



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-02

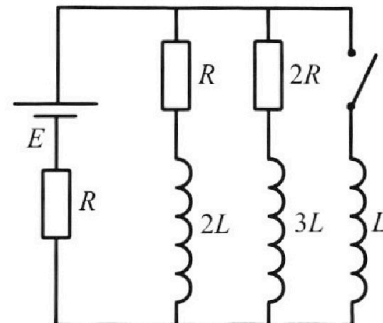


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  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  $n_v = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  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.

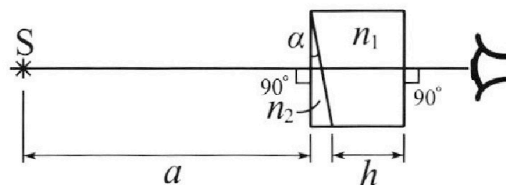


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



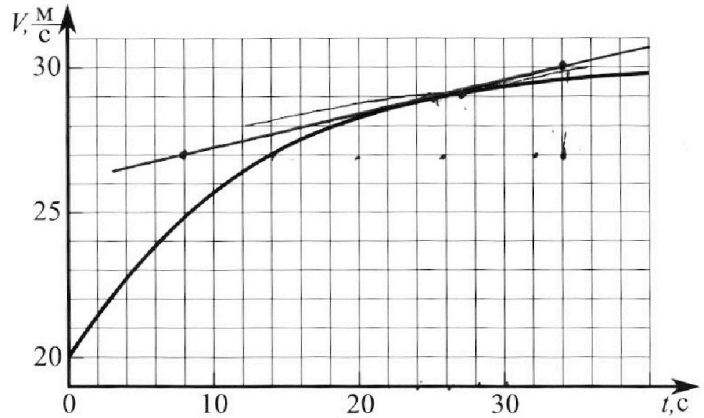
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 405$  Н.



- Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.
- Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .

- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?

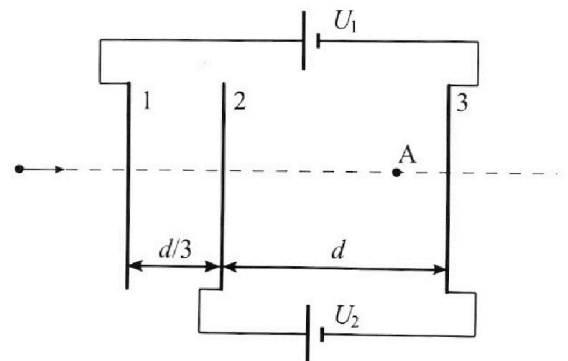
Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 азот, 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 нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите конечное давление в сосуде  $P$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 2U$  и  $U_2 = U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

### Задача №1

1) Проведем касательную к графике в точке  $V_1 = 27 \text{ м/с}$

проведенная: прямая -  $v = v_0 + at$

Найдем пару точек на пересечении клеточек, через которые проходит прямая

$$\Rightarrow a \approx \frac{3 \text{ м/с}}{14 \cdot 2 \cdot \text{с}} \approx 0,106 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

ответ:  $a \approx 0,106 \text{ м/с}^2$

2) посмотрев на график, заметим, что при  $v \rightarrow 30 \text{ м/с}$   
 $v' \rightarrow 0$

Тогда пусть  $v_k = 30 \text{ м/с}$  (конечная скорость)

Т.к. сила сопротивления пропорциональна  $v$

пусть  $F_c = kv$  (где  $F_c$  - сила сопротивления,  $k$  - коэффициент пропорциональности)

$$\Rightarrow F_k = kv_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{405}{30} = 13,5 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$F_1 = kv_1 = 13,5 \cdot 27 = 364,5 \text{ Н}$$

ответ:  $F_1 = 364,5 \text{ Н}$

3) В конце разгона вся мощность  $P$  уходит на преодоление силы сопротивления

$$\Rightarrow P = \frac{A_{F_k}}{\Delta t} = F_k \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = F_k \cdot v_k$$

В момент  $v = v_1$ :

(искомая пропорция)  $\eta = \frac{F_c \cdot v_1}{P} = \frac{k v_1^2}{F_k v_k} = \frac{13,5 \cdot 27^2}{405 \cdot 30} = 0,81$

ответ:  $\eta = 0,81$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

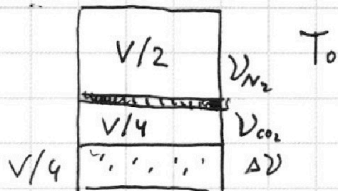
1  2  3  4  5  6  7



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



### Задача №2



1) Т.к. поршень невесомый, давления в обеих частях сосуда равны.

Т.к. поршень делит сосуд пополам, а вода занимает  $\frac{V}{4}$ , объем  $\text{CO}_2$

(Здесь  $\nu_{\text{N}_2}, \nu_{\text{CO}_2}$  - кол-ва газообразных азота и углекислого газов)

$$\nu_{\text{CO}_2} = V - \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

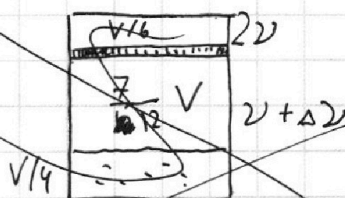
из уравнения состояния идеального газа  $pV = \nu RT$

т.к.  $RT = \text{const}$  (до нагрева)

$$p \sim \frac{\nu}{V} \Rightarrow \frac{\nu_{\text{N}_2}}{V/2} = \frac{\nu_{\text{CO}_2}}{V/4}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{\text{N}_2}}{\nu_{\text{CO}_2}} = 2$$

2)



пусть  $\nu_{\text{CO}_2} = \nu$

тогда после нагревания в верхней части  $2\nu$  газа в нижней  $\nu + \Delta\nu$

(т.к. из условия при температуре  $T$   $\text{CO}_2$  почти не растворим в воде, следовательно он весь "выйдет" из жидкости в газообразное состояние)

$$\nu_{\text{CO}_2}' = V \left( 1 - \frac{1}{6} - \frac{1}{4} \right) = \frac{7}{12} V$$

из закона Клапейрона - Менделеева и уравнения состояния идеал. газа

$$p \cdot \frac{1}{2} V = p \cdot \frac{1}{4} V \cdot \frac{\nu + \Delta\nu}{\nu} \Rightarrow \frac{\nu + \Delta\nu}{\nu} = 2 \Rightarrow \Delta\nu = \nu$$

из закона Генри  $\Delta\nu = k \cdot p \cdot \frac{V}{4}$ ;  $p \cdot \frac{V}{4} = \nu R T_0$

Продолжение решения задачи 2 на обороте →



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

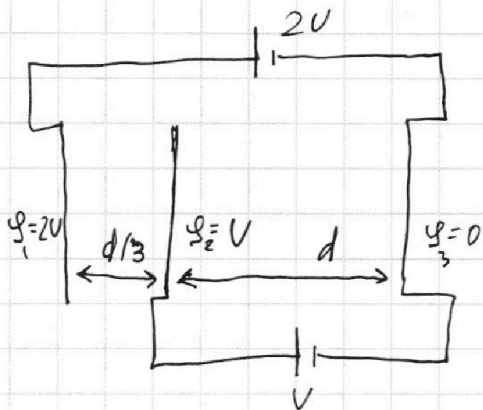
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



### Задача №3



1) Пусть потенциал самой правой пластинки  $\varphi_3 = 0$

Тогда  $\varphi_2 = U$  (т.к.

пластинки 2 и 3 соединены через источник с напряжением  $U$ )

⇒ т.к.  $U = Ed$

$$E_{23} = \frac{U}{d} \Rightarrow a_{23} = \frac{E_{23}q}{m}$$

$$= \frac{Uq}{dm}$$

Ответ:  $a_{23} = \frac{Uq}{dm}$

2)  $K_3 - K_2 = qU$  (т.к. разница потенциалов между пластинами равна  $U$ , работа эл. поля над частицей =  $qU$ . из закона сохр. энергии  $K_2 + A = K_3$ )

Ответ:  $qU$

3) т.к. из условия размеры сеток значительно больше  $d$ , можно считать, что поле между парой соседних сеток однородно.

Тогда  $K' = qU + \frac{2}{3}d \frac{qU}{d} = \frac{5}{3}qU$

( $K'$  - кинетическая энергия частицы в данной точке на расстоянии  $\frac{2}{3}d$  от сетки 2)

$$\Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{5}{3}qU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{10}{3} \frac{qU}{m}}$$

Ответ:  $v = \sqrt{\frac{10}{3} \frac{qU}{m}}$

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

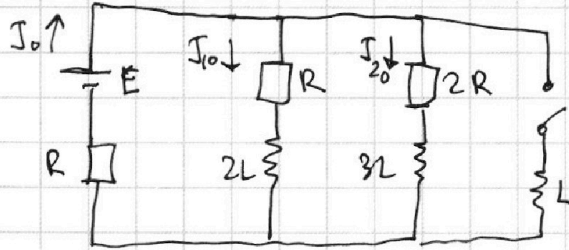
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

Задача №4



1) При ~~за~~ размыкании ток ~~в~~ цепи постоянный

из закона Ома для полной цепи

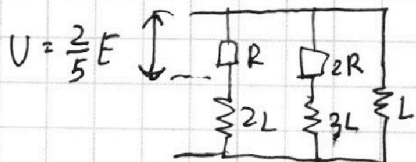
$$I_0 = \frac{E}{\Sigma R} = \frac{E}{R + \frac{2}{3}R} = \frac{3}{5} \frac{E}{R} \quad (I_0 - \text{ток через источник})$$

$$\begin{cases} I_{10} + I_{20} = I_0 \\ I_{10} R = I_{20} \cdot 2R \end{cases} \quad I_{20} = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \frac{E}{R} = \frac{1}{5} \frac{E}{R}$$

ответ:  $I_{20} = \frac{E}{5R}$

~~2) сразу после замыкания ключа ЭДС индукции  $\mathcal{E}_i$  катушки L равна напряжению на резисторах 2R и R~~

2) сразу после замыкания ключа ток еще не изменился и напряжения на резисторах те же.



ЭДС индукции катушки L  $\mathcal{E}_i = E - I_0 R =$

$\mathcal{E}_i = \frac{2}{5} E \Rightarrow I' = \frac{\mathcal{E}_i}{L} = \frac{2}{5} \frac{E}{L}$

ответ:  $I' = \frac{2}{5} \frac{E}{L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

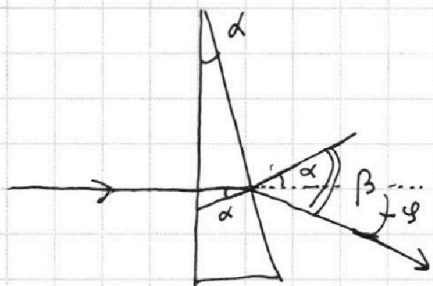


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



### Задача №5

1) Т.к.  $n_1 = n_2$ , можно считать, что в данных условиях  $n_1$  нет (она из воздуха)



Т.к. луч падает на призму перпендикулярно левой грани там он не преломляется.

На правую грань луч падает под углом  $\alpha$  к нормали

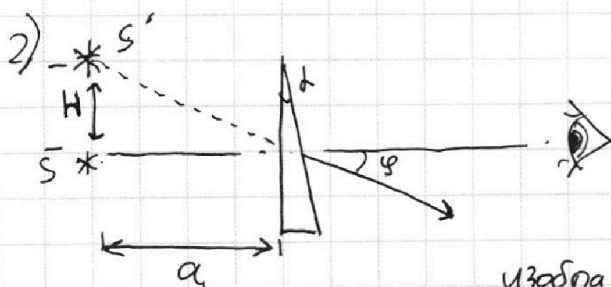
и выходит под углом  $\beta$  к ней.

тогда 
$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n_2}{n_1} = 1,6$$

Т.к. угол  $\alpha$  малый  $\sin \alpha \approx \alpha$   
 $\Rightarrow \sin \beta \approx \beta$   
 $\Rightarrow \beta = 1,6 \cdot \alpha$

Угол отклонения 
$$\varphi = \beta - \alpha = \alpha(n_2 - 1) = 0,05 \cdot 0,6 = 0,03$$

Ответ:  $\varphi = 0,03$  рад



Т.к. лучи, выходящие из источника будут ~~отклоняться~~ отклоняться

на угол  $\varphi$ , смещение изображения  $H = a \sin \varphi \approx a \cdot \varphi =$

$200 \text{ см} \cdot 0,03 = 6 \text{ (см)}$

Ответ: 6 см

Продолжение решения на другой стр. ~~на обороте~~



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

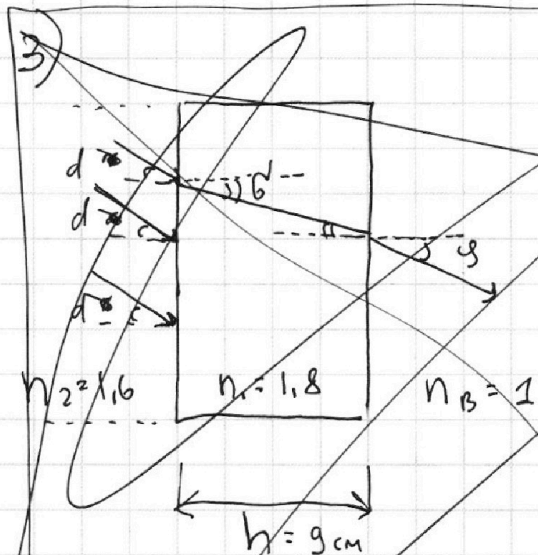
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

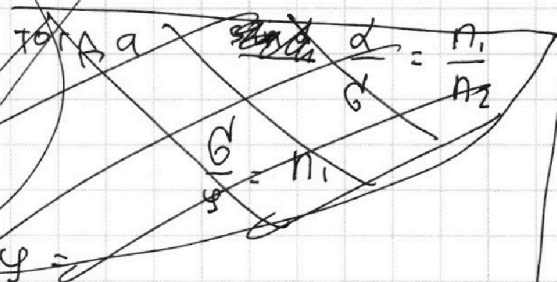
МФТИ

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

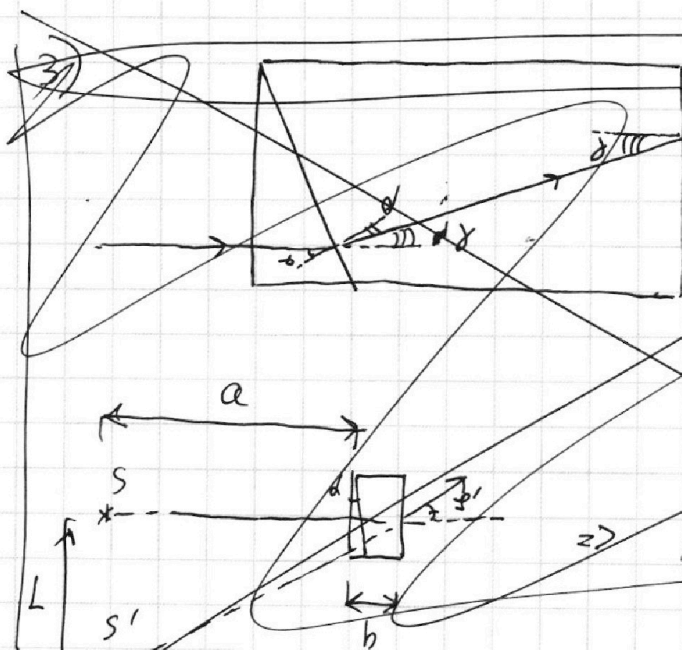
~~Задача №5 (продолжение)~~



Т.к. толщина призмы  $n_2$  сильно меньше  $h$ , можно считать левую сторону призмы  $n_1$  перпендикулярной главной оптической оси, а лучи, падающие на нее параллельными под углом  $\alpha$



лучи должны



$$\frac{\alpha}{\gamma} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1.8}{1.6}$$

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

$$\frac{\alpha}{\gamma} = n_1 \Rightarrow \alpha' = \alpha (n_1 - n_2)$$

$$\approx 0.05 (1.8 - 1.6)$$

$$\approx 0.01 \text{ рад}$$

$$\Rightarrow L = (a + b) \alpha' = 2.09 \text{ см}$$

ответ: 2.09 см



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

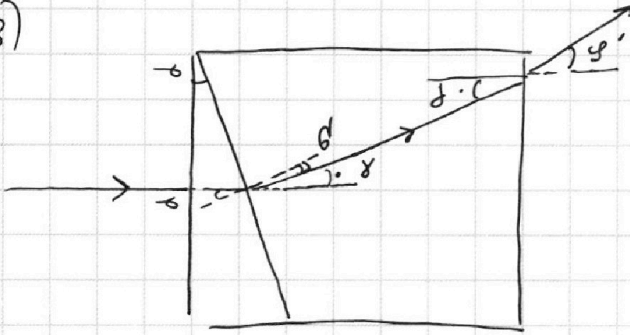
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**МФТИ**

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

### Задача № 5 (продолжение)

3)



$$\frac{d}{b} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.8}{1.6}$$

$$\Rightarrow b = d \frac{n_2}{n_1}$$

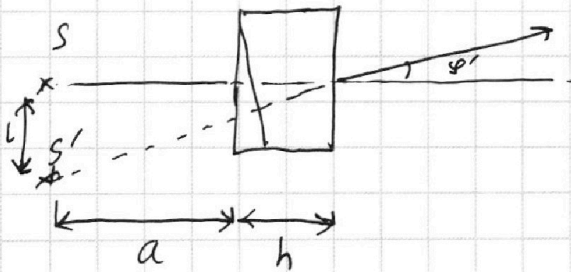
$$y = d - b = d \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$\frac{y'}{y} = n_1 \Rightarrow y' = y n_1 =$$

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

$$= 0.05 (1.8 - 1.6) =$$

$$= 0.01 \text{ рад}$$



$$L = (a+h) y' = 0.01 \cdot 209 \text{ см} = 2.09 \text{ см}$$

Ответ: 2,09 см



1  2  3  4  5  6  7

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

### Задача №1

1) посмотрев на график  $v(t)$ , можно прийти к выводу, что при  $v \approx 30 \text{ м/с}$   $v' = 0$   
пусть  $v_k = 30 \text{ м/с}$  (конечная скорость)

сила сопротивления движению пропорциональна скорости. Пусть  $F_c = k \cdot v$ , где  $k$  - коэффициент пропорциональности  
( $F_c$  - сила сопротивления)

Мощность ~~двигателя~~ двигателя -  $P = \text{const}$  (из условия)

$$P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{F_T \cdot \Delta x}{\Delta t} = F_T \cdot v$$

(здесь  $F_T$  - сила тяги, ускоряющая мотоцикла)

из условия конечная  $F_k = 405 \text{ Н}$

$$F_k = v_k \cdot k \Rightarrow \text{отсюда } k = \frac{405}{30} = 13,5 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$F_{Tk} = \frac{P}{v_k} \quad - \text{ (здесь } F_{Tk} \text{ - конечная сила тяги)}$$

Т. к. при  $v = v_k$   $v' = 0 \Rightarrow \sum F = 0$

$$v_k \cdot k = \frac{P}{v_k} \Rightarrow P = v_k^2 \cdot k = 30^2 \cdot 13,5 = 13,5 \cdot 900 = 12150 \text{ Вт}$$

при  $v = v_1 = 27 \text{ м/с}$ :

II закон Ньютона:

$$m a = \frac{P}{v_1} - k v_1 \Rightarrow a = \frac{P}{v_1 m} - \frac{k v_1}{m} = \frac{12150}{300 \cdot 27} - \frac{13,5 \cdot 27}{300}$$

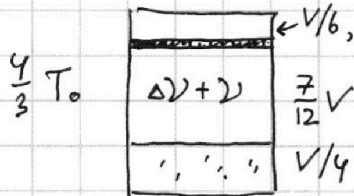
$$= \frac{13,5}{9} - \frac{13,5 \cdot 9}{100} = 0,285 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

ответ:  $0,285 \text{ м/с}^2$

1  2  3  4  5  6  7



Задача №2 (продолжение)



объем газообразной фазы нижней части =  $V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} = \frac{7}{12}V$

Пусть давление в сосуде до нагревания равно  $p$ .

Тогда из закона Клапейрона Менделеева

$$\frac{p \cdot \frac{1}{6}V}{\frac{4}{3}T_0} = \frac{pV}{T_0}$$

(для верхней части сосуда)

$$\Rightarrow p = 8p$$

Для нижней части сосуда давление можно

представить как сумму парциальных давлений

$\Delta V$  углекислого газа (находящегося в нижней части изначально в газообразном состоянии),  $\Delta V$  углекислого газа (т.к. из условия при  $t = T$   $\text{CO}_2$  почти не растворим в воде) и давления насыщенного водяного пара.

$$\Delta V = kV/4$$

$$\text{Тогда } p = p \cdot \frac{\frac{1}{4}V \cdot T}{\frac{7}{12}V T_0} + \frac{\Delta V R \cdot T}{\frac{7}{12}V} + p_0$$

(т.к. давление нас. пара при  $t = 373 \text{ K} = p_0$ )  
( $p_{\text{атм}} = p_0$ )

$$\Rightarrow 8p = \frac{4}{7}p + \frac{3}{7}p \cdot k \cdot RT + p_0$$

$$k \cdot RT \approx 0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = 1.8$$

$$\Rightarrow p_0 \approx \left(8 - \frac{4 + 3 \cdot 1.8}{7}\right)p \approx 6.66p$$

$$\Rightarrow p = 8p = \frac{8}{6.66}p_0 \approx 1.2 p_{\text{атм}}$$

Ответ:  $\bullet$   $1.2 \cdot p_{\text{атм}}$

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

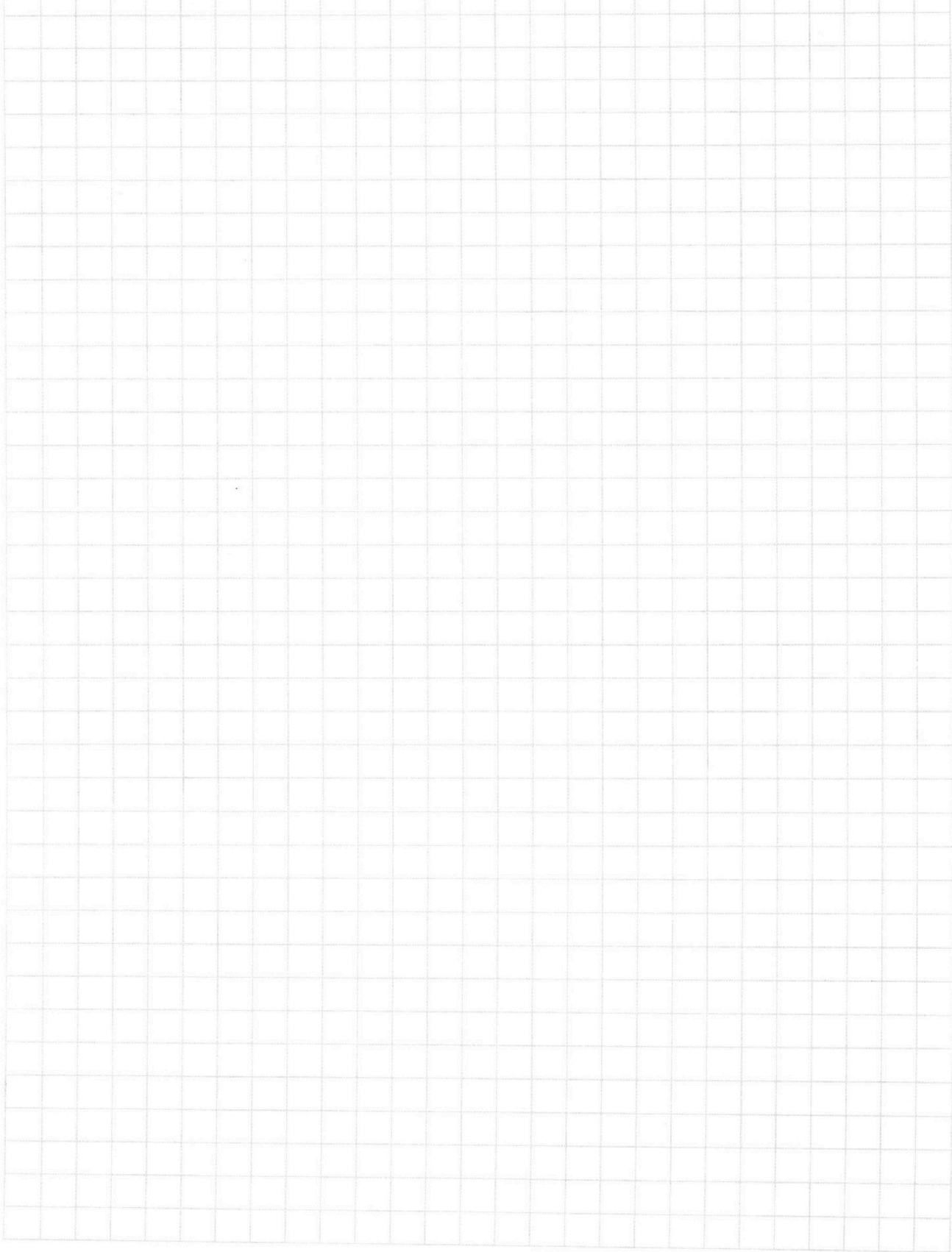
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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



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





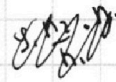
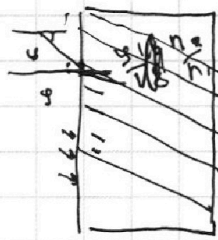
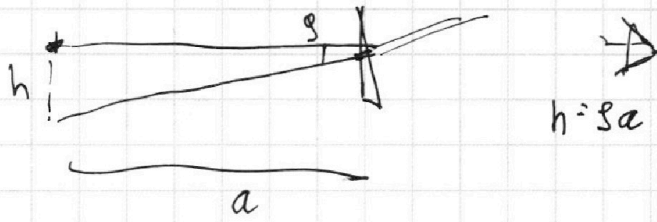
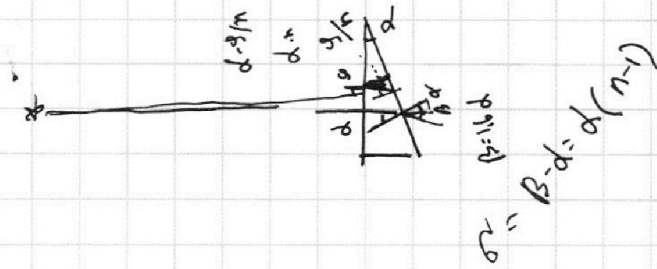
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



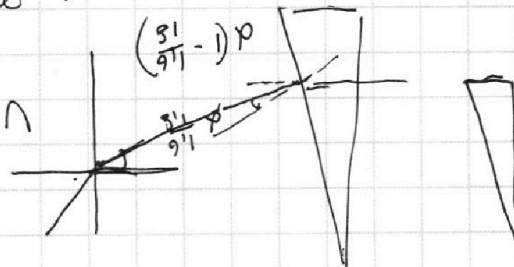
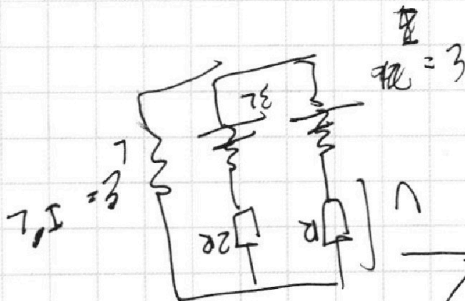
$$\frac{7}{25} = 1,5$$

$$n = 7,5 \frac{5}{1}$$

$$7,5 \frac{5}{9} + n = 7,5$$

$$7,5 = 7,5$$

$$7,5 \cdot \frac{5}{9} = 2,2 \cdot \frac{5}{2} = 2,2 \cdot 2,5 = 5,5$$



$$81 \cdot \left( \frac{81}{91} - 1 \right) \rho$$

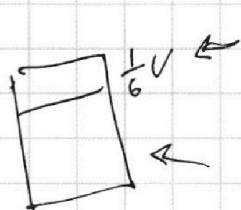
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$p = \rho \cdot g \cdot \frac{1}{6} V$$

$$p = \rho \cdot \frac{4}{7} \cdot \frac{1}{3} + \frac{\Delta \rho R T \frac{4}{3} T}{\frac{7}{12} V} + p_0$$

$$\frac{1}{97} \cdot 8$$

$$\Delta \rho = k \rho \frac{V}{4}$$

$$666.2$$

$$\begin{array}{r} 800 \overline{) 666} \\ 666 \phantom{0} \\ \hline 1340 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1200 \\ 120 \\ 12 \\ \hline 1332 \end{array}$$

$$p = \frac{4}{7} \rho + \frac{\rho \cdot k \cdot R \cdot T \cdot \frac{4}{3} T}{\frac{7}{12} V} + p_0$$

$$\frac{k \rho \frac{4}{3} \cdot R \cdot T \cdot \frac{4}{3} T}{\frac{7}{12} V} = \frac{4}{7} \rho \cdot k R T$$

$$8\rho = \frac{4}{7}\rho + k R T \cdot \frac{4}{7}\rho + p_0$$

$$\begin{array}{r} 8 - 1.34 \\ 6.66 \end{array}$$

$$\rho \cdot \frac{1 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 4}{4 \cdot 3 \cdot 7}$$

$$p_0 = 8 - \frac{4 + 3 \cdot 1.8}{7}$$

$$\frac{1.8}{3}$$

$$1.34$$

$$8 - \frac{9.4}{7}$$

$$\begin{array}{r} 8 - 1.34 \quad 9.4 \overline{) 7} \\ 7 \phantom{0} \\ \hline 24 \phantom{0} \\ 21 \phantom{0} \\ \hline 330 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 - 1.34 \quad 9.4 \overline{) 7} \\ 7 \phantom{0} \\ \hline 24 \phantom{0} \\ 21 \phantom{0} \\ \hline 30 \phantom{0} \\ 28 \phantom{0} \\ \hline 20 \phantom{0} \\ 14 \phantom{0} \\ \hline 6 \phantom{0} \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$k \cdot 30 =$

$$\begin{array}{r} 30 \overline{) 28} \\ - 210 \\ \hline 106 \\ - 200 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 30} \\ - 30 \\ \hline 105 \\ 90 \\ \hline 150 \\ 168 \end{array}$$

H.c  
M

~~P = F \cdot v~~

$P = F \cdot v$

$F = \frac{P}{v}$

$\frac{P}{30} \approx 30k$

$P \approx 900k$

$ma = \frac{P}{v} - kv$

$k = 13,5$

$300 \cdot a = \frac{900k}{27} - k \cdot 27$

$30 \cdot k = 405$

$k = \frac{405}{30}$

$\frac{3}{14} \cdot 2$

$300 \cdot a = \frac{900 \cdot 13,5}{27} - 13,5 \cdot 27$

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 30} \\ - 30 \\ \hline 105 \\ 90 \\ \hline 150 \end{array}$$

$\frac{3}{13} \cdot 2$

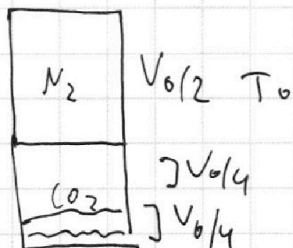
$a = \frac{3 \cdot 13,5}{279} - \frac{13,5 \cdot 27}{300 \cdot 100}$

$$\begin{array}{r} 13,5 \overline{) 9} \\ - 9 \\ \hline 4,5 \\ 4,5 \\ \hline 0 \end{array}$$

$\frac{30 \cdot 13}{260} = 1,5$

$1,5 - 1,215 = 0,285$

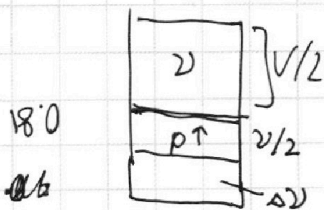
$$\begin{array}{r} 13,5 \\ 9 \\ \hline 1,215 \end{array}$$



$\Delta U_{CO_2} = \frac{k}{4} p V$

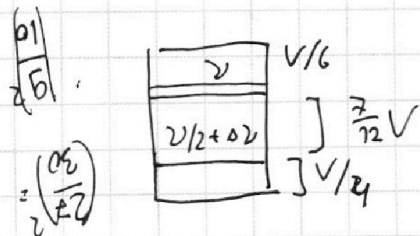
$\frac{6 \cdot 4 \cdot 7}{2 \cdot 122}$

$\frac{3}{4} - \frac{1}{6} = \frac{9}{12} - \frac{2}{12}$



$pV = 2RT$   
 $p \frac{V}{2} = 2$   
 $p \frac{V}{4} = \frac{V}{2}$

$1 \rightarrow \frac{3}{4} - \frac{1}{6} = \frac{9-2}{12} = \frac{7}{12}$



$1 \rightarrow \frac{1}{2}$

$V + 2\Delta v = 7v$

$p = \frac{2}{V} \Rightarrow \frac{\frac{V}{4} \cdot 2\Delta v}{\frac{7}{12} V} = \frac{7v}{12}$   $\Delta v = 3v$

$\Delta U = \frac{k}{4} p \frac{V}{4}$

$p \frac{V}{2} = 2RT_0$

$p = \frac{2 \cdot 2 RT_0}{V}$

$3v = \frac{k}{4} \cdot 2 \cdot 2 RT_0$

$\Delta U = 5,81 = 50h$

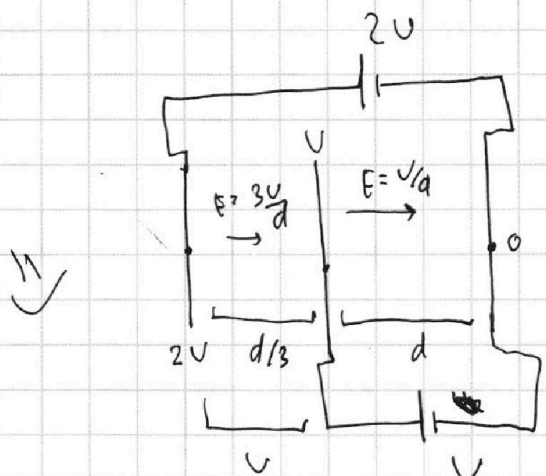
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

$$1) \quad \frac{U}{d} \cdot q = ma$$

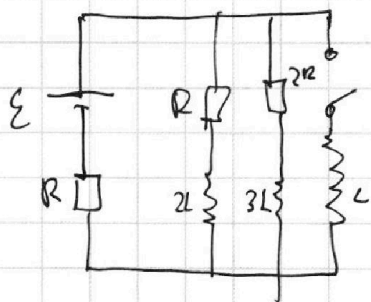
$$a = \frac{Uq}{md}$$

$$2) \quad 2qU - qU = qU$$

$$3) \quad qU + \frac{2}{9}qU = \frac{5}{9}qU$$

$$\frac{5}{9}qU = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{10}{3} \frac{qU}{m}}$$

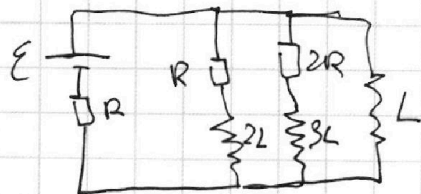


$$\Sigma R = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$

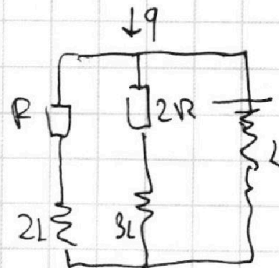
$$I_0 = \frac{3E}{5R}$$

$$J_{2R} = \frac{3E}{5R} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{5} \frac{E}{R}$$

$$\frac{2}{5}E = L J' \quad \left\{ J' = \frac{2}{5} \frac{E}{L} \right.$$



$$L J'_1 = J R + 2L I'_2 = 2J R + 3L J'_3$$



$$E q + \frac{3L J_0^2}{2} + L \frac{J_0^2}{2} = \frac{L J_k^2}{2}$$

Handwritten notes and calculations on the left side of the page, including the expression  $M(U+ad)^2 + U^2$ .