



02-32-54-09
(76.1)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 10-11 класс ВА-2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по ГЕОЛОГИИ
профиль олимпиады

Гавриловой Анны Алексеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«18» МАРТА 2023 года

Подпись участника

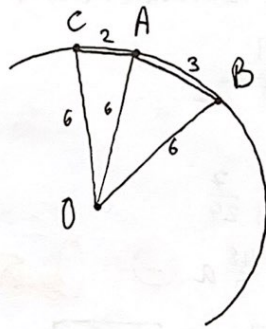
02-32-54-09
(76.1)

ЧИСТОБЫК ①

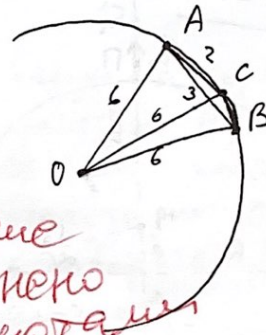
Александр Ефимов А.И.
В.В. Велюков

~1

1 случай :



2 случай :



⊥

задание
выполнено
с короткими

- A - I месторонение
- B - II месторонение
- C - лагерь
- O - центр окружности

~~Решение~~

$$\angle OCA = \angle OAC = \alpha$$

$$\angle OAB = \angle OBA = \beta$$

- По теореме косинусов: $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$
 $\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$
- $\triangle ACO$: $\cos \alpha = \frac{AO^2 + AC^2 - OC^2}{2 \cdot AO \cdot AC} = \frac{4}{2 \cdot 6 \cdot 2} = \frac{1}{6}$
 Тогда $\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{1}{36}} = \frac{\sqrt{35}}{6}$ (т.к. $\alpha < 90^\circ$)
- $\triangle AOB$: $\cos \beta = \frac{AO^2 + AB^2 - BO^2}{2 \cdot AO \cdot AB} = \frac{9}{2 \cdot 6 \cdot 3} = \frac{1}{4}$
 Тогда $\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{1}{16}} = \frac{\sqrt{15}}{4}$ (т.к. $\beta < 90^\circ$)

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{4} - \frac{\sqrt{35}}{6} \cdot \frac{\sqrt{15}}{4} = \frac{1 - 5\sqrt{21}}{24}$$

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{4} + \frac{\sqrt{35}}{6} \cdot \frac{\sqrt{15}}{4} = \frac{1 + 5\sqrt{21}}{24}$$

- по теореме косинусов в $\triangle ABC$:

$$BC = \sqrt{AC^2 + AB^2 - 2AC \cdot AB \cdot \cos \angle BAC}$$

1 случай: $\cos \angle BAC = \cos(\alpha + \beta) = \frac{1 - 5\sqrt{21}}{24}$

$$BC = \sqrt{4 + 9 - 12 \cdot \frac{1 - 5\sqrt{21}}{24}} = \sqrt{\frac{25 + 5\sqrt{21}}{2}}$$

2 случай: $\cos \angle BAC = \cos(\alpha - \beta) = \frac{1 + 5\sqrt{21}}{24}$

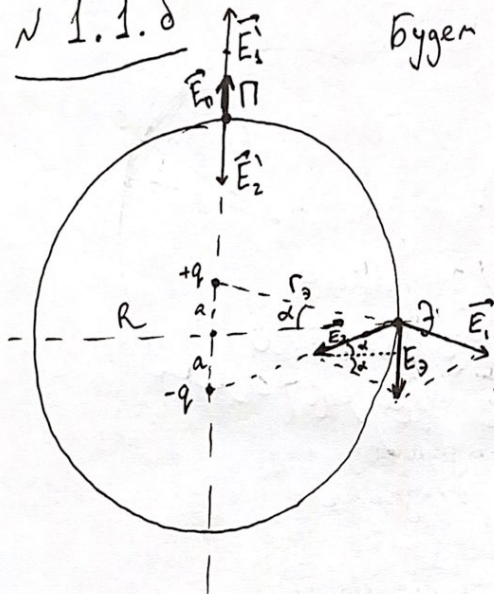
$$BC = \sqrt{4 + 9 - 12 \cdot \frac{1 + 5\sqrt{21}}{24}} = \sqrt{\frac{25 - 5\sqrt{21}}{2}}$$

1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100

ЧУСТОБУК ②

Ответ: $\sqrt{\frac{25 \pm 5\sqrt{21}}{2}}$

№ 1.1.8



будем считать q положительным ✓

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$n = \frac{2a}{R} = \frac{7}{24}$$

$$R = \frac{48}{7} a \ominus \text{Ошибка в } \checkmark$$

$$r_3 = \sqrt{R^2 + a^2} = \frac{a}{7} \sqrt{48^2 + 7^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{r_3} = \frac{7}{\sqrt{48^2 + 7^2}}$$

$$\checkmark E_1 = E_2 = k \frac{q}{r_3^2} = \frac{kq}{a^2} \cdot \frac{7^2}{a \sqrt{48^2 + 7^2}}$$

$$\vec{E}_3 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad E_3 = 2 E_1 \cdot \sin \alpha = \frac{kq}{a^2} \cdot \frac{2 \cdot 7^3}{(48^2 + 7^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\vec{E}_n = \vec{E}_2 + \vec{E}_1 \quad |E_n| = E_1 - E_2 = kq \left(\frac{1}{(R-a)^2} - \frac{1}{(R+a)^2} \right) =$$

$$= kq \left(\frac{1}{\left(\frac{41}{7}a\right)^2} - \frac{1}{\left(\frac{55}{7}a\right)^2} \right) = \frac{kq}{a^2} \cdot \frac{7^2 (55^2 - 41^2)}{41^2 \cdot 55^2}$$

$$\frac{E_n}{E_3} = \frac{(55^2 - 41^2) \cdot (48^2 + 7^2)^{\frac{3}{2}}}{41^2 \cdot 55^2 \cdot 2 \cdot 7} = \frac{96 \cdot 2353^{\frac{3}{2}}}{41^2 \cdot 55^2} =$$

$$= \frac{96 \cdot 13 \cdot 181 \cdot \sqrt{13 \cdot 181}}{41^2 \cdot 55^2}$$

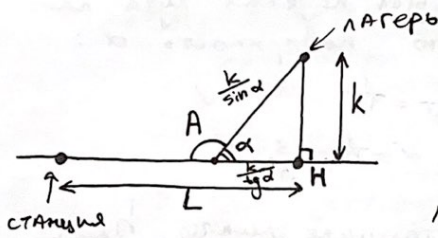
⊕

меньше 1
ошибка

02-32-54-09
(76.1)

ЧИСТОВИК (3)

№ 3



$v_n = 8 \text{ км/ч}$

$v_A = 80 \text{ км/ч}$

Точка съезда с дороги либо совпадает с H, либо находится левее (т.к. иначе

путь и по пересеченной местности, и по асфальту больше, чем при повороте в точке H, а значит и время больше)

$$T = \frac{L - \frac{k}{\text{tg } \alpha}}{v_A} + \frac{k}{v_n} \rightarrow \min$$

$$\frac{k}{v_n \sin \alpha} - \frac{k}{v_A \text{tg } \alpha} \rightarrow \min$$

$$\frac{1}{v_n \sin \alpha} - \frac{\cos \alpha}{v_A \sin \alpha} \rightarrow \min$$

$$\frac{v_A - v_n \cos \alpha}{v_n v_A \sin \alpha} \rightarrow \min$$

$$\frac{v_A - v_n \cos \alpha}{\sin \alpha} \rightarrow \min$$

$$f(\alpha) = \frac{v_A - v_n \cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad \alpha \in (0; \frac{\pi}{2}]$$

~~Handwritten scribbles and crossed-out work.~~

$$f'(\alpha) = \frac{-v_n \cdot (-\sin \alpha) \cdot \sin \alpha - (v_A - v_n \cos \alpha) \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} =$$

$$= \frac{v_n \sin^2 \alpha - v_A \cos \alpha + v_n \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{v_n - v_A \cos \alpha}{\sin^2 \alpha}$$

$f'(\alpha) = 0$ при $v_n - v_A \cos \alpha = 0$

$\cos \alpha = \frac{v_n}{v_A} = \frac{1}{10}$

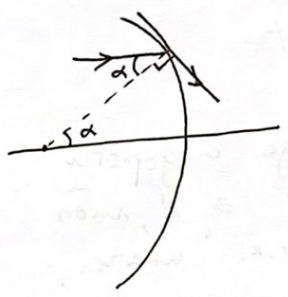
$\cos A = -\frac{1}{10}$

$A = \arccos(-\frac{1}{10})$

*задание
выпущено
в печать*

ЧИСТОВИК (4)

№4

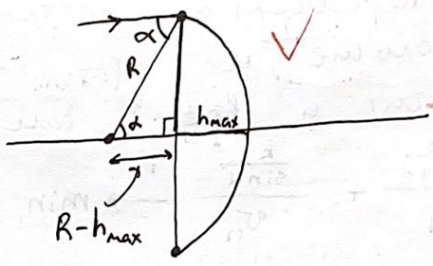


максимальный угол падения луча на сферическую поверхность α :

$$\frac{\sin \alpha}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{n} = \frac{3}{5}$$

Тогда при толщине линзы h_{max} :



$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{R - h_{max}}{R} = \frac{4}{5}$$

$$5R - 5h_{max} = 4R$$

$$R = 5h_{max} = 10 \text{ см}$$

Ответ: $R = 10 \text{ см}$

задание выполнено верно

№5

Существуют различные методы определения возраста горных пород:

1. Относительные

(I) Палеонтологические

• метод руководящих ископаемых

зная время жизни определенных групп ископаемых, найденных в породе, можно определить возраст этой породы

• метод руководящих комплексов

зная время жизни каждого из ископаемых, найденных в породе, можно сделать вывод, что порода образовалась в пересечении этих времен

02-32-54-09
(76.1)

ЧИСТОВИК ⑤

II Непалеонтологические

• ПАЛЕОМАГНИТНЫЙ

МАГНИТНЫЕ
при образовании магнитных ГП, их кристаллики ориентируются по силовым линиям магнитного поля Земли в тот момент. Зная (рассчитав) направление силовых линий магнитного поля Земли в разное время, можно понять, когда образовалась данная ГП.

• радиоакт радиоизотопный

2. Абсолютные

- уран-свинцовый
- калий-аргонный
- рубидий-стронциевый
- радио-углеродный

Зная период полураспада, можно определить возраст ГП по содержанию в ней изначального вещества и продуктов распада.

• метод маркирующих горизонтов

з наличием достаточно толстого слоя, выделяющегося по цвету и составу, в двух обнажениях, расположенных недалеко друг от друга, можно говорить об одновозрастности этих обнажений

• метод ленточных ших

летом слой ~~состоит~~ состоит из слоев, образовавшихся летом состоит из ших и более теплого песка, зимой песок вымывается не может, и ~~отка~~ откладывается только глина. Таким образом совокупность двух слоев, ших+песок и шиха, составляет 1 год, и по кол-ву таких пар можно определить возраст

• каротажный метод

отвертка
показывает

есть

здесь, сюда

сопоставить, т.е. выведя, эти времена

запрещается!

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

ЧИСТОВИК ⑥

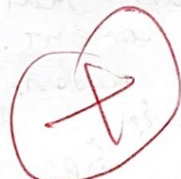
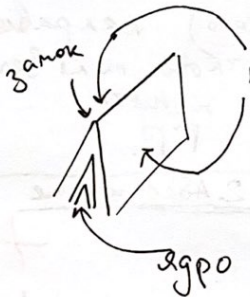
На фото изображены складки горных пород



- АНТИКЛИНАЛЬНЫЕ складки



- синклинальные складки

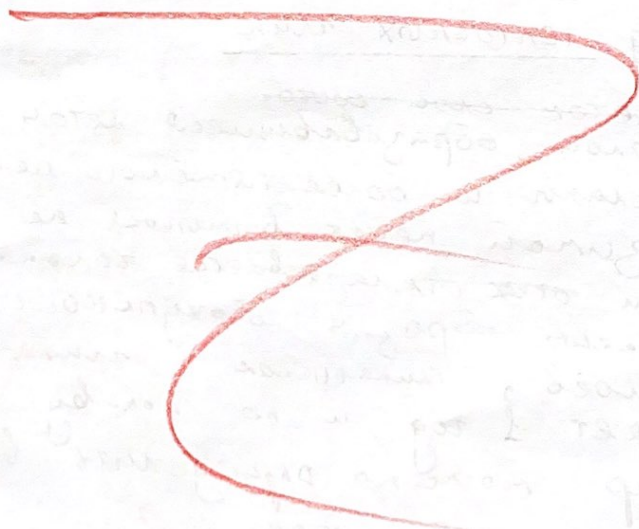


ответ
полный

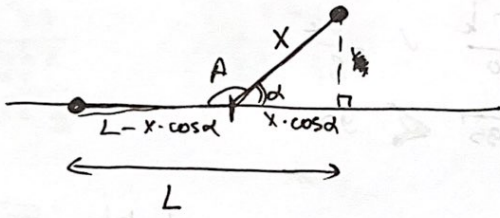
Складки - пикативные нарушения залегания горных пород (т.е. ~~нарушения~~ без нарушения целостности слоёв)

→ Складки образуются в результате воздействия на ГП высокого давления, вследствие каких-то эндогенных процессов.

→ Далее за счёт выветривания внешние слои ГП разрушаются, эти складки выходят на поверхность и мы видим то, что изображено на картинке.



Черковик



$$T = \frac{L - x \cdot \cos \alpha}{80} + \frac{x}{8} \rightarrow \min$$

$$\frac{x}{8} - \frac{x \cos \alpha}{80} \rightarrow \min$$

$$\frac{10 - \cos \alpha}{80} \rightarrow \min$$

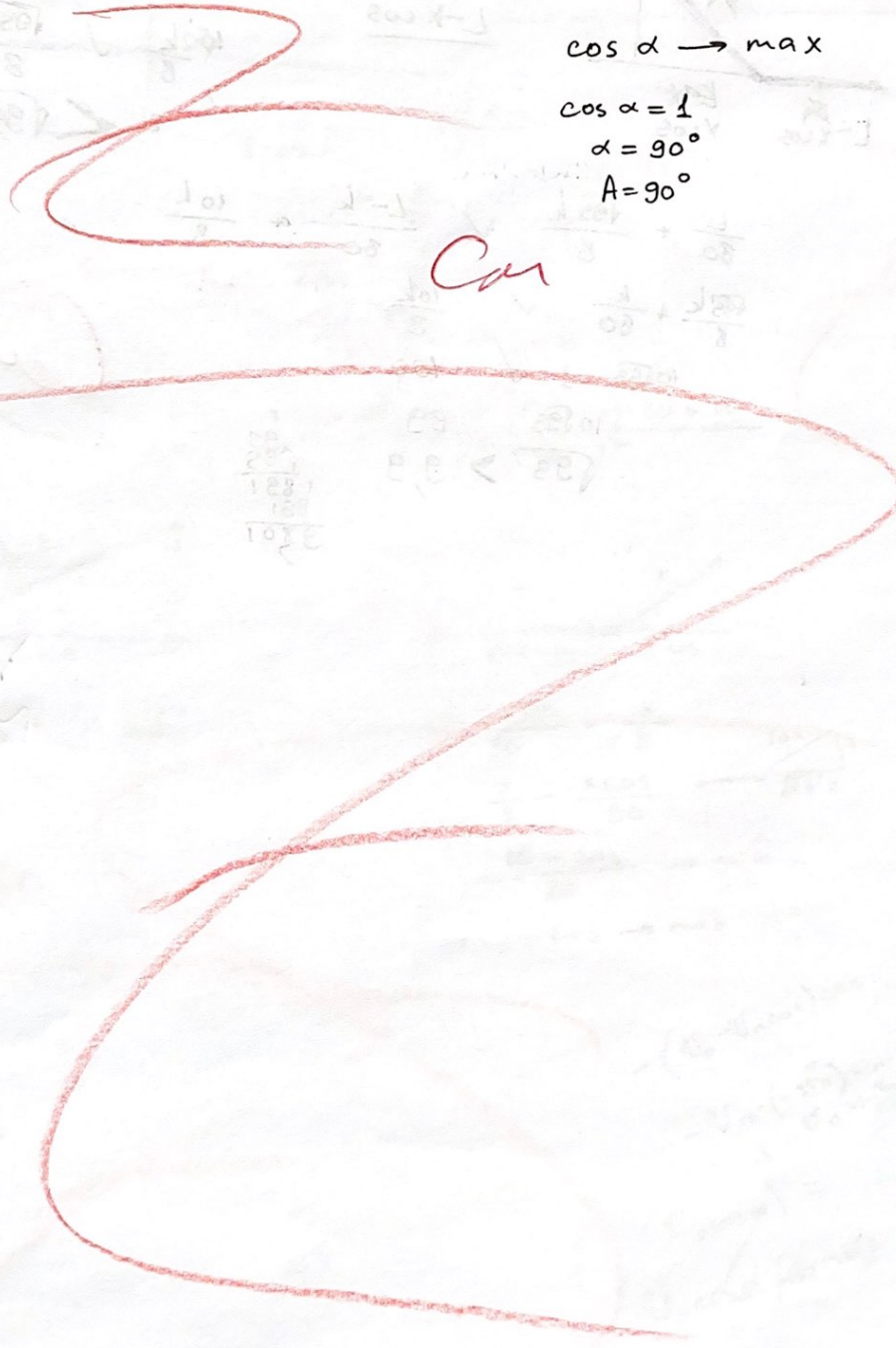
$$\cos \alpha \rightarrow \max$$

$$\cos \alpha = 1$$

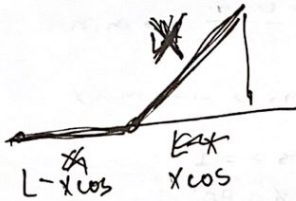
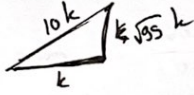
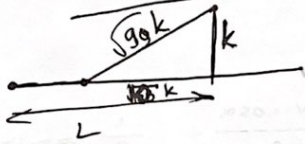
$$\alpha = 90^\circ$$

$$A = 90^\circ$$

Сам



ЧЕРНОВИК



$$\frac{L}{80} + \frac{k}{8} \checkmark \quad \frac{L - \sqrt{99}k}{80} + \frac{10k}{8}$$

$$\frac{\sqrt{99}k}{80} \checkmark \quad \frac{9k}{8}$$

$$\sqrt{99} \leftarrow 90$$

$$\frac{L}{80} + \frac{k}{8} \checkmark \quad \frac{L - 10k}{80} + \frac{\sqrt{99}k}{8}$$

$$\frac{2k}{8} \checkmark \quad \frac{\sqrt{99}k}{8}$$

$$2 \leftarrow \sqrt{99}$$

$$L - x \cos$$

$$\frac{L}{80} + \frac{\sqrt{99}k}{8} \checkmark \quad \frac{L - k}{80} + \frac{10k}{8}$$

$$\frac{\sqrt{99}k}{8} + \frac{k}{80} \checkmark \quad \frac{10k}{8}$$

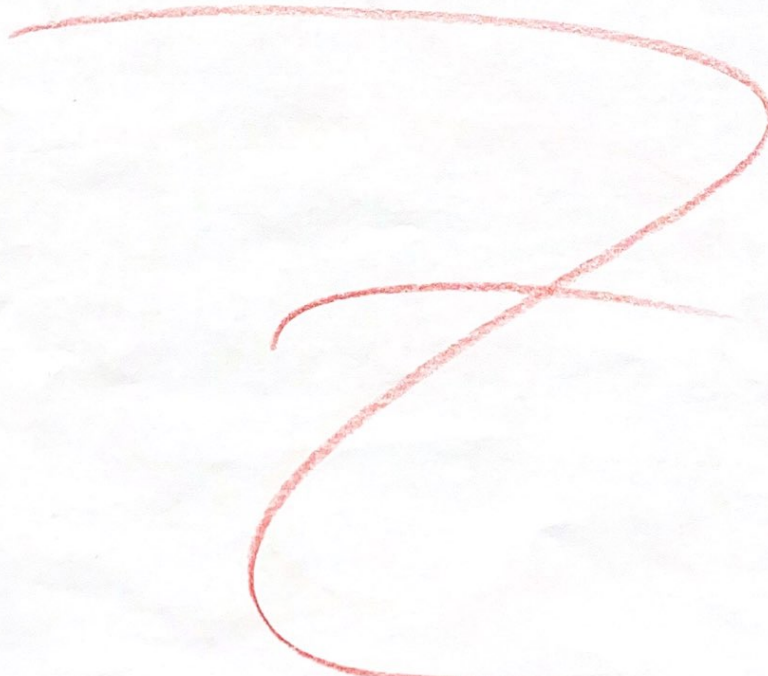
$$10\sqrt{99} + 1 \checkmark \quad 100$$

$$10\sqrt{99} \quad 99$$

$$\sqrt{99} > 9,9$$

$$\begin{array}{r} 99 \\ 99 \\ \hline 1891 \\ 891 \\ \hline 9801 \end{array}$$

См



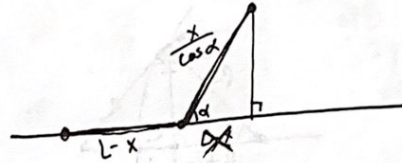
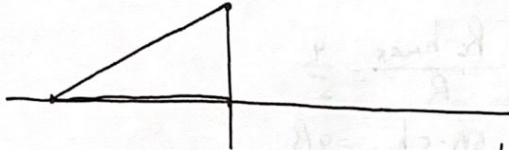
ЧЕРХОБУК

$$\begin{array}{r} 38 \\ \times 49 \\ \hline 192 \\ 1432 \\ \hline 2353 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2353 \overline{) 13} \\ \underline{13} \\ 105 \\ \underline{104} \\ 104 \\ \underline{104} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \cdot 181 \\ \times 181 \\ \hline 1543 \\ 181 \\ \hline 2353 \end{array}$$

$$181 \overline{) 13} \quad \rightarrow 3 \frac{1}{11}$$



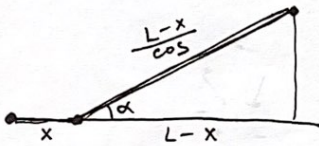
$$\frac{x}{8 \cos \alpha} + \frac{L-x}{80}$$

$$\frac{x}{8 \cos} - \frac{x}{80}$$

$$\frac{1}{8 \cos} - \frac{1}{80}$$

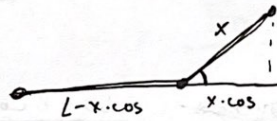
$$\frac{10 - \cos}{80 \cos} \rightarrow \min$$

$$\frac{\sin \cdot 80 \cos + (10 - \cos) \cdot 80 \sin}{(80 \cos)^2}$$



$$\frac{x}{80} + \frac{L-x}{8 \cos}$$

$$L - \sqrt{99} x$$



$$\frac{L-x \cos}{80} + \frac{x}{8}$$

$$\frac{x}{8} - \frac{x \cos}{80}$$

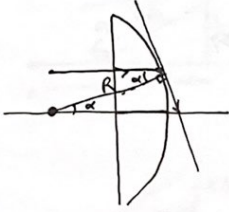
$$\frac{10 - \cos}{80} \rightarrow \min$$

$$\cos \rightarrow \max$$

$$\begin{aligned} & -(\sqrt{99} - \sqrt{99} \cos) \cos \\ & -\sqrt{99} \cdot (-\sin) \sin \\ & \sqrt{99} \sin^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\sqrt{99} - \sqrt{99} \cos \alpha) = \\ & = -\sqrt{99} \cos \alpha \cdot (\sin \alpha) \end{aligned}$$

ЧЕРНОВИК



$$\frac{\sin \alpha}{1} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{3}{5}$$

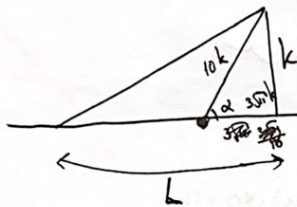
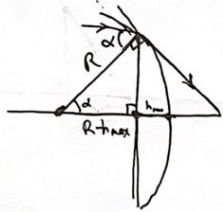
$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\frac{R - h_{\max}}{R} = \frac{4}{5}$$

$$5R - 5h_{\max} = 4R$$

$$R = 5h_{\max} = 10 \text{ cm}$$



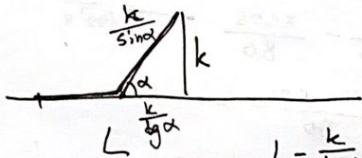
$$\frac{L}{80} + \frac{k}{8} \quad \checkmark \quad \frac{L - 3\sqrt{11}k}{80} + \frac{10k}{8}$$

$$\frac{3\sqrt{11}k}{80} \quad \checkmark \quad \frac{9k}{8}$$

$$\frac{80 - 80 \cos \alpha}{\sin^2 \alpha}$$

$$\frac{80 - 8 \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\frac{80 - 8 \cdot 0}{\sin \alpha}$$



$$\frac{L - \frac{k}{8 \sin \alpha}}{80} + \frac{k}{8 \cos \alpha}$$

$$\frac{L}{80} - \frac{k \cos \alpha}{80 \sin \alpha} + \frac{k}{8 \sin \alpha} = \frac{L}{80} - \frac{k \cos \alpha - 10k}{80 \sin \alpha}$$

$$\frac{k \cos \alpha - 10k}{80 \sin \alpha} \rightarrow \max$$

$$\frac{\cos \alpha - 10}{80 \sin \alpha} \rightarrow \max$$

$$-\sin^2 \alpha - \sin \cdot 80 \sin \alpha - 80 \cos (\cos \alpha - 10) =$$

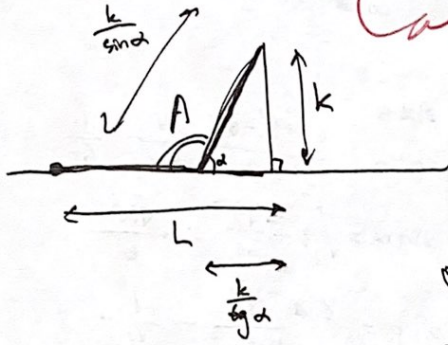
$$= -80 \sin^2 \alpha - 80 \cos^2 \alpha + 800 \cos \alpha$$

$$800 \cos \alpha - 80$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{10}$$

Черновик

Car



$$\frac{2(80-4)}{5} = \frac{2 \cdot 76}{5}$$

$$\frac{80-8 \cos}{\sin}$$

$$\frac{80-0}{1}$$

$$\frac{80-80}{1}$$

$$14.96$$

$$\frac{0,792}{0,9(100-1)} \cdot 100$$

$$\frac{48}{48}$$

$$\frac{(80-0,8) \cdot 100}{99}$$

$$\frac{384}{192}$$

$$\frac{2304}{49}$$

$$2353$$

$$\frac{99}{100} = \frac{99}{100}$$

$$\frac{L - \frac{k}{\text{tg} \alpha}}{v_A} + \frac{\frac{k}{\sin \alpha}}{v_n} \rightarrow \text{min}$$

$$\frac{k}{\sin \alpha \cdot v_n} - \frac{k \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha \cdot v_A} \rightarrow \text{min}$$

$v_A \cdot v_n$

$$\frac{1}{\sin \alpha \cdot v_n} - \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha \cdot v_A} \rightarrow \text{min}$$

$$99^2 - 4$$

$$98.49 + 1$$

$$\text{const.} \frac{v_A - v_n \cos \alpha}{v_n v_A \sin \alpha} \rightarrow \text{min}$$

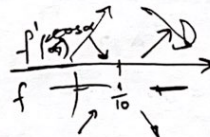
$$\frac{v_A - v_n \cos \alpha}{\sin \alpha} \rightarrow \text{min}$$

$$\frac{v_n \sin \alpha \cdot \sin \alpha - (v_A - v_n \cos \alpha) \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{v_n - v_A \cos \alpha}{1 - \cos^2 \alpha} = 0$$

$$v_n - v_A \cos \alpha = 0$$

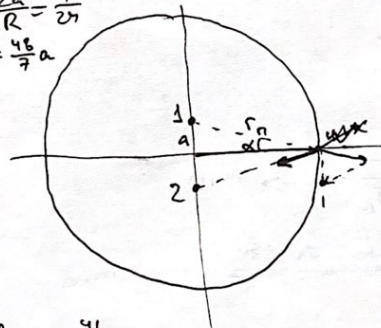
$$\cos \alpha = \frac{v_n}{v_A} = \frac{1}{10}$$

$$8 - 80 \cdot \frac{1}{5} = 8 - 16 < 0$$



$$\frac{2a}{R} = \frac{7}{25}$$

$$R = \frac{46}{7} a$$



$$R - a = \frac{41}{7} a$$

$$R + a = \frac{55}{7} a$$

$$|E| = k \frac{|q_1|}{r^2}$$

$$r_n = \sqrt{R^2 + a^2} = \frac{a}{7} \sqrt{48^2 + 7^2}$$

$$E_g = 2 E_{g1} \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{7}{\sqrt{48^2 + 7^2}}$$

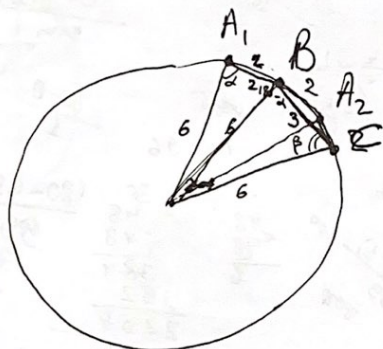
$$|E_n| = \frac{k}{\epsilon_0} k |q_1| \cdot \left(\frac{1}{(R-a)^2} - \frac{1}{(R+a)^2} \right) = 80 - 8 \cdot \frac{1}{5}$$

$$\frac{\left(\frac{55}{7} a \right)^2 - \left(\frac{41}{7} a \right)^2}{55 \cdot 41} = \frac{55^2 - 41^2}{80 \cdot 98} = 80 - 1,6$$

$$\frac{1}{\sin} = \frac{\cos}{10 \sin}$$

$$\frac{10 - \cos}{10 \sin}$$

ЧЕРНОВИК



$$\cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{6^2 + 2^2 - 6^2}{2 \cdot 6 \cdot 2} = \frac{4}{4 \cdot 6} = \frac{1}{6}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{36}} = \frac{\sqrt{35}}{6}$$

$$\cos \beta = \frac{3^2}{2 \cdot 6 \cdot 3} = \frac{1}{4}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{16}} = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \sin \beta \cdot \cos \alpha = \frac{\sqrt{35}}{6} \cdot \frac{1}{4} + \frac{\sqrt{15}}{4} \cdot \frac{1}{6} = \frac{\sqrt{35} + \sqrt{15}}{24}$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \frac{\sqrt{35} - \sqrt{15}}{24}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{1}{24} \cdot \frac{5\sqrt{21}}{24} = \frac{1 - 5\sqrt{21}}{24}$$

$$\cos(\alpha - \beta) = \frac{1 + 5\sqrt{21}}{24}$$

Ca

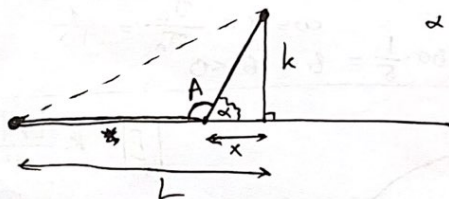
$$AB = \sqrt{AB^2 + BC^2 - 2 \cdot AB \cdot BC \cdot \cos \alpha} = \sqrt{4 + 9 - 12 \cos \alpha}$$

$$\textcircled{1} \sqrt{13 - 12 \cdot \frac{1 - 5\sqrt{21}}{24}} = \sqrt{\frac{26 - 1 + 5\sqrt{21}}{2}} = \sqrt{\frac{25 + 5\sqrt{21}}{2}}$$

$$\textcircled{2} \sqrt{13 - 12 \cdot \frac{1 + 5\sqrt{21}}{24}} = \sqrt{\frac{25 - 5\sqrt{21}}{2}}$$

$$v_n = 8 \text{ км/ч}$$

$$v_A = 80 \text{ км/ч}$$



$$\alpha = 180^\circ - A$$

$$\frac{55}{17} \frac{55^2}{17}$$

$$7^2 \left(\frac{1}{41^2} - \frac{1}{55^2} \right)$$

$$x + L + x$$

$$\frac{x \cdot \frac{1}{\cos \alpha}}{v_n} + \frac{L-x}{v_A} \rightarrow \min$$

$$\frac{v_A x + v_n \cos \alpha L - v_n \cos \alpha x}{v_A v_n \cos \alpha} \rightarrow \min$$

$$\frac{x(v_A - v_n \cos \alpha)}{\cos \alpha} \rightarrow \min$$

$$\frac{x}{v_n \cos \alpha} \rightarrow \frac{x}{v_A} \rightarrow \min$$

$$\frac{x(v_A - v_n \cos \alpha)}{v_n v_A \cos \alpha} \rightarrow \min$$