



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



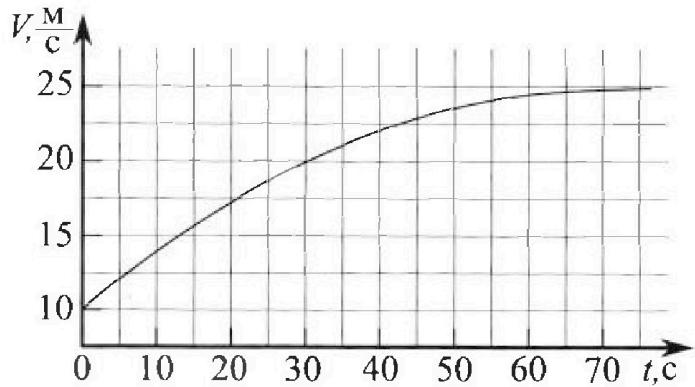
Вариант 11-01

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

1. Автомобиль массой $m = 1800$ 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 $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.

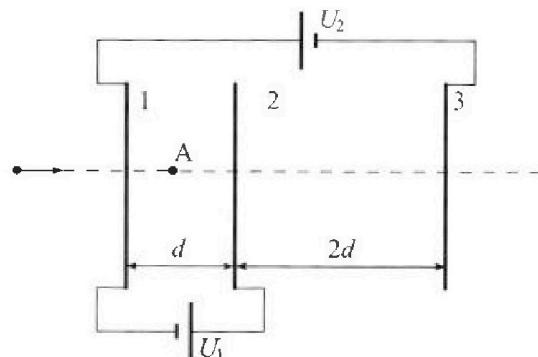


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 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 $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

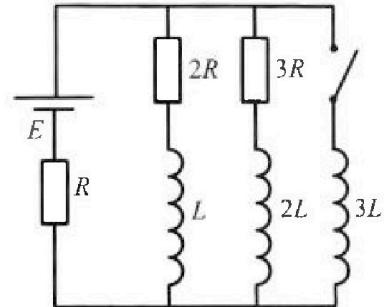


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

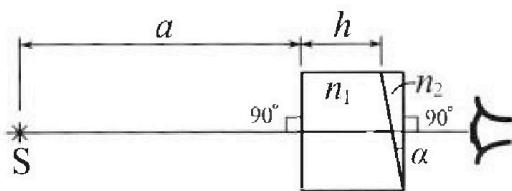
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд про течет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $a = 194$ 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, 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!

N1

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$|F_{\text{comp}}| = \mu \cdot V$$

μ - коэф. трения

$$1) a(V_1) = ?$$

$$V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) F_t(V_1) = ?$$

$$3) P_t(V_1) = ?$$

• Нетрудно заметить, что $\frac{dV}{dt} = a \Rightarrow$
 \Rightarrow угловой коэф. графика - есть ускорение.
 Проведем касательную к графику б
 тогде V_1 . $a(V_1) \approx 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Заметим, что скорость спирь $V = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Используя, что
 при этом значении $F_k = F_{\text{comp}}$

$$\mu \cdot V = 500 \text{ Н} \Rightarrow \mu = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}}$$

(сила тормоза в точке спирь)
 $F_t(V_1) = \mu \cdot V_1 = m \cdot a(V_1)$

$$F_t(V_1) = 20 \cdot 20 + 1800 \cdot 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1300 \text{ Н}$$

$$P_t(V_1) = F_t(V_1) \cdot V_1 = 1300 \cdot 20 = 26000 \text{ Вт}$$

$$\text{Отв: } 1) 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ 2) 1300 \text{ Н} \\ 3) 26000 \text{ Вт}$$



- 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!

н/2

$V \cdot T_0$

$\frac{V_{\text{чл.газ}}}{V_{\text{вс.газ}}} = \frac{V_{\text{вс.газ}} + V_{\text{пар.возд}}}{V_{\text{вс.газ}}}$

$\frac{V_{\text{пар.возд}}}{V_{\text{вс.газ}}} = ?$

$$T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K}$$

$\frac{V_B}{V_{\text{вс.газ}}} = ?$

$\Delta V = k_{\text{пар.возд}}$

$w = \text{объем}$

$p = \text{пар. давл.}$

$k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Дж}}$

При $T = 0$

$k(T) = 0$

$\Delta V = ?$

$V_{\text{пар.возд}} = ?$

$P_0 = ?$

тепл.

рат.

Начальное состояние.

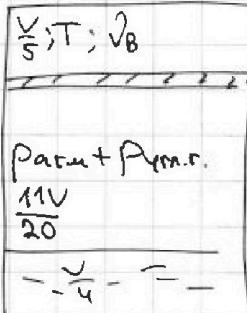
В этом сост. давл. нас. паров воды в нач. состояния мало.

Изв- пол-во газа в воздухе в нач. состоя.

$\frac{V_B}{V_{\text{вс.газ}}} = 2$ из соотн (2).

$$\Delta V = k p_0 \frac{V}{4} = \frac{10^{-3}}{12} p_0 V \quad || \quad V_B = 2 V_{\text{вс.газ}}$$

Рассмотрим состояние после нагревания.



Объем воды почти неизм.

А) теперь не растворено.

Снизу нас. пары воды с пар. давлением равны.

$$(\text{растут рим.р.}) \frac{11V}{20} = (V_{\text{непр}} + V_{\text{вс.газ}} + \Delta V) RT$$

$$(\text{растут рим.р.}) \frac{V}{5} = V_B R T_0 \frac{5}{4} \quad || \quad \text{Решим уравнение.}$$

$$\text{растут рим.р.} \frac{V}{20} = (V_{\text{вс.газ}} + \Delta V) RT$$

$$\frac{p_0 V}{2} = 2 V_{\text{вс.газ}} R T_0 \quad || \quad \frac{11 \text{растут.р.} V}{20} = (V_{\text{вс.газ}} + \frac{10}{12} p_0 V) R T_0 \frac{5}{4} \Rightarrow \text{растут.р.} V = \frac{20}{11} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{V_{\text{вс.газ}}}{(12 \text{Дж})}$$

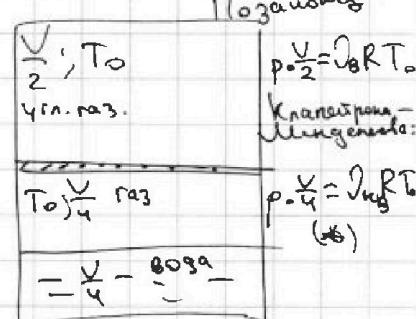
$$\frac{p_0 V}{4} = V_{\text{вс.газ}} R T_0$$

$$p_0 V = 4 V_{\text{вс.газ}} \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^{-3} = \frac{48}{5} \cdot 10^{-3}, \quad \text{растут.р.} V = \frac{60}{11} \cdot 10^{-3} \left(V_{\text{вс.газ}} + \frac{10}{12} \cdot \frac{48}{5} \cdot 10^{-3} \right) = \frac{912}{11} \cdot 10^{-3}$$

$$p_0 \frac{3 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{11} \cdot \frac{5}{10^{-3} \cdot 48} = p_0 \frac{45}{44}$$

$$(\text{растут.р.} p_0 \frac{45}{44}) \frac{V}{5} = 2 V_{\text{вс.газ}} \cdot 3 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{растут.р.} + \frac{45}{44} p_0 = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{\frac{48}{5} \cdot 10^{-3}} p_0 \Rightarrow \text{растут.р.} = \frac{555}{264} p_0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

N³

d=2d

V₁=V

V₂=4V

75°

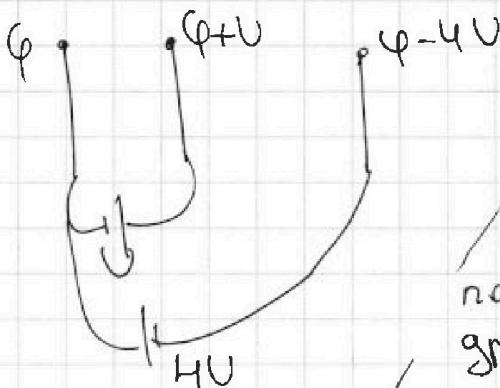
q>>сток

1) D₁₂=?

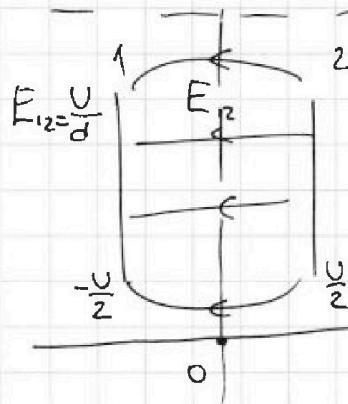
2) K₁-K₂=?

3) V_A=?

• Найдем напрек. на конденсаторах, образов. сетками.



Иследуем распределение потенциала между сетками с помощью метода наложения. Рассмотрим конденсаторы, образов. сетками, но огреди. вдали друг от друга.

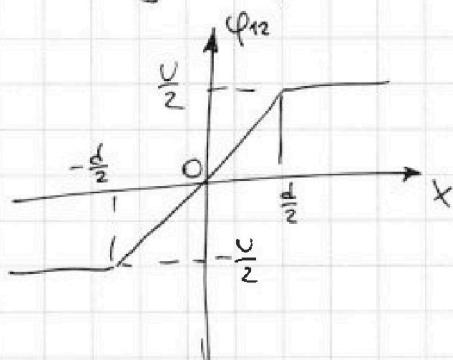


1. Напрек. 6 конденсаторе однородно и E₁₂ внутри постоянна.

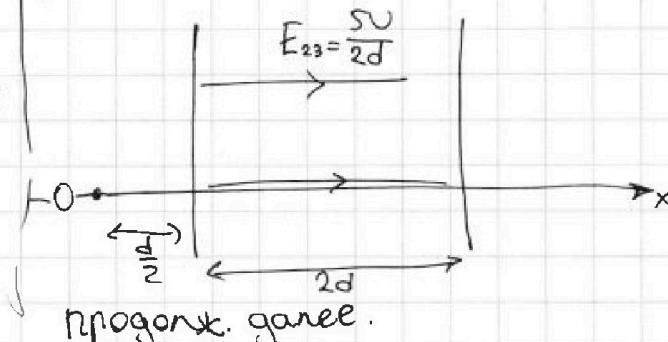
Видно, что если сетка 12 четырех, то пол.тв., которая обладает нулевым потенц. (таким, как на беск) проходит через центр в силу симметрии конденсатора. Тогда потенц. сеток $-\frac{V}{2}$ и $\frac{V}{2}$, т.к. x напрек. конд. V.

φ=0 Т.к. E₁₂ в конд. постоянна, то потенциал внутри линейно зависит от x и лин.от $-\frac{V}{2}$ до $\frac{V}{2}$. Все конд. напрек 0 => потенциал ~~пространства~~ на расстоянии порядка d от сетки 1 (левее) равен $-\frac{V}{2}$. Акологично правее сетки 2 потенциал $\frac{V}{2}$.

Найдем φ₁₂(x) и изобраз. график.



Аналогичные рассуждения проведены для конденсатора, образ. сетками 23.



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"/> |

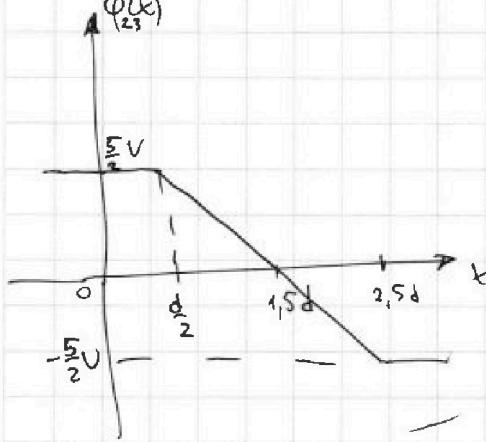
МФТИ



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

Продолж. № 3.21

Расположим ось x на расстоянии $\frac{d}{2}$ от левой
пластинки и найдем $\varphi(x)$.



Заметим, что при совмещении
двух случаев (сеток 12 и 23)
получите изначальное расположение.
Распределение потенциала
найдем, что живя в расщелине
 $\varphi_{12}(x)$ и $\varphi_{23}(x)$ примут их
значения изображут.

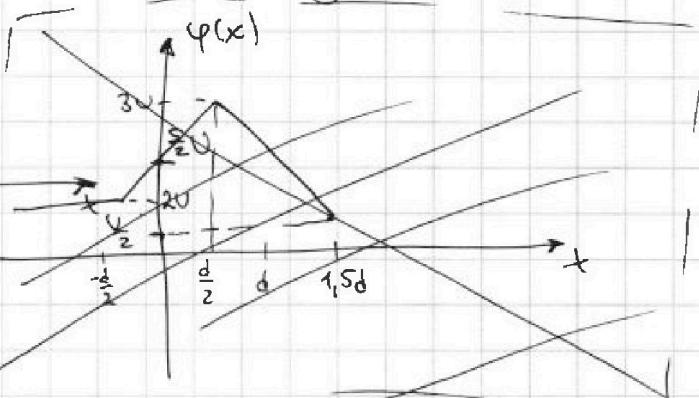
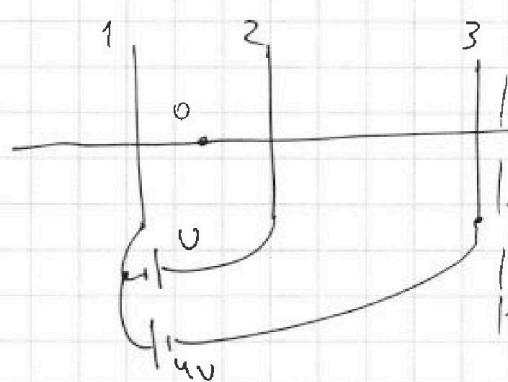
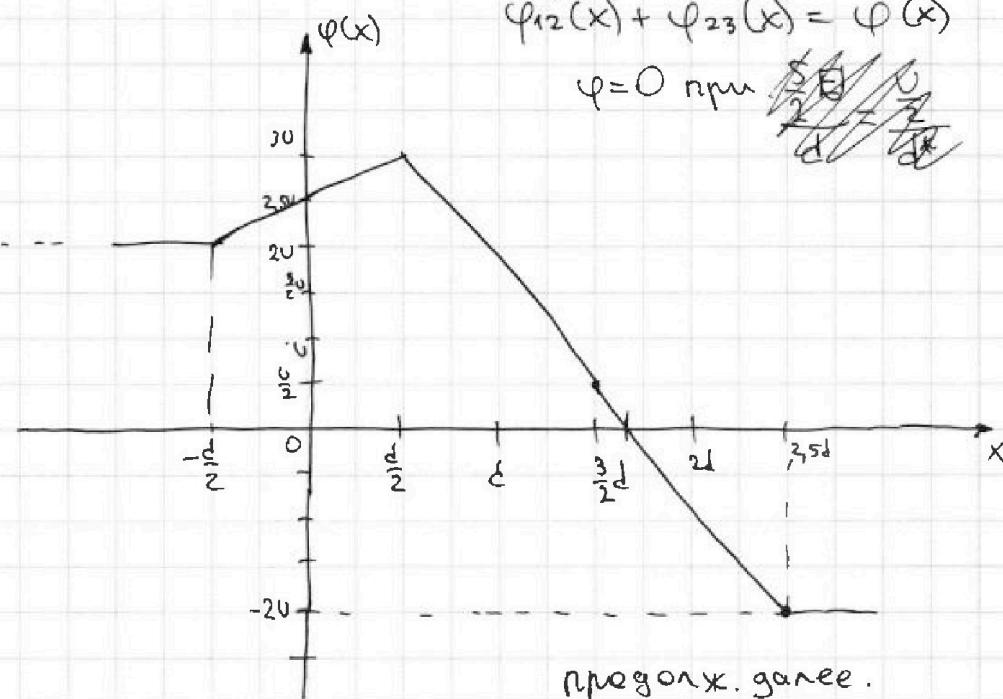


График получен сложением
 $\varphi_{12}(x) + \varphi_{23}(x) = \varphi(x)$

$\varphi = 0$ при $x = \frac{5d}{2}$



продолж. далее.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

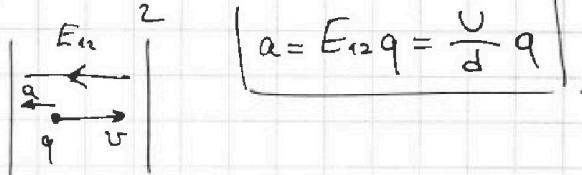
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

продолж. 22 №3
Между источниками 12 разности пот. $\nabla \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{12} = \frac{U}{d}$$

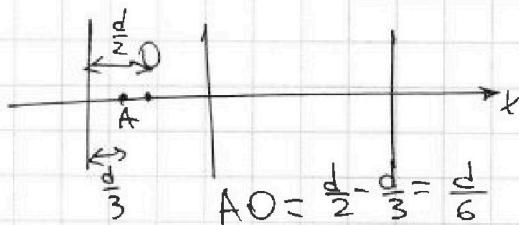


$$a = E_{12}q = \frac{U}{d}q$$

Успор. направл. прот. скорости т.к. ~~направл.~~ E_{12}
направл в сторону чистои потенц \Rightarrow от источника 2 к источнику 1.

3. С.3.

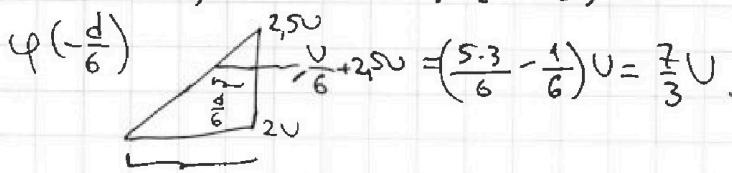
$$\begin{aligned} -E_{12}qd &= k_2 - k_1 \\ k_1 - k_2 &= \frac{d}{d} \frac{U}{d} q = \frac{Uq}{d} \end{aligned}$$



$$AO = \frac{d}{2} - \frac{d}{3} = \frac{d}{6}$$

Чтобы найти скорость частицы в точке А,
нужно знать разность пот. между бесконечностью
и точкой А \Rightarrow на беск. О. Воспольз. здешне графиком
 $\varphi(x)$. $\varphi(-\frac{d}{6}) = \varphi_A = \frac{2}{3}U$

Заметим, что в окр $(-\frac{d}{2}; \frac{d}{2})$ наклон. графика $\frac{U}{d}$. Найдем
 $\varphi(-\frac{d}{6})$



У3 3. С.3.

$$\frac{m(U_0^2 - U_{12}^2)}{2} = \frac{2}{3}Uq = \left[U_0 - \sqrt{\frac{14Uq}{3m} + U_0^2} \right].$$

Ответ:
1) $a = \frac{U}{d}q$
2) $k_1 - k_2 = \frac{2}{3}Uq$

$$3) U_{12} = \sqrt{U_0^2 - \frac{14Uq}{3m}}$$



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!

Проверка №4

$$3L(I^* - 0) = L(0 - I_{10}) + q_R$$

$$\boxed{q_R = \frac{3E_L}{11R} + \frac{3E_L}{R} = \frac{36LE}{11R}}$$

Ответ:
1) $I_{10} = \frac{3E_L}{11R}$
2) $I_{2L} = \frac{6E_L}{33L}$
3) $q_R = \frac{36LE}{11R}$

Рассмотрим част. режим.

Токов через L и $2L$ нет

$$I^* R = E_L \quad \boxed{I^* = \frac{E_L}{R}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

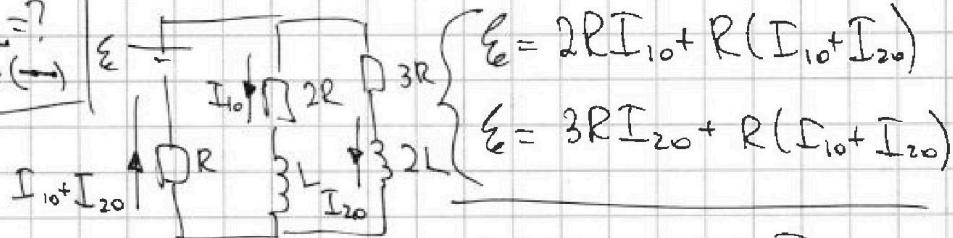
№4.

Рассмотрим цепь в чст. режиме. На катушках
напряж. Ω .

$$1) I_{10} = ?$$

$$2) I_{3L} = ?$$

$$3) q_{2L} (\rightarrow)$$



Затемните правила Кирхгофа.

$$\left. \begin{aligned} E &= 2R I_{10} + R(I_{10} + I_{20}) \\ E &= 3R I_{20} + R(I_{10} + I_{20}) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} 3R I_{20} &= 2R I_{10} \\ I_{20} &= \frac{2}{3} I_{10} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} E &= 2R I_{10} + R \cdot \frac{5}{3} I_{10} \\ I_{10} &= \frac{3E}{11R} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} I_{10} &= \frac{3E}{11R} \end{aligned} \right\}$$

Сразу наше замечание ключа ток через катушку
силовой не изм \Rightarrow будет такой же как и в замыкании.

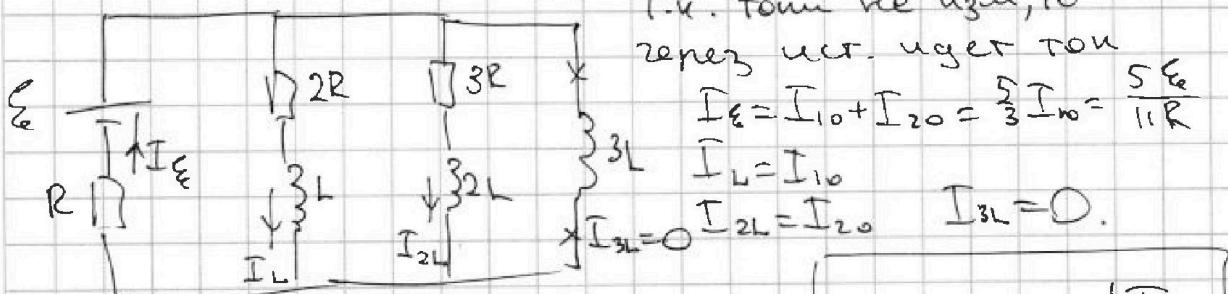
Рассмотрим цепь сразу после \rightarrow .

Т.к. токи не изм, то
затемните и с. идет ток

$$I_E = I_{10} + I_{20} = \frac{5}{3} I_{10} = \frac{5E}{11R}$$

$$I_L = I_{10}$$

$$I_{3L} = 0, I_{2L} = I_{20}, I_{3L} = 0.$$



Напряж. U_{3L} на катушке $3L$ равно

$$\frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{U_{3L}}{3L} = \frac{E - I_E R}{3L} = \frac{6E}{33L}$$

$$E - I_E R = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

Установим, что в момент токи через L и $2L$ тоже не будут, т.к. напротив
на $3L$ в чст. режиме Ω .

$$\text{Заметим, что } U_{3L} = U_L + I_L R \Rightarrow 3L dI_{3L} = L dI_L + I_L R dt$$

Продолжим решать от момента сразу
после замкн. ключа до чст. режима.

$$dq_L = dq_E - \text{заряд протек. через } L.$$

I^* — ток через $3L$ в чст. режиме.

Продолж. далее.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

N5.

$$a = 194 \text{ см}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

$$n_1 = n_0 = 1$$

$$n_2 = 1.7$$

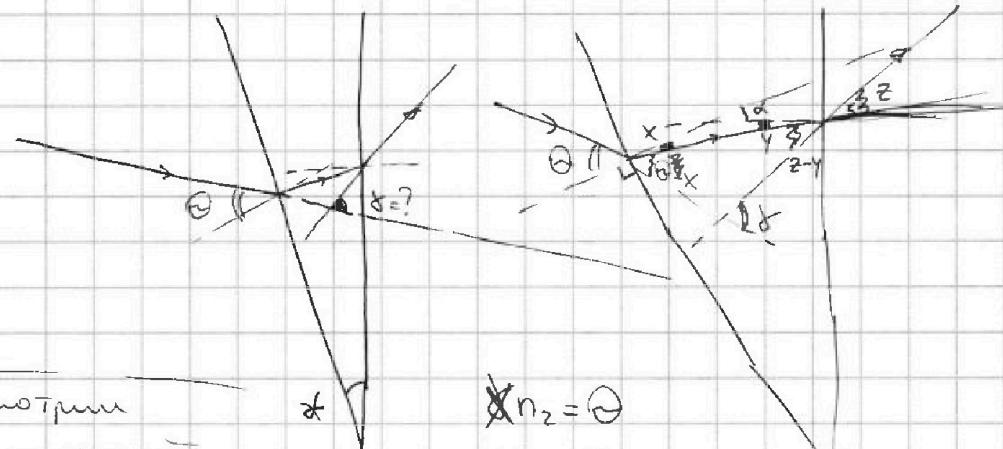
$$\alpha = ?$$

$$f = ?$$

$$d = ?$$

Рассмотрим путь, излучающий под
произв. штангой углом.

Рассмотрим кругие



Теперь рассмотрим
штангу пучка, излучающего
под штангой углом
от штанги.

$$n_2 = \theta$$

$$y n_2 = z$$

$$x + y = d$$

$$z - x + z - y = 0 = \gamma$$

$$z + z - d = \gamma$$

$$(x+y)n_2 - d = \gamma$$

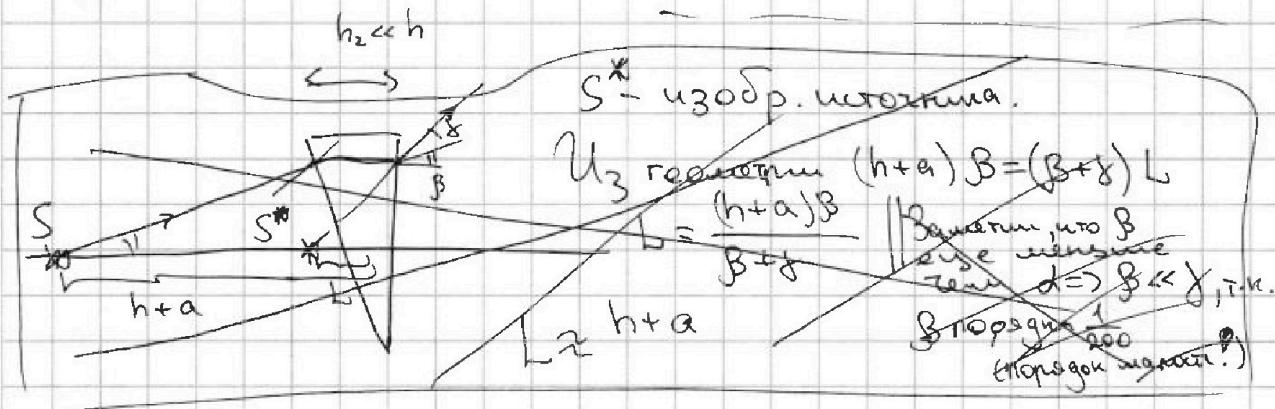
$$\gamma = (n_2 - 1) d$$

$$\boxed{\gamma = (n_2 - 1) d > 0}$$

Это верно для всех!



на призме n_1 от не
преломл., на n_2 преломл.



S^* - изобр. источника.

Из геометрии $(h+a)\beta = (\beta + \gamma)L$

$$L = \frac{(h+a)\beta}{\beta + \gamma}$$

Значит, что β
долже менять
знако $d \Rightarrow \beta \ll \gamma$, т.к.
 β близко к 0
(если d маленький)

Продолж. далее.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

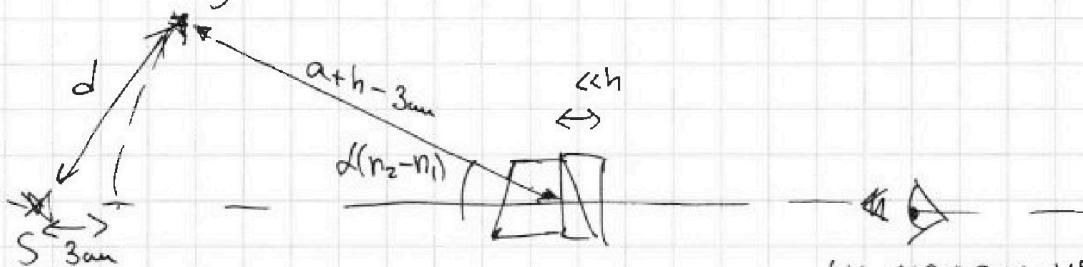
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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 72 №5



(и малым член)

Известно, что при $a+h > 3\text{ см}$ можно говорить, что
 $d \approx l(n_2 - n_1)(a + h) = 203\text{ см} \cdot 0,02 \approx 4\text{ см}$.

Решение:
1) $f = (n_2 - 1)l = 0,07$

2) $f = 4,2\text{ см}$

3) $d = 4\text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



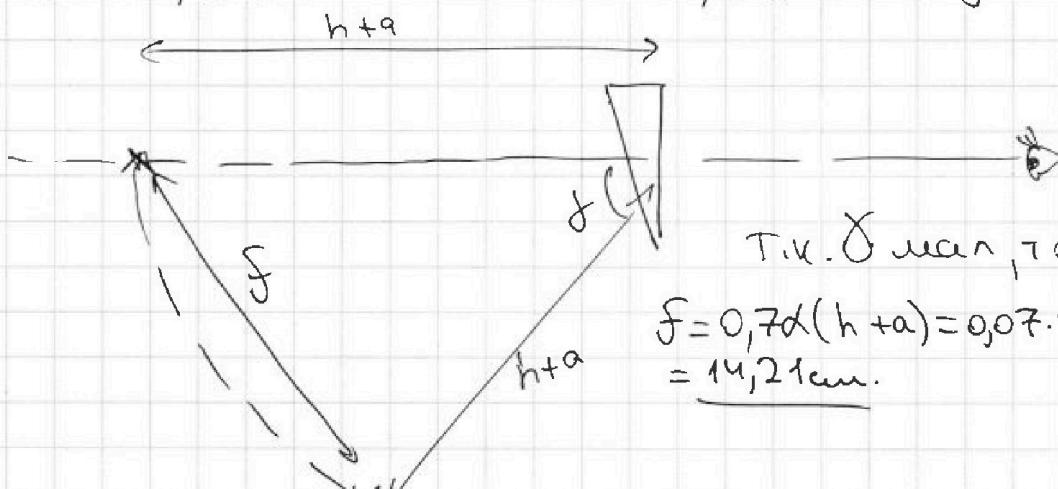
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

продолж.

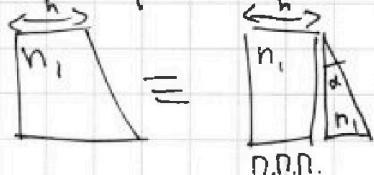
После прохожд. n_2 . Все лучи идущие от источника
пог. малыми углами отклоняются одинак. угол $\gamma \Rightarrow$
 \Rightarrow изображение будет от призмы n_2 на таком же
расстоянии, как и источник $h+a$, но повернут на γ .



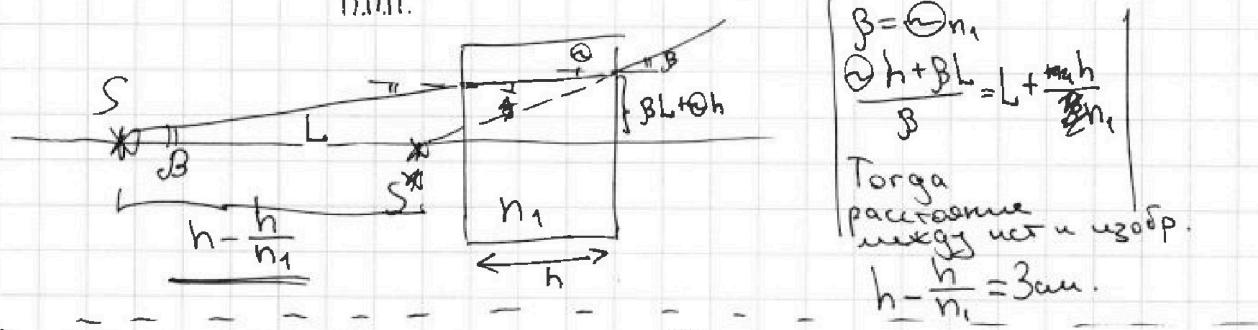
Т.к. δ мал, то $f \approx (h+a)$

$$f = 0,7d(h+a) = 0,07 \cdot 203 \text{ см} = \\ = 14,21 \text{ см.}$$

Теперь рассмотрим более сложную систему $n_1=1,5$
 $n_2=1,7$. Используя призму с n_1 можно заменить
на плоскопараллельную и тонкую призму с
малым углом α .



Рассмотрим ~~еще~~ прохождение
света сквозь систему
после прохождения плоскопараллельной
пластинки (далее - П.П.П.)



$$\beta = \theta n_1 \\ \frac{\theta}{\beta} h + \beta L = L + \frac{h}{n_1} \\ \text{Тогда расстояние между источником и изображением} \\ h - \frac{h}{n_1} = 3 \text{ см.}$$

После П.П.П. луч идущий от S^* попадает на 2 призмы,
которые повергают его в против. направлениях.
Призма Δ повергает луч гасовой на $d(n_1-1)$, а призма
 ∇ повергает луч на $d(n_2-1)$ против гасовой.
Тогда в результате луч повернется на $d(n_2-n_1)$ против гасовой.



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"/> |

МФТИ

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

в5.

$$n_1 = n_2, n_3$$

$$d = 194 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$h = 9 \text{ mm}$$

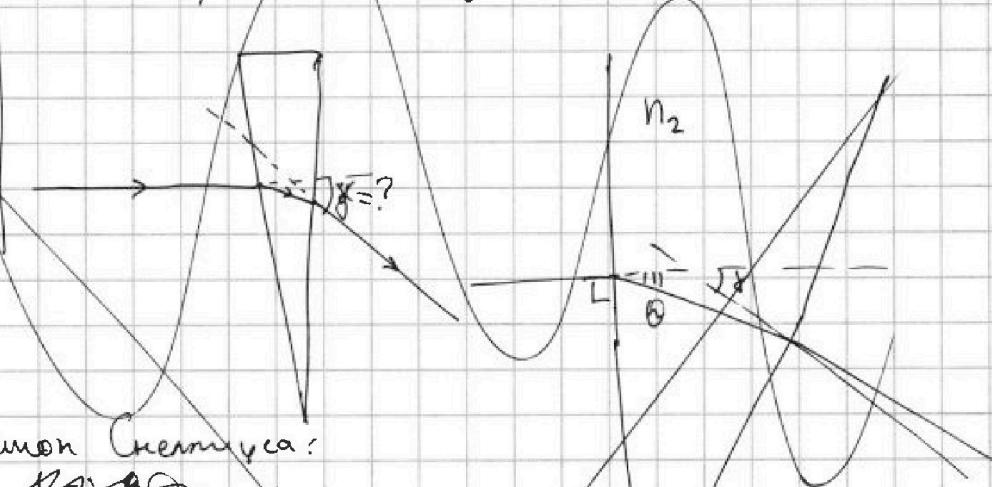
$$h_2 (\text{также } n_2) < h$$

$$1) n_1 = n_3 = 1$$

$$n_2 = 1,7$$

$$2) z?$$

• Рассмотрим преломление луча призмой с n_2 .
Т.к. $n_1 = 1$, то на него луч не падает.



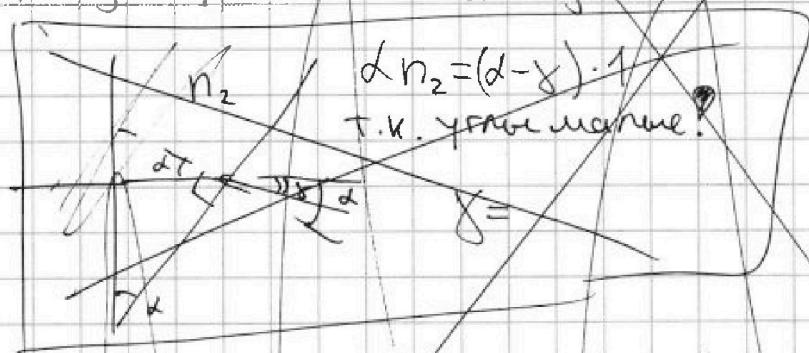
Задача Синельника:

$$1 \cdot \sin \theta = \sin \theta n_2 = 0$$

$$\text{тогда } \theta = 0^\circ$$

тогда преломл. выражает тан

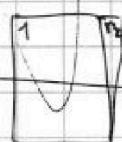
$$\frac{d}{z} = 194 = 252 \text{ mm}$$



$$(d + \gamma) 1 = d n_2$$

$$\gamma = d(n_2 - 1) = 0,07 \text{ rad.}$$

Для того, чтобы найти изобр. рассмотрим
луч, исходящий от источника



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"/> |

МФТИ



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

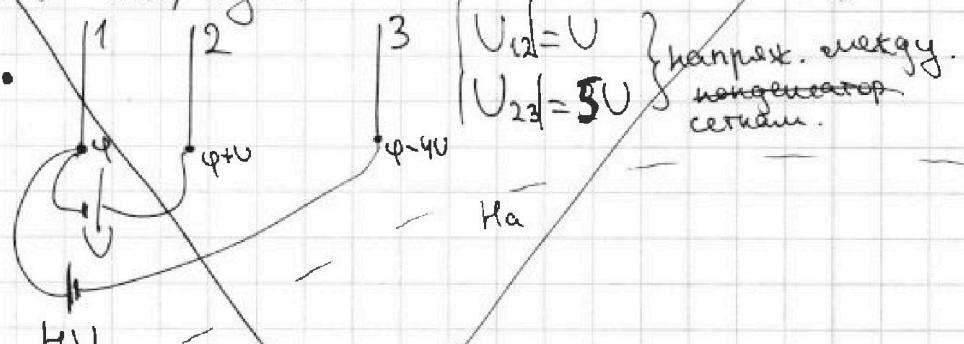
~~№3~~
 $d = 2a$
 $V_1 = V$
 $V_2 = 4V$
 $m \propto q > 0$
 V_0
 $q >$ зарядов.
сеток.

1) $A_{12} = ?$

2) $K_1 - K_2$

3) $U_A = ?$

• Стационарное распределение потенциала в пространстве между сетками, применим для потенциала на бесконечных кубиках. Воспользуемся методом наложения. Рассмотрим "искусственные" по зарядам. (области, образованные пластинами)



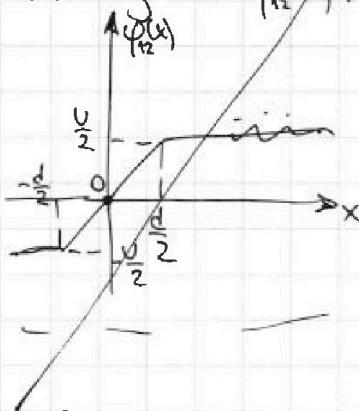
$E = \frac{V}{d}$

Е однородно
внутри
и постоянно

видно, что когда пластины 1,2 сдвигаются
через 3 средину проходит эллипс
полутелье, которое обладает кубическим
потенциалом (ходит в бесконечность).
Тогда потенциал однороден 1: $\frac{V}{2}$
2: $\frac{V}{2}$ Потенциал сетки 2: $\frac{V}{2}$.

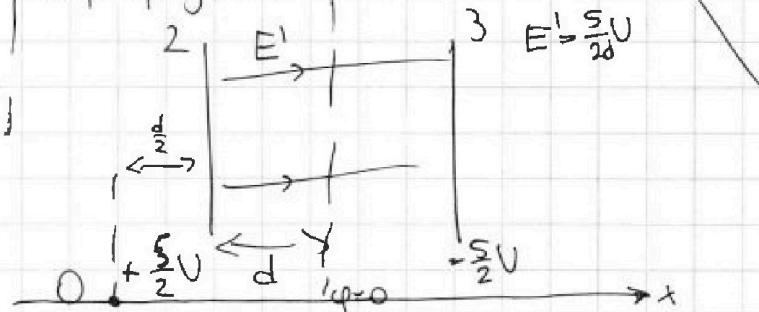
В области между сетками он линейно
меняется от $-\frac{V}{2}$ до $\frac{V}{2}$. Левее от сетки
потенциал постоянен (на расстоянии
передана d). Справа от сетки 2 аналогично.

Найдем $\varphi_2(x)$. Так как



Проверка

Абсолютно аналогичные
расчеты проведены для сеток
2,3 сдвинутых.





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

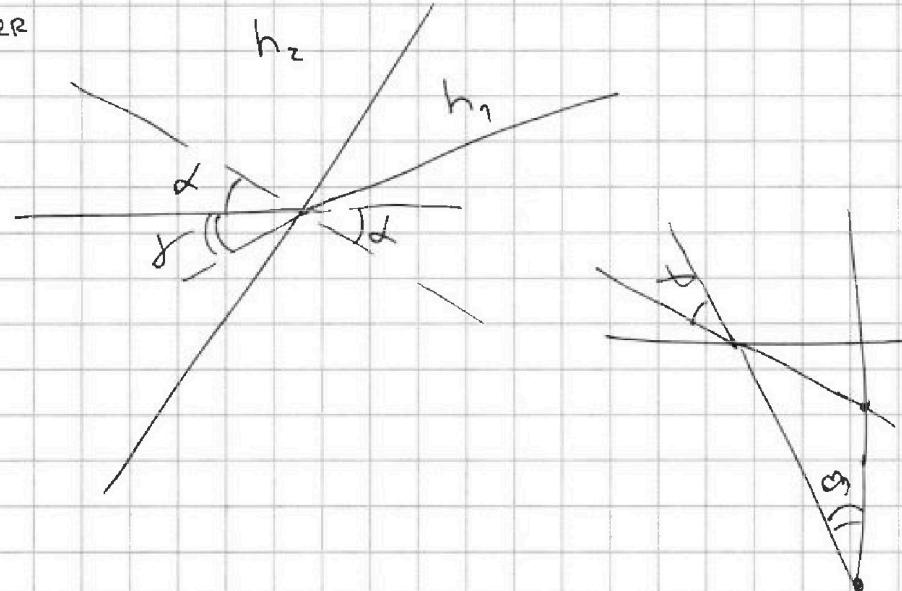
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} 130 \\ \hline 110 \\ -20 \\ \hline 0,51 \end{array}$$

$\frac{130}{110} = ?$

$a_{2R} = ?$

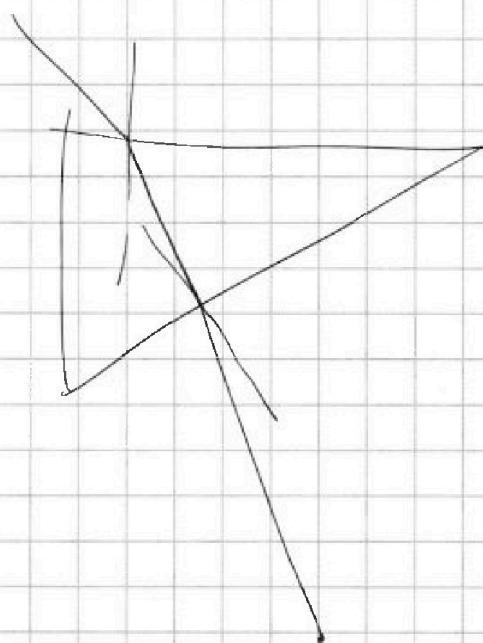
I_{2R}



$$\begin{array}{r} 84 \\ \hline 84 \\ -84 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1318 \\ \hline 2 \\ -2636 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$3L \frac{d+3L}{d+} = 2R I_1$$



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"/> |

МФТИ

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

$$R \bar{T}_0 = \frac{12}{5} \cdot 10^3$$
$$R \bar{T} = 3 \cdot 10^3$$
$$\Delta V = \frac{10^{-3}}{3} \cdot \frac{V}{4} P_0 = \frac{10^{-3}}{12} P_0 V$$

~~1203~~
~~103~~
~~103~~
~~103~~
~~103~~
~~103~~

реш

$$P_{\text{тв.т.}} \frac{11}{20} V = \left(J_{\text{кв}} + \frac{10^{-3}}{12} P_0 V \right) 3 \cdot 10^3$$

$$P_0 V = 4 J_{\text{кв}} \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3$$

$$P_{\text{тв.т.}} = \frac{10}{11} P_0 \quad \cancel{\frac{11}{20} \left(1 + \frac{10}{12} \cdot 4 \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3 \right) \cdot 5}$$

реш

$$\frac{10}{11} \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{9}{8} = \frac{45}{44} \checkmark$$

0,07 × 203,

$$\frac{2 \cdot 5 \cdot 3}{12 \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3} = \frac{10 \cdot 15}{11 \cdot 8}$$

$$\frac{18 \cdot 22}{16 \cdot 11}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 45 \\ \hline 135 \\ 120 \end{array}$$
$$\frac{270}{825}$$

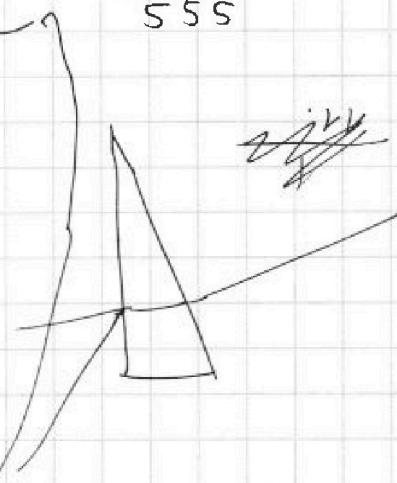
$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 165 \\ \hline 495 \\ 320 \end{array}$$
$$\frac{1421}{7}$$

~~15~~
~~15~~
$$\frac{30 \cdot 5}{48} - \frac{45}{44}$$

~~15~~
$$\frac{515}{24} - \frac{45}{44}$$

~~16872209~~
$$\frac{825 - 270}{264} =$$

$$\frac{-825}{270}$$



~~15~~
~~15~~
$$\frac{250}{825} \times \frac{45}{6}$$

~~225~~
~~225~~
~~225~~
~~225~~