

**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**  
**Вариант 11-01**

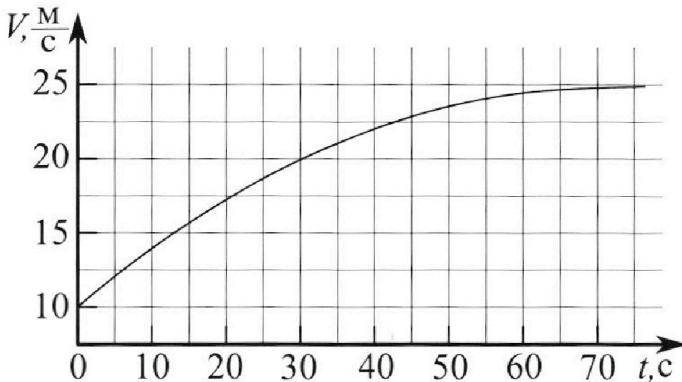


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 ориентировочно 10%.

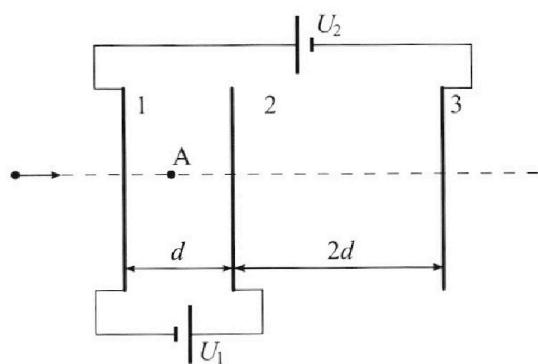


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k w p$ . 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  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  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

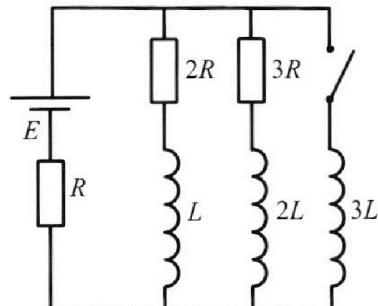


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

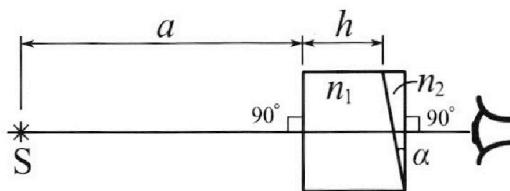
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 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.

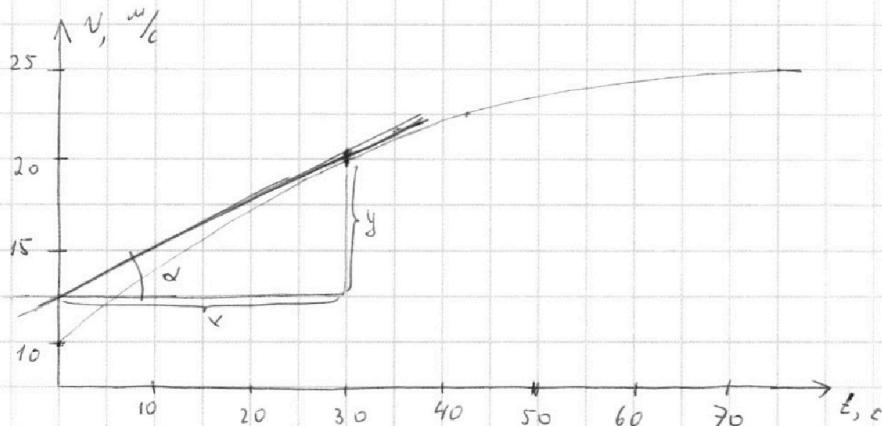
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



1)  $a_1 = v'_1 = \tan \alpha$ , где  $\alpha$  - угол наклона касательной к графику  $v(t)$  в точке  $t = 30$  (с)

Из графика видно, что  $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{1}{2} \Rightarrow a_1 = 0,5 \text{ м/с}^2$

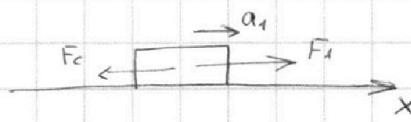
2) В конце разгона ускорение автомобиля 0  $\Rightarrow$  по ЗЗИ:

$F_k - F_k = 0$ , где  $F_k = k v_2$  - сила сопротивления.

$k$  - коэффициент пропорциональности  
 $v_2 = 25 \text{ м/с}$  - конечная скорость

$$\Rightarrow F_k = k v_2 \\ k = \frac{F_k}{v_2}$$

ЗЗИ для автомобиля в момент, когда скорость равна  $v_1$ :



$$x: F_1 - F_k = ma_1$$

$$F_1 - k v_1 = ma_1$$

$$F_1 - \frac{F_k}{v_2} v_1 = ma_1$$

$$\Rightarrow F_1 = ma_1 + \frac{F_k v_1}{v_2} = 1300 \text{ Н}$$



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"/> |

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

МФТИ

3) Мгновенная мощность:  $P_1 = F_1 U_1 = 26000 \text{ Вт} = 26 \text{ кВт}$

Ответ:  $a_1 = 9,5 \text{ м}^2$

$F_1 = 1300 \text{ Н}$

$P_1 = 26 \text{ кВт}$

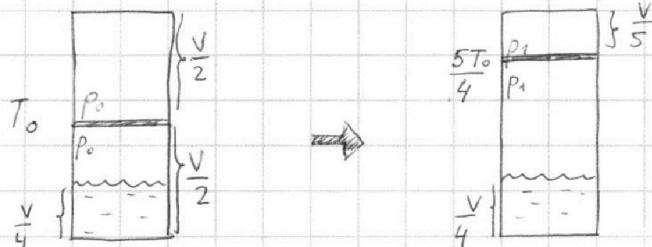
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



1) По ур-ю Менделеева-Капиллона для уменьшения газа в начальном состоянии в верхней и нижней частях:

$$P_0 \frac{V}{2} = V_B R T_0 \Rightarrow V_B = \frac{P_0 V}{2 R T_0} \Rightarrow \frac{V_B}{V_H} = 2$$

$$P_0 \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = V_H R T_0 \quad V_H = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

2) Начальное давление в содре  $P_0 = \frac{4 V_H R T_0}{V}$  создаётся

газообразным  $\text{CO}_2$ . Он растворён в воде в количестве:

$$\Delta V = k P_0 \frac{V}{4} = k \frac{4 V_H R T_0}{V} \frac{V}{4} = V_H k R T_0$$

После нагревания воды весь  $\text{CO}_2$  вышел из неё  $\Rightarrow$  это количество в газообразном состоянии. ~~таким~~  $V_2 = V_H + \Delta V = V_H (k R T_0 + 1)$

При этом он занимает объём  $V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$

т.е. если давление  $\text{CO}_2$  равно  $P_{\text{т.т.}}$ :  $P \cdot \frac{11}{20} V = V_H (k R T_0 + 1) \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0$

$$P = \frac{25 V_H (k R T_0 + 1) R T_0}{11 V}$$

Это газа в ~~верхней~~ части после нагревания кол-во в-ва не изменилось, а давление стало  $P_1$

$$P_1 \frac{V}{5} = V_B R \cdot \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow V_B = \frac{4 P_1 V}{25 R T_0}$$

$$\text{т.к. } \frac{V_B}{V_H} = 2, \text{ то } V_H = \frac{2 P_1 V}{25 R T_0}$$

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

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

МФТИ

Запись

$$P = \frac{25 RT_0 (kRT_0 + 1)}{11V} \cdot \frac{2P_1 V}{25RT_0} = \frac{2 (kRT_0 + 1)}{11} P_1$$

В конечном состоянии давление в верхней части  $P_1$ , а  
поршень в равновесии  $\Rightarrow$  в нижней части давление  $p_1$ .  
Оно состоит из давления  $CO_2$ , т.е.  $p$  и давление паров  
воды, которое при температуре  $\frac{5T_0}{4} = 373 K$  равно  $P_A$ .

т.е.

$$\begin{aligned} p_1 &= P_A + p \\ p_1 &= P_A + \frac{2}{11} (kRT_0 + 1) P_1 \\ P_1 &= \frac{P_A}{1 - \frac{2}{11} (kRT_0 + 1)} \end{aligned}$$

Запись ур-е Менделеева-Клапейрона для  $CO_2$  в верхней  
части поршня  $g_0$  и после нагрева:

$$\begin{aligned} p_0 \frac{V}{2} &= V_0 R T_0 \\ p_1 \frac{V}{5} &= V_0 R \cdot \frac{5T_0}{4} \quad \Rightarrow \quad p_0 = \frac{8}{25} P_1 \end{aligned}$$

$$\text{т.е. } P_0 = \frac{8}{25} \cdot \frac{P_A}{1 - \frac{2}{11} (kRT_0 + 1)} = \frac{88}{175} P_A$$

Очевидно:

$$\frac{V_0}{V_1} = 2$$

$$P_0 = \frac{8}{25 \left( 1 - \frac{2}{11} (kRT_0 + 1) \right)} P_A = \frac{88}{175} P_A$$

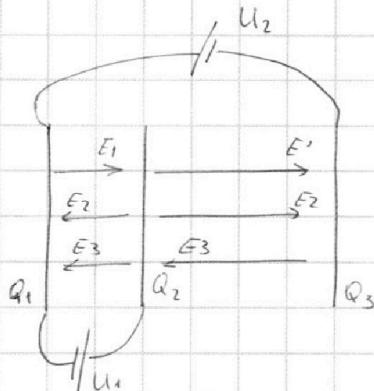
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



i) после подыскивания потенциалов пластин получили заряды  $Q_1, Q_2, Q_3$ .

Разность потенциалов между 1 и 2 пластинами:  $U_1$ ,  
между 1 и 3 пластинами  $U_2$   
т.е. между 2 и 3:  $U_1 + U_2$

Пусть  $S$  - площадь пластины. Предположим, что  
 $Q_1 > 0, Q_2 > 0, Q_3 > 0$ .

Тогда:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$(E_1 - E_2 - E_3)d = U_1$$

$$(E_1 + E_2 - E_3) \cdot 2d = -(U_1 + U_2)$$

$$\text{т.е. } E_1 = \frac{|Q_1|}{2S} = \frac{Q_1}{2S}$$

$$E_2 = \frac{|Q_2|}{2S} = \frac{Q_2}{2S}$$

$$E_3 = \frac{|Q_3|}{2S} = \frac{Q_3}{2S}$$

с учётом того, что  $U_1 = U$ ;  $U_2 = 4U$ :

$$\text{т.е. } \int Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\int Q_1 - Q_2 - Q_3 d = 4U$$

$$\int Q_1 + Q_2 - Q_3 \cdot 2d = -5U$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Q_1 = \frac{U}{d} \\ Q_2 = -\frac{7U}{2d} \\ Q_3 = \frac{5U}{2d} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{U}{2d} \\ E_2 = \frac{7U}{4d} \\ E_3 = \frac{5U}{4d} \end{cases}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

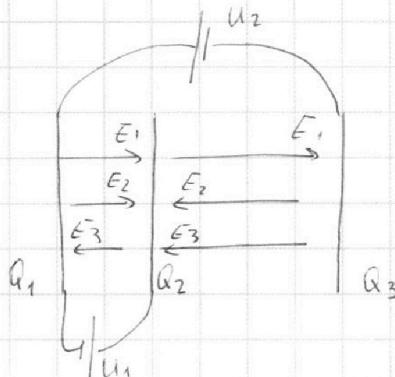
7

МФТИ



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

Написав картику пачки, соответствующих решению  
задачи.



Таким образом, для частицы между сечками 1 и 2:

$$(E_1 + E_2 - E_3)q = ma_{12}$$

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

2) Энергия частицы в потенциальной электростатической поле сохраняется.

$$\Rightarrow K_1 + q\varphi_1 = K_2 + q\varphi_2, \text{ где } \varphi_1, \varphi_2 - \text{ потенциалы 1 и 2 сечек}$$

$$K_1 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$K_1 - K_2 = qU_1, \text{ т.к. } U_1 = U$$

тогда

$$K_1 - K_2 = qU$$

3) скорость частицы у сечки 1 равна  $v_0$ .

$$\text{ДО Зад: } \frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{mv_A^2}{2} + q\varphi_A$$

$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + q(\varphi_1 - \varphi_A)$$

$$\varphi_1 - \varphi_A = (E_1 + E_2 - E_3) \cdot \frac{d}{3} = \frac{U}{3} \Rightarrow \frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{qU}{3}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{2qU}{3m}}$$

Ответ:  $a_{12} = \frac{Uq}{md}$

$$K_1 - K_2 = qU$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{2qU}{3m}}$$

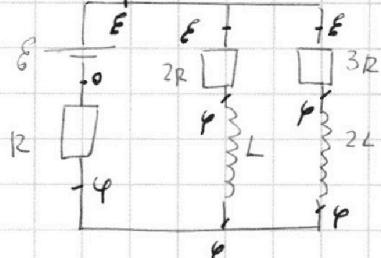
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



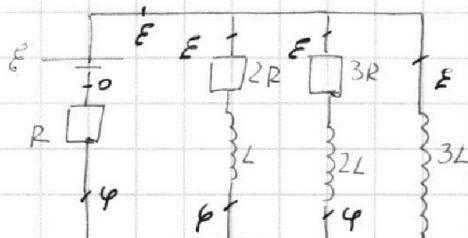
1) ищут разности потенциалов.  
усл. постоянн.  $\Rightarrow U_L = U_{2L} = 0$

воспользовались методом потенциалов

$$3(3) \text{ по узлу: } \frac{\varphi - 0}{R} = \frac{E - \varphi}{2R} + \frac{E - \varphi}{3R}$$

$$\varphi = \frac{5E}{11}$$

$$\Rightarrow I_{10} = \frac{E - \varphi}{2R} = \frac{6E}{11 \cdot 2R} = \frac{3E}{11R}$$



2) сразу после замыкания ключа.  
ток через катушки скачком  
не меняется  
 $\Rightarrow I_L = I_{10}$   
 $I_{3L} = 0$

воспользовались методом  
потенциалов

П.к. ток через катушки не изменился, то ток через R не  
изменился  $\Rightarrow U_R$  не изменилось.  $U_R = \varphi$

~~$$U_{10} = E - \varphi$$~~

$$\Rightarrow U_{3L} = E - \varphi = \frac{6E}{11}$$

$$\text{и/и} \quad \text{этот} \quad U_{3L} = 3L \cdot I'_{3L} \Rightarrow I'_{3L} = \frac{U_{3L}}{3L} = \frac{6E}{11 \cdot 3L} = \frac{2E}{11L}$$

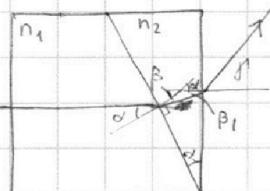
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) Все углы малые.

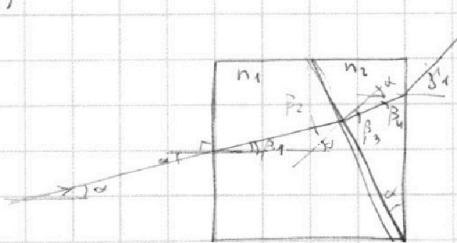
Запишем закон преобразования для угла переходящего из  $n_1 \rightarrow n_2$ :

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \\ n_1 \alpha = n_2 \beta \Rightarrow \beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha$$

для угла переходящего из  $n_2 \rightarrow \text{воздух}$ :

$$n_2 \sin \beta_1 = n_\ell \sin \gamma \\ n_2 \beta_1 = n_\ell \gamma \Rightarrow \gamma = \frac{n_2}{n_\ell} \beta_1 \\ \beta_1 = \alpha - \beta = \alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha = \frac{n_2 - n_1}{n_2} \alpha \\ \Rightarrow \gamma = \frac{n_2}{n_\ell} \frac{n_2 - n_1}{n_2} \alpha = \frac{n_2 - n_1}{n_\ell} \alpha = 0,07 \text{ rad}$$

2)



пушими луч из источника под углом  $\alpha$  к горизонту  
и прошедши за его ходом.

Запишем несколько раз закон преобразования с  
учетом, что все углы малые, т.е.  $\sin \varphi \approx \varphi$

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!

$$\alpha = n_1 \beta_1 \Rightarrow \beta_1 = \frac{n_2 - n_e}{n_1}$$

$$\beta_2 = \alpha - \beta_1 = \alpha \frac{n_1 - n_e}{n_1}$$

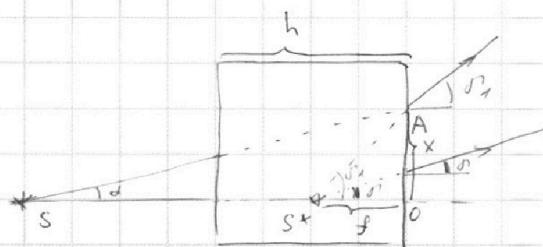
$$n_1 \beta_2 = n_2 \beta_3 \Rightarrow \beta_3 = \frac{n_1}{n_2} \beta_2 = \alpha \frac{n_1 - n_e}{n_2}$$

$$\beta_4 = \alpha - \beta_3 = \alpha \frac{n_2 - n_1 + n_e}{n_2}$$

$$n_2 \beta_4 = n_e \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{n_2}{n_e} \beta_4 = \alpha \frac{n_2 - n_1 + n_e}{n_e}$$

Заметили только, что из-за наклонства узла падение  $\alpha$   
представление падающего узла попадает в точку выхода  
представляемого узла из системы.

Рассмотрим на схеме как это происходит



$S'$  - видимое изображение

$$\text{из } \triangle SOA: \tan \alpha = \frac{OA}{SO} = \frac{x}{a+h} \approx \alpha$$

$$\text{из } \triangle S'OA: \tan \beta_1 = \frac{x}{f} \approx \beta_1$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha}{\beta_1} = \frac{f}{a+h} = \frac{\alpha}{(n_2 - n_1 + n_e)}$$

$$\Rightarrow f = \frac{(a+h) n_e}{n_2 - n_1 + n_e}$$

может зависеть от изображения его предшествующего

$$d_1 = \frac{a+h}{1,7} \approx 120 \text{ см}$$

3) Ход лучей аналогичен ходу лучей пункта 2, т.е.

$$d_2 = \frac{a+h}{1,2} \approx 170 \text{ см}$$

Очевидно:  $\alpha = 0,07 \text{ rad}$

$$d_1 = 120 \text{ см}$$

$$d_2 = 170 \text{ см}$$

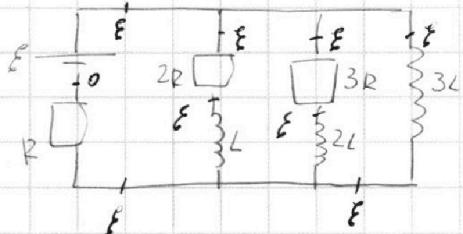
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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



3) Ключ замкнут  
уч. токами  $\Rightarrow$  напряжение на катушках нет

использование метода начальных

$$\text{П.к. } U_{2R} = U_{3R} = 0, \text{ то } I_{2R} = I_{3R} = 0$$

$$\text{при этом } I_{3L} = I_R = \frac{E}{R}$$

$$\text{В: } \text{Сумм. правило} \quad U_{2R} + U_L = U_{3L} \quad \text{всегда}$$

$$2R I_{2R} + L I'_L = 3L I'_{3L}$$

$$2R I_{2R} + L \frac{\Delta I_L}{\Delta t} = 3L \frac{\Delta I_{3L}}{\Delta t}$$

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

последовательно за время, пока никто замкнут:

$$2R \Sigma \Delta q_{2R} \neq L \Sigma \Delta I_L = 3L \Sigma \Delta I_{3L}$$

$$2R q_{2R} + L (v - I_{10}) = 3L \left( \frac{E}{R} - v \right)$$

$$q_{2R} = \frac{18LE}{11R^2}$$

$$\text{Отбсм: } I_{10} = \frac{3E}{11R}$$

$$I'_{3L} = \frac{2E}{11L}$$

$$q_{2R} = \frac{18LE}{11R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

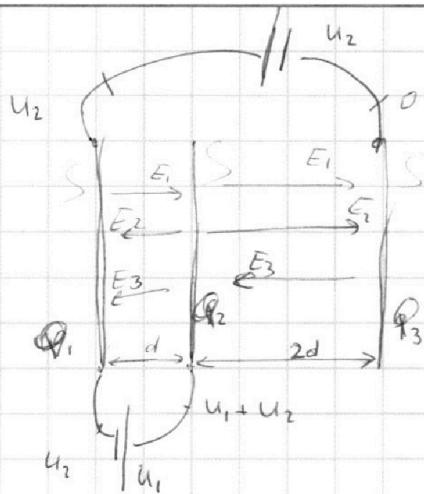
решение которой представлено на странице:



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



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$E_1 = \frac{Q_1}{2S} \quad \text{ибо } Q_1, Q_2, Q_3 > 0$$

$$E_2 = \frac{Q_2}{2S}$$

$$E_3 = \frac{Q_3}{2S}$$

~~$$(E_1 - E_2 - E_3)d = U_1$$~~

~~$$(E_1 + E_2 - E_3) \cdot 2d = U_1 + U_2$$~~

~~$$Q_1 - Q_2 - Q_3 = \frac{2U_1 S}{d}$$~~

~~$$Q_1 + Q_2 - Q_3 = \frac{2(U_1 + U_2) S}{d}$$~~

~~$$Q_3 = Q_1 + Q_2 - \frac{(U_1 + U_2) S}{d}$$~~

~~$$Q_2 = Q_1 - Q_3 - \frac{2U_1 S}{d}$$~~

~~$$\frac{4S}{d} = Q_1 = \frac{U_1 S}{d} = \frac{US}{d}$$~~

~~$$-\frac{7US}{2d} = Q_2 = -\frac{(3U_1 + U_2) S}{2d}$$~~

~~$$\frac{5US}{2d} = Q_3 = \frac{(U_1 + U_2) S}{2d}$$~~

$$-\frac{2SU_1}{d} - Q_2 - Q_3 - Q_2 + Q_3 = \frac{(U_1 + U_2) S}{d}$$

$$-\frac{2U_1 S}{d} - \frac{(U_1 + U_2) S}{d} = 2Q_2$$

$$2Q_2 = -\frac{2(U_1 S + U_1 S + U_2 S)}{d} = -\frac{4U_1 S}{d} - \frac{2U_2 S}{d}$$

$$\frac{2SU_1}{d} - \frac{1}{2}(3U_1 + U_2) S + Q_3 - \frac{1}{2}(3U_1 + U_2) S + Q_3 = 0$$

$$2Q_3 = \frac{1}{2} \cdot 3U_1 S + U_2 S + \frac{3U_1 S + U_2 S - 2U_1 S}{d} = \frac{U_1 S + U_2 S}{d}$$

$$2U_1 + 7U_2 - 5U_1$$

$$4d$$

$$\frac{U_1}{d} = m_1$$

$$\frac{U_2}{d} = f$$

$$Q_3 = \frac{1}{2}(2U_1 + U_2) S$$

$$Q_1 = \frac{2U_1 S}{d}$$

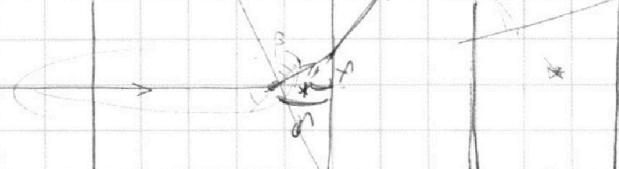
$$2U_1 + 7U_2 - 5U_1$$

$$4d$$

$$m_2 f$$

$$U_2^2 + \frac{2qU}{3m}$$

$$f - f = (m_2 - 1)f$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



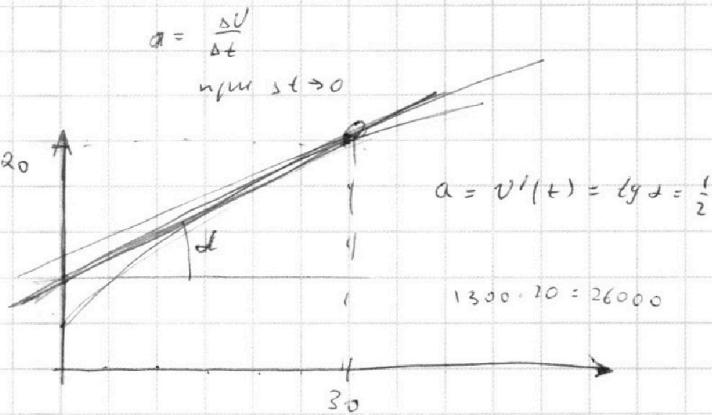
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

$$F_c \leftarrow \rightarrow F_T$$

$$\Rightarrow a_1 = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$



$$2) F_1 - F_c = ma_1$$

$$F_1 - kV_1 = ma_1$$

$$F_1 - \frac{F_k}{V_1} V_1 = ma_1$$

$$F_1 = ma_1 + F_k \frac{V_1}{V_1}$$

$$1800 \cdot \frac{1}{2} + 500 \cdot \frac{20}{25} =$$

$$= 900 + 400 = 1300$$

$$F_k = F_{k_1}$$

$$F_k = k V_1 \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_1}$$

$$\frac{P_0 V_0}{2 P_1 V_1} = \frac{V_0 R T_0}{V_1 R T_1}$$

$$3) P_1 = F_1 V_1$$

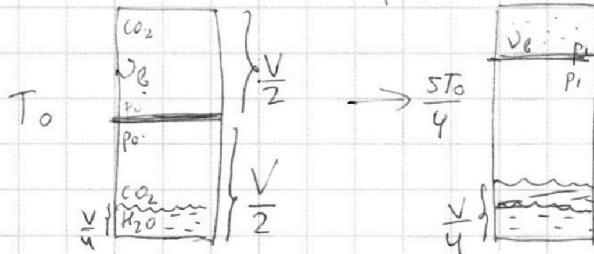
$$\frac{P_0}{2 P_1} = \frac{4}{5}$$

$$P_0 = \frac{8}{5} P_1$$

$$P_0 \frac{V}{2} = V_0 R T_0$$

$$P_1 \frac{V}{5} = V_0 \frac{R T_0}{4} \rightarrow P_1 = \frac{3}{5} V_0 R T_0$$

$$V_0 = \frac{4 P_1 V}{25 R T_0}$$



$$P_{CO_2} \frac{V}{4} = V_{CO_2} R T_0 \quad \text{и } V_{CO_2} = V_0 - V_0 = V_0$$

$$P_{CO_2} = \frac{4 V_{CO_2} R T_0}{V}$$

$$\Delta V = k \frac{4 V_{CO_2} R T_0}{V} \quad \frac{V}{4} = k V_{CO_2} R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{2} = V_0 R T_0$$

$$V_0 = \frac{2 P_1 V}{25 R T_0}$$

$$\frac{4}{2} = \frac{V_0}{V_H}$$

$$\frac{V_0}{V_H} = 2$$

$$V_H = V_0$$

$$\frac{P_0 V}{2 P_1 V} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{P_0}{P_1} = \frac{8}{25} \quad P_0 = \frac{8}{25} P_1$$

$$P_0 = \frac{25}{8} P_1$$

$$V_{CO_2} = V_H$$

$$P_1 = P_0 + \frac{25}{8} V R T_0 (k R T_0 + 1)$$

$$\frac{5 \cdot 20}{4 \cdot 11} = \frac{25}{11}$$

$$20 - 4 = 16$$

$$V_H ( ) R T_0$$

$$P_0 \frac{11 V}{20} = (V_{CO_2} + \Delta V) R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{11}{20} P_0 V = (k R T_0 V_{CO_2} + V_{CO_2}) R T_0$$

$$\frac{11}{20} P_0 V = V_{CO_2} R T_0 (k R T_0 + 1)$$

$$P_0 \frac{V}{2} = V R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{2} = V R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

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

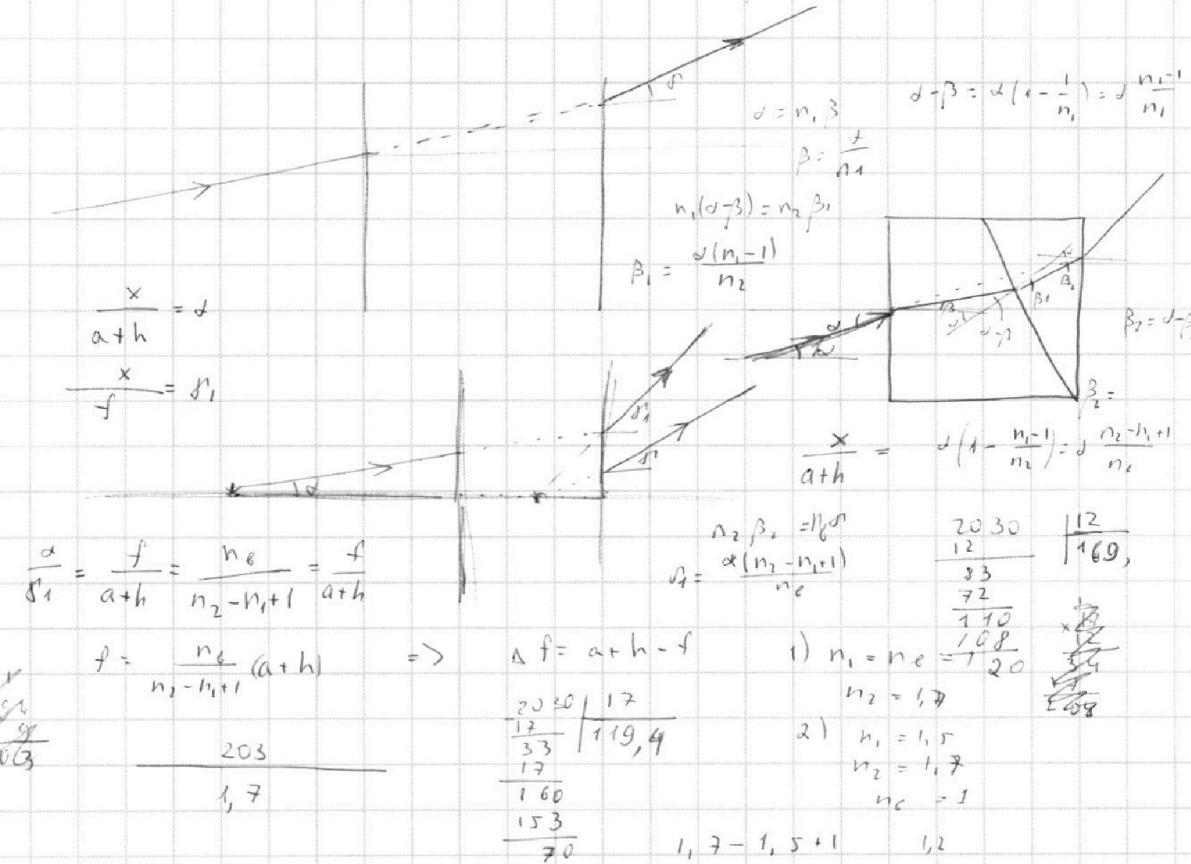
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

МФТИ

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





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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



 МФТИ

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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

$$P_A \frac{25}{11} \frac{RT_0(kRT_0+1)}{\sqrt{25RT_0}} = \frac{2P_1V}{11k(kRT_0+1)} \quad \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 + 1 = 2$$

$$P_A \frac{11}{20} V = V_B R \frac{5}{4} T_0 \quad \frac{1}{11} \left( \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \right) \quad 1 - \frac{4}{11} = \frac{7}{11}$$

$$\frac{3}{11} = \frac{36}{11}$$

$$P_1 = P_A + \frac{2}{11}(kRT_0+1) \quad P_1 = \frac{1}{17.5} P_A$$

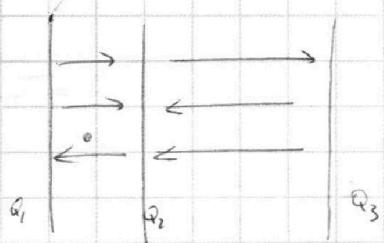
$$\frac{3}{11} = \frac{3}{11}$$

$$P_1 \left( 1 - \frac{2}{11}(kRT_0+1) \right) = P_A \quad P_1 = \frac{P_A}{1 - \frac{2}{11}(kRT_0+1)}$$

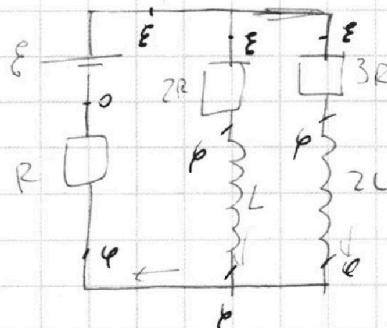
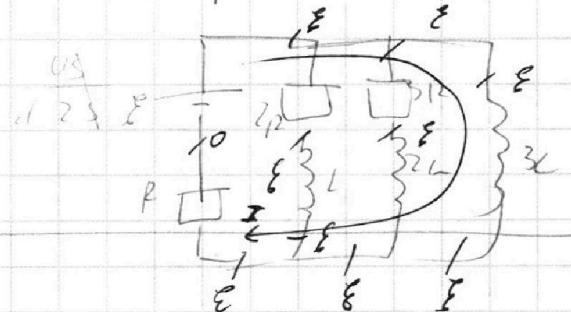
$$\frac{8}{25} \left( 1 - \frac{2}{11} \right) = \frac{36}{11R} \quad \frac{8}{25} \cdot \frac{11}{7} = \frac{88}{175}$$

$$8Dy = L \cdot \frac{36E}{11R}$$

$$q = \frac{18E}{11LR^2}$$



$$(E_1 + E_2 - E_3)q = ma$$

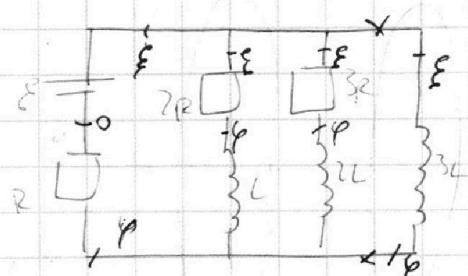


$$1) \frac{\varphi}{R} = \frac{E-4}{2R} + \frac{E-4}{3R} \quad 1.6 \quad \frac{E}{R}$$

$$6\varphi = 3E - 34 + 2E - 24$$

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

$$I_0 = \frac{6E}{11 \cdot 2R} \Rightarrow \boxed{I_0 = \frac{3E}{11R}}$$



$$2) U_{3L} = E - \varphi = \frac{6E}{11} - 3LJ'$$

$$J' = \frac{6E}{11 \cdot 3L}, \quad J' = \frac{2E}{11L}$$

$$U_{2R} + U_1 = U_{3L} \quad \frac{3L}{R} + \frac{3L}{11 \cdot 2} = \frac{36L}{11R} =$$

$$2RJ_1 + L J_2' + L \Delta J_2 = 3L \Delta J_3$$

$$= N^2 q$$

$$2Rq + L (0 - I_0) = 3L \left( \frac{E}{R} - 0 \right)$$

$$q = \frac{N^2 L}{11}$$