



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023



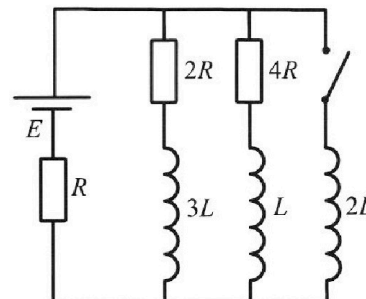
Вариант 11-04

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

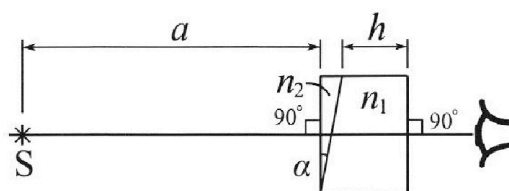
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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  $n_v = 1,0$ . 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.



Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.



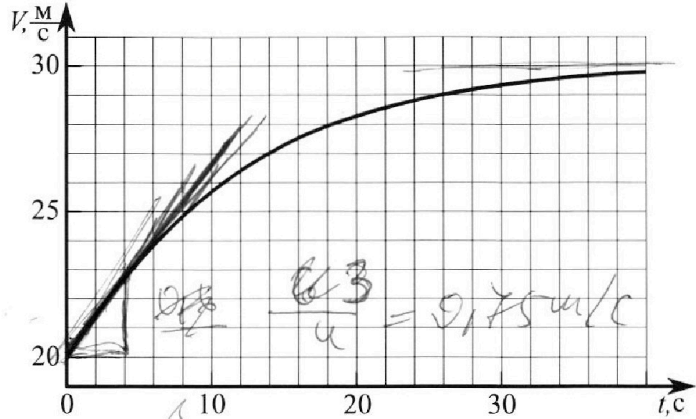
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  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  $F_k = 200$  Н.



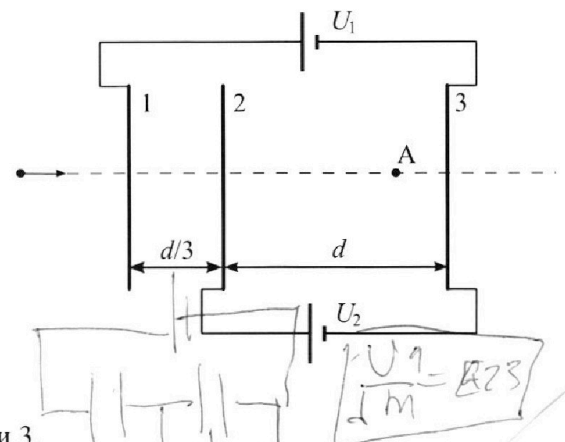
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
  - 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
  - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделен 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 объем  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объем его верхней части стал равен  $V/8$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворенного газа в объеме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kp v$ . Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объема 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 A на расстоянии  $3d/4$  от сетки 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

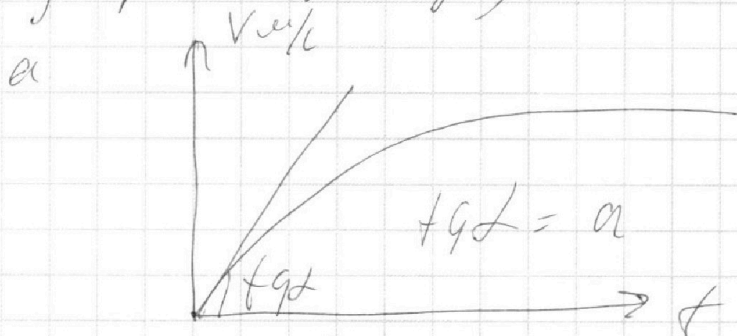
МФТИ

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

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

1) ускорение по определению  $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow$



$$a_0 = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{26 - 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2 \text{ с}} = \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Запишем 2 Закона Ньютона

$$m a_0 = F_{TP} - F_0$$

$\rightarrow$  т.к. без трения мы идем

$F_{TP}$  имеет максимум там

$F_{TP}$  равно нулю, а  $F_{TP}$  становится = 0

$$\Rightarrow F_{TP} = \text{const}$$

то в нуле  $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow F_{TP} = F_k = 200 \text{ Н} \Rightarrow$

$$F_0 = F_{TP} - m a_0$$

$$F_0 = 200 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 20 \text{ Н}$$

Давило на горизонтальном рельсе

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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

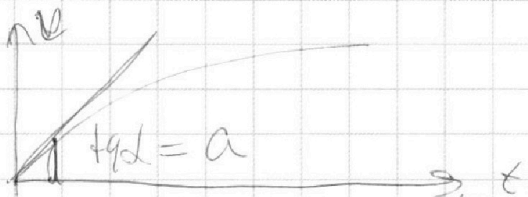
**МФТИ**

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

$m = 240 \text{ кг}$

$F_k = 200 \text{ Н}$

сериовин



1) ускорение  $a = \frac{dv}{dt}$ ,  
 что является максимальной ускорением

на графике. Попробуем в

$a = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0}$  где  $v_1 = 26 \text{ м/с}$ ;  $v_0 = 20 \text{ м/с}$ ;

$t_1 = 8 \text{ с}$ ;  $t_0 = 0$

$a = \frac{6 \text{ м/с}}{8 \text{ с}} = \frac{3}{4} \text{ м/с}^2 = 0,75 \text{ м/с}^2$

2) Запишем второй закон Ньютона

$m \frac{dv}{dt} = F_{тп} - F_0$

↓  
 которая  
 разделим

$F_{тп} \approx F_k$   $F_{тп} = \text{const}$

$F_{тп}$  скользким, но  
 мы можем двигаться  
 так, чтобы скорости нашей  
 машины была ~~равна~~ нулю

$\Rightarrow F_{тп} = \text{const}$

~~Решение~~

в конце разгона  $F_k = F_{тп}$  мк

$\frac{dv}{dt}$  будет равно нулю  $\Rightarrow F_{тп} = 200 \text{ Н}$

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!

погода и  $F_{тр}$  во втором законе Ньютона

$$m \frac{dv}{dt} = F_{тр} - m \frac{dv}{dt} = F_0 \rightarrow a_0$$

$$200 \text{ К} - 240 \cdot \frac{3}{4} \text{ К} = F_0$$

$$(200 \text{ К} = F_0)$$

3. В конце все возможности будут уходить  
ка работу и сопротивлению

$$N_{ст} = F_{ст} v_{ст}$$

$$v_{ст} \approx 30 \text{ м/с}$$

(асимптота на графике)

$$N = F_{ст} v_{ст}$$

Заменим Закон об излучении кинематической

энергии

$$\varepsilon dA = S dE_{ст}$$

$$N dt = F_0 v_{ст} dt = m v dv$$

$$(N - m v a = F_0 v_0) - \text{Энергия на преодоление}$$

$$\text{силы сопротивления} \Rightarrow \eta = \frac{F_0 v_0}{F_{ст} v_{ст}} = \frac{200 \cdot 20 \text{ м/с}}{2000 \cdot 30 \text{ м/с}}$$

$$= \frac{20^2}{30 \cdot 30} = \frac{1}{15} \approx 0,07 = \eta$$

$$\text{Ответ: } a = 0,75 \text{ м/с}^2; F_0 = 200 \text{ Н}; \eta = 0,07 = \frac{1}{15}$$

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!



Уравнение состояния идеального газа:

$$(p_0 - \kappa \omega) \left( \frac{13p_0}{3} - p_{\text{ATM}} \right) \cdot \frac{4}{3} \kappa T_0 = \nu \kappa$$

$$\nu \kappa = \frac{V}{2} \omega = \frac{3V}{8} \left( \frac{p_0 V}{8 \kappa T_0} - \frac{3V}{8} \kappa \left( \frac{13p_0}{3} - p_{\text{ATM}} \right) \right) \frac{4}{3} \kappa T_0 = \frac{V}{2}$$

$$\boxed{p_0 = \frac{p_0 V}{8 \kappa T_0}}$$

$$\cdot \left( \frac{13p_0}{3} - p_{\text{ATM}} \right)$$

$$\kappa T_0 \approx 1,8 \text{ (безразмерная величина)}$$

$$\left( \frac{p_0 V}{8 \kappa T_0} - \frac{3V}{8} \kappa \left( \frac{13p_0}{3} - p_{\text{ATM}} \right) \right) \frac{4}{3} \kappa T_0 = \left( \frac{13p_0}{3} - p_{\text{ATM}} \right)$$

$$\frac{p_0}{3} - \kappa T_0 \left( \frac{13p_0}{3} - p_{\text{ATM}} \right) = \frac{16}{3} p_0 - p_{\text{ATM}}$$

$$\frac{p_0}{3} - 1,8 \left( \frac{13p_0}{3} - p_{\text{ATM}} \right) = \frac{16}{3} p_0 - p_{\text{ATM}}$$

$$\frac{p_0}{3} - \frac{18}{10} \cdot \frac{13p_0}{81} + \frac{18}{10} p_{\text{ATM}} = \frac{16}{3} p_0 - p_{\text{ATM}}$$

$$\frac{p_0}{3} - 7,8 p_0 + 1,8 p_{\text{ATM}} = \frac{16}{3} p_0 - p_{\text{ATM}}$$

$$5 p_0 + 7,8 p_0 = 2,8 p_{\text{ATM}}$$

$$\frac{12,8}{10} p_0 = \frac{2,8}{10} p_{\text{ATM}}$$

$$\frac{2,8}{12,8} p_{\text{ATM}} = p$$

$$\text{Ответ: } \left( \frac{1}{4} \right)^{\frac{7}{32}} p_{\text{ATM}} = p$$

$$\frac{14}{64} p_{\text{ATM}} = p ; \boxed{\frac{7}{32} p_{\text{ATM}} = p}$$

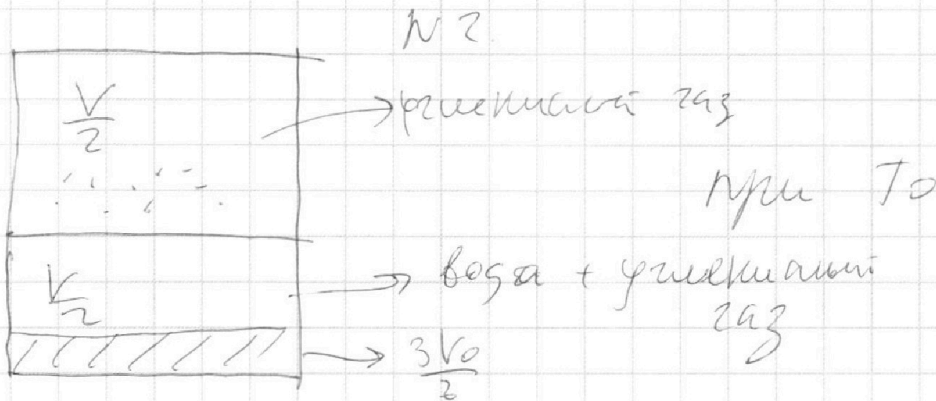
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Заметим, что в каждом объеме газа в нижней части до карбоната

$\frac{V_0}{2} - \frac{3V_0}{2} = \frac{V_0}{2}$ , по шкале нормальное давление сверху и снизу одинаковы

Заметим уравнение состояния (параметры преобразованы)

$$\frac{pV}{p_0 V} = \frac{p_{\text{сверху}} RT}{p_0 V} \quad \Rightarrow \quad \left( \frac{p_{\text{сверху}}}{p_{\text{снизу}}} \right) = 4$$
$$\frac{pV}{p_0 V} = \frac{p_{\text{снизу}} RT}{p_0 V} \quad 2)$$

$\Rightarrow \frac{4p_0}{3}$ , а в нижней части сосуда содержится

воздух  $\Rightarrow$  в нижней части сосуда будет

будет углекислый газ + карбонатный  
карбонат + воздух

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!

Заметим ~~Уравнение составим в конце где~~  
уш газа сжиг

~~$$\left( \frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right) \cdot \frac{V}{3} =$$~~

~~$$\left( \frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right) \cdot \frac{V}{3} =$$~~

~~$$p_{газа\ сверху} \cdot RT_0 = \frac{p_0 V}{2} \quad \omega = \frac{3V}{8}$$~~

~~$$p_{газа\ сверху} = \frac{p_0 V}{2RT_0}$$~~

~~$$\left( \frac{p_0 V}{2RT_0} - \omega \left( \frac{13p_0}{12} - 3p_{ATM} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} RT_0 = \left( \frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right) \cdot \frac{V}{3}$$~~

~~$$\left( \frac{p_0 V}{2RT_0} - \omega \cdot \frac{3V_0}{8} \left( \frac{13p_0}{12} - 3p_{ATM} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} RT_0 = \frac{V}{3} \left( \frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right)$$~~

~~$$\left( \frac{p_0}{RT_0} - \frac{3\omega}{2} \left( \frac{13p_0}{12} - 3p_{ATM} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} RT_0 = \left( \frac{16p_0}{3} - p_{ATM} \right)$$~~

~~$$\frac{4}{3} p_0 - \frac{\omega}{RT_0} \left( \frac{13p_0}{12} - 3p_{ATM} \right) = \frac{16p_0}{3} - p_{ATM}$$~~

~~$$\frac{4}{3} p_0 - \frac{\omega}{2RT_0} \left( \frac{13p_0}{12} - 3p_{ATM} \right) = \frac{16p_0}{3} - p_{ATM}$$~~

~~$$\frac{1}{2RT_0} = \frac{96 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^3} \Rightarrow$$~~

~~вперед~~

~~$$\frac{16p_0}{3} - \frac{4p_0}{3} = p_{ATM} \quad p_0 = p_{ATM}$$~~



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

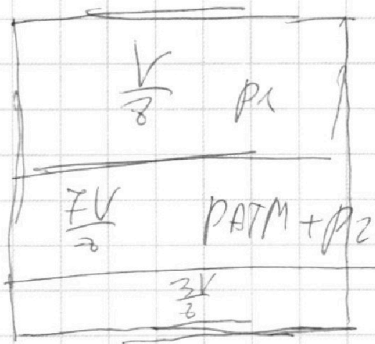
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

Пусть  $\delta$  сверху =  $u\delta_0$  где  $\delta_0 = \delta$  снизу в начале

Запишем уравнение  
состояния



$$u\delta_0 \cdot \frac{u}{3} \rho_0 = p_1 \cdot \frac{V}{8}$$

$$u\delta_0 \cdot \rho_0 = p_0 \cdot \frac{V}{2}$$

$$\frac{u^2}{3} = p_1 \frac{V}{\rho_0} \cdot \frac{2}{p_0 V}$$

→ где  $\rho_0$  сверху

$$\boxed{\frac{16\rho_0}{3} = p_1}$$

→ конечное давление газа сверху

Закон Гекри:

$$\delta_0 - \delta_1 = K\omega (p_{пару2} - p_{пару1})$$

↑  
ум газ в кону1

$$p_{пару1} = p_0$$

$$p_{пару2} + p_{ATM} = \frac{16\rho_0}{3}$$

$$p_{пару2} = \frac{16\rho_0}{3} - p_{ATM}$$

$$\Delta p_{пару} = \frac{13\rho_0}{3} - p_{ATM}$$

$$\boxed{\delta_0 = K\omega \left( \frac{13\rho_0}{3} - p_{ATM} \right) = \delta_1}$$

→ количество  
вещества  
в кону1

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



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

$\Delta S = k p w \Rightarrow$   ~~$\Delta S$~~  <sup>термодинамика</sup>  ~~$\Delta S$~~  <sup>газа/штырьков</sup>

$w = \frac{3V}{8}$  <sup>н.а.  $\Delta w \approx 0$</sup>

газа <sup>катанки</sup> ~~штырьков~~ - газа <sup>штырьков</sup> ~~катанки~~ =  $k w (p_{штырьков} - p_{катанки})$

$p_{штырьков} = \frac{p_0}{4}$

Заметим уравнения составлены для верхнего

штыря в конце

в верхнем штыре  $\frac{V}{8} = S_{штырьков} k \cdot \frac{4}{3} T_0$

в катанке

$\frac{p_0 V}{2} = S_{штырьков} k T_0$

$\frac{p_0 V}{2} \cdot \frac{84}{4} = \frac{3 T_0}{4 T_0}$

$\frac{16}{3} p_0 = p_{штырьков}$

$\frac{16}{3} p_0 = p_{ATM} + p_{газа штырьков}$   
<sub>кас. катанки</sub>

$\frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} = p_{газа штырьков} \Rightarrow p_{штырьков} = \frac{4 p_0}{3} - \frac{p_{ATM}}{4}$

газа <sup>катанки</sup> ~~штырьков~~ -  $k w \left( \frac{4 p_0}{3} - \frac{p_{ATM}}{4} - \frac{p_0}{4} \right) =$  газ <sup>штырьков</sup> ~~катанки~~

(прогнози менше газів)



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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

~~$p_{ATM} \approx \frac{u}{\rho}$~~

~~$\rho_0 \approx \frac{p_{ATM}}{u}$~~

~~Условие~~

Ответ:

~~1)  $\rho_0 \approx \frac{p_{ATM}}{u}$~~

~~2)  $\rho_0 \approx \frac{p_{ATM}}{u}$~~

~~Снизу~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

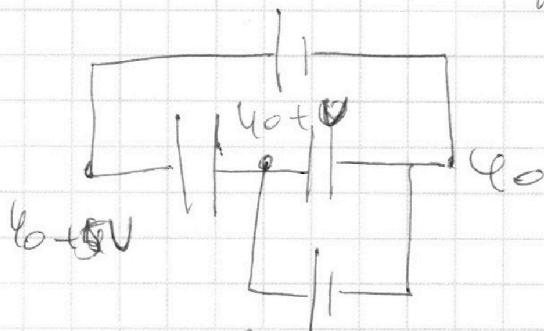
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**МФТИ**

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

$$(-5V + 7,5V)$$

$\vec{V}$  → напряжение в узлах  
полярн



Ответ: 1)  $k_{23} = \frac{V_9}{d_{2m}}$ ; 2)  $k_3 - k_2 = V_9$

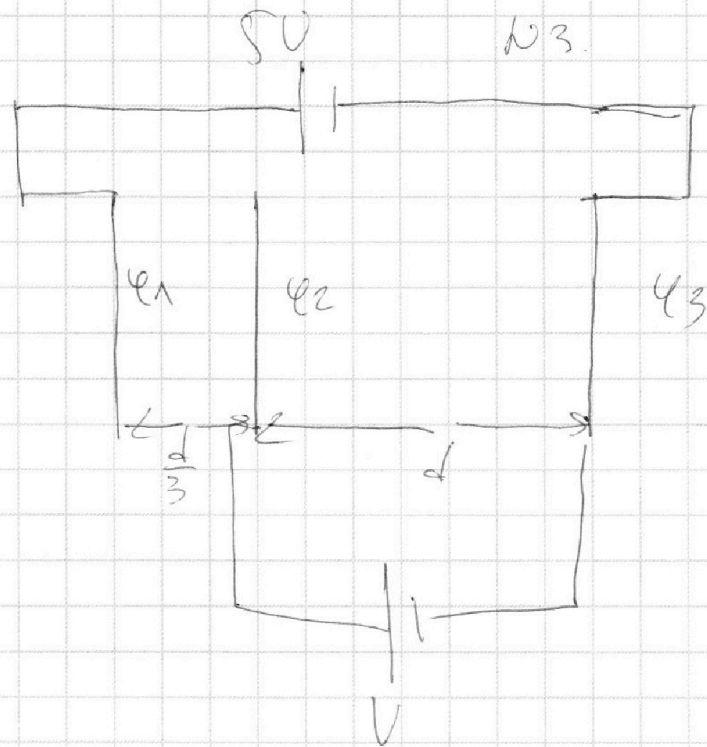
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Полем внутри 2 3 однородно  $E d = U$

$$\boxed{\frac{U}{d} = E}$$

$$\boxed{\frac{Uq}{\Delta m} = a_{23}}$$

нужна  $v_3$  - скорость у обкладки 3

$v_2$  - у 2

$$\boxed{Uq = E \cdot K_3 - K_2}$$

$$\frac{(v_3^2 - v_2^2) \Delta m}{2Uq} = d$$

$\varphi_2 \rightarrow \varphi_i \rightarrow$  потенциал каждой обкладки

$$\begin{cases} \varphi_2 - \varphi_3 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = 5U \end{cases}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

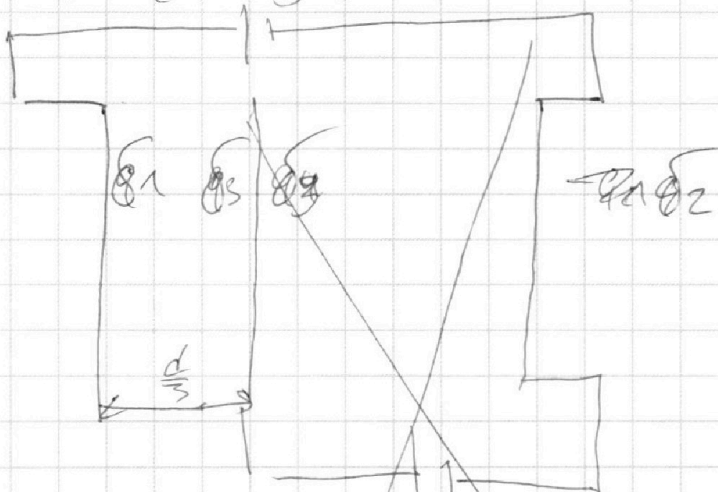


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3)  $(\varphi_A - \varphi_B) q = \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_B^2}{2} \rightarrow \text{задача - 10}$   
3C2

$\varphi_3 = \varphi_2 = \frac{1}{3}U$

срешивать



$\left( \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \right) \frac{d}{3} = 5U$

$\left( \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \right) d = U$

$\sigma_1 + \sigma_3 = \sigma_2$

$\left( \frac{\sigma_1 - \sigma_3 - (\sigma_1 - \sigma_3)}{2\epsilon_0} \right) \frac{d}{3} = 5U$

$\frac{1}{2\epsilon_0} = \frac{15U}{d}$

$\sigma_3 = \frac{-15U\epsilon_0}{d}$

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!

$$U_R \Delta q_{UR} = \frac{7LE \cdot 2}{7R} + \frac{LE}{7R} = \frac{15LE}{7R}$$

$$\Delta q_{UR} = \frac{15LE}{28R^2}$$

$$\text{Ответ: } I_{20} = \frac{E}{7R}, \quad \frac{dI_{20}}{dt} = \frac{2E}{7L}, \quad \Delta q_{UR} = \frac{15LE}{28R^2}$$

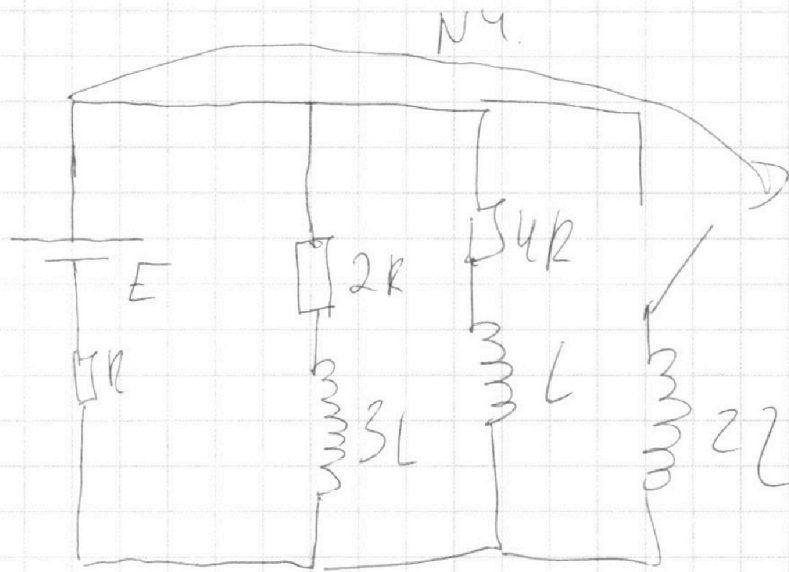
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

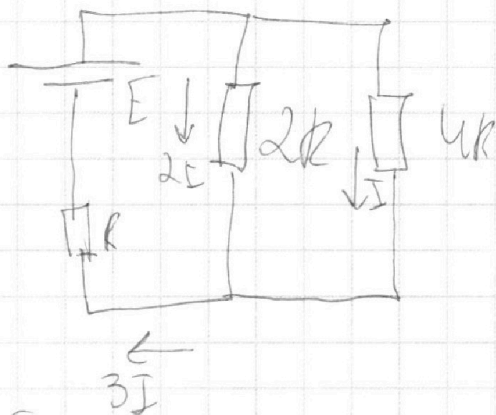
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



- 1) при разомкнутом ключе ток установится  
 $\Rightarrow$  цепи эквивалентны следующему.



↓ Кирхгоф:

$$E = 4 \cdot I \cdot R + 3IR$$

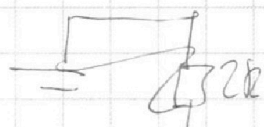
$$E = 7IR$$

$$\boxed{\frac{E}{7R} = I = I_{20}}$$

- 2) После замыкания ток через катушки сохраняется,  
 но ток через R будет весь ток

$$\frac{3E}{7R} = 3I$$

, поэтому в любой Кирхгоф: Две



показаны все токи  
 и все см



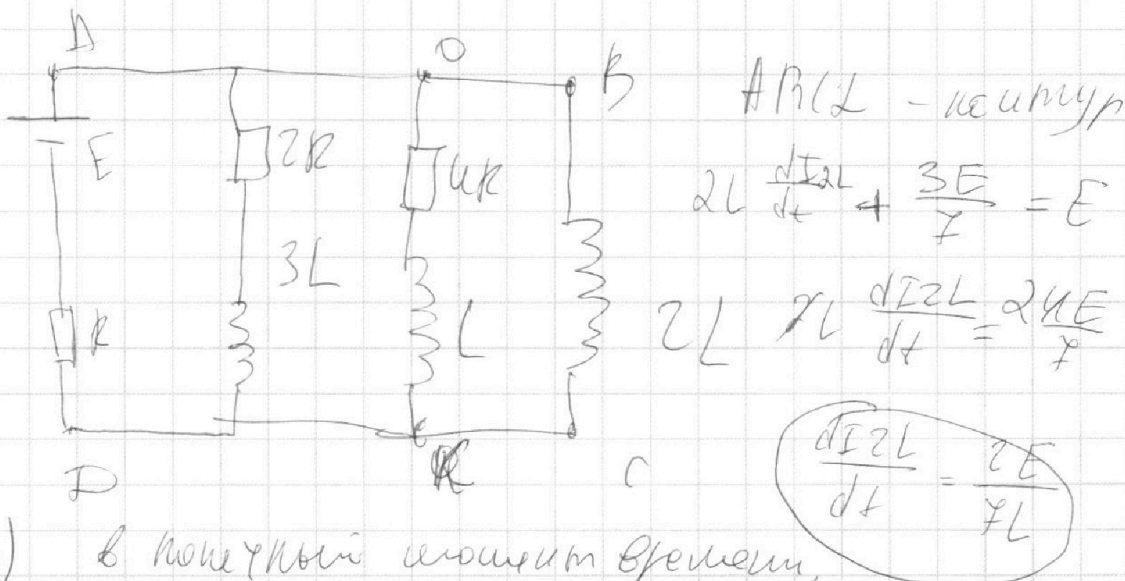
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

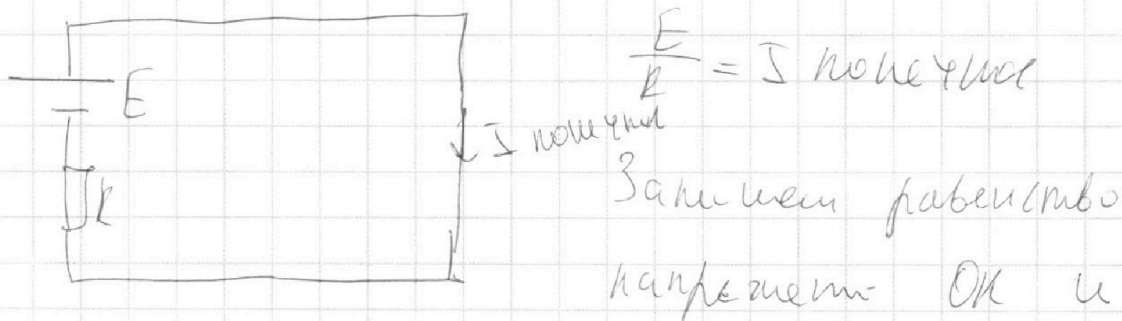
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



3) в начальный момент времени,  
ток через индуктивности  $3L$  и  $L$  не  
течет, поэтому  $\frac{dI}{dt}$  в любой контуре были 0,



$UR I_{UR} + L \frac{dI_{UR}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$  в произвольный  
 момент времени

$UR dI_{UR} + L dI_{UR} = 2L dI_{2L} \rightarrow$  проинтегрируем

$UR \Delta I_{UR} + L \Delta I_{UR} = 2L \Delta I_{2L}$

$\Delta I_{UR} = 0 - \frac{E}{rR} \quad UR \Delta I_{UR} = 2L \cdot \frac{E}{R} - L \Delta I_{UR}$

$\Delta I_{2L} = \frac{E}{R} \quad UR \Delta I_{UR} = \frac{2LE}{R} + \frac{LE}{rR}$

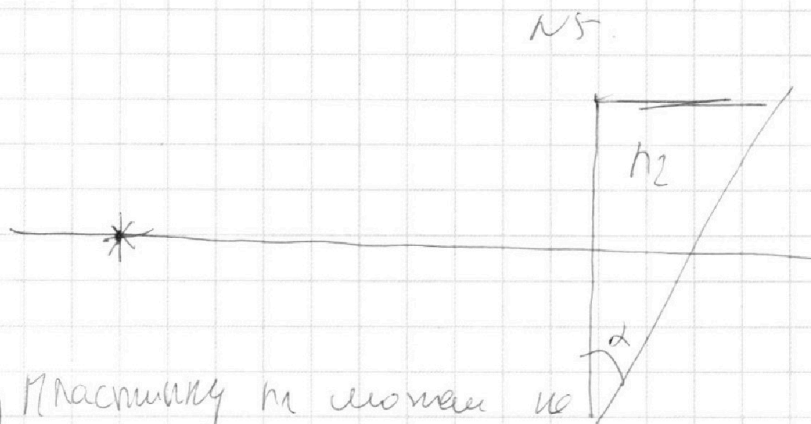
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

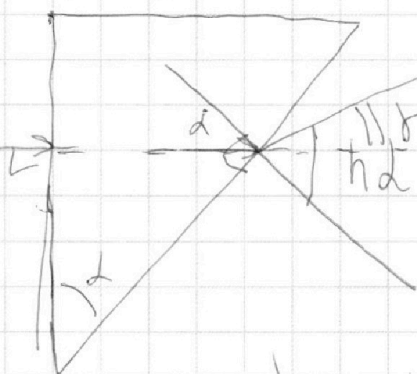


1) Пластины  $n_1$  и  $n_2$  не рассматривают,  $n_1, n_2$

она эквивалентна воздуху

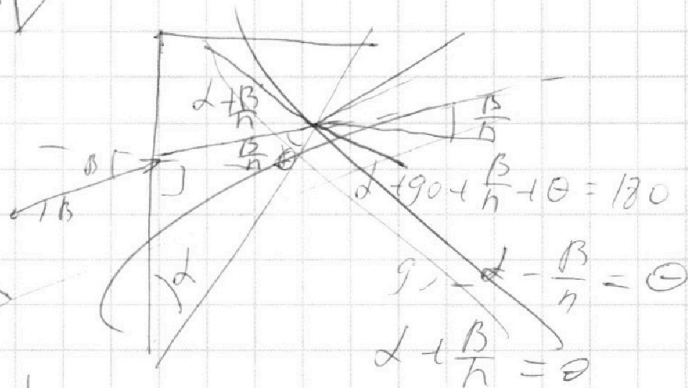
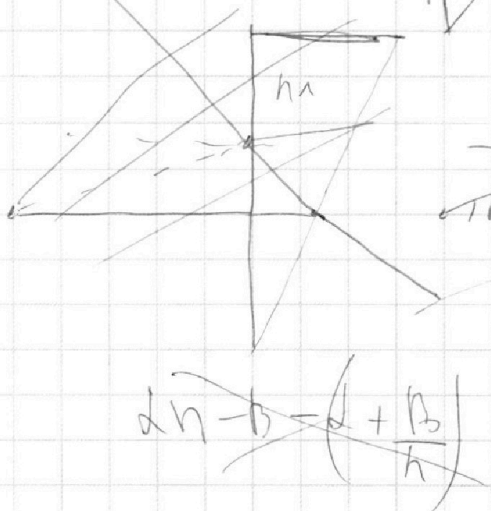
$$\delta = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$$

как необход угол  $\delta$  на рисунке



$$\delta = \alpha (n_2 - 1)$$

2)



$$\alpha + 90 + \frac{\beta}{n} + \theta = 180$$

$$\alpha - \frac{\beta}{n} = \theta$$

$$\alpha + \frac{\beta}{n} = \theta$$

$$\alpha n - \beta = \alpha + \frac{\beta}{n}$$

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

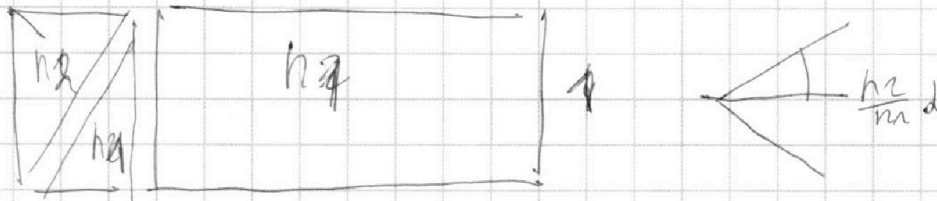
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

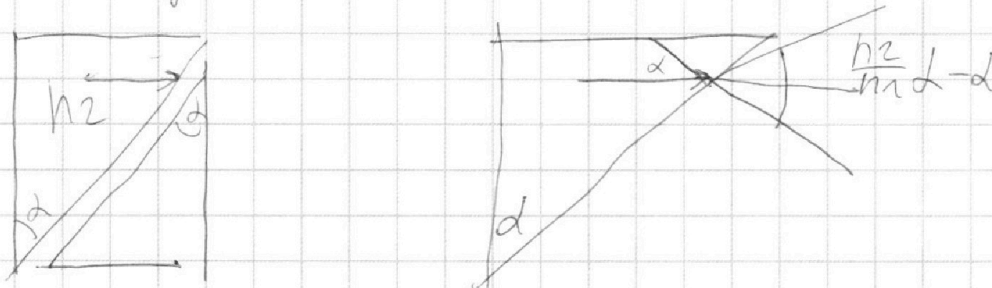


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

продолжение 5 (пункт 3)

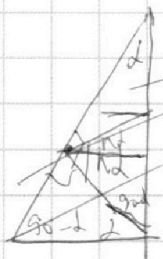
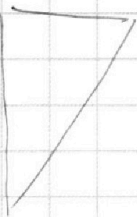


Посчитаем углы отклонения при запуске луча  $S$  сверху грани, везде применяем закон Шеннера



$$n_2 d = n_1 \beta$$

$\alpha$



$$d(n_2 - 1) \cdot n_1 =$$

$$\left(\frac{n_2 d}{n_1} - d\right) \cdot n_1 = \frac{n_2 d}{n_1} d - d n_1$$

$$(n_2 - n_1) d = d - 1$$

углы отклонения при выходе из стороны

$$(n_2 - n_1) d = d - 1$$

~~изображение так же~~

изображение так же искажено сдвигается по вертикали, а от горизонтальной поверхности по горизонтали,  $\Delta y = (n_2 - n_1) d \cdot a$

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!



$$\Delta x = \frac{114 \text{ см}}{1,4} \approx 81 \text{ см}$$

$$\frac{114}{1,4} = 81$$

$$\begin{array}{r} 1140 \phantom{0} \\ 112 \phantom{00} \\ \hline 20 \phantom{0} \end{array}$$

$$\Delta y = 9 \cdot 0,3 = 2,7 \text{ см}$$

$$\Delta S = \sqrt{81 \text{ см}^2 + 4,7 \text{ см}^2} = \sqrt{65,7} \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } 3) \Delta S = \sqrt{65,7} \text{ см}$$

$$2) S S^* = 7 \text{ см}$$

$$\Delta S = \sqrt{6561 \text{ см}^2 + 900 \text{ см}^2} = \sqrt{7461} \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } 1) \delta = 0,07; 2) S S^* = 7 \text{ см}; 3) \Delta S$$

$$\Delta S = \sqrt{6561 \text{ см}^2 + 9 \text{ см}^2} \approx 81 \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } 1) \delta = 0,07; 2) S S^* = 7 \text{ см}; 3) \Delta S \approx 81 \text{ см}$$

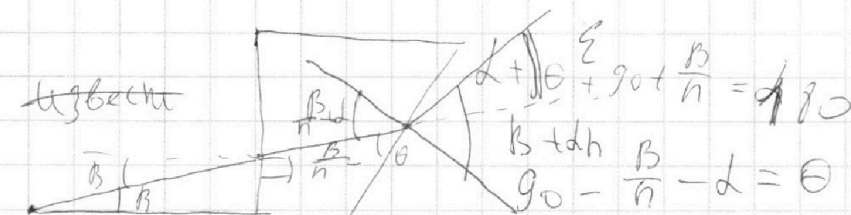
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

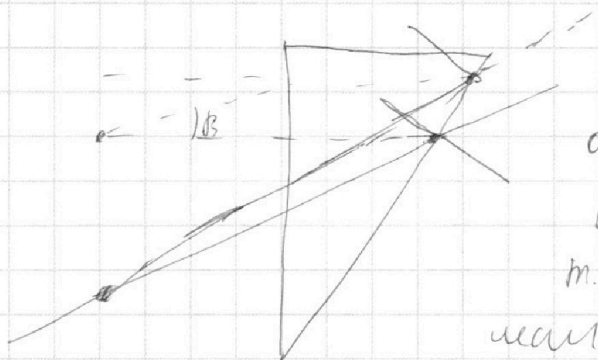


4

$$\beta + \alpha h - \frac{\beta}{n} - d = \epsilon$$

Отклонение от касательной

направлено всегда на  $2(n-1)$



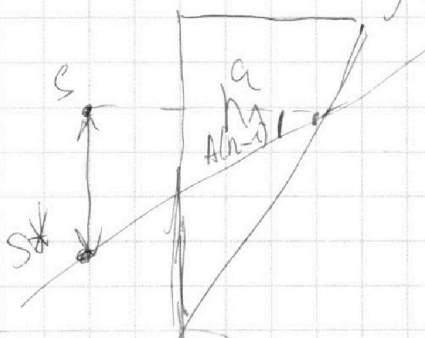
Пучок лучей

лучи  $\perp$  границе, углом  $\beta$

пог. на всей высоте  $\beta$

т.к. угол раствора преломляющего

мат.,  $\Rightarrow$  изобразит  $S$



$$SS^* = 2(n-1)a = 2 \cdot 1.5 \cdot 100 \text{ см} \cdot 0.1 =$$

7 см

|| ↑ |

$$SS^* = 7 \text{ см}$$

3) в этой точке систему можно представить как две призмы + пластинка  $h$

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

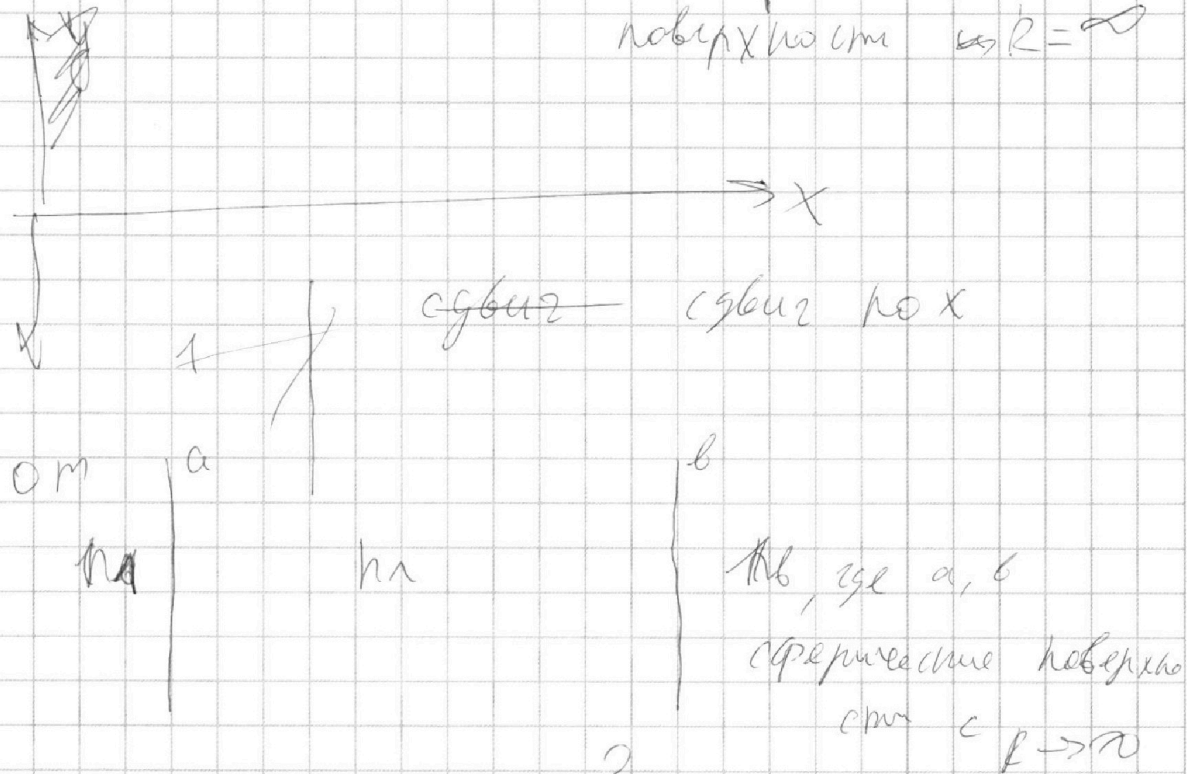
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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!

Чтобы построить связь по оси  $x$   
представим систему как две сферические  
поверхности с  $R \rightarrow \infty$



$$\frac{h}{x_2} - \frac{h}{x_1} = \frac{h_2 - h_1}{R} \quad R \rightarrow \infty$$

~~$h$~~   $x_2 = x_1$  по оси  $x$  преломления на первой  
по оси  $x$  преломления на второй:

$$\frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1} = 0 \quad x_1' = h - a$$

$$\frac{h - a}{h} = x_2' = \Delta x \Rightarrow \Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

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!



Черновик

$$u_R I_{CR} + L \frac{dI_{CR}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$u_R \Delta q_{CR} + L \Delta I_{CR} = 2L \Delta I_{2L}$$

$$\Delta I_{CR} = \boxed{0} - \frac{E}{R}$$

$$\Delta I_{2L} = \frac{E}{R} - 0$$

$$u_R \Delta q_{CR} = \frac{2L \cdot E}{R} + \frac{EL}{R} = \frac{15EL}{R}$$

$$\boxed{\frac{15EL}{28R^2} = \Delta q_{CR}}$$

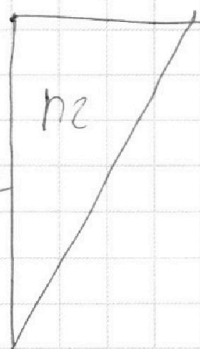
1)  $d(nz-1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$

2)  $d(nz-1) a = 55^*$

$$\boxed{100 \text{ см} \cdot 0,07 = 7 \text{ см}}$$

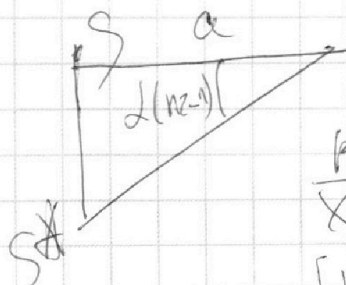
•  $0,3 \cdot 0,1 \cdot 100 =$

$$\boxed{3 \text{ см}}$$



3)  $d(nz-n1) a = 15y$

$$\boxed{15y = 3 \text{ см}}$$



$$\frac{15}{x_2} - \frac{15}{(15+a)} = 0$$

$$\boxed{\frac{15+a}{15} = x_2}$$

$$\begin{array}{r|l} 150 & 15 \\ \hline 15 & 1 \\ \hline 20 & 81, \end{array}$$

$$\frac{15 \text{ см} - 15}{1,4 \text{ см}} = 6$$

$$\Delta x \approx 84 \text{ см}$$

$$\Delta S = \sqrt{15^2 + 15^2} = 21 \text{ см}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!



Черновики

Сверху в шуповой манометр времени:

$$p_0 \frac{V}{2} = \int_{\text{сверху}} dT \Rightarrow$$

$$\int_{\text{сверху}} = \int_{\text{сб снизу}} = \int_{\text{сб}}$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \int_{\text{снизу}} dT \quad \frac{p_0 V}{2}$$

$$\Delta T = k \cdot \frac{3V}{2} (p_2 - p_1)$$

$$-\int_1 + \int_0 = \frac{3V}{2} k (p_2 - p_1)$$

$$\boxed{\int_0 - \frac{3V}{2} \cdot k (p_2 - p_1) = \int_1}$$

$$\text{флюксовая сверху } \frac{0V}{2} = \int_{\text{сверху}} \frac{0}{3} dT \Rightarrow$$

$$\frac{0}{3} p_0 \cdot \frac{V}{2} = \text{флюксовая сверху } \frac{0}{3}$$

$$\frac{16}{3} p_0 = \text{флюксовая сверху}$$

$$\frac{16}{3} p_0 = p_2 + p_{\text{атм}}$$

$$\frac{16}{3} p_0 - p_{\text{атм}} = p_2$$





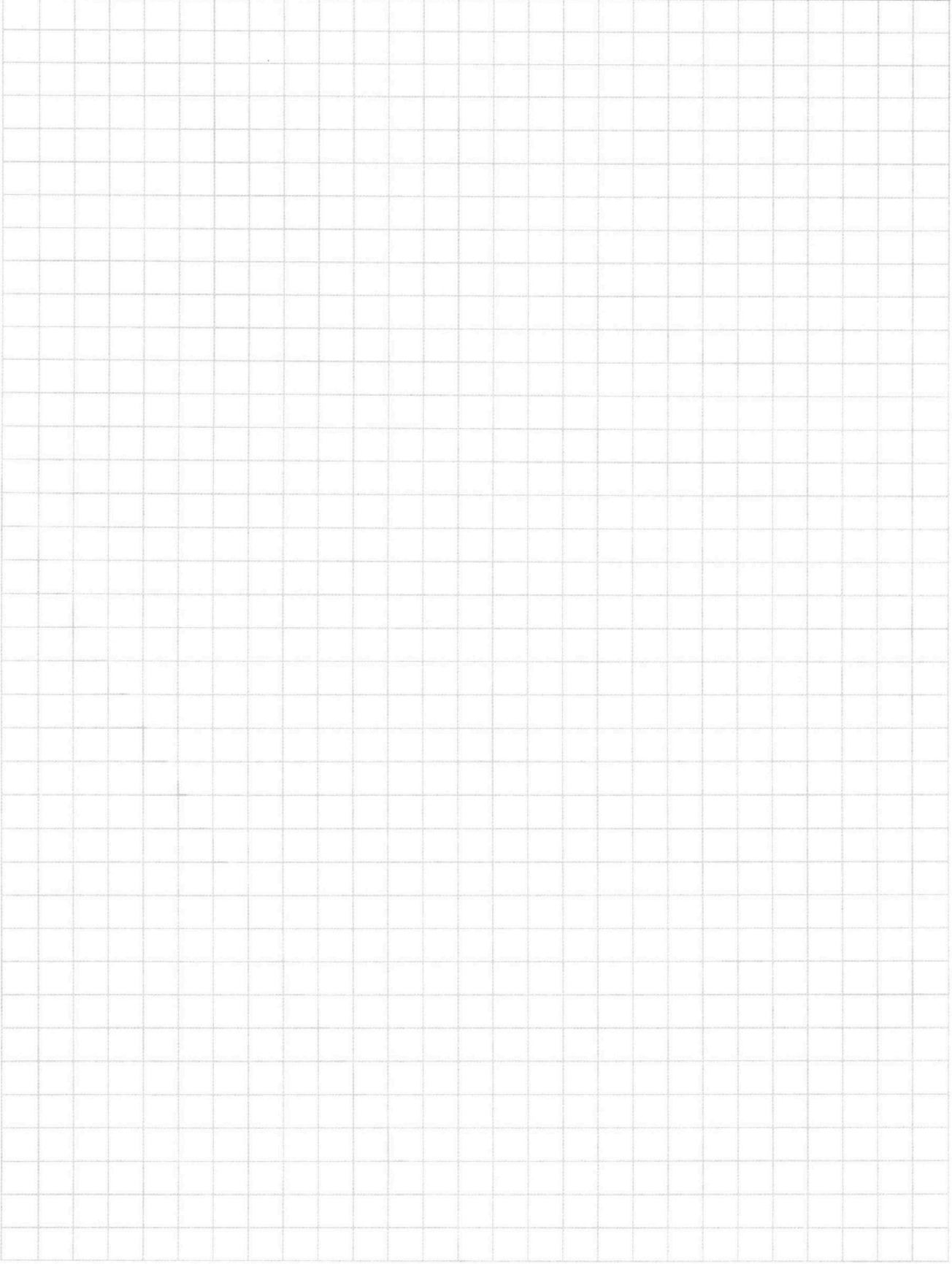
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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





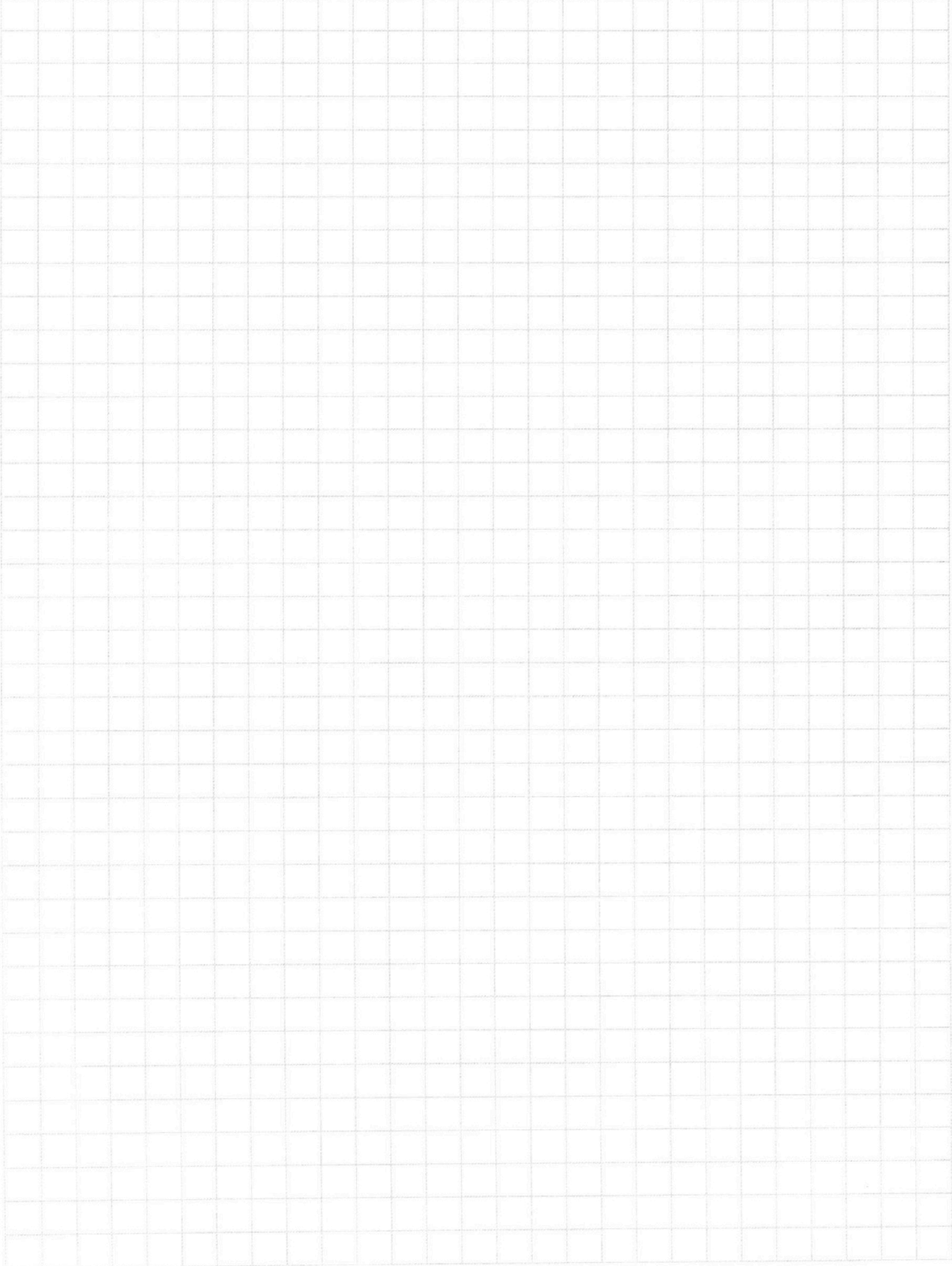
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

*Сериован*

$$\left( v_0 - \frac{3v}{8} k \left( \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} - p_0 \right) \right) \frac{4}{3} k T_0 = v k \cdot p_2$$

$$\frac{7v}{8} - \frac{3v}{8} = \frac{v}{2}$$

$$u_0 k T_0 = \frac{p_0 v}{2} \quad \left( \frac{p_0 v}{8 k T_0} - \frac{3v k}{8} \left( \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} k T_0$$

$$v_0 = \frac{p_0 v}{8 k T_0} = \frac{v}{2} p_2$$

$$\left( \frac{p_0}{4 k T_0} - \frac{3k}{4} \left( \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} \right) \right) \cdot \frac{4}{3} k T_0 = p_2$$

$$\frac{p_0}{3} - k k T_0 \left( \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} \right) = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

$$\frac{p_0}{3} - \frac{18}{10} \left( \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM} \right) = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$

~~$$\frac{p_0}{3} - \frac{78}{10} p_0 + 1,8 p_{ATM} = \frac{16}{3} p_0 - p_{ATM}$$~~

$$2,8 p_{ATM} = 4,8 p_0 + 5 p_0$$

$$12,8 p_0 = 2,8 p_{ATM}$$

$$0,4 p_0 = 1,4 p_{ATM}$$

$$p_0 \cdot 32 = 7 p_{ATM}$$

$$\frac{7}{32} p_{ATM} = p_0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



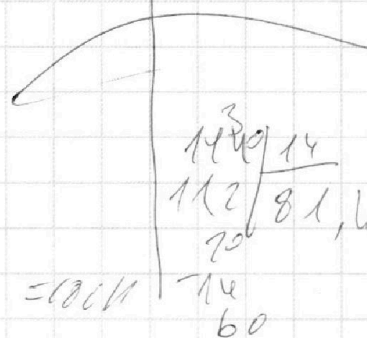
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Полюс выходы термобин

$$\Delta x \approx 81 \text{ м}$$

$$\frac{114}{114}$$



$$\frac{20 \cdot 20}{30 \cdot 200} = \frac{40}{3 \cdot 1000} = \frac{1}{75}$$

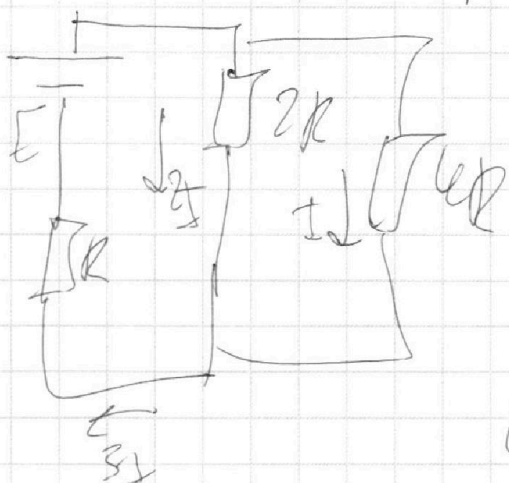
$$0,03 + 100 = 3 \text{ см}$$

$$1) \frac{3}{4} 1700 = 1275$$

$$200 \text{ мч} \quad (200 - 180 \text{ мч} = 20 \text{ мч})$$

$$d \left( 0,1 \frac{L}{R} - \frac{R}{R+2R} \right) = 0$$

$$0,1 - 0,1 = 0,07$$



$$I R = E$$

$$\frac{E}{I R} = I$$

$$0,07 \cdot 100 = 7 \text{ см}$$

$$\frac{2E}{7L} = \frac{I}{R}$$

$$\frac{\sqrt{5} E}{28R^2} = 124$$

$$\frac{4E}{r} = 2L \frac{dI}{dt}$$

$$4R I_{up} + L \frac{dI_{up}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$\frac{h+a}{hr}$$

$$4R \Delta q_{up} = 2L R \left( \frac{E}{R} - 0 \right) - L \left( 0 - \frac{E}{7R} \right)$$

$$\frac{114}{114}$$

$$4R \Delta q_{up} = \frac{2LE}{R} + \frac{LE}{7R} = \frac{15LE}{7R}$$