



30-18-33-89
(191.2)



+1 лист
[Signature]

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11 класс

Выход: 13⁴⁴ - 13⁴⁷

Место проведения Москва
город

Работа сдана 15¹⁰

[Signature]

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Решеткова Тимофеева Николаевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 15 » Апреля 2024 года

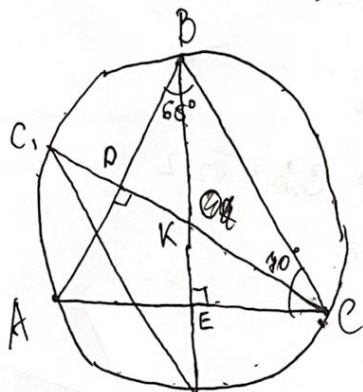
Подпись участника
Решетков

95 (результат и др.)

30-18-33-89
(191.2)

Черновик
Задачи №1

Евгений Н.Н.
С. Геняков П.В.



Доно:

$B = 65^\circ$

$C = 40^\circ$

$C_1B_1 = \sqrt{2} \cdot R$

$R = ?$

Реш: $\angle A = 180 - 65 - 40 = 75^\circ$

$\angle D = 90^\circ$

$\angle E = 90^\circ$

кажем $\angle K$ в $\triangle ADRE$

$\angle K = 360 - 90 - 40 - 45 = 135^\circ$

По теореме синусов найдем радиус окружности

$2R = \frac{C_1B_1}{\sin 135^\circ}$ и $2R \sin 135^\circ = C_1B_1$

$R = \frac{C_1B_1}{2 \sin 135^\circ} = \frac{2\sqrt{2}}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2\sqrt{2} \cdot 2}{2\sqrt{2}} = 2$

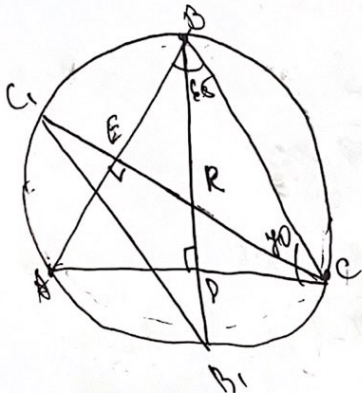
1/2/3/4/5/6/W
20/15/15/15/15/15/95

См

[1]

Числовик

Задача 11



Дано:

$$B = 65^\circ$$

$$C = 80^\circ \quad C_1 B_1 = \sqrt{2} \cdot 2$$

$R = ?$

Решение:

1) углы $\triangle ABC$ на сфере $\angle A$

$$\angle A = 180^\circ - 65^\circ - 80^\circ = 45^\circ$$

2) На сфере $\angle R$ углы $\triangle EPD$ $\angle E$ и $\angle D = 90^\circ$

т.к. высота

$$\angle R = 360^\circ - 90^\circ - 90^\circ - 45^\circ = 135^\circ$$

3) По теореме синусов на сфере радиус R окружности.

$$2R = \frac{C_1 B_1}{\sin 135^\circ}$$

$$2R \cdot \sin 135^\circ = C_1 B_1$$

$$R = \frac{C_1 B_1}{2 \cdot \sin 135^\circ}$$

$$= \frac{2\sqrt{2}}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = 2$$

~~Решение~~

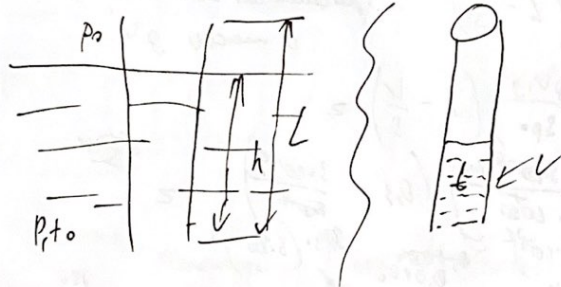
Ответ: $R = 2$

олег
берков

2

30-18-33-89
(191.2)

Черновик
Задача 1.2



$L = 1.0 \text{ м} = 1.0 \text{ м}$
 $V = 3 \text{ см}^3 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
 $T = 310 \text{ К}$
 $T_0 = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$
 $V = 3 \text{ мм}^3 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $p_0 = 10^5 \text{ Па}$

Решение:

а) $pV = \nu R T$

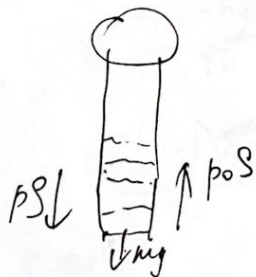
используем соотнош. состояния газа для обоих случаев

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$$

объем можно считать герметичным, объем цилиндра $V = S \cdot h$

$V_0 = S(L-h)$, $V = S(L-h)$ - ^{высота} объем для одного случая
 $\frac{p_0 S(L-h)}{T_0} = \frac{p(L-h)S}{T}$

б) $\Sigma F = 0$



$p_0 S - mg - p S = 0 \Rightarrow$ обеспечим баланс p
 $p_0 S - mg = p S \quad p = p_0 S - mg \quad | : S$

$p = p_0 - \frac{mg}{S}$

Подставим p в первое ур-е.

$\frac{p_0 S(L-h)}{T_0} = \frac{(p_0 - \frac{mg}{S})(L-h)S}{T}$, вынесем p_0 за скобки
 $\frac{p_0 S(L-h)}{T_0} = \frac{p_0 (1 - \frac{mg}{S p_0})(L-h)S}{T}$

$\frac{p_0 S(L-h)}{T_0} = \frac{p_0 (1 - \frac{mg}{S p_0})(L-h)S}{T}$

$S(h) = p_0 (1-h)$
 $S = \frac{p_0 S}{T}$

$\frac{S(L-h)}{p_0} = \frac{(1 - \frac{mg}{S p_0})(L-h)S}{T}$

3

$$L-h = \frac{P_0}{\rho} \left(1 - \frac{mg}{Sp_0}\right) \left(L - \frac{V}{S}\right)$$

$$h = L - \frac{P_0}{\rho} \left(1 - \frac{mg}{Sp_0}\right) \left(L - \frac{V}{S}\right)$$

Сравним как P_0 ,
а массу ρV

$$h = 0,3 - \frac{300}{310} \left(1 - \frac{\rho V \cdot g}{Sp_0}\right) \left(L - \frac{V}{S}\right) =$$

$$= 0,3 - \frac{300}{310} \left(1 - \frac{1000 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{3,14 \cdot 10^{-6}}\right) \left(0,3 - \frac{3 \cdot 10^{-6}}{310 \cdot (3 \cdot 10^{-6})^2}\right) =$$

стан

$$\approx 0,3 - 0,9894 \cdot 0,9894 = 0,9894 \cdot 0,9894 = 0,9789$$

186
217

$$\approx 0,1144 \approx 11,4 \text{ см}$$

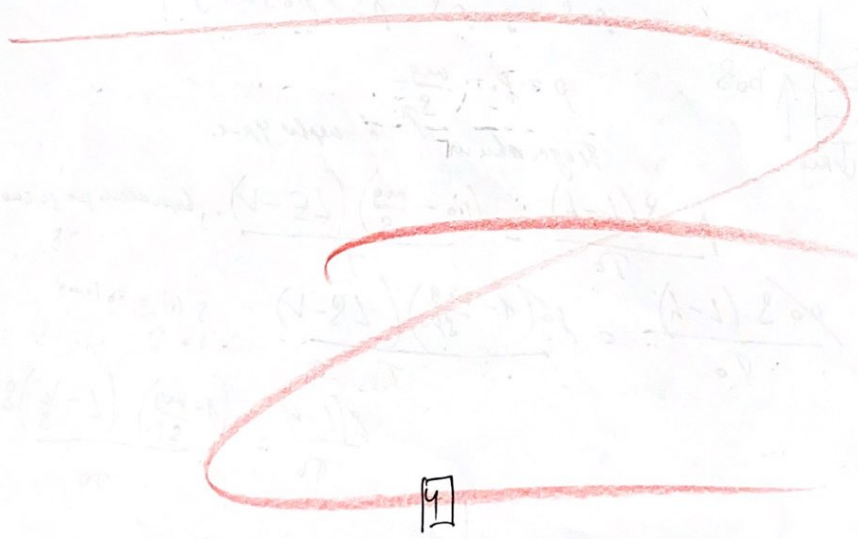
Ответ: 11,4 см

См

$$\frac{1000 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{3,14 \cdot 10^{-6}} = \frac{3}{3,14 \cdot 9 \cdot 10}$$

$$\frac{9 \cdot 10^{-6}}{3,14} = 2,86 \cdot 10^{-6}$$

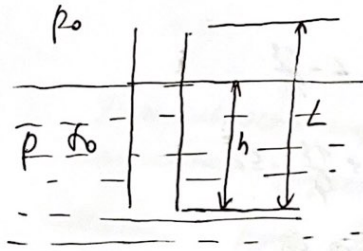
$$0,3 - 3 \cdot 3,14 \cdot 9 = 0,3 - 0,1081 = 0,1919$$



4

30-18-33-89
(191.2)

Условие
Задача



Дано:

$L = 0,3 \text{ м}$
 $V = 3 \text{ см}^3 = 3 \cdot 10^{-6}$
 $t = 57^\circ \text{C} = 310 \text{ К}$ $t_0 = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $r = 3 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-3}$
 $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $S = \pi r^2$ $m = \rho V$

Решение:

используем закон Менделеева Клапейрона

$pV = \nu RT$ и запишем общий газовый закон

$\frac{p_0 T_0}{V} = \frac{p T}{V_0}$ $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$ объем каждой части молекул
 учитывая $S \cdot h$

$V_0 = (L-h) \cdot S$ $V = L \cdot S - V$ \Rightarrow

$\frac{p_0 (L-h) S}{T_0} = \frac{p (L \cdot S - V)}{T}$

давление во втором состоянии находим через $\Sigma F = 0$.

$\Sigma F = 0$ $p_0 S - mg - p S = 0$

$p S = p_0 S - mg \quad | : S \Rightarrow p = p_0 - \frac{mg}{S}$

подставим в первую

$\frac{p_0 (L-h) S}{T_0} = \frac{p (p_0 - \frac{mg}{S}) (L \cdot S - V)}{T}$

выразим p из скобки
и учтем уравнение объема

$\frac{p_0 (L-h) S}{T_0} = \frac{p_0 (1 - \frac{mg}{S p_0}) (L - \frac{V}{S}) S}{T}$ выразим S

$S = \pi r^2$ $m = \rho V$ $h = L - \frac{T_0}{T} \left(1 - \frac{mg}{S p_0}\right) \left(L - \frac{V}{S}\right) = L - \frac{T_0}{T} \left(1 - \frac{\rho V g}{\pi r^2 p_0}\right) \left(L - \frac{V}{\pi r^2}\right)$

$\approx 0,3 - \frac{300}{310} \left(1 - \frac{1000 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{314 \cdot (3 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 10^5}\right) \left(0,3 - \frac{3 \cdot 10^{-6}}{314 \cdot (3 \cdot 10^{-3})^2}\right) = 0,3 - 0,01886 = 0,28114$

$\approx 0,28114 \text{ м} \approx 28,1 \text{ см}$ Ответ: 11,4 см

ответ 11,4 см

5



Черныш
задание №3

$$\frac{5}{2x^2+6x} + x^2+3x \leq -\frac{13}{4}$$

$$\frac{5}{2t} + t \leq -\frac{13}{4}$$

Пусть $x^2+3x = t$

$$\frac{5}{2t} + t + \frac{13}{4} \leq 0$$

$$\frac{-10 + 4t^2 + 13t}{4t} \leq 0$$

$$4t^2 + 13t - 10 \leq 0$$

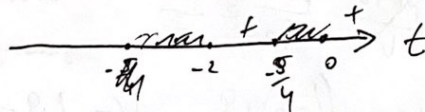
$$D = 169 - 4 \cdot 4 \cdot (-10) = 9$$

$$x_1 = \frac{-13+3}{8} = -\frac{10}{8} = -\frac{5}{4}$$

$$x_2 = \frac{-13-3}{8} = -2$$

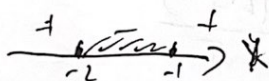
$$\begin{cases} t \leq -2 \\ t \geq -\frac{5}{4} \\ t < 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4t \leq 0 \\ +10 \end{cases}$$



0x1) $x^2+3x \leq -2$ $x^2+3x+2 \leq 0$ $D = 9 - 4 \cdot 1 \cdot 2 = 1$

$$y \in [-2; -1]$$



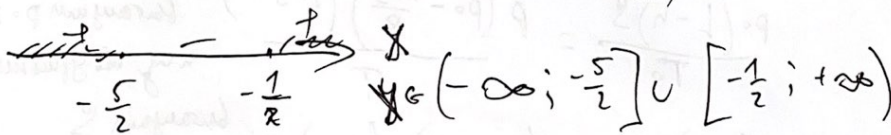
$$x_1 = \frac{-3+1}{2} = -1$$

$$x_2 = \frac{-3-1}{2} = -2$$

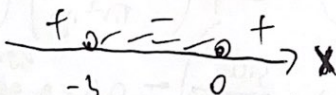
2) $x^2+3x \geq -\frac{5}{4}$ $x^2+3x+\frac{5}{4} \geq 0$

$$D = 9 - 4 \cdot 1 \cdot \frac{5}{4} = 4 \quad x_1 = \frac{-3+2}{2} = -\frac{1}{2}$$

$$x_2 = \frac{-3-2}{2} = -\frac{5}{2}$$



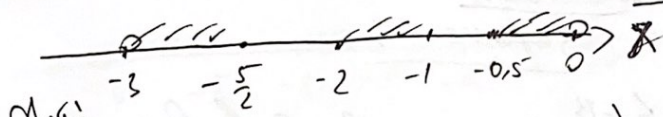
3) $x^2+3x < 0$ $x(x+3) < 0$



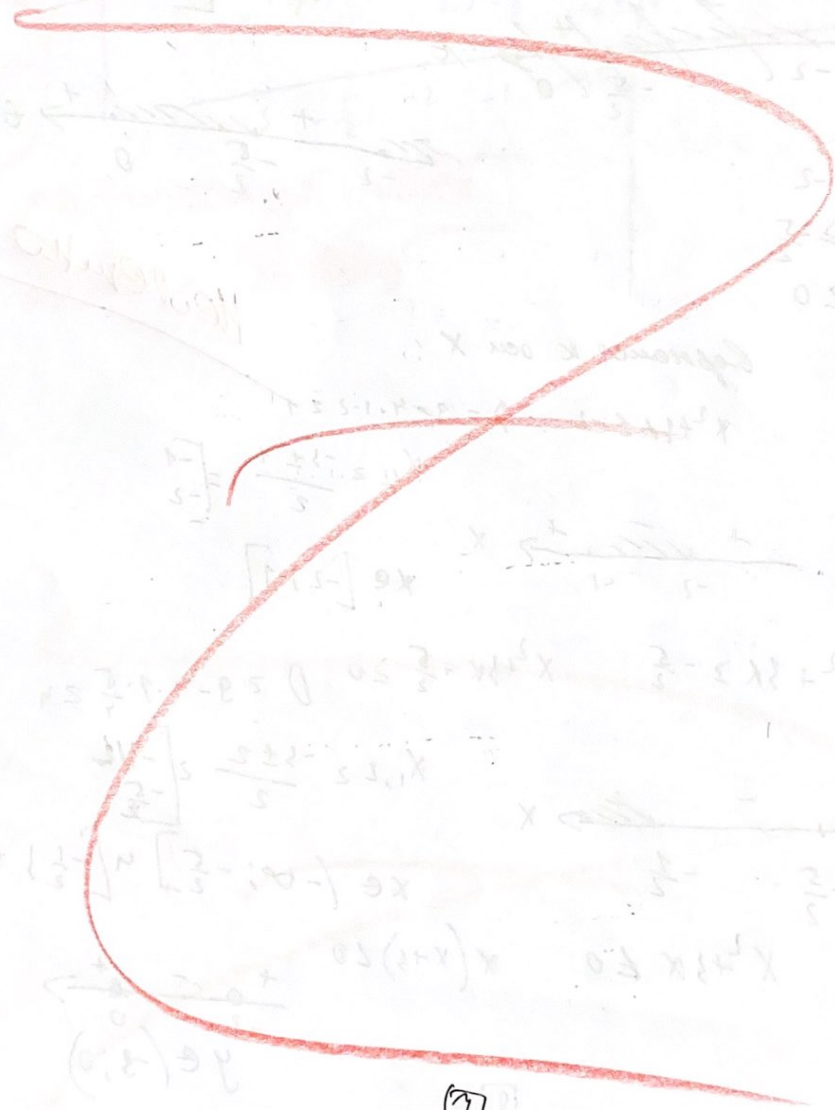
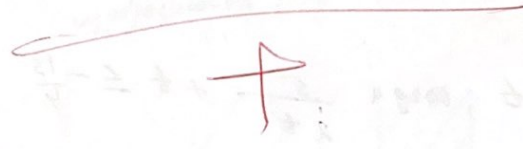
$$y \in (-3; 0)$$

□

Черновые записи №3



Область:
 $x \in (-3; -\frac{5}{2}] \cup [-2; -1] \cup [-0.5; 0)$



2

Числовик
Задача №5

$$\frac{5}{2x^2+6x} + x^2 + 3x \leq \frac{-13}{4}$$

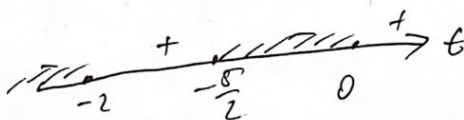
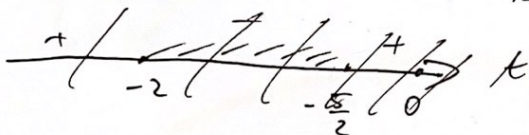
сдвинуть в Оху
у от 1905

Решение:

Пусть $x^2 + 3x = t$, тогда $\frac{5}{2t} + t \leq \frac{-13}{4}$

$$\frac{10 + 4t^2 + 13t}{4t} \leq 0 \quad D = 169 - 4 \cdot 4 \cdot 10 = 9$$

$$4t \leq 0 \quad x_{1,2} = \frac{-13 \pm 3}{8} = \begin{bmatrix} -\frac{5}{4} \\ -2 \end{bmatrix}$$



$$\begin{cases} t \leq -2 \\ t \geq -\frac{5}{2} \\ t < 0 \end{cases}$$

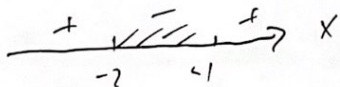
Кореньки

вернемся к оси X:

1)

$$x^2 + 3x \leq -2 \quad D = 9 - 4 \cdot 1 \cdot 2 = 1$$

$$x_{1,2} = \frac{-3 \pm 1}{2} = \begin{bmatrix} -1 \\ -2 \end{bmatrix}$$

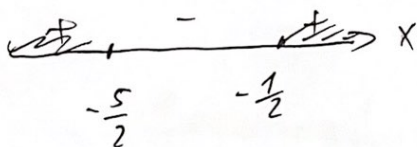


$$x \in [-2; -1]$$

2)

$$x^2 + 3x \geq -\frac{5}{2} \quad x^2 + 3x + \frac{5}{2} \geq 0 \quad D = 9 - 4 \cdot 1 \cdot \frac{5}{2} = 4$$

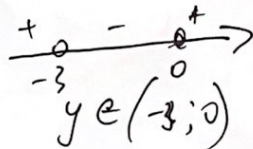
$$x_{1,2} = \frac{-3 \pm 2}{2} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} \\ -\frac{5}{2} \end{bmatrix}$$



$$x \in (-\infty; -\frac{5}{2}] \cup [-\frac{1}{2}; +\infty)$$

3)

$$x^2 + 3x \leq 0 \quad x(x+3) \leq 0$$



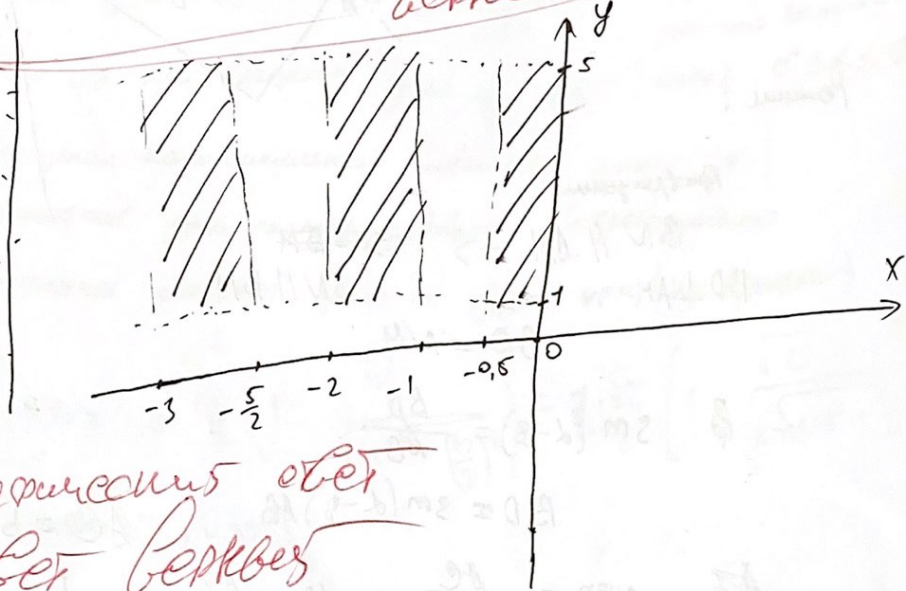
$$y \in (-3; 0)$$

8

Условие задачи №3

Область
 $x \in (-3; -\frac{5}{2}] \cup [-2; -1] \cup [-0,5; 0)$
модуль кр. Огу

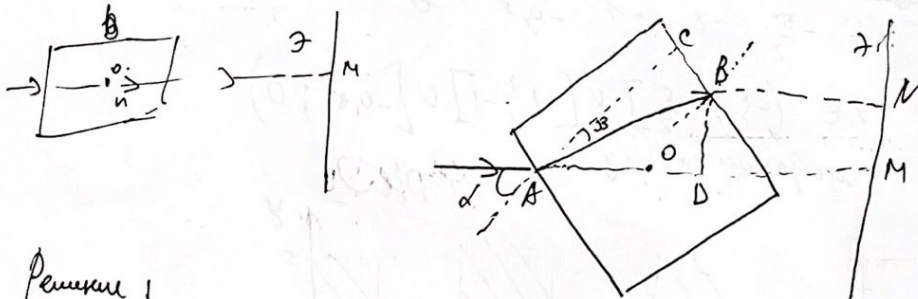
Верно



графиком ответ
ответ Верно

Черковик

Задача № 4



Решение 1

~~Применяем~~

$$BN \parallel AM \Rightarrow \cancel{BN \parallel AM} \\ BD \perp AM \quad \quad \quad BN \parallel PM$$

$$BD = NM$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \frac{BD}{AB}$$

$$BD = \sin(\alpha - \beta) AB$$

$$AC = b \text{ по условию}$$

$$\cos \beta = \frac{AC}{AB} \quad AB = \frac{AC}{\cos \beta} = \frac{b}{\cos \beta}$$

$$MN = \frac{\sin(\alpha - \beta) b}{\cos \beta} =$$

$$= b \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \cos \alpha) = b (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta)$$

$$b \left(\frac{\sin \alpha \cdot \cos \beta}{\cos \beta} - \frac{\sin \beta \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} \right)$$

Поэтому применим ~~формулу~~ $\sin \beta = n \sin \alpha \Rightarrow$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}, \quad \cos \beta = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n}$$

подставим оба уравнения

$$\frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \frac{\frac{\sin \alpha}{n}}{\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n}} \Rightarrow \operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$$

□

Подставим в первое уравнение: Черновая Задача 11

$$MN \approx b \left(\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \frac{\sin \alpha}{\sqrt{h^2 - \sin^2 \alpha}} \right) \approx b \sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{h^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$$

~~из уравнения~~

из уравнения, $MN = \frac{\sin(\alpha - \beta) b}{\cos \beta}$, криволинейно как само выражение
 докажите что при вращении угла α будет равен? $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

При вращении положительный величина растет; а
 отрицательный знакочислен убывает. Следовательно
 максимальная величина угла α будет 45 (при вращении)

$$\text{max)} MN \approx 7 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\sqrt{1,58^2 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2}} \right) = \frac{7 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2 \sqrt{1,58^2 - \frac{2}{4}}} \right)$$

$$\approx 7 \cdot 1,41 \cdot \frac{2,34}{2} \approx 2,488 \left(1 - \dots \right)$$

$$\frac{7 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2 \sqrt{1,58^2 - 1}}} \right) = \frac{7 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{1,58^2 - 1}} \right) =$$

$$\approx \frac{7 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 1,58^2 - 1}} \right) \approx 2,48 \text{ см}$$

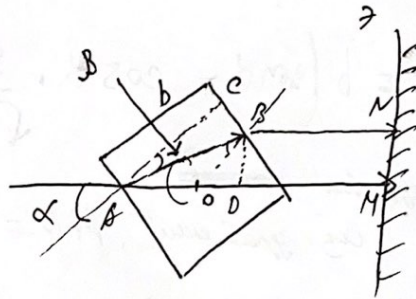
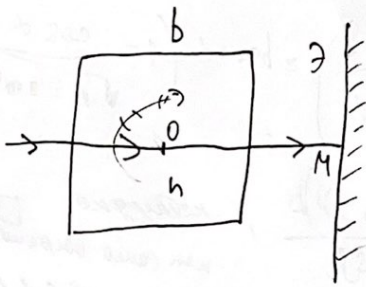
Ответ: 2,48 см

См

Handwritten calculations and arithmetic:

- $\sqrt{2} \approx 1,41$
- $1,58^2 = 2,4964$
- $2,4964 - 1 = 1,4964$
- $\sqrt{1,4964} \approx 1,2233$
- $2 \cdot 1,2233 = 2,4466$
- $\frac{1}{2,4466} \approx 0,4088$
- $1 - 0,4088 = 0,5912$
- $7 \cdot 1,41 \cdot 0,5912 \approx 5,93$

Числовик задачи №4



Дано:

$$\begin{cases} b = 8 \text{ см} \\ h = 1,58 \end{cases}$$

MM-?

Решение:

$$BN \parallel AM \Rightarrow BN \parallel DM$$

$$BD \perp AM \quad BD = NM$$

каким BD:

$$\sin(\alpha - \beta) = \frac{BD}{AB} \quad BD = \sin(\alpha - \beta) \cdot AB$$

каким AB:

$$\cos \beta = \frac{AC}{AB} \quad AB = \frac{AC}{\cos \beta} = \frac{b}{\cos \beta}$$

$$\boxed{AC = b}$$

Подставим в AB

$$\begin{aligned} MN &= \frac{\sin(\alpha - \beta) \cdot b}{\cos \beta} = b \cdot \left(\frac{\sin \alpha \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} \right) \\ &= b (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta) \end{aligned}$$

Используя закон синусов ($\sin \alpha = n \sin \beta$) \Rightarrow

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}, \quad \cos \beta = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n}$$

Разделим оба уравнения

$$\frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \frac{\frac{\sin \alpha}{n}}{\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n}} \Rightarrow \operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$$

(2)

см. далее

30-18-33-89
(1912)Числовик 9Задача №6

Рельефность моря в соответствии с образованием многих геологических процессов. которые являются важной составляющей геологии. как волны могут разрушать побережья. Этот процесс называется абразией, но также море своими волнами способствует накоплению рыхлых материалов прибрежных пляжей. Этот процесс называется аккумуляцией.

Волны сносят пляжи, разрушая скалы и шельфы морей образующиеся на берегах. когда волнами представляется чуждая скала обрыв, у подножья самого обрыва в процессе вымывания волнами образуются ниши. В этих нишах образуются скалы приливной зоны. Когда над этой нишей нависает карниз, и когда со скалы скалется обломки они обрушиваются. Все породы которые находятся постепенно разрушаются волнами и этот материал преобразуется в песок и гальку. Вскоре процесс начинается снова, когда волны все разрушают.

Волны сильно разрушают побережья морей, что может привести к сокращению плодородных земель у побережья. Для предотвращения этого процесса подстраивают волноотбойники и моря. Присущивая форма скалистых обрывов обусловлена воздействием горных пород механически, химически и биологически. Совместная работа моря и сил выветривания приводит к образованию отдельных островов с арками, столбов и скал как скалистых обрывов у берегов моря.

Отчет выполнен

15

Шифр

числовик задачи №4

$$tg \beta = \frac{80n \alpha}{\sqrt{n^2 - 80n^2 \alpha}}$$

$$MN = b \left(80n \alpha - \cos \alpha \cdot \frac{80n \alpha}{\sqrt{n^2 - 80n^2 \alpha}} \right)$$

$$MN = 80n \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - 80n^2 \alpha}} \right) =$$

2 ~~у~~ у уравнения $MN = \frac{80n(\alpha - \cos \alpha)}{\cos \alpha}$ ~~неудобно~~ ^{неудобно} ~~задаваться~~, задаваться ^{около расств} ~~в выражении~~ при вращении, α расств α при $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$

При вращении ^{эпюра} ~~находимый~~ ^{находимый} ~~числител~~ ^{числител} расств, а ~~находимый~~ ^{находимый} ~~знаменател~~ ^{знаменател} убывает; следовательно α ~~условия~~ ^{условия} ~~можно~~ ^{можно} ~~попыт~~ ^{попыт}, что $\alpha = 45^\circ$ (при вращении)

$$MN \approx 8 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\sqrt{n^2 - 80n^2 \alpha}} \right) = 8 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{2\sqrt{n^2 - 80n^2 \alpha}} \right) =$$

$$\approx \frac{8 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{2\sqrt{n^2 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2}} \right) = \frac{8 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{2\sqrt{n^2 - \frac{2}{4}}} \right) =$$

$$= \frac{8 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{2\sqrt{2n^2 - 1}} \right) = \frac{8 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{2 \cdot \sqrt{2n^2 - 1}} \right) =$$

$$\approx \frac{8 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{1}{2 \cdot \sqrt{2 \cdot 1,58^2 - 1}} \right) = \frac{8 \cdot \sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{1}{2 \cdot \sqrt{2 \cdot 1,58^2 - 1}} \right) =$$

$\approx 2,48$ см

В ответе ~~нет~~ ^{нет} ~~единиц~~ ^{единиц}

ответ ~~срочно~~

13

Чистовик
Задача № 5

При кристаллизации магмы образуются магматические горные породы.

Эти магматические горные породы по химическому составу делятся на: кислые, средние, основные, ультраосновные. Они различаются друг от друга содержанием в себе оксида кремния. К основным относят - базальты, габбро, к средним - диориты, андезиты, к кислым - роговики и ^{граниты} ~~диориты~~.

Во время своего излияния магма разделяется на интрузивные и эффузивные магматические породы. ~~Эти~~ Интрузивные породы изливается на глубинах и в кристаллическом виде. Эффузивные изливается на поверхности земли.

К интрузивным относятся габбро - диориты, ультраосновные интрузивные породы, локкозиты - лавиты в форме габбро, а так же локкозиты в форме камня.

Магматические горные породы имеют большое практическое применение. ~~Эти~~ Интрузивные, в них могут находиться руды железа, никеля, вольфрама, меди. Такие породы как базальты и габбро используются в строительстве в качестве бетона, облицовки.

ответ полный