



# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

Вариант 11-01

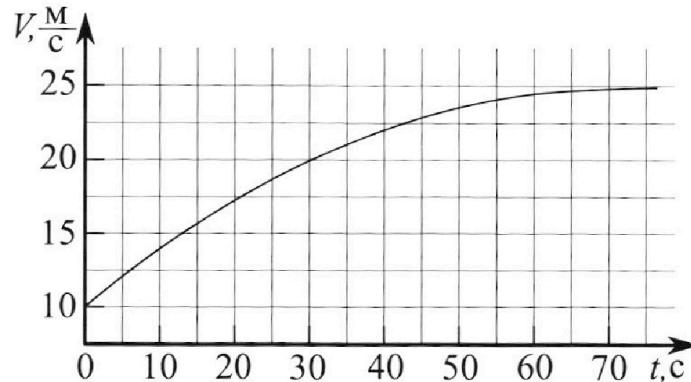


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 числа много ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



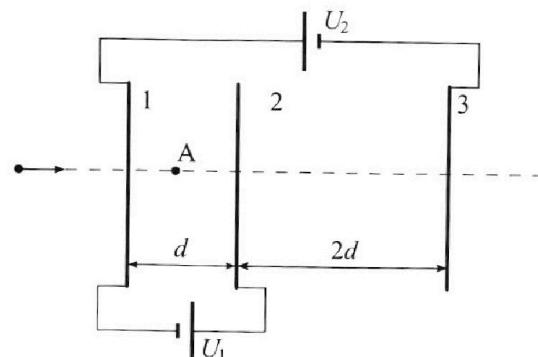
$$\cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{K_2 \cdot \text{ш}}{K_1 \cdot \text{ш}}$$

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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k_{\text{ри}} \cdot p$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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 объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количества 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**

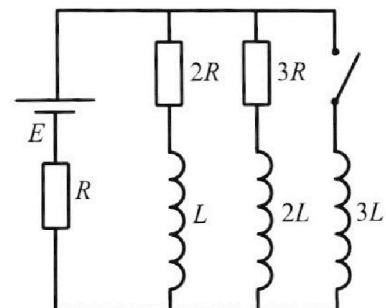
**Вариант 11-01**

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

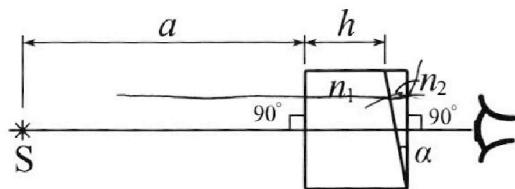
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

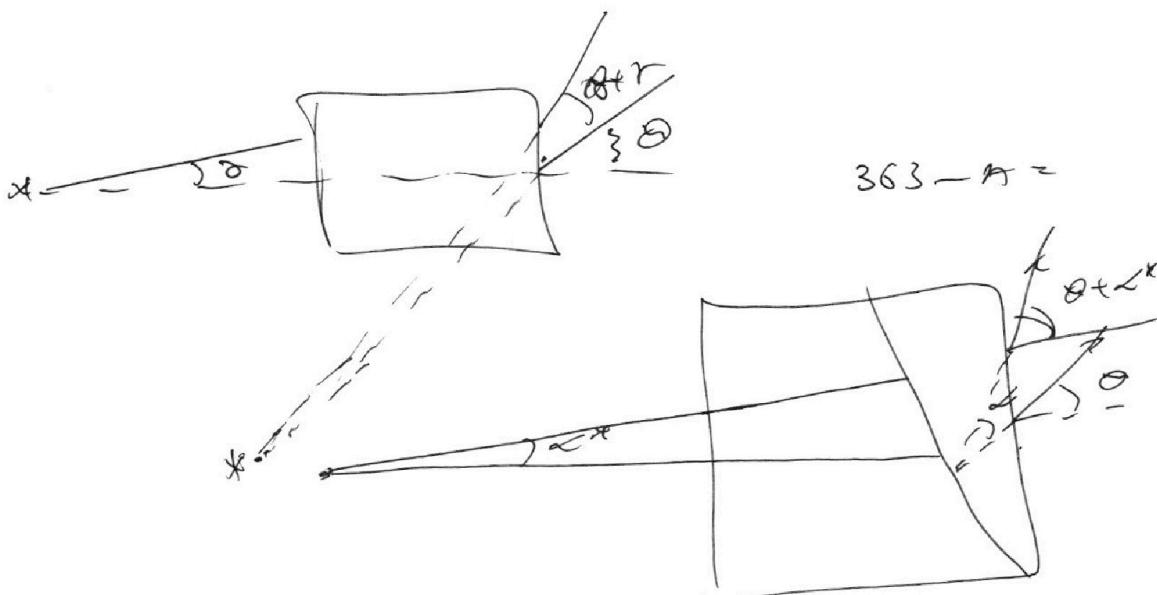
Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



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:

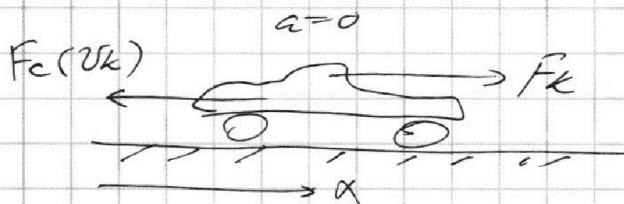
- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input 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 1

В конце разгона ускорение лавыя путо, т.е.:



$F_c$  - сила соуд. разгона,

"з ускорен. сопутст., то

$$F_c = \alpha \cdot v_k$$

$\alpha$

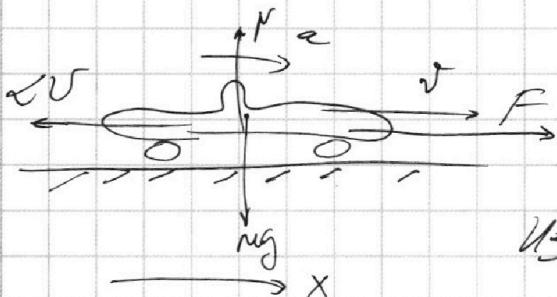
$$\text{Задач. } x: 0 = F_k - F_c(v_k), \Rightarrow \alpha \cdot v_k = F_k.$$

составь в конце разгона -  $v_k$ )

Из задачника получим  $v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Далее задач. мом. вл. по концу разгона:



но 23н:

$$x: F - F_r = m \cdot a \quad (1)$$

Из задачника получим  $200$

(20% до см.)

в аксел., когда  $V = V_1$ ,  $a_1 =$

$$= \frac{dV_1}{dt} \approx \frac{2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{с}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} // \text{Поставим дальше 309-}$$

жеск 6 (2):

$$F_r - \alpha \cdot V_1 = m a_1, \Rightarrow (F_r = m a_1 + \alpha V_1 = 1000 \cdot 0,25 + \\ + 20 \cdot 20 = 850 \text{ Н}) //$$

Начните  $P_1$ , находившиеся от движущейся машины



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!

в данных моментах, рабка:

$$(P_1 = F_1 \cdot v_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17000 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}) //$$

Очевидно: 1)  $\alpha_1 = 0,25 \frac{\text{м/с}^2}{\text{с}}$ ; 2)  $F_1 = 850 \text{ Н}$ ;

$$3) P_1 = 17000 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

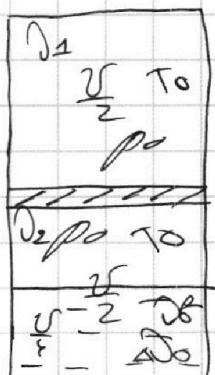
6

7

МФТИ.

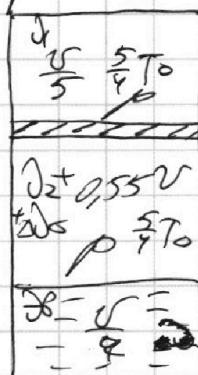
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

РАЗМ 1



Задание 2.

РАЗМ 2



T<sub>0</sub>    R·T

p<sub>0</sub> - начальное  
давление, действующее  
в воде при тем-  
пературе T<sub>0</sub>.

D<sub>1</sub> - кол-во влаги в первич. части сосуда, D<sub>2</sub> - вторичной.

По условию 1-й к.з.ме <sup>если 1</sup> <sub>если 2</sub> :

$$\left\{ \begin{array}{l} p_0 \cdot \frac{V}{2} = D_1 \cdot R \cdot T_0 \\ p_0 \cdot \frac{V}{4} = D_2 \cdot R \cdot T_0 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} p_0 = \frac{D_1}{2} \cdot R \cdot T_0 \\ p_0 = \frac{D_2}{4} \cdot R \cdot T_0 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{D_1}{2} \cdot R \cdot T_0 = \frac{D_2}{4} \cdot R \cdot T_0 \Rightarrow D_1 = \frac{D_2}{2} \quad (1) \\ \Delta p = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{2} \quad (\text{по закону Герма}) \quad (2) \end{array} \right.$$

Посл. (1) во (2) :

$$\Delta p = k \cdot D_2 \cdot R \cdot T_0 \quad (3)$$

~~$$D_{1,2}^2 = D_1^2 + D_2^2 + 2D_1 D_2 \Rightarrow D_1^2 + D_2^2 = D_1^2 + 2D_1 D_2 + D_2^2 - 2D_1 D_2 = D_1^2 + D_2^2 - 2D_1 D_2 = D_{1,2}^2 - 2D_1 D_2$$~~

~~D<sub>1,2</sub>~~

~~$$k \cdot D_2 \cdot R \cdot T_0 = \frac{2}{5} k \cdot p_0 \cdot V$$~~

~~2/5 k · D<sub>2</sub> · R · T<sub>0</sub> = 2/5 k · p<sub>0</sub> · V~~



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 снизу а сверху давление, т.к. давление и давление  
воздуха не меняется при сжатии газа состояния 2)

(т.к. не указано температура, то 2 из 3 могут не нахо-  
диться, значит, расстояние между изотермами

в базе 2 из 3 выражается в изотерм. состояниях.)

$$\begin{cases} \rho \cdot \frac{V}{S} = \bar{\rho}_1 R T \\ 2 \rho_{\text{пар}} \cdot 0,55 V = (\bar{\rho}_2 + \Delta \bar{\rho}_0) R T \end{cases}$$

~~ρ<sub>пар</sub> · 0,55 V = RT (Δρ<sub>2</sub> + Δρ<sub>0</sub> - 2Δρ<sub>2</sub>)~~

$$\Delta \bar{\rho}_0 = k \bar{\rho}_2 \cdot RT$$

$$\rho_{\text{пар}} = \rho_{\text{пар}}, \text{ т.к. } T = 373 \text{ K} = 100^\circ\text{C}$$

$$\frac{0,55 \rho_{\text{пар}} \cdot V}{RT} = \bar{\rho}_2 \left( 1 + \frac{4}{5} k \frac{RT}{\bar{\rho}_2 RT} - \frac{2}{5} \right) \approx \bar{\rho}_2$$

$$V = \frac{\bar{\rho}_2 RT}{0,55 \rho_{\text{пар}}}$$

$$\text{из р/з: } \rho_0 = \frac{4 \bar{\rho}_2 R T O}{2} = \frac{4 \cdot \bar{\rho}_2 R T O \cdot 0,55 \rho_{\text{пар}}}{2 R T} =$$

$$= \frac{4}{5} \cdot 4 \cdot 0,55 = 0,79 \cdot \gamma_{\text{пар}} = 1,87 \rho_{\text{пар}}$$

Ответ: 1)  $\omega = 2$ ; 2)  $\rho_0 = 1,87 \rho_{\text{пар}}$ .



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!

$$= - \frac{qU}{d} \cdot \frac{d}{3} = - \frac{qU}{3}, \Rightarrow \frac{m_{\text{2}} V_A^2}{z} = \frac{\omega V_0^2}{z} - \frac{qU}{3}$$

Далее  
 $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$

Ответ: 1)  $a_{21} = \frac{qU}{md}$ ; 2)  $k_1 - k_2 = qU$ ;  
3)  $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$ .

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.

Рисунок 3 - изображение  
кашель сетки

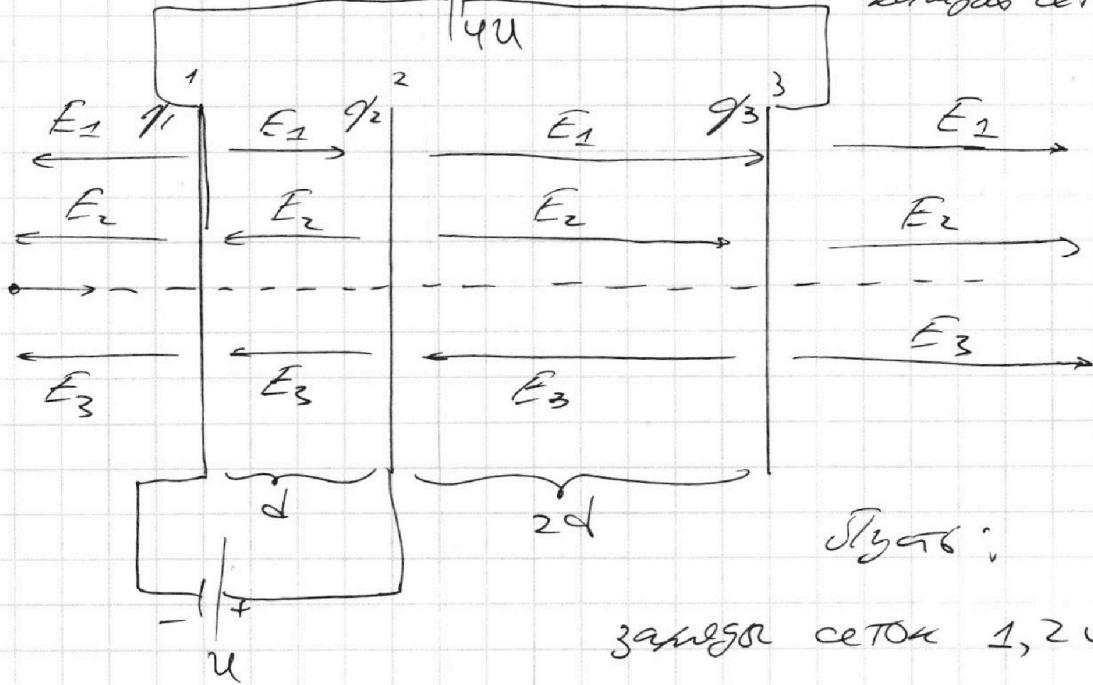


Рисунок:

запись сеток 1, 2 и 3 —

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  соответственно

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 > 0$ .

$E_1, E_2, E_3$  — напряженность от сеток 1, 2, 3 соответственно.

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  — потенциалы 1, 2, 3 сеток соответственно.

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

Изотермии изображены в виде линий

направленности, т.е.:

$$\begin{cases} u = -E_1 \cdot d + E_2 \cdot d + E_3 \cdot d \\ -u = E_1 \cdot d + E_2 \cdot 2d - E_2 \cdot d + E_3 \cdot d - E_3 \cdot 2d \end{cases}$$

$$\begin{cases} u = -E_1 d + E_2 d + E_3 d \quad (1) \\ -u = 3E_1 d + E_2 d - 3E_3 d \end{cases}$$

→

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!

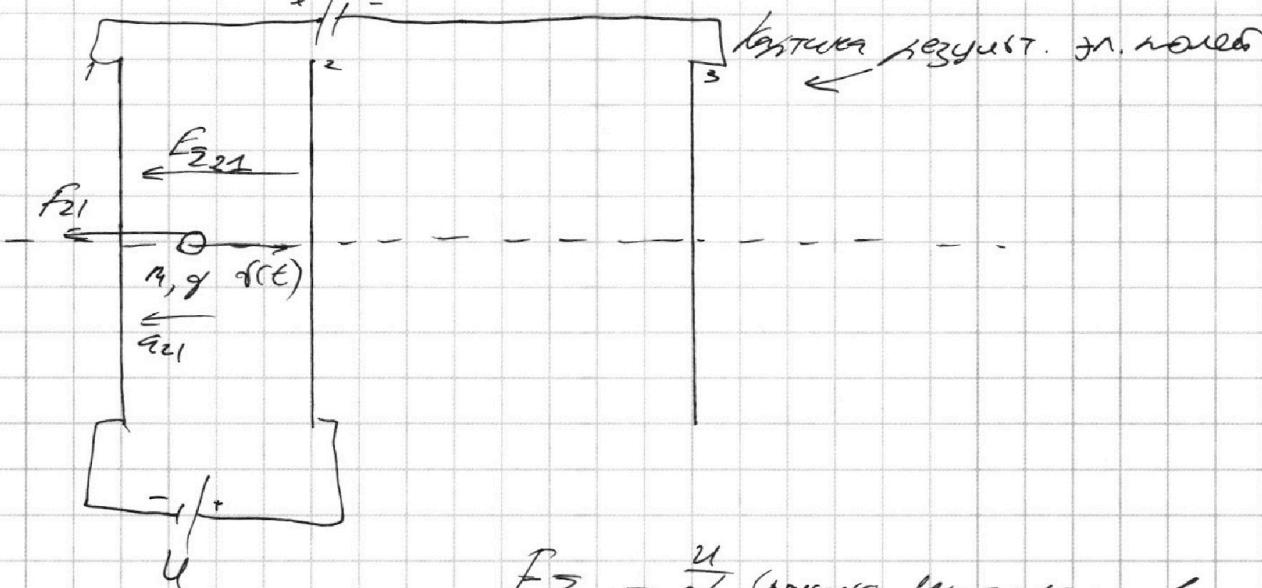
$$E_1 = \frac{g_1}{2\varepsilon_{0}S}, E_2 = \frac{g_2}{2\varepsilon_{0}S}, E_3 = \frac{g_3}{2\varepsilon_{0}S} \quad (2)$$

Реш. (2) в (2):

$$\begin{cases} U = d \left( -\frac{g_1}{2\varepsilon_{0}S} + \frac{g_2}{2\varepsilon_{0}S} - \frac{g_3}{2\varepsilon_{0}S} \right) / \cdot \frac{2\varepsilon_{0}S}{d} \\ Y_U = d \left( \frac{3g_1}{2\varepsilon_{0}S} + \frac{g_2}{2\varepsilon_{0}S} - \frac{3g_3}{2\varepsilon_{0}S} \right) / \cdot \frac{2\varepsilon_{0}S}{d} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{2\varepsilon_{0}S U}{d} = -g_1 + g_2 - g_3 \\ \frac{8\varepsilon_{0}S Y_U}{d} = 3g_1 + g_2 - 3g_3 \end{cases} \quad \text{по 3C3:}$$

$$\begin{cases} \frac{2\varepsilon_{0}S U}{d} = -g_1 + g_2 - g_3 \\ \frac{8\varepsilon_{0}S Y_U}{d} = 3g_1 + g_2 - 3g_3 \end{cases} \quad (3) \quad g_1 + g_2 + g_3 = 0 \quad (4)$$



$$E_{21} = \frac{U}{d} \quad (\text{расчет. между пл. 1-2})$$

По 23н в области между отсеками 1-2.

$$x: m \cdot a_{21} = F_{21}, \text{ где } F_{21} = q \cdot E_{21} = \frac{qU}{d}, \text{ отсюда}$$

$$a_{21} = \frac{qU}{md}$$

Пусть  $v_1$  - скорость частиц при прохождении сечки 1,

$v_2$  - скорость частиц при прохождении сечки 2

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

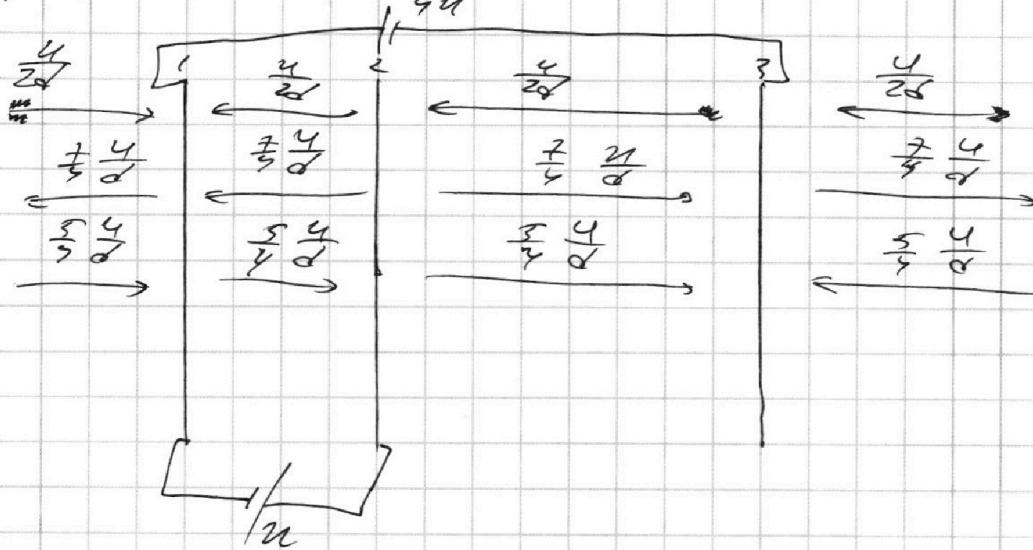
- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

МФТИ



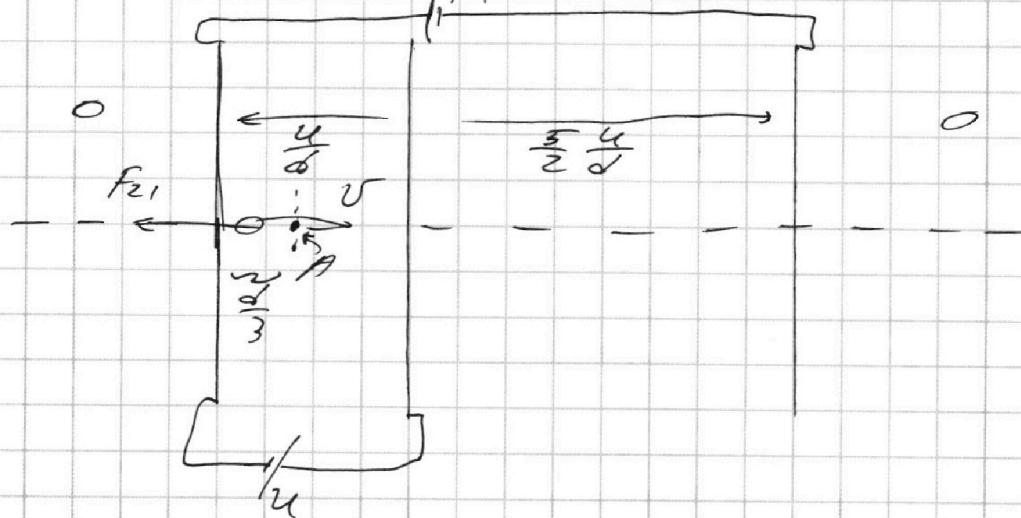
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~~Задача~~ задача:



Заметим, что левый. конец имеет ~~исходящий~~ от 1-05  
и сила от 3-ей убывает, т.е. тогда имеем

бесконечную длину



При  $v_1 = 50$  (исходный альб от 1-05 имеет один).

Поэтому от перпендикуляра до т. А:

$$AF_{21}^* = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_C^2}{2}, \text{ где } AF_{21}^* = F_{21} \cdot \frac{d}{3} \cdot \cos 70^\circ =$$

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!

По Задаче для частички от сечки 1 к сечке 2:

$$\begin{aligned} \Delta F_{21} &= \Delta E_{K_{21}} = K_2 - K_1, \text{ где } \left. \begin{array}{l} \Delta E_{K_{21}} \\ K_2 = F_{21} \cdot d \cdot \cos(180^\circ) = -g_2 U \end{array} \right\} \Rightarrow \\ \Delta F_{21} &= \cancel{K_2 - K_1 = g_2 U} // \end{aligned}$$

Уз (4) аналогично, т.к.  $g_2 + g_3 = -g_1$  (6). Реш. (6) б (3).

$$\frac{2E_{0.5U}}{\alpha} = -2g_1, \Rightarrow g_1 = \frac{-E_{0.5U}}{\alpha}, E_1 = \frac{g_1}{2E_{0.5U}} = -\frac{4}{20} \text{ (это зерно, т.к. вектор силы от первой частички направлен вправо и равен по модулю } |E_1| = \frac{4}{20}.$$

Реш. (7) б (5):  $-8g_1 = 3g_1 + g_2 - 3g_3;$

$$11g_1 - g_2 - 3g_3 = 0; \text{ Уз (6) аналогично, т.к. } g_2 = -g_3 - g_1, \quad (9)$$

$$\text{получаем: } 11g_1 - g_1 - g_3 - 3g_3 = 0; 10g_1 = 10g_1;$$

$$g_3 = \frac{5}{2}g_1 = -\frac{5}{2} \frac{E_{0.5U}}{\alpha} \quad (8), \Rightarrow E_3 = \frac{g_3}{2E_{0.5U}} = -\frac{5}{2} \frac{4}{20} \text{ (это зерно, т.к. вектор силы от третьей частички направлен вправо и равен по модулю } |E_3| =$$

$$= \frac{5}{2} \frac{4}{20}.$$

$$\text{Реш. (7) и (8) б (9): } g_1 = \cancel{\frac{5}{2} \frac{E_{0.5U}}{\alpha}} + \frac{E_{0.5U}}{\alpha} = \frac{7}{2} \frac{E_{0.5U}}{\alpha} \quad (10).$$

Итогда  $E_2 = \frac{g_2}{2E_{0.5U}} = \frac{7}{2} \frac{4}{20}$  (т.к. изменение поз. от истинной 2 частички указалось). Изображение картину

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

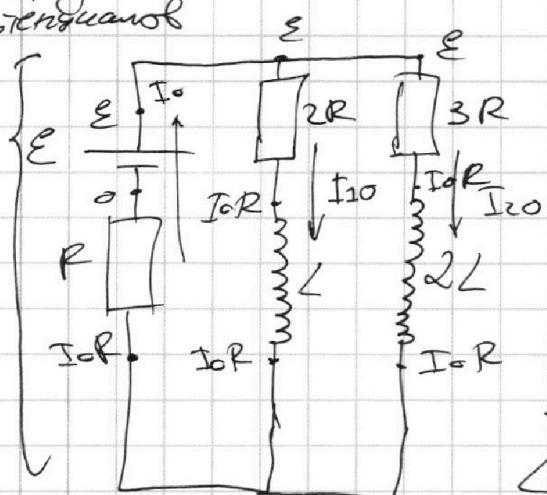


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

## Задание 9.

Также нужно схему при разомкнутом  
контуре. В узле установленная линейка (составление)  
запись, токи, текущие через катушки, постоянны,  
 $\Rightarrow$  напряжение на них равно 0 (т.к.  $\dot{U}_L = L \cdot \dot{I}_L$ ,  
 $\dot{I}_L = \text{const}$ ,  $\Rightarrow \dot{I}_L' = 0$ .)

метод  
нодов



По тому же закону Кулона:

$$I_0 = I_{10} + I_{20} \quad (1)$$

по замкнутое правило

получаем для 2R и 3R:

$$\begin{cases} I_{10} = \frac{E - I_0 R}{2R} \\ I_{20} = \frac{E - I_0 R}{3R} \end{cases} \quad (2)$$

Прич. (2) & (3):

$$I_0 = \frac{E - I_0 R}{2R} + \frac{E - I_0 R}{3R} / \cdot 6R$$

$$6I_0 R = 3E - 3I_0 R + 2E - 2I_0 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 11I_0 R = 5E \Rightarrow I_0 = \frac{5}{11} \frac{E}{R} \quad (3)$$

Подставляем (3) во (2):

$$I_{10} = \frac{E - R \cdot \frac{5}{11} \frac{E}{R}}{2R} = \frac{\frac{6}{11} E}{2R} = \frac{3}{11} \frac{E}{R} // (4)$$

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"/> |

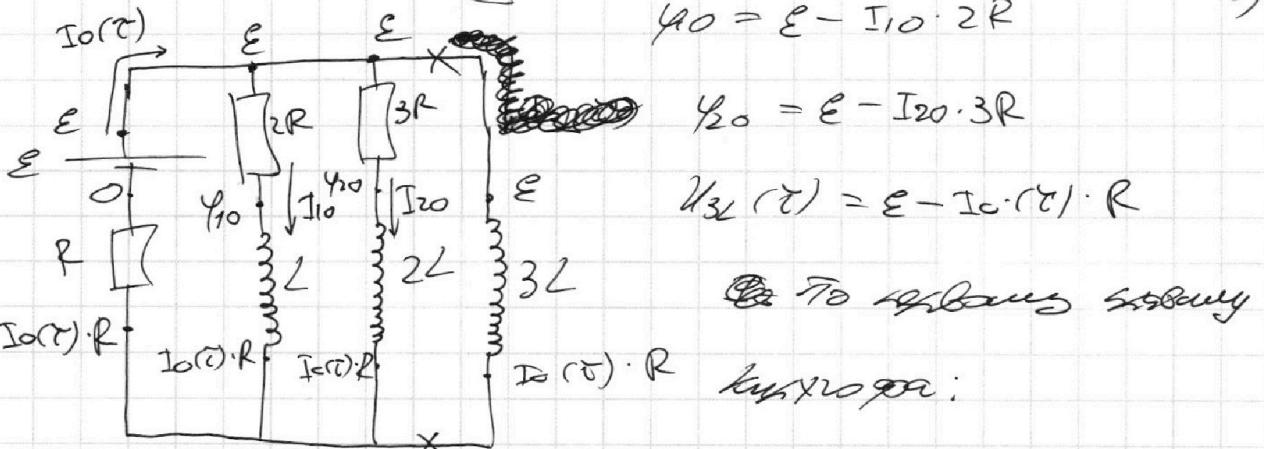
**МФТИ**

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

$$I_{20} = \frac{\mathcal{E} - I_{10}R}{3R} = \frac{\mathcal{E} - R \cdot \frac{5}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}}{3R} = \frac{\frac{6}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}}{3R} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}. \quad (5)$$

В первом приеме надо сказать о том, что замыкание  
 $(t=0)$  кольца: Токи, текущие через катушки, никак  
не меняются, значит,  $I_{10}(t) = I_{10}$ ,  $I_{20}(t) = I_{20}$ ,

$$I_{3L}(t) = 0. \quad (W(t) = W_L(t) + W_{2L}(t) + W_{3L}(t) = \frac{L \cdot I_{10}^2}{2} + \frac{2L \cdot I_{20}^2}{2})$$



$$\mathcal{E}_{10} = \mathcal{E} - I_{10} \cdot 2R$$

$$\mathcal{E}_{20} = \mathcal{E} - I_{20} \cdot 3R$$

$$U_{3L}(t) = \mathcal{E} - I_{10}(t) \cdot R$$

то есть токи в катушках  
не меняются

$$I_{10}(t) = I_{10} + I_{20} = I_0 =$$

$$= \frac{5}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \quad (\text{из } (3) \text{ и } (1)), \text{ отсюда } U_{3L}(t) = \mathcal{E} - \frac{5}{11} \mathcal{E} =$$

$$= \frac{6}{11} \mathcal{E}. \quad U_{3L}(t) = 3L \cdot I_{3L}(t), \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{3L}(t) = \frac{U_{3L}(t)}{3L} = \frac{\frac{6}{11} \mathcal{E}}{3L} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{L} //$$

Второй прием надо со замыканием кольца  
 $(t=t_{\text{уст}})$

и устанавливается линия. Токи, текущие

через катушки постоянны, значит, назначим  
им всех катушек в уст. сост. одинаково.

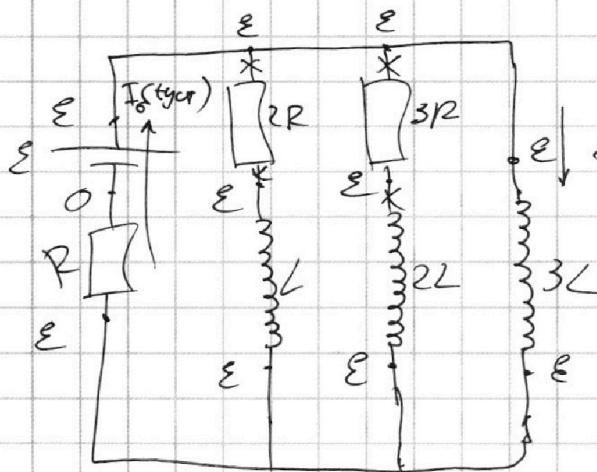
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



У3 метода наложения для

$I_0(t)$  будет  $> 200$  А

такой ток не может быть

$I_{3L}(t)$  не может быть:

$$I_{3L}(t) = I_0(t)$$

По 3-му Ома закону:  $I_0(t) = \frac{E}{R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_{3L}(t) = \frac{E}{R}$$

~~$\Delta I_{3L}(t) = W_3(t) + W_2(t) + W_1(t) = \frac{3L \cdot R^2}{2} =$~~ 

$$= \frac{3}{2} \frac{E^2}{R^2} \quad (7)$$

Задача ом  $t$  до  $t_{\text{час}}$ :

~~$\Delta S = W_3(t) - W_1(t) = \frac{3}{2} \frac{E^2}{R^2} - \left( \frac{2I_0^2}{2} + \frac{2L \cdot I_0^2}{2} \right) =$~~

~~$= \frac{3}{2} \frac{E^2}{R^2} - \left( \frac{4}{2} \cdot \frac{2}{121} \frac{E^2}{R^2} + \left( \frac{4}{2} \cdot \frac{2}{121} \frac{E^2}{R^2} \right) \right) = \frac{121 \cdot 121 - 8}{242 \cdot R^2} =$~~

~~$= \frac{346}{242} \frac{E^2}{R^2} = \frac{173}{121} \frac{E^2}{R^2}$~~

~~$\Delta S = E \cdot q_{\text{час}}, \Rightarrow q_{\text{час}} = \frac{173}{121} \frac{E}{R^2}$  - заменяя, получим~~

запас энергии через  $t$  от  $t = 0$  до  $t = t_{\text{час}}$

член 6

Установим  $t$  макс. значение  $t$ :

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

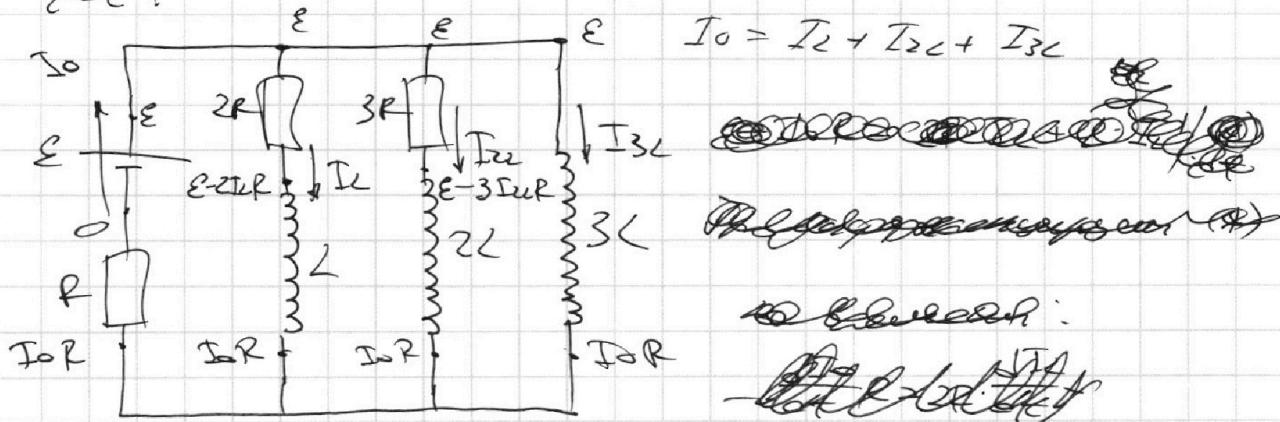
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

$$t = t_0 :$$



~~Составляем уравнение~~

$$2R \cdot I_2 + L \cdot I_2' = 3R \cdot I_{2c} + 2L \cdot I_{2c}' = 3L \cdot I_{3c}' \quad | \cdot dt$$

$$2R \cdot dI_2 + L \cdot dI_2' = 3R \cdot dI_{2c} + 2L \cdot dI_{2c}' = 3L \cdot dI_{3c} \quad (*)$$

Из симметрическое выражение (\*) он ~~здесь~~ же тут:

$$2L \cdot dI_2 + L \cdot (0 - I_0) = 3R \cdot dI_{2c} + 2L \cdot (0 - I_{2c}) = \\ = 3L \cdot (I_{3c} \text{ тут})$$

$$2R \cdot dI_2 - L \cdot I_0 = 3R \cdot dI_{2c} - 2L \cdot dI_{2c} = 3L \cdot \frac{E}{R}$$

Решая (4) и (5):

$$2R \cdot dI_2 - L \cdot \frac{3}{11} \frac{E}{R} = 3R \cdot dI_{2c} - 2L \cdot \frac{2}{11} \frac{E}{R} = 3L \cdot \frac{E}{R} \quad | \cdot 11R$$

$$22R^2 dI_2 - 3L \frac{E}{R} = 33R^2 dI_{2c} - 4L \frac{E}{R} \Rightarrow 33L \frac{E}{R}$$

~~Из симметрии~~

~~22R^2 dI\_2 = 36L^2 dI\_{2c}~~

$$\Rightarrow 22 : 22R^2 \cdot dI_2 = 36L^2, \Rightarrow dI_2 = \frac{36}{22} \frac{L^2 E}{R^2} = \frac{18}{11} \frac{L^2 E}{R^2}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$\varphi_{2L} = \varphi_{2R}, \Rightarrow \left( \varphi_{2L} = \frac{18}{\pi} \frac{e}{R^2} \right) //.$$

Доказал: 1)  $I_{10} = \frac{3}{\pi} \frac{e}{R^2}$ ; 2)  $I_{3L}(r) = \frac{2}{\pi} \frac{e}{r}$ ;

3)  $\varphi_{2R} = \frac{18}{\pi} \frac{e}{R^2}$ .



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

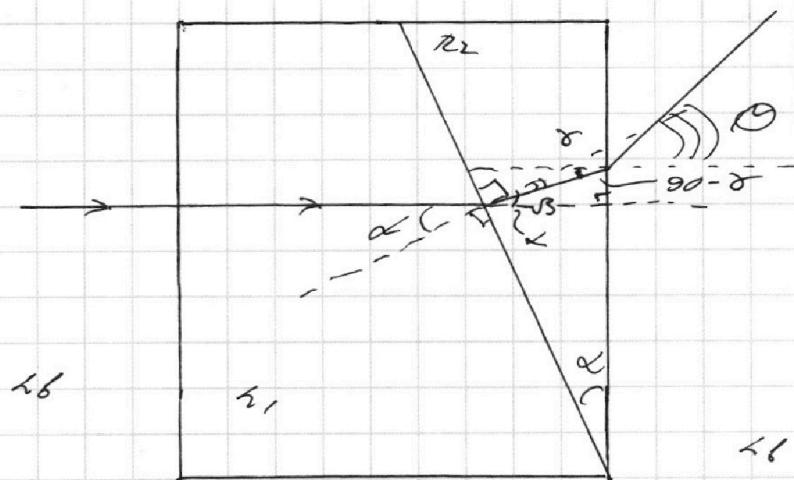
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)

### Задание 3.

Бесконечный ряд от источника, излучающего монохроматическое излучение левосторонне

стремится: Дуга О-Угл, ее концы  
расположены в угле



По заданию Введенной Системы:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta, \text{ где все чистые числа,}$$

$$\Rightarrow n_1 \cdot \alpha = n_2 \cdot \beta, \Rightarrow \beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha$$

$$\gamma = \alpha - \beta = \alpha \left( 1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

$$n_2 \cdot \sin \gamma = l_2 \cdot \sin \theta, \Rightarrow n_2 \cdot \gamma = l_2 \cdot \theta, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{n_2}{l_2} \gamma, \text{ где } l_2 = l_1 \text{ то } \gamma = \theta, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{n_2}{l_1} \cdot \alpha \left( 1 - \frac{n_1}{n_2} \right) = \alpha \left( \frac{n_2}{l_1} - 1 \right) =$$

$$= 0,1 \text{ rad} \cdot \left( \frac{17}{16} - 1 \right) = 0,07 \text{ rad} //$$



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!

2) Для того, чтобы изображение  
в 1<sup>м</sup> высоты в 1<sup>м</sup> необходимо найти точку  
зрения, находящую из системы изображений.

Задано изображение,  $200 \times 6 = 11$ , значит, система изобра-  
жений <sup>только</sup> (изображение в фокусе с кон.  $\frac{1}{11}$ )  
состоит из ~~одного~~ зеркала с углом  $\theta$  к оси офор-  
тации. Наклон зеркала отличает ее  $\theta$  наклонение  
в той же мере на угол  $\theta$ , найденное ранее