

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 4

№1

В задаче говорится об эффекте Доплера.

Скорость звука $u = 330$ м/с

$$v + u = 2(u - v) \Rightarrow v + u = 2u - 2v \Rightarrow v = \frac{u}{3} = 110 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } v = \frac{u}{3} = 110 \text{ м/с}$$

№2

Упр-е тепл. баланса: $t_1 m c_1 + (t_2 - t_1) m c_2 + \lambda_1 + \lambda_2 + \theta c_3 = 0$

$$-t_2 m c_1 = 4Q$$

$$(t_1 - \theta) m c_2 = 16Q \Rightarrow t_1 = 5\theta \quad t_2 = -2\theta$$

$$\theta m c_3 = 4Q$$

$$\text{Тога } \theta c_3 = 2\theta c_1 + \lambda_1 + \theta c_3$$

$$\theta = \frac{\lambda_1}{3c_3 - 2c_1}$$

$$\text{Тога } -4\theta c_1 = 2\theta c_1 + \lambda_1 + \theta c_3 = 0$$



№ 2

Упр-е теплового баланса:

$$(t - t_1) c_b m + (t - 0) c_b m + \lambda_1 m + (0 - t_2) c_1 m = 0$$

$$t c_b - t_1 c_b + t c_b + \lambda_1 m - t_2 c_1 = 0$$

$$-t_2 m c_1 = 4Q$$

$$\lambda_1 m = 8Q$$

$$t c_b m = 4Q$$

$$(t - t_1) m c_b = 16Q$$

$$t_2 = \frac{\lambda_1}{2 c_1} =$$

$$t = \frac{\lambda_1}{2 c_b} =$$

$$t_1 = \frac{3}{2} \frac{\lambda_1}{c_b} =$$

№ 3

1) короткая лезенка: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + m g S \sin \alpha + A_{\text{тр}}$

$$A_{\text{тр}} = A_1 + A_2$$

A_1 — работа по взвзгу на лопку

A_2 — работа по $m g \cos \alpha$ на протяжении S

$$A_1 = \int_0^{0,5S} \frac{m g x}{0,5S} \mu \cos \alpha \cdot dx = \frac{m g \mu \cos \alpha}{0,5S} \int_0^{0,5S} x dx =$$

$$= \frac{m g \mu \cos \alpha}{0,5S} \left(\frac{x^2}{2} \right)_0^{0,5S} = \frac{\mu m g \cos \alpha}{0,5S} \cdot \left(\frac{0,25 S^2}{2} \right) =$$

$$= \frac{\mu m g \cos \alpha \cdot 0,5S}{2}$$

$$A_2 = \mu m g \cos \alpha \cdot 0,5S$$

$$v_0^2 = v_k^2 + 2 g S \sin \alpha + 3 \mu g \cos \alpha \cdot 0,5S$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 - 2 g S \sin \alpha - 3 \mu g \cos \alpha \cdot 0,5S}$$



№3 (продолжение)

2) глинная пеленка: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} + mgS \sin \alpha + A_{\text{тр}}$

$$A_{\text{тр}} = A_1 + A_2$$

$$A_1 = \int_0^S \frac{mgx}{2S} \mu \cos \alpha dx = \frac{\mu mg \cos \alpha}{2S} \cdot \frac{S^2}{2} = \frac{\mu mg \cos \alpha S}{4}$$

$$A_2 = 0$$

$$v_0^2 = v_k^2 + 2gS \sin \alpha + \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha S$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 - 2gS \sin \alpha - \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha S}$$

$$3) v_{k2} - v_{k1} = \sqrt{v_0^2 - 2gS \sin \alpha - \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha S} - \sqrt{v_0^2 - 2gS \sin \alpha - \frac{3}{2} \mu mg \cos \alpha S} =$$

$$= \sqrt{v_0^2 - 2Sg \cdot \frac{3}{5} - Sg \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5}} - \sqrt{v_0^2 - 2Sg \cdot \frac{3}{5} - \frac{3}{2} Sg \cdot \frac{1}{5}} =$$

$$= \sqrt{v_0^2 - 1,3Sg} - \sqrt{v_0^2 - 1,5Sg}$$

Физик выберет глинную пеленку

№7 (Ситуационная задача)

$$P \cdot \eta = \frac{A_{\text{тр}}}{\Delta t} \approx F_{\text{тр}} \cdot 2\pi r \cdot \Delta \varphi, \Rightarrow P = \frac{F_{\text{тр}} \cdot 2\pi r \cdot \Delta \varphi}{\eta}$$

$$P = \mu \cdot P$$

$$N \cdot \mu \cdot P \quad P \cdot \eta = \frac{A_{\text{тр}}}{\Delta t} = F_{\text{тр}} \cdot 2\pi r \cdot \Delta \varphi = \mu P \cdot 2\pi r \cdot h \cdot 2\pi r \cdot \Delta \varphi$$

$$P = \frac{4 \mu P r^2 \pi^2 h \Delta \varphi}{\eta} \approx 702,7 \text{ Вт}$$



№7 (продолжение)

$$UI \cdot \eta \eta = \mu R \pi r^2 \pi^2 \mu r^2 \pi^2 h \omega_2$$

$$I = \frac{4r^2 \pi^2 \mu r h \omega_2}{\eta \eta \mu} \approx 1,3 \text{ A}$$

№2

$$\begin{cases} -t_2 m c_1 = 4Q \\ (0 - t_1) m c_6 = -16Q \\ 0 m c_6 = 4Q \\ \lambda_1 m = 8Q \end{cases} \Rightarrow$$

$$t_2 = -\frac{\lambda_1}{2c_1} = -76^\circ \text{C}$$

$$t_1 = \frac{5}{2} \frac{\lambda_1}{c_6} = 190^\circ \text{C}$$

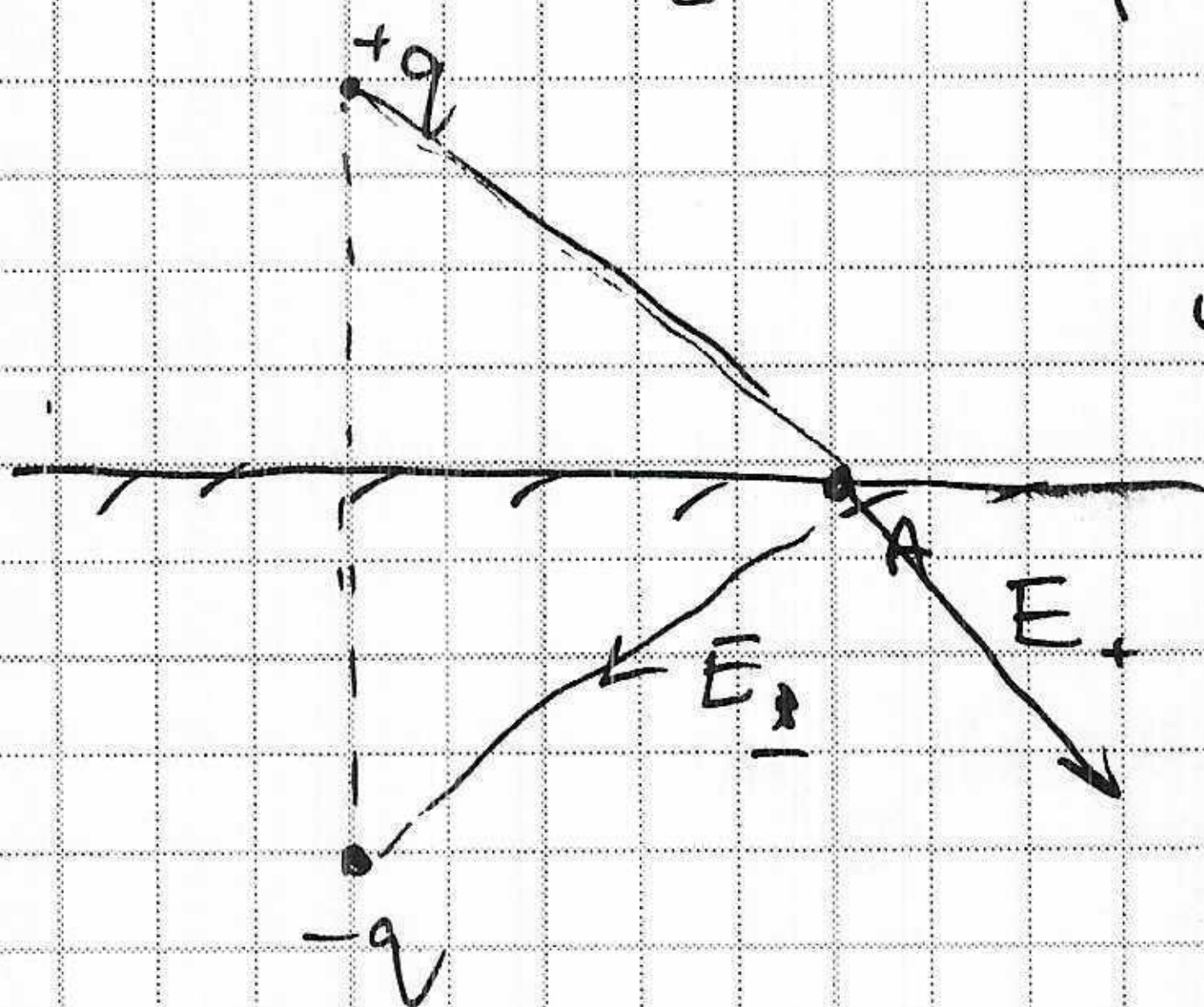
$$0 = \frac{\lambda_1}{2c_6} = 38^\circ \text{C}$$

Результаты эксперимента унылые. Таких температур быть не может.

Руководитель, точно не будет доволен.

№4

Земля - диэлектрик. Воспользуемся методом изображений:



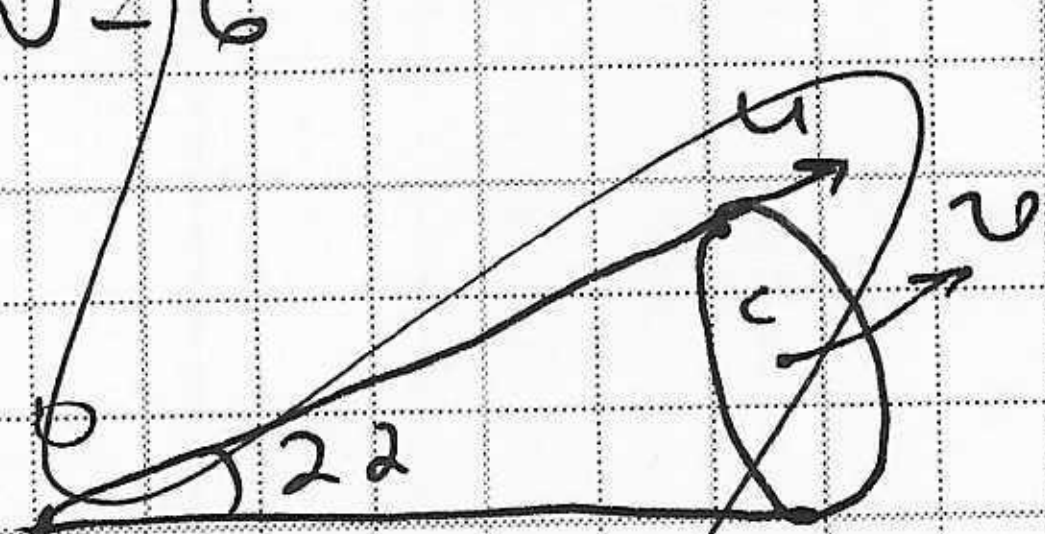
инг. Заряд на земле распределится так, что эквивалентным будет заряд $-q$ на расстоянии h внутри земли заряд $-q$.

Горизонтальные составляющие полей сократятся, останется вертикальная.

$$E = \frac{2kq}{h^2} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{2kq}{E}} = 16,4 \text{ км}$$



№ 6



Мгновенный центр скорости будет

$$b \approx 0$$

тогда

$$\frac{v \omega}{d} = \frac{u}{L}$$

из к. конуса: $(2R)^2 = 2L^2(1 - \cos 2\alpha)$

$$L = \sqrt{\frac{2R^2}{1 - \cos 2\alpha}} = R \sqrt{\frac{2}{1 - \cos 2\alpha}}$$

$$d = L \cos \alpha$$

$$u = \frac{L}{d} v = \frac{v}{\cos \alpha}$$

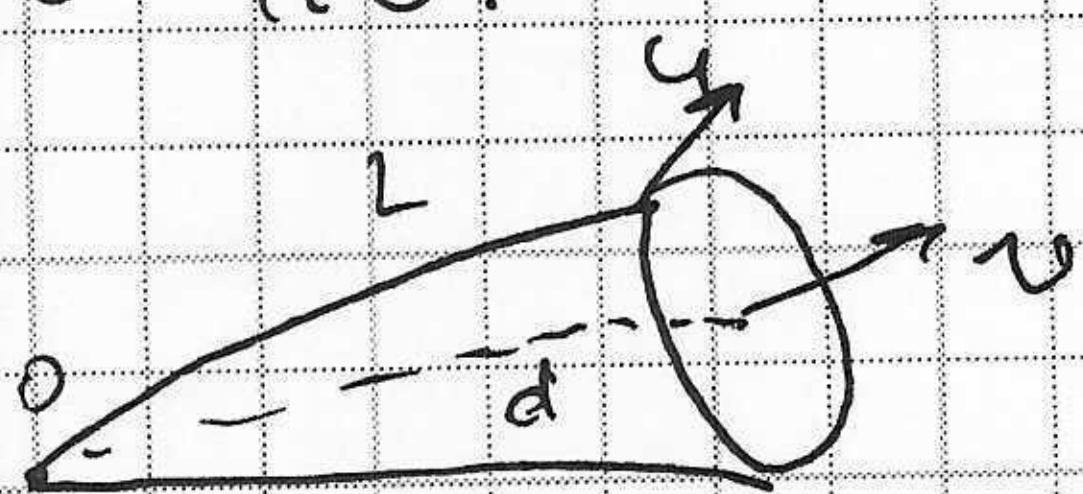
$$\omega_1 = \frac{u}{R} = \frac{v}{R \cos \alpha} \quad (\text{угловая скорость вращ. вокруг оси конуса})$$

Первая производная $= 0$, т.к. эта скорость не меняется
(при условии отставания от

№ 6

Угловая скорость будет векторной суммой угловой скорости вращ. вокруг оси конуса и скорости угловой скорости вращ. вокруг конической вершины.

В любой момент времени МЦС находится в т.О.



$$\omega_1 = \frac{u}{R}$$

$$\frac{u}{L} = \frac{v}{d} \Rightarrow u = \frac{v}{\cos \alpha} \Rightarrow \omega_1 = \frac{v}{R \cos \alpha}$$



№ 6 (продолжение)

$$\omega_2 = \frac{v}{L} = \cancel{\frac{v}{L}}$$

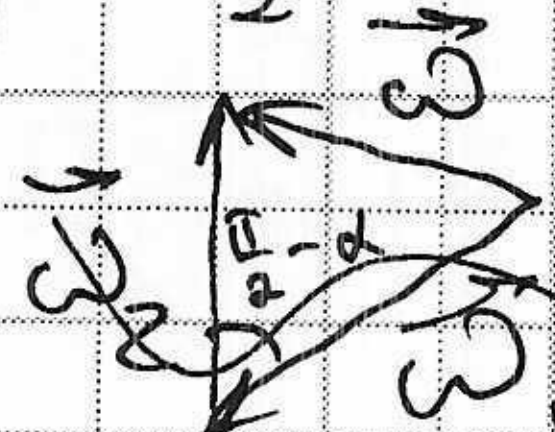
из косинусов: $(2R)^2 = 2L^2(1 - \cos 2\alpha)$

$$L = R \sqrt{\frac{2}{1 - \cos 2\alpha}}$$

$$\omega_2 = \frac{v}{R \sqrt{\frac{2}{1 - \cos 2\alpha}}} = \frac{v}{R \cos \alpha \sqrt{\frac{2}{1 - \cos 2\alpha}}}$$

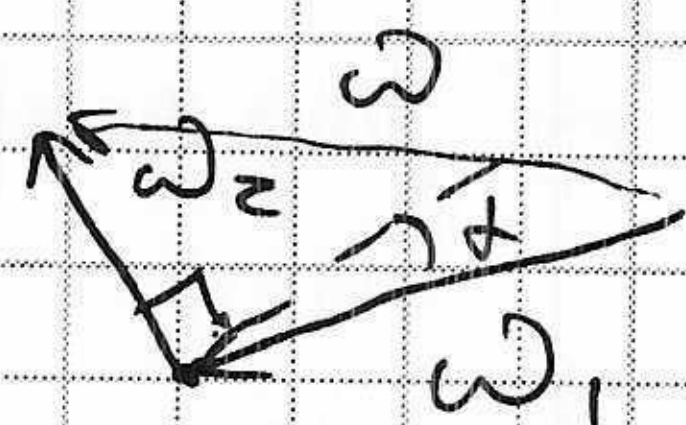
$\vec{\omega}_1$ направлен от C к O (по пр-му движению)

$\vec{\omega}_2$ направлена ~~вверх от O~~ — верхней грани конуса



$$\omega^2 = \omega_1^2 + \omega_2^2 - 2\omega_1\omega_2 \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{v^2}{R^2 \cos^2 \alpha} + \frac{v^2}{R^2 \cos^2 \alpha}}$$



$$\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2$$

$$\omega^2 = \omega_1^2 + \omega_2^2 - 2\omega_1\omega_2 \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{v^2}{R^2 \cos^2 \alpha} + \frac{v^2}{R^2 \cos^2 \alpha \cdot \left(\frac{2}{1 - \cos 2\alpha}\right)} + \frac{2v^2}{R^2 \cos^2 \alpha \cdot \left(\frac{2}{1 - \cos 2\alpha}\right)}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{v^2}{R^2 \cos^2 \alpha} + \frac{v^2}{R^2 \cos^2 \alpha \cdot \frac{2}{(1 - \cos 2\alpha)}} + \frac{2v^2 \sin \alpha}{R^2 \cos^2 \alpha \cdot \sqrt{\frac{2}{1 - \cos 2\alpha}}}}$$

$$= \frac{v}{R \cos \alpha} \sqrt{1 + \frac{1 - \cos 2\alpha}{2} + \sqrt{2(1 - \cos 2\alpha)}}$$



Вариант задания 1

Лист работы 4 из 4

№ 5

$$\varphi_0 \cdot p_{\text{нп}}(20) = p_{\text{н}},$$

$$p_{\text{н}} = p_{\text{н}2}$$

$$\varphi_k \cdot p_{\text{нп}}(T_2) = p_{\text{н}2}$$

$$p_{\text{атм}} = p_0 + p_{\text{н}}, \quad p_0 - \text{давл. сух. возд.}$$

$$p_0 V = \nu R T_1,$$

$$Q = P \cdot \Delta t$$

$$p_k V = \nu R T_2$$

$$\frac{5}{2} V (p_k - p_0) = Q \Rightarrow p_k - p_0 = \frac{Q \cdot 2}{V \cdot 5} = \frac{2P \cdot t}{5V}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{p_k}{p_0} = T_1 \cdot \left(\frac{\frac{2P \cdot t}{5V} + p_0}{p_0} \right) = T_1 \cdot \left(1 + \frac{2P \cdot t}{5V p_0} \right) \approx 21^\circ \text{C}$$

$$\varphi_k = \frac{p_{\text{н}1}}{p_{\text{нп}}(21)} \approx 47\%$$

