



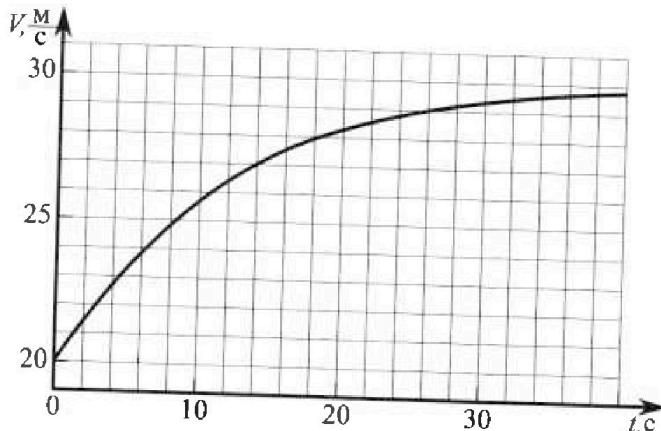
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



## Вариант 11-04

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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  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  $F_k = 200$  Н.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
  - 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
  - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

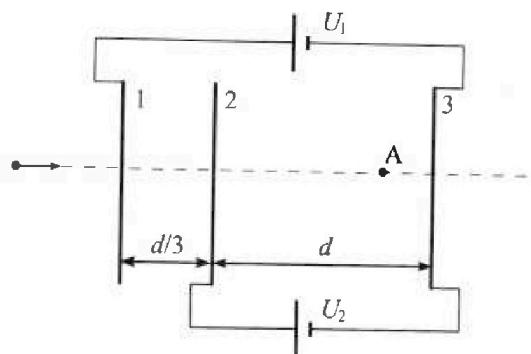
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/8$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k_{\text{Ген}} \cdot p$ . 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. Давление см 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  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 5U$  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.

- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**



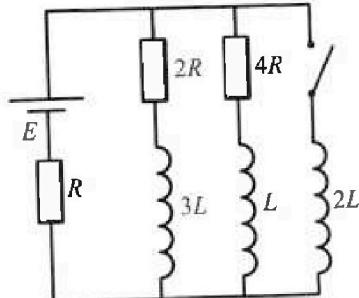
**Вариант 11-04**

*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.

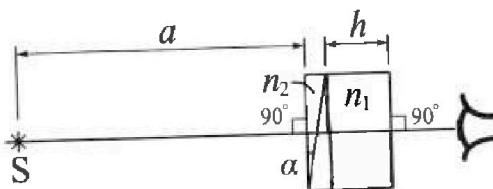
- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой за ряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  при замкнутом ключе?

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  $a = 100$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 1.

$a(v) \frac{dv}{dt}$  - это коэффициент касания касательной на графике  $V(t)$  б. в.

1) чтобы начальное ускорение штотусика в 6 начале разгона проходило касательную в нач. точке (записано, что на участке от  $t=0$  до  $t=6$  график близок к прямой)  $a_0 \approx \frac{4 \text{ м/с}}{6 \text{ с}} = \frac{2}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 0,67 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$2) N = F_{\text{нагр.}} - V$$

$\leftarrow \frac{F_{\text{нагр.}}}{m} \quad m a = F_{\text{нагр.}} - F_{\text{сопр.}}$

6 конце разгона

$$F_k = 200 \text{ Н} \quad v_k \approx 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

6 начале разгона

$$F_{\text{сопр.}} \quad v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m a_0 = F_{\text{нагр.}} - F_0$$

$$N = F_k \cdot v_k$$

$$F_0 = F_k \cdot \frac{v_k}{v_0} - m a_0 = \frac{200 \cdot 30}{20} - 240 \cdot \frac{2}{3} = 140 \text{ Н}$$

$$F_{\text{нагр.}} = F_k \cdot v_k = \frac{200 \cdot 30}{20} = 300 \text{ Н}$$

3) часть мышечности, которая лежит на предплечии, сила сжатия

$$\eta = \frac{F_0}{F_{\text{нагр.}}} = \frac{140}{300} = \frac{7}{15}$$

Ответы: 1)  $a \approx 0,67 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  2)  $F_0 = 140 \text{ Н}$  3)  $\eta = 7/15$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



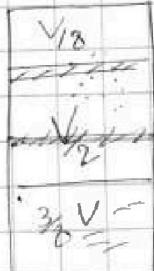
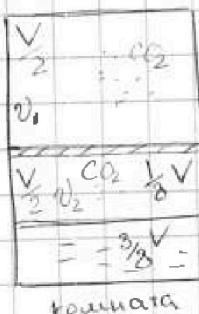
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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

МФТИ

Задача 2.

V



$$\frac{V_1}{V} T_0 = 373 K$$

1) поскольку поршень не движется,  
давление сверху и снизу одинаково  
 $PV = uRT$

$$P \frac{V}{8} = u_1 R T_0 \quad P \cdot \frac{1}{8} V = u_1 R T_0$$

2 верх. часть

нижняя часть

$V_2 = 2V$ , не растворимый в воде

~~одинаков~~ крат

$$\frac{u_1}{u_2} = 4$$

2) при этом растворимый в воде газ  $\Delta V = k p \cdot \frac{3}{8} V$   
при установлении  $T_{\text{кон}} = \frac{4}{3} T_0 = 373 K$  над поверхностью образуется  
насыщенный пар, который будем называть давление риасы.  
→  $P_{\text{атм}}$  и весь газ, который был растворен в воде  
перейдет в газообразное состояние.

тогда  $P \cdot \frac{V}{8} = u_1 R \cdot \frac{4}{3} T_0$  — это для газа в верхней части.

$$P^1 = \frac{16}{3} P \quad P^1 = P_{\text{атм}} + P_{\text{газ}}$$

$P^1 = P_{\text{атм}} + P_{\text{газ}} \text{ (давление сплошной газ + пар)}$

при этом для газа в нижней части  $P \frac{7}{8} V = (u_2 + \Delta V) \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0$

$$\frac{16}{3} P \cdot \frac{7}{8} V = \left( \frac{PV}{8R T_0} + \frac{k p \cdot 3}{8} V \right) \cdot R T_0$$

$$\frac{112}{3} = \frac{1}{T_0} + 3k R T_0 + \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3$$

$$\frac{112}{3} = \frac{54}{1}$$

$$P_{\text{газ}} \cdot \frac{V}{2} = (u_2 + \Delta V) R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

$$P^1 = P_{\text{атм}} + P_{\text{газ}}$$

$$\frac{16}{3} P = P_{\text{атм}} + \frac{37}{20} P$$

$$P_{\text{атм}} = \frac{320 - 111}{60} = 209 P$$

$$P_0 = \frac{60}{209} P_{\text{атм}}$$

$$\text{Ошибки: } \frac{209}{200} = 4$$

$$P_0 = \frac{60}{209} P_{\text{атм}}$$

$$P_{\text{газ}} \cdot \frac{V}{2} = \left( \frac{PV}{8R T_0} + \frac{k p \cdot 3}{8} V \right) \cdot R T_0$$

$$P_{\text{газ}} = 2 P R T \left( \frac{1}{8R T_0} + \frac{k \cdot 3}{8} \right)$$

$$P_{\text{газ}} = 2 P \left( \frac{T}{8T_0} + \frac{3k R T}{8} \right) = 2 P \left( \frac{4}{8} + 3 \cdot 0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \right)$$

$$= \frac{R}{4} \left( \frac{4}{3} + \frac{27}{5} \right) \cdot \frac{P \cdot 111}{60} = \frac{37 P}{20}$$



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

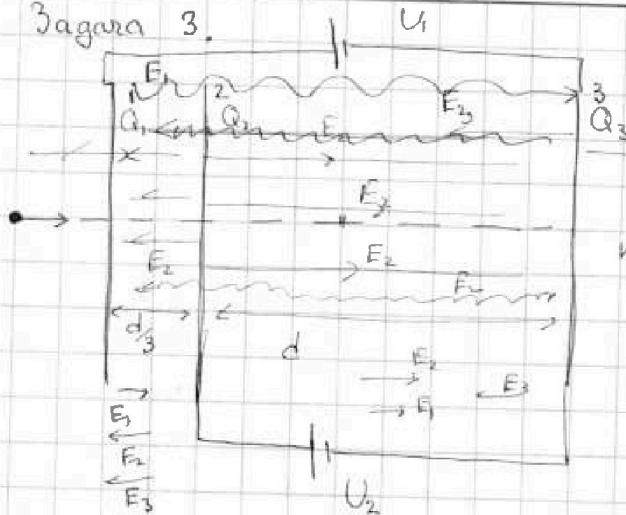
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Задача 3.



При подключении к схеме  
чтобы поле  $U_1$  и  $U_2$  не  
оказало сильного воздействия  
на заряды  $Q_1, Q_2, Q_3$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

т.к.  $d \ll S$ , то поле от  
зарядов членами порядка  $\frac{1}{d}$  и выше  
систему можно считать однородной.  
(так как поле от бесконечной плоскости)

$$\text{поле } E_{12} = E_1 + E_2 + E_3 -$$

$$E_{12} = E_1 - E_2 - E_3$$

$$E_{23} = E_1 + E_2 - E_3$$

$$E_{23} \cdot d = U_2 \quad E_{12} \cdot \frac{d}{3} + E_{23} \cdot d = U$$

$$E_{23} = \frac{U_2}{d} = \frac{U}{d}$$

$$E_{12} \frac{d}{3} = (U_1 - U_2)$$

$$E_{12} = 3(U_1 - U_2)$$

$$= \frac{4U \cdot 3}{d} \cdot \frac{d}{12U}$$

$$1) F = qE - \text{сила, действующая на единицу}$$

$$ma = F = qE$$

$$a = \frac{q}{m} E_{23} = \frac{qU}{md}$$

$$2) K_2 + 4_2 q = k_3 \cdot q_3$$

$$K_3 - K_2 = q(4_2 - 4_1) = qU$$

$$3) K_1 - K_2 = -q \left( E_{12} \cdot \frac{d}{3} \right)$$

отмету, что т.к.  $q \ll |Q|$ ,  
то частичка не влияет на  
перераспределение зарядов на  
платах.

$$K_1 = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$K_2 - K_A = -q \cdot (E_{23} \cdot \frac{3d}{4})$$

$$K_1 - K_A = -q \left( 4U + \frac{3}{4}U \right) = -\frac{19}{4}qU$$

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{19}{4}qU = \frac{19qU + 2mV_0^2}{2} = \frac{19qU}{2} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{qU}{md}$$

$$2) K_3 - K_2 = qU$$

$$3) V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

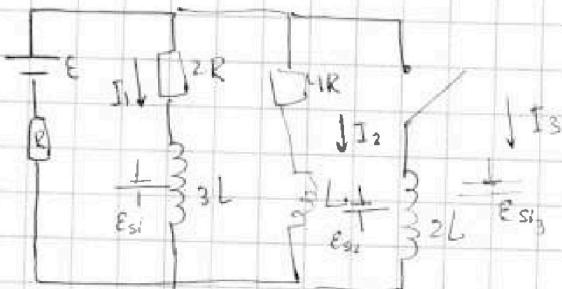
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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 4.



$$Es_1 = -L \frac{dI}{dt} \quad \text{6 установившееся решение } \frac{dI}{dt} = 0$$

$$1) \quad I_{1,2}R = I_2 \cdot 4R$$

$$I_1 = 2I_2$$

$$\begin{aligned} E &= (I_1 + I_2)R + I_1 2R = \\ &= 3I_2 R + 4I_2 R = 7I_2 R \end{aligned}$$

$$I_{20} = \frac{E}{7R} \quad I_{10} = \frac{2E}{7R}$$

2) сразу после замыкания

известна токи в цепи и стократно не изменились

$$I_2 \cdot 4R = -Es_1 = 2L \frac{dI_3}{dt} = \frac{4}{7} E$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{7L}$$

3) 6 установившееся решение при замыкании якоря

$$I_1 = 0 \quad I_2 = 0 \quad I_3 = \frac{E}{R}$$

$$dq_2 = I_2 dt$$

$$I_2 \cdot 4R - Es_{12} = -Es_{32}$$

$$I_2 \cdot 4R - L \frac{dI_2}{dt} = 2L \frac{dI_3}{dt} \quad | \cdot dt \quad \text{и} \quad \text{разделив на } dt \quad \text{это выражение}$$

$$4Rq_2 - L(0 - \frac{E}{7R}) = 2L \cdot (\frac{E}{R} - 0)$$

$$4Rq_2 + \frac{LE}{7R} = \frac{2LE}{R}$$

$$4Rq_2 = \frac{LE}{R} \cdot \frac{13}{7} \quad q_2 = \frac{13}{28} \frac{LE}{R^2}$$

$$\text{Очевидно: 1) } I_{20} = E/7R$$

$$2) \quad \frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{7L}$$

$$3) \quad q_2 = \frac{13}{28} \frac{LE}{R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

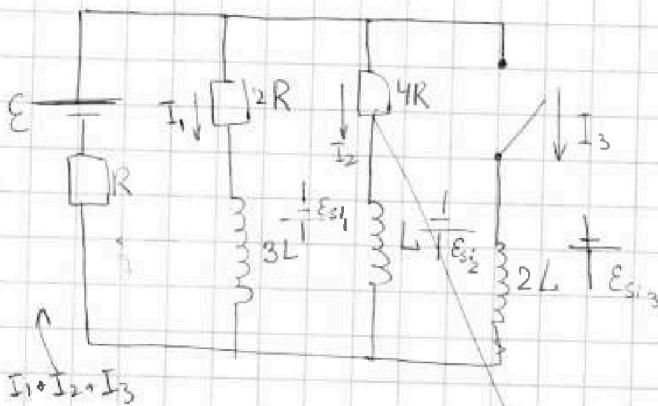
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

МФТИ



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

Задача 4.



$$E_{Si} = -L \frac{dI}{dt}$$

1) при установившемся  
режиме  $\frac{dI}{dt} = 0$

$$I_1 \cdot 2R = I_2 \cdot 4R \Rightarrow I_1 = 2I_2$$

$$E = (I_1 + I_2)R + I_1 \cdot 2R$$

$$E = 3I_2R + I_2 \cdot 4R = 7I_2R$$

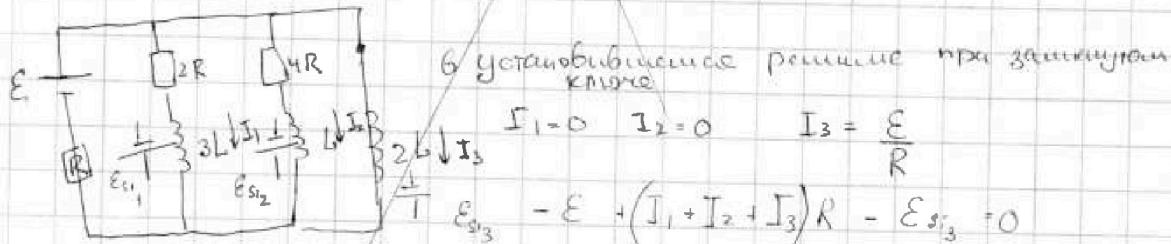
$$I_2 = \frac{E}{7R} \quad I_1 = \frac{2}{7} \frac{E}{R}$$

исходный ток

2) сразу после замыкания ключа ток в катушке  $2L$  не бросает и  
-  $E_{Si} = E - (I_1 + I_2)R$  ток в катушке  $2L$  не бросает и  
4 бросает токи в катушках  $2L$  и  $4R$  и не изменяется

$$\frac{2L \frac{dI}{dt}}{dt} = E - \left(\frac{3}{7} \frac{E}{R}\right) = \frac{4}{7} \frac{E}{R} \quad \frac{dI}{dt} = \frac{3}{7} \frac{E}{L}$$

3)



$$I_1 = 0 \quad I_2 = 0 \quad I_3 = \frac{E}{R}$$

$$E_{Si3} = E - (I_1 + I_2 + I_3)R = E_{Si3} = 0$$

$$(1) I_1 \cdot 2R - 3L \frac{dI_1}{dt} = -2L \frac{dI_3}{dt} \quad I_1 \cdot 2R - E_{Si1} = I_2 \cdot 4R - E_{Si2} = -E_{Si3}$$

$$I_2 \cdot 4R - L \frac{dI_2}{dt} = +2L \frac{dI_3}{dt} \quad dq_1 = I_1 dt$$

$$2Rq_1 - 3L(0 - I_1) = 2L I_3 \quad \text{суммирование уравнение N1}$$

$$2Rq_1 + 3L \frac{2}{7} \frac{E}{R} = 2L \cdot \frac{E}{R} \quad q_1 = \frac{4}{7} \frac{L \cdot E}{R^2}$$

$$2Rq_1 = L \frac{E}{R} \left(2 - \frac{6}{7}\right) = \frac{8}{7} \frac{L \cdot E}{R} \quad \text{Суммируем: 1) } I_{20} = \frac{E}{7R}$$

$$2) \frac{dI}{dt} = \frac{3}{7} \frac{E}{L} \quad 3) q_1 = \frac{4}{7} \frac{L \cdot E}{R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

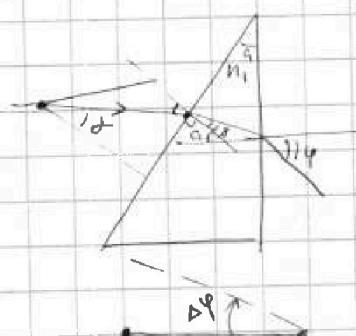
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5 (продолжение)

$$Bn_1 = \delta$$

$$(a - \delta) n_1 = \gamma$$

$$\Delta\gamma \cdot \gamma - (a - \delta) = \alpha n_1 - B_1 n_1 + B n_1 - a = \\ = a(n_1 - 1)$$



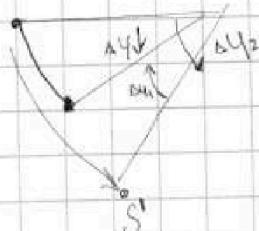
вс параллельные углы изображаются  
на этот угол

$$S^1$$

$$h$$

$$d$$

6 ищем модуль производящего синуса



$$\Delta U_{12} = a(n_2 - 1)$$

$$\Delta U_1 = a(n_1 - 1)$$

$$\Delta U = \Delta U_2 - \Delta U_1 = a(n_2 - n_1) \\ = 0,03 \text{ rad}$$

$$\sin \Delta U \approx \Delta U$$

$$\cos \Delta U = 1 - \frac{\sin^2 \Delta U}{2}$$

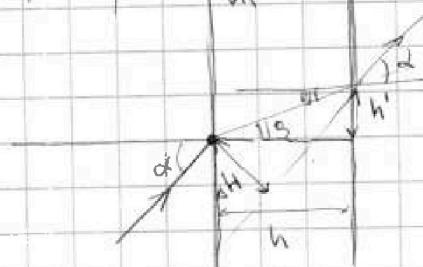
$$\sin d = n_1 \sin B$$

$$\Delta H = \sin(d - B) - h$$

$$\cos B$$

$$d = n_1 B \rightarrow \text{запишем уравнение}$$

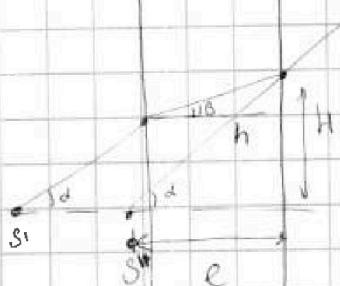
и.e. как будто из окончания  
дуги изображены на  
изображении на  
плоскости



$$\Delta U = \frac{a(n_2 - n_1)}{a} = 3 \text{ rad}$$

$$\Delta x = h(n_1 - 1) = 4 \text{ см}$$

$$\Delta r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 5 \text{ см}$$



$$C = \frac{H}{tg d} = \sin d \cdot \tan B \cdot h + \tan d \cdot a = \frac{d}{n_1} \cdot h + 2a \cdot \frac{h_1}{n_1} \cdot a$$

Ошибки: 1)  $\Delta U = 0,07 \text{ rad}$  2)  $\Delta y = 3 \text{ см}$  3)  $\Delta r = 5 \text{ см}$



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

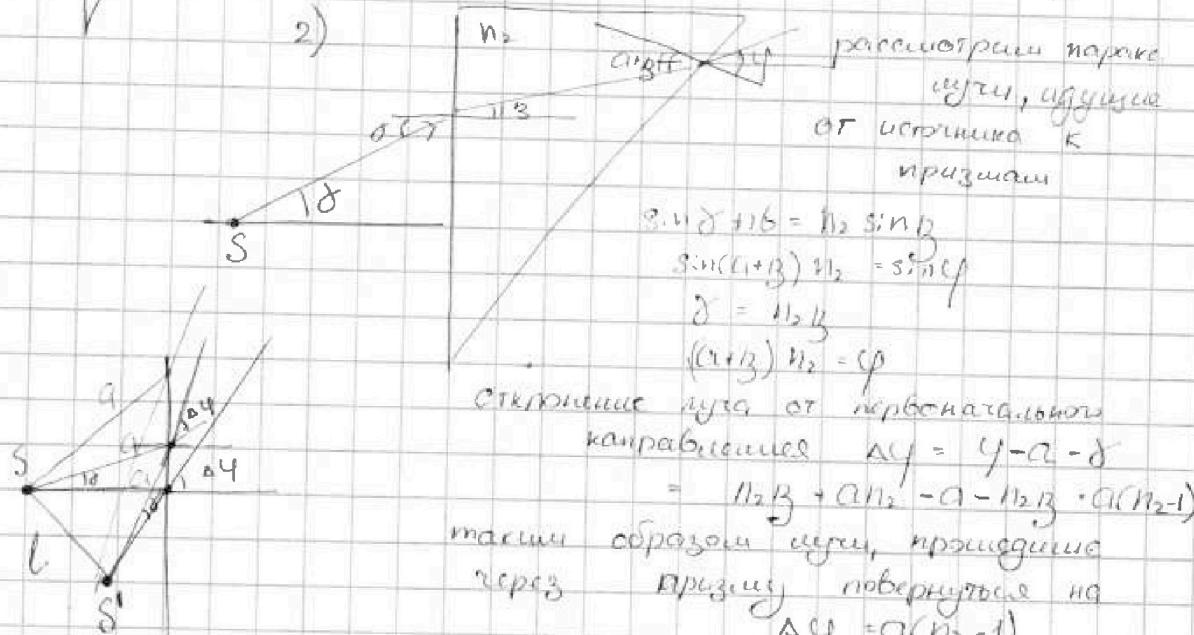
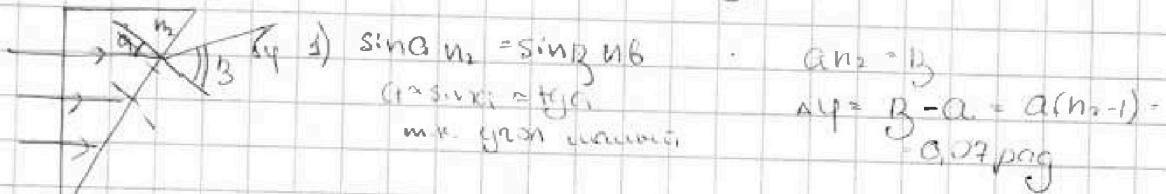
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

Задача 5. Когда  $n_1 = n_2 = 1,0$ , то падающее вперед призмы на  
(начало) бывает на  $\alpha$  угл  $\alpha$  цуга.

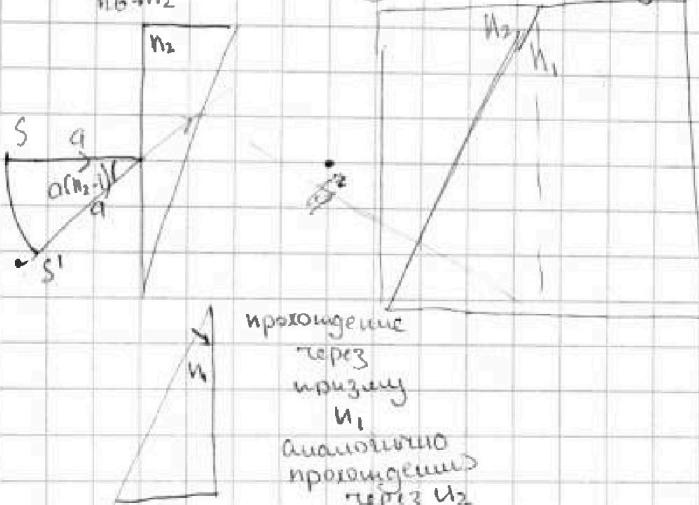


$\ell = \alpha \cdot \Delta\psi$  м.к. угол между, или как будто  
просто повернули синему  
на  $\alpha$  ширина  $\Delta\psi$

$\ell = 100 \text{ см} \cdot 0,07 = 7 \text{ см}$

3) при  $n_2 = 1,7$   $n_1 = 1,4$

рассмотрим падающий на лук луч



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

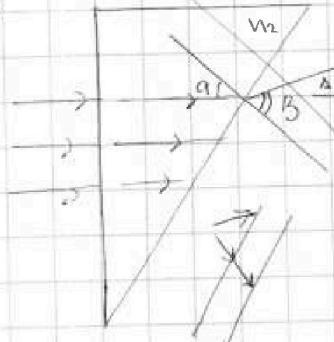
МФТИ.

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

Задача 5.

Когда  $n_1 = n_B = 1$ , наименьшие бисектрисы призмы не ближайши к краю

угла



$$1) \sin \alpha_{n_2} = \sin \beta_{n_1}$$

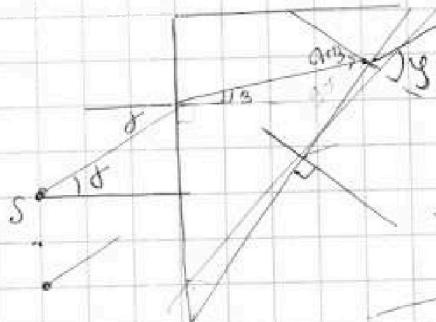
$$\alpha_{n_2} = \beta$$

$\Delta\varphi = y - \alpha = (n_2 - 1)\alpha$  отклонение луча

$$\Delta\varphi = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07$$

$$\alpha = \sin \alpha + \tan \alpha$$

2) расстояния параллельных лучей, лежащих  
от исходника



$$n_B \sin \delta = \sin \beta_{n_2}$$

$$\sin(\alpha + \delta)_{n_2} = n_B \sin \gamma$$

наименьший  
угол

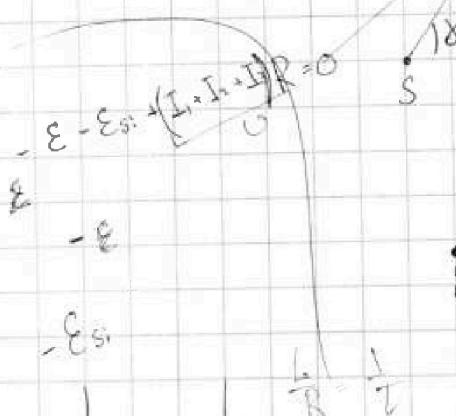
$$\delta = n_2 \beta$$

$$(n_2 - 1)n_2 = y$$

бывший  
объект

исправляемый  
под условия

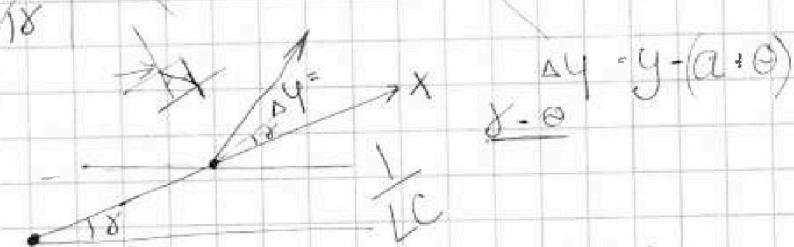
$(n_2 - 1)$   
в параллелями



$$E - E_S$$

$$-E_S$$

$$-E_S$$



$$RC = C$$

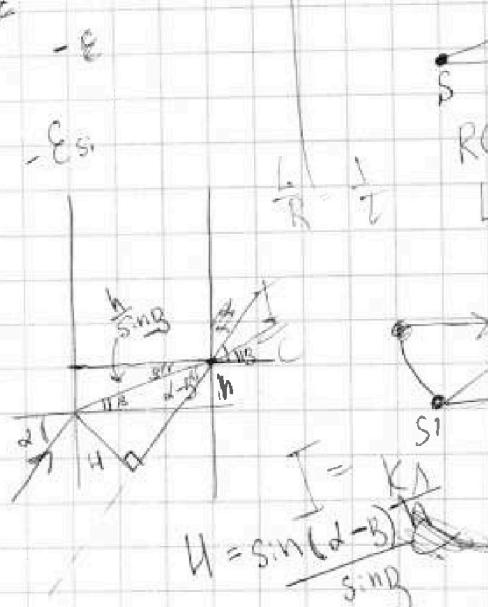
$$LC = C$$

$$L = C$$

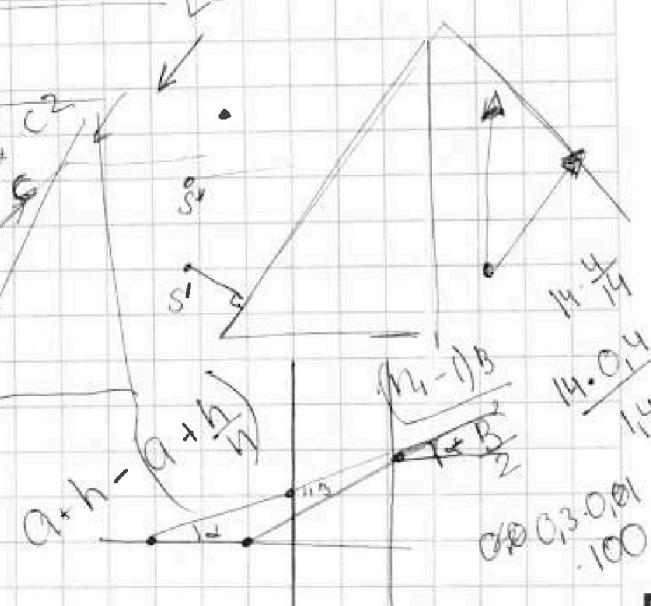
$$G = C$$

$$\Delta\varphi = y - (a + \theta)$$

$$\delta = \theta$$



$$U = \sin(\omega - B) \frac{I}{\sin B}$$



$$0.03 \cdot 0.01$$

$$0.0003$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

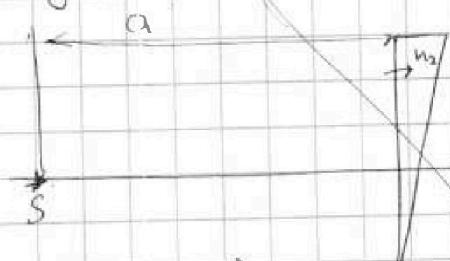
- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------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

**МФТИ.**



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

Задача 5.



1) Если  $n_1 = n_2 = 1.0$ , то лучшие второй призмы не бывает на угл шара

$$\sin \alpha_2 = \sin \beta / n_2$$

$$\alpha_2 \approx \sin \beta = \tan \beta \approx 0.1$$

тк угол шарий

$$\alpha_2 \approx \sin \beta / n_2$$

$$\sin \beta = 0.1 \cdot 1.7 = 0.17 \text{ rad}$$

$$\beta \approx \sin \beta \approx 0.17 \text{ тк это}$$

такие

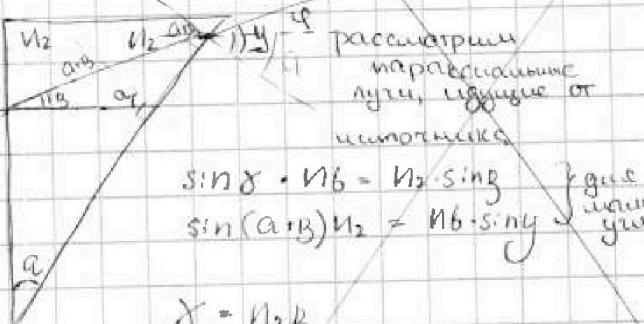
угол

$$\Delta \gamma = \beta - \alpha =$$

$$= 0.07 \text{ rad}$$

стекловые луки  
от начального  
неправильного

2)



$$\sin \delta \cdot n_2 = n_2 \cdot \sin \beta$$

$$\sin(\alpha_1 + \beta) n_2 = n_2 \cdot \sin \beta$$

$$\delta = n_2 \beta$$

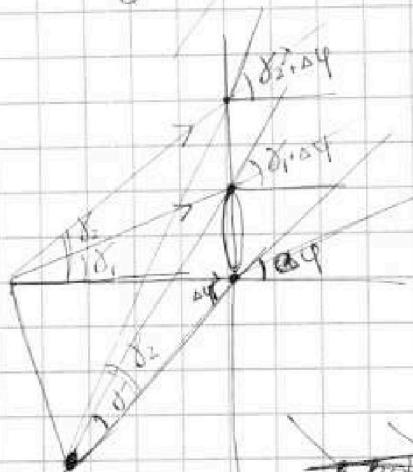
$$(\alpha_1 + \beta) n_2 = \gamma$$

$\delta$

$$\epsilon p = \gamma - \theta = \alpha_1 \beta - \theta = \frac{\alpha_1 \beta}{n_2} + \beta(n_2 - 1) \frac{\theta}{n_2} = \alpha_1 \beta + \beta(n_2 - 1) \frac{\theta}{n_2}$$

$$\frac{h}{l} \cdot \tan \psi = \frac{h}{l} \quad \tan \delta = \frac{h}{l} \quad \beta n_2 + \alpha_1 (n_2 - 1)$$

$$\frac{\tan \psi}{\tan \delta} = \frac{h}{l} \cdot \frac{\alpha_1}{\beta} = \tau$$



$$\frac{\delta - \theta}{\theta} = \frac{\alpha_1 + \beta - \alpha_1 - \theta}{\theta} = \frac{\beta - \theta}{\theta} = \text{const}$$

$$\gamma = (\alpha_1 + \beta) n_2$$

$$\theta = (\alpha_1 - \theta) / \alpha_1 n_2$$

$$-(\alpha_1 - \theta) / \alpha_1 n_2 = \theta$$

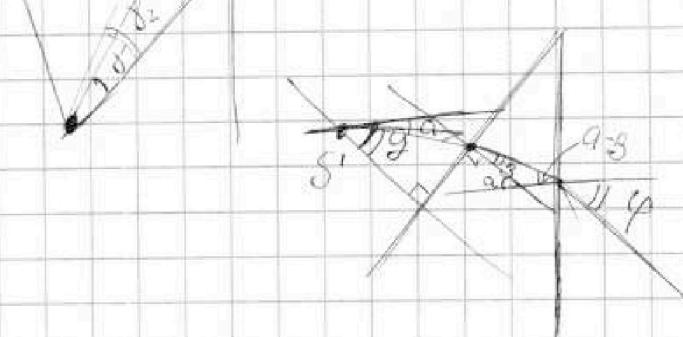
$$-\alpha_1 / \alpha_1 n_2 = \theta$$

$$\Delta \psi / (\psi - \theta) = \alpha_1 / \alpha_1 n_2$$

$$\frac{\theta}{\alpha_1 - \beta n_2} = \theta$$

$$\alpha_1 / \alpha_1 n_2 = \theta$$

$$\alpha_1 / \alpha_1 n_2 = \theta$$



$$\Delta \psi / (\psi - \theta) = \alpha_1 / \alpha_1 n_2$$

$$\alpha_1 / \alpha_1 n_2 = \theta$$

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 1.

изображущий начальную

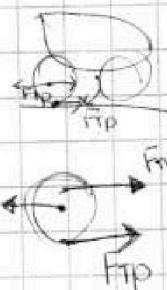
$$a(t) = \frac{dv}{dt} - \text{это } v \text{ касательный на графике в точке } V$$

1) чтобы найти ускорение лодушки в начале разгона  
проводим касательную в нач. мом. (видно замедл., что на участке  
 $t=0$  до  $t=6$  сок профиль близок к прямой)  $a_0 \approx \frac{4 \frac{m}{s}}{6 s} = \frac{2 \frac{m}{s^2}}{3} \approx 0,67 \frac{m}{s^2}$

2)  $ma_0 = F_{\text{трн}} - F_0$   $F_{\text{трн}} = \text{const} \approx F_k = 200 \text{Н}$

$$ma_0 = F_k - F_0$$
$$F_0 = F_k - ma_0 = 200 - 240 \cdot \frac{2}{3} = 40 \text{ Н}$$

3)  $F_x$



$$m \frac{dv}{dt} = F_{\text{трн}} - F_0$$

$$mV \frac{dv}{dt} = Ndt - F_{\text{трн}} dt$$

$$N = mVa + F_0 \cdot t$$

70 ± 42.

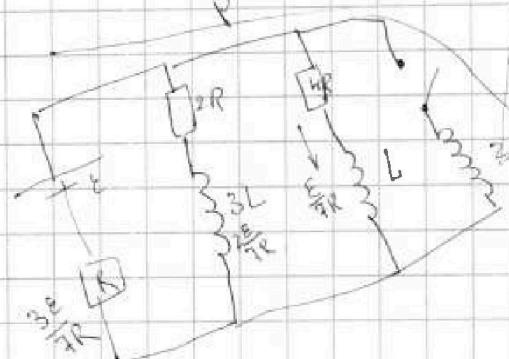
$$mVa = N - F_{\text{трн}} \cdot V$$

$$mVa = Ndt - F_{\text{трн}} dt$$

$$mVa = N - F_{\text{трн}} V$$

$$mVa_{90^\circ} = F_{\text{трн}} \cdot \frac{V}{t_0}$$

$$F_{\text{трн}} = \frac{V}{t_0}$$



$$dA = gE dt$$

$$S_{\text{дA}} = gE \times = 9E \times = 90$$

$$5V^2 - \frac{1}{4} VA = 1944$$