



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



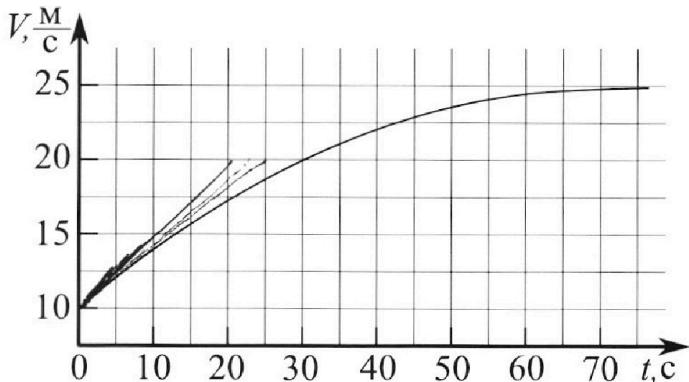
## Вариант 11-03

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

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

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.  $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$
- 2) Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.  $\text{Н}$
- 3) Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.



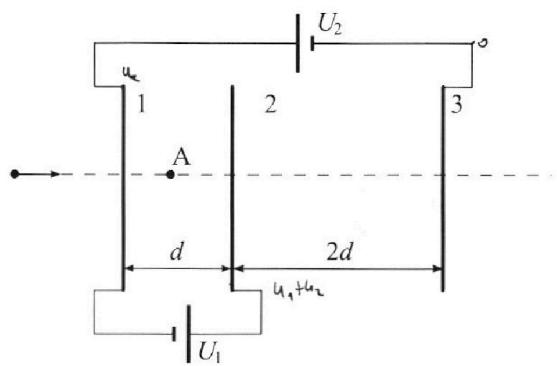
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p$ . 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  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  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 отношение конечной и начальной температур в сосуде  $T/T_0$ .

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

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



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

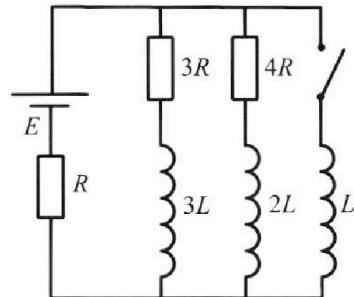
## Вариант 11-03

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

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

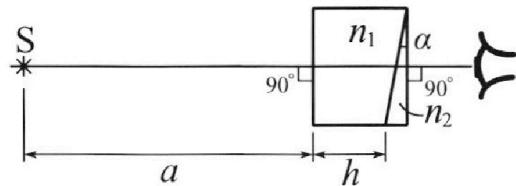
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 90$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ.**

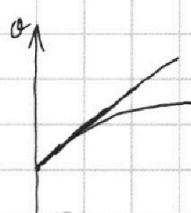


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)  $a = \frac{dv}{dt}$ . Проведу касательную к графику

б) момент  $t=0$  с

Схематично:



$t=0$  с

$v=10$  м/с

$$t = \cancel{10} \text{ с}$$

$$a = \frac{\Delta v_{\text{kac}}}{\Delta t_{\text{kac}}}$$

$\rightarrow$  точка  
касательной  
(прямой)

$$a = \frac{20 - 10}{15 - 0} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3} \text{ м/с}^2$$

$$\boxed{a = \frac{2}{3} \text{ м/с}^2}$$

$$a = \frac{20 - 10}{15 - 0} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3} \text{ м/с}^2$$

2) Заметим, что  $v(t \rightarrow \infty) \rightarrow 25$  м/с, значит

$$m \cdot a = F_k - k v(t \rightarrow \infty) \quad (\text{т. е. ускорение } 0)$$

$$k = \frac{F_k}{v(t \rightarrow \infty)}$$

$$k = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

В задаче:

$$ma = -k v(0) + F_0 \quad -\text{II 3-я закон}$$

$$F_0 = ma(0) + k v(0)$$

$$F_0 = ma(0) + \cancel{F_k} \cdot v(0)$$

$$\cancel{1500} \cdot \cancel{\frac{2}{5}} + \cancel{\frac{600}{25}} \cdot 10 = \cancel{600} + \cancel{240} = \cancel{840}$$

$$F_0 = 1500 \cdot \frac{2}{5} + \frac{600}{25} \cdot 10 = 600 + 240 = 840 \text{ Н}$$



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!

3) В начальном положении:

$$P_0 = F_0 \cdot v_{(t=0)} = 840 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м/с} = 8400 \text{ Вт.}$$

Ответ: 1) 0,4 м/с<sup>2</sup>

2) 840 Н

3) 8400 Вт

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

Отметьте крестиком номер задачи,

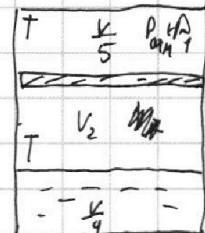
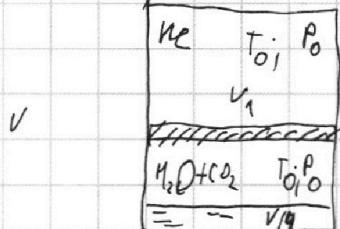
решение которой представлено на странице:



- 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!

МФТИ



$$k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta J = k p v$$

Задачка

ДНК: уравнение Менделеева - Клаудорда:

$$V_1 = \frac{V}{2} - \text{равные части}$$

$$(1) \quad P_0 \cdot V_1 = S_{\text{Ne}} RT_0 - \text{начало}$$

$$(2) \quad (P_0 + P_1) \cdot \frac{V}{5} = S_{\text{Ne}} RT \quad \text{конец.} \quad (P_1 - \text{начальное давление} \\ \text{чужого газа})$$

ДНК чужого газа:

$$(3) \quad S_{\text{чуж. газ}} = K \cdot P_1 \cdot \frac{V}{4} \quad \text{- начало}$$

• Менделеев - Клауди:  ~~$P_0 (V - \frac{V}{4} - V_1) = S_{\text{чуж. газ}} R T_0$~~

В конце:  $P_1$  - начальное давление чужого газа

$$(4) \quad S_{\text{чуж. газ}} = K \cdot P_1 \cdot (V - \frac{V}{5} - V_2)$$

$$(5) \quad P_1 \cdot V_2 = S_{\text{чуж. газ}} R T$$

Кон-бо чужого газа не поменялось, поэтому

$$(6) \quad S_{\text{чуж. газ}} + S_{\text{чуж. газ}} = S_{\text{чуж. газ}} + S_{\text{чуж. газ}}$$

П.к. объем жидкости не изменился, т.о.  $V_2 = V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = V \cdot \frac{11}{20}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

Решу это:

$$T = \frac{4}{5} T_0 + \frac{4}{5} \cdot \frac{\frac{1}{8R} + \frac{K T_0}{8}}{\frac{1}{R T_0} + \frac{11}{20 R T}}$$

$$T \left( \frac{1}{R T_0} + \frac{11}{20 R T} \right) = \frac{4}{5} T_0 \left( \frac{1}{R T_0} + \frac{11}{20 R T} \right) + \frac{4}{5} \left( \frac{1}{8R} + \frac{K T_0}{8} \right)$$

$$\frac{1}{R} \cdot \frac{T}{T_0} + \frac{11}{20 R} = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{R} + \frac{4}{5} \cdot \frac{11}{20 R} \frac{T_0}{T} + \frac{1}{10 R} + \frac{1}{10} K T_0 / R$$

Обозначу  $\frac{T}{T_0} = x$

$$x + \frac{11}{20} = \frac{4}{5} + \frac{11}{25} \cdot \frac{1}{x} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} K T_0$$

$$x - \frac{11}{25} \cdot \frac{1}{x} = \frac{-16 - 11 - 2}{20} + \frac{1}{10} K T_0$$

$$\frac{x}{T_0} - \frac{11}{25} \frac{T_0}{T} = \frac{3}{20} + \frac{1}{10} K T_0 \quad | \cdot 100 T_0$$

$$100 T - 44 \frac{T_0^2}{T} = 15 T_0 + 10 K T_0^2$$

$$T_0^2 \left( 10 K R + \frac{44}{T} \right) + 15 T_0 - 100 T = 0$$

$$T_0 = \frac{-15 \pm \sqrt{225 + 4 \cdot (10 K R + \frac{44}{T}) \cdot 100 T}}{2 \cdot (10 K R + \frac{44}{T})}$$

$$T_0 = \frac{-15 + \sqrt{225 + (10 K R + \frac{44}{T}) \cdot 100 T}}{20 K R + \frac{88}{T}}$$

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"/> | <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!

Черновик для задачи

$$P_0 V_1 = J_{ke} RT_0$$

$$P_0 = \frac{P_{atm}}{2}$$

$$P_0 (V - V_1 - \frac{V}{4}) = J_{переизв} RT_0$$

$$(P_{atm} + P_1) \cdot \frac{V}{5} = J_{ke} RT \quad \textcircled{+}$$

$$\frac{J_{ke}}{2} = K P_0 \cdot \frac{V}{4} \quad \textcircled{+}$$

$$J_{ути\,расх\,2} = K P_1 \cdot \left( V - \frac{V}{5} - \frac{11}{20} V \right) = K P_1 \cdot V \cdot \frac{1}{4} \quad \textcircled{+}$$

$$P_1 \cdot \frac{11}{20} V = J_{ути\,расх\,2} RT$$

$$\frac{J_{ke}}{2} + J_{ути\,расх\,1} = J_{ути\,расх\,2} + J_{ути\,расх\,2}$$

$$\frac{P_{atm}}{2} \cdot \frac{V}{2} \cdot \frac{1}{T_0} = (P_{atm} + P_1) \cdot \frac{V}{5} \cdot \frac{1}{T} \quad \textcircled{+}$$

$$\frac{P_1}{P_0} = 2 \cdot \frac{J_{ути\,расх\,2}}{J_{ke}} \Rightarrow J_{ути\,расх\,2} = \frac{J_{ke}}{2} \cdot \frac{P_1}{P_0}$$

$$\frac{J_{ke}}{2} + K \cdot \frac{P_{atm}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{J_{ke}}{2} \cdot \frac{P_1}{P_0} + \frac{P_1 \cdot \frac{11}{20} V}{RT}$$

$$\frac{P_{atm} K}{4 RT_0} \cdot \frac{1}{2} + \frac{K P_{atm} \cdot \frac{V}{4}}{2} = \frac{P_1}{2 RT_0} \cdot \frac{P_{atm} K}{2 RT_0} + \frac{P_1 \cdot \frac{11}{20} K}{RT}$$

$$P_{atm} \cdot \left( \frac{1}{8 RT_0} + \frac{K}{8} \right) = P_1 \left( \frac{1}{4 RT_0} + \frac{11}{20 RT} \right)$$



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!

$$T_0 = \frac{-15 + \sqrt{225 + 10^3 K R T_0 + 17600}}{20 K R + \frac{88}{T_0}}$$
$$T_0 = \frac{-15 + \sqrt{225 + 0,5 \cdot 8,31 \cdot 373 + 17600}}{20 \cdot 0,5 \cdot 10^3 \cdot 8,31 + \frac{88}{273}}$$

Ответ: 1) 2

2)

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

В котле  $T = 373\text{ K}$ , поэтому парциальное давление водяных паров будет  $P_{\text{атм}}$

так,  $\begin{cases} P_0 \cdot \frac{V}{2} = \text{две RT}_0 \\ P_0 \left( V - \frac{V}{4} - \frac{V}{2} \right) = \text{одн. параст}, RT_0 \end{cases} \quad ]:$

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = \frac{\text{две}}{\text{одн. параст 1}}$$

$$\boxed{\frac{\text{две}}{\text{одн. параст 1}} = 2}$$

т. др. имеем:

$$\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} \cdot \frac{1}{T_0} = (P_{\text{атм}} + P_1) \cdot \frac{V}{5} \cdot \frac{1}{T}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{4}{5} \cdot \frac{P_{\text{атм}} + P_1}{P_{\text{атм}}} = \frac{4}{5} \left( 1 + \frac{P_1}{P_{\text{атм}}} \right)$$

В котле Черновик сд задачи 2 ор решения нет.

$$\frac{P_1}{P_{\text{атм}}} = \frac{\frac{1}{8RT_0} + \frac{K}{8}}{\frac{1}{4RT_0} + \frac{11}{20RT}}$$

$$\frac{I}{T_0} = \frac{4}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{\frac{1}{8RT_0} + \frac{K}{8}}{\frac{1}{4RT_0} + \frac{11}{20RT}} \quad - \text{получим уравнение}$$

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!

$$T_0 = \frac{25 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 373^2 + 95 \cdot 373}{44 + 30 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 373} =$$

$$= \frac{373 \cdot 373 \cdot 10^{-1} + 95 \cdot 373}{44 + 125 \cdot 10^{-3} \cdot 373} =$$

$$= 373 \cdot \left( \frac{373 + 95}{44 + 46} \right).$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{373}{373 \cdot \left( \frac{373 + 95}{44 + 46} \right)} = \frac{44 + 46}{82} = \frac{90}{82} \approx \frac{45}{41}$$

Очевидно, что то единство в вычислениях, т.к. при такой  $T_0$   
нельзя преодолеть давление пара

Ответ: 1) 2

$$2) \frac{45}{41}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

$$\frac{P_1}{P_{\text{дл}} \cdot T_0} \left( \frac{k}{4} + \frac{11}{20RT_0} \right) = \frac{k}{8} + \frac{1}{8RT_0}$$

$$\frac{ST}{T_0} = 1 + \frac{\frac{k}{8} + \frac{1}{8RT_0}}{\frac{k}{4} + \frac{11}{20RT_0}}$$

$$\frac{\frac{k}{8} + \frac{1}{8RT_0}}{\frac{k}{4} + \frac{11}{20RT_0}} = \frac{\frac{kRT_0 + 1}{8RT_0}}{\frac{20KRT + 44}{80RT}} = \frac{(kRT_0 + 1) \cdot 80RT}{8RT_0 \cdot (20KRT + 44)} =$$

$$= \frac{(kRT_0 + 1) \cdot 10T}{T_0 (20KRT + 44)}$$

$$ST = T_0 + T_0 \cdot \frac{(kRT_0 + 1) \cdot 10T}{T_0 (5KRT + 11)} \cdot (5KRT + 11)$$

$$5T (5KRT + 11) = (kRT_0 + 1) \cdot 10T + T_0 \cdot (5KRT + 11)$$

$$25KRT^2 + 55T = 10KRT_0 \cdot T + 10T + 20KRTT_0 + 44T_0$$
$$\Rightarrow T_0 = 10KRT$$

$$25KRT^2 + 45T = 30KRTT_0 + 44T_0$$

$$T_0 = \frac{25KRT^2 + 45T}{44 + 30KRT}$$

— это отвратительное выражение, лучше писать  
меньшую, чем предложенную

поскольку при проверке вычисляйте **это** в другом

решении, все то же самое с одинаковыми, но я ошибся  
решая систему

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

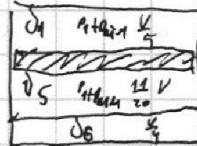
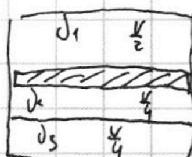
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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



Переопределение  
системы:

$$J_2 + J_3 = J_5 + J_6$$

$$(P_1 + P_{\text{пар}}) \frac{V}{5} = J_1 RT$$

$$\frac{P_{\text{пар}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = J_1 RT_0$$

$$P_1 \cdot J_2 \neq 0$$

$$\cancel{J_1} \quad \frac{P_{\text{пар}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = J_2 RT_0$$

$$P_1 \cdot \frac{11}{20} V = J_5 RT$$

$$J_3 = k \cdot \frac{P_{\text{пар}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$J_6 = k \cdot P_1 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{\frac{P_{\text{пар}} V}{4}}{\frac{P_{\text{пар}} V}{8}} = 2$$

$$\left. \frac{P_{\text{пар}} V}{8 RT_0} + k \frac{P_{\text{пар}} V}{8} = \frac{k P_1 V}{4} + \frac{P_1 \cdot \frac{11}{20} V}{RT} \right| : P_{\text{пар}} V$$

$$\frac{J_1 RT}{J_1 RT_0} = \frac{(P_1 + P_{\text{пар}}) \frac{V}{5}}{\frac{P_{\text{пар}} V}{4}}$$

$$\left. \frac{1}{8 RT_0} + \frac{k}{8} = \frac{k}{4} \cdot \frac{P_1}{P_{\text{пар}}} + \frac{11}{20 RT} \frac{P_1}{P_{\text{пар}}} \right.$$

$$\left. \frac{I}{I_0} = \left( \frac{P_1}{P_{\text{пар}}} + 1 \right) \cdot \frac{4}{5} \right.$$

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!

$$a_{12x} = \frac{E_{12x} q}{m} = -\frac{4}{x_0} \cdot \frac{q}{m}$$

2. Т.к. суммарный заряд сегок 0, то

$$E_{все\ пласт} = \frac{q_1}{2\varepsilon_0} + \frac{q_2}{2\varepsilon_0} + \frac{q_3}{2\varepsilon_0} = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\varepsilon_0} = 0$$

потому все пластины движутся равноначально

$$a_{12x} = \text{const}$$

$$\cancel{\text{Уравнение}} \quad \frac{v_2^2 - v_0^2}{2a_{1x}} = x_0 \quad - \text{Формула равно ускоренного} \\ \cdot m \quad \text{движения.}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = m a_{1x} \cdot x_0$$

$$K_1 - K_2 = -m a_{1x} x_0 = m x_0 \cdot \frac{4}{x_0} \cdot \frac{q}{m} = 4 \cdot q$$

$$3. \quad \frac{v_4^2 - v_0^2}{2a_{1x}} = \frac{x_0}{q} \quad - \text{РД}$$

$$v_A^2 = v_0^2 + \frac{a_{1x} \cdot x_0}{2} = v_0^2 - \frac{4}{x_0} \cdot \frac{q}{m} \cdot \frac{x_0}{2}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{4q}{2m}}$$

Ответ: 1.  $\frac{4q}{J \cdot m}$

2.  $4 \cdot q$

3.  $\sqrt{v_0^2 - \frac{4q}{2m}}$

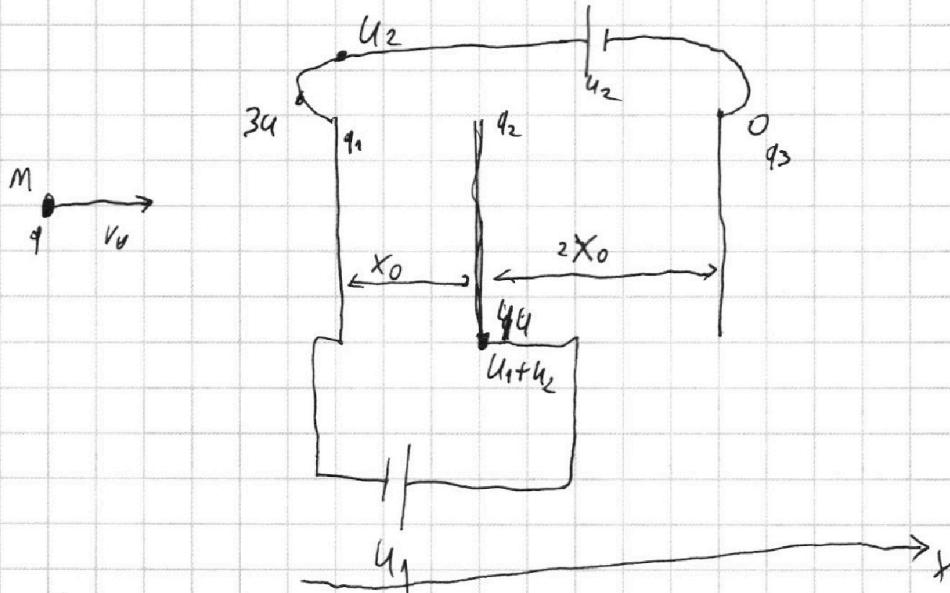
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Переобразуя для  $x_0$ , что бы не путать с цифрами если он будет нужен.

Рассставим потенциалы. см. рис. Красив заряды стоят  $q_1, q_2, q_3$

ЗС3:  $q_1 + q_2 + q_3 = 0$ .

$$\left( \frac{q_1}{2\epsilon_0} - \frac{q_2}{2\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\epsilon_0} \right) \cdot x = 3U - 4U$$

$$\left( \frac{q_1}{2\epsilon_0} + \frac{q_2}{2\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 \cdot 5} \right) \cdot 2x = 3U - 0$$

$$-\frac{2q_3}{2\epsilon_0} \cdot 2x = 3U \quad (q_1 + q_2 = -q_3 \text{ из } (1))$$

$$E_{12x} = \frac{3U - 4U}{x_0} = -\frac{U}{x_0}$$

q-мал по сравнению с зарядом  
сток, поэтому перераспределение  
зарядов не будет.

$$M q_{12x} = E_{12x} \cdot q$$

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!

П.к. ток через  $L_1$ ,  $3L$ ,  $2L$  не изменяется мгновенно,  
то и через  $R$  ток мгновенно не изменяется.

По замыканию

$$I_R = -\frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \quad I_{3R} = \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \quad I_{4R} = \frac{\mathcal{E} - \frac{7}{19} \mathcal{E}}{4R} = \frac{3}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

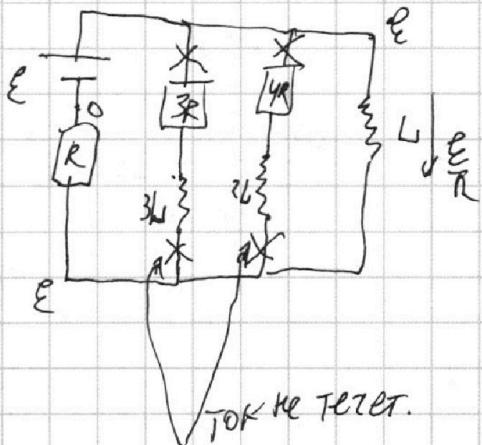
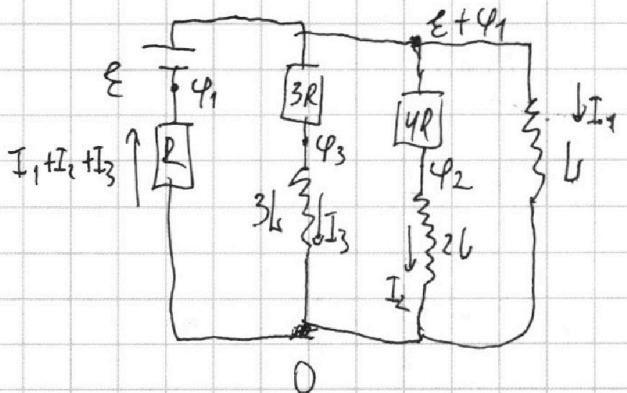
Тогда напряжение на катушке сразу после  
замыкания  $\mathcal{E} + \psi_1 = \frac{12}{19} \mathcal{E}$

$$L \dot{I}_U = \frac{12}{19} \mathcal{E}$$

$$\boxed{\dot{I}_U = \frac{12 \mathcal{E}}{19 L}}$$

3. т.р. избыточный момент

Установившееся состояние



$$3L \dot{I}_3 + 3R \bar{I}_3 = \mathcal{E} + \psi_1$$

$$L \dot{I}_1 = \mathcal{E} + \psi_1$$

$$2L \dot{I}_2 + 4R \bar{I}_2 = \mathcal{E} + \psi_1$$

$$0 - \psi_1 = (I_1 + I_2 + I_3) R$$

ток не течет.

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

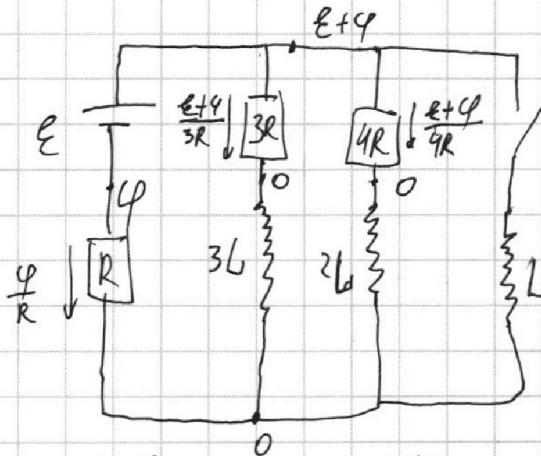
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

1.



В установившемся состоянии ток на катушках не меняется.  
Найдем на них напряжение 0.

Рассмотрим потенциалы

$$\frac{q}{R} + \frac{E+q}{3R} + \frac{E+q}{4R} = 0 \quad | \cdot 12R$$

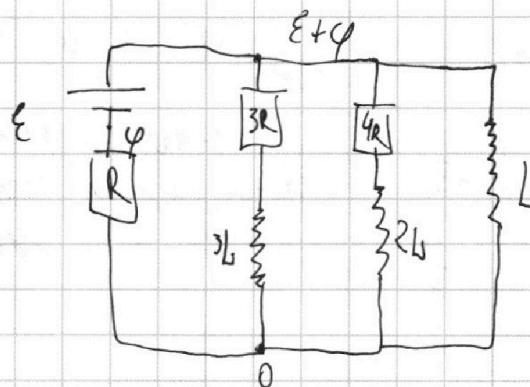
$$3q + 4q + 12q + 4E + 3q = 0$$

$$4q = -\frac{7}{19}E \quad q = -\frac{7}{19}E$$

Ток через  $3R$ :

$$\frac{E+q}{3R} = \frac{E - \frac{7}{19}E}{3R} = \frac{12}{19 \cdot 3} \frac{E}{R} = \left[ \frac{4}{19} \frac{E}{R} \right]$$

2. сразу после замыкания ключа. Ток на катушках изменяется  
не меняется.



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!

$$3L \cdot I_3 + 3R I_3 = L I_1 - \text{приравни 1 и 2 уравн.}$$

$$3L \frac{dI_3}{dt} + 3R \cdot \frac{dq_3}{dt} = L \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$3L dI_3 + 3R dq_3 = L dI_1 - \text{Суммируем от } t=0 \text{ нач.}$$

до  $t \rightarrow \infty$

$$3L \left( \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R} - 0 \right) + 3R \cdot q_3 = L \cdot 0$$

$$3L \cdot \left( 0 - \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R} \right) + 3R (q_3 - 0) = L \cdot \left( \frac{\varepsilon}{R} - 0 \right)$$

$$3R q_3 = \frac{\varepsilon L}{R} \left( \frac{12}{19} + 1 \right)$$

$$q_3 = \frac{\varepsilon L}{R} \cdot \frac{12+19}{19 \cdot 3R} = \frac{\varepsilon L}{R^2} \cdot \frac{31}{57}$$

- 0 Fehler:
1.  $\frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$
  2.  $\frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$
  3.  $\frac{31}{57} \frac{\varepsilon L}{R^2}$



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

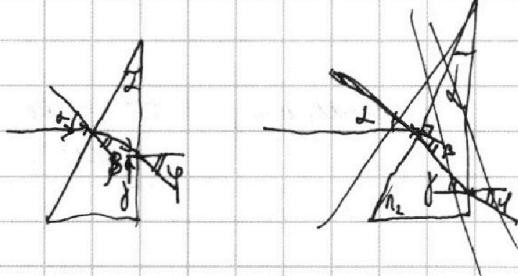
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

1. Учтывая, что  $n_1 = n_2$  преломление на грани  
не будет.



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

или

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

тогда  $\beta = \frac{\alpha}{n_2}$

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

$$\gamma = 90^\circ - (180^\circ - \alpha - (90^\circ - \beta)) = \alpha - \beta = \text{угол}$$

$$n_2 \cdot \sin \gamma = 1 \cdot \sin \varphi$$

$$n_2 \cdot (\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) = 1 \cdot \sin \varphi$$

или  $\alpha - \frac{\alpha}{n_2} = \varphi$

$$n_2 \cdot \alpha - \alpha = \varphi$$

$$\boxed{\varphi = \alpha (n_2 - 1)} = 0,1 \cdot (1,751) = 0,1751 \approx 0,07$$

2. Кругу 2 параллельный угл. от падает под  
углом  $\alpha + d\alpha$  к наклону.

$$\text{тогда } \varphi_{(\alpha + d\alpha)} = (\alpha + d\alpha) (n_2 - 1)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

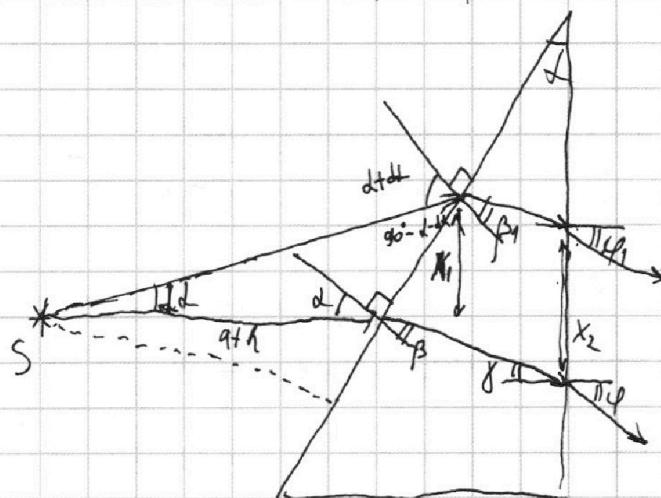
МФТИ.

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



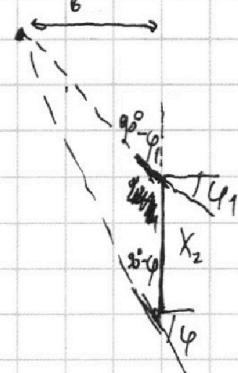
$$\beta_1 = \frac{d + dd}{n_2}$$

$$\varphi_1 = (\Delta + dd)(n_2 - 1)$$



$$x_1 = (a + h) \cdot dd$$

$x_2 \approx x_1$  т.к. погрешка тоже мал



$$\text{б. } \frac{b}{\tan(90^\circ + \varphi_2)} - \frac{b}{\tan(90^\circ + \varphi_1)} = x_2 \quad \text{погрешка}$$

$$\text{б. } \frac{\tan(90^\circ + \varphi_2) - \tan(90^\circ + \varphi_1)}{\tan^2(90^\circ + \varphi)} = (a + h) dd.$$

$$\text{б. } b \cdot \frac{\Delta \varphi}{\cos^2 \varphi_1 \cdot \tan(90^\circ + \varphi)} = (a + h) dd$$

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 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!

6.  $\frac{\Delta L(n_2 \cancel{n_1})}{\cos^2(\varphi) \cancel{a} \cdot \operatorname{tg}(90^\circ + \varphi)} = (a+h) \cdot \Delta L$

1  
 $\varphi = \alpha$

$$b = \frac{a+h}{n_2 \cancel{n_1}} \cdot \operatorname{tg}(90^\circ + \varphi) = \frac{a+h}{n_2 \cancel{n_1}} \cdot (-\Delta L(n_2 \cancel{n_1})) =$$

~~Задача 7~~:  $b = -\Delta L(a+h) \cdot (1 - \sin^2 \varphi) = -\Delta L(a+h) \cdot (1 - \sin^2 \alpha)$  съезжает вправо, как в предыдущем

$$S = a+h+|b| = 104 + 0,1 \cdot (104) = 104 + 10,4 = 114,4 \text{ см}$$

3. Все тоже самое, только  $n_1 \Delta = n_2 \beta$

$$\lambda = \left( \frac{n_1}{n_2 \cancel{n_1}} \right) \cancel{\Delta} \quad \lambda = \left( 1 - \frac{n_1}{n_2} \right) \Delta$$

$$\varphi = n_2 \cdot \left( \frac{n_1}{n_2} \cancel{n_1} \right) \Delta$$

~~$\varphi = (n_1 \cancel{n_2}) \Delta$~~        $\varphi = (n_2 - n_1) \Delta$

6.  $\frac{\Delta Y}{\cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}(90^\circ + \varphi)} = (a+h) \cdot \Delta L$

1

$$6. \frac{\Delta L(n_1 + n_2)}{-(\cancel{a} + \Delta L)(n_1 + n_2)} = (a+h) \Delta L \Rightarrow b = -\Delta L(a+h)$$

Ответ: 1. ~~0,1027~~. 0,07

2. 114,4 см

3. 114,4 см

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

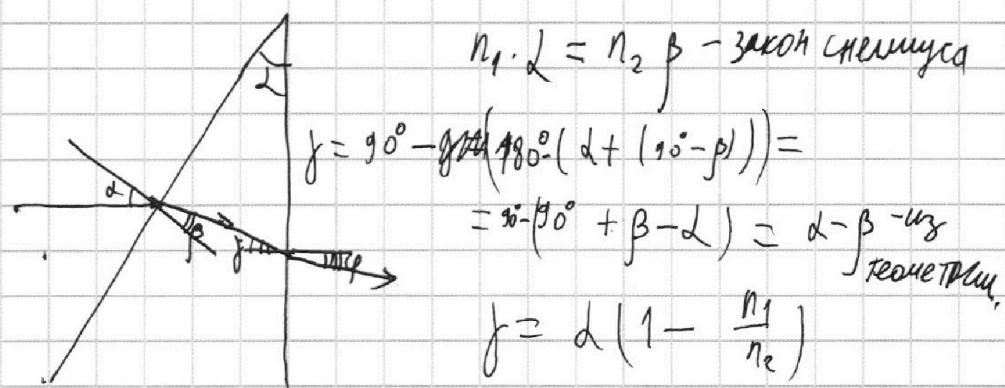
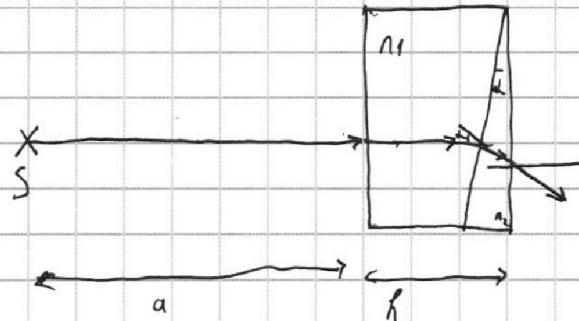
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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



$$n_1 \cdot \alpha = n_2 \beta - \text{закон снеллиуса}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 90^\circ - \beta = 180^\circ - (\alpha + (90^\circ - \beta)) = \\ &= 90^\circ - 90^\circ + \beta - \alpha = \beta - \alpha \quad \text{геометрическ.} \end{aligned}$$

$$f = d \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)$$

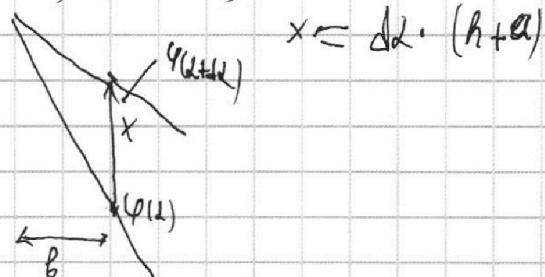
$$n_2 \gamma = n_1 \varphi$$

$$\varphi = n_2 \cdot \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)$$

$$\varphi = \alpha (n_2 - n_1)$$

$$\varphi(\alpha) = \alpha (n_2 - n_1)$$

$$\varphi(\alpha + \delta\alpha) = (\alpha + \delta\alpha) (n_2 - n_1)$$



$$x = d \alpha \cdot (h + b)$$

$$\text{иметь } b, \text{ где } S = a + h - b$$

см. другие задачи №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"/> |

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

МФТИ

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!

$$\frac{10}{25} = 0,4$$

2395 Чертковых.

$$K \cdot 25 = 600$$

$$K = 24$$

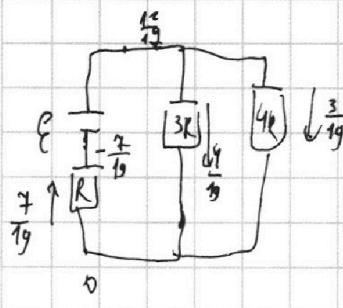
$$1500 \cdot 0,4 + 24 \cdot 10 =$$

$$-\frac{u}{d} \frac{q}{m}$$

$$\overbrace{v^2 - v_0^2} = \frac{4}{4}$$
$$-2 \cdot \frac{u}{d} \frac{q}{m}$$

$$v^2 - v_0^2 = -\frac{4}{2} \frac{q}{m}$$

$$U = \int v^2 - \frac{4q}{2m}$$



$$\frac{12}{19} \frac{\ell}{R}$$
$$\frac{7}{19} + \frac{12}{19}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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