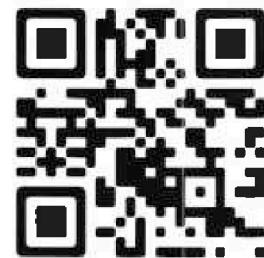


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

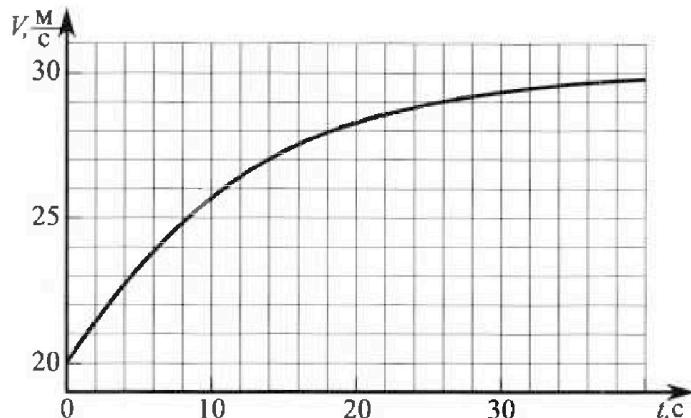
## Вариант 11-04



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

### 1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)

$m = 240$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 200$  Н.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

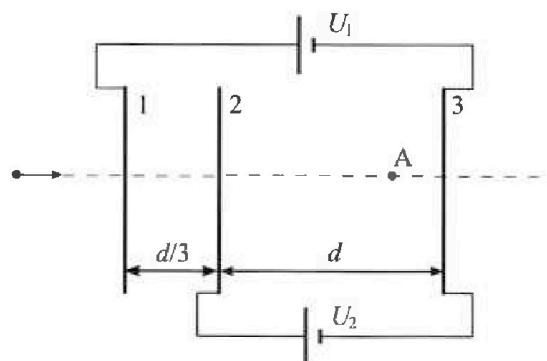
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

### 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 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 $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p v$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  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.

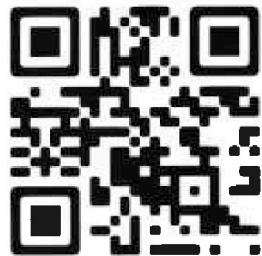
- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

### 3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях $d$ и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$ . Частица массой $m$ и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость $V_0$ на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд $q$ намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.

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



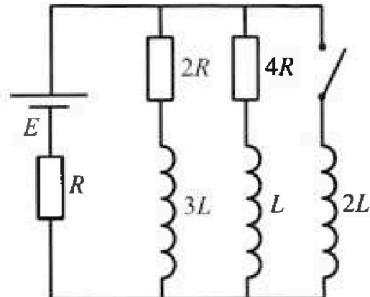
**Вариант 11-04**

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

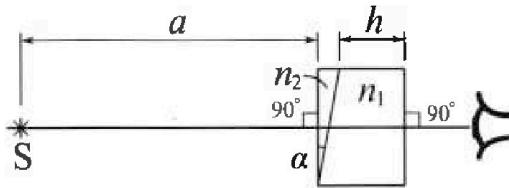
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установлен. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 100$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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.

1)  $a = \frac{dv}{dt}$ , т.е. ускорение можно найти  
как изменение угла между касательной -  
ной к графику в исходной точке.

$$a_0 \approx \frac{3 \frac{m}{c}}{4c} = 0,75 \frac{m}{c^2}$$

Ответ:  $0,75 \frac{m}{c^2}$ .

2) Для изотропичности в тесной момент  
времени выполняется II з. Начало:

$$F_{\text{торм}} - F_{\text{возд}} = ma$$

Мощность удваивается:

$$N = F_{\text{торм}} \cdot v = \text{const}$$

Рассмотрим упр. решения ( $a=0, V_y \approx 30 \frac{m}{c}$ )

$$\frac{N}{V_y} - F_k = 0$$

$$N = F_k \cdot V_y = 2002 \cdot 30 \frac{m}{c^2} = 6 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

Для малого разгона:

$$\frac{N}{V_0} - F_{\text{возд}} = ma_0$$

$$F_{\text{возд}} = \frac{N}{V_0} - ma_0 = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{20 \frac{m}{c}} - 240 \text{ кН} \cdot 0,75 \frac{m}{c^2} = 120 \text{ Н}$$

Ответ: 120 Н.

$$3) N = N_{\text{разг}} + N_{\text{возд}}$$

где  $N_{\text{разг}}$  - разогревающая мощность, т.е.  
мощность на преодоление сопротивления



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"/> |

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

**МФТИ**

тических.

Нагр - излучение эквивалентной силы  
Форма, соударяющей ускорение.

$$N_{нагр} = m \alpha v$$

Две начальные величины:

$$N = m \alpha_0 v_0 + N_{спр}$$

$$N_{спр} = N - m \alpha_0 v_0 = 6 \cdot 10^3 \text{ Н} - 240 \text{ кг} \cdot 9,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$N_{спр} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ Н} = \frac{12}{5} \text{ Н}$$

Ответ:  $\frac{2}{5}$ .

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!

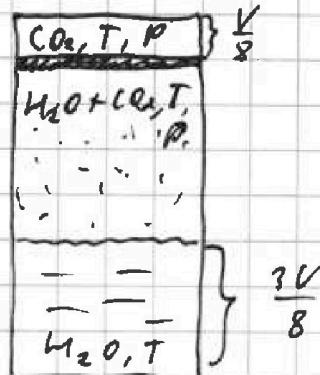
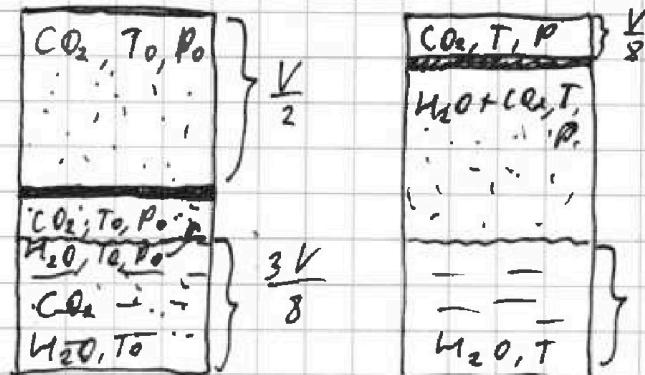
Дано:

$$V, T_0 \\ T = \gamma T_0 = 373 K \\ d = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$\sigma = \partial P / \partial V \\ RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$1) \frac{V_0}{V_m} - ?$$

$$2) P_0 - ?$$



1) В начале в верхней части сосуда находятся  $\gamma_1$  моль  $\text{CO}_2$ . В конечной:  $\gamma_1 - \gamma_2$  моль  $\text{CO}_2$  и  $\gamma_{\text{H}_2\text{O}}$  моль вод. пара. Давление в верхней и нижней частях равно:

$$P = \frac{\gamma R T}{V}$$

$$\frac{\gamma_0 R T_0}{V/2} = \frac{(\gamma_1 - \gamma_2) R T_0}{V/8} + \frac{\gamma_{\text{H}_2\text{O}} R T_0}{V/8}$$

$$2\gamma_0 = 8(\gamma_1 - \gamma_2) + \gamma_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\gamma_0 = 4(\gamma_1 - \gamma_2) + \gamma_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\frac{\gamma_0}{\gamma_H} = \frac{\gamma_0}{\gamma_1 - \gamma_2 + \gamma_{\text{H}_2\text{O}}} = 4$$

Ответ: 4.

2) Во втором случае в верхней части находится  $\gamma_0$   $\text{CO}_2$ , а в нижней —  $\gamma_1$   $\text{CO}_2$  и  $\gamma_{\text{H}_2\text{O}}$  начального состояния пара при давлении  $P_A = 10^5 \text{ Па}$  (н.к.  $T = 373 \text{ K}$ ). Найдите значение  $\gamma_1$  и начальное давление:

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!

$$\frac{\gamma_0 RT}{V/8} = p_A + \frac{\gamma_1 RT}{V/2}$$

$$8 \frac{\gamma_0 RT}{V} = p_A + 2 \frac{\gamma_1 RT}{V}$$

$$p_0 = \frac{\gamma_0 RT_0}{V/2} = 2 \frac{\gamma_0 RT_0}{V} = \frac{3}{2} \frac{\gamma_0 RT}{V}$$

$$\frac{\gamma_0 RT}{V} = \frac{2}{3} p_0$$

$$\frac{16}{3} p_0 = p_A + 2 \frac{\gamma_1 RT}{V}$$

Возьмем  $\gamma_{H_2O}$ , через  $\gamma_0, \gamma_1, \Delta\gamma$ :

$$\frac{\gamma_0}{4} = \gamma_1 - \Delta\gamma + \gamma_{H_2O},$$

$$\gamma_{H_2O} = \frac{\gamma_0}{4} - \gamma_1 + \Delta\gamma$$



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"/> |

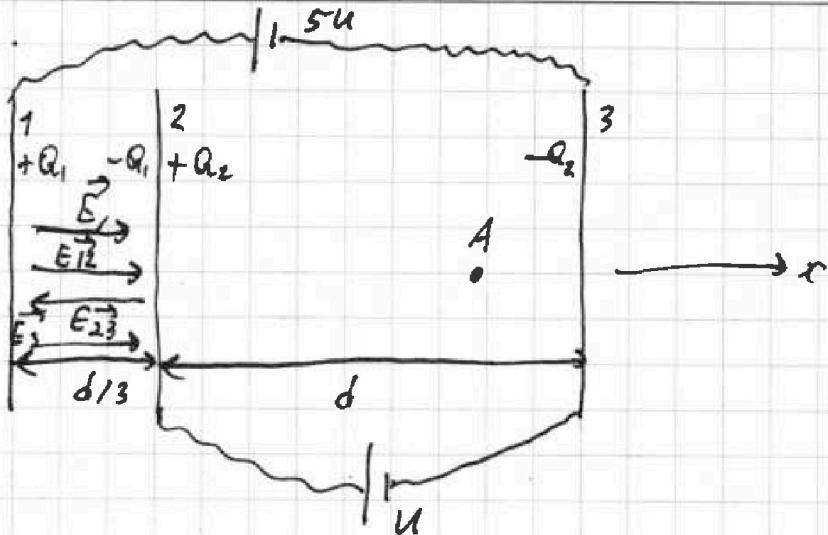
МФТИ

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

13.

Danso:

- 1)  $\alpha_{23} - ?$
  - 2)  $k_3 - k_2 - ?$
  - 3)  $V(A) - ?$



Губка с ровными пазами на макушке  
и на ёё вентральном крае.

Найдите наименьшее значение, которое может принять в промежутке  $12 \leq x \leq 20$

$$E_1 = \frac{Q_1}{2\varepsilon_0 S}, E_{21} = -\frac{Q_1}{2\varepsilon_0 S} = \frac{Q_1}{2\varepsilon_0 S}; E_{23} = -\frac{Q_2}{2\varepsilon_0 S};$$

$$E_3 = - \frac{Q_2}{2\epsilon_0 s} = \frac{Q_2}{2\epsilon_0 s}$$

$$\Sigma_{\Sigma/2} = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_2 + Q_2}{2 \epsilon_0 s} = \frac{Q_1}{\epsilon_0 s}$$

2ge S - neoyags macmurror

Анализируя виды и способы  
переводимости в пределах 23:

$$E_{\Sigma 23} = \frac{Q_1 - Q_1 + Q_2 + Q_2}{2 \epsilon_0 s} = \frac{Q_2}{\epsilon_0 s}$$



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!

Напряжение между пластинами волнистых  
лежат на дуге

$$U = Ed$$

$$U_{23-3} = E_{223} \cdot d = \frac{Q_2}{\epsilon_0 S} \cdot d = U$$

$$Q_2 = \epsilon_0 S \frac{U}{d}$$

$$U_{13} = E_{\Sigma 12} \cdot \frac{d}{3} + E_{\Sigma 23} \cdot d = \frac{Q_1}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3} + U = 5U$$

$$\frac{Q_1}{\epsilon_0 S} = 12 \frac{U}{d}$$

$$Q_1 = 12 \epsilon_0 S \frac{U}{d} = 12 Q_2$$

$$\left| +12Q_2 \right| \parallel \left| -Q_2 \right|$$

$$\begin{aligned} F_{212} &= q \frac{U}{d} \\ F_{211} &= q \cdot \frac{11U}{d/3} = 33q \frac{U}{d} \\ \frac{mV_A^2}{2} &= \frac{mV_0^2}{2} + 33q \frac{U}{d} \cdot \frac{1}{3}d + q \frac{U}{d} \cdot d \\ V_A &= \sqrt{V_0^2 + 2 \cdot \frac{12qU}{m}} \\ \text{Ответ: } &\sqrt{V_0^2 + \frac{24qU}{m}} \end{aligned}$$

На промежутке 2-3 на пластины действует разговляющая сила, равная  $qE =$

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

$$ma = \frac{qU}{d}; a = \frac{qU}{md}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{qU}{md}$$

2) по м. ed изменилась кин. энергии

$$K_3 - K_2 = A_{F_{211}} = F_{211} \cdot d = \frac{qU}{d}, d = qU$$

Тогда  $F_{211}$  - эл.нагрузка сила  $\frac{qU}{d}$ .

$$\text{Ответ: } qU$$

3) по м. ed изменилась кин. энергии

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{F_{211}} + A_{F_{212}}, F_{211} \text{ и } F_{212} - силы, раз-  
вивающие шарик при прохождении через 1-2-3$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

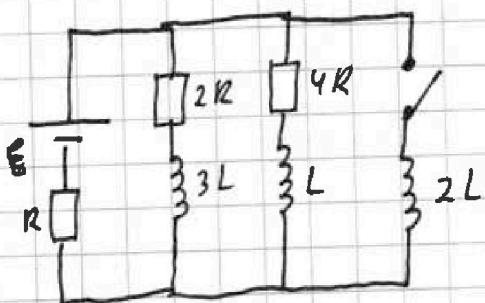
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

МФТИ



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

№ 4.



Дано:

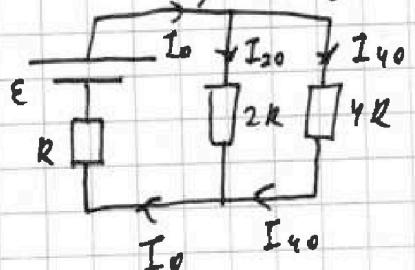
$E, R, L$

1)  $I_{20} - ?$

2)  $\frac{dI}{dt}(2L; t=0) - ?$

3)  $\sigma q_{40} - ?$

1) В уст. решения катушки берут седло  
или провода:



Заменили эквивалентное  
сопротивление  $2R$  и  $4R$  на одно  
сопротивление с соответствующим

$$R' = \frac{2R \cdot 4R}{2R + 4R} = \frac{4}{3} R$$

Случай симметричные узлы

$$R_0 = R' + R = \frac{7}{3} R$$

Решаем для первой узлы:

$$I_0 = \frac{E}{R_0} = \frac{3}{7} \frac{E}{R}$$

Напряжение на  $2R$  и  $4R$  одинаково:

$$U_{2R} = U_{4R}$$

$$I_{20} \cdot 2R = I_{40} \cdot 4R$$

$$I_{20} = 2 I_{40}$$

$$I_{20} + I_{40} = I_0$$

$$\frac{3}{2} I_{20} = \frac{3}{7} \frac{E}{R}$$

Используем

$$I_{20} = \frac{2}{7} \frac{E}{R}$$

Ответ:  $I_{20} = \frac{2}{7} \frac{E}{R}$ .

2) Гарячий провод после замыкания напряжение -  
нее на  $2L$  равно напряжению на  $2R$ :

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

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

**МФТИ**

$$\text{1) } U_{2L} = U_{2R}$$

$$2L \frac{dI_{2L}}{dt} = I_{20} \cdot R$$

$$\frac{dI_{2L}}{dt} = \frac{2}{7} \frac{8}{R} \cdot R \cdot \frac{1}{2L} = \frac{1}{7} \frac{8}{L}$$

$$\text{Ответ: } \frac{1}{7} \frac{8}{L}$$

$$dq_{4R} = \frac{15}{28} \frac{6}{R^2} L$$

$$\text{Ответ: } \frac{15}{28} \frac{6}{R^2} L.$$

3) Напряжение на параллельных сегментах участках равно:

$$I_{2R} \cdot 2R + 3L \frac{dI_{2R}}{dt} = I_{4R} \cdot 4R + L \frac{dI_{4R}}{dt} = L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

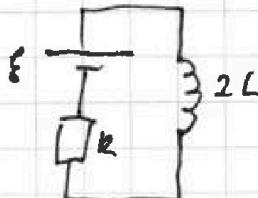
згд  $I_{2R}, I_{4R}, I_{2L}$  - токи через  $2R, 4R, 2L$  соответственно. Учитывая что  $I = \frac{dq}{dt}$  и сокращая на  $dI/dt$  получаем

$$\begin{cases} dq_{2R} \cdot 2R + dI_{2R} \cdot 3L = dq_{4R} \cdot 4R + dI_{4R} \cdot L \\ dq_{2R} \cdot 2R + dI_{2R} \cdot 3L = dI_{2L} \cdot 2L \end{cases}$$

суммируя уравнения от исходного  
значения до конечного получаем:

$$\begin{cases} dq_{2R} \cdot 2R + (0 - I_{20}) \cdot 3L = dq_{4R} \cdot 4R + (0 - I_{40}) \cdot L \\ dq_{2R} \cdot 2R + (0 - I_{20}) \cdot 3L = (I^* - 0) \cdot 2L \end{cases}$$

згд  $I^*$  - ток через  $2L$  в конечное:



$$I^* = \frac{8}{R}$$

$$dq_{4R} \cdot 4R - I_{40} \cdot L = I^* \cdot 2L$$

$$dq_{4R} = \frac{\frac{I_{20}}{2} L + I^* \cdot 2L}{4R} = \frac{\frac{1}{7} \frac{8}{R} L + 2 \frac{8}{R} L}{4R}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



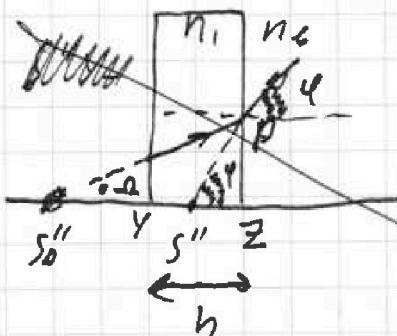
- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

$$S_0''y = 1 \text{ м} \cdot \frac{0,071 \text{ rad}}{0,1 \text{ rad} \cdot (2 \cdot \frac{1,7}{1,7} - 1)} = 0,49 \text{ м}$$

$$\operatorname{tg} \Omega = \frac{PZ}{S_0''y + Y_Z} = \frac{PZ}{S_0''y + h}$$



$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{PZ}{S''Z}$$

$$\operatorname{tg} \Omega = \frac{PZ}{\varphi} = \frac{S''Z}{S_0''y + h}$$

это не  
затирка

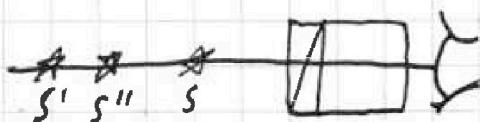
$$S''Z = (S_0''y + h) \cdot \frac{\varphi}{\varphi} = (S_0''y + h) \cdot \frac{1}{n \cdot \Omega}$$

$$S''Z = \frac{S_0''y + h}{n_1} = \frac{0,49 \text{ м} + 0,14 \text{ м}}{1,4} = 0,45 \text{ м}$$

$$SS'' = SZ - S''Z = (\alpha + h) - S''Z = 1 \text{ м} + 0,14 \text{ м} - 0,45 \text{ м} = 0,69 \text{ м}$$

Ответ: 0,69 м

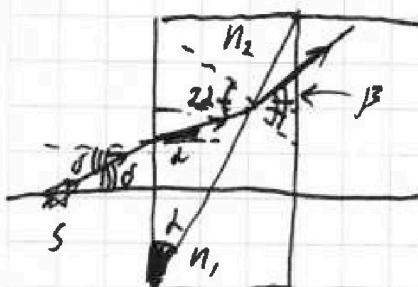
Р.5. при решении задачи расчета =  
тени изображений было указано  
некоторое. Но это не учитывает обу-  
словленности решения. (Нашенное расчетом:  
ответ: )



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

Рассмотрим, что происходит на границе клиньев!



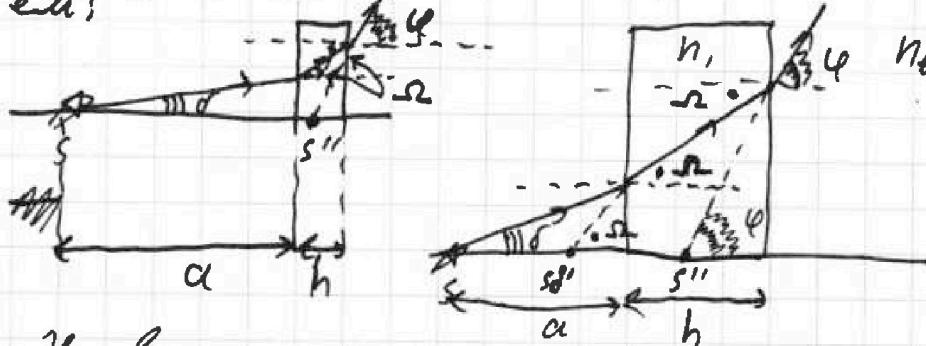
$$n_2 s \cdot n_2 d = n_1 s \cdot n_1 b$$

$$n_2 \cdot 2d = n_1 \cdot b$$

$$b = 2d \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

Проведем аналогичное (с

2 пунктах) рассуждение, получаем, что во второй прямой прямой луч будет двигаться под углом  $\Omega = \beta - \alpha$  к горизонту. Аналогично происходит с оставшимся клинком, имеющим

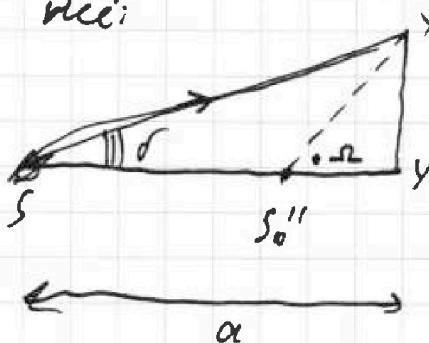


На выходе из пластиники:

$$n_1 s \cdot n_1 \Omega = n_2 s \cdot n_2 \beta$$

$$\gamma = n_1 \cdot \Omega = n_1 \cdot (\beta - \alpha)$$

Найдем расстояние от источника до изображения  $s''$ , которое создается для пластинки, если для луча не берется из пластины:



$$\tan \delta = \frac{xy}{sy} \quad \tan(\delta') = \frac{s''y}{a}$$

$$\tan \Omega = \frac{xy}{s''y} \quad s''y = a \frac{\tan \delta}{\tan \Omega} = a \frac{\delta}{\Omega}$$

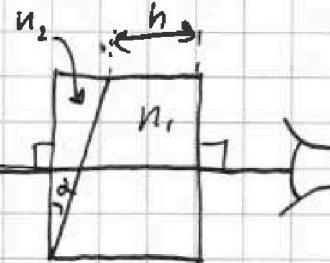
$$s''y = a \frac{\delta}{\beta - \alpha} = a \frac{\delta}{\frac{1}{2} \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right)}$$

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

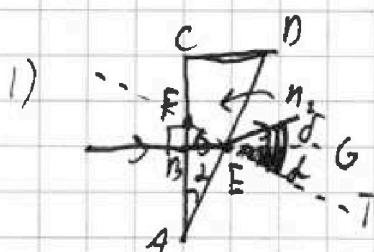
**МФТИ.**

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

N6.



N5.



дано:

$$\begin{aligned}n_1 &= 1 \\a &= 1 \text{ м} \\d &= 0,1 \text{ рад} \\h &= 0,14 \text{ м}\end{aligned}$$

1)  $n_1 = n_6$

$n_2 = 1,7$

 $\delta - ?$ 

2)  $n_1 = n_1$

$n_2 = 1,7$

 $d - ?$ 

3)  $n_1 = 1,4$

$n_2 = 1,7$

 $d - ?$ 

П.к.  $n_1 = n_6$ , то правую призму можно убрать и рассмотреть изменение траектории через левую.

П.к. луч перенесен краем левой призмы он видит вправду без преломления. Восстановим перенесенный луч к поверхности в точке E.  $AD \perp EF$   $BE \perp AC \Rightarrow \angle BEF = \angle CAD = d$ . По закону преломления  $n_2 \cdot \sin d = n_1 \cdot \sin(\theta + d)$ , учит FEВ и GET-известно лематиче.

П.к. угол малое,  $\sin d \approx d$ ,  $\sin(\theta + d) \approx \theta + d$

$$n_2 d = n_1 (\theta + d)$$

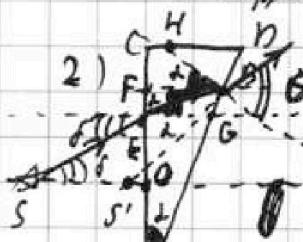
~~Из условия  $n_2 d = n_1 (\theta + d)$  получаем  $\theta = (n_2 - 1)d$~~

$$\theta = (n_2 - 1)d$$

$$\begin{aligned}\angle FEB &= \\&= \angle GET = d\end{aligned}$$

$$\theta = 0,7d = 0,07 \text{ рад}$$

Ответ: ~~0,07~~ 0,07 рад.



Рассмотрим луч, падающий на систему под углом  $\delta$ . Он проходит внутри призмы под углом  $d$ .

Найдём угол падения луча на границу (EВН).  $\angle EBF = \angle BEG = d$  как показали спасибо.

$\angle FBH = \angle CAD = d$  как показали спасибо.  $\angle FBH = \angle CAD = d$

П.к.  $GH \perp AD$ ,  $FB \perp AC$ . Таким образом, угол  $\angle EBH = 2d$ . Найдём угол преломления  $\theta$ .

$$n_2 \cdot \sin 2d = n_1 \cdot \sin \theta$$

$$n_2 \cdot 2d = n_1 \cdot \theta; \theta = 2 \cdot \frac{n_2 d}{n_1} = 2(d + d)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

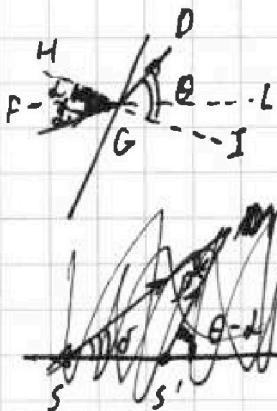
решение которой представлено на странице:

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

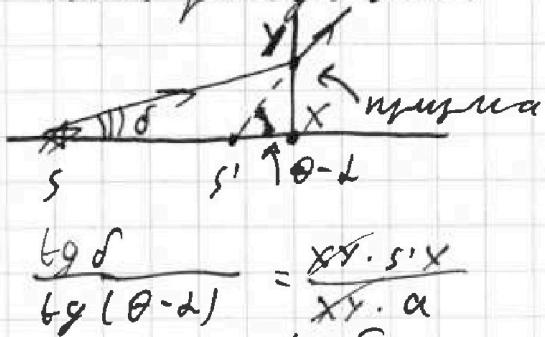


$$\angle LGI = \angle FGI = \delta \text{ как вертикальные.}$$
$$\angle DGL = \angle DS'G = \theta - \delta$$

~~Пусть M-точка пересечения продолжений лучей SE и GD. Тогда удастся:~~

~~$$\beta = \theta - \delta \quad \delta = 2\delta - \theta - \delta = \theta - \delta$$~~

Рассматривая трапециевидную призму, получим выражение:



По условию  $SX = \alpha$   
~~из  $\alpha SXY$  и  $\alpha S'XY$ :~~

$$\tan \delta = \frac{YX}{SX} = \frac{XY}{\alpha}$$

$$\tan (\theta - \delta) = \frac{XY}{S'X} \quad 1m \cdot \frac{0,07}{2(0,08 + 0,1) - 0,1}$$

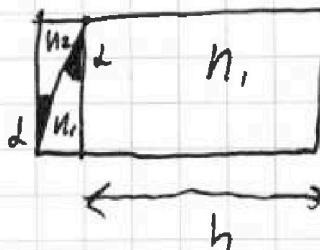
$$S'X = \alpha \frac{\tan \delta}{\tan (\theta - \delta)} \approx \alpha \frac{\delta}{\theta - \delta} = \alpha \frac{\delta}{2(\delta + \theta - \delta)} = \alpha \frac{\delta}{2\theta}$$

$$S'X = \frac{17}{24} \text{ м}$$

$$SS' = \alpha - S'X = \frac{24 - 17}{24} \text{ м} = \frac{17}{24} \text{ м} \approx 0,71 \text{ м} \approx 0,81 \text{ м}$$

Ответ: ~~0,71 м~~, 0,81 м

3) Рассмотрим правильную ~~трапецию~~ как совокупность множеств клавиш и блок-кардинальной пластины:



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!

$$I_{2R} \cdot 2R + 3L \frac{dI_{2R}}{dt} = I_{4R} \cdot 4R + L \frac{dI_{4R}}{dt} \quad \boxed{\text{Черновик}}$$

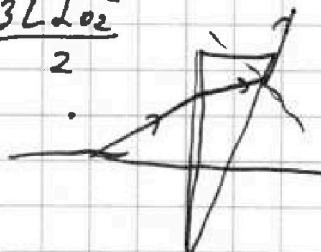
$$dq_{2R} \cdot 2R + 3L dI_{2R} = dq_{4R} \cdot 4R + L dI_{4R}$$

$$dq_{2R} \cdot 2R + 3L \cdot 2I_{2R} = dq_{4R} \cdot 4R + L \cdot 2I_{4R}$$

~~Черновик~~

$$dq_{4R} \cdot 4R - dq_{2R} \cdot 2R = L (-3I_{02} + I_{04})$$

$$\delta (dq_4 + dq_2 + dq_R) = \frac{2L I'^2}{2} - \frac{LI_{04}^2}{2} - \frac{3LI_{02}^2}{2}$$



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

$$\frac{B}{\Omega m^2} \cdot \Gamma_m = \frac{B}{\Omega m^2} \cdot \frac{B}{4} \cdot C = \frac{B}{\Omega m} \cdot C = A \cdot C = K_m$$

$$\frac{03}{14} = \frac{9}{2}$$

$$N = N_p + N_{\text{супр}}$$

$$N = m \sigma V + N_{\text{супр}}$$

$$\begin{array}{r} 1330 \quad | 140 \\ -1260 \quad | 0,92 \\ \hline 700 \\ -210 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$N_{\text{супр}} = N - m \sigma V$$

$$P_0 = \cancel{8} \frac{\cancel{V} \cdot R T_0}{V} - \cancel{8} \frac{\cancel{0,7} R T_0}{V} + 2$$

$$C_{23} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$E = h \nu \cdot 2\pi$$

$$P_0 \frac{V}{2} = \frac{3}{4} \nu_0 R T$$

$$\frac{P_0}{P} = \frac{3}{16}$$

$$E = \frac{Q}{2S\epsilon_0}$$

$$P = \frac{V}{8} \nu_0 R T$$

$$P = \frac{16}{3} P_0$$

$$\frac{17}{10 \cdot \frac{16}{3}} = 1,19$$

$$P = 8 \frac{\nu_0 R T}{V}$$



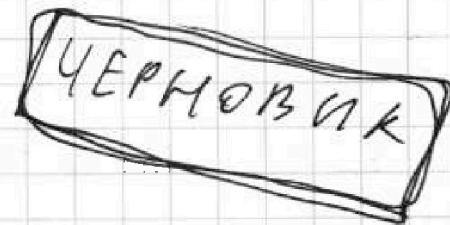
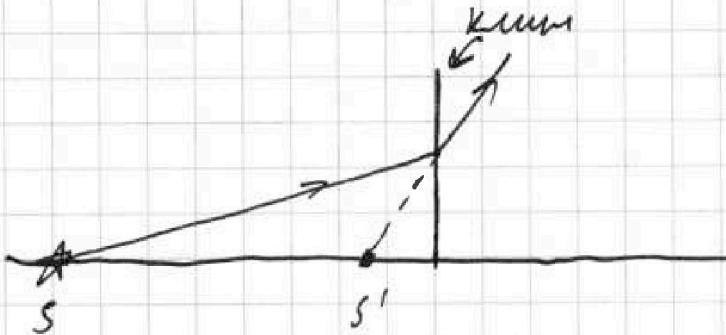
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\frac{0,17}{0,17 \cdot 2 - 0,1} = \frac{17}{34 - 10} = \frac{17}{24}$$

$$\begin{array}{r} 70 \mid 24 \\ 38 \quad \cancel{24} \\ \hline 220 \\ 180 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70 \mid 24 \\ 48 \quad \cancel{10} \\ \hline 220 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 0,39 \\ \hline 2,73 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,29 \\ \times 7 \\ \hline \end{array}$$

$$70 \mid 29$$

$$\begin{array}{r} 0,3 \\ \times 7 \\ \hline 2,1 \end{array}$$