высоте H и ширине основания b, если отношение плотностей β. При наклоне происходит поворот относительно оси, проходящей на уровне воды. Учитываем моменты сил тяжести (возвращает) и Архимеда (опрокидывает), а также силы Архимеда на «дополнительные» узкие боковые треугольные призмы (возвращают). Условие устойчивости $\frac{b^2}{H^2} > 6\beta(1-\beta)$, в данном случае $\frac{b}{H} > 0,75$. Итак, надо расплавить 0,25 длины основания, потом 0,25 на 0,75, потом еще… Сумма таки даст полную длину основания. Таяние половины: сначала 0,25×1, потом можно плавить до ширины

$0{,}75^2 \approx 0{,}56$, т.е. еще 0,44 по длине. По объему выходит $0{,}25 + 0{,}44 \times 0{,}75 = 0{,}58$ объема. Это уже слишком, достаточно на втором этапе проплавить по длине 0,33… Итого надо плавить слой толщиной $(0,25+0,33)a$, время $0,58a/v$.

2.3. Если напряжение U, то долетают до сферы только электроны с энергией больше eU, поэтому $I = ev\dfrac{W_{max} - eU}{W_{max} - W_{min}} = \dfrac{E - U}{r}$. Отсюда $r = \dfrac{W_{max} - W_{min}}{e^2\nu}$, $E = \dfrac{W_{max}}{e}$. В числах — 5 кОм и 16 кВ. Все это — при $U > W_{min}/e$, при меньших напряжениях ток максимален. Находя пересечения соответствующей кривой с ВАХ реостата, получаем границу участков при $R = 15$ кОм (это $\dfrac{W_{min}}{eI_{max}} = \dfrac{W_{min}}{e^2\nu}$).

Тепло в реостате: $Q = \dfrac{I_{max}^2 t_0}{2}\left(\dfrac{3}{4}R_1 + \dfrac{1}{4}R_2\right) + E^2\displaystyle\int_{t_0/2}^{t_0}\dfrac{R_0 + \alpha t}{(R_0 + r + \alpha t)^2}dt =$

$Q = \dfrac{I_{max}^2 t_0(3R_1 + R_2)}{8} + \dfrac{E^2 t_0}{\Delta R}\left(\ln\dfrac{R_2 + r}{R_{aver} + r} + \dfrac{r}{R_2 + r} - \dfrac{r}{R_{aver} + r}\right) \approx$ ≈ 240 кДж + 266 кДж $\approx$ 510 кДж.

2.4. А почему вообще вода может закипеть? Не из-за нагревания, а из-за уменьшения давления! Диамагнетик выталкивается из МП. Давление вблизи дна должно понизиться до нескольких кПа, т.е. практически до нуля (давление насыщенного пара не дано, на самом деле это 2,3 кПа, почти давление 30 см воды). Чтобы не использовать ф-лу для объемной плотности силы $\vec{f} = \dfrac{\mu - 1}{2\mu_0\mu}\nabla(B^2)$, можно исходить из энергетических соображений (но тогда надо считать катушку сверхпроводящей и короткозамкнутой, чтобы обеспечить замкнутость системы). Сила, *выталкивающая* воду из трубки, $F = \dfrac{V}{l}\dfrac{\kappa}{2\mu_0}B^2 = \dfrac{\pi\kappa d^2}{8\mu_0}B^2 = \dfrac{\pi\kappa\mu_0 N^2 d^2}{8l^2}I^2$. Отсюда $\Delta p = \dfrac{F}{S} = \dfrac{\kappa\mu_0 N^2}{2l^2}I^2$. Считая $\Delta p = 10^5$ Па, получим $I = \dfrac{l}{N}\sqrt{\dfrac{2\Delta p}{\kappa\mu_0}}$, это примерно 5 кА.

Овсянников

1. Во вращающейся НИСО учитываем два слагаемых потенциальной энергии. Второе (центробежное) слагаемое — интеграл от $-dm\frac{\omega^2 x^2}{2}$. Обозначим α угол стержня с вертикалью. Потенциальная энергия выходит (без постоянных членов) $W_p = -Mgl\cos\alpha + M\frac{2\omega^2 l^2}{3}\cos^2\alpha$. Равновесное значение угла: $\cos\alpha_0 = \frac{3g}{4\omega^2 l}$, такое «наклонное» равновесие возможно при достаточно большой частоте вращения. При малых отклонениях φ угла

$$\Delta W_p = \frac{Mgl\varphi^2}{2}\left(\frac{1}{\cos\alpha_0} - \cos\alpha_0\right) = \frac{Mgl\sin^2\alpha_0}{2\cos\alpha_0}\varphi^2$$

. Кинетическая энергия — из энергии вращения и движения ЦМ по дуге длиной l, выходит $W_k = \frac{2}{3}Ml^2\dot{\varphi}^2$. Отсюда — циклическая частота колебаний

$$\Omega^2 = \frac{3g\sin^2\alpha_0}{4l\cos\alpha_0} = \dots$$

Овсянников-001

1\. $dW_p = -dm\,gy - dm\dfrac{\omega^2 x^2}{2} = -dm\left(g\cdot 2l\cos\alpha - g\,s\cos\alpha + \dfrac{\omega^2 s^2\sin^2\alpha}{2}\right)$

НИСО α (s - от нижнего края)

Отбрасывая const: $W_p = -\dfrac{M}{2l}\left[g\cos\alpha\dfrac{(2l)^2}{2} + \dfrac{\omega^2\sin^2\alpha}{2\cdot 3}(2l)^3\right] =$

$= -\dfrac{M}{2l}\cdot\dfrac{4l^2}{2}\left[g\cos\alpha - \dfrac{2\omega^2 l}{3}\cos^2\alpha\right]$

Равновесие - при $\cos\alpha_0 = \dfrac{3g}{4\omega^2 l}$, возможно при $\omega^2 > \dfrac{3g}{4l}$.

При откл. на малый угол φ:

$W_p = -Ml\left[-g\sin\alpha_0\cdot\varphi + g\cos\alpha_0\dfrac{\varphi^2}{2} + \dfrac{\omega^2 l}{3}\sin 2\alpha_0\cdot 2\varphi -\right.$

$\left. - \dfrac{\omega^2 l}{3}\cos 2\alpha_0\cdot\dfrac{(2\varphi)^2}{2}\right] =$

$= -Ml\dfrac{\varphi^2}{2}\left[g\cos\alpha_0 - \dfrac{4}{3}\omega^2 l\cos 2\alpha_0\right] =$

$= -Ml\dfrac{\varphi^2}{2}\left[\dfrac{3g^2}{4\omega^2 l} + \dfrac{4}{3}\omega^2 l - \dfrac{8}{3}\omega^2 l\,\dfrac{9g^2}{16(\omega^2 l)^2}\right] =$

$= -Ml\dfrac{\varphi^2}{2}\left[-\dfrac{3}{4}\dfrac{g^2}{\omega^2 l} + \dfrac{4\omega^2 l}{3}\right] = \dfrac{Mg\varphi^2}{2}\left[\cos\alpha_0 - \dfrac{1}{\cos\alpha_0}\right]$ Знак ?

$W_k = \dfrac{M(2l)^2}{2\cdot 12}(\dot\varphi)^2 + \dfrac{Ml^2(\dot\varphi)^2}{2} = \dfrac{2}{3}Ml^2(\dot\varphi)^2 \Rightarrow \Omega^2 = \ldots$

Овсянников, 2019, N2

Симметричное излучение – не дает сопр. дв. $\Rightarrow$ Только поглощение!

Пройдем по авторской (?) логике (?): за оборот $|\Delta r| = 2\pi r \varphi$.

$\varphi = \frac{\pi}{2} - \theta \ll 1.$

С др. стороны, за это время

$m\Delta v = T \cdot \pi a^2 \cdot E_0 \varphi = \frac{2\pi r}{v} \cdot \pi a^2 \cdot \frac{E_0 r_0^2}{r^2} \varphi$

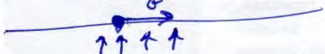
$mv\Delta v = \Delta W_k = \frac{2\pi^2 a^2 E_0 r_0^2}{r} \varphi = \frac{\pi a^2 E_0 r_0^2}{r^2} |\Delta r| =$

$= \frac{1}{2} |\Delta W_p| = \frac{1}{2} G \frac{Mm|\Delta r|}{r^2}$

$GM \cdot \frac{4\pi}{3} a^3 \rho = 2\pi a^2 E_0 r_0^2; \quad 2GMa\rho = 3E_0 r_0^2$

X (+ работа тяготения) $\Rightarrow \ldots$

Иначе: бусинка на натянутой нити, $\perp$ облучение



Гор. импульс до излучения const?

(песок на тележку) ...

$\frac{d}{dt}(mv) = 0 \Rightarrow m\frac{dv}{dt} = -v\frac{dm}{dt} = -\frac{vP}{c^2}$. Тормозящая сила!

$\frac{dW}{dt} = -\frac{Pv^2}{c^2} = +\frac{2P}{mc^2} W$. Однако это не exp! $P \neq const$!

$W<0$

$P = \pi a^2 \frac{E_0 r_0^2}{r^2}$; Учтём, что $W \sim \frac{1}{r} \Rightarrow P = P_0 \frac{W^2}{W_0^2}$ $(W \to -\infty)$

$\frac{dW}{dt} = +\frac{2W}{mc^2} P_0 \frac{W^2}{W_0^2} \Rightarrow W^{-3} dW = -\frac{2P_0\, dt}{mc^2 W_0^2}$

$+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{W_0^2} - \frac{1}{W^2}\right) = \frac{2P_0 \tau}{mc^2 W_0^2}; \quad \frac{1}{W^2} \ll \ldots \quad \tau \simeq \frac{mc^2}{4P_0} = \frac{4\pi\rho a^3 c^2}{3\pi a^2 E_0} = \frac{4c^2\rho a}{3E_0}$

$[\tau] = c, \quad \tau = \frac{4 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 8 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 5 \cdot 10^{3}} \approx 1{,}2 \cdot 10^{13}\,c \approx 0{,}32$ млн лет...

Что-то E_0 – не очень сходится с солн. пост... Должно быть $1{,}4 \cdot 2{,}25 \approx 3{,}1 \frac{кВт}{м^2}$

Другой подход: в СО „частицы" свет отклоняется от $\perp$, $\alpha = \frac{v}{c}$

$\Rightarrow m\,dv = -\frac{P\,dt}{c} \cdot \frac{v}{c}$,

$m\frac{dv}{dt} = -\frac{Pv}{c^2}$. Дальше по тексту.

3. Расчет интерферометра более-менее стандартный. Отношение амплитуд получается $\frac{A_:}{A} = \frac{\pi\rho R}{(1-R)^2 + 2R}$.

3. Изм. δ! $\delta = \delta_0 (1 + \varepsilon \sin\omega t)$ Овсянников 2019, №3

$$I_{\text{прош}} = \frac{I_0}{1 + \text{æ} \sin^2 \frac{\delta_0}{2} (1 + \varepsilon \sin\omega t)} = \frac{I_0}{1 + \text{æ} \left(\sin^2 \frac{\delta_0}{2} + 2 \sin \frac{\delta_0}{2} \cos \frac{\delta_0}{2} \cdot \frac{\delta_0 \varepsilon}{2} \sin\omega t \right)}$$

$$I_{\text{прош}} = \frac{I_0}{1 + \text{æ} \sin^2 \frac{\delta_0}{2} + \text{æ} \sin\delta_0 \cdot \frac{\delta_0 \varepsilon}{2} \sin\omega t}$$

$$\frac{A_{\sim}}{A_{const}} = \frac{\text{æ} \sin\delta_0 \cdot \frac{\delta_0 \varepsilon}{2}}{1 + \text{æ} \sin^2 \frac{\delta_0}{2}}$$

$$\delta_0 = \frac{4\pi d n}{\lambda} = \frac{4\pi n d_0 (1 + \rho \sin\omega t)}{\lambda} \Rightarrow \varepsilon = \rho$$

$$\delta_0 = \frac{\pi}{2}, \quad \frac{\delta_0}{2} = \frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{A_{\sim}}{A_{const}} = \frac{\text{æ} \cdot \frac{\pi}{4} \rho}{1 + \frac{\text{æ}}{2}}, \quad \text{æ} = \frac{4R}{(1-R)^2}$$

$$\frac{A_{\sim}}{A} = \frac{\pi R \rho}{(1-R)^2 + 2R} = \frac{\pi \rho R}{1 + R^2}$$

Овсянников-2

1. Из уравнения состояния и ЗСЭ следует, что с каждой порцией газа происходит изобарный процесс. Поэтому для каждой порции $Q_{ik} = 5\Delta U_{ik}/3$. Легко найти количество вещества и конечную температуру: $\nu_{13} = 2\nu_{tot}/11,\ \nu_{12} = 6\nu_{tot}/11,\ \nu_{23} = 3\nu_{tot}/11,\ T_{fin} = 18T/11$. Отсюда $\Delta U_{12} = 63\nu_{tot} RT/121,\ \Delta U_{23} = -18\nu_{tot} RT/121,\ \Delta U_{12} = -45\nu_{tot} RT/121$. Так что $Q_{12} = 105\nu_{tot} RT/121,\ Q_{23} = -30\nu_{tot} RT/121,\ Q_{12} = -75\nu_{tot} RT/121$. Очевидно, все тепло Q_{12} прошло через поршень 2, все тепло Q_{13} — через поршень 3.