



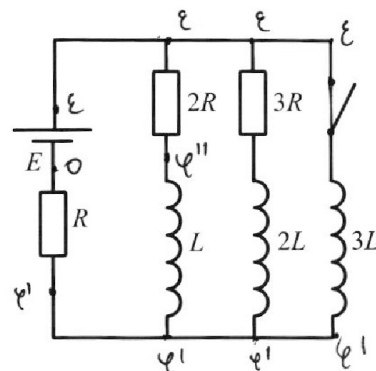
Вариант 11-01



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

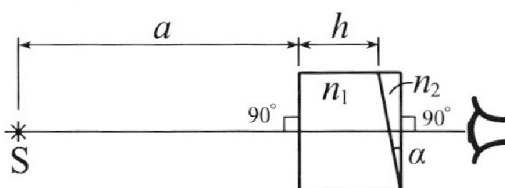
- ✓1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- ✓2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- ✓3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с ч.исловыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

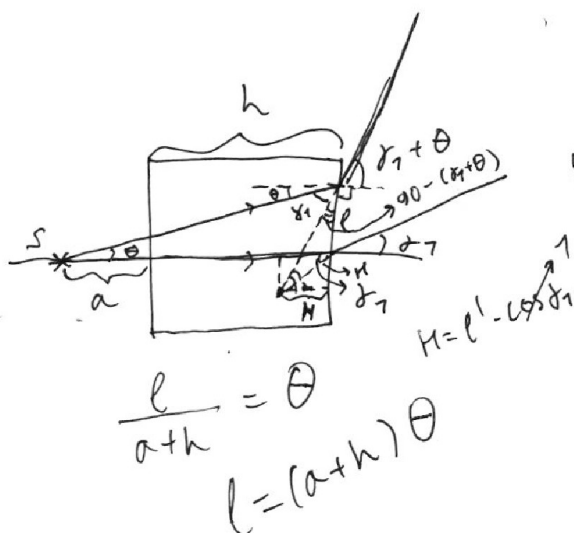


5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см.

рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



$$\varepsilon - \varphi' = 3L \cdot I_{3L}'$$

$$V' = \varepsilon - 3L \cdot I'_{3L}$$

$$\varphi'' - \varphi' \stackrel{\downarrow}{=} L \cdot I_L'$$

$$I_{2R} = \frac{\varepsilon - \varphi^V}{2R}$$

$$2R \cdot I_{2R} = 3L \cdot I_{3L} - L I_L'$$

$$\varphi'' = L I_L' + \varphi'$$

$$\psi'' = L I_1' + \varepsilon - 3L \cdot I_3'$$

$$\begin{aligned} 180 - (2 - 90 + 3) &= \\ &= 90 - 2 + 3 \\ &= 90 - (2 - 3) \end{aligned}$$

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

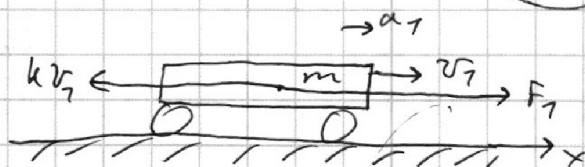
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№1

1) П.к. $v'(t) = a(t)$, т.е. ускорение автомобиля равно тангенсу наклона кас-ой к графику $v(t)$ в точке $t_1 = 30 \text{ с}$ (т.к. $v(t_1) = v_1$).

Из графика видно, что $a_1 = a(t_1) = \frac{\Delta v}{\Delta t} =$
 $= \frac{2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{30 \text{ с} - 20 \text{ с}} = \frac{2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{ с}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)

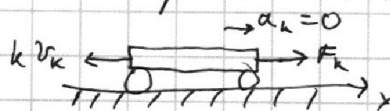


2ЗН: $0_x:$

$ma_1 = F_1 - kv_1$

$F_1 = ma_1 + kv_1 \quad (1)$

к найдем из конечных условий. Из графика видно, что скорость автомобиля в конце разгона $v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а касательная к графику $v(t)$ в конце разгона параллельна $0_x \Rightarrow a_k = a(t_k) = 0$:



2ЗН: $0_x: F_k = kv_k = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} \rightarrow (1):$

$F_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{v_1}{v_k} = 1800 \text{ Н} \cdot \frac{1}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 500 \text{ Н} \cdot \frac{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$
 $= 450 \text{ Н} + 400 \text{ Н} = 850 \text{ Н}$

3) $P_1 = F_1 v_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17000 \text{ Вт}$

Ответ: 1). $0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 2). 850 Н 3). 17000 Вт

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!

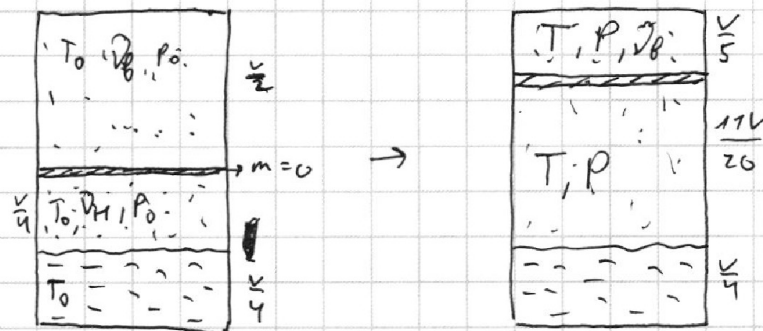
№2

Дано:

V, T_0

1). $\frac{p_0}{p_H} = ?$

2). p_0

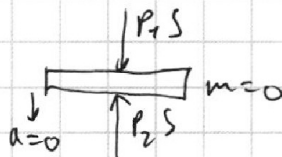


① Объем газа в верхней части сосуда

$$V_1 = \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

газа

П.к. в начале процесс изобарический, а его масса $m=0$, то запишем 2ЗН для поршня:



$$p_1 S - p_2 S = 0 \Rightarrow p_1 = p_2 = p_0$$

Запишем ур-е состояния для верхнего и нижнего газов:

$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \nu R T_0 \\ p_0 \frac{V}{4} = \nu R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_0}{p_H} = 2$$

Ответ: 1). 2.

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

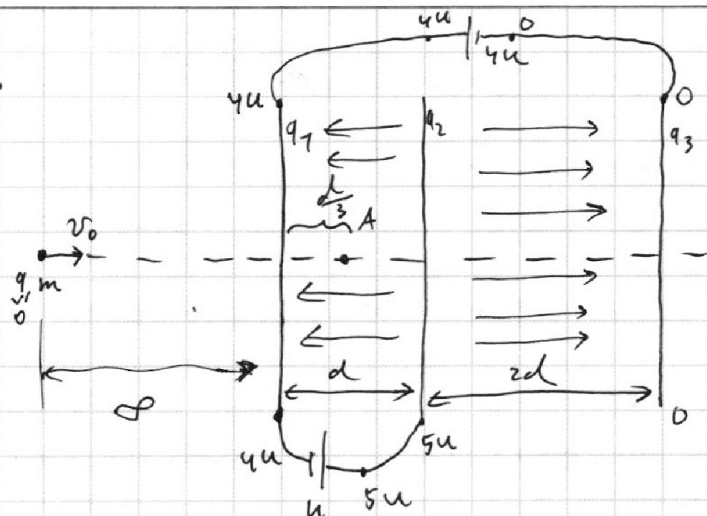
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

N3



Дано:

d, U, q, m, v_0

1). $a_{12} = ?$

2). $k_1 - k_2 = ?$

3). $v_4 = ?$

~~$q_1 + q_2 + q_3 = 0$~~

~~иногда $q_2 > 0; q_1, q_3 < 0$~~

~~$Ud = \frac{|q_2|}{2\epsilon_0 S} + \frac{|q_1|}{2\epsilon_0 S} - \frac{|q_3|}{2\epsilon_0 S}$~~

~~$2\epsilon_0 S U d = |q_2| + |q_1| - |q_3|$~~

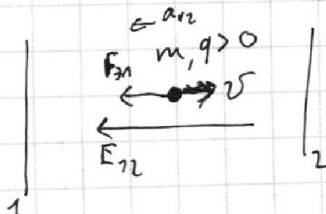
~~$5U \cdot 2d = \frac{|q_2|}{2\epsilon_0 S} + \frac{|q_3|}{2\epsilon_0 S} - \frac{|q_1|}{2\epsilon_0 S}$~~

~~$20\epsilon_0 S U d = |q_2| + |q_3| - |q_1|$~~

~~$2|q_2| = 22\epsilon_0 S U d$~~

~~$|q_2| = 11\epsilon_0 S U d$~~

1) Возбужден мегодон ускоренного движения. Между сетками 1 и 2 э. поле направлено влево (в сторону уменьшения потенциала).

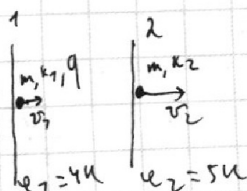


$ma_{12} = F_{эл}$ по 23н

$ma_{12} = qE_{12}, \text{ где } E_{12} = \frac{U}{d}$

$a_{12} = \frac{qU}{md}$

2)



З(т):

$k_1 + q\varphi_1 = k_2 + q\varphi_2$

$k_1 - k_2 = q(\varphi_2 - \varphi_1) = qU$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

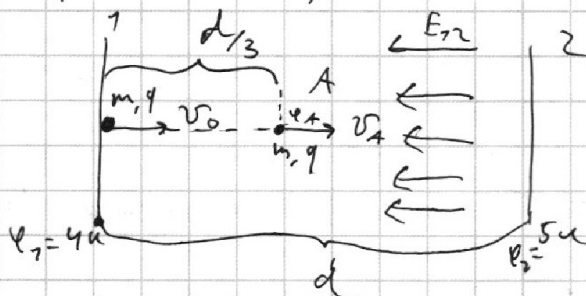
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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) П.к. ^{сетки} ~~уникальный~~ заряд ~~равен~~ равно нулю (т.к. зарядов сетки незарядены и выталкивается $3 \in 3$), ^{эл.} поле слева и справа от сетки равно нулю (по аналогии (конденсаторы)) $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ частица подлетит к сетке 1 со ~~скоростью~~ скоростью v_0 , т.к. эл. поле не совершает работу.



$$\begin{cases} E_{12} = \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)}{d} \\ E_{12} = \frac{(\varphi_A - \varphi_1)}{d/3} \end{cases}$$

~~$$(5u - 4u)d = (\varphi_A - 4u) \frac{d}{3} \quad \varphi_A - 4u = 3u \Rightarrow \varphi_A = 7u$$~~

~~$$\frac{5u - 4u}{d} = \frac{3(\varphi_A - 4u)}{d} \quad ; \quad u = 3\varphi_A - 72u$$~~

~~$$3\varphi_A = 73u \Rightarrow \varphi_A = \frac{73u}{3}$$~~

$$3C \Rightarrow : \frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{mv_A^2}{2} + q\varphi_A$$

$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + q(\varphi_1 - \varphi_A) \quad \cdot \frac{2}{m}, \text{ где } \varphi_1 - \varphi_A = 4u - \frac{73u}{3} = -\frac{u}{3}$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{2qu}{3m} \Rightarrow v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qu}{3m}}$$

Ответ: 1) $\frac{qu}{md}$ 2) qu 3) $\sqrt{v_0^2 - \frac{2qu}{3m}}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

Дано:
 R, L, ε

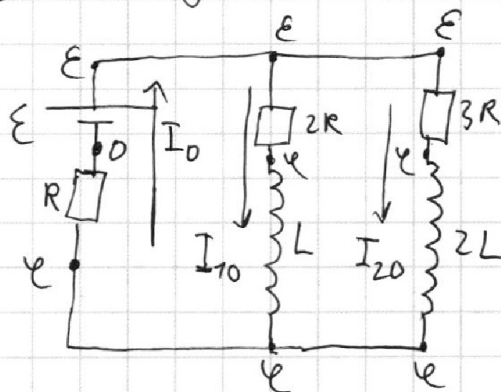
Решение:

1). I_{10} - ?

2). I_{3L} - ?
току
после
замык.

3). q_{2R} - ?

① По замыканию ключа:



Резисторы удовлетворяют условию $\Rightarrow$
 $\Rightarrow U_L = U_{2L} = 0$.

Восстановление не может происходить мгновенно.

$$\begin{cases} I_0 = \frac{\varepsilon - \varphi}{R} \\ I_{10} = \frac{\varepsilon - \varphi}{2R} \\ I_{20} = \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} \\ I_0 = I_{10} + I_{20} \end{cases} \Rightarrow \frac{\varphi}{R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{2R} + \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} \quad | \cdot \frac{6}{R}$$

$$6\varphi = 3\varepsilon - 3\varphi + 2\varepsilon - 2\varphi$$

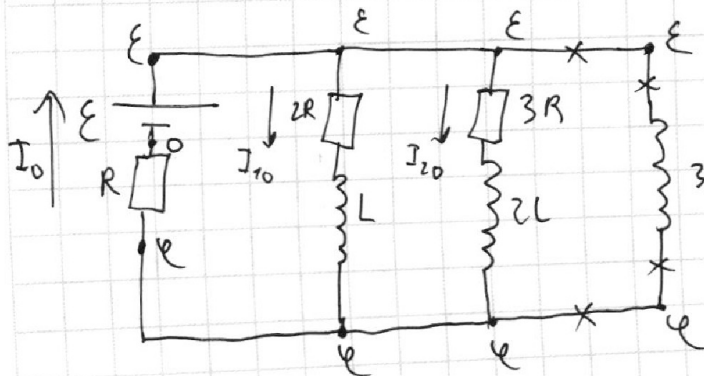
$$6\varphi = 5\varepsilon - 5\varphi$$

$$11\varphi = 5\varepsilon \Rightarrow \varphi = \frac{5\varepsilon}{11}$$

$$\Rightarrow I_{10} = \frac{\varepsilon - \varphi}{2R} = \frac{\varepsilon - \frac{5\varepsilon}{11}}{2R} = \frac{3\varepsilon}{11R} = \frac{3\varepsilon}{11R}$$

$$I_{20} = \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} = \frac{\varepsilon - \frac{5\varepsilon}{11}}{3R} = \frac{2\varepsilon}{11R} \Rightarrow I_0 = \frac{2\varepsilon}{11R} + \frac{3\varepsilon}{11R} = \frac{5\varepsilon}{11R}$$

② Току после замыкания ключа ($t=0$)



Току после замык. ток в катушках не может возникнуть мгновенно $\Rightarrow$

$$\begin{cases} I_L^{(0)} = I_{10} \\ I_{2L}^{(0)} = I_{20} \\ I_{3L}^{(0)} = 0 \end{cases} \Rightarrow I_R^{(0)} = I_0$$

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!

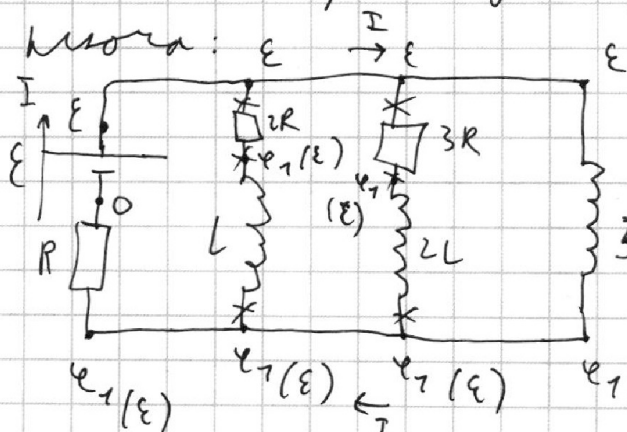
Воспользуемся методом узловых потенциалов
и определим напряжение на $3L$:

$$\frac{\varphi - 0}{R} = I_0 \quad ; \quad \frac{\varphi}{R} = \frac{5\varepsilon}{11R} \Rightarrow \varphi = \frac{5\varepsilon}{11}$$

$$U_{3L} = \varepsilon - \varphi = \varepsilon - \frac{5\varepsilon}{11} = \frac{6\varepsilon}{11} \quad (\text{м.к. макс. по времени } t_{\text{max}})$$

$$3L \cdot I'_{3L} = U_{3L} \Rightarrow I'_{3L} = \frac{U_{3L}}{3L} = \frac{2\varepsilon}{11 \cdot 3L} = \frac{2\varepsilon}{11L}$$

③ Рассмотрим уст. режим после замыкания.
($t = t_{\text{уст}}$)



$$U_{3L} = U_{2L} = U_L = 0$$

Используя метода узловых потенциалов.

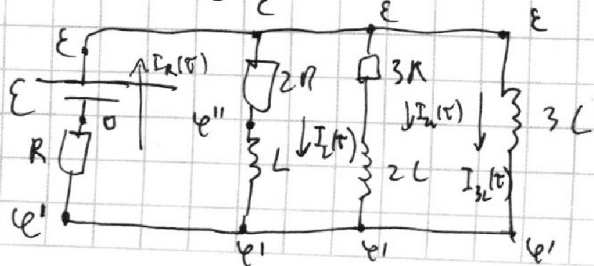
$$U_{3L} = \varepsilon - \varphi_7 = 0 \Rightarrow \varphi_7 = \varepsilon \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{2R}(t_{\text{уст}}) = I_{3R}(t_{\text{уст}}) = 0 \Rightarrow I_L(t_{\text{уст}}) = I_{2L}(t_{\text{уст}}) = 0$$

$$I_{3L}(t_{\text{уст}}) = I_R(t_{\text{уст}}) = I = \frac{\varphi_7}{R} = \frac{\varepsilon}{R}$$

Значение

④ Рассмотрим цепь в произвольный момент t
после замыкания ключа ($t = \tau$):



$$\begin{cases} \varepsilon - \varphi' = 3L \cdot I'_{3L}(\tau) \Rightarrow \varphi' = \varepsilon - 3L \cdot I'_{3L} \\ \varphi'' - \varphi' = L \cdot I'_L(\tau) \\ I_{2R}(\tau) = \frac{\varepsilon - \varphi''}{2R} \end{cases}$$

$\varphi'' = LI'_L + \varepsilon - 3L \cdot I'_{3L}$

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!



$$I_{2R} = \frac{\mathcal{E} - (L I_L' + \mathcal{E} - 3L \cdot I_{3L}')}{2R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2R \cdot I_{2R} = 3L \cdot I_{3L}' - L I_L'$$

$$2R \cdot \frac{\Delta q_{2R}}{\Delta t} = 3L \cdot \frac{\Delta I_{3L}}{\Delta t} - L \cdot \frac{\Delta I_L}{\Delta t}$$

$$\Delta q_{2R} = \frac{L(3 \Delta I_{3L} - \Delta I_L)}{2R} *$$

Просуммируем выражение * от $t=0$ до $t=t_{gen}$:

$$q_{2R} = \frac{L}{2R} \cdot \left(3 \cdot \left(I_{3L}(t_{gen}) - \overset{I_{3L}(0)}{0} \right) - \left(I_L(t_{gen}) - \overset{I_{L0}}{I_L(0)} \right) \right)$$

$$q_{2R} = \frac{L}{2R} \left(3 \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - \left(0 - \frac{3\mathcal{E}}{11R} \right) \right)$$

$$q_{2R} = \frac{L}{2R} \left(\frac{3\mathcal{E}}{R} + \frac{3\mathcal{E}}{11R} \right) = \frac{L}{2R} \cdot \frac{36\mathcal{E}}{11R} = \frac{18LE}{11R^2}$$

Ответ: 1). $\frac{3\mathcal{E}}{11R}$ 2). $\frac{2\mathcal{E}}{11L}$ 3). $\frac{18LE}{11R^2}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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

МФТИ

N5

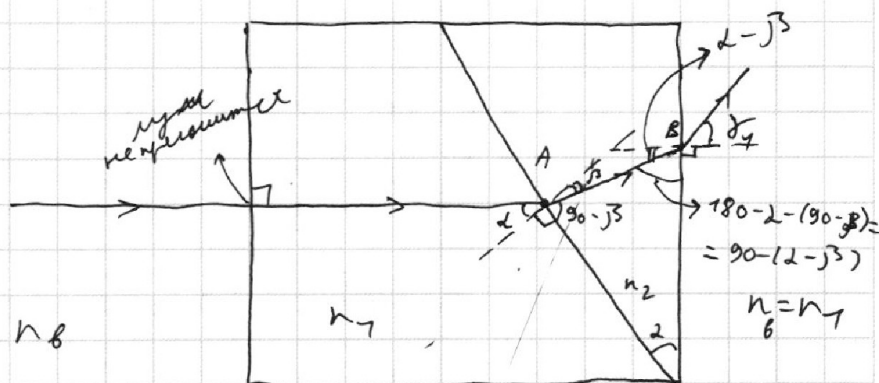
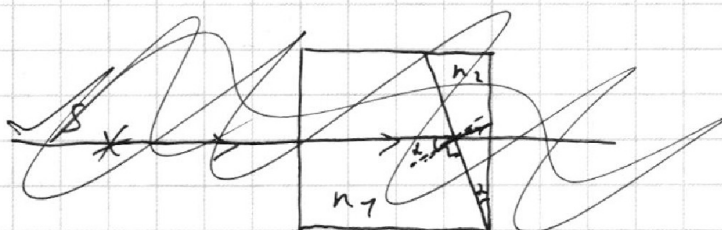
Dato:

$$a = 794 \text{ cm}$$
$$L=0, \text{Trag}$$
$$h = 9 \text{ cm}$$
$$K_B = 7$$
$$h_2 = 7,7$$

1). ~~10~~ - ?

8,

①



из условия $n_7 = n_8 = 1$; $n_2 = 7,4$

Применим закон Снеллиуса при переходе
в м. А: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ м.к. углы падае:

$$n_1 \lambda = n_2 \lambda' \Rightarrow \lambda' = \frac{n_1}{n_2} \lambda$$

Примери з. Скривува при прелазе в
м. В (за рожене и јунак):

$$n_2 \cdot \sin(\alpha - \beta) = n_g \cdot \sin \alpha_1; \text{ yurda nashine } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_2 (2 - \sqrt{3}) = n_B \cdot \theta_1 \Rightarrow \theta_1 = \frac{n_2}{n_B} (2 - \sqrt{3}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_1 = \frac{n_2}{n_1} \cdot \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = \frac{1,7}{1} \cdot 0,9 \cdot \left(1 - \frac{1}{1,7}\right) =$$

$$= \cancel{1,7} \cdot 0,1 \cdot \frac{0,7}{\cancel{1,7}} = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ pag.}$$

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

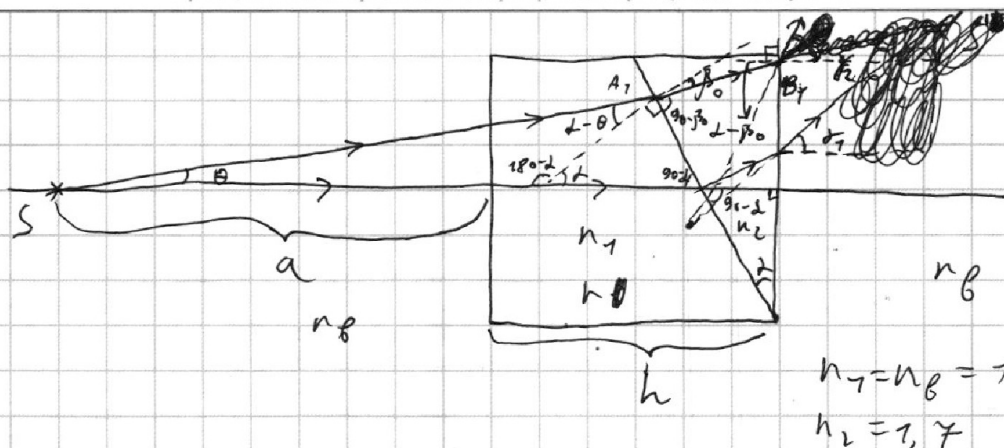
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

(2)



m. A_1 : $n_1 (\alpha - \theta) = n_2 \cdot \beta_0$

$$\beta_0 = \frac{n_1}{n_2} (\alpha - \theta)$$

m. B_1 : $n_2 (\alpha - \beta_0) = n_2 \cdot \beta_1$ аналогично
рег. пункту

$$\beta_1 = \frac{n_2}{n_2} (\alpha - \beta_0) = \frac{n_2}{n_2} (\alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha + \frac{n_1}{n_2} \theta) =$$

$$= \frac{n_2}{n_2} \cdot \alpha \cdot (1 - \frac{n_1}{n_2}) + \frac{n_2}{n_2} \cdot \frac{n_1}{n_2} \theta = \frac{1}{1} \cdot 0,1 \cdot \frac{0,4}{1,7} + \theta =$$

$1 - \frac{1}{1,7} = \frac{0,4}{1,7}$

$= 0,07 + \theta \text{ рад.} = \beta_1 + \theta$

(3)



Преломление
маленькой
пузырьки с n_2

$$\frac{l}{a+h} = \tan \theta \approx \theta$$

$$l = (a+h) \theta \Rightarrow$$

$$(x \approx H + g \beta_1 \approx H \beta_1)$$

$$(x+l) = H \tan (\theta + \beta_1) \approx$$

$$\approx H (\theta + \beta_1)$$

уф прел. $n'(\theta) \beta_1 = H \Rightarrow l' = H$

m. n. n_1 - малый угол

$$\frac{l}{a+h} = \tan \theta \approx \theta \Rightarrow l = \theta (a+h)$$

уф m. m. об. $\frac{l}{\sin (90 - (\beta_1 + \theta))} = \frac{l}{\sin \theta} \Rightarrow \frac{H}{\cos (\beta_1 + \theta)} = \frac{H}{\sin \theta} \Rightarrow$

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!

~~Решение задачи 5:~~ $\Rightarrow \delta_1 H + \theta(a+h) = H(\delta_1 + \theta)$

$$\delta_1 H + \theta(a+h) = H\delta_1 + H\theta \Rightarrow H = a+h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \overset{s}{*} \downarrow \overset{s'}{*} d=x \text{ тогда } d=x = H \tan \delta_1 \approx H\delta_1 = (a+h)\delta_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = (194+9) \cdot \frac{7}{100} = \frac{203 \cdot 7}{100} = 2,03 \cdot 7 = 14,21 \text{ cm}$$

$$\begin{array}{r} 203 \\ \times 7 \\ \hline 1421 \end{array}$$

Ответ: 1), 0,07 рад. 2), 14,21 см



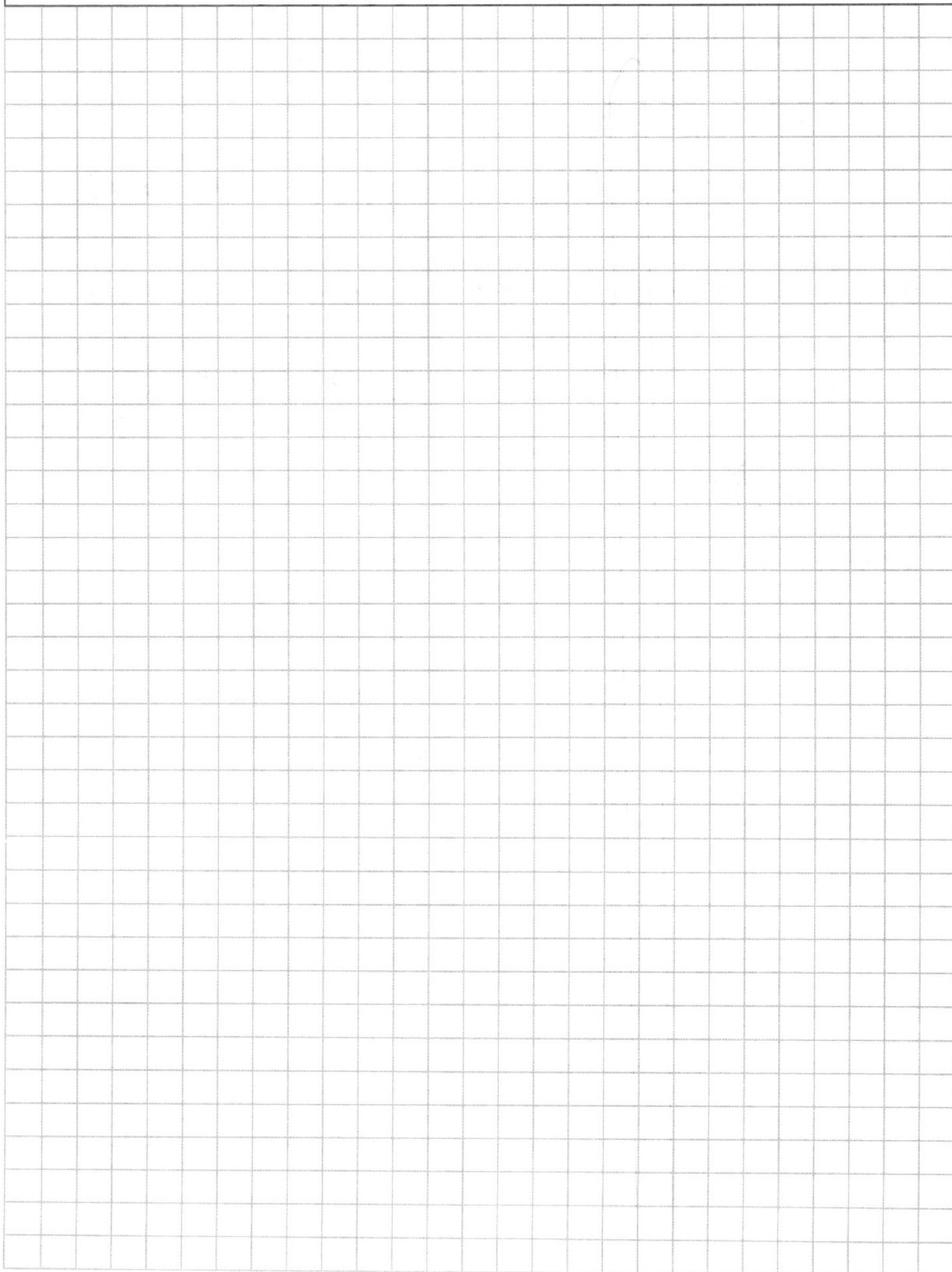
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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

