



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



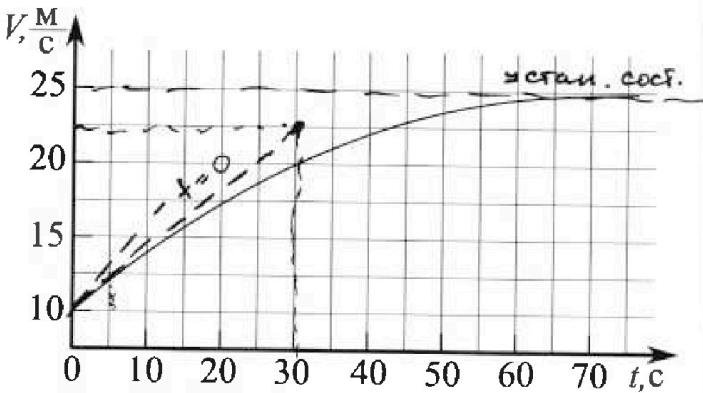
Вариант 11-03

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

1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность чисел енного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

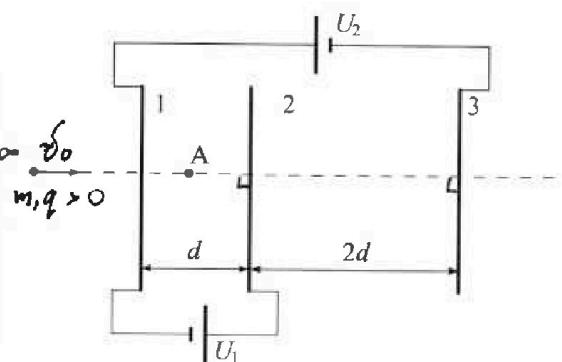


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ – нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

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

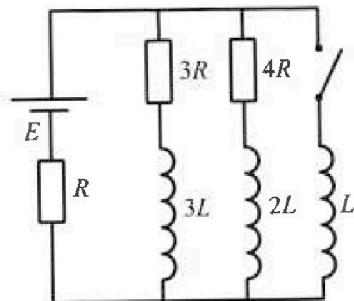
Вариант 11-03

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

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

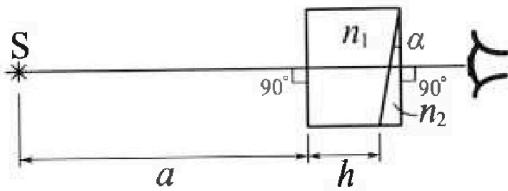
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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 $a = 90$ 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:

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

МФТИ

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

N1

Дано

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$1) a_0 - ?$$

$$2) F_0 - ?$$

$$3) P_0 - ?$$

Решение

$$1) \bar{a} = \frac{d\bar{v}}{dt}$$

$$a_0 = v_0(0) = k \approx \frac{15}{30} = 0,5 \text{ м/с}^2 \text{ (см рис. учен.)}$$

$$2) \bar{F}_c \quad \begin{array}{c} \leftarrow \\ \rightarrow \end{array} \quad \bar{F}_T \quad \bar{F}_c = -k\bar{v}$$

$$\bar{F}_c = kv$$

$$23 \text{ Н : } \bar{F}_T + \bar{F}_c = m\bar{a}$$

$$F_T - kv = ma$$

$$\text{При } t > 75 \text{ с } a \approx 0 \Rightarrow F_k - kV_{\text{тек}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k = \frac{F_k}{V_{\text{тек}}} = \frac{600}{25} = 24 \quad \text{при } a=0$$

$$F_0 = kv_0 + ma_0 = 990 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = F_0 v_0 = 9900 \text{ Н}$$

Ответ:

$$1) 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$2) 990 \text{ Н}$$

$$3) 9900 \text{ Вт}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



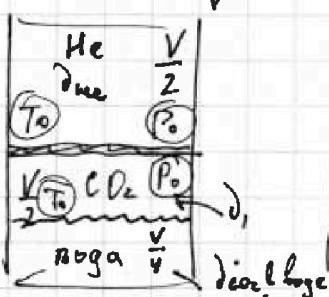
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

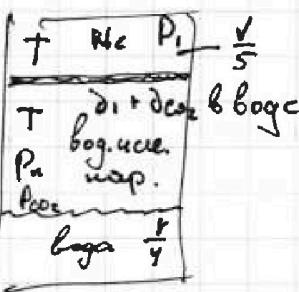
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№2

Дано:



$$T = 373 \text{ K}$$



Найти:

$$\frac{\rho_{\text{He}}}{\rho_1} = ?$$

$$\frac{T}{T_0} = ?$$

$$T_0 = P_0 = \frac{1}{2} \text{ atm}$$

Поменять темпопр. и невесомость ($T_{\text{окр}}, \rho_{\text{один.}}$)

$$\rho_{\text{CO}_2 \text{ в воде}} = k P_0 \frac{V}{4}$$

$$1) P_0 \cdot \frac{V}{2} = \rho_{\text{He}} R T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \rho_1 R T_0$$

↑ поделим

$$\frac{\rho_{\text{He}}}{\rho_1} = 2$$

2) В сокр. 2 шир. Beg. elev. началь. $\Rightarrow P_{\text{нн}} = p_{\text{атм.}} = 2 P_0$.
 $(T = 373 \text{ K})$

$$P_1 \frac{V}{5} = \rho_{\text{He}} R T$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_{\text{CO}_2} \cdot V_{\text{CO}_2} = (\rho_1 + \rho_{\text{CO}_2}) R T \\ \frac{20}{20} V \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) \end{array} \right. \Rightarrow \rho_{\text{CO}_2} = \frac{20}{11V} (\rho_1 + \rho_{\text{CO}_2}) R T$$

$$P_1 = P_0 + \rho_{\text{CO}_2}$$

$$\frac{5 \rho_{\text{He}} R T}{V} = 2 P_0 + \frac{20}{11V} (\rho_1 + \rho_{\text{CO}_2}) R T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (\text{черновик}) \quad \frac{T}{T_0} =$$

$$\frac{10 K R T + 44}{45} =$$

$$\begin{aligned} 1) \frac{\rho_{\text{He}}}{\rho_1} &= 2 \\ 2) \frac{T}{T_0} &= \frac{59}{45} \end{aligned}$$



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!

√3
дано:

рис-ок:

(d, 2d)

∞

U₁ = U

U₂ = 3U

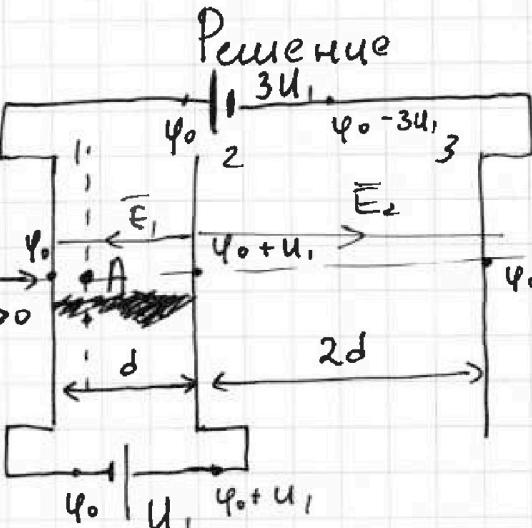
0. m, q > 0

V₀

1) a - ?

2) k₁ - k₂ - ?

3) V(A) - ?



Решение

3H.

$$E_1 = \frac{\phi_0 - U_1 - \phi_0}{d} = \frac{U_1}{d}$$

$$E_2 = \frac{\phi_0 + U_1 - (\phi_0 - 3U)}{2d} = \frac{4U_1}{2d} = \frac{2U_1}{d}$$

$$23H: F_1 = ma_1$$

$$F_1 = E_1 q = \frac{U_1 q}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 = \frac{U_1 q}{m d}$$

$$2) ЗСЭ: k_1 + \frac{U_0 q}{d} = k_2 + \frac{(U_0 + U_1) q}{2d}$$

$$k_1 - k_2 = U_1 \cdot q$$

$$3) \phi_A - \phi_0 = E_1 \frac{d}{4} = \frac{U_1}{4}$$

?

.

Orbiter:

$$1) a_1 = \frac{U_1 q}{m d} = \frac{U_1 q}{m \cdot \frac{U_1 q}{d}} =$$

$$2) U_1 \cdot q$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

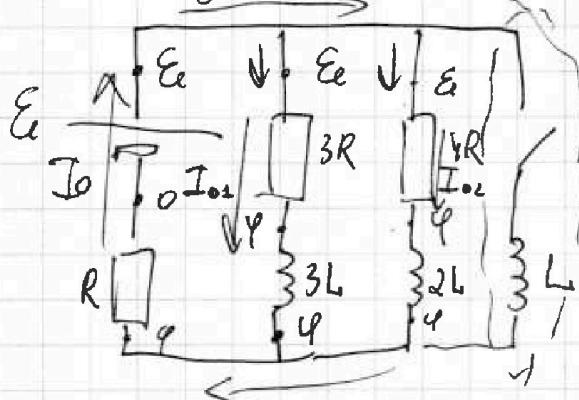
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

✓ 4 (номер по списку)



$$\left. \begin{array}{l} I_0 = I_{01} + I_{02} \\ I_0 = \frac{U}{R} ; \\ I_{01} = \frac{E_e - \psi}{3R} \\ I_{02} = \frac{\psi - E_e}{4R} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

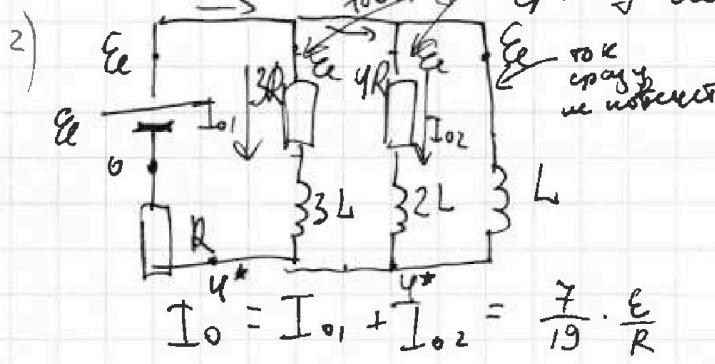
Дано:
 R
 L
 E_e
 $I_{01} - ?$
 $I'(0) - ?$
 $\psi - ?$

додатков. нее рахунок.

$$\Rightarrow \psi = \frac{7(E_e - \psi)}{12} \Rightarrow \left[\psi = \frac{7}{19} E_e \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} I_{01} = \frac{4}{19} \cdot \frac{E_e}{R} \\ I_{02} = \frac{3}{19} \cdot \frac{E_e}{R} \end{array} \right\} - \text{обер}$$

ток сразу же изменяется
сразу после замыкания: ($t=0$)



$$I_0 = I_{01} + I_{02} = \frac{7}{19} \cdot \frac{E_e}{R}$$

$$\psi^* - 0 = I_0 R = \frac{7}{19} \cdot \frac{E_e}{R} \Rightarrow \psi^* = \frac{7}{19} E_e$$

$$U_L(0) = E_e - \psi^* = E_e - \frac{7}{19} E_e = \frac{12}{19} E_e$$

$$U_L(0) = L \cdot I'_L(0) \Rightarrow I'_L(0) = \frac{U_L(0)}{L} = \frac{12}{19} \cdot \frac{E_e}{L}$$

обер

ен. неподвижное

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

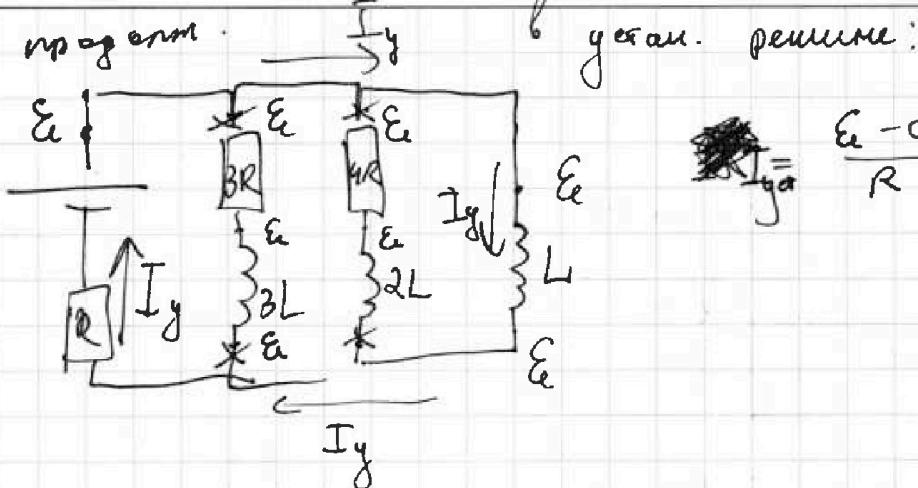
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



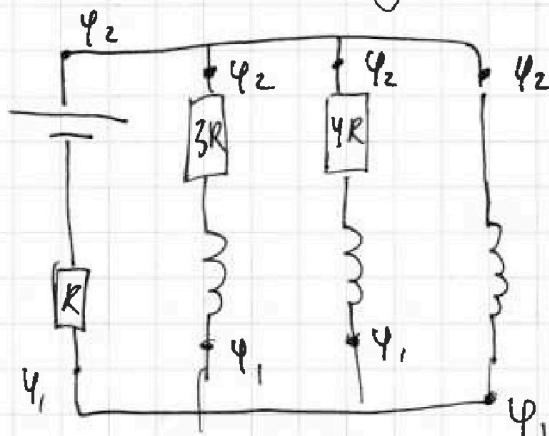
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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



ОТ $t=0$ по услов . соот - сия



$$\varphi_2 - \varphi_1 = \underbrace{\varphi_2 - \varphi_3 + \varphi_3 - \varphi_1}_{I_1(t) \cdot 3R} + u_{3L}(t)$$

$$U_L(t) = 3R \cdot I_1(t) + u_{3L}(t)$$

$$L \frac{\Delta i}{\Delta t} = 3R I_1(t) + 3L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \mid \Delta t$$

$$L \cdot \Delta i = 3R \cdot \Delta q + 3L \Delta t,$$

$$L \cdot \Delta i = 3R \Delta q + 3L \Delta t,$$

отсюда $\frac{E}{R}$ пропущено! $\Rightarrow \frac{E}{R} = 0$

$$L \sum \Delta i = 3R \sum \Delta q + 3L \Delta t,$$

$$L \left(\frac{E}{R} - 0 \right) = 3R q + 3L \left(0 - \frac{4E}{19R} \right)$$

$$\frac{E}{R} = 3Rq - \frac{12}{19} \cdot \frac{4E}{R} \Rightarrow$$

$$q = \frac{31L\epsilon}{57R^2} \quad (черновик)$$

Ответ:

$$1) \cancel{I_{101}} = I_{100} = \frac{4}{19} \cdot \frac{E}{R}$$

$$2) I'_1(0) = \frac{12}{19} \cdot \frac{E}{L}$$

$$3) q = \frac{31}{57} \cdot \frac{L\epsilon}{R^2}$$

Не учит переноски

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

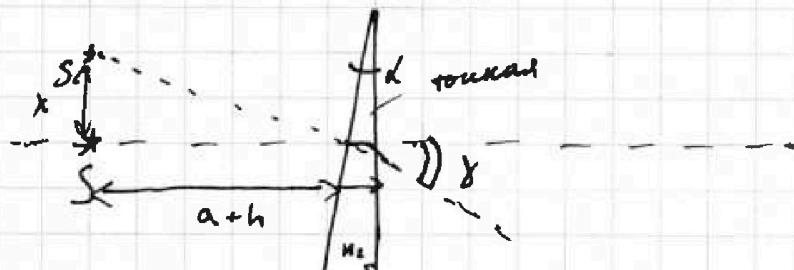
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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 не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№5

1)



$$x = \alpha(n_2 - 1) = 0,07 \text{ radg.}$$

Orts:

1) 0,07 radg.)

$$2.) \tan \gamma \approx \gamma \quad (\tan x \approx x \text{ при } x \rightarrow 0)$$

$$\tan \gamma = \frac{x}{a+h}$$

$$x \approx \gamma(a+h) \approx \alpha(n_2 - 1)(a+h)$$

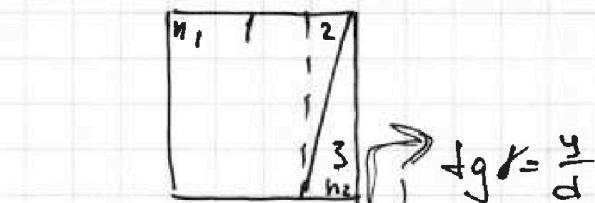
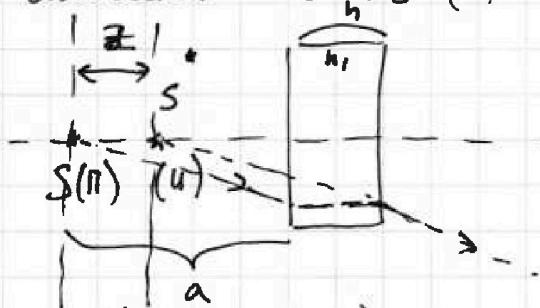
2) 7 см

3) 3 см

$$x \approx 0,07 \text{ radg} (0,09 \text{ m} + 0,14 \text{ m}) \approx 0,07 \text{ m} \approx 7 \text{ cm}.$$

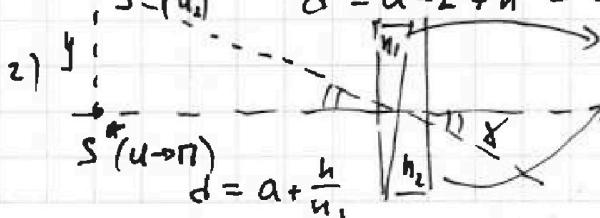
3) Рассмотрим линзу:

1) Сторона перес (1)



$$z = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)$$

$$\begin{aligned} \tan \gamma &= \frac{y}{d} \\ \gamma &\approx \frac{y}{d} \\ y &\approx \gamma \cdot d \\ y &\approx (a + \frac{h}{n_1}) \alpha (n_2 - 1) \\ y &\approx 0,03 \text{ m} \\ z &= 0,04 \text{ m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{поворот на } \delta_1 &= \alpha(n_1 - 1) \\ \text{поворот на } \delta_2 &= \alpha(n_2 - 1) \\ n_1 < n_2 \Rightarrow \delta_1 &< \delta_2 \\ \delta &= \delta_2 - \delta_1 \Rightarrow \delta = \alpha(n_2 - n_1) \end{aligned}$$

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"/> |

МФТИ

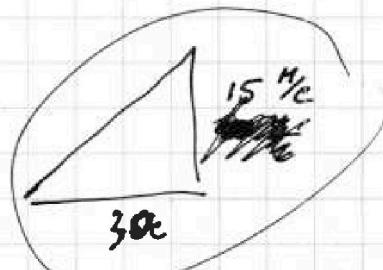
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

✓ 1

Черновик

$$1) \bar{a} = \frac{d\bar{v}}{dt}$$

$$a_0 = v'_0(0) = k \text{ (см. рис)}$$



$$k = \frac{15}{30} = 0,5$$

$$a = 0,5 \text{ m/s}^2$$



$$1) \text{ по } O_x: F_e = -k\bar{v}$$

$$2) \text{ по } M: F_r + F_c = m\bar{a}$$

$$F_e = k\bar{v}$$

$$\text{При } f > 75 \text{ c} \quad a \approx 0 \Rightarrow F_e - k\bar{v} = 0$$

$$F_r - k\bar{v} = ma$$

$$k = \frac{F_r}{25 \text{ c}} = \frac{600 \text{ H}}{25 \text{ c}} = 24 \frac{\text{H}}{\text{c}}$$

$$F_e = k\bar{v}_0 + ma_0$$

$$F_e = 24 \cdot 10 + 1500 \cdot 0,5 = 990 \text{ N}$$

$$3) P = F_e \cdot v_0 = 990 \cdot 10 = 9900 \text{ Bt}$$

Ответ: 1) $0,5 \text{ m/s}^2$

2) 990 N

3) 9900 Bt



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

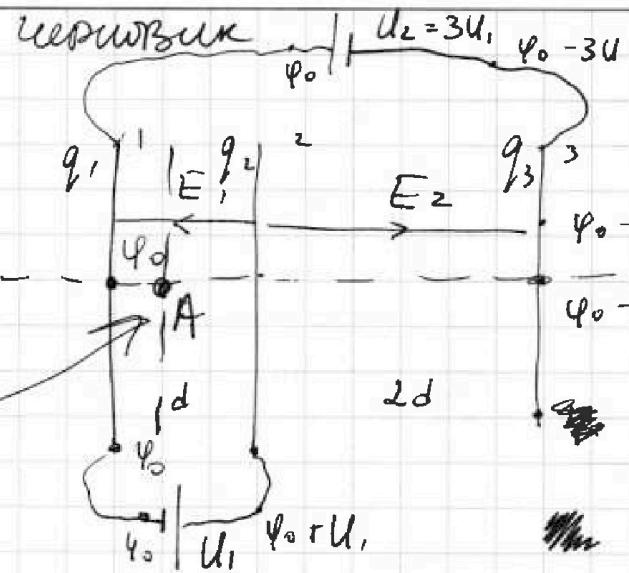
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{3}$
(метод поглощ.)

0.

v_0

$m, q > 0$



$$1) 3c3: q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$E_1 = \frac{\varphi_0 - U_1 - \varphi_0}{d} = \frac{U}{d}$$

$$E_2 = \frac{\varphi_0 + U - (\varphi_0 - 3U)}{2d} = \frac{4U}{2d} = \frac{2U}{d}$$

$$\begin{matrix} q_1 \\ \leftarrow E_1 \\ \leftarrow F_1 \\ \leftarrow q > 0 \end{matrix}$$

$$23H: F_1 = ma_1$$

$$F_1 = E_1 q = \frac{U \cdot q}{d} \Rightarrow a_1 = \frac{U \cdot a}{md}$$

$$F_1 = E_1 q = \frac{U \cdot q}{d}$$

$$2) 3c3: k_1 + \varphi_0 q = k_2 + (\varphi_0 + U) q$$

$$k_1 - k_2 = U \cdot q$$

$$3: \# \quad \varphi_A - \varphi_0 = E_1 \cdot \frac{d}{4} = \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{4} = \frac{U}{4}$$

$$\varphi_0 = \cancel{\varphi_A}$$



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

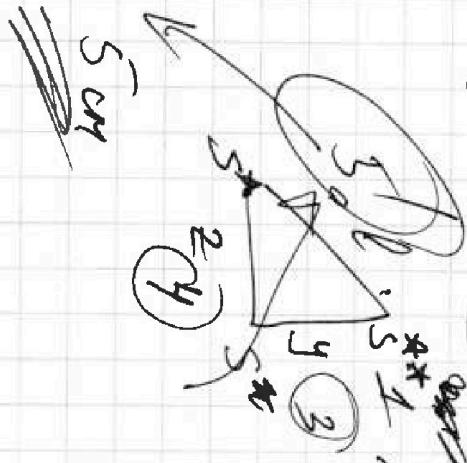
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



$$\delta \approx r_1 (h_2 - h_1)$$

$$(m - \delta) \cdot 2 = l(1 - \frac{r_1}{r_2})$$

$$y \approx r_1 (a + \frac{r_1}{r_2}) \cdot (h_2 - h_1)$$

$$y \approx r_1$$

$$y = \frac{r_1}{t}$$

$$\delta = d(h_2 - h_1)$$

$$d = d(h_2 - h_1)$$

($t = 2n$)

($t = 2n + 1$)

($t = 2n - 1$)

($t = 2n$)



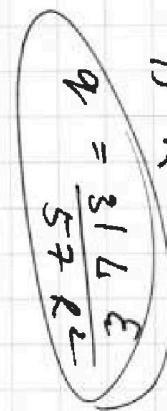
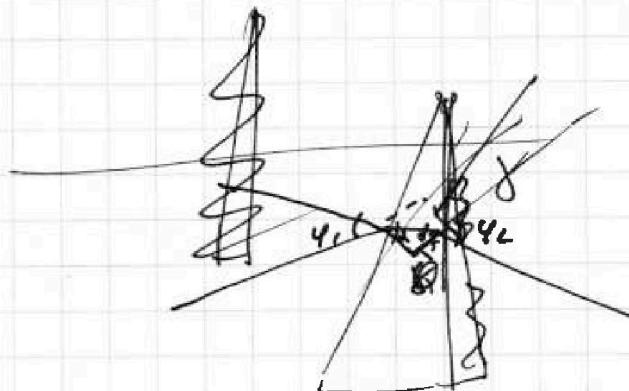
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

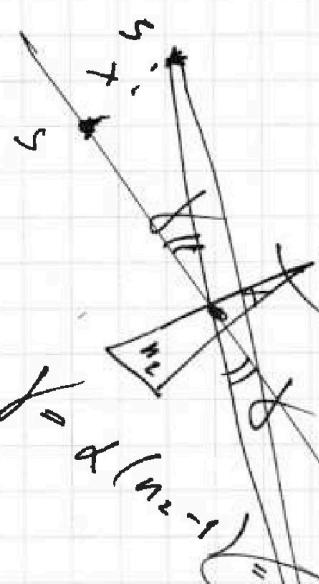
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{3}{R} \cdot \frac{L}{3} = 3R \alpha$$

$$\frac{3}{R} \cdot \frac{L}{3} + \frac{R}{3} = \frac{3}{R} L$$

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



$$1 \cdot \sin \alpha_1 = n \sin \alpha_1$$

$$\alpha_1 \approx n \alpha_1, \quad \alpha_2 \approx n \alpha_2$$

$$\delta = \alpha_1 - \alpha_2 + \alpha_2 - \alpha_2$$

$$= \alpha_1 + \alpha_2 - (\alpha_1 + \alpha_2) =$$

$$= (\alpha_1 + \alpha_2)(n-1)$$

$$\delta + \alpha_1 + \alpha_2 = 180^\circ$$

$$\delta = (\alpha_1 + \alpha_2)(n-1)$$

$$\tan \delta \approx \frac{\delta}{x} \approx \frac{\delta}{\alpha_1 + \alpha_2} = \frac{\delta}{(n-1)(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

запись

$$d = a + \frac{h}{n}$$

