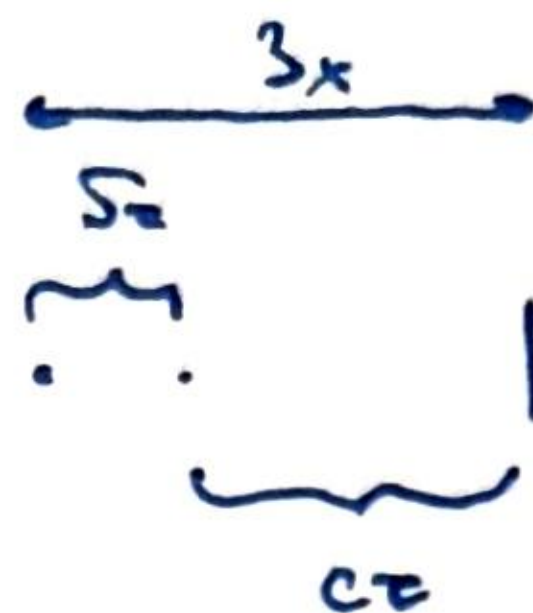


Задача 1.



v - скорость источника
 c - скорость сигнала
 τ - период источника



Из рисунка

$$(c-v)\tau = x$$

$$(c+v)\tau = 3x$$

$$\tau = \frac{1}{v} = \frac{\lambda}{c}$$

$$3(c-v)\tau = (c+v)\tau$$

$$3c - 3v = c + v$$

$$2c = 4v$$

$$v = \frac{c}{2}$$

Если источник звуковой : $v = \frac{330 \text{ м/с}}{2} = 165 \text{ м/с}$

Ответ: 165 м/с

Задача 3.

Работа $F_{тр}$ при растяжении заезда на рельсы; найти ее масса резинки m



$$F_{тр}(x) = \frac{xm}{l} \cdot Mg \cdot \cos \alpha ; \quad F_{тр} = \mu N = \mu \frac{xm}{l} \cdot \cos \alpha g$$

$$A_{тр} = \int_0^l F_{тр}(x) dx = \frac{m \mu g \cdot \cos \alpha}{l} \int_0^l x dx = \frac{m \mu g \cdot \cos \alpha \cdot l^2}{2l}$$

Для резинки длиной $l = 0,55$:

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$$A_{тр1} = \frac{m \mu g \cdot \cos \alpha \cdot (0,55)^2}{2 \cdot 0,55} = \frac{m \mu g \cdot \cos \alpha \cdot 3}{8} = mgS \cdot \frac{0,1 \cdot 0,8}{4} = 0,02 mgS$$

$A_{тр2}$ (масса резинового заезда на рельсы g берем как $0,55$) $= \mu mg \cdot \cos \alpha \cdot 0,55 = 0,04 mgS$

Потенциальная энергия $E_{п1}$ и кинетическая $E_{п2}$ $E_{п1} = mg \cdot \frac{3}{4} \cdot S \cdot \sin \alpha = 0,45 mgS$

Для резинки длиной $L = 2S$

$$A_{тр3} = \frac{m \mu g \cdot \cos \alpha \cdot S^2}{2 \cdot 2S} = \frac{m \mu g \cdot \cos \alpha \cdot S}{4} = 0,02 mgS$$

$$E_{п2} = mg \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} S \cdot \sin \alpha = 0,15 mgS$$

Общая необходимая энергия $E_1 = A_{тр1} + A_{тр2} + E_{п1} = 0,51 mgS$

$$E_2 = A_{тр3} + E_{п2} = 0,17 mgS$$

Ваме график на резинке длиной L

$$E_{к01} = E_{к02} = \frac{m \dot{S}_0^2}{2} ; \quad \frac{m \dot{S}_0^2}{2} = E_1 + \frac{m \dot{S}_1^2}{2} ; \quad \frac{m \dot{S}_0^2}{2} = E_2 + \frac{m \dot{S}_2^2}{2}$$

$$\frac{4 \dot{S}_0^2}{2} = 0,51 \cdot 4 gS + \frac{4 \dot{S}_1^2}{2} ; \quad \frac{4 \dot{S}_0^2}{2} = 0,17 \cdot 4 gS + \frac{4 \dot{S}_2^2}{2}$$

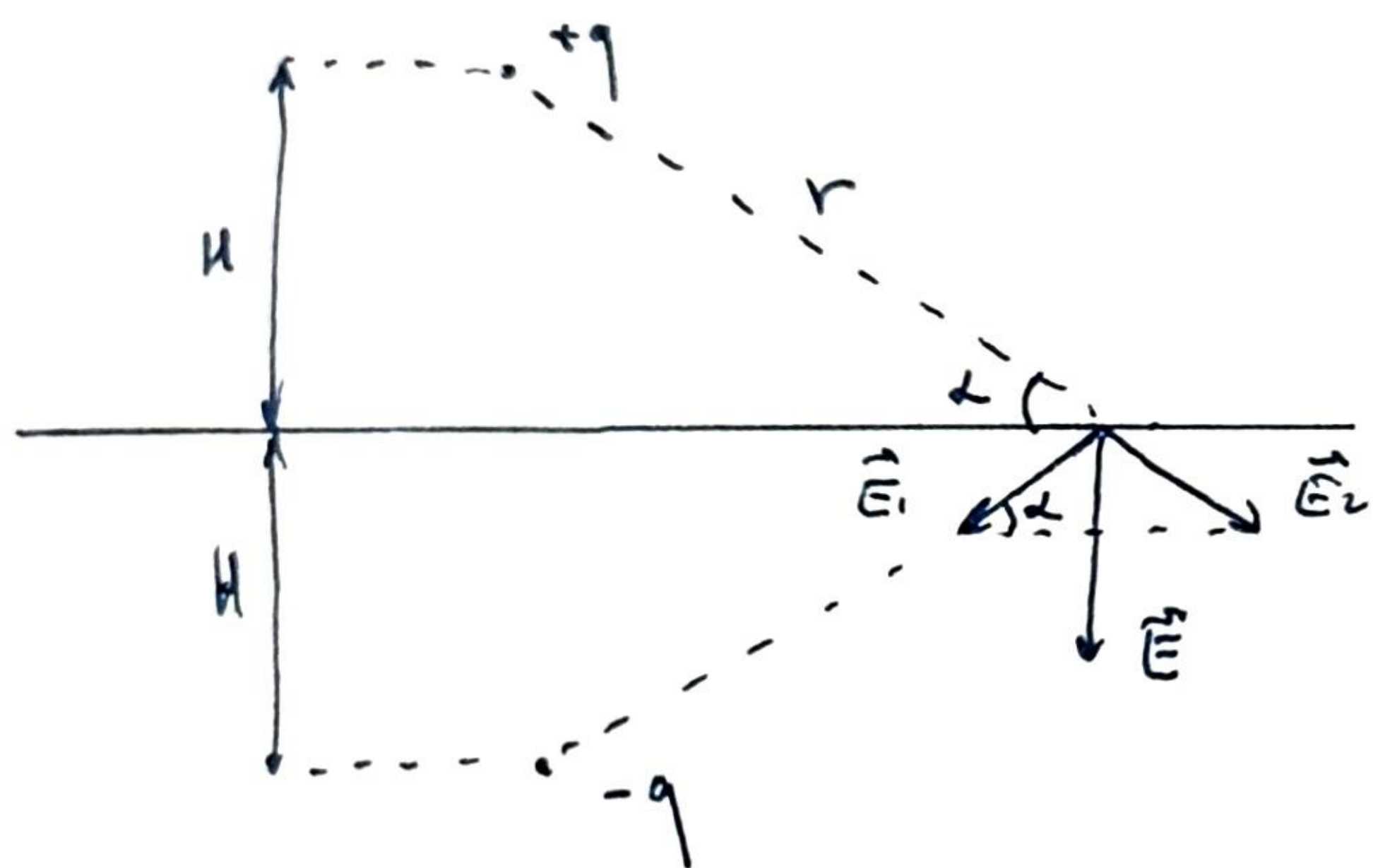
$$\dot{S}_1^2 = \dot{S}_0^2 - 1,02 gS$$

$$\dot{S}_2^2 = \dot{S}_0^2 - 0,34 gS$$

$$\frac{\dot{S}_2}{\dot{S}_1} = \sqrt{\frac{\dot{S}_0^2 - 0,34 gS}{\dot{S}_0^2 - 1,02 gS}}$$

Задача 4.

Поверхность Земли можно считать бесконечной проводящей горизонтальной плоскостью. Тогда, используя метод образов, можно заменить её на заряд $-q$ следующим образом:



$$r = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 ; \quad E = (|E_1| + |E_2|) \cdot \sin \alpha$$

$$|E_1| = |E_2| = \frac{kq}{r^2}$$

$$E = \frac{2kq \cdot \sin \alpha}{r^2} = \frac{2kq \cdot \sin^3 \alpha}{H^2}$$

$$\frac{r^2}{\sin \alpha} = \frac{2kq}{E} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 30}{2000} = 2,7 \cdot 10^8 \text{ м}^2$$

$$D = r \cdot \cos \alpha ; \quad \frac{D}{\cos \alpha \cdot \sqrt{\sin \alpha}} = \sqrt{2,7 \cdot 10^8} \approx 16431 \text{ м} \approx 16,4 \text{ км} \approx D$$

Ответ: 16,4 км

Задача 5.

Объем комнаты $V = 3 \cdot 8 \cdot 2,5 = 60 \text{ м}^3$; $P = 340 \text{ Вт}$

За полтора часа потрачена энергия $Q = Pt = 340 \cdot 30 \cdot 60 = 612000 \text{ Дж}$

Т.к. за всё время вода не конденсировалась и не испарилась, значит состав воздуха с водяным паром идеальным газом

Давление в комнате $p = p_n + p_v$ (давление пара и воздуха)

$p_n = \varphi p_{n.н.}$; Процесс изохорический $\Rightarrow Q = \frac{6}{2} \nu (p_2 - p_1) = \frac{6}{2} \nu R \Delta T$; $pV = \nu R \Delta T$

$$p_2 - p_1 = \frac{Q}{3V} = 3400 \text{ Па}$$

$t_0 = 20^\circ\text{C}$; $T_0 = 293 \text{ К}$; $p_{n1} = \varphi p_{n.н1} = \varphi$; $p_{n.н1} = 2338,8 \text{ Па}$

так по таблице конечное $p_{n2} = 0,3 \cdot 6996,9 \text{ Па} = 2099,07 \text{ Па}$

Комнату нагревали \Rightarrow давление возросло

$$p_2 = p_1 + 3400 \text{ Па} = p_{n2} + p_{v2}; \quad p_{v2} = p_{v1} + \varphi p_{n.н1} + 1300,93 \text{ Па}$$

$$p_{v2} = 2 p_{v1}; \quad p_{v2} = 2 p_{n1} = 2 \varphi p_{n.н1}$$

$$p_{v2} > \varphi \cdot p_{n.н1}; \quad \varphi > 0,3$$

$$\varphi < \frac{p_{v2}}{p_{n.н1}} = \frac{2099,07}{2338,8} = 0,9$$

$$\varphi \in (0,3; 0,9) \quad \text{оценка}$$

Рассмотрим $\varphi = \{0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8\}$ и выберем

Пусть $\varphi = 0,4$

$$\alpha = \frac{2099,07}{0,4 \cdot 2338,8} = 2,24$$

$$p_{v2} - p_{v1} = \Delta p_v = p_{n1} + 1300,93 \text{ Па} = 2236,55$$

$$\Delta p_n = 2099,07 - 0,4 \cdot 2338,8 = 3380$$

$$\Delta p = \Delta p_n + \Delta p_v \approx 3380 \approx 3400$$

$$\text{Получит} \Rightarrow \varphi \approx 0,4$$

Ответ: 0,4

Ситзационналар загарза

$$F_{\text{тр}} = \mu N; \quad N = pS = p \cdot h \cdot 2\pi r = 2\pi p h r; \quad F_{\text{тр}} = \mu \cdot 2\pi p h r$$

$$\eta = \frac{P_+}{I\omega} \Rightarrow P_+ = \eta I\omega$$

$$T = \frac{1}{\omega}; \quad Q = \tau P_+ = |A_{\text{тр}}|; \quad |A_{\text{тр}}| = F_{\text{тр}} \cdot l; \quad l = \text{длина } S\tau$$

$$S = \frac{2\pi r}{\tau} = 2\pi r \omega$$

$$\cancel{\eta I\omega} = \mu \cdot 2\pi p h r \cdot 2\pi r \omega \cdot \cancel{\tau}$$

$$\eta I\omega = 4\pi^2 r^2 \mu p h \omega$$

$$\omega = \frac{\eta I\omega}{4\pi^2 r^2 \mu p h} = \frac{0,6 \cdot 5,5 \cdot 160}{4 \cdot \pi^2 \cdot (21 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0,8 \cdot 27 \cdot 10^3 \cdot 16 \cdot 10^{-3}} = 87,8 \text{ Гц} \approx 88 \text{ Гц}$$

$$P_+ = \frac{dE}{dt} = \frac{d\left(\frac{I\omega^2}{2}\right)}{dt};$$

I - момент инерции груза
 ω - угловая скорость

$$P_+ = I\omega \varepsilon$$

$$M = \varepsilon I \Rightarrow \cancel{P_+ / \omega} \Rightarrow M = \frac{P_+}{\omega}; \quad \omega \rightarrow 0 \Rightarrow M \rightarrow \infty$$

Ответ: 88 Гц; $M \rightarrow \infty$

Задача 2.

Нужно найти $Q \rightarrow Q_0$; $t_0 = 0^\circ\text{C}$

Тогда же учтем: $c_m(t_2 - t_0) = -4Q_0$; $c_m(\theta - t_0) = 4Q_0$
 $\lambda m = 10Q_0$

$$\frac{-c_m t_2}{\lambda m} = \frac{4Q_0}{10Q_0} \Rightarrow t_2 = -0,4 \frac{\lambda}{c_m} = -0,4 \cdot \frac{0,32 \cdot 10^6}{2100} = -61^\circ\text{C}$$

$$-c_m t_2 = c_m \theta; \Rightarrow \theta = \frac{-c_m t_2}{c_m} = \frac{-2100 \cdot (-61)}{4200} = 30,5^\circ\text{C}$$

Далее божу: $c_m(t_1 - \theta) = +18Q_0$

$$c_m(t_1 - \theta) = \frac{18 \lambda m}{10}$$

$$t_1 = \theta + \frac{18 \lambda}{c_m} = 30,5 + \frac{1,8 \cdot 0,32 \cdot 10^6}{4200} = 168^\circ\text{C} > 100^\circ\text{C} \quad \text{не может быть}$$

$t_1 \approx 3|t_2|$ значит температура не достигнет

Ответ: $t_1 = 168^\circ\text{C}$

$$t_2 = -61^\circ\text{C}$$

$$\theta = 30,5^\circ\text{C}$$