

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



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

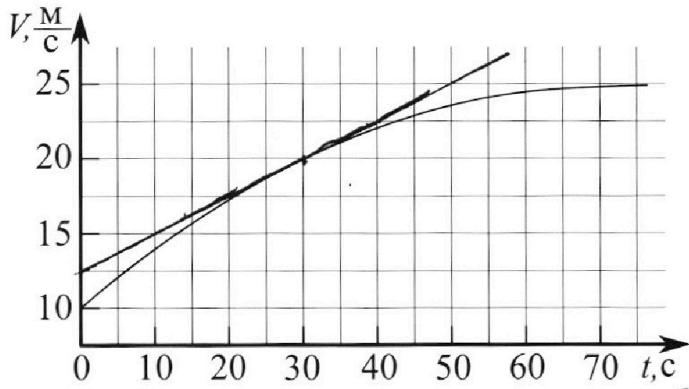
**1** Автомобиль массой  $m = 1800$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 500$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления 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 числе нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



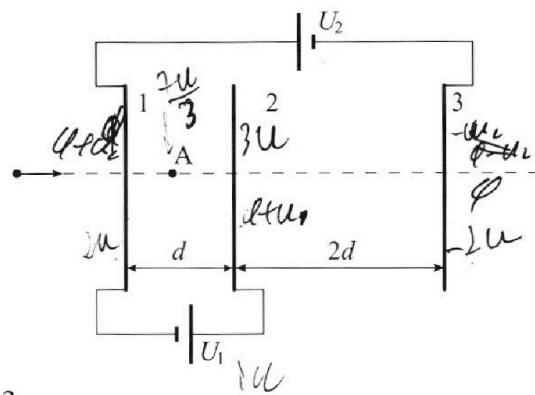
**2.** Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. 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  $\Delta v$  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  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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.

**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.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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

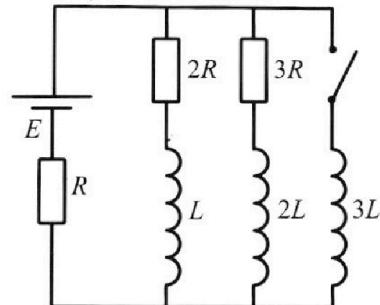
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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 коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

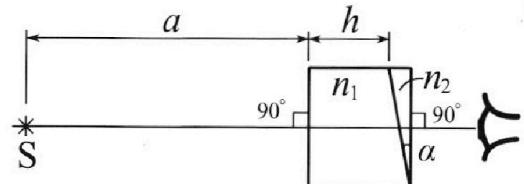


5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_v = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 194$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя 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  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.



$$\frac{d}{75} = \frac{9}{2} = 4.5$$

$$\frac{58}{100} \cdot \frac{6}{5} = 1.12$$

$$100 \cdot \frac{2}{100} = 4 \text{ см} \quad 1 - \frac{5}{7} = \frac{12-5}{77} = \frac{6}{77}$$

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

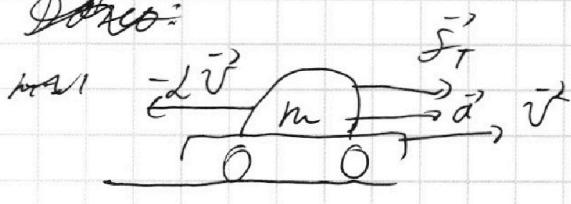


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №?

Генерал

Дано:



с со временем изменяющейся скоростью

и огнедышащим  $V_{\text{огн}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а значит,  
что будем учитывать вязкое сопротивление,  
для чего  $F_D = 500 \text{Н}$ , тогда в этот  
усл. нелинейное уравнение машины равно  
0. из II закона Ньютона в координатах

на ОХ:  $F_T - 2V_{\text{огн}} = 0$ , где L - коэффициент  
воздушного сопротивления, между собой  
сопротивление воздуха и скоростного  
в физике  $F_C = 2V$ , тогда  $F_T = L \cdot V_{\text{огн}} = 1$

$$\Rightarrow L = \frac{F_T}{V_{\text{огн}}} = \frac{500 \text{Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \left( \frac{\text{Н}}{\text{м}} \right)$$

График на уравнение машины a -

это  $a = \frac{dV}{dt}$ , но из графика  $V(t)$  при

$$\text{скорости } V_1, \frac{dV}{dt} \approx \frac{1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{с}} = 0,15 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = 0,15 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) \text{ при скорости } V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$\int \frac{dV}{dt} \approx \frac{1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{с}}, \text{ так как за 10 сен скорость увелчилась}$   
 $\text{на } 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ )

Мин (из 11)

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!

2) Быстро из II З.И. вытекает что ох ~~при~~ при  
скорости  $v_1 = 20 \frac{m}{s}$ ;  $F_1 - L v_1 = ma \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_1 = L v_1 + ma = 400N + 1800m \cdot 0,25 \frac{m}{s^2} = \\ = 400N + 450N = 850(N)$$

3) Быстро можно сказать что  
движение на ведущей колесе равно

$$P_1 = F_1 \cdot v_1 = 850N \cdot 20 \frac{m}{s} = 17000(BT) = 17(kBT)$$

Ответ: 2) Ускорение автомобиля  
при скорости  $v_1 = 20 \frac{m}{s}$  равно  $a = 0,25 \frac{m}{s^2}$ ;

3)  $F_1 = 850N$  ; 3)  $P_1 = 17 kBT$ .

лист 2 из 18

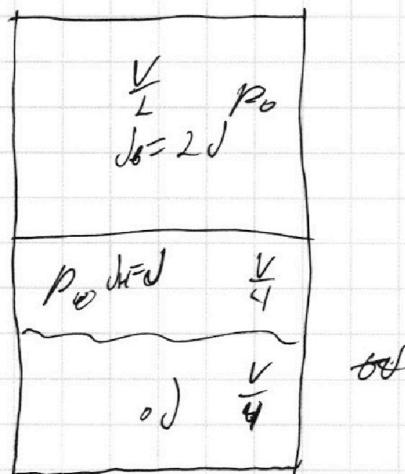
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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



## Задача №2

Дано:



Сон вон  
 $T = \frac{4}{5} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{5}{4} T$   
 концентрации  
 сосуда на обе части, но  
 объём газа в верхней  
 части  $\frac{V}{2}$ ; а в нижней  
 части  $\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$ , та  
 же общий запасом  
 вода

Из условия парциальных-Клапейрона:

$P_0 \cdot \frac{V}{4} = JR T_0 = JR \cdot \frac{5}{4} T$ , где  $J = \frac{5P_0V}{16}$  — кон-бо  
 в нижней части, а  $P_0$  — парциальное давление  
 газа в нижней, тогда в верхней части  $J_0 = 2J$  то есть  $J_0 = 2 \cdot \frac{5P_0V}{16}$ . а т.к.  
 в воде растворяется  $\alpha = \frac{P_0 \cdot V}{4}$  из запаса  
 газов  $\alpha J = \kappa P_0 \frac{V}{4}$  уменьшало газа.

Когда сосуд нагрет до температуры  
 $T = 373 K = 100^\circ C$  давление поднимает  
 паров марки равной  $\alpha' = \frac{\alpha}{\kappa}$  пару

Страница 16 из 18

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!

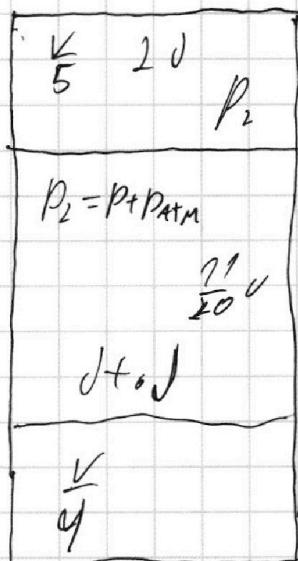
При уменьшении  
температуры  $T = 373\text{K}$

Когда газ  
подчиняется

закону Гей-Лапласа

объем

$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$$



$$P_2 = P_1 + P_{\text{атм}}$$

$$\frac{11}{20} V$$

$$J + \Delta J$$

$$\frac{V}{4}$$

Где  $P_2$  - давление газа  
в верхней части, когда

$$P_2 = P_1 + P_{\text{атм}} \text{ где } R -$$

$R$  - приращение давления  
закончивающего газа в  
нижней части.

Также менять в

нижней части будем давление конечного газа  
для верхнего газа  $P_2 \cdot \frac{V}{5} = 2J \cdot RT \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_2 \cdot \frac{V}{5} = 2 \cdot \frac{5P_0 V}{76} \Rightarrow P_2 = P_0 \cdot \frac{25}{26}$$

для верхнего газа в нижней части

$$P_0 \cdot \frac{11}{20} V = (V + \Delta J)RT = JRT + \Delta JRT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P \cdot \frac{11}{20} V = \frac{5P_0 V}{76} + K P_0 \frac{V}{4} \cdot RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K = P \cdot \frac{11}{20} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{K}{4} R T P_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P \cdot \frac{11}{20} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{P_0}{9} \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{мбар}}{\text{дм}^3} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{дм}^3}{\text{моль}}$$

Справочник 77 из 88

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!

$$P_{20} = \frac{5}{76} P_0 + \frac{P_0}{4} = \frac{5}{76} P_0 + \frac{9}{76} P_0 = \frac{9}{76} P_0$$

$$P = \frac{20}{77} \cdot \frac{9}{76} P_0 = \frac{5 \cdot 9}{77 \cdot 4} P_0 = \frac{45}{308} P_0$$

Тогда  $P_2 = P + P_A \Rightarrow \frac{25}{8} P_0 = P_0 + P_A \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_A = P_0 \left( \frac{25}{8} - 1 \right) = P_0 \left( \frac{25 \cdot 17}{88} - \frac{90}{88} \right) = P_0 \cdot \left( \frac{275}{88} - \frac{90}{88} \right)$$

$$\Rightarrow P_A = \frac{185}{88} P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{88}{185} P_A$$

Из предыдущего  $\frac{J_0}{J_H} = \frac{20}{J}$ , где

$J_0$  - докомпенсированное давление в верхней части сосуда, а  $J_H$  - начальное давление при изотермическом нагревании сосуда

Ответ: 1) Изотермическое начальное давление  $(J_0)$  в гидрографии сопоставлено в верхней ( $J_H$ ) к концу изотермии давлению  $(J_H)$  в нижней части горизонтального

$\frac{J_0}{J_H} = 2$ ; 2) начальное давление в

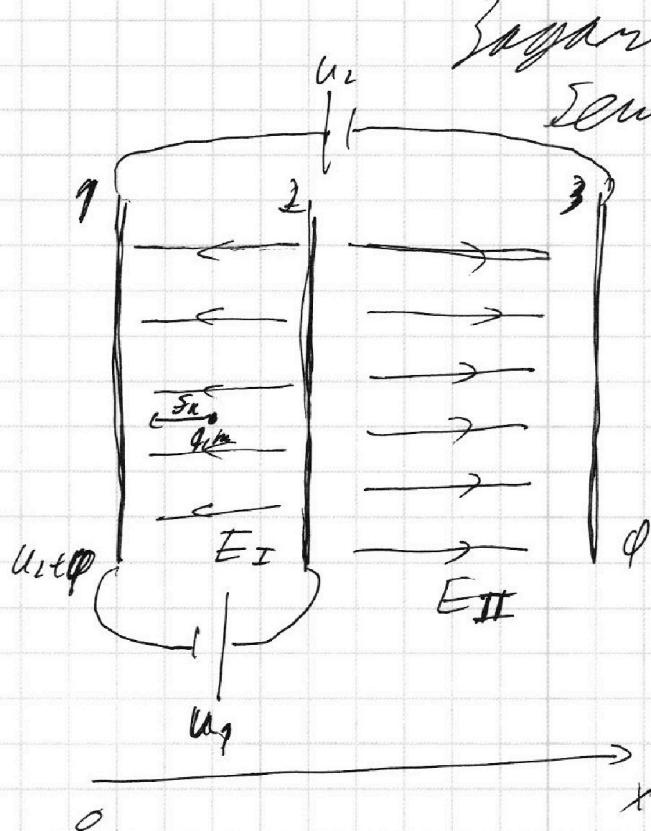
сосуде перед нагреванием  $P_0 = \frac{88}{185} P_{A\text{ни}}$ ,

где  $P_{A\text{ни}}$  атмосферное давление.

Горючина из 18

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



Задача 3

Решение:

II График напряжения

3 пластинки  
равен  $\Phi_1, \Phi_2$ ,

могут находиться?

$$\Phi_1 = U_2 + \Phi,$$

а напряжение  
в пластинке

$$\Phi_2 = \Phi + U_2 + U_1,$$

могут быть  $E_I = \Phi + U_2 + U_1 - U_2 - \Phi = U_1 \Rightarrow E_I = \frac{U_1}{L} -$ наличие между пластинками 2 и 3 (контролируется  
от 2К1).  $E_{II} = \Phi + U_1 + U_2 - \Phi = U_1 + U_2 = 5U \Rightarrow$ 
 $\Rightarrow E_{II} = \frac{5U}{Ld}$  - наличие между 2 и 3 пластинкой  
(контролируется от 2К3). Было бы гармонична  
в одностороннем действии сила  $E_1 \Phi$ ,  
могут быть 2 и 3 пластины абсолютно
 $|a| = \Phi E_I \Rightarrow |a| = \frac{\Phi}{m} \frac{U_1}{L} -$  модуль упругости  
односторонней на гармоничную в первом приближении  
могут быть 2

Макс 12 из 18



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

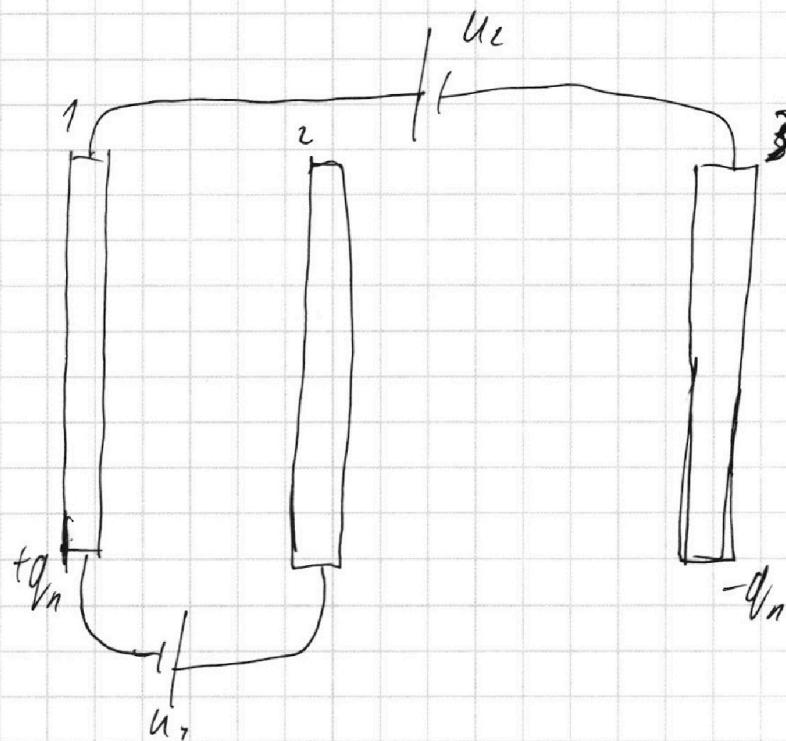
2) ~~из~~ Из зонного схема

закончи  $K_1 - K_2 + q(\varphi + u_1 + u_2) - q(\varphi + u_1) = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow K_2 - K_1 = -q \cdot u_2 = -q u_2$  - разность

кап. токов генерируемых при прохождении через  
1 зону схемы ( $K_1$ ) и 2 зону ( $K_2$ )

3)



Однажды,  
что  
последо  
заряжена  
положительно,  
мож ли  
изъять  
из подшип  
нас

Любую из ветвей  
одинаково

и 2 пасмии,

так как 3, то на любой стороне будет заряд  $+q_n$ ,  
последний

а на противоположной стороне  $-q_n$  ( $q_n > 0$ ).

При таком заряде пасмии не могут  
поддержать

Ал Синицына 18/18  
Богдан



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

но на зонде правее левой зоноды 1  
пластин, но левее правой зоноды 3 пластин не будут создавать  
поле струнки, а значит не будут  
создавать поле т.к. ч. 4 и - ч. 3 зонеды.  
Тогда становится очевидно, что  
из обеих струнок получим 1 пластину  
(ч. 3 зонеда дает право на 1 пластину)  
3 пластин (ч. 1), то есть  $\varphi_3 = -\varphi_1$

$$\varphi = -(\varphi + u_1) \quad \varphi = -\varphi - u_1 \Rightarrow 2\varphi = -2u \Rightarrow \varphi = -u,$$

тогда получим 1 пластину  $\varphi_1 = 2u$ .

Тогда получим в т. А корректильное

$\frac{d}{3}$  от пластин  $\varphi$  равен  $\varphi_A = \varphi_1 + \frac{d}{3}E_I \Rightarrow$

$$\Rightarrow \varphi_A = 2u + \frac{d}{3} \cdot \frac{u}{d} = 1u + \frac{u}{3} = \frac{7u}{3} \cdot u$$

Значит соотношение пластин:

$$\frac{mV_A^2}{2} = q\varphi_A + \frac{mV_A^2}{2}, \quad \text{где } V_A - \text{скорость}$$

пластин в т. А.



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!

$$m V_0^2 - 2q q_A = m V_A^2 \Rightarrow V_0^2 - \frac{2q}{m} \cdot \frac{q_A}{3} = V_A^2$$

при  $V_0^2 < \frac{2q q_A}{3m}$  ~~запись не~~

дальшим  $y_0$  м. А

$$\text{при } V_0^2 \geq \frac{14q u}{3m}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{14q u}{3m}}$$

Очевидно: 1)  $|a| = \frac{q u}{m d}$ ; 2)  $K_1 - K_2 = -u q$ ;

$$3) V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{14q u}{3m}}, \text{ при } V_0 \geq \sqrt{\frac{14q u}{3m}}.$$

Страница 15 из 18

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"/> |

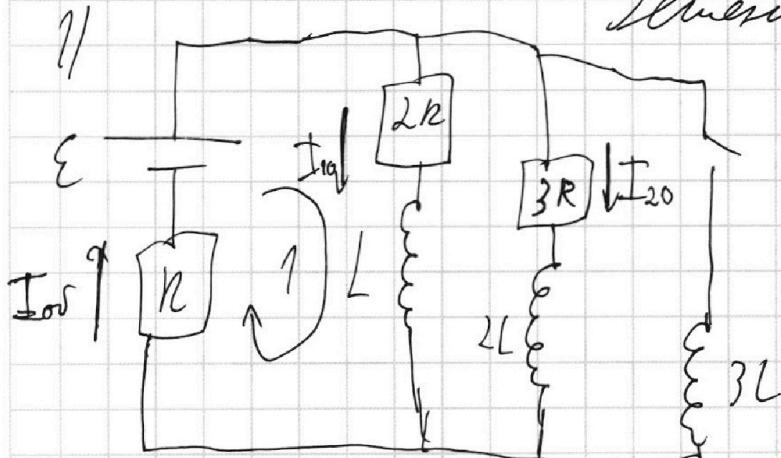
МФТИ



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

## Задача №4

Решение:



I<sub>00</sub> - ток  
в неподвижной ветви  
данного  
диаграммы  
I<sub>20</sub> - подвижный  
также  
запись 3R .

Так как в упрощившемся решении  
внешних проводников, то  
сопротивление сети показано в скобках

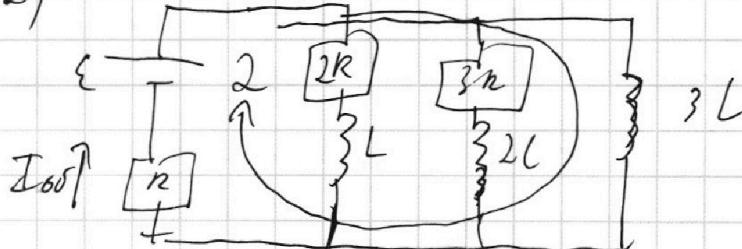
К сопротивлению равно  $R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = R + \frac{6R}{5} =$

$= \frac{11R}{5} \Rightarrow I_{00} = \frac{E}{11R} = \frac{5E}{99R}$ . По II правилу  
жирногоца для 1 контура :

$$E = 2R \cdot I_{10} + R \cdot I_{00} \Rightarrow 2R I_{10} + 2R I_{00} = E - R \cdot \frac{5E}{99R}$$

$$2R I_{10} = \frac{38}{99} E \Rightarrow I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

2)



Лист 9 из 18

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.

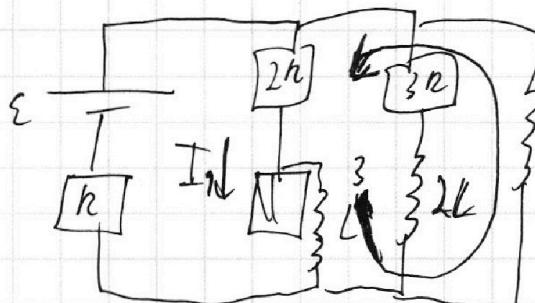
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Так как сразу после включения  
источника тока в контуре получше  
последовательно, а распределение тока в цепи  
осталось тем же, что через общий  
источник тока же ток  $I_{\text{общ}} = \frac{5 \cdot \varepsilon}{77R}$ , тогда  
по II правилу Кирхгофа для 2 контура

$\varepsilon - 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = I_{\text{общ}} R \neq 0$ , где  $I_{3L}$  - ток протекающий  
через катушку  $3L$ , тогда  $\frac{dI_{3L}}{dt}$  - это скорость  
изменения тока в катушке  $3L$

$$\varepsilon - \frac{5 \cdot \varepsilon}{77R} \cdot R = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \Rightarrow \frac{6 \cdot \varepsilon}{77} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = 1$$

$\Rightarrow \frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{2 \cdot \varepsilon}{77L}$ . Значит  $I_3$  - ток через  
катушку  $L_3$ . Он через  
одинаковой промежуток  
времени времени и  
затем включена в



$$3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

противодействует, и значение напряжения на  
результатом будет 0, и  $dI_3 = 0$ , тогда  
 $I_{3L} = \frac{\varepsilon}{R}$ , т.е. через единой промежуток  
не времени

График из 18

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!

Задача II: токи в цепи Хирнгольда для  
контура 3:

$$3L \frac{dI_{3L}}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} = 2IR \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3L dI_{3L} - L dI_1 = 2RI_1 dt, \text{ т.к. } R=2R,$$

$dq_{2k} = I_1 dt$  — заряд конденсатора в контуре 2

$$2R \int_0^{\frac{\epsilon}{R}} 3L dI_{3L} - \int_0^0 dI_1 = 2R dq_{2k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3L \left( \frac{\epsilon}{R} - 0 \right) - L \left( 0 - \frac{3\epsilon}{77R} \right) = 2R \cdot q_{2k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3L\epsilon}{R} + \frac{3\epsilon L}{77R} = 2R q_{2k} \Rightarrow q_{2k} = \frac{3L\epsilon}{2R^2} + \frac{3\epsilon L}{22R^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_{2k} = \frac{3\epsilon L}{2R^2} \left( \frac{77}{77} + \frac{3}{77} \right) = \frac{3\epsilon L}{2R^2} \cdot \frac{80}{77} = \frac{12}{77} \frac{\epsilon L}{R^2}$$

Очевидно: 1)  $I_{10} = \frac{3}{77} \frac{\epsilon}{R}$ ; 2)  $\frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{3\epsilon}{77L}$ ;

3)  $q_{2k} = \frac{12}{77} \frac{\epsilon L}{R^2}$

(март 2018)

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |



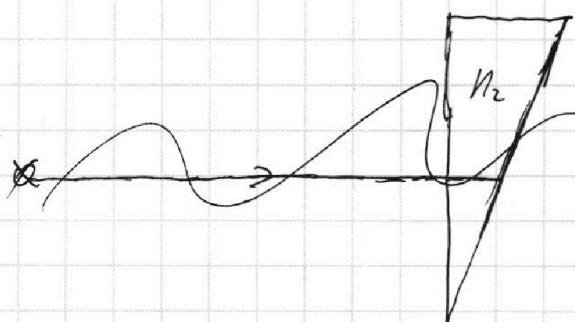
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

## Задача №5

1)

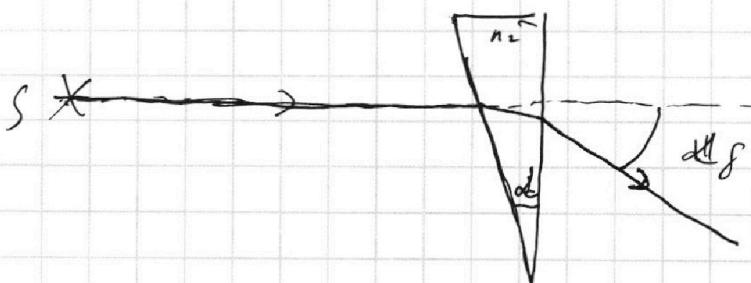
Решение:

Найдем угол как  $n_1 = n_2 = ?$ , то можно сде  
лать с помощью преломления проходе  
через клин  $n_2$ , тогда можно его ~~сделать~~  
и отыскать только дуга клина  $n_2$ .



Угол как угол

~~угла преломления~~  
преломления, то  
для изображения  
угла на некоторой  
отдаленности  
нужно можно  
воспользоваться  
формулой  
такого клина,

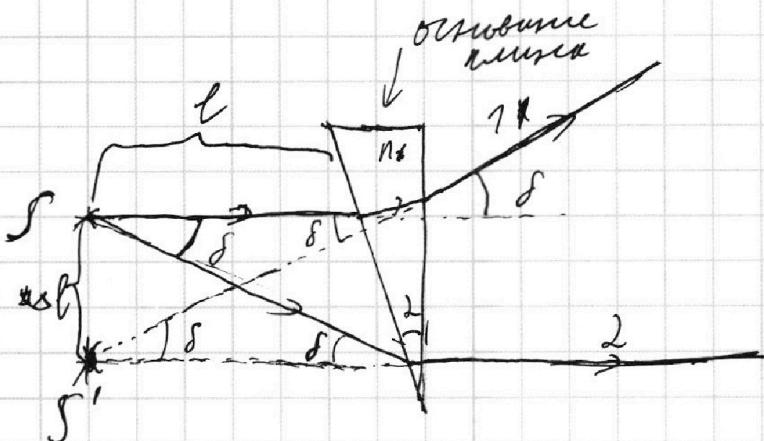


тогда  $f = \frac{n}{n-1}L(n_2-1) = 0,7(1,7-1) = 0,7 \cdot 0,7 = 0,49$  м

2) Угол ~~это~~ найдем как максимальное  
изображение оптически по условиям  
когда пропадет все ~~это~~ лучей через  
максимальный клин (угол 2 и попадание  
изображение  $n_1$ ).

Макс 3 из 18

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Будем из свойств тонкого линзы  
изучать угол между параллельными лучами.  
Он зависит от своего ~~значения~~ направления  
на угол  $\delta = \angle(n-1)$ . Тогда  
пушки два луча от источника  $S$   
параллельные на расстояние  $l$   
от линзы. В первый луч пустили  
параллельно соизобразию линзы, а  
второй под углом  $\delta$  к нему, так же  
как и параллельное направление  
линии от другого  
параллельно соизобразию линзы.  
Продолжим оба луча до их пересечения. Тогда

будет расположение изображение  $S'$ .  
Из геометрии получаем что  
достаточно, что изображение смещение  
сторона вниз т.е. (лине  $n$  соизбразию линзы)  
на смещение  $-l = l \operatorname{tg} \delta \approx \delta$

(лине  $n$  из  $l\delta$ )

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

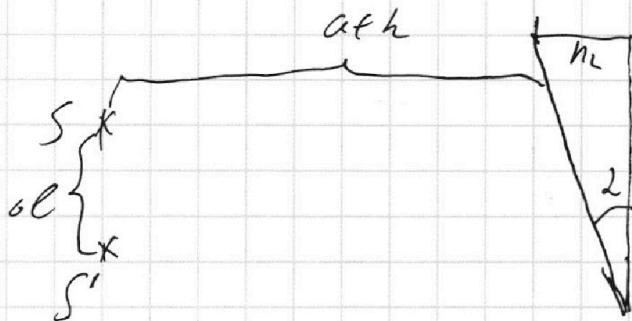
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

$$o \cdot l = l \cdot \delta = l \cdot 2(n-1)$$



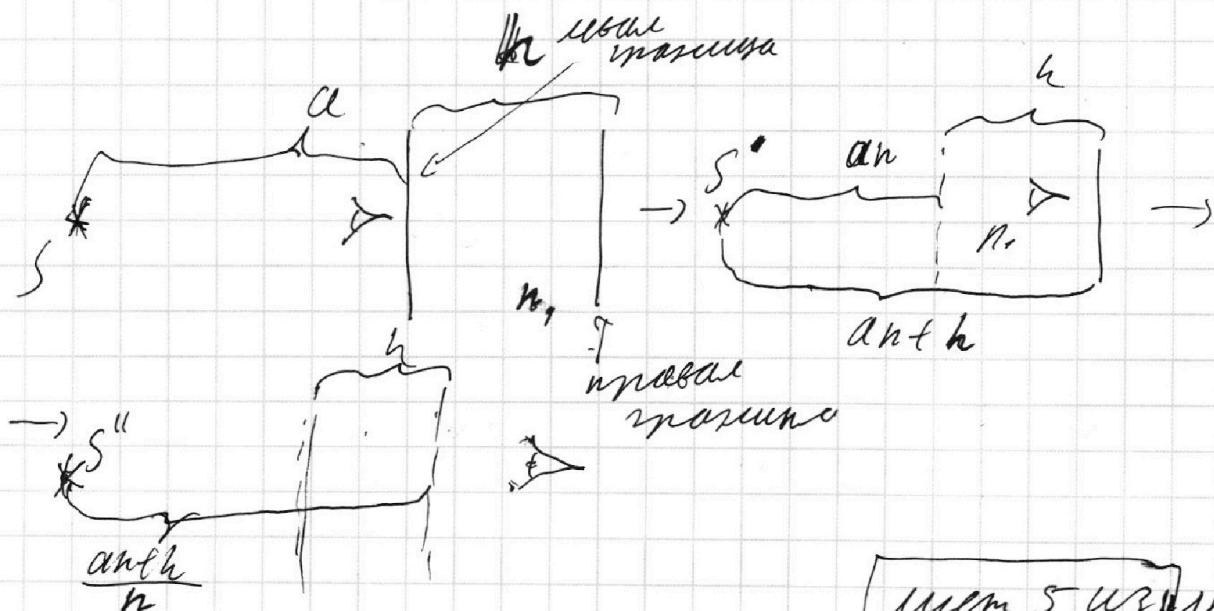
в погоне 2  
 $a+n-h$   
 $l = a+h$ , тогда  
изображение  
сместится вниз  
на величину

$$o \cdot l = 2(a+h) \cdot 2(n-1) =$$

$$\Rightarrow o \cdot l = (194 \text{ см} \cdot 0,7)(1,7-1) = 103 \text{ см} \cdot 0,07 =$$

$= 7,21 \text{ (cm)}$  тогда рассчитанное значение  
изображения ~~изображения и рассчитанное~~  
половине будет раза равно  $o \cdot l \approx 14,21 \text{ cm}$

3) рассчитанное значение изображение  
в масштабе изображения получено  
 $\frac{o}{l} h$



[лем 5 из 18]

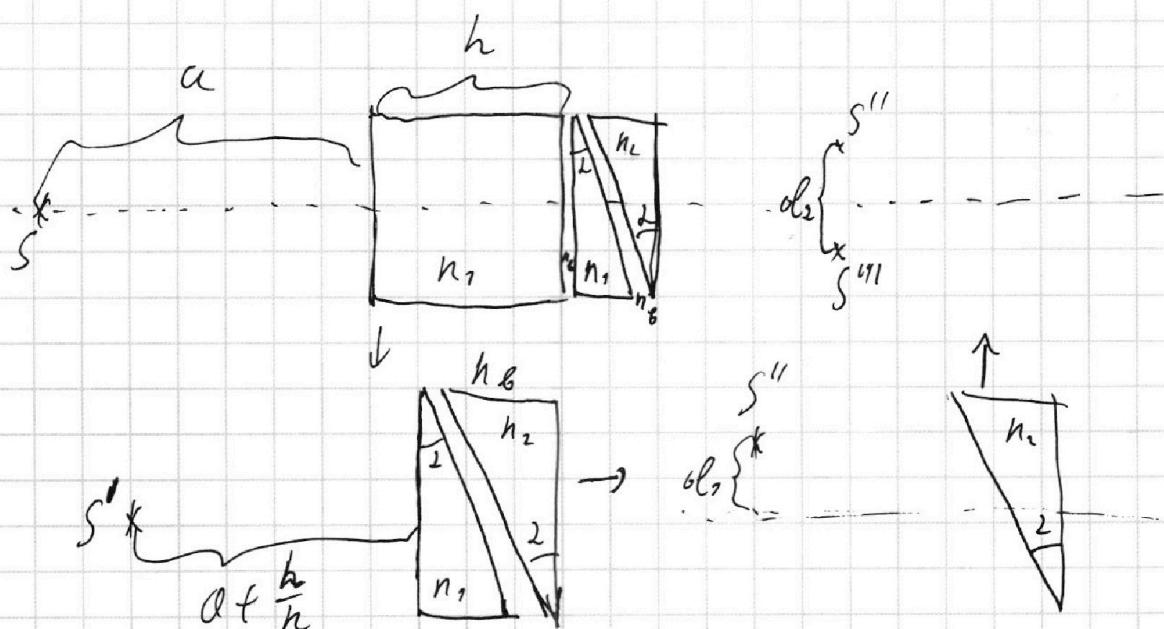


- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------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

В начале изображение  $S'$  расположено на расстоянии  $a$  от левой границы, если изображение  $S''$  расположено вправо от границы, то известный факт, что зеркало будет казаться, что изображение  $S''$  находится на расстоянии  $a + h$  от левой  $z$ . Чем же является  $dh$  от правой границы. Генерль вспомнил радиодальность из максимум через правую границу, тогда менять изображение  $S''$  изображения  $S'$  будет находиться на расстоянии  $\frac{ah+h}{h} = a + \frac{h}{n}$  от правой границы



Число 6 из 18

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Дадим начальную форму  $\hat{x}$  близкому  
коэффициенту маско-параллельных пластинкам  
и с некоторыми преломлениями  $n_0 = 1$ , они  
же на маско-параллельную пластины  
толщиной  $h$  и на два маски  $n_1$  и  $n_2$ .

При прохождении света через них  
они как пластины из воздуха делают  
меньши, но они же поглощают свет и поглощают.

При прохождении света через пластины  
различие от изображение  $S'$ , где  
изображение  $S'$  маски пластины равно

$$d + \frac{h}{n_1}, \text{ когда свет изображение } S'' \text{ имеет}$$

$$d + h - (a + \frac{h}{n_1}) = h - \frac{h}{n_1} = \frac{n_1 h - h}{n_1} = h \frac{n_1 - 1}{n_1}.$$

При прохождении света через них  
 $n_2$  изображение  $S''$  изображение  $S'''$   
поглощает изображение света на пластины

$o_3 = (a + \frac{h}{n_1}) d (n_2 - 1)$ . Затем при прохождении  
света через маску  $n_2$  изображение  $S'''$  изображение  
изображение  $S''$  существует из

$$\text{изображение него же } o_2 = (a + \frac{h}{n_1}) / d (n_2 - 1)$$

Когда изображение изменяется изображение  
в маске становится

7 из 18

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

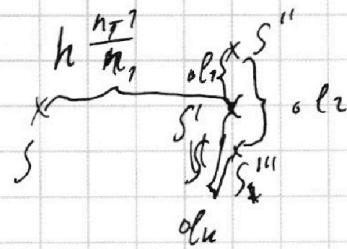
6

7

МФТИ



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



$$o\ell u = o\ell c - o\ell s =$$

$$= (a + \frac{h}{n_2})/2(h_2 - 1) - (a + \frac{h}{n_1})/2(h_1 - 1) =$$

$$= (a + \frac{h}{n_2})/2 \cdot h_2 - (a + \frac{h}{n_1})/2 \cdot h_1 - (a + \frac{h}{n_1})/2 \cdot h_2 +$$
$$+ (a + \frac{h}{n_1})/2 =$$

$$= (a + \frac{h}{n_1}) \cdot 2(h_2 - h_1) =$$

$$\Rightarrow o\ell u = (99\% + \frac{9\%}{7,5}) \cdot 2 \cdot 0,7(7,7 - 7,5) =$$

$$= (19\% + 6) \cdot 0,7 \cdot 0,2 = 200\text{cm} \cdot 0,02 = 4(\text{cm})$$

$$h \cdot \frac{n_1 - 1}{n_1} = \ell_{cu} \cdot \frac{1,5 - 1}{1,5} = 6\text{cm} \cdot 0,5 = 3(\text{cm})$$

Тогда разница между истинными  
( $S$  и  $S''$ ) изображениями  $S'''$  даваемое  
составной равна  $\overset{\circ}{S} = \sqrt{(o\ell u)^2 + (h \cdot \frac{n_1 - 1}{n_1})^2} =$   
 $= \sqrt{(4\text{cm})^2 + (3\text{cm})^2} = 5(\text{cm})$

Ответ: 1) для угла на конусной окончности  
угр  $\varphi = 0,07 \text{ rad}$ ; 2)  $o\ell = 14,2 \text{ cm}$ ;  
3)  $\overset{\circ}{S} = 5 \text{ cm}$ .

Лист 8 из 18

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

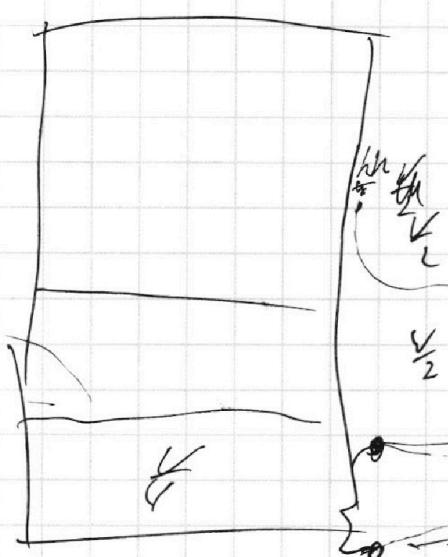
6

7

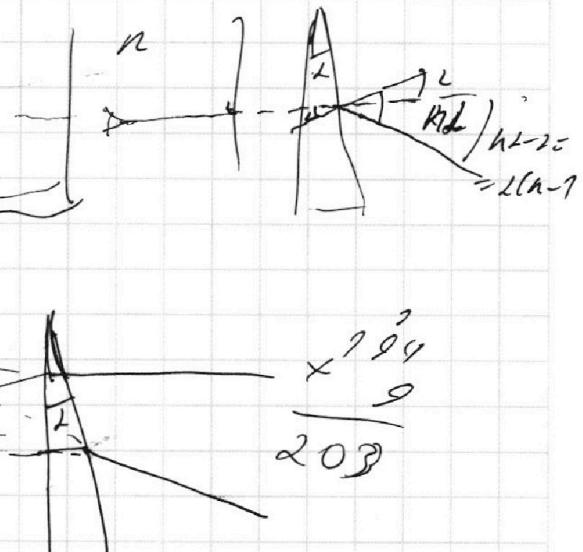
МФТИ



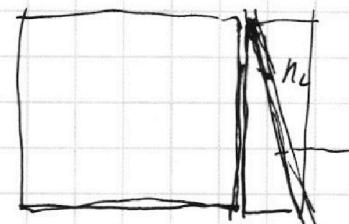
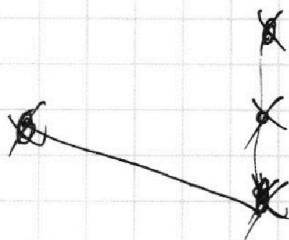
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\rho_1 g \cdot 0,7 = 0,04$$



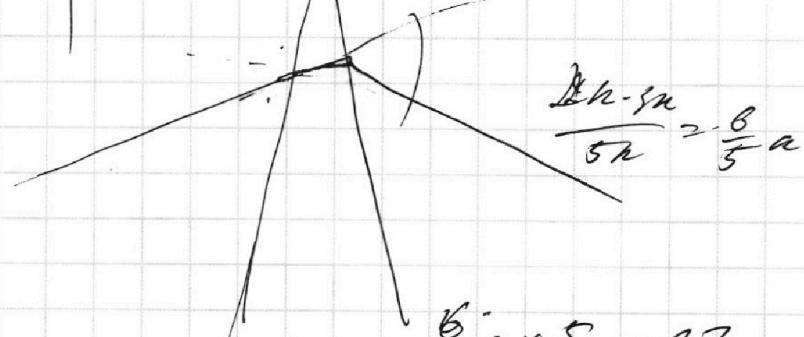
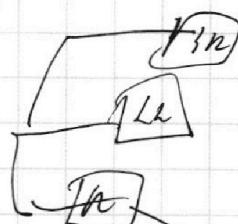
$$373 \cdot 0,3 \approx 300 \cdot 10 \approx 3000 = 310^3$$



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



$$\frac{2}{7} \times 203 = 1421$$



$$\frac{6}{5}h + \frac{5}{6}k = \frac{47}{30}h$$

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!

$$\frac{5}{16} + \frac{1}{4} = \frac{5}{16} + \frac{4}{16} = \frac{9}{16}$$
$$R = \frac{F \cdot L}{25}$$
$$\frac{\delta F}{\delta F} = \frac{\delta R}{R} = \frac{L}{25}$$
$$\frac{\delta F}{F} = \frac{L}{25} \cdot \frac{100}{100} = \frac{L}{25}$$
$$25 \cdot \frac{L}{25} = 100$$

$$\frac{\delta F}{F} = \frac{L}{25} \cdot \frac{100}{100} = 20 \frac{L}{25}$$

$$\frac{\delta F}{F} = \frac{11}{11} - \frac{8}{11} \frac{25}{26} \frac{100}{100} \cdot \frac{L}{25} = \frac{L}{26}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 25 \\ \hline 200 \\ 25 \\ \hline 450 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 25 \\ \hline 200 \\ 25 \\ \hline 450 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 11 \\ \hline 55 \end{array}$$

$$400N = F_c$$
$$\frac{2800}{9} = 18 \cdot \frac{100}{4} = 18 \cdot 25 =$$
$$25 = 10 \cdot 25 + 8 \cdot 25 = 250 + 200 =$$

$$\begin{array}{r} 150 \\ \times 20 \\ \hline 3000 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 1800 \\ \times 9 \\ \hline 16200 \end{array}$$

$$\frac{1800}{9} = 200N = 200 \cdot 4 = 800N$$

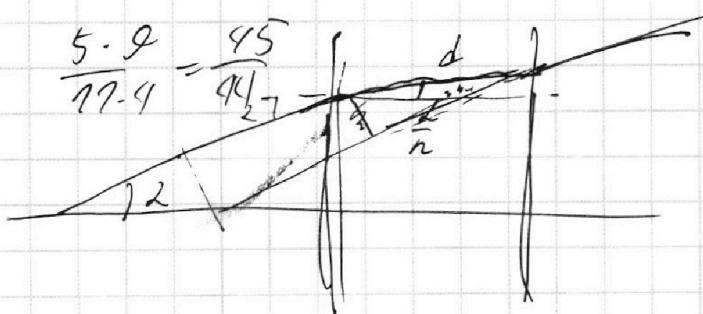
$$\frac{28}{9} = \frac{9}{2} = 4.5$$

$$150 \cdot 20 = 85 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20 = 85 \cdot 2 \cdot 100$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 2 \\ \hline 30 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 15 \\ + 85 \\ \hline 100 \end{array}$$

$$\frac{11}{10} N = \frac{9}{16} P_0$$

$$P_0 = \frac{20 \cdot 9}{71 \cdot 16} \cdot P_0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

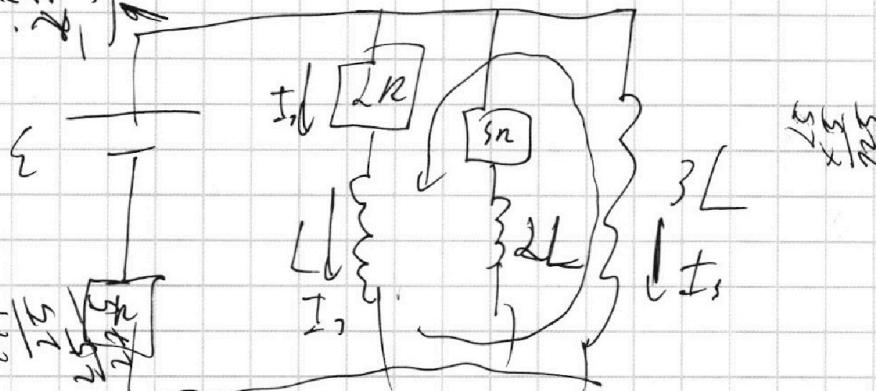
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 25 \\ \hline 245 \\ + 10 \\ \hline 375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 25 \\ \hline 25 \\ + 25 \\ \hline 50 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 5 \\ \hline 75 \end{array}$$

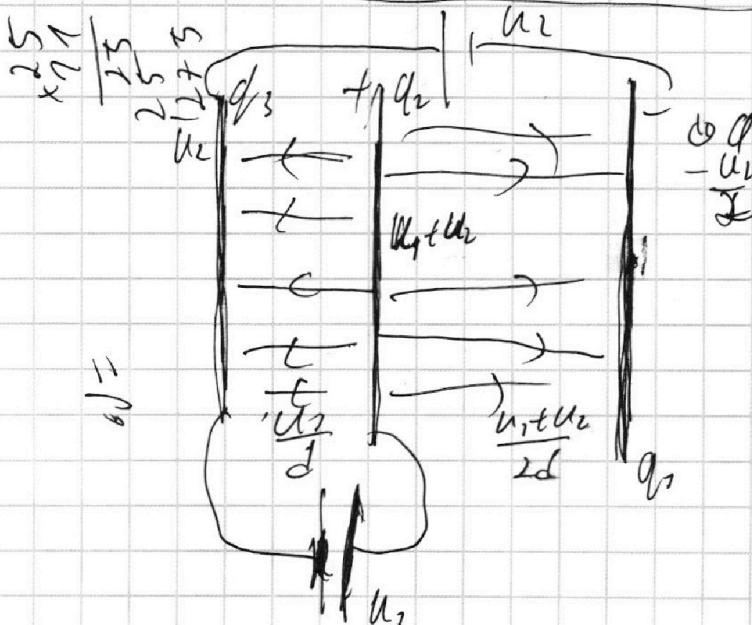
$$\begin{array}{r} 25 \\ - 15 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 5 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\int I_1 dt$$

$$3L \cdot \frac{dI_3}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} = 2RI_1$$

$$3L dI_3 - L dI_1 = 2RI_1 dt$$



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ - 145 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 175 \\ + 90 \\ \hline 265 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

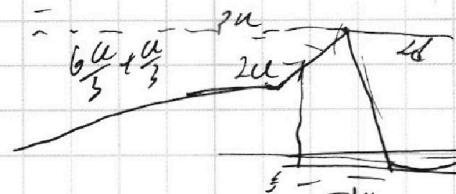
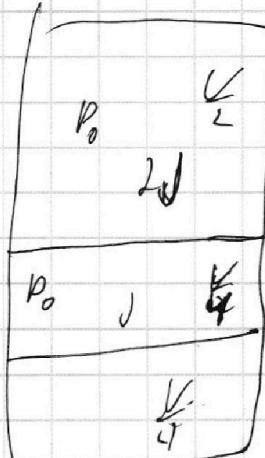


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

$$\sigma J = k P_0 \cdot \frac{V}{4}$$



$$T = \frac{5}{4} T_0$$

$$P_0 \frac{V}{4} = J R \frac{4}{5} T_0$$

$$R_{\text{av}} V_{\text{av}} k T = \frac{5}{16} P_0 V T_0 = \frac{9}{8} T$$

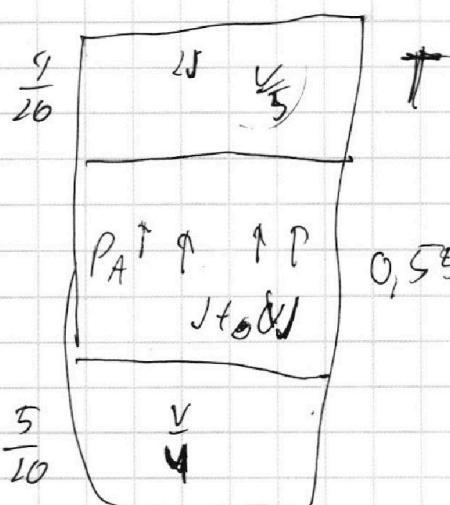
$$T_0 = \frac{4}{5} T$$

№ 27

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = 2J R \left( \frac{4}{5} T \right)$$

$$\frac{53}{100} = \frac{11}{20}$$

$$V_0 \cdot \frac{V}{2} = 2J R T_0 \quad \frac{5}{4} P_0 \cdot \frac{V}{4} = J R T \cdot \frac{9}{5}$$



$$0,25 + 0,1 = 0,45$$

$$P \cdot \frac{V}{5} = d k_2 J R \frac{1}{4} \pi R_b^2 T$$

$$P \cdot \frac{V}{5} = P_0 \cdot \frac{V}{2} \cdot \frac{5}{4}$$

$$P = P_0 \cdot \frac{25}{8} = P_2 + P_1$$

$$P_2 + \frac{11}{20} V = (J + \sigma J) R \cdot \frac{\pi}{4} R_b^2 T$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} = J R T + \sigma J R T = \frac{5 P_0}{16} + K P_0 \frac{V}{4} R T$$



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!

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \cancel{VR}T \cancel{\frac{9}{5}} \quad P_0 \cancel{T} = \cancel{MT} = \frac{5P_0^{\circ C}}{76}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{5} = 2\cancel{VR}T = 2 \cdot \frac{5P_0^{\circ C}}{76} = \frac{5P_0^{\circ C}}{19}$$

$$\frac{1}{1000} \cdot \frac{3600}{3600} \quad P_0 = \frac{25P_0^{\circ C}}{8} \quad -8 -5$$

$$20 - 8 = 12$$

$$\frac{12}{780} = \frac{45}{74}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 17 \\ \hline 25 \\ +25 \\ \hline 275 \end{array}$$

$$\frac{275}{78} - \frac{90}{78}$$

$$\begin{array}{r} 175 \\ \cancel{78} \\ \hline 90 \\ -90 \\ \hline 175 \end{array}$$



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**