



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023



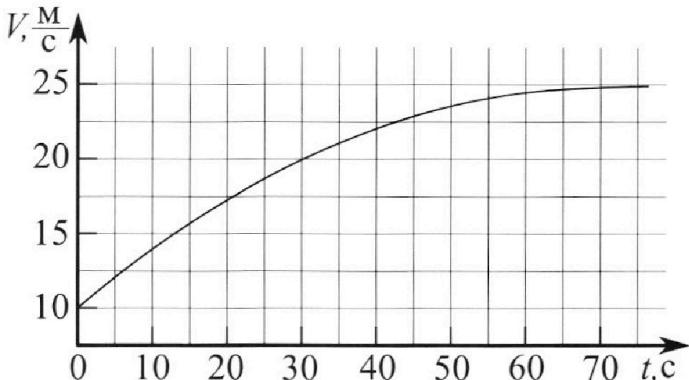
Вариант 11-03

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

1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.

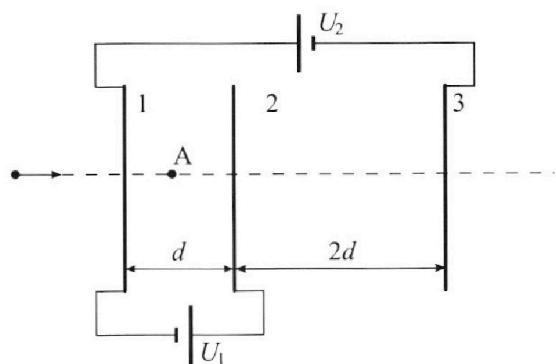


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{АТМ}}/2$ ($P_{\text{АТМ}}$ – нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. 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 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

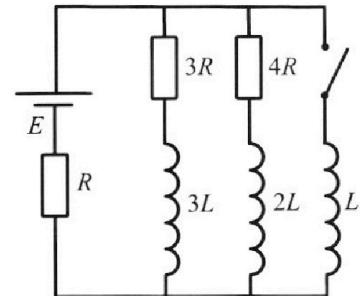
Вариант 11-03

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.

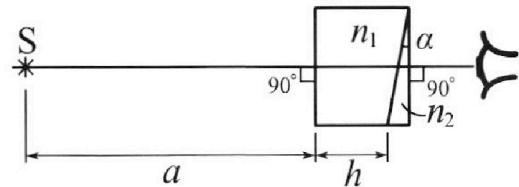
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой ток протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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 $a = 90$ 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!

Задача 1

$$m = 1500 \text{ кг}$$

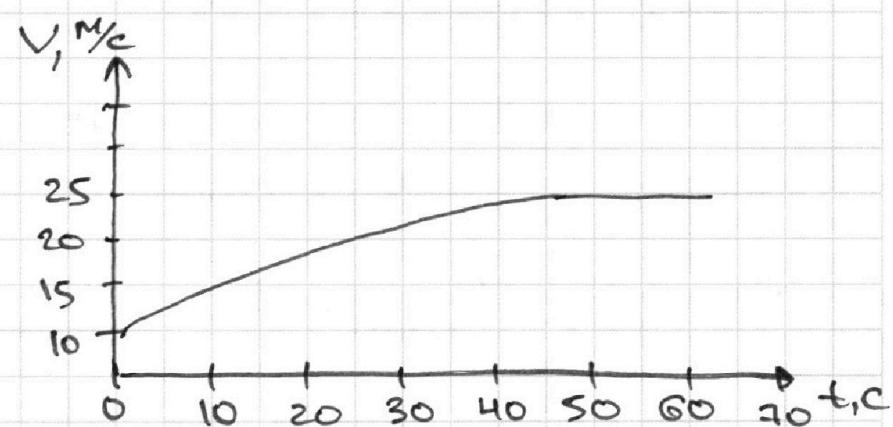
$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$F_c = 2 \cdot 25$$

1) $a_0 - ?$

2) $F_0 - ?$

3) P_0



примерный график: ↗

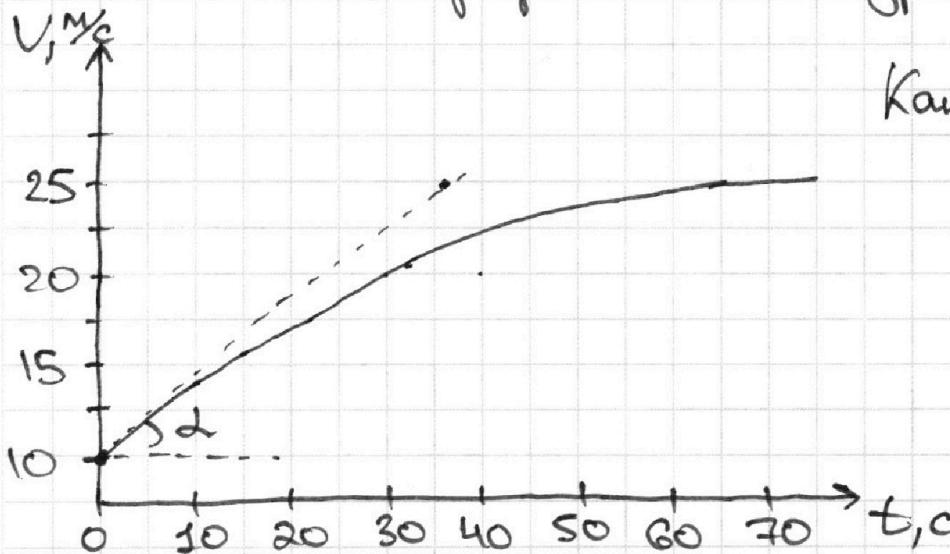
$$a = \frac{dv}{dt}$$

Чтобы найти ускорение из с) пункта,
необходимо построить

касательную к графику в $t=0$

Для этого график более аккуратно:

$$V = 10 \text{ м}$$



Как видно из
графика в
условии с
этого
примерного
графика
касательная
пересекает
 $v = 25 \text{ м/с}$
примерно в
 $t = 35 \text{ с}$

издга: $\tan \alpha = \frac{15}{35} = \frac{3}{7} \approx 0,43$

$$\rightarrow \left(\frac{dv}{dt} \right)_{t=0} = \frac{3}{7} \text{ м/с}^2 \approx 0,43 \text{ м/с}^2; a_0 = 0,43 \text{ м/с}^2$$



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Задача 1 (продолжение)

Для приводоложного момента времени

2 з.н. для автомобиля

$$m \cdot \frac{d\upsilon}{dt} = F_{\text{двиг}} - F_c = F_{\text{двиг}} - d\upsilon$$

Рассмотрим два момента времени,

- В конце начальной $F_k = 600 \text{ Н}$

при этом как видно из графика скорость в конце устанавливается, т.е. $\frac{d\upsilon}{dt} = 0$

$$\text{и } \upsilon_k = 25 \text{ м/с}$$

тогда:

$$0 = F_k - d\upsilon_k \rightarrow d = \frac{F_k}{\upsilon_k} = \frac{600}{25} \text{ Н}\cdot\text{с}$$

$$d = \frac{120}{5} = 24 \text{ Н}\cdot\text{с}$$

- тогда нетрудно найти силу тормозного момента F_0 в начале разгона:

$$ma_0 = F_0 - d\upsilon_0$$

$$\upsilon_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$a_0 = 0,43 \text{ м/с}^2$$

$$\rightarrow F_0 = ma_0 + d\upsilon_0$$

$$F_0 = 1500 \cdot 0,43 + 24 \cdot 10 =$$

$$= 15 \cdot 43 + 240 = 645 + 240 = 885 \text{ Н}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Задача 1 (продолжение)

Небх . найти мощность P_0 от двигателя на
ведущие колеса в начале разгона

$$P_0 = \left(\frac{dA}{dt} \right)_0 \quad \frac{dA}{dt} = F \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$\rightarrow P_0 = F_0 \cdot \left(\frac{dx}{dt} \right)_0 = F_0 \cdot v_0$$

$$P_0 = 885 \cdot 10 = 8850 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a_0 = 0,43 \text{ м/с}^2$

2) $F_0 = 885 \text{ Н}$

3) $P_0 = 8850 \text{ Вт}$

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

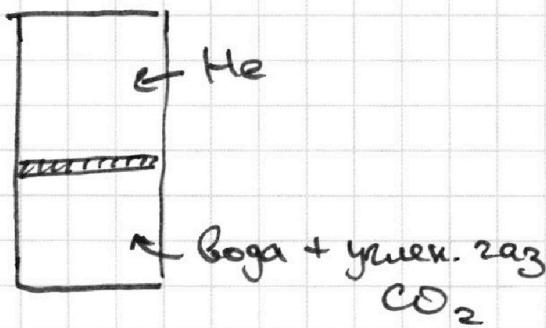
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Задача 2



Закон Генри:

$$\Delta V = k p w$$

w - общий видимости

$$k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \leftarrow \text{при } T_0$$

$k' \approx 0$ \leftarrow при T (газ практически не растворяется)

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

Давление водяных паров при комнатной температуре преобразуем
Необходимо найти:

1) Отношение кон-ва вен. в составе
кон-ва вен. газ. ~~воздуха~~ до паров

т.е.

$$\frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{узн}}} = \frac{V_F}{V_g}$$

$$\frac{D_F}{D_g} - ?$$

где D_F - кон-во гени в верх. части

D_g - кон-во упавшего газа . В газ. сост
(т.е. в нижнем сосуде)

2) $\frac{T}{T_0} - ?$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

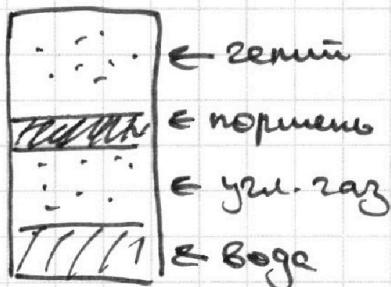
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

МФТИ

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

Задача 2 (продолжение)

1) Рассмотрим ситуацию до нагрева



нар. Водой, обвязки
 $\omega = V_B = \frac{V}{4}$
 находится уменьшенн. газ

так же гасит ум. газа раствор. В воде

Уравнение Капелюхона - Менделеева для газов:

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \vartheta_r R T_0 \rightarrow \vartheta_r = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$$

$$\vartheta_r = \frac{\text{Раст. } V}{4 R T_0}$$

Уравнение Капелюхона - Менделеева для ум. газа:

$$P_0 \cdot \left(\frac{V}{2} - V_B \right) = \vartheta_i R T_0$$

ϑ_i - кон. во. уменьшенн. газа в газообр. сост.

$$\frac{\text{Раст.}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \vartheta_i R T_0 \rightarrow \vartheta_i = \frac{\text{Раст.} \cdot V}{8 R T_0}$$

$\vartheta_i = \vartheta_y$ (как и обозначки в вопросе)

$$\rightarrow \frac{\vartheta_r}{\vartheta_y} = \frac{\text{Раст.} \cdot V \cdot 8 R T_0}{4 R T_0 \cdot \text{раст.} \cdot V} = \frac{8}{4} = 2$$

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 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!

но замену Гейри, кол-во ученого газа,
расщепленного в биде

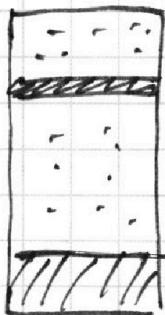
$$\mathcal{D}_2 = K \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} = K \cdot \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{8}$$

Значит что ученого газа в нижней
части сосуда $\frac{1}{8}$:

$$\mathcal{D} = \mathcal{D}_1 + \mathcal{D}_2 = \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{8R T_0} + \frac{P_{\text{атм}} \cdot V \cdot K}{8} = \\ = \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{8} \cdot \left(\frac{1}{R T_0} + K \right)$$

В нижней части по условию давл. вод.паров
пренебр. мало \rightarrow и кол-во вод.паров пренебр.
меньше

2) Рассмотрим ситуацию после нагрева



газ

парение

уч. газа + водяное пары

вода

т.к. по условию $T = 373\text{K}$

$$\text{т.е. } T = 373 - 273 = 100^\circ\text{C}$$

то как известно давление вод.паров будет
равно $P_{\text{атм}}$



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Задача 2 (продолжение)

Давление со стороны газов и со стороны угл.газ

+ Бар.нар + уравн.весом поршень (давление) P_2

Тогда уравнение Капелюна - Менделеева для газов:

$$P_2 \cdot \frac{V}{5} = \sigma_r \cdot RT = \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{4RT_0} \cdot RT$$

$$\rightarrow P_2 = \frac{5}{V} \cdot \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{4} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$P_2 = \frac{5}{4} P_{\text{атм}} \cdot \frac{T}{T_0}$$

Уравнение Капелюна - Менделеева для угл.газа:

$$P'_2 \cdot \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = \sigma_r T$$

↑ давление угл.газа ↑ объем угл.газа

(половиной объема за вычетом водорода и гелия)

$$P'_2 \cdot \left(\frac{20V}{20} - \frac{4V}{20} - \frac{5V}{20} \right) = \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{8} \cdot \left(\frac{1}{RT_0} + K \right)$$

$$P'_2 \cdot \frac{11V}{20} = \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{8} \cdot \left(\frac{1}{T_0} + KRT \right) \cdot RT$$

$$\rightarrow P'_2 = \frac{20}{11 \cdot 8} P_{\text{атм}} \cdot \left(\frac{1}{T_0} + KRT \right)$$

$$P'_2 = \frac{5}{22} P_{\text{атм}} \cdot \left(\frac{1}{T_0} + KRT \right)$$

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"/> |

МФТИ



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

Давление со стороны учи газа и Бог.паров :

$$P_2 = P_2' + P_{\text{атм}}$$

morga :

$$\frac{5}{4} P_{\text{атм}} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{5}{22} P_{\text{атм}} \cdot \left(\frac{T}{T_0} + KRT \right) + P_{\text{атм}}$$

$$\rightarrow \frac{5}{4} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{5}{22} \frac{T}{T_0} + \frac{5}{22} KRT + 1$$

$$\rightarrow \left(\frac{5}{4} - \frac{5}{22} \right) \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{5}{22} KRT + 1$$

$$\frac{T}{T_0} \cdot \left(\frac{5 \cdot 11 - 5 \cdot 2}{44} \right) = \frac{5}{22} KRT + 1$$

$$\frac{T}{T_0} \cdot \frac{55 - 10}{44} = \frac{5}{22} KRT + 1$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{44}{45} \cdot \frac{5}{22} KRT + \frac{44}{45}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{9} KRT + \frac{44}{45} ; \text{ подставим числа} .$$

значение :

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{9} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 + \frac{44}{45} = \frac{2}{9} \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 + \frac{44}{45}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{3}{9} + \frac{44}{45} = \frac{1}{3} + \frac{44}{45} = \frac{15+44}{45} = \frac{59}{45}$$

Ответ: 1) $\frac{\partial r}{\partial y} = 2$; 2) $\frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$

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!

Задача 3

$$U_1 = U$$

$$U_2 = 3U$$

m

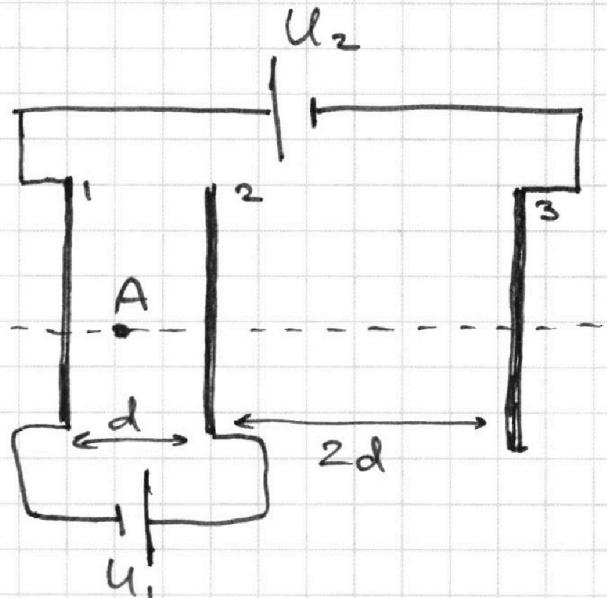
$$q > 0$$

$$V_0$$

1) $d_{12} - ?$

2) $K_1 - K_2$

$$V_0$$



K_1 и K_2 - кинет. энергии при пролете сеток 1 и 2

3) ~~л~~ $l_A = \frac{d}{4}$ в расст от сетки 1 до с. A

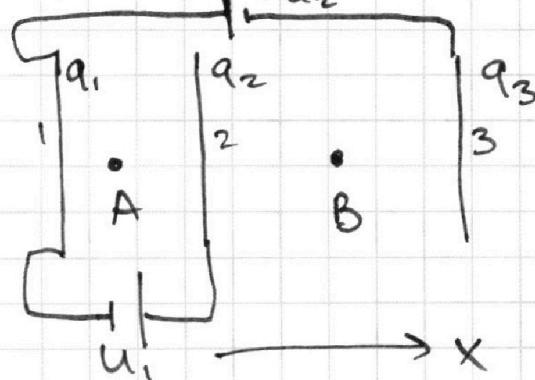
$V_A - ?$

Сформулировано, как перераспределяется

зарядов по сеткам, их можно считать

равномерно заряженными тиоскопами

Т. на первой q_1 ; на второй q_2 ; на третьей $-q_3$



т.к. изначально
не заряжено:

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

Найдём поле в камере
из частей

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

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

Будем считать заряды положительными
(в конце записи устутас)

точка E_A :на ось x

$$E_{Ax} = \frac{q_1}{2\pi\epsilon_0} - \frac{q_2}{2\pi\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\pi\epsilon_0} \quad E = \frac{6}{2\pi\epsilon_0}$$

ноль от равномерной
заряженной пластиной.

Второе 5:

$$E_{Bx} = \frac{q_1}{2\pi\epsilon_0} + \frac{q_2}{2\pi\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\pi\epsilon_0}$$

Теперь запишем разности потенциалов:

- $\varphi_2 - \varphi_1 = U_1$

т.к. между 1 и 2 однородное:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = d E_{Ax} = \frac{d}{2\pi\epsilon_0} \cdot (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$\rightarrow U_1 = \frac{d}{2\pi\epsilon_0} \cdot (q_2 + q_3 - q_1)$$

- $\varphi_1 - \varphi_3 = U_2$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = 2d E_{Bx} = 2d \cdot \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot (q_1 + q_2 - q_3)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{d}{2\pi\epsilon_0} \cdot (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 - \varphi_3 &= \varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_3 = \frac{d}{2\pi\epsilon_0} \cdot (q_1 - q_2 - q_3) + \\ &+ \frac{d}{2\pi\epsilon_0} \cdot (2q_1 + 2q_2 - 2q_3) \end{aligned}$$

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!

Задача 3 (продолжение)

$$Q_1 - Q_3 = \frac{d}{2S\epsilon_0} \cdot (q_1 - q_2 - q_3 + 2q_1 + 2q_2 - 2q_3) = \\ = \frac{d}{2S\epsilon_0} \cdot (3q_1 + q_2 - 3q_3)$$

$$\begin{cases} U_2 = \frac{d}{2S\epsilon_0} \cdot (3q_1 + q_2 - 3q_3) = 3U \\ U_1 = \frac{d}{2S\epsilon_0} \cdot (q_2 + q_3 - q_1) = U \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3q_1 + q_2 - 3q_3 = \frac{6USe_0}{d} \\ q_2 + q_3 - q_1 = \frac{2USe_0}{d} \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \end{cases}$$

$$I \odot Q = \frac{USe_0}{d}$$

тогда: $\begin{cases} 3q_1 + q_2 - 3q_3 = 6Q \\ q_2 + q_3 - q_1 = 2Q \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \rightarrow q_2 + q_3 = -q_1 \end{cases}$

$$\rightarrow -2q_1 = 2Q \rightarrow q_1 = -Q$$

$$\begin{cases} q_2 - 3q_3 = 6Q + 3Q = 9Q \\ q_2 + q_3 = Q \rightarrow q_2 = Q - q_3 \end{cases}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

Задача 3 (продолжение)

$$Q - q_3 - 3q_3 = 3Q$$

$$Q - 9Q = 4q_3 = -8Q$$

$$q_3 = -2Q$$

тогда $q_2 = Q - q_3 = 3Q$

Ут020:

$$q_1 = -Q$$

$$q_2 = 3Q ; Q = \frac{U\epsilon_0}{d}$$

$$q_3 = -2Q$$

Значит none в точке A:

$$\begin{aligned} E_{Ax} &= \frac{1}{2\epsilon_0} \cdot (q_1 - q_2 - q_3) = \frac{1}{2\epsilon_0} \cdot (-Q - 3Q + \\ &+ 2Q) = \\ &= \frac{1}{2\epsilon_0} \cdot (-2Q) = -\frac{Q}{\epsilon_0} = -\frac{U\epsilon_0}{d\epsilon_0} = -\frac{U}{d} \end{aligned}$$

В точке B:

$$\begin{aligned} E_{Bx} &= \frac{1}{2\epsilon_0} \cdot (q_1 + q_2 - q_3) = \frac{1}{2\epsilon_0} \cdot (2Q + 2Q) = \\ &= \frac{4Q}{2\epsilon_0} = \frac{2Q}{\epsilon_0} = \frac{2U\epsilon_0}{d\epsilon_0} = 2\frac{U}{d} \end{aligned}$$

Итак, можно переносить напряженную

картику



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

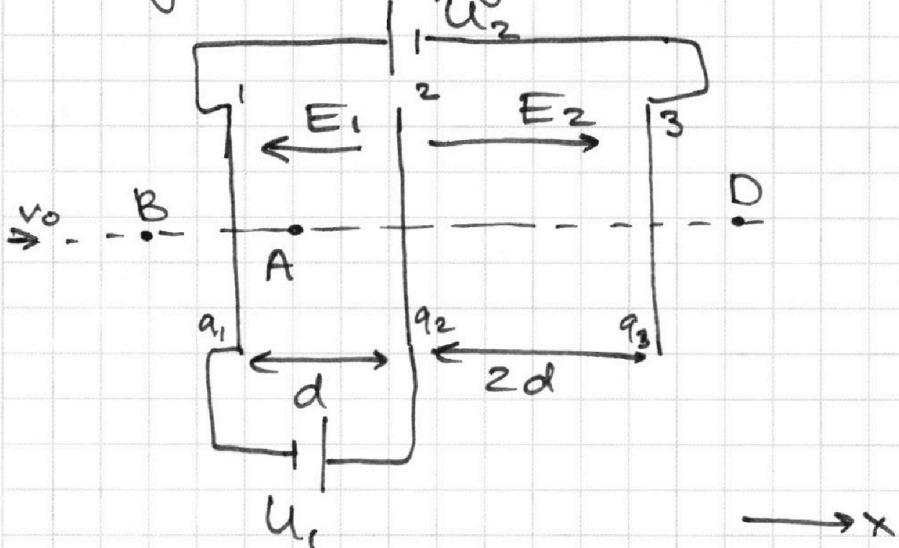
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 3 (продолжение)



$$E_1 = \frac{U}{d}$$

$$E_2 = \frac{2U}{d}$$

Тогда в области 12 на заряд будет действовать сила

$$F_{12} = q E_1 = q \cdot \frac{U}{d}$$

$$m a_{12} = F_{12} \quad (-23 \text{ н.})$$

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

Ответами на второй вопрос $K_1 - K_2$

На частицу действуют только консервативные силы.

силы \rightarrow Энергия сохраняется

$$\text{T.R. } W_{n_1} + K_1 = W_{n_2} + K_2$$

1 при пролёте

2 ~~сторона 1~~ получила ℓ_1

$$\text{тогда } W_{n_1} = \ell_1 q$$

$$\text{тогда } \ell_2 - \ell_1 = E_1 \cdot d = U \rightarrow \ell_2 = \ell_1 + U$$

$$W_{n_2} = \ell_2 q$$

↑ получила при пролёте 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 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!

$$K_1 + \epsilon_1 q = K_2 + \epsilon_2 q$$

$$K_1 - K_2 = (\epsilon_2 - \epsilon_1)q = Uq$$

$$\text{Ответ на второй вопрос } K_1 - K_2 = Uq$$

Для ответа на Вопрос 3, найдем ϵ_A

$$\epsilon_A - \epsilon_1 = \ell_A \cdot E_1 = \frac{d}{4} \cdot \frac{U}{d} = \frac{U}{4}$$

ЗС3:

$$\frac{m \omega_0^2}{2} + W_{ho} = \frac{m \omega_A^2}{2} + W_{nA}$$

$$W_{nA} = \epsilon_A q = \left(\frac{U}{4} + \epsilon_1\right)q$$

$$\frac{m \omega_0^2}{2} + W_{ho} = \frac{m \omega_A^2}{2} + q \cdot \left(\frac{U}{4} + \epsilon_1\right)$$

$\frac{1}{2} q \epsilon_0$ ← потенциал на бесконечности
удал. влево (т.е. снаружи)

$$\frac{m \omega_A^2}{2} = \frac{m \omega_0^2}{2} + q \epsilon_0 - \frac{Uq}{4} - q \epsilon_1$$

$$\omega_A^2 = \omega_0^2 - \frac{2}{m} \cdot \frac{Uq}{4} + \frac{2}{m} q \cdot (\epsilon_0 - \epsilon_1)$$

$$\omega_A^2 = \omega_0^2 - \frac{Uq}{dm} + \frac{2q}{m} \cdot (\epsilon_0 - \epsilon_1)$$

Т.е. необходимо найти связь ϵ_0 и ϵ_1 .



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 3 (продолжение)

Найдём поле в точке В

$$E_{Bx} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} - \frac{3Q}{2\pi\epsilon_0} + \frac{2Q}{2\pi\epsilon_0} = \\ = \frac{3Q - 3Q}{2\pi\epsilon_0} = 0$$

В точке D:

$$E_{Dx} = -\frac{Q}{2\pi\epsilon_0} + \frac{3Q}{2\pi\epsilon_0} - \frac{2Q}{2\pi\epsilon_0} = 0$$

т.е. все пластинки поле нулевое, т.е.

потенциал при удалении из беск. можно не
как у длин. пластинок, тогда

$$\epsilon_0 = \epsilon_1$$

$$\text{т.е. } V_A^2 = V_0^2 - \frac{Uq}{dm}$$

$$\rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{Uq}{dm}}$$

Ответ:

$$1) a_{12} = \frac{qU}{md}$$

$$2) K_1 - K_2 = Uq$$

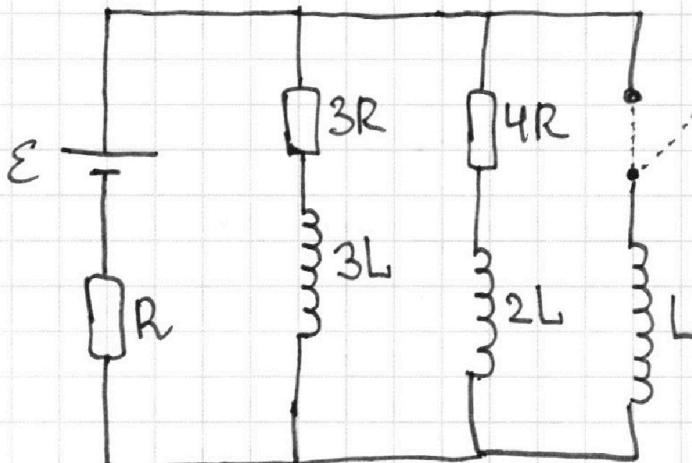
$$3) V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{Uq}{dm}}$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Задача 4



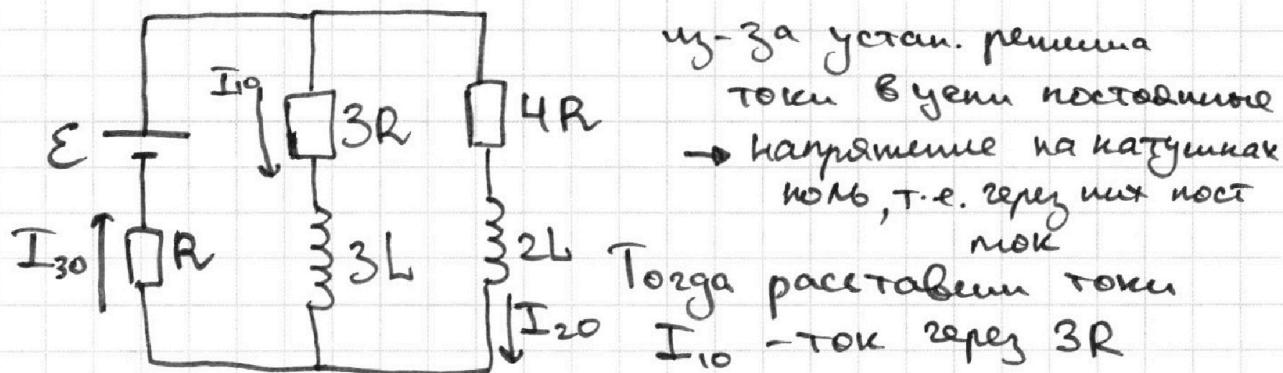
1) I_{10} ;
кнопка разомкнута

2) $\frac{dI_L}{dt}$ - ?
сразу после замыкания

3) q_{3R} - ?

1) кнопка разомкнута; решим в узле установившееся

Тогда схема следующая:



из 1 з. Кирхгофа:

$$I_{30} = I_{10} + I_{20}$$

I_{10} - ток через $3R$

I_{20} - ток через $4R$

I_{30} - ток через R

2 з. Кирхгофа для левого контура:

$$\mathcal{E} = 3R \cdot I_{10} + R \cdot I_{30}$$

две погрешности (ошибки): $\mathcal{E} = 4R \cdot I_{20} + RI_{30}$

$$\rightarrow 3R I_{10} = 4R I_{20} \rightarrow I_{20} = \frac{3}{4} I_{10}$$

$$\text{тогда } I_{30} = I_{10} + \frac{3}{4} I_{10} = \frac{7}{4} I_{10}$$



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

МФТИ

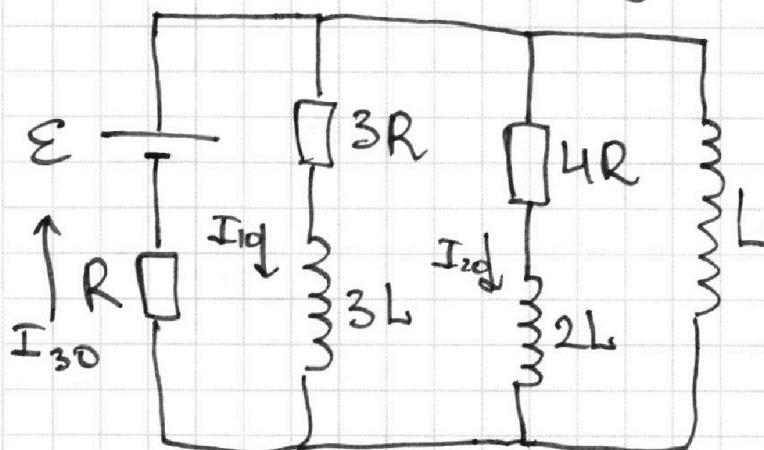
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4 (продолжение)

$$\mathcal{E} = 3R \cdot I_{10} + R \cdot \frac{7}{4} I_{10} = I_{10} \cdot R \cdot \left(3 + \frac{7}{4}\right)$$

$$\mathcal{E} = I_{10} \cdot R \cdot \frac{19}{4} \rightarrow I_{10} = \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

2) Теперь ситуация сразу после замыкания



т.к. изменению тока
через катушки не
меняется, то на
них ток не ток,
так как до замыкания
т.е. $I_L = 0$

$$I_{2L} = I_{20}$$

$$I_{3L} = I_{10}$$

Тогда ток I_{30} через резистор R тоже не изменился
то есть напряжение на всех элементах кроме L
остались прежними

тогда можно записать $3R \cdot I_{10} = U_L$

$$U_L = 3R \cdot \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{12}{19} \mathcal{E}$$

при этом $U_L = |\mathcal{E}_{iL}| = L \cdot \frac{dI_L}{dt}$

$$\text{т.е. } \frac{dI_L}{dt} = \frac{U_L}{L} = \frac{12 \mathcal{E}}{19 L}$$

В этом пункте ответ: $\frac{dI_L}{dt} = \frac{12 \mathcal{E}}{19 L}$



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

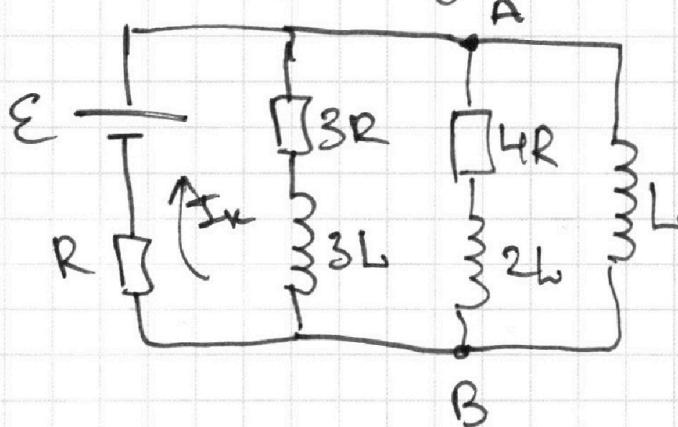
МФТИ

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

Задача 4 (продолжение)

3) Необходимо найти заряд, протекший через
резистор $3R$ при замкнутом ключе

- Рассмотрим конечную ситуацию, когда
ток в цепи установившийся



$$\text{тогда } \epsilon_A - \epsilon_B = 0$$

может токи через
 $3R$ и $4R$ равны

ион течет только
через катушку L и
резистор R

$$I_R = \frac{\epsilon}{R}$$

- Теперь рассмотрим нашу схему в произвольный
момент времени

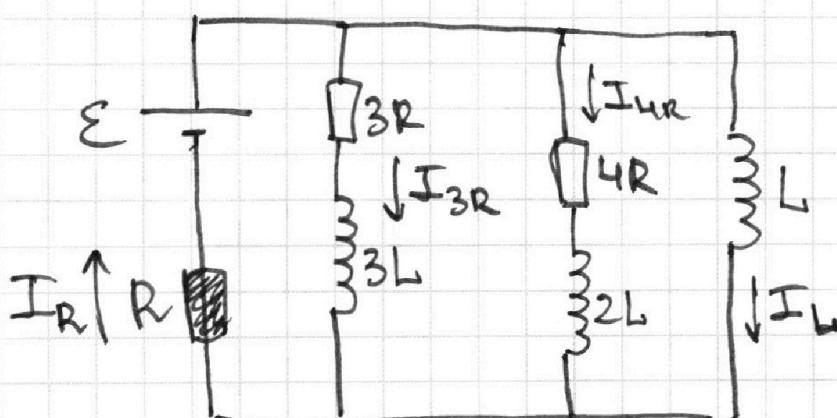
3 мами как рас.
на рисунке

Заряд через $3R$:

$$q_{3R} = \int_0^t I_{3R} dt$$

0 - момент
записи

t - время через
которое си.
установилась



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!

Теперь запишем все уравнения Кирхгофа:

$$I_R = I_{3R} + I_{4R} + I_L$$

$$\mathcal{E} = 3R \cdot I_{3R} + 3L \cdot \frac{dI_{3R}}{dt} + I_R \cdot R$$

$$\mathcal{E} = 4R \cdot I_{4R} + 2L \cdot \frac{dI_{4R}}{dt} + I_R \cdot R$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{E} = L \cdot \frac{dI_L}{dt} + I_R \cdot R \\ I_L = I_R - I_{3R} - I_{4R} \end{array} \right.$$

$$\mathcal{E} = L \cdot \frac{dI_R}{dt} - L \cdot \frac{dI_{3R}}{dt} - L \cdot \frac{dI_{4R}}{dt} + I_R \cdot R$$

$$L \cdot \frac{dI_R}{dt} - L \cdot \frac{dI_{3R}}{dt} - L \cdot \frac{dI_{4R}}{dt} = 3R \cdot I_{3R} + 3L \cdot \frac{dI_{3R}}{dt}$$

Запишем более удобно:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{E} - I_R \cdot R = 3R \cdot I_{3R} + 3L \cdot \frac{dI_{3R}}{dt} \\ \mathcal{E} - I_R \cdot R = L \cdot \frac{dI_L}{dt} \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{по сумме} \\ \text{коэффициенты равны.} \end{array}$$

$$\rightarrow 3R \cdot I_{3R} + 3L \cdot \frac{dI_{3R}}{dt} = L \cdot \frac{dI_L}{dt} \quad \begin{array}{l} \text{коэффициенты} \\ 3R, 3L, L \end{array}$$

$$\rightarrow 3R \cdot I_{3R} = L \cdot \left(\frac{dI_L}{dt} - 3 \cdot \frac{dI_{3R}}{dt} \right)$$

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!

Задача 4 (продолжение)

$$I_{3R} dt \cdot \frac{3R}{L} = dI_L - d(3I_{3R})$$

$$dq_{3R}$$

$$dq_{3R} \cdot \frac{3R}{L} = d(I_L - 3I_{3R})$$

$$\rightarrow dq_{3R} = \frac{L}{3R} d(I_L - 3I_{3R})$$

$$\rightarrow q_{3R} = \int_0^T dq_{3R} = \frac{L}{3R} \cdot \int_0^T (d(I_L - 3I_{3R})) =$$

$$= \frac{L}{3R} \cdot (I_L - 3I_{3R})_T - \frac{L}{3R} \cdot (I_L - 3I_{3R})_0$$

$(I_L - 3I_{3R})_T$ = токи, когда реции установились

Как было найдено ранее

$$(I_L)_T = \frac{\varepsilon}{R}; (I_{3R})_T = 0$$

$$\rightarrow (I_L - 3I_{3R})_T = \frac{\varepsilon}{R}$$

$(I_L - 3I_{3R})_0$ - токи в началь

$$(I_L)_0 = 0; (I_{3R})_0 = I_{10} = \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\rightarrow (I_L - 3I_{3R})_0 = 0 - \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{R}$$

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!

Задача 4 (продолжение)

Поставим все это в итоговую формулу:

$$q_{3R} = \frac{L}{3R} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{R} - \left(-\frac{12\varepsilon}{19R} \right) \right) = \\ = \frac{L}{3R} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{R} \cdot \left(1 + \frac{12}{19} \right) \right) = \frac{L\varepsilon}{3R^2} \cdot \frac{19+12}{19}$$

$$q_{3R} = \frac{\varepsilon L}{R^2} \cdot \frac{31}{57}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$

2) $\frac{dI_L}{dt} = \frac{12\varepsilon}{19L}$

3) $q_{3R} = \frac{\varepsilon L}{R^2} \cdot \frac{31}{57}$



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!

Задача 5

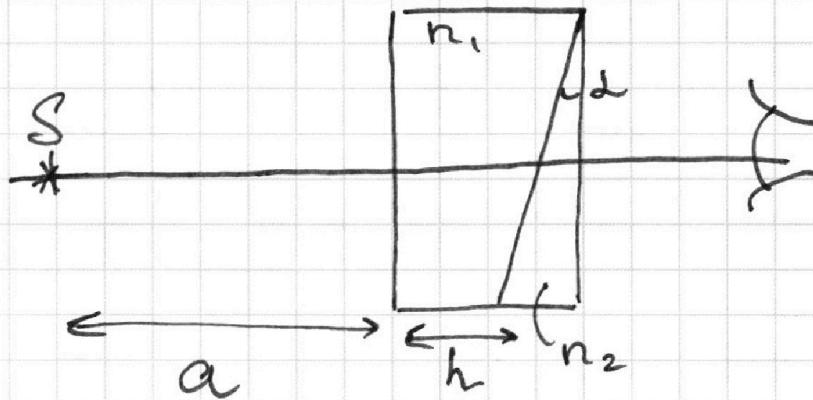
$$n_1, n_2$$

$$n_B = 1$$

$$a = 90 \text{ см}$$

$$d = 0,1 \text{ паг}$$

$$h = 14 \text{ см}$$



1) $n_1 = n_B = 1$

$$n_2 = 1,7$$

$\beta - ?$ ← угол отклонения

изображения левый грани системы

2) $n_1 = n_B = 1$

$$n_2 = 1,7$$

$e_1 - ?$ ← расстояние между источником и изображением

3) $n_1 = 1,4$

$$n_2 = 1,7 \quad \text{расстояние между источником}$$

$e_2 - ?$ ← и изображением

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

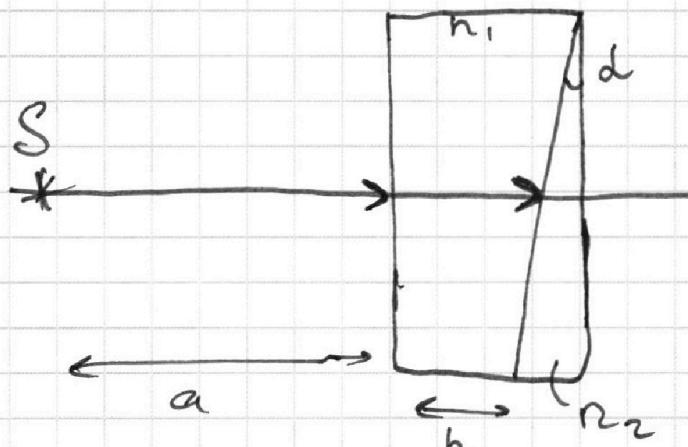
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задача 5 (продолжение)

1) Рассмотрим первый случай



$$n_1 = n_B = 1$$

$$n_2 = 1.7$$

Расч. н угл.,
перпен.
на лев. поверх.

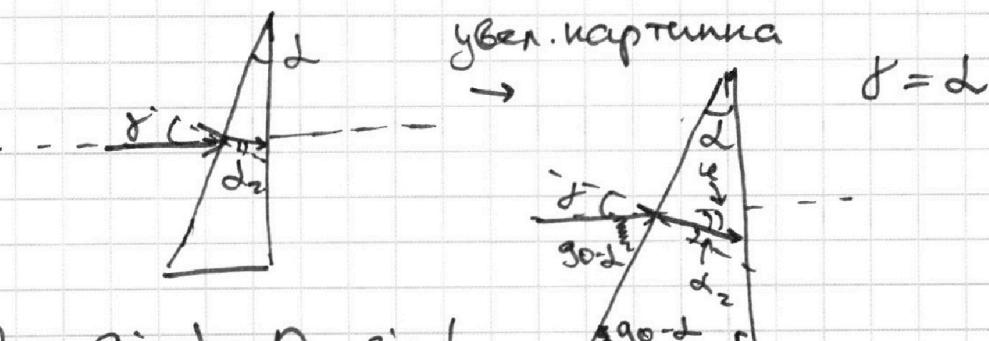
Рассмотрим проклонение левой поверхности (1)

н угл не преодолевает

$$n \sin \delta = \text{const} \leftarrow \text{закон Снеллиуса}$$

в данном случае $\delta = 0$, поэтому n далее $= 0$

т.е. н угл падает на норм. призму:



$$n_1 \cdot \sin \delta = n_2 \cdot \sin \delta_2$$

т.к. δ - мал. по условию из паралл. призмы

$$\sin \delta \approx \delta; \sin \delta_2 \approx \delta_2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

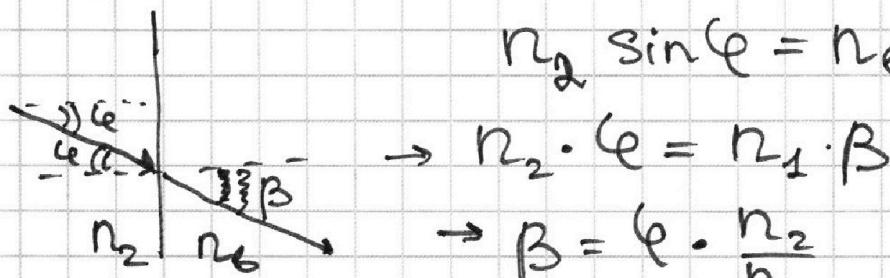
Задача 5 (продолжение)

$$n_1 d = n_2 d_2 \rightarrow d_2 = \frac{n_1}{n_2} d$$

$$\ell = d - d_2 = d \cdot \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = d \cdot \frac{n_2 - n_1}{n_2}$$

Рассмотрим преломление на правой стороне
призмы

$$n_2 \sin \ell = n_B \cdot \sin \beta$$



$$n_2 \cdot \ell = n_1 \cdot \beta$$

$$\beta = \ell \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

$$\beta = d \cdot \frac{n_2 - n_1}{n_2} \cdot \frac{n_2}{n_1} = d \cdot \frac{n_2 - n_1}{n_1}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \frac{1,7 - 1}{1} = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ rad}$$

Угол на который отклонился луч

2) Необходимо в такой же системе найти
изображение

$$n_1 = n_B = 1 ; n_2 = 1,7$$

Пусть Рассмотрим луч, идущий от
источника под некоторым малым углом
 ℓ

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

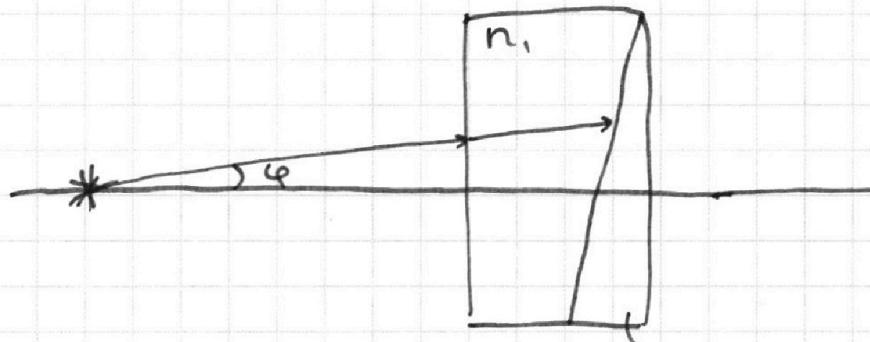


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

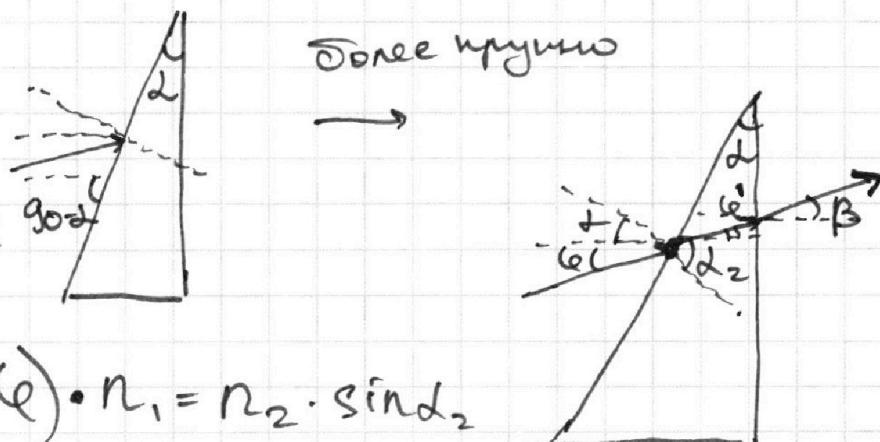
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5 (продолжение)



В первой прозрачной среде не преломится и
пойдёт под тем же углом n_2

Рассмотрим преломление во второй среде



$$(d + \ell) \cdot n_1 = n_2 \cdot \sin \alpha$$

$$\rightarrow d_2 n_2 = n_1 \cdot (d + \ell) \rightarrow d_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot (d + \ell)$$

$$\begin{aligned}\ell' &= d_2 - d = \frac{n_1}{n_2} d + \frac{n_1}{n_2} \ell - d = \\ &= \frac{n_1 - n_2}{n_2} d + \frac{n_1}{n_2} \ell\end{aligned}$$

$$n_1 \cdot \beta = n_2 \ell' \rightarrow \beta = \frac{n_2}{n_1} \ell'$$

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"/> |

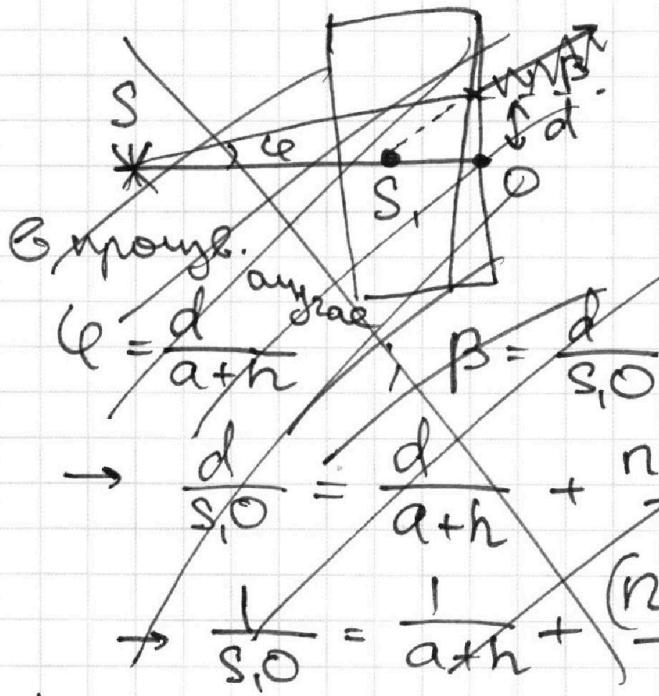
МФТИ

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

$$\beta = \frac{n_2}{n_1} \cdot \left(\frac{n_1 - n_2}{n_2} \alpha + \frac{n_1}{n_2} \Delta \right) = \\ = \alpha + \frac{n_1 - n_2}{n_1} \Delta$$

т.к. толщина треугр. призмы очень мала

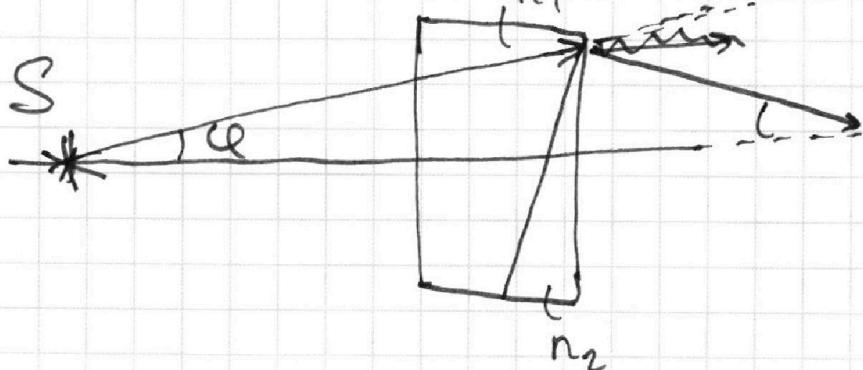
это отклонение можно представить так:



S_1 - изображение

Как видно эта система из призм будет менять путь на угол $\Delta \alpha = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \Delta$

Установка будет уменьшаться на $\Delta \alpha$





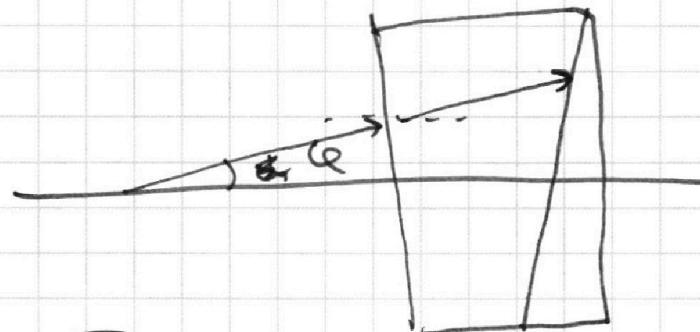
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



Черновик



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"/> |

МФТИ

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

Зерновик

$$\frac{3}{7}$$

$$0,45 \cdot 7$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 45 \\ \hline 315 \end{array}$$

$$0,43$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 43 \\ \hline 301 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 25 \\ \hline 120 \\ 48 \\ \hline 600 \end{array}$$

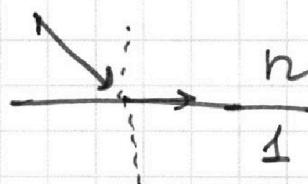
$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 43 \\ \hline 215 \\ 43 \\ \hline 645 \end{array}$$

$$\times 831$$

~~$$\frac{q}{S \cdot \epsilon_0} \cdot d = U$$~~

$$n \cdot \sin \alpha = \text{const}$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{S \epsilon_0}{d}$$



$$1 = n \cdot \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{n}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Задача 5 (продолжение)

Герасим

Черновик



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!