



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

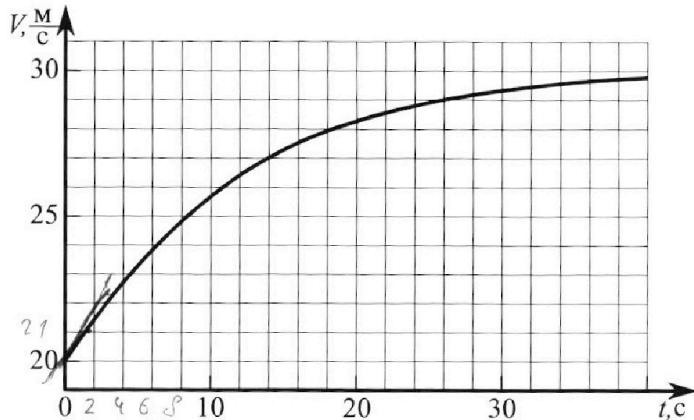


Вариант 11-04

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)

$m = 240 \text{ кг}$ движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200 \text{ Н}$.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

Треугольная точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

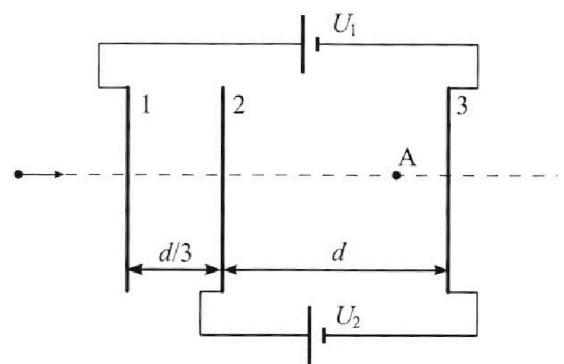
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373 \text{ К}$. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ моль}/(\text{м}^3 \cdot \text{Па})$. При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.

- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



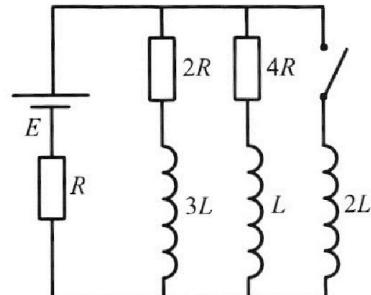
Вариант 11-04

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

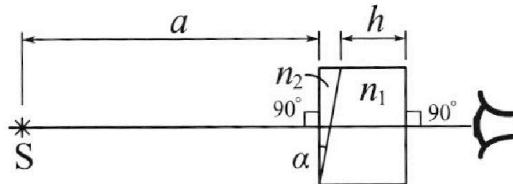
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 100$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Чистовик

$$a = \frac{dv}{dt} \rightarrow a = \text{tg} \alpha \text{ касательной в точке.}$$

1) Трековик в начале сработалось притяж. \rightarrow можем выразить $a = \frac{F}{m}$

$$= \frac{15}{2} \frac{N}{kg} = \frac{3}{4} \frac{N}{kg}$$

2) Обратим внимание на то что в конце трековика $a \rightarrow 0$

$$\rightarrow F_{\text{мотора}} = F_{\text{сопротивл}} \text{ при } t \rightarrow \infty$$
$$F_{\text{мотора}} = 200 \text{ N.}$$

Закон Ньютона для $t = 0$: $F_{\text{м-масса Мерседиска и}}$
 человека)

$$ma = F_{\text{мотора}} - F_{\text{сопротивл}}$$

$$F_0 = F_{\text{мотора}} - ma$$

$$F_0 = 200 - 200 \cdot \frac{3}{4} = 20 \text{ N.}$$

3) $M_{\text{мотора}} = F_{\text{мотора}} V_0 \rightarrow g_{\text{тр}} = \frac{N_{\text{сопрот}}}{M_{\text{мотора}}} = \frac{F_0}{F_{\text{мотора}}} = \frac{1}{10}$

$$\text{Неспротив} = F_0 V_0$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

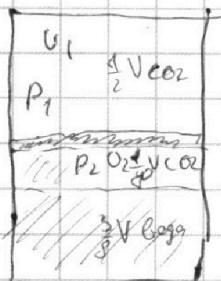


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)



Числовик

$$T_0 = \frac{373}{4} K = 779,6^{\circ}C = \frac{3}{4} T$$

$$\frac{373}{36} \frac{14}{13} \frac{1}{10}$$

V_1 - конс. газа CO_2 сжатия

V_2 - конс. газа $\text{CO}_2 + \text{сизу}$

$$\frac{93,2}{3} \frac{1}{2} \frac{279,6}{2} 26^{\circ}C$$

$P_{\text{бога}} = 0$

$P_{\text{нагр. бога}} = 0$

$$\rightarrow P_1 = P_2$$

$$P_1 = \frac{V_1 R T_0}{\frac{1}{2} V}$$

$$\rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 4 - \text{го нагрева.}$$

$$P_2 = \frac{V_2 R T_0}{\frac{1}{2} V}$$

$$V_1 \frac{R T_0}{\frac{1}{2} V} = \frac{V_2 R T_0}{\frac{1}{2} V}$$

$$P_2 = \frac{P V_2 R T_0}{V}$$

$$2V_1 = P V_2$$

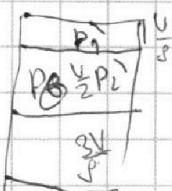
$$V_1 = 9V_2$$

$P_0 = \text{Равнодействие}$

2)

Г.К

$T = 373^{\circ}K$. Можем пришить давление нагрет. бога = P_0 .



$$P_1 = P_0 + P_1'$$

$$\Delta P_{\text{нагрева}} = k \cdot \frac{3}{8} V \cdot \frac{V_2 R T_0}{V} f$$

$$P_1' = \frac{V_1 R T}{V}$$

~~10% нагрева~~ ~~279,6~~ ~~26~~

$$P_2 = \frac{V_2 \cdot RT}{V}$$

ночь нагрева норма веса таза

из багажа берется \rightarrow

$$U_2 = U_2 + \Delta U_1 = U_2 + 3kV_2 RT$$

$$U_2' = U_2 + 3 \cdot \frac{3}{4} \cdot kRT U_2$$

$$[k = 9,6 \cdot 10^{-3} \quad RT = 3 \cdot 10^3] \text{ но уменьшили.}$$

$$U_2 = U_2 + \frac{9}{4} \cdot \frac{10}{10^3} \cdot U_2 = \frac{81}{40} U_2$$

$$kRT = \frac{8}{10}$$

$$\frac{4U_2 RT}{V} \cdot f = P_0 + \frac{101 \cdot RT}{20 V} \cdot U_2$$

$$\left(\frac{320 - 101}{10} \right) \frac{U_2 RT}{V} = P_0$$

$$U_2 = \frac{P_0 \cdot V \cdot 10}{RT \cdot 219} \rightarrow P_2 = \frac{8U_2 RT}{V} = \frac{8 \cdot 3 U_2 RT}{V}$$

$$P_2 = \frac{P_0 \cdot V \cdot 10 \cdot RT \cdot 6}{V \cdot R \cdot T \cdot 219}$$

$$\frac{60 P_0}{219}$$



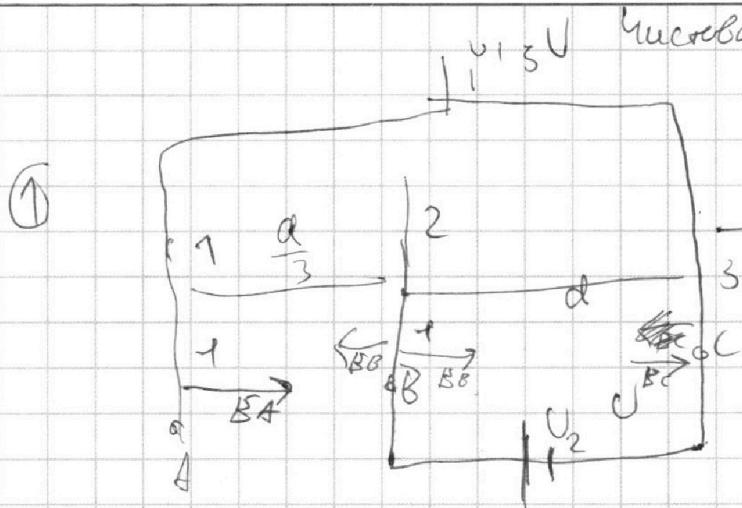
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



✓.k Pyr cekka

Летка 1 дырка изгебан
напечатано в過程中
макет 243

$$eB - ec = eC - eb \Rightarrow (eB - ec) + (eb - eC) = 0$$

$$AD - BB = 40 = FA - BB \Rightarrow$$

~~на 2 Бакайло Несторові С. Осадка з 3 зон~~

$$m \cdot \mathbf{d} = (\mathbf{E} \mathbf{B}(\mathbf{E} \mathbf{C})) \cdot \mathbf{d}$$

~~Сама разработка не даётся магистру.~~

$$m|a| = \frac{c}{a} \cdot q$$

~~$$\text{Cap} = \frac{\rho g}{d \cdot h}$$~~

~~2) K₃-K₂: K₂-K₃-A не пересекают зону~~

$$A = C_2 \cdot c$$

~~negative negative strong 23 b.c.
macro.~~

$$k_3 - k_2 \neq k_3 + k_3 + \delta = 0 = q \cdot 0$$

(2-3). $\Delta A \in \text{IET f}(\mathbb{C}) = \mathcal{U}_2$ 2. Baryk metodom Oldřicha Mengusovského:

$$f^{(2,3)}: BA \leftarrow EB f EC = \frac{v_2}{d}$$

$$(1-2) : EA - EB \xrightarrow{BC} \frac{1-u_2}{a}$$

$$m\ddot{a} = (EA + EB - EC) q = \frac{v_2}{d} \cdot q$$

$$a = \frac{v_2 q}{dm} - \frac{v_1 q}{dm}$$

$$2) \quad k_3 - k_2 = 4q \cdot q = 4 = \cancel{2} \cdot q - \cancel{2} \cdot q$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$3) \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{1}{4} q \cdot d$$
$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{1}{4} q \cdot d$$
$$v_2^2 = v_1^2 + \frac{q d}{2}$$
$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{q d}{2}}$$

Числовик

1. k Река изложила ледокол

из дакка по расходу

$$c_3 e_0 = 0$$

Удвоенное значение по §81

и поэтому

$$3(7): v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{q d}{2}} \quad (a-2)$$

$$\text{Блок в конце } A = \frac{m v_0^2}{2} - U_1 q + (U_1 \cdot U_2) q + \frac{3}{4} U_2 \cdot q$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{1}{4} U_2 \cdot q$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{U_2 q}{2}}$$

$$e_1 - e_2 = U_1 - b$$

$$e_1 - e_3 = U_1$$

$$e_2 - e_3 = U_2$$

$$\text{Одн.: 1: } [a] = \frac{v a}{a m}$$

$$2: |k_3 - k_2| = U q$$

$$3: -U' = \sqrt{v_0^2 - \frac{U q}{2}}$$

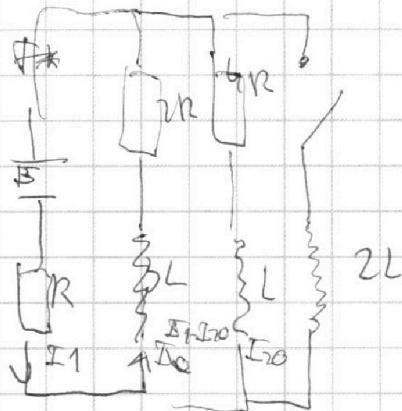
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Численн

Мч.

1) при замыкании в 1 сеть падение

$$U_L = 0 \rightarrow$$

Закон Кирхгофова:

$$E = I_1 R + (I_1 - I_{20}) \cdot 2R$$

$$E = I_1 R + (I_{20}) \cdot 4R$$

$$I_{20} \cdot 4R = (I_1 - I_{20}) \cdot 2R$$

$$6I_{20}R = 2I_1 R$$

$$I_{20} = \frac{1}{3} I_1 \quad I_1 - I_{20} = \frac{2}{3} I_1$$

$$E = E_1 R + \frac{4}{3} I_1 R \quad I_1 = \frac{E}{\frac{2}{3} R} \rightarrow I_{20} = \frac{E}{2R}$$

2) при таком в 1 сеть не попадают. то и разность
последовательных токов не может быть не уменьшена

$$\rightarrow U_{2L} = 4R I_{20} = \frac{4}{3} \frac{E}{R}$$

$$2L(I_1 - I') = \frac{4}{3} \frac{E}{R} \quad I' = \frac{2}{3} \frac{E}{RL} \quad 2L(\underline{\underline{I'}})$$

$$3LI_1' + 2RI_1 = LI_1' + 4RI_2 = \underline{\underline{2RI_1}} / (\underline{\underline{I_1 - I'}})$$

$$E = I_3 e^{s_1 t} R + LI_1' + 4RI_2$$

Однако:

$$1: I_{20} = \frac{E}{2R}$$

$$2: I' = \frac{2}{3} \frac{E}{RL}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

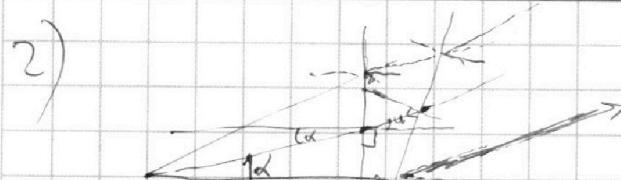
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2)



Чесовак

Marloes Grab & Go

$$S_{\text{Ind}} = \frac{1}{2} S_{\text{InW}}$$

$$\sin w = \frac{\sin x}{\sqrt{3}} \quad \text{grados}$$

$$w = \frac{x}{1,8}$$

$$\sin \psi = \pm \sin(\alpha + \omega), \quad \psi = \pm (\alpha + \omega) - \pi/2$$

$$tg \alpha = h$$

$$Tg((g_{\bar{a} \bar{b}}) - Tg(c, g) G_+) S = h$$

$$\text{rg} \alpha = \text{rg } S$$

C - Superficialne reacije ot leziona ge
S - reakcije ot izlopane ge tečnosti.

$\rightarrow \text{рез. } S = 0 \rightarrow \text{расстояние } \approx 0$

$$3) \quad h_1 = 74 \quad h_2 = 72$$

$$= \frac{1}{149} - a$$

$$\psi = \frac{7\pi}{14} q + \frac{11\pi}{14} \alpha - \alpha$$

$$\sin L_9 = ? \quad \sin 44^\circ = \frac{3}{10} a \approx 1.72$$

$$\sin \angle g = \frac{5}{13} \alpha$$

$$sh = \sqrt{gk} \cdot A^{\frac{1}{2}}, \quad S(g, k) = sh$$

$$S = \frac{1}{4} \pi r^2$$



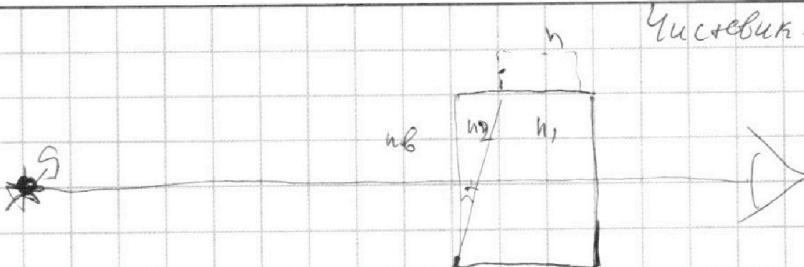
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

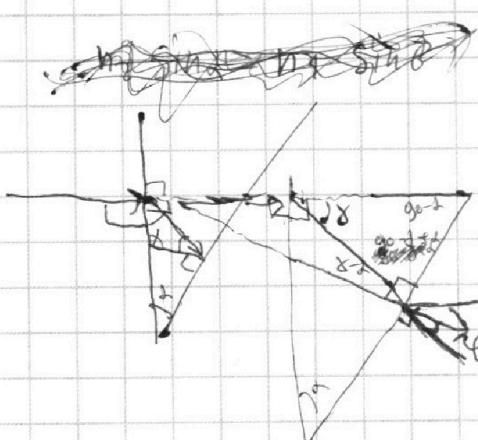
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



A hand-drawn geometric diagram. A horizontal line labeled 'l' is drawn. A point labeled 'P' is marked on this line. A vertical line segment labeled 'PM' is drawn from P to another line labeled 'm'. The intersection point is labeled 'M'. A right-angle symbol is shown at M where the two lines meet.

т.к. $h_1 = h_2 \rightarrow$ при переходе между
средами преломления не будет.

* 14 Чиг бөгөөн нийн то цэргийнчилгээний чигнүүдэл
чигээхийн тааны чигнүүдэл.



$$\text{Refraction Law: } n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

~~1. $\sin \theta_2 = 1.0 / (\sin(\theta_1 - \alpha))$~~

~~$\sin \theta_2 = 0.1 / \cos(\sqrt{0.99})$~~

~~$\sin \theta_2 = 0.1 / \sqrt{\frac{1}{2} \cdot 0.99} = 0.1 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot 0.99}$~~

~~$\sin \theta_2 = 0.1 - 0.1 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot 0.99} = 0.1 - 0.01 \cdot \sqrt{0.99} = 0.1 - 0.01 \cdot 0.316 = 0.1 - 0.00316 = 0.09684$~~

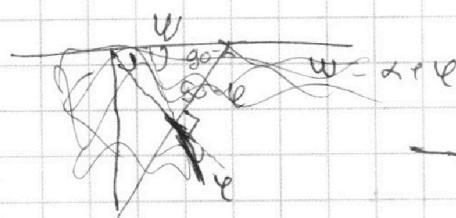


Diagram showing two lines intersecting at an angle α . The vertical line has a slope $m = -1/\tan(\alpha)$. The angle between the vertical line and the second line is β . The angle between the second line and the x-axis is γ .

$$1) \text{year old otter} = \lfloor \arcsin(g_1) - g_1 \rfloor$$

Caso 077 - Marito Yane, se Yane operado em 29/07 pag.

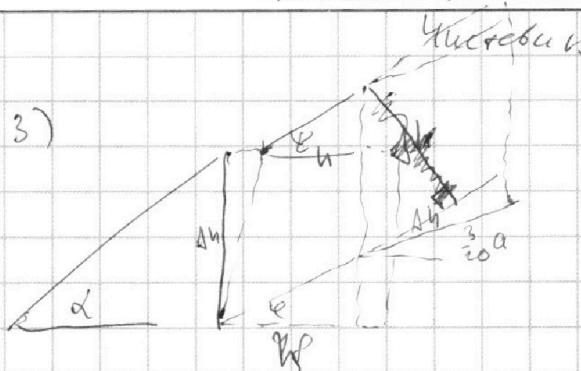
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\Delta h = \Delta h - g \cdot 14 + g \cdot 14 \\ = \Delta h - 14 \cdot \frac{3}{14} \cdot a + 14 \cdot \frac{3}{14} \cdot a + \frac{17}{14} \cdot a \\ = 14 \Delta h + \frac{17}{14} \cdot a \quad L - \text{мас.}$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2 \quad \Delta h = g \cdot a \cdot A = 1000 \cdot a + \frac{17}{14} \cdot a$$

$$\Delta h = 9,81 \cdot 5 = 49,05 \text{ м}$$

$$49,05 = 1000 \cdot a + \frac{17}{14} \cdot a$$

расстояние от края неводности до изодромии.

$$a = \frac{1000}{17} + \frac{10}{14}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \mid 17 \\ 85 \mid 58,9 \dots \\ 150 \\ -134 \\ \hline 160 \end{array}$$

расстояние изодромии до стыка =

$$= 100 - \frac{1000}{17} - \frac{10}{14} \approx 60,5$$

$$2,0 + \frac{17}{14}$$

Отвр. 1: 0,07 маг

2: $A = 0$

3: $A = 60,5 \text{ см.}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

