



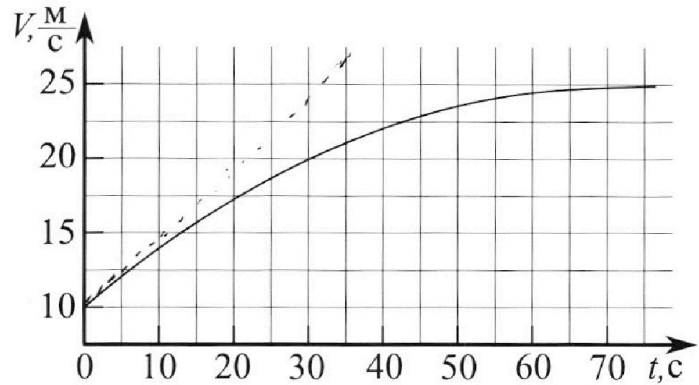
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



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

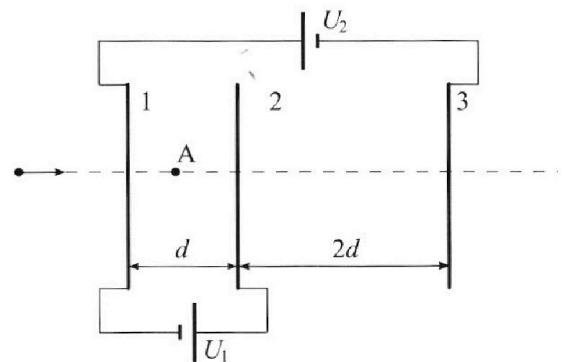
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{ATM}}/2$  ( $P_{\text{ATM}}$  - 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kv$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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 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.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

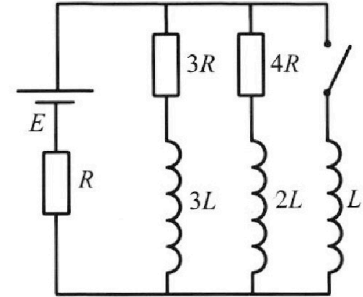
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . 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.

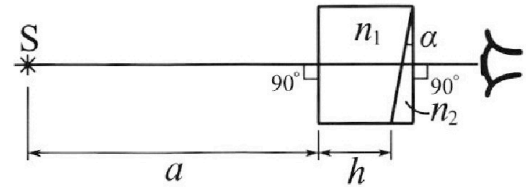


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

N1

1) Число оборотов автомобиля равно количеству касательных. Тогда по графику  $g_{20}$

в точке  $t=0$ :

$$a_0 = \frac{2,5 \frac{м}{с}}{5 с} = 0,5 \frac{м}{с^2}$$

2) Вектор  $2\vec{v}_0$  для начала разгона:

$$m a_0 = F_0 - 2v_0$$

По графику в точке  $t=75 с$

для график  $v(t)$  почти горизонтален,

тогда  $a_k = 0$

$$F_k = 2v_k; \quad \lambda = \frac{600 Н}{25 \frac{м}{с}} = 24 \frac{Н \cdot с}{м}$$

Получ. в изм.:

$$F_0 = m a_0 + 2v_0 = 1500 \cdot 0,5 + 24 \cdot 10 = 990 Н$$

3) По определению мощности:

$$P_0 = F_0 v_0 = 9,9 \text{ кВт} \approx 10 \text{ кВт}$$

Ответ:  $a_0 = 0,5 \frac{м}{с^2}$ ;  $F_0 = 990 Н$ ;  $P_0 = 9,9 \text{ кВт} \approx 10 \text{ кВт}$



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!

N2

1) Для верхнего отсека упр-мием Клейне-  
рана - Менделеева:

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} RT_0 \quad (1)$$

Для нижнего:

$$p_0 \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{CO}_2} RT_0 \quad (2)$$

$\nu_{\text{CO}_2}$  - кол-во изобразного шмля,  
нерастворимого в воде, т.к. шмль-  
но он поддерживает давление

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{CO}_2}} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{4}} = 2$$

2) ~~И~~ Запишем Клейнера - Менделеева  
для верхнего отсека:

$$p_0 \frac{V}{5} = \nu_{\text{He}} RT$$

Для нижнего отсека:

$$p_n = p_{\text{CO}_2} + p_n$$

$$p_{\text{CO}_2} \left( \frac{4}{5} V - \frac{V}{4} \right) = (\nu_{\text{CO}_2} + \Delta \nu_{\text{CO}_2}) RT$$



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!

где  $\Delta V_{\text{CO}_2} = k p_0 \frac{V}{\mu}$  — уменьшенный газ  
ранее растворенный в воде и вы-  
шедший наружу при нагревании

$p_{\text{вн}} = p_{\text{А}}$ , т.к. ~~оба~~ по  $\mu$  объемам  
плотности <sup>почти</sup> не изменились,  $\Delta$   $\Delta$   $\Delta$   $\Delta$   
нар  $\Delta$   $\Delta$   $\Delta$   $\Delta$

Турбулентия давления в отсечке и  
введем  $\Delta = \frac{T}{T_0}$

$$p_{\text{вн}} p_0 = \frac{5 p_0 \Delta}{2}$$
$$p_{\text{вн}} = \frac{2.5 R (p_0 \Delta + k p_0 T)}{R}$$
$$p_{\text{вн}} = \frac{2.5 R (p_0 \Delta + k p_0 T)}{R}$$

$$\frac{5 p_0 \Delta}{2} = \frac{5}{11} R k (p_0 \Delta + k p_0 T) + 2 p_0$$

$$\Delta \cdot \frac{45}{22} p_0 = k p_0 T R + 2 p_0$$

$$\Delta = \frac{22}{45} (k T R + 2) = \frac{22}{45} (0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 + 2)$$

Ответ:  $\frac{V_0}{V_H} = 2$  ;  $\frac{T}{T_0} = \frac{154}{90}$

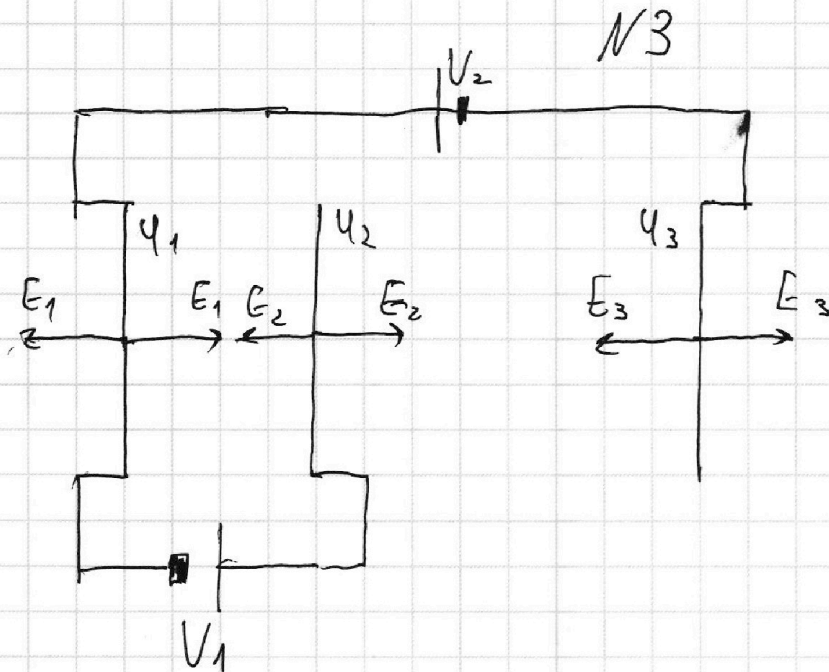
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) Предположим, что на заряд  $q$  действует сила  $F$  катодо. Тогда:

$$F = (E_2 - E_1)q$$

Учитывая, что

$$\begin{cases} \varphi_2 - \varphi_1 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = 3U \end{cases}$$

можно записать

$$\begin{cases} U = (E_2 - E_1 - E_3)d \\ 3U = (3E_3 + E_2 - E_1)d \end{cases}$$

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!

Отсюда получим:

$$E_2 - E_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{U}{d}$$

Тогда  $F = \frac{3Uq}{2d}$  ;  $a = \frac{3Uq}{2dm}$

2) Пусть  $E_i$  — полная энергия частицы при пролете  $i$ -ой сетки. Тогда, полная энергия частицы будет сохраняться:

$$K_1 + W_1 = K_2 + W_2$$

$$K_1 - K_2 = W_2 - W_1 = (\varphi_2 - \varphi_1)q = Uq$$

Ответ: как  $a = \frac{3Uq}{2dm}$  ;  $K_1 - K_2 = Uq$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

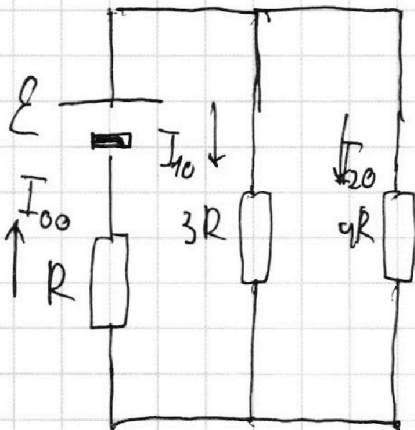


М

1) Три ~~четырёх~~ ветви цепи  
решим напряжение всех катушек

$$U_{3L} = U_{2L} = 0$$

Потом можно рассчитать следующую схему:



Закон Кирхгофа

Правила Кирхгофа  
для левой малой,  
большой контуров и  
узла:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_{00} R + I_{10} 3R \\ \mathcal{E} = I_{00} R + I_{20} 4R \\ I_{00} = I_{10} + I_{20} \end{cases}$$

Ответы найдем:  $I_{10} = \frac{16}{19} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$

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!

2) Сразу ~~после~~ после замыкания  
ключа ток в цепи не изме-  
няется

Требуется определить для внешнего  
контура:

$$\mathcal{E} = I_{\text{св}} R + U_L$$

Уз уз преобразуется пункта:

$$I_{\text{св}} = I_{10} + \frac{\mathcal{E} - I_{10} R}{5R} =$$
$$= \frac{16}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{5R} - \frac{16}{5 \cdot 19} \frac{\mathcal{E}}{R} =$$
$$= \frac{83}{95} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$U_L = \frac{12}{95} \cdot \mathcal{E} = L \frac{dI}{dt} ; \left( \frac{dI}{dt} \right) = \frac{12}{95} \cdot \frac{\mathcal{E}}{L}$$

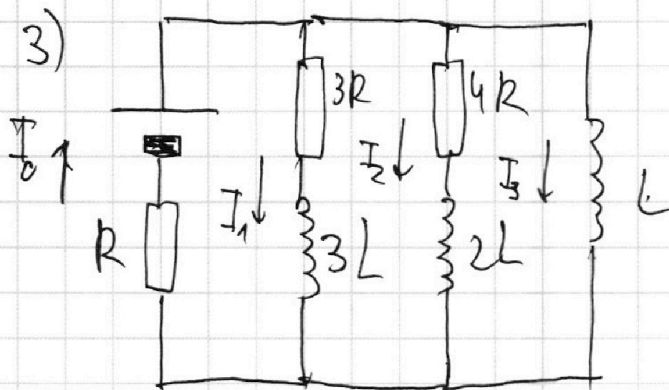
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



Запишем закон Кирхгофа для контура состоящего из  $3R, 3L$  и  $L$ .

$$I_1 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} + L \frac{dI_3}{dt} = 0$$

В новом установившемся режиме напряжения на всех элементах будут кратны результату  $R$  будет 0, а так будет течь только по внешнему контуру. Следовательно:  $I_2 = I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R}$

Тогда в интегральной форме,



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!

Для компенсации не  $\neq$  знак равенства  
уравнение имеет вид:

$$q \cdot 3R + 3L (0 - I_{10}) + L \left( \frac{\varepsilon}{R} - 0 \right) = 0$$

$$q \cdot 3R = L \frac{16 \cdot 3}{19} \cdot \frac{\varepsilon}{R} - L \cdot \frac{\varepsilon}{R}$$

$$q = \frac{29}{57} \cdot \frac{\varepsilon L}{R^2}$$

$$\text{Ответ: } I_{10} = \frac{16}{19} \cdot \frac{\varepsilon}{R}; U_L = \frac{12}{95} \cdot \frac{\varepsilon}{L}; q = \frac{29}{57} \cdot \frac{\varepsilon L}{R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

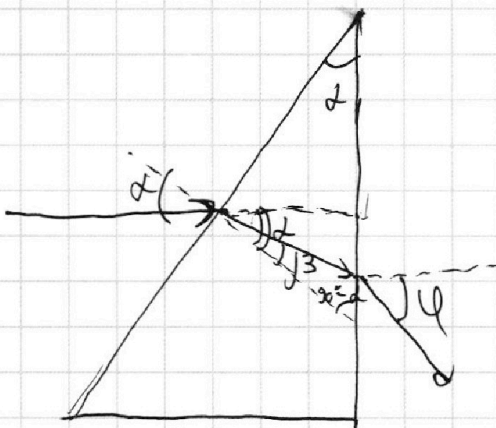
МФТИ

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



15

1) Так как  $n_1 = n_2 \Rightarrow$  первая призма никак не влияет на ход луча.



П.к.  $\alpha$  - малый, остаточные функции можно считать малыми.

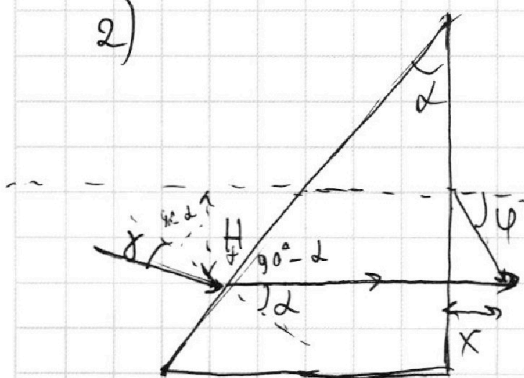
Тогда по закону преломления:

$$\begin{cases} \alpha - 1 = \beta - n_2 \\ n_2 (\alpha - \beta) = \varphi \end{cases}$$

Из равенств:

$$\begin{aligned} \text{Следовательно: } \varphi &= \alpha (n_2 - 1) = \\ &= 0,07 \text{ рад.} \end{aligned}$$

2)



Рассм. луч., который выйдет из призмы параллельно оси "глаз-сетчатка"

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$\gamma = h \cdot \alpha' = 0,17 \text{ рад.}$$

$$\sin(\alpha - \gamma) = \frac{H}{a+h}$$

$$H = 0,07 \text{ рад.} \cdot (90 + 14) \text{ см} = 7,28 \text{ см}$$

При пересечении этого луча с лучом из пункта 1 будет изображение светочувствительной пленки.

Величину  $x \approx 0,5 \text{ см}$  можно пренебречь

$$L = \sqrt{(a+h)^2 + H^2} \approx 105 \text{ см}$$

Ответ:  $\gamma = 0,07 \text{ рад.}$ ;  $L = 105 \text{ см}$





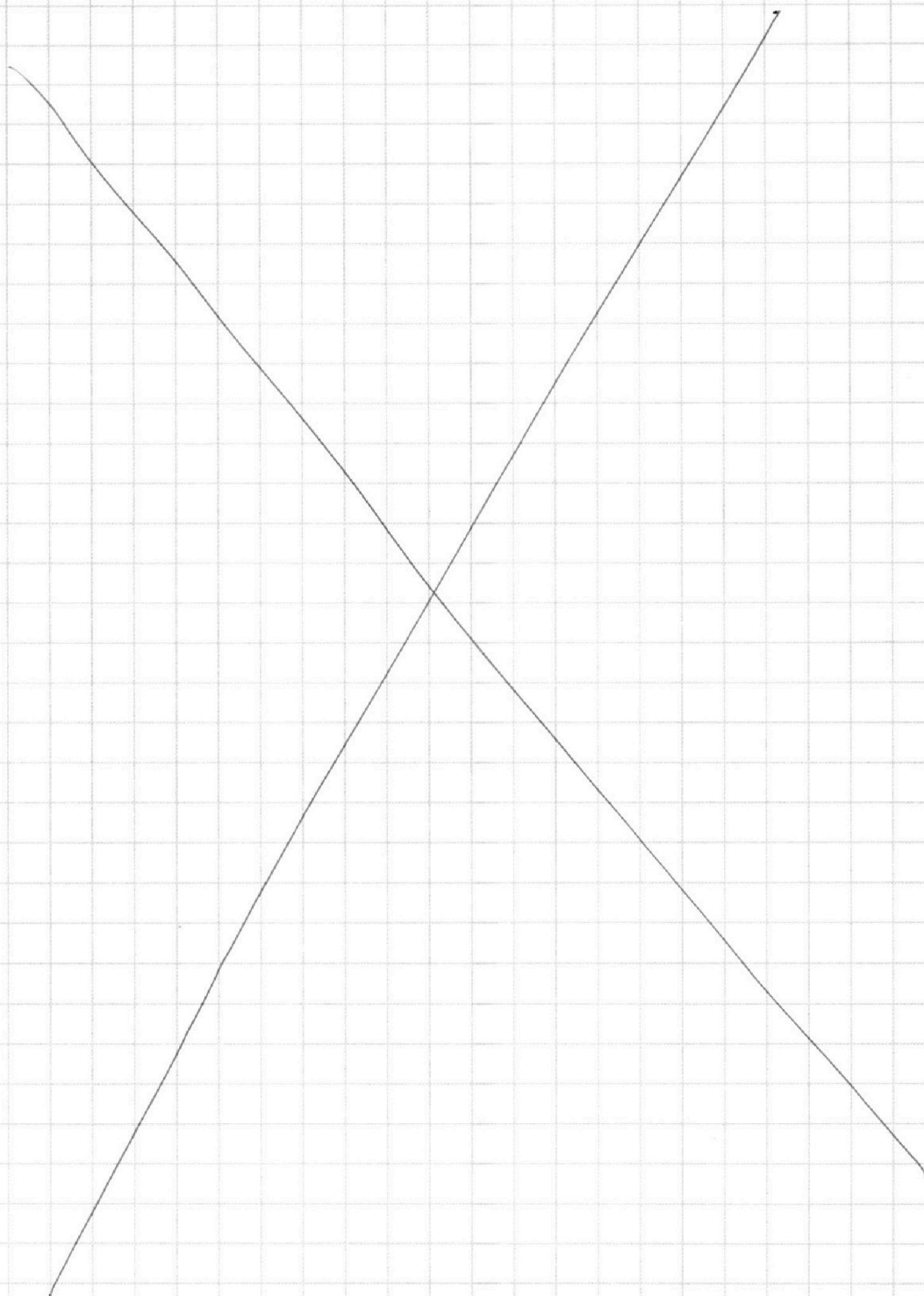
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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



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

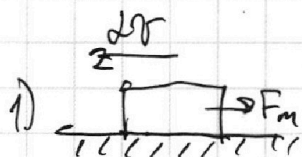
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

N1

1) 

~~$ma = F_m - 2\sigma$~~

~~$a = \frac{d\sigma}{dt} \approx \frac{2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{5\text{с}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$~~

2) В начале ~~ускорения~~  $F_{\text{сomp}} = 0$

$\Rightarrow F_0 = ma$

3)  $P_0 = F_0 v$

1) ~~В нач. уек.  $v=0 \Rightarrow F_c = 0$~~

~~$ma = F_0$~~

1)  $T_0$  ускорения  $a_0 = \frac{2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{5\text{с}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)  $ma_0 = F_0 - 2\sigma$

$T_0$  ускорения  $v = 25 \text{ м/с}$   $a = 0$

$F_k = 2\sigma_k$ ;  $\sigma = \frac{F_k}{2k}$

3)  $P_0 = F_0 v_0$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

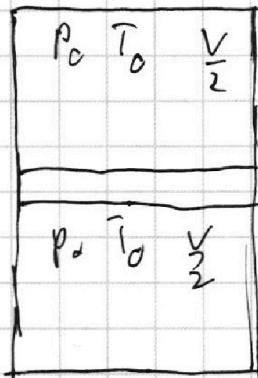
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



№2



1) Для верхнего столба:

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$$

Для нижнего:

$$p_0 \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{CO_2} RT_0$$

$$\Delta \nu_{CO_2} = k p_0 \frac{V}{4}$$

$$\alpha = \frac{\nu_{CO_2} - \Delta \nu_{CO_2}}{\nu_{He}}$$

$$\alpha = \frac{\nu_{CO_2}}{\nu_{He}}$$

2) Изменим объем подвеса малое пере-  
мещение  $\Rightarrow$  перемещение

$$p_H = p_{CO_2}' + p_{He}$$

$$p_A = 2p_0 =$$

$$p_{He}'$$

$$p_{CO_2}' \left( \frac{4}{5}V - \frac{V}{4} \right) = (\nu_{CO_2} + \nu_{CO_2}') RT$$

$$p_{He}' \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$F_1 = (q_2 - q_1) \cdot \frac{1}{2\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_1 = q_1 C$$

$$\varphi_n = \frac{q}{2\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_2 = q_2 C$$

$$k_B = \frac{q}{C} = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$F_1 = \frac{Uq}{d}$$

$$H = \frac{B}{\mu_0} \quad B = \mu_0 H \quad B = \mu_0 n I$$

$$E_2$$

$$\varphi = \frac{W_n}{q}$$

$$E_1$$

$$E_1 = k_1 + W_1$$

$$E_2 = k_2 + W_2$$

$$\cancel{k_1 + k_2 = W_1 + W_2}$$

$$k_1 + W_1 = k_2 + W_2$$

$$k_1 - k_2 = W_2 - W_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{d} = \frac{U}{d}$$

$$F_1 = q (E_2 + E_3 - E_1) = q (q_2 + q_3 - q_1) \frac{1}{2\epsilon_0 S}$$

$$q_3 + q_2 - q_1 = C (\varphi_3 + \varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = 3V$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

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!



Увеличительная:

$$1) V_{He} = \frac{p_0 V}{2RT_0}$$

$$V_{CO_2} = \frac{p_0 V}{4RT_0}$$

$$\frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = 2$$

$$2) p_{CO_2}' = \frac{\left( \frac{p_0 V}{4RT_0} + k p_0 \frac{V}{4} \right) RT}{\frac{11}{20} V} =$$

$$p_{He}' = \frac{5 \frac{p_0 V}{2RT_0} RT}{V} = \frac{22 \cdot 3,5}{45} = \frac{22 \cdot 0,7}{9} = \frac{15,4}{9}$$

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

$$p_{CO_2}' = \frac{20R \left( \frac{p_0 \alpha}{4R} + \frac{k p_0 \alpha}{4} \right)}{11}$$

$$p_{He}' = \frac{5 p_0 \alpha}{2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

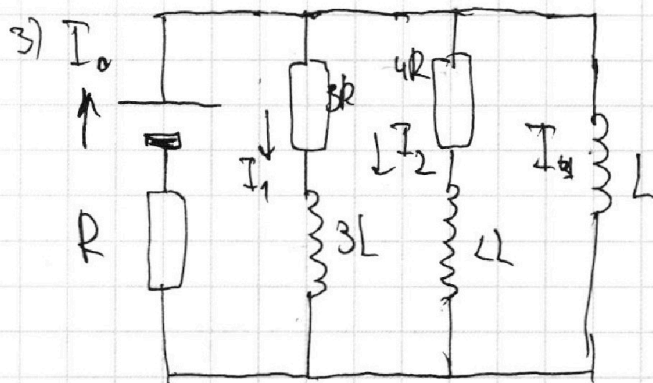


~~2)~~ 2) Пленки в цепи не перемещиваем  
 Ток в вет. контуров

$$\mathcal{E} = I_{\text{св}} R + U_L$$

$$I_{\text{св}} = I_{10} + \frac{\mathcal{E} - I_{10} R}{5R}$$

$$\frac{80 \cdot 99 \cdot 83}{16 \cdot 5 + 19 - 16 \cdot 4} = \frac{5 \cdot 19}{83} = \frac{95}{83}$$



$$\cancel{I_1} \cdot 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} + L \frac{dI_4}{dt} = 0$$

В первом вет. рез.  $I_1 - I_2 = I_0$

$$I_1 - I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Пленка в интегральной форме:

$$q \cdot 3R + 3L(0 - I_{10}) + L\left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0\right) = 0$$

$$48 - 19 = 29$$



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

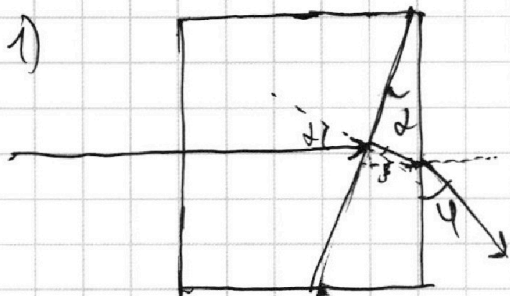
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



15

Для поверхности

$$\varphi = \alpha(n-1)$$



$$(\alpha - \beta)$$

и  $\sin \alpha$

Все углы меньше

$$\alpha \cdot 1 = \sin \beta \cdot n_2$$

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

$$n_2 \left( \alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) = \sin \varphi$$

$$\sin \varphi = \alpha(n_2 - 1)$$

$n_2$

$$\alpha n_2 d = \gamma$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \frac{H}{a-h}$$

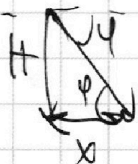


7,28  $\frac{100}{17}$  @ 7,28

7,28  $\frac{100}{17}$

Смещается на меньшую величину

$$\chi = H \tan \varphi = H \varphi$$



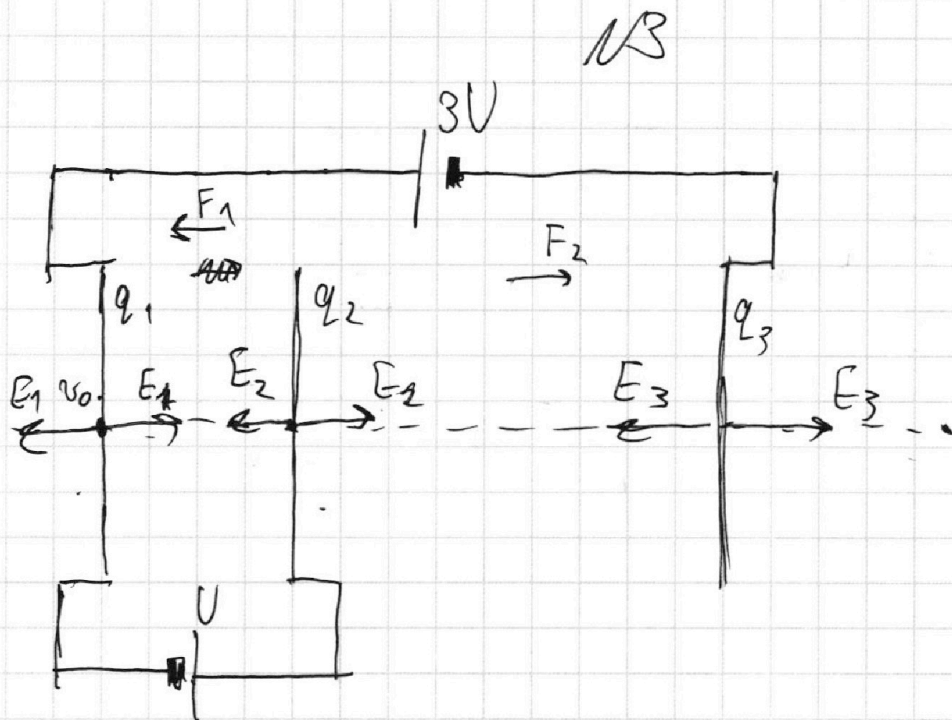
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



Семью можно переопределить как  
идеальную

$$q_k = \frac{CU}{ES}$$

$$U = E \cdot d$$

$$E_1 \sim q_1$$

$$E_2 \sim q_2$$

$$\varphi_1 \sim q_1$$

$$\varphi_2 \sim q_2$$

Потенциал:

$$2\varphi = \Delta\varphi = U$$

$$q_k = C \Delta\varphi$$

$$q = \frac{\epsilon_0 S}{d} 2\varphi$$

$$F_1 = \frac{(E_2 - E_1)q}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

$$\varphi_2 = E_1 d$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = E_2 - E_1$$

$$\varphi_1 = U$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

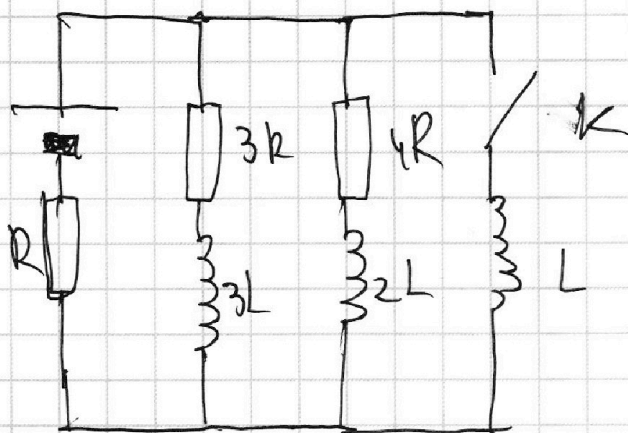
1  2  3  4  5  6  7



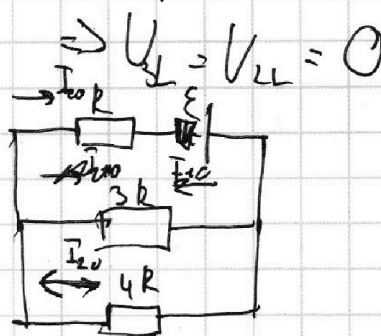
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№4



1) Чем. реж.



$$\mathcal{E} = I_{10} R + I_{10} 3R$$

$$\mathcal{E} = I_{20} R + I_{20} 4R$$

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

$$\mathcal{E} = I_{10} R + I_{20} R + I_{10} 3R \quad (1)$$

$$\mathcal{E} = I_{10} R + I_{20} R + I_{20} 4R \quad (2)$$

$$(2): \frac{\mathcal{E} - I_{10} R}{5R} = I_{20}$$

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{20}{19} \mathcal{E}$$

Подст. в (1):

$$\mathcal{E} = 4 I_{10} R + \frac{\mathcal{E}}{5} - \frac{1}{5} I_{10} R : \frac{4}{5} \mathcal{E} = \frac{19}{20} I_{10} R$$

$$\frac{16}{19}$$



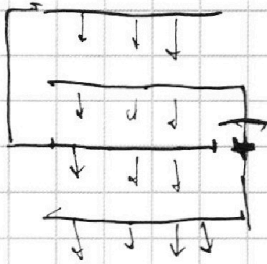
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



~~$\varphi_2 - \varphi_1 = (E_2 - E_1 - E_3)d$~~

$$\varphi_2 - \varphi_1 = (E_2 - E_1 - E_3)d$$

~~$\varphi_2 - \varphi_1 = E_2 \cdot d - E_1 \cdot d - E_3 \cdot d$~~

$$\varphi_1 - \varphi_3 = E_3 \cdot 3d + E_2 \cdot d - E_1 \cdot d$$

$$\begin{cases} U = (E_2 - E_1 - E_3)d \\ 3U = (3E_3 + E_2 - E_1)d \end{cases}$$

$$6U = d(3E_2 - 3E_1 + E_2 - E_1)$$

$$4(E_2 - E_1) = \frac{6U}{d}$$

$$E_2 - E_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{U}{d}$$

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!



$$\begin{array}{r} 7,3 \\ \times 7,3 \\ \hline 219 \\ 511 \\ \hline 53,29 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 104 \\ \hline 416 \\ 104 \\ \hline 10816 \end{array}$$

$$\sqrt{10859}$$

$$\begin{array}{r} 102 \\ \times 106 \\ \hline 636 \\ 106 \\ \hline 11236 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline 525 \\ 105 \\ \hline 11025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104,5 \\ \times 104,5 \\ \hline 1225 \\ 1180 \\ 1045 \\ \hline 10580,25 \end{array}$$