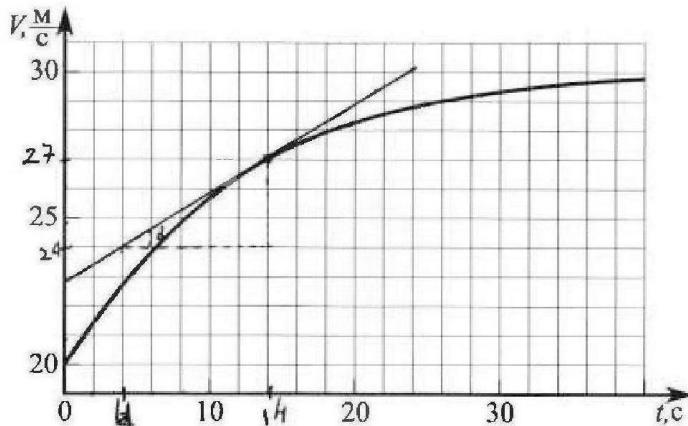


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

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

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

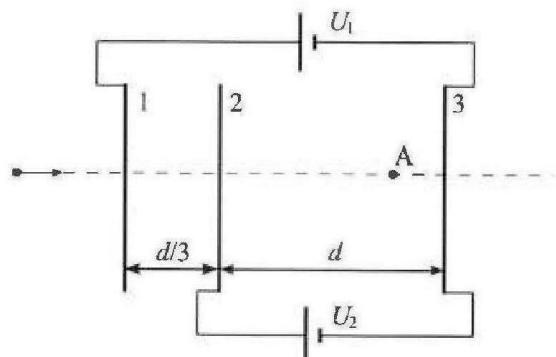
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

- ☒ 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  $w$  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. 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.

- ☒ 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.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

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

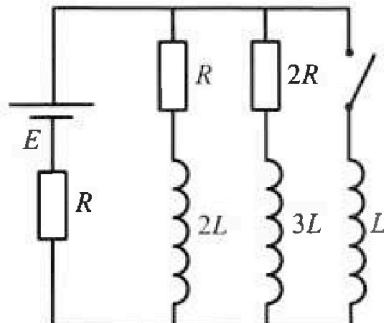
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. Затем ключ замыкают.

↗ Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.

↗ 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.

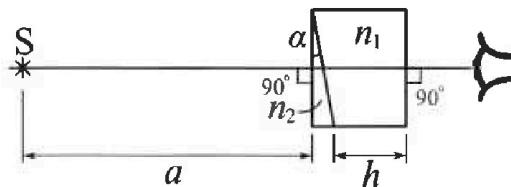


- ↗ Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя 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.

↗ Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

↗ Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.

↗ Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

N1

$$1) a = \frac{dv}{dt} = v \Rightarrow \text{ускорение - это производная скорости по времени}$$

Для того, чтобы найти ускорение мотоциклиста при  
скорости  $v_1 = 27 \text{ м/с}$  проведем касательную к графику  
в этой точке и найдем тангенс наклона

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{10} = 0,3$$

$$a = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Запишем вторую формулировку теоремы о движении центра  
масс в произвольный момент времени

$$F_{\text{тру}} - F_{\text{сопр}} = m a_x$$

$F_{\text{тру}}$  - сила возникающая при из-за изменения  
движения

$F_{\text{сопр}}$  - сила сопротивления  
движению

$a_x$  - ускорение в этот момент времени

3) В момент когда скорость - максимальная (в конце резона)  $a_x = 0$

$$F_{\text{сопр}} = F_k$$

$$F_{\text{тру}} - F_k = 0$$

$$F_{\text{тру}} = F_k$$

4) Масса - постоянна, значит  $F_{\text{тру}} = \text{const}$

$$F_{\text{тру}} - F_{\text{сопр}} = m a$$

$$F_i = F_{\text{сопр}} = \frac{F_k - m a}{1} = 405 - 300 \cdot 0,3 = 405 - 90 = 315 \text{ Н}$$

$$5) P \sim F \Rightarrow P_1 = \frac{F_{\text{сопр}}}{P_2} = \frac{315}{405} = \frac{21}{27} = \frac{7}{9}$$

Ответ: 1)  $a = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ; 2)  $F_i = F_k - m a = 315 \text{ Н}$ ; 3)  $\frac{7}{9}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

N2

①



②



1) Запишем уравнение Менделеева - Клапейрона для азота и упр. газа в нач. и кон. состояниях

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

$$P_0 \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{наз}} R T_0$$

$P_0$  - давление при температуре  $T_0$   
(одинаковое в обоих частях сосуда)  
т. к. парциальное давление не зависит от температуры, но  $\nu \neq 0$

$\nu_N$  - кол-во азота

$\nu_{\text{наз}}$  - кол-во упр. газа в нач. состоянии

$$\frac{P_K V}{6} = \nu_N R T$$

$$(P_K - P_{\text{ATM}}) \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{кон}} R T$$

$P_K$  - конечное давление (при  $T$ )

$\nu_{\text{кон}}$  - кол-во упр. газа в кон. состоянии

↑  
появляется давление  
настущенного паров

$$2) \nu_{\text{кон}} = \nu_{\text{наз}} + \Delta \nu$$

$$\Delta \nu = K \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Rightarrow \nu_{\text{кон}} = \nu_{\text{наз}} + \frac{K P_0 V}{4}$$

3) Решим ур-е в нач. состояниях азота и упр. газа. Имеем:

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} < \frac{\nu_N}{\nu_{\text{наз}}} \quad \Rightarrow \quad \frac{\nu_N}{\nu_{\text{наз}}} = 2$$

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!

N2 (продолжение)

$$4) \frac{P_0 V}{2 R T_0} ; \quad \frac{P_K}{6} = \frac{P_0}{2} \cdot \frac{T}{T_0} ; \quad \frac{P_K}{6} = \frac{P_0 V}{6 R T_0}$$

$$P_0 = \frac{P_K}{3} \cdot \frac{T_0}{T}$$

$$(P_K - P_{ATM}) \cdot \frac{7}{12} V = \left( \frac{V_N}{2} + \frac{k P_K V}{12} \cdot \frac{T_0}{T} \right) \cdot R T$$

$$(P_K - P_{ATM}) \cdot \frac{7}{12} = \frac{P_K}{12} \cdot \cancel{\frac{V_N}{2}} + \frac{k P_K}{12} \cdot R T_0$$

$$7 P_K - P_K \cancel{\frac{V_N}{2}} - k P_K R T_0 = P_{ATM} \cdot 7$$

$$P_K = \frac{7}{7 - \frac{T}{T_0} - k \cdot \frac{3}{4} R T} P_{ATM} = \frac{7}{7 - \frac{4}{3} - 0,6 \cdot \frac{9}{4}} P_{ATM} = \frac{42}{25,9} P_{ATM} = \frac{420}{259} P_{ATM}$$

Ответ: 1) 2 ; 2)  ~~$\frac{420}{259} P_{ATM}$~~

$$6 P_K - k P_K R T_0 = 7 P_{ATM}$$

$$P_K = \frac{7 P_{ATM}}{6 - 0,6 \cdot \frac{3}{4} \cdot 3} = \frac{7 P_{ATM}}{6 \left(1 - \frac{9}{40}\right)} = \frac{7 P_{ATM} \cdot 40}{6 \cdot 31} = \frac{140}{93} P_{ATM}$$

Ответ: 1) 2 ; 2)  $\frac{140}{93} P_{ATM}$

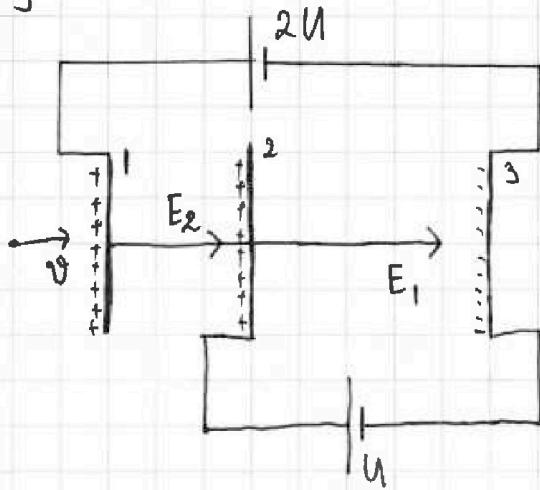


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

№3

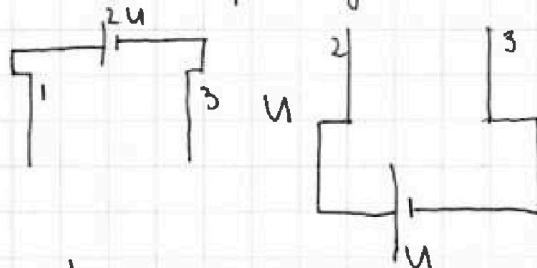


1) Пусть между обкладками

1-2 напряженность  $E_2$

между 2-3;  $E_1$

2) Рассмотрим участки



$$\left\{ \begin{array}{l} 2U = E_2 \frac{d}{3} + E_1 d \\ U = E_1 d \end{array} \right.$$

$$U = E_1 d \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$$

$$2U = \frac{E_2 d}{3} + U$$

$$E_2 = \frac{3U}{d}$$

$$3) m\alpha_{23} = E_1 q$$

$$\alpha_{23} = \frac{Uq}{md}$$

$$4) K_3 - K_2 = q \cdot \Delta \Phi_{23}$$

$$K_3 - K_2 = E_1 d \cdot q = Uq$$

5) Запишем ЗСЗ для начального положения A

$$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m\vartheta_A^2}{2} \pm \frac{E_2 d}{3} q \pm \frac{E_1 \cdot 2d}{3} q$$

$$\frac{m\vartheta_0^2}{2} + Uq + \frac{2}{3} Uq = \frac{m\vartheta_A^2}{2}$$

$$\vartheta_A = \sqrt{\vartheta_0^2 + \frac{10Uq}{3m}}$$

Ошибки: 1)  $\alpha_{23} = \frac{Uq}{md}$ ; 2)  $K_3 - K_2 = Uq$ ; 3)  $\vartheta_A = \sqrt{\vartheta_0^2 + \frac{10Uq}{3m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

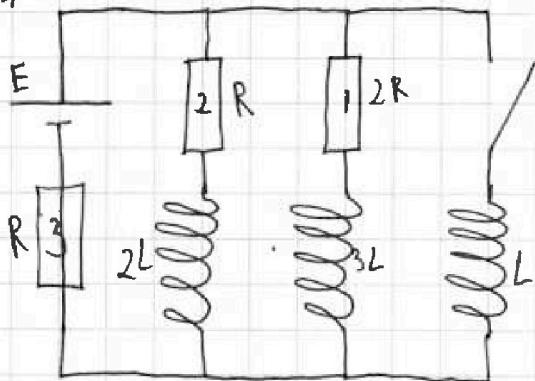


- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

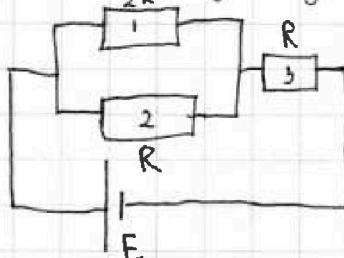
**МФТИ**

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

N4



1) Каскад - разомкнут



$$R_0 = \frac{2}{3}R + R = \frac{5}{3}R$$

параллельно  
2电阻

2)  $I_1 + I_2 = I_0$

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

↑

$$I_{20} = I_1 = \frac{I_0}{3} = \frac{E}{5R}$$

$$I_0 = \frac{3E}{5R} \quad (\text{ток через резистор})$$

3) Сразу после того как каскад замкнут ток через резистор

3-го не начнется

$$E = I_0 R + L \dot{I} \quad (\text{Второе правило Кирхгофа})$$

$$\dot{I} = \frac{E - I_0 R}{L} = \frac{E - \frac{3E}{5}}{L} = \frac{2E}{5L}$$

$$\frac{dI}{dt} = \dot{I} = \frac{2E}{5L}$$

4) Со временем после замыкания каскада ток перестанет

тока через резисторы 1 и 2. (также через 3-й каскад)

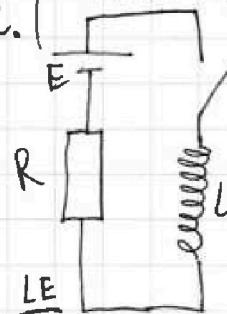
5) Каскад 3-й разомкнется через

резистор 3R

$$\frac{L \dot{I}_1^2}{2} = q I_1 R$$

$$q = \frac{L \dot{I}_1}{2R} = \frac{LE}{10R}$$

Ответ: 1)  $I_{20} = \frac{E}{5R}$ ; 2)  $\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{5L}$ ; 3)  $q = \frac{LE}{10R}$



момент 0  
ток гаснет  
насомните, что при  
 $L \dot{I} = 0 \Rightarrow$  напряжение на  
3-м резисторе тоже 0

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

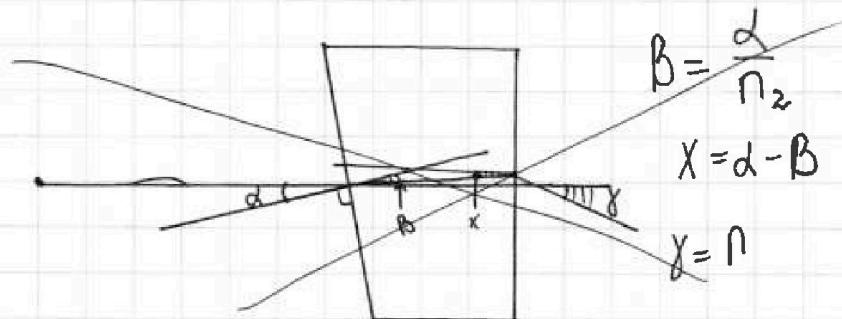
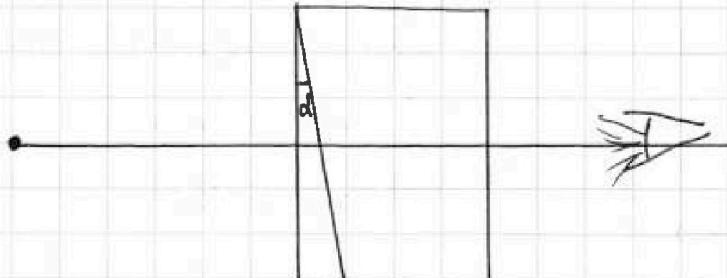
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

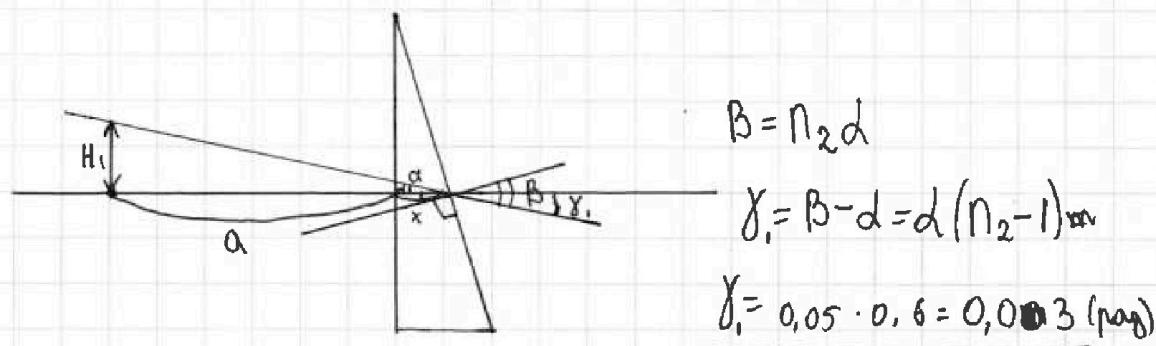
МФТИ

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

N5



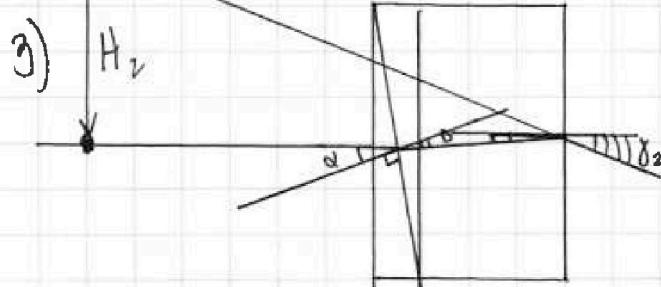
1)



2)  $X < a$  изображение будет на расстоянии  $H$  от штатива

$$\frac{H_1}{a} = \gamma_1 \quad H_1 = a \cdot \gamma_1 = 200 \cdot 0.03 = 6 \text{ см}$$

все лучи сходятся  
на один и  
тот же угол  
и падают на  
увидимой  
поверхности



$$B = d \cdot \frac{n_2}{n_1}$$
$$X = d - B = d \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)$$
$$\gamma_2 = n_1 \quad X = d \left(n_1 - n_2\right) = 0.05 \cdot 0.2 = 0.01$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



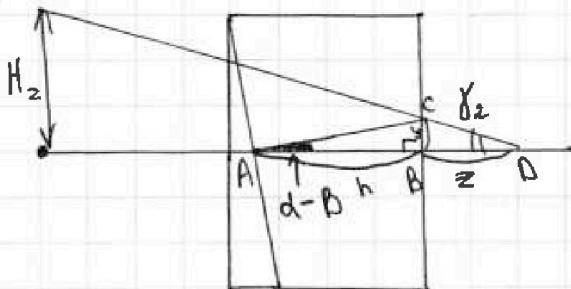
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

N 5 (продолжение)

4)



$$BD = z; BC = y; AB \approx h \quad (m \cdot k \cdot d - \text{мин})$$

Мы можем сократить на расстояние  $y$  и  $z$

$$y = h(d - B) \quad (m \cdot k \cdot d - \text{мин})$$

$$z = \frac{y}{n_2} = \frac{h(d - B)}{n_1(d - B)} = \frac{h}{n_1}$$

5)

$$H_2 = (a + h + z) \quad f_2 = \left(200 + 9 + \frac{9}{1,8}\right) \cdot 0,01 = (209 + 5) \cdot 0,01 = 2,14 \text{ см}$$

Ошибки:  
1)  $\gamma_1 = d(n_2 - 1) = 0,03 \text{ рад}$

2)  $H_1 = a \cdot \gamma_1 = 6 \text{ см}$

3)  $H_2 = \left(a + h + \frac{h}{n_1}\right) = 2,14 \text{ см}$



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"/> |

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

МФТИ



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 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!

N1

$$1) \alpha = t g \alpha = a = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \text{ m/c}^2 \quad a = \frac{d^2 r}{dt^2} = \ddot{r}$$

$$2) ma = F_{\text{треуг}} - F_{\text{сопр}}$$

$$F_{\text{треуг}} + \text{const} = F_K$$

$$\Rightarrow F_{\text{сопр}} = F_{\text{треуг}} - ma$$

$$\frac{105}{30} \frac{15}{27}$$

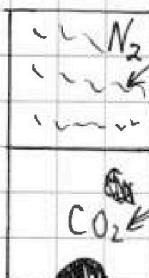
$$\frac{3}{15} \frac{15}{21}$$

$$\cancel{27}$$

$$\frac{27}{21} = \frac{9}{7}$$

$$3) P \sim \frac{F_s}{t} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{F_{\text{сопр}}}{F_K} = \frac{F_K - ma}{F_K}$$

N2



гипотеза верна!!!

$$1) VRT = PV$$

P-одинаковое  
значение

$$V_N RT_0 = \frac{PV}{2}$$

$$V_{CO_2} RT_0 = P \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \frac{PV}{4}$$

$$\frac{V_N}{V_{CO_2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = 2$$

$$2) P_K V_N = V_N RT$$

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

$$P_K \left( V_N - \frac{V_N}{4} \right) = \left( V_{CO_2} - K(P_N + P_{ATM}) \frac{V}{4} \right) RT$$

$$P_N \left( \frac{3}{4} V - V_N \right) = \left( V_{CO_2} - K(P_N + P_{ATM}) \frac{V}{4} \right) RT$$

$$P_N = P_K - P_{ATM}$$

$$\begin{cases} P_K V_N = V_N RT \\ (P_K - P_{ATM}) \left( \frac{3}{4} V - V_N \right) = \left( \frac{V_N}{2} + \frac{K P_K V}{4} \right) RT \end{cases}$$

$$P_K V_N = P_K V_N$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

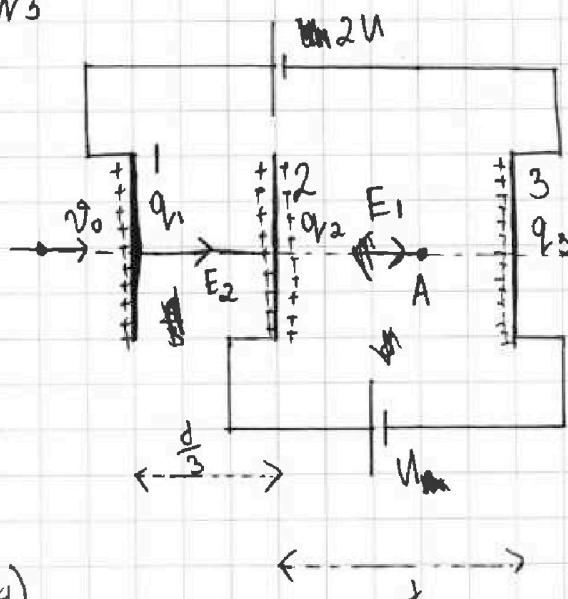


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

N3



$$1) q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$2) 2U = E_1 d + \frac{E_2 d}{3}$$

$$U = E_1 d$$

$$3) E = \frac{U}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_2 = \frac{q_1}{2\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\epsilon_0} \\ E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0} + \frac{q_2}{2\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\epsilon_0} \end{array} \right.$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$2E_2 \epsilon_0 = q_1 + q_3 - q_2$$

$$q_1 = E_2 \epsilon_0$$

$$2E_1 \epsilon_0 = q_1 + q_2 + q_1 + q_2$$

$$2E_1 \epsilon_0 - 2E_2 \epsilon_0 = 2q_2$$

$$q_2 = \epsilon_0 (E_1 - E_2)$$

$$q_3 = - (E_2 \epsilon_0 + E_1 \epsilon_0 - E_2 \epsilon_0) = - E_1 \epsilon_0$$

$$q_3 = - E_1 \epsilon_0$$

$$5) E_1 = \frac{U}{d}$$

$$6) K_3 - K_2 = \Delta \Phi_{23} q$$

$$m q = E_1 q$$

$$a = \frac{U q}{m d}$$

$$7) \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_i^2}{2} + \frac{E_2 d q}{3} + \frac{E_1 q \cdot d}{3}$$

$$K_3 - K_2 = U q$$

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 type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

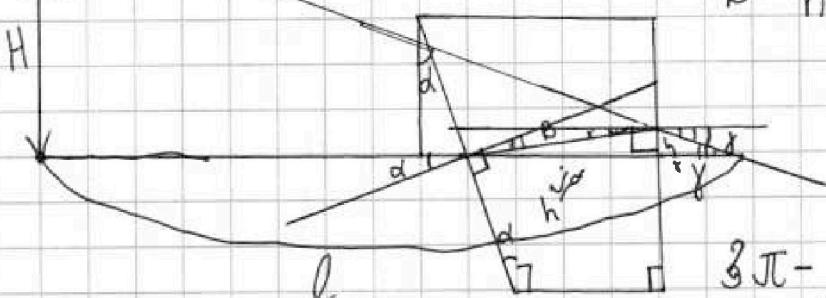
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N4 (продолжение)

$$Q = \pi R^2 N \alpha = \pi d^2 N$$

\*) ~~ххх~~

N5



$$B = \frac{d}{n} \quad y = h(d - B)$$

$$x = \frac{y}{\gamma} = \frac{h(d - B)}{n \cdot (d - B)}$$

$$3\pi - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} - d - \frac{\pi}{3} =$$

$$H = \gamma \cdot y \cdot l$$

$$y = h(d - B) \quad \frac{9}{9 \cdot 0,2} = \frac{1}{2} = \frac{5}{10} = \pi - 2 \quad x = \pi - \pi + d - B$$

~~ххх~~

$$\frac{y}{x} = \gamma$$

$$x = \frac{y}{\gamma} = \frac{h(d - B)}{n(d - B)} = \frac{h}{n}$$

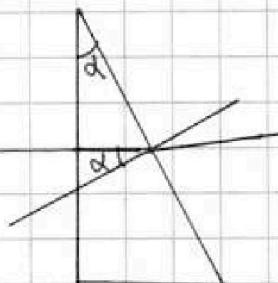
$$y = n \cdot x = n(d - B)$$

$$y = nd \left(1 - \frac{1}{n}\right) = n \cdot d - d(n-1)$$

$$H = y \cdot \left(\alpha + h + \frac{h}{n}\right) \quad (2)$$

$$y = \alpha(n-1) \quad (1)$$

$$\frac{7}{31} \cdot \frac{20}{3} = \frac{140}{93}$$



$$\text{*) } n_1 d = n_2 B$$

$$B = \frac{n_1}{n_2} d$$

можно

$$y = \alpha(n_1 - 1) + d(n_2 - 1)$$



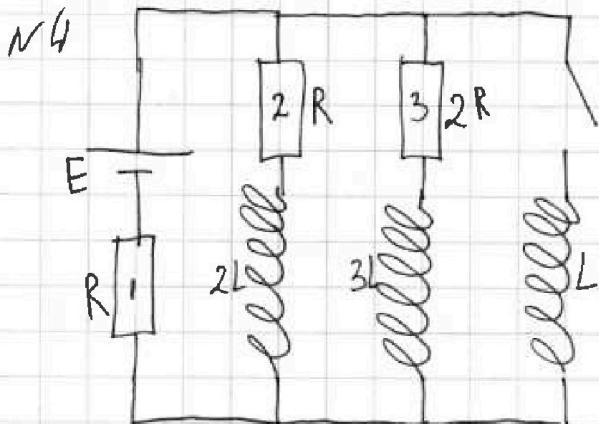
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

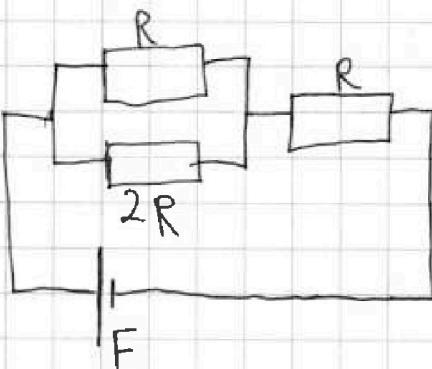
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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



1)



$$2) I_{bR} = I_{20} 2R$$

$$\frac{1}{R_X} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R}$$

$$I_{10} = 2I_{20}$$

$$R_X = \frac{2R}{3}$$

$$I_{10} + I_{20} = I_0$$

$$R_0 = \frac{2R}{3} + R = \frac{5R}{3}$$

$$3I_{20} = \frac{3E}{5R}$$

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

$$I_{20} = \frac{E}{5R}$$

3) Сразу после замыкания ключа ток в резисторе 1 never увеличивается

$$E = I_0 R + \frac{dI}{dt} L I$$

$$\dot{I} = \frac{E - I_0 R}{L} = \frac{E - \frac{3}{5}E}{L} = \frac{2E}{5L}$$

$$\dot{I} = \frac{2E}{5L}$$



**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!

$$\frac{P_n V}{6} = \frac{P_0 V}{2} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$P_K = 3 P_0 \cdot \frac{T}{T_0} \quad P_0 = \frac{P_K}{3} \cdot \frac{T_0}{T} \quad V_N = \frac{P_0 V_0}{2 R T_0} = \frac{P_K V}{6 R T}$$

$$(P_k - P_{ATM}) \left( \frac{3}{12} V \right) = \left( \frac{N}{2} + \frac{KP_k V}{12} \cdot \frac{T_0}{T} \right) RT$$

$$\frac{7}{12} P_K - \frac{7}{12} P_{ATM} = \frac{P_K}{12RT} + \frac{K P_K}{12} \cdot \frac{T_0}{T}$$

$$P_{\text{ATM}} = P_k - \frac{\gamma}{R} P_k T_0$$

*Atmospheric Pressure*

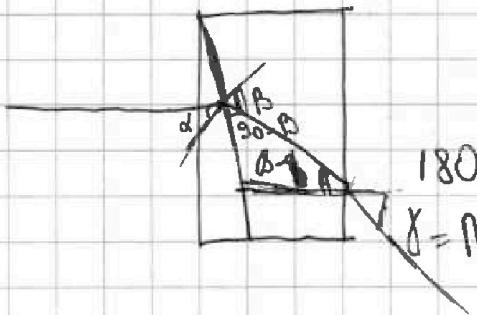
$$P_{ATM} = \frac{6P_K - kP_R R T_0}{7P_{ATM}}$$

$$P_K = \frac{7 P_{ATM}}{6 - K \cdot \frac{3}{4} TR} = \frac{7 P_{ATM}}{6 - 0,6 \cdot \frac{3}{4} \cdot 3}$$

$$\frac{7}{7 - \frac{9}{3}} = \frac{0,7}{0,8} \cdot \frac{9 - \frac{2,7}{2}}{1 - \frac{2,7}{2}} = \frac{7}{7 - \frac{9}{3} - \frac{2,7}{2}}$$

$$6 - \frac{0,6 \cdot 5 \cdot 3}{4} = \frac{0,6 \cdot 9}{\cancel{4}} = \frac{2,7}{\cancel{2}}$$

$$\frac{7 - \frac{9}{3} - \frac{27}{2}}{6} = \frac{42 - 8 - 8,1}{6} = \frac{25,9}{6}$$





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

N4 (продолжение)

после замыкания клапана ток будетходить только через  
правую катушку

N2

продолжение

$$A_N = A_{CO_2} - P \Delta V$$

$$\Delta U_N = \Delta U_{CO_2}$$

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

i<sub>N</sub> = 5  
i<sub>CO<sub>2</sub></sub> = 6  
*если он - промежуточный*

$$\frac{i_N}{2} \nu_N R \Delta T = \frac{i_{CO_2}}{2} \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{K P_0 V}{4} \right) R T_0 - \frac{i_{CO_2}}{2} \frac{\nu_N}{2} R T_0$$

$$5) \nu_N R \left( \frac{4 T_0}{3} - T_0 \right) = 6 \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{K P_0 V}{4} \right) R T_0 - 6 \frac{\nu_N}{2} R T_0$$

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

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

$$5) \nu_N R \left( \frac{T_0}{3} \right) = 6 \left( \frac{\nu_N}{2} + \frac{K \cdot 2 \nu_N R T_0}{4} \right) R T - 6 \frac{\nu_N}{2} R T_0$$

и 2 противоток

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

$$\frac{P_0 V}{4} = \nu_{CO} R T_0$$

$$\frac{P_K V}{6} = \nu_N R T$$

$$(P_K - P_{ATM}) \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{CK} R T$$

$$\nu_{CK} = \nu_{CO} + \frac{K P_0 V}{4}$$

напоминание  
P<sub>K</sub>