

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

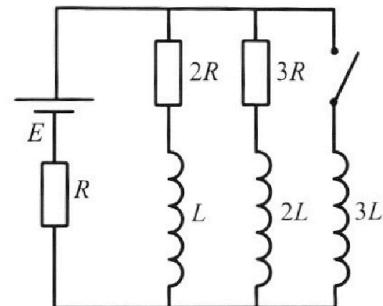
Вариант 11-01

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

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

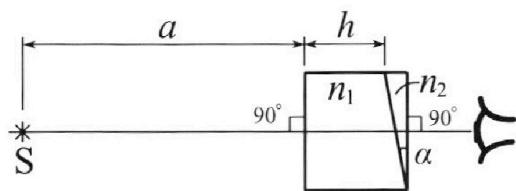
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми кoeffфициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



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

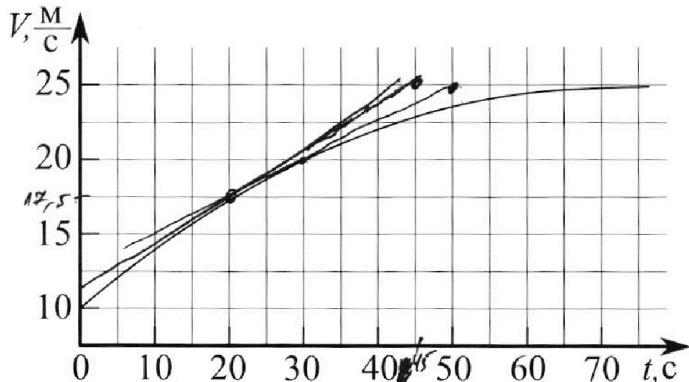


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 1.** Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность числового ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

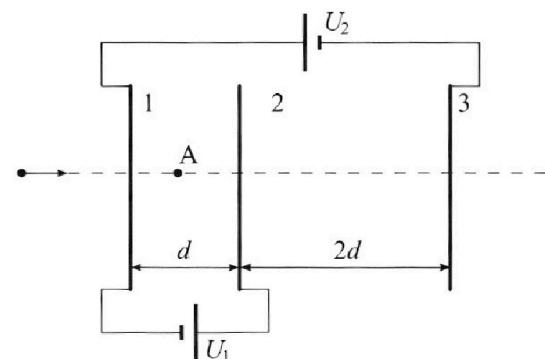


- 2.** Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $R T \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

- 3.** Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

1) проведём касательную к графику в точке, где $V_1 = 20 \text{ м/c}$
такую же угловую наклонность прямой - производная скорости = ускорение.

$$\text{ускорение } a_1 \approx \frac{25-20}{50-30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

2) $a_1 = \frac{F}{m}$; $F = F_k - F_{\text{сопротивления}}$; $F_{\text{сопр.}} = kV$

$$a_1 = \frac{F_k - kV_1}{m}$$

автомобиль не разгоняется дальше 25 м/c , на этой
скорости сила = 0

$$0 = \frac{F_k - k \cdot 25}{m}; k = \frac{F_k}{25} = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}}$$

$$F_k = a_1 m + kV_1 = 0,25 \cdot 1800 + 20 \cdot 20 = 950 \text{ Н}$$

3) $P_1 = FV_1 = (F_k - F_{\text{сопр.}})V_1 = 450 \cdot 20 = 9000 \text{ Вт} = 9 \text{ кВт}$

Ответ: 1) $0,25 \text{ м/с}^2$

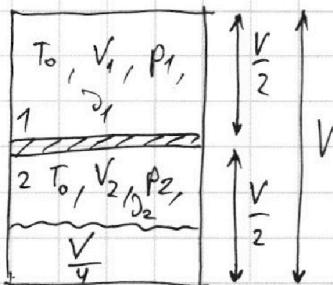
2) 950 Н

3) 9 кВт

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

1)



$$V_1 = \frac{V}{2}; \quad V_2 = \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

поскольку не движется, давление

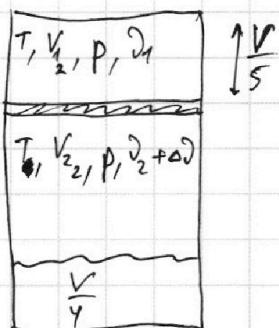
p_1 и p_2 равны.

так идеальный, давление пара постоянное.

$$\text{т. } V_1 = \mathcal{D}_1 R T_0; \quad p_2 V_2 = \mathcal{D}_2 R T_0; \quad p_1 = p_2 = p_0$$

$$\frac{\mathcal{D}_1}{\mathcal{D}_2} = \frac{p_0 V_1 \cdot R T_0}{R T_0 \cdot p_0 V_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V \cdot 4}{2 \cdot V} = 2$$

2)



объем водяного пара не изменился
(остался $\frac{V}{4}$);

~~так~~ пар насыщенный, его давление =
 $= 1$ атм. (давление насыщего пара при $100^\circ C = 32.3$ atm)

Изначально в воде было растворено Δ уменьшено

того, сейчас она выкипает, в воде ничего не растворено.

$$V_{12} = \frac{V}{5}; \quad V_{22} = V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{11}{20}V; \quad \Delta = k p_0 W, \quad W = \text{объем пара} = \frac{V}{4}$$

$$p = p_{\text{пара}} + p_{\text{атм}}; \quad p_{\text{пара}} \cdot V_{22} = (\mathcal{D}_2 + \Delta) R T; \quad p = \frac{(\mathcal{D}_2 + \Delta) R T \cdot 20}{11V} + p_{\text{атм}}.$$

~~$$p \frac{V}{5} = \mathcal{D}_1 R T; \quad p = \frac{10 \mathcal{D}_2 R T}{V}$$~~

$$\frac{20}{11} \left(\frac{2 R T}{V} + \frac{\Delta R T}{V} \right) + p_{\text{атм}} = 10 \frac{\mathcal{D}_2 R T}{V}$$

из первого пункта $\frac{\mathcal{D}_2 R T_0}{V_2} = p_2; \quad T_0 = \frac{4}{5} T; \quad \frac{\mathcal{D}_2 R \cdot \frac{4}{5} T}{V_2} = p_0$

$$\frac{\mathcal{D}_2 R T}{V} = \frac{5}{16} p_0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$\frac{20}{11} \left(\frac{5}{16} p_0 + \frac{k p_0 \frac{V}{4} RT}{V} \right) + p_{\text{атм}} = 10 \cdot \frac{5}{16} p_0$$

$$k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3}; \quad RT = 3 \cdot 10^3; \quad kRT = 1$$

$$\frac{20}{11} \left(\frac{5}{16} p_0 + \frac{p_0}{4} \right) + p_{\text{атм}} = \frac{50}{16} p_0$$

$$\left(\frac{100}{176} + \frac{80}{176} - \frac{550}{176} \right) p_0 = -p_{\text{атм}}$$

$$p_0 = \frac{176}{550 - 100 - 80} p_{\text{атм}} = \frac{88}{185} p_{\text{атм}}$$

Ответ: 1) 2

2) $\frac{88}{185} p_{\text{атм}}$



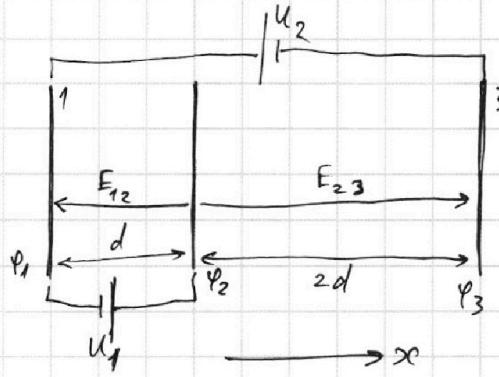
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



$$\Psi_1 = \Psi_3 + U_2; \quad \Psi_2 = \Psi_1 - U_1$$

1) На рисунке изображены числа

$$F_{12} = E_{12} g$$

$$E_{12} d = \varphi_1 - \varphi_2 = -U_1$$

$$E_{12} = -\frac{U_1}{d} = -\frac{U}{d}$$

$$d_{12} = \frac{F_{12}}{m} = \frac{E_{12} q}{m} = -\frac{Uq}{md}$$

$$|\alpha_{12}| = \frac{Ug}{md}$$

2) на ~~1~~ секе 1 поменужна ψ_1 , на секе 2 поменужна ψ_2 .

Энергия движения при прохождении неподвижной частицы = $K_1 + \varphi_1 g$,

$$\text{Биопот} - K_2 + \varphi_2 q$$

стартовала соревнования.

$$k_2 + \varphi_2 g = k_1 + \varphi_1 g; \quad \cancel{k_2 - k_1} = \cancel{(\varphi_1 - \varphi_2)} g$$

$$K_1 - K_2 = (\varphi_2 - \varphi_1) q = u_1 q = u q$$

3) Наиболее вероятно, что склонность к самому = 20%.

$$\text{зепрв} = \frac{\frac{m v_0^2}{2}}{z} + 0, \quad \text{намерувањето зепрв} = 0.$$

Эта морка в волне E_{23} , на расстоянии 2 см от ~~самки~~ ^{самку}

$$\varphi_2 - E_{23} x = 0 \quad , \quad E_{23} = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{2d} = \frac{U_1 + U_2}{2d} = \frac{54}{2d}$$

$$x = \frac{\psi_3 + U_1 + U_2}{E_{23}} = \frac{(\psi_3 + 5U)2d}{5U} = 2d + \frac{\psi_3}{5U} 2d$$

разобран пример симметрии на 2 подсистемах:

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$-\varphi_1 - \varphi_3 = \varphi_2$$

$$\cancel{\varphi_3} + 4U - \varphi_3 = \varphi_3 + 5U$$

$$\varphi_3 = -U$$

$$x = 2d + \frac{-U}{5U} 2d = 1,6d$$

б) зная также скорость = ϑ_0 .

$$\cancel{\text{ между } 1-2: \alpha_{12} = -\frac{Ug}{md}}$$

$$\text{ между } 2-3: \alpha_{23} = \frac{(\varphi_2 - \varphi_3)g}{2d/m} = \frac{5Ug}{2md}$$

$$1-2: \vartheta_2 = \vartheta_1 - \frac{Ug}{md} t_1; \quad d = \vartheta_1 t_1 - \frac{Ug}{md} \frac{t_1^2}{2}$$

\downarrow

$$\vartheta_2 = \sqrt{\vartheta_1^2 - \frac{2Ug}{m}}$$

$$2-3: \vartheta_0 = \vartheta_2 + \frac{5Ug}{2md} t_2; \quad x = \vartheta_2 t_2 + \frac{5Ug}{2md} \frac{t_2^2}{2}$$

$$\frac{5Ug}{4md} t_2^2 + \vartheta_2 t_2 - x = 0, \quad D = \vartheta_2^2 + \frac{5Ug x}{md}$$

$$t_2 = \frac{(-\vartheta_2 + \sqrt{D})}{5Ug} 2md$$

$$\vartheta_0 = \sqrt{D} = \sqrt{\vartheta_1^2 - \frac{2Ug}{m} + \frac{5Ug x}{md}}$$

Ответ: 1) $\frac{Ug}{md}$

2) Ug

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

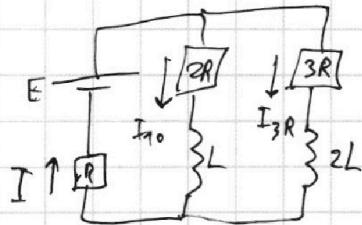


- | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input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

1) разомкнутый ключ:



режим установившись: $U_L = U_{2L} = 0$

$$I = I_{10} + I_{3R}$$

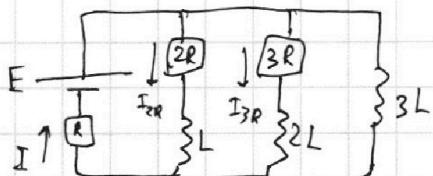
$$E = \frac{I_{10}}{2R} \cdot 2R + IR = \frac{I}{3R} \cdot 3R + IR$$

~~$I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{3R}) R = I_{3R} \cdot 3R + I$~~

$$\frac{I_{10}}{2R} \cdot 2R = \frac{I}{3R} \cdot 3R ; I_{3R} = \frac{2}{3} I_{10}$$

$$E = I_{10} \cdot 2R + \frac{\Sigma}{3} I_{10} \cdot R ; I_{10} = \frac{E}{2R + \frac{\Sigma}{3} R} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

2) сразу после замыкания ключа токи не изменились



$$I_{3L} = 0 ; I_{2R} = I_{10} ; I = \frac{\Sigma}{3} I_{10} = \frac{S}{11} \frac{E}{R}$$

$$U_{3L} = 3L \dot{I}_{3L} *$$

$$E = U_{3L} + IR ; U_{3L} = E - \frac{\Sigma}{11} E = \frac{6}{11} E$$

$$\dot{I} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

3) режим установившись, $\dot{I}_{3L} = 0$, $U_{3L} = 0 \rightarrow U_{2R+L} = U_{3R+2L} = 0$

$$\dot{I}_{2R+L} = \dot{I}_{3R+2L} = I_{2R} = I_{3R} = 0 ; I = I_{3L} + I_{2R} + I_{3R} = I_{3L}$$

$$E = IR ; I = \frac{E}{R}$$

$$U_{2R+L} = \frac{I_{2R}}{2R} \cdot 2R + L \dot{I}_{2R} ; U_{3R+2L} = 3L \dot{I}_{3L}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

МФТИ

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

$$U_{2R+L} = U_{3L} \quad ; \quad I_{2R} \cdot 2R + L \cdot \frac{dI}{dt}_{2R} = 3L \frac{dI}{dt}_{3L} \quad / \cdot dt$$

$$dq_{2R} \cdot 2R + L \cdot dI_{2R} = 3L dI_{3L}$$

$$\int_0^q dq_{2R} \cdot 2R + L \int_{I_{10}}^0 dI_{2R} = 3L \int_0^I dI_{3L}, \quad q - \text{протекший заряд}$$

$$2Rq - LI_{10} = 3L \frac{E}{R}$$

$$q = \frac{3L \frac{E}{R} + L \cdot \frac{3}{11} \frac{E}{R}}{2R} = \frac{36}{22} L \frac{E}{R^2} = \frac{18}{11} \frac{LE}{R^2}$$

- Ожидаем:
- 1) $\frac{3}{11} \frac{E}{R}$
 - 2) $\frac{2}{11} \frac{E}{L}$
 - 3) $\frac{18}{11} \frac{LE}{R^2}$



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

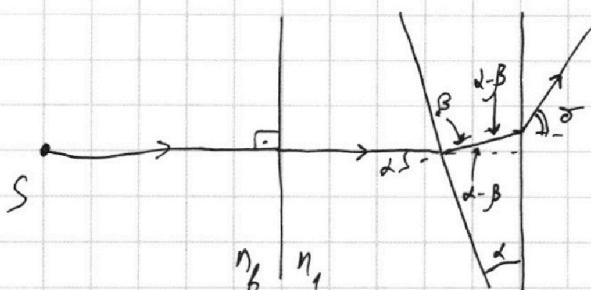
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

1)



~~на левой~~
урачи ~~муж~~ не
прекращаются.

$$n_1 \rightarrow n_2 : n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

α -малый, β -малый,
 $\alpha - \beta$ -малый, σ -малый. $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \beta \approx \beta$, ...

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

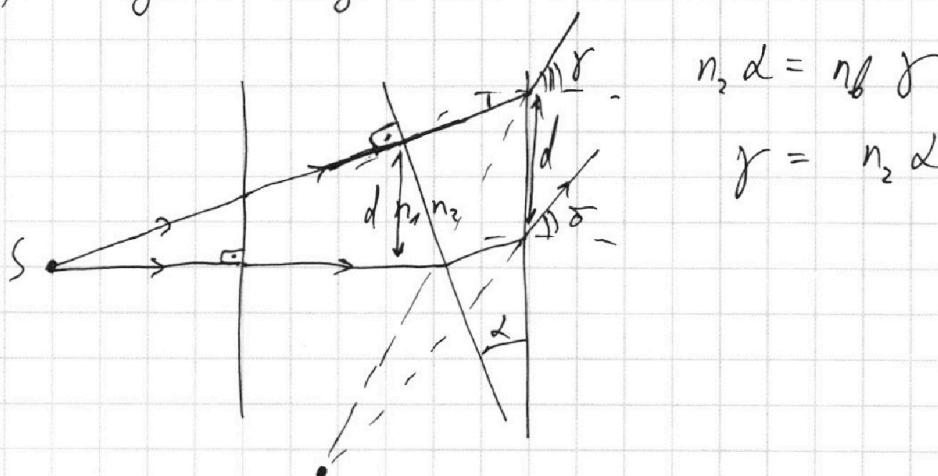
$$\alpha - \beta = \frac{n_2 - n_1}{n_2} \alpha$$

$$n_2 \rightarrow n_f : n_2 \sin(\alpha - \beta) = n_f \sigma; \quad \sigma = \frac{n_2(\alpha - \beta)}{n_f} = \frac{(n_2 - n_1)\alpha}{n_f}$$

$$n_1 = n_f = 1; \quad n_2 = 1,7; \quad \sigma = 0,7 \alpha, \quad \alpha = 91 \text{ rad}.$$

$$\sigma = 0,7 \text{ rad}$$

2) пускай 2 луга?



Ответ: 1) 0,07 rad.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

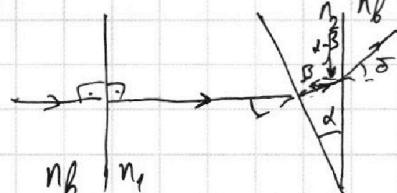
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ



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

№5. 1)



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta;$$

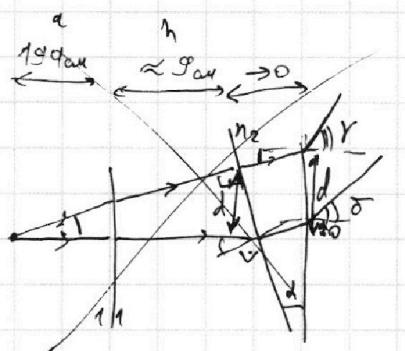
$$n_2 \sin(\alpha - \beta) = n_2 \sin \delta$$

$$n_1 = n_2 = 1; \cos \alpha \approx 1; \sin \beta \approx \frac{\beta}{\alpha}; \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin \delta} = \frac{\alpha - \beta}{\delta}$$

$$\beta = \frac{\alpha - \delta}{n_2}$$

~~$$\gamma = n_2 (\alpha - \beta) = n_2 (\alpha - \frac{\alpha - \delta}{n_2}) = n_2 \alpha - \alpha = 0,7 \alpha = 0,07 \text{ rad}$$~~

2) заменим систему на 1 плоскую линзу:



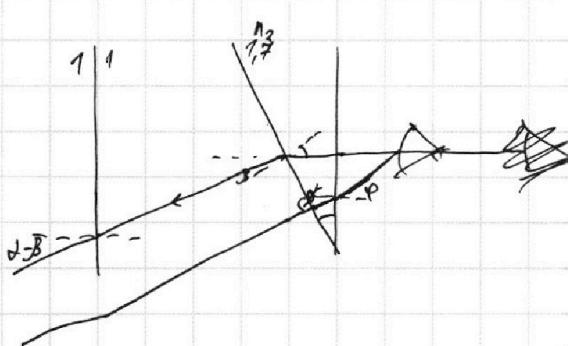
~~$$n_2 \sin \alpha = 1; \gamma = n_2 \alpha = 1,7 \alpha$$~~

~~$$d = \sin \alpha \cdot \frac{\alpha + h}{\cos \alpha} = \alpha (\alpha + h) =$$~~

~~$$= 0,01 \cdot 203 = 2,03 \text{ cm}$$~~

~~$$1 \cdot p = n_2 \alpha$$~~

~~$$p = n_2 \alpha$$~~



$$\varphi_3 + 5U = -\varphi_3$$

$$\varphi_3 = -\frac{5}{2} U$$

$$x = d$$

$$U_2 = \sqrt{U_1^2 - \frac{2Ug}{m}}$$

~~$$a_{23} = \frac{8Ug}{2md} = \frac{5Ug}{2md}$$~~

$$\varphi = \varphi_2 + a_{23} t_2; x = U_2 t + \frac{5Ug}{2md} \cdot \frac{t_2^2}{2}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$N^1. \quad a = \frac{F}{m}; \quad F = F_{\text{норм}} - kV$$

$$F_k - k \cdot 25 = 0; \quad k = \frac{500}{25} = 20 \quad \frac{H \cdot C}{M} = \frac{k \cdot M \cdot C}{C^2 \cdot M}$$

$$1) \quad \alpha_1 \approx \frac{25 - 17,5}{45 - 20} = \frac{7,5}{25} = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$2) \quad a = \frac{F_1 - k \cdot V_1}{m} \quad \frac{25 - 20}{50 - 30} = \frac{5}{20} = 0,25 \text{ m/s}^2 \quad \frac{1800}{540,0} \quad \frac{1800}{16} \quad \frac{14}{450}$$

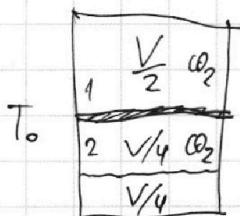
$$F_1 = 0,3 \cdot 1800 + 20 \cdot 20 = 540 + 400 = 940 \text{ H}$$

$$3) \quad P_i = \frac{A}{t} = FV; \quad P_1 = F_1 V_1 = 940 \cdot 20 = 18800 \text{ Bt}$$

$$dA = F \cdot V \cdot dt$$

$$\frac{940}{20} \quad F_1 = 925 \cdot 1800 + 20 \cdot 20 = \\ \cancel{500} \quad 950 \text{ H}$$

N^2.

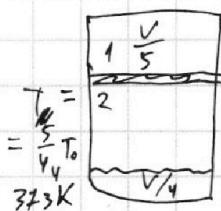


CO₂ - 3 аммак, i = 6

$$P_1 = P_2 = P_3$$

$$P_1 \frac{V}{2} = \bar{D}_1 R T_0; \quad P_2 \frac{V}{4} = \bar{D}_2 R T_0 / \frac{\bar{D}_1}{\bar{D}_2} = \frac{P_1 V / 4 R T_0}{2 R T_0 P_3} = 2$$

$$P_1 = P_2 + P_{\text{атм}}; \quad P_1 \frac{V}{5} = \bar{D}_1 R T; \quad P_1 = (\bar{D}_2 + \bar{D}_1) R T$$



$$P_1 = 1 \text{ атм}$$

$$\bar{D}_1 = k P_0 \frac{V}{4}, \quad V_2 = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{(20 - 4 - 5)V}{20} = \frac{11}{20}V$$

$$(P_2 + P_{\text{атм}}) \frac{V}{5} = 2 \bar{D}_2 R T; \quad P_2 V = 10 \bar{D}_2 R T - V P_{\text{атм}}$$

$$P_2 \frac{11}{20} V = (\bar{D}_2 + k P_0 \frac{V}{4}) R T; \quad P_2 V = \frac{20}{11} (\bar{D}_2 + k P_0 \frac{V}{4}) R T$$

$$10 \bar{D}_2 R T - V P_{\text{атм}} = \frac{20}{11} \bar{D}_2 R T + \frac{5}{11} k P_0 V R T; \quad P_0 V = \frac{16}{5} \bar{D}_2 R T; \quad \bar{D}_2 R T = \frac{5}{16} P_0 V$$

$$10 \bar{D}_2 R T - V P_{\text{атм}} = \frac{20}{11} \cdot \frac{5}{16} P_0 V + \frac{5}{11} \cdot k P_0 V R T \quad | P_0 = \frac{1}{\frac{50}{16} - \frac{100}{16 \cdot 11} - \frac{5k R T}{11}} \text{ Paатм.}$$

$$\frac{50}{16} P_0 - \frac{100}{11 \cdot 16} P_0 - \frac{k \cdot 5 \cdot R T}{11} P_0 = P_{\text{атм}}$$



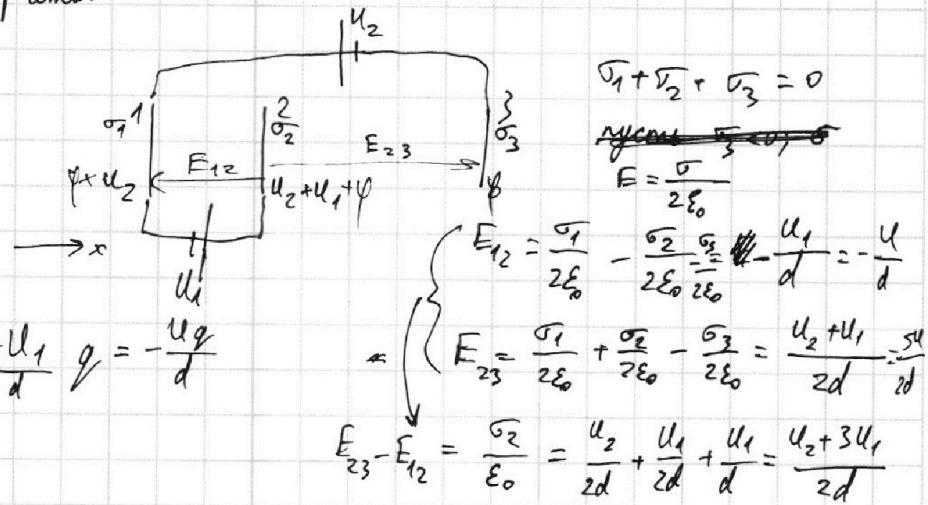
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

$$\text{P3. } U = E$$



$$2) F_{12} = E_{12} \quad g = -\frac{U_1}{d} \quad g = -\frac{U_2}{d}$$

$$|d_{12}| = \frac{u_g}{m_d}$$

$$2) \text{ скорость пада кем} \\ V_1 = \sqrt{g} \quad ; \quad K_1 = \frac{m V_1^2}{2} = \frac{m g t^2}{2}$$

$$\text{Bsp: } \cancel{W_2} = (U_2 + U_1) q \quad d = V_1 t - \frac{|Q_{12}| t^2}{2}$$

$$d = v_1 t - \frac{u g t^2}{2 m d} ; \quad v_2 = v_1 - \frac{u g}{m d} t ; \quad \cancel{\frac{d}{t} = v_0 - \frac{u g}{2 m d} t}$$

$$\frac{U_0}{2md} t^2 - U_0 t + d = 0; \quad D = U_0^2 - \frac{2U_0 d}{m} = U_0^2 - \frac{2U_0 d}{m}$$

$$t = \frac{(v_1 \pm \sqrt{v_1^2 - \frac{2Ug}{m}}) m}{Ug} ; v_2 = v_1 - (v_1 \pm \sqrt{v_1^2 - \frac{2Ug}{m}}) =$$

$$t = \frac{(v_1 \pm \sqrt{v_1^2 - \frac{2ug}{m}}) \text{ ms}}{ug} ; v_2 = v_1 - \left(v_1 \pm \sqrt{v_1^2 - \frac{2ug}{m}} \right) =$$

$$= \pm \sqrt{v_1^2 - \frac{2Ug}{m}} = \sqrt{v_1^2 - \frac{2Ug}{m}} ; F_2 = \frac{mv_1^2}{2} = \frac{m}{2} \left(v_1^2 - \frac{2Ug}{m} \right) = \frac{mv_1^2}{2} - Ug$$

$$K_1 - K_2 = \text{Ug}$$

$$U_g = \begin{bmatrix} 0 & M \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} M & M \\ 0 & 0 \end{bmatrix} = \frac{\mu_2 - \mu^2}{c^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

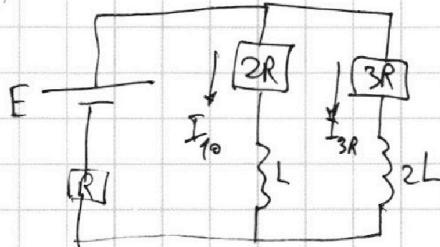


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

14. 1)



решение установившееся: $U_L = U_{2L} = 0$

$$E = I_{10} 2R + (I_{10} + I_{3R}) R = \\ = I_{3R} 3R + (I_{10} + I_{3R}) R$$

$$\cancel{I_{3R}} = \frac{2}{3} I_{10}$$

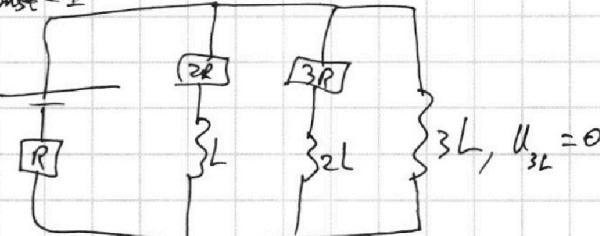
$$E = I_{10} 2R + \cancel{\frac{5}{3} I_{10} R}; I_{10} = \frac{E}{2R + \frac{5R}{3}} = \frac{3E}{6R + 5R} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

2) так еще не установилось; $U_R = (I_{10} + I_{3R}) R$

$$U_{3L} = 3L \dot{I}; I = \frac{E - U_R}{3L} = \frac{E - \frac{2}{3} I_{10} R}{3L} = \frac{E - \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{11} E}{3L} = \\ = \frac{\frac{6}{11} E}{3L} = \frac{2E}{11L} \quad L = \frac{4}{I} = \left[\frac{A \cdot \Omega \cdot c}{A} \right] = [\Omega \cdot c] \\ \frac{E}{L} = \left[\frac{A \cdot \Omega \cdot c}{\Omega \cdot c} \right]$$

3) решение установившееся: $I_{3L} = \text{const} = I$

$$E = IR; I = \frac{E}{R}$$



$$U_{2R+L} = I_{2R} 2R + L \dot{I} = U_{3L} = 3I_3L \dot{I}_3L =$$

$$= E - IR = U_{3R+2L} = I_{3R} 3R + L \dot{I}_{3R} = (I - I_{2R}) 3R + L \cancel{(I - I_{2R} - I_{3L})} = \\ = (I - I_{2R} - I_{3L}) 3R - L (\dot{I}_{2R} + \dot{I}_{3L})$$

$$\frac{dI_{2R}}{dt} 2R + L \frac{dI_{2R}}{dt} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$\frac{dI_{2R}}{dt} 2R + L dI_{2R} = 3L dI_{3L}$$

$$\int_0^I \frac{dI_{2R}}{dt} 2R + L \int_0^I dI_{2R} = 3L \int_0^I dI_{3L}$$

$$2R \dot{q} - LI_{2R} = 3L \frac{E}{R}$$

$$q = \frac{E}{R} \left(3L + \frac{3}{11} L \right) / 2R$$

$$q = \frac{\frac{36}{11} LE}{2R^2} = \frac{18 LE}{11 R^2} = \left[\frac{A \cdot \Omega \cdot c \cdot B}{\Omega \cdot c^2} \right] =$$

$$= \left[\frac{c \cdot A \cdot \Omega \cdot c^2}{\Omega \cdot c^2} \right] = \left[\frac{c \cdot A}{\Omega} \right]$$

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!

$$1) \frac{d}{3} = \vartheta_1 t - \frac{(\alpha_{21}) t^2}{2}; \quad \mathcal{V}_A = \vartheta_1 - (\alpha_{21}) t$$

$$\frac{Ug}{2md} t^2 - \vartheta_1 t + \frac{d}{3} = 0; \quad D = \vartheta_1^2 - \frac{2Ug \cdot d}{md \cdot 3}$$

$$t = \frac{\vartheta_1 \pm \sqrt{\vartheta_1^2 - \frac{2Ug}{3m}}}{Ug} \quad \varphi + U_2$$

$$\vartheta_1 = \sqrt{\vartheta_0^2 - \frac{2Ug}{3m}}$$

$$E_0 = \frac{m\vartheta_0^2}{2} + \vartheta; \quad E_1 = \frac{m\vartheta_1^2}{2} + (\varphi + U_2) q = E_0$$

~~$$E_{12} dq - E_{23} xq = -(\varphi + U_2) q$$~~

$$x = \frac{E_{12} d}{E_{23}} = \frac{4 \cdot d}{d \cdot \frac{5U}{2d}} = \frac{2d}{5}$$

~~$$\vartheta_2^2 = \vartheta_0^2 + 2d \quad \varphi + U_2 - E_{23} d = U_2 + U_1 + \varphi$$~~

~~$$\varphi + U_1 + U_2 - E_{23} \cdot 2d = \varphi$$~~

$$|\alpha_{23}| = \frac{F_{23}}{m} = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{(U_1 + U_2) q}{2d m} = \frac{5Ug}{2md}$$

$$\mathcal{V}_3 = \mathcal{V}_2 + \alpha_{23} t_2; \quad 2d = \mathcal{V}_2 t + \frac{5Ug}{2md} \cdot \frac{t^2}{2}$$

$$\frac{5Ug}{4md} t^2 + \mathcal{V}_2 t - 2d = 0; \quad D = \vartheta_2^2 + \frac{5Ug^2 \cdot 2d}{md} = \vartheta_2^2 + \frac{10Ug}{m}$$

$$t = \left(-\vartheta_2 \pm \sqrt{\vartheta_2^2 + \frac{10Ug}{m}} \right) / 2md$$

$$\vartheta_3 = \vartheta_2 + \left(-\vartheta_2 \pm \sqrt{\vartheta_2^2 + \frac{10Ug}{m}} \right) = \sqrt{\vartheta_2^2 + \frac{10Ug}{m}} = \sqrt{\vartheta_1^2 - \frac{2Ug}{m} + \frac{10Ug}{m}} =$$

$$= \sqrt{\vartheta_1^2 + \frac{8Ug}{m}}; \quad K_3 = \frac{m\vartheta_1^2}{2} + \frac{8mUg}{2m} = \frac{m\vartheta_1^2}{2} + 4Ug$$

$$K_1 + (\varphi + U_2) q = K_1 + 4Ug + (\varphi) q = \frac{m\vartheta_0^2}{2}$$

$$U_2 q =$$