



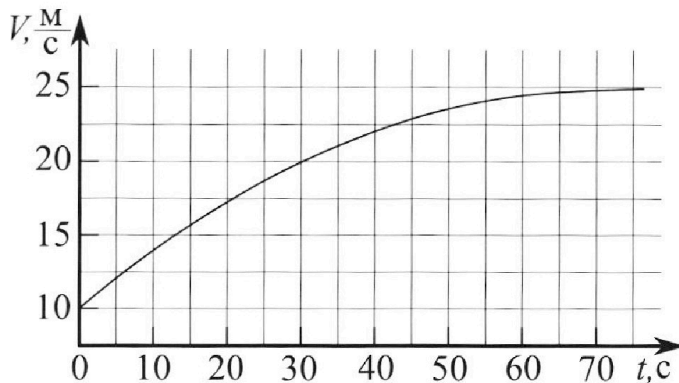
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.

2) Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.

3) Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

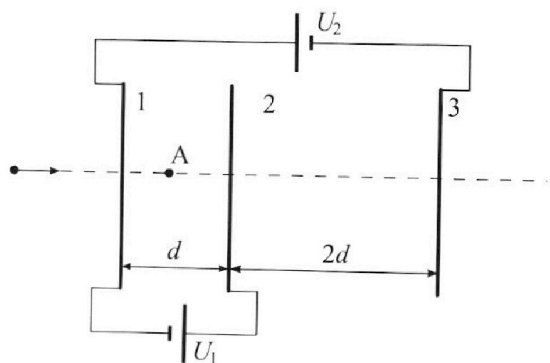
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{атм}}/2$  ( $P_{\text{атм}}$  - 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  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p w$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

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 A на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

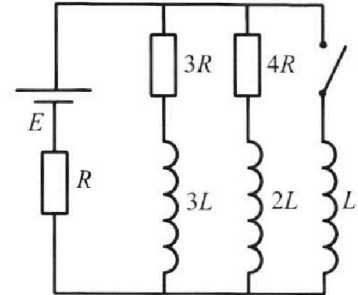
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



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

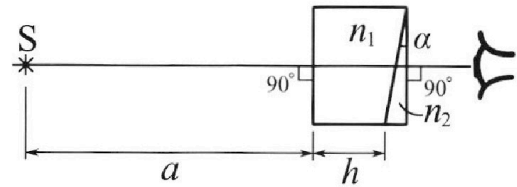


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**МФТИ**

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

№1.

Пусть  $a_p$  - ускорение автомобиля в начале разгона.  
Первые 5 секунд графика  $\sim$  прямой. А разогнался автомобиль  
до скорости  $12 \frac{m}{c}$ .

Т.е.  $a_p = 0,4 \frac{m}{c^2}$ .

Т.к.  $F_k = 600H$ , а если  $v_k$  - конечная скорость, а  $\lambda$  - коэффициент  
пропорциональности между силой сопротивления и скоростью, а  
 $F_c$  - сила сопротивления, а  $a_k$  - конечное ускорение, то.

И.з.н.:  $\frac{F_k - F_c}{m} = a_k$ , из графика  $m \approx 0 \Rightarrow F_k = F_c = \lambda \cdot v_k$ .

Из графика  $v_k = 25 \frac{m}{c} \Rightarrow \lambda = \frac{F_k}{v_k} = \frac{600H}{25 \frac{m}{c}} = 24 \frac{H \cdot c}{m}$

Теперь момент начала разгона.  $F_{c0}$  - сила сопротивления в начале  
разгона.

И.з.н.:  $\frac{F_0 - F_{c0}}{m} = a_p$

$F_{c0} = \lambda \cdot v_0$ , где  $v_0$  начальная скорость, которая из графика  
равна  $10 \frac{m}{c}$

$F_0 = m \cdot a_p + \lambda \cdot v_0 = 1500 \cdot 0,4 + 24 \cdot 10 = 840H$

$P_0 = F_0 \cdot v_0 = 840 \cdot 10 = 8400Bt$

Ответ: 1)  $0,4 \frac{m}{c^2}$

2)  $840H$

3)  $8400Bt$



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"/> | <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!

N2.

$\nu_{He}$ ,  $\nu_{CO_2}$  - кол-во гелия и углекислого соответственно.

$V_{He}$ ,  $V_{CO_2}$  - объём гелия и углекислого соответственно.

$$\nu_{He} = \frac{V}{2}; \quad \nu_{CO_2} = \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона:

$$P_0 \cdot V_{He} = \nu_{He} R T_0$$

$$P_0 \cdot V_{CO_2} = \nu_{CO_2} R T_0$$

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = \frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{4}} = 2$$

т.к. в верхней линии, а в нижней уменьшались, то

исходное отношение равно 2.

Пусть  $p_k$  - конечное давление  $CO_2$  тогда

$\nu_k$  - конечная кол-во  $CO_2$ ,

$V_k$  - конечный объём  $CO_2$

$$V_k + \frac{V}{5} + \frac{V}{4} = V \Rightarrow V_k = \frac{3V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{11V}{20}$$

Тогда

$$P_k \frac{11V}{20} = \nu_k R T$$

$$P_k \frac{11V}{20} = \nu_k R T$$

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_k} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{11V}{20}} \Rightarrow \frac{\nu_{CO_2}}{\nu_k} = \frac{2}{11}, \text{ тогда } \nu_k + \nu_{CO_2} = \frac{11}{2} \nu_{CO_2} - \nu_{CO_2} = \frac{9}{2} \nu_{CO_2}$$

по закону Рентри:

$$\frac{9}{2} \nu_{CO_2} = k P_0 \frac{V}{4}, \text{ т.к. } P_0 \cdot V_{CO_2} = \nu_{CO_2} R T_0 \quad \text{т.е.} \quad \frac{9}{2} \nu_{CO_2} = k$$

Заметим, что конечная температура  $T = 100^\circ C$ , т.е.  
давление паров  $= P_{атм} = 2P_0$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

N2 (стр. 2)

Знаем давление смеси  $P_{K+2P_0}$

$$(P_K + 2P_0) \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$$

$$\nu_K - \nu_{CO_2} = k P_0 \cdot \frac{V}{\nu_{CO_2}} = k \nu_{CO_2} \cdot RT_0$$

$$\nu_K = \nu_{CO_2} (1 + kRT_0) = \frac{\nu_{He}}{2} (1 + kRT_0)$$

$$P_K \cdot \frac{V}{5} + 2P_0 \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} \cdot RT$$

$$\frac{4}{11} \nu_K RT + 2P_0 \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} \cdot RT$$

$$\frac{4}{11} \frac{\nu_{He}}{2} (1 + kRT_0) RT + \frac{4}{5} \nu_{He} \cdot RT_0 = \nu_{He} \cdot RT$$

$$\frac{2}{11} (1 + kRT_0) T + \frac{4}{5} T_0 = T$$

$$\frac{2}{11} T + \frac{2}{11} kRT_0 \cdot T_0 + \frac{4}{5} T_0 = T$$

$$\frac{3}{11} T_0 + \frac{4}{5} T_0 = \frac{9}{11} T$$

$$3T_0 + \frac{44}{5} T_0 = 9T$$

$$\frac{59T_0}{5} = 9T$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$$

Answer: 1) 2

2)  $\frac{59}{45}$

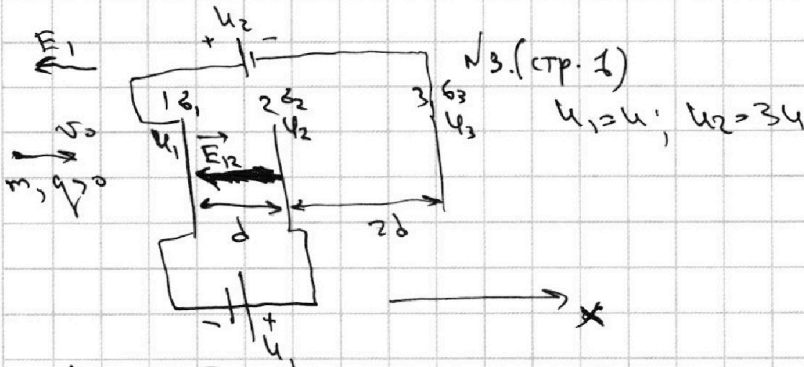
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Пусть  $E_{12}$  - поле между сетками 1 и 2. Введем ось  $x$ .

Пусть  $\varphi_1$  - потенциал первой сетки,  $\varphi_2$  - потенциал второй, а  $\varphi_3$  - третьей.

Тогда

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

$$E_{12} = -E_{21} = \frac{U}{d}$$

Если  $a$  - ускорение частицы между сетками 1 и 2.

Тогда  $ma = qE_{12} = \frac{qU}{d}$

$$a = \frac{qU}{md}$$

Пусть  $\varphi_1, \varphi_2$  - потенциалы

Заменим ЗСЭ:

$$K_1 + q\varphi_1 = K_2 + q\varphi_2$$

$$K_1 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_1) = q \cdot U$$

Пусть при пролете сетки 1 - скорость  $v_0$ . Примем потенциал на бесконечности 0.

Тогда  $\frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{mv^2}{2}$  из ЗСЭ.

Пусть  $z_1, z_2, z_3$  - поверхностные плотности сеток 1, 2 и 3 соответственно.

Тогда  $z_1 + z_2 + z_3 = 0$ , т.к. заряда изначально не было.

Пусть  $E_1$  - поле левее сетки 1.

Тогда  $E_1 = \frac{z_1}{2\epsilon_0} + \frac{z_2}{2\epsilon_0} + \frac{z_3}{2\epsilon_0} = 0$ , т.е. поле нет.

Значит когда частица летела к сеткам, то на нее не действо-

вали силы, значит  $v_1 = v_0$ .  $v_A$  - скорость в т. А.

Пусть  $\varphi_A$  - потенциал в т. А. Тогда т.к.  $\Delta\varphi \sim r$  (расстоянию), то

$$\varphi_A - \varphi_1 = \frac{1}{4}(\varphi_2 - \varphi_1) = \frac{U}{4}$$

Заменим ЗСЭ:  $\frac{mv_1^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{mv_A^2}{2} + q\varphi_A$



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!

N3 (ср.2)

$$\frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = q(U_A - U_1) = \frac{qU}{2}$$

$$v_A^2 = \frac{qU}{2m} + v_1^2 = \frac{qU}{2m} + v_0^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{qU}{2m} + v_0^2}$$

- Ответ:
- 1)  $\frac{qU}{2m}$
  - 2)  $q \cdot U$
  - 3)  $\sqrt{\frac{qU}{2m} + v_0^2}$



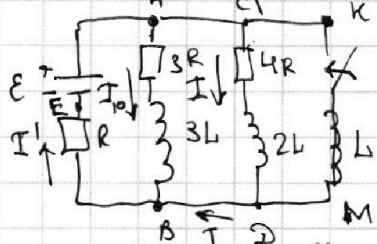
|                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------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

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



№4 (стр. 1)

Пусть  $I$  - ток через резистор с сопротивлением  $4R$  в установившемся режиме. Т.к. токи не меняются, значит  $I_{10} = 0$  и  $\dot{I} = 0$ .  
Значит А напряжение на катушках  $3L$  и  $2L$  равно 0.



$$\varphi_A = \varphi_C$$

$$\varphi_B = \varphi_D$$

$$I_{10} \cdot 3R = \varphi_A - \varphi_B = \varphi_C - \varphi_D = I \cdot 4R$$

$$I = \frac{3}{4} I_{10}$$

Пусть через  $R$  течёт  $I'$ , тогда для узла В:

$$I' = I_{10} + I = \frac{7}{4} I_{10}$$

$$\varphi_A - \varphi_E = I_{10} \cdot 3R + I' \cdot R = 3I_{10}R + \frac{7}{4} I_{10}R = \frac{19}{4} I_{10}R$$

Значит  $I_{10} = \frac{4E}{19R}$

После замыкания ключа ток скачком не меняется, значит напряжение на катушках скачком не меняется.

Значит если через катушку  $L$  идёт ток  $I_L$ , то

$$L \dot{I}_L = \varphi_C - \varphi_M = \varphi_A - \varphi_B = I_{10} \cdot 3R = \frac{12E}{19}$$

$$\dot{I}_L = \frac{12E}{19L}, \text{ а } I_L \text{ и есть скорость возрастания тока.}$$

Рассмотрим систему в конечном состоянии.

Токи не меняются, значит на всех катушках напряжение 0.

$$\text{т.к. } \varphi_A - \varphi_B = \varphi_C - \varphi_D = \varphi_C - \varphi_M = 0,$$

т.е. токи через резисторы  $3R$  и  $4R$  отсутствуют.

Пусть  $I_k$  - ток через резистор  $R$  в конце.

$$\text{Тогда } E - I_k \cdot R = \varphi_A - \varphi_B = 0 \Rightarrow I_k = \frac{E}{R}$$

Рассмотрим систему в произвольный момент времени после замыкания ключа и до установившегося режима.

$I_1$  - ток через катушку  $L$ ,  $I_2$  - через  $2L$ ,  $I_3$  - через  $3L$ .

Значит через резистор  $R$  течёт ток  $I_R = I_1 + I_2 + I_3$

$$L \dot{I}_1 = 2L \dot{I}_2 + 4R I_2 = 3L \dot{I}_3 + 3R I_3 = E - (I_1 + I_2 + I_3)R$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

№1 (стр. 2)

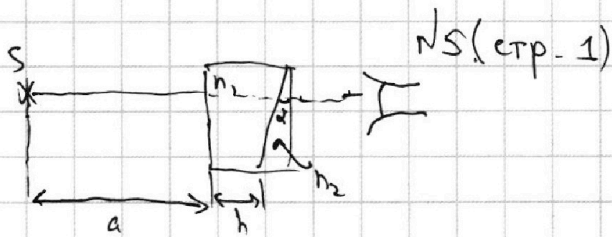
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

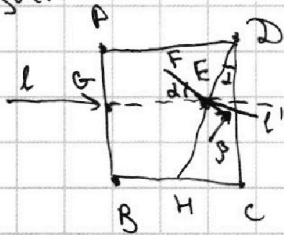
|                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------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



Посмотрим на луч  $l$  перпендикулярный наружной поверхности призмы.



$$EF \perp HD, GF \perp DC \Rightarrow \angle GEF = \alpha$$

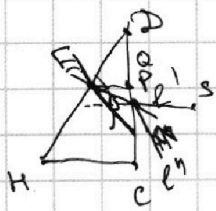
Пусть  $l'$  — продолжение луча  $l$ .  
Тогда угол преломления —  $\beta$ .

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

$$\alpha, \beta \ll 1$$

$$n_1 \cdot \alpha = n_2 \cdot \beta$$

$$\beta = \frac{n_1 \alpha}{n_2} \quad (n_1 = 1)$$



$l'$  — после преломления

$$PS \perp DC$$

$$\angle(l', PS) = \angle QEP = \alpha - \beta = \alpha \frac{n_1 - n_2}{n_2}$$

$\gamma$  — угол преломления.

$$n_1 \sin \gamma = n_2 \sin(\alpha - \beta)$$

$$\gamma, \alpha - \beta \ll 1 \Rightarrow n_1 \gamma = n_2(\alpha - \beta) = (n_2 - n_1) \alpha$$

$$\gamma = (n_2 - n_1) \alpha = 0,07 \text{ рад.}$$

Нетрудно видеть, что т.к.  $PS \parallel l$ . То  $\gamma$  и есть угол отклонения. Т.к.  $CH \ll h$ , то можно считать, что он вылетит из точки P.

Пусть луч перпендикулярен DH. Тогда

$$\text{из геометрии } \angle ESH = \angle CDH = \alpha$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \alpha; \alpha, \alpha \ll 1$$

$$\alpha = n_2 \cdot \alpha$$

$$PP = (a+h) \tan \alpha = (a+h) \cdot \alpha$$







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!

№5 (стр. 3)

$$S'Y = H'P; \quad H'P = \delta \cdot S'H' = (n_2 - n_1) d \cdot \left(a + \frac{h}{n_1}\right) =$$

$$= 0,3 \cdot 0,1 \cdot 100 = 3 \text{ см}$$

$$SS' = \sqrt{S'Y^2 + SY^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад

2) 7,28 см

3) 5 см

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a circuit with inductors and a capacitor.

**Initial Equations:**

$$pV_{\text{эф}} = \mathcal{E} RT$$

$$p \cdot \frac{V}{2} = \mathcal{E} RT_0$$

$$p \cdot \frac{V}{4} = \mathcal{E} RT_0$$

$$V_{\text{не}} = 2V_{\text{ко}_2}$$

$$LI_1 - 2LI_2$$

$$p(t) \cdot \mathcal{E} R V_{\text{не}}(t) = \mathcal{E} RT(t)$$

$$p(t) \cdot \left(\frac{3V}{4} - V_{\text{не}}\right)(t) = V_{\text{ко}_2}(t) \cdot RT(t)$$

$$\frac{\frac{3V}{4} - V_{\text{не}}}{V_{\text{не}}} = \frac{V_{\text{ко}_2}}{V_{\text{не}}} = \frac{9}{2k} = RT_0$$

$$LI_1 = 2LI_2 + 4R \Delta I_2$$

$$V_{\text{ко}_2} \cdot \left(\frac{3V}{4} - V_{\text{не}}\right) = V_{\text{не}} V_{\text{ко}_2}$$

$$\frac{dP}{dt} = k \left(\frac{V}{4} - \left(\frac{3V}{4} - V_{\text{не}}\right)\right) = k(p_k - p_0)$$

$$\mathcal{E}' + \mathcal{E}'' + \mathcal{E}'''$$

$$p_k \cdot \frac{V}{5} = V_{\text{не}} RT$$

$$p_k \cdot \frac{V}{4} \cdot \frac{11}{5} = V_{\text{ко}_2} RT$$

$$p_k \cdot \frac{11V}{20} = V_{\text{ко}_2} \cdot RT$$

$$\mathcal{E} - (I_1 + I_2 + I_3)R = 3L \cdot \frac{dI_3}{dt} + 3I_3 R$$

$$L \frac{dI_1}{dt} = \frac{5}{11} k V' RT =$$

$$V' - V_k = \frac{5}{11} k V' RT =$$

$$V'(1 - \frac{5}{11} k RT) = V_k$$

$$(1 - \frac{7,5}{11}) \Delta V_i = k \frac{V}{4} \cdot p_i$$

$$\frac{3,5}{11}$$

$$V_{\text{ко}_2} - V' = V_{\text{ко}_2} RT_0 \cdot k$$

**Currents and Voltages:**

$$2LI_2 + I_2 \cdot 4R = L \dot{I}_1$$

$$2(\mathcal{E}' - \mathcal{E}'') = \frac{V}{4}$$

$$\frac{15V}{20} - \frac{4V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$$RT_0 = \frac{11V}{20 \cdot 9}$$

$$\frac{11}{16 \cdot 9 + 4 \cdot 9}$$

$$V_{\text{ко}_2} = \frac{11}{8} V_k$$

$$V_{\text{ко}_2} - V_k = \frac{3}{8} V_k$$

$$V_k = \frac{V}{4}$$

$$\Delta V(t) = k \frac{V}{4} \cdot p(t)$$

$$20 \cdot 9$$

$$V' - V_k = k V' RT$$

$$V_k = V'(1 - k RT)$$

$$\frac{3}{11} + \frac{4}{5}$$

$$\int p(t) dt = \frac{59}{55} \cdot \frac{9}{10}$$

$$\frac{15+44}{55} = \frac{59}{55}$$

$$\frac{59}{55} \cdot \frac{9}{10}$$

**Final Results:**

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

$$\mathcal{E}' + \mathcal{E}'' - \mathcal{E}' = \frac{V}{4}$$

$$2LI_2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

**МФТИ**

$$\approx 2,4 \frac{\text{m}}{\text{cs}}$$

$$\frac{F_0}{h} = Q$$

$$f_0 = mg$$

$$F_{hw} = 25 d$$

$$\frac{600}{25} = 24$$

$$\boxed{2u = 4}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 7 \\ \hline 728 \end{array}$$

$\epsilon - \frac{1}{T_{\text{res}}}$

$$E'' + 3E''' - 3E' = 0$$

$$24, -42, -43 = 24$$

$$I^2 R = \text{resistor}$$

$$\mathcal{E} - (I_1 R_2 + I_3)R = I_3 \cdot 3R + 3L \dot{I}_3 = I_3 \cdot 4R + 2L \cdot \dot{I}_3 = 4I_3 + 2L \dot{I}_3$$

$$\boxed{n_2: d} \quad \begin{matrix} l_2 - l_1 = 4 \\ 4 - 10 = -3 \end{matrix}$$

$$V_1 - V_3 = F^2$$

$$E^I + E^h + E^{NI}$$

$$\frac{y^2}{32} +$$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \pi r_0^2 + \pi r_0 a t + \frac{\pi a^2 t^2}{2} \right)$$

$$F_0(v_0 + \alpha \frac{\Delta t}{2})$$

$$2(E^n + E^{n-1} - E) = E^n + E^{n-1} - E^{n-1}$$

$$m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - qV_1 = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$-8 - 02.4.1500 - 24.10$$

$$E = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{mv_0^2}{2}$$

$$\Delta\varphi = -E \cdot dx$$

$$\frac{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}{2\alpha} \cdot \frac{24.150 - 24.10}{24.140} = \boxed{\varphi_2 - \varphi_1 = 4}$$

$$6_2 - 6_1 = 2_1$$

$$b_2 \quad b_3 - b_2 - b_1$$

2

6

2

4

md

$$\frac{-0.221}{2 \epsilon_0} = 94 \text{ d}$$

$$b_1 = -94 \text{ dE}$$

$$b_1 + b_2 - b_3 //$$

$$F' + \Gamma$$

$$\frac{2 + 23 - 21}{28}$$

$$\frac{m v^2}{2} + q \phi_1$$

$$= \frac{mv_0^2}{2}$$

$$+ q\varphi_1 = \frac{mv_2^2}{2} + q\varphi_2$$

$$-g(u_1 - u_2)$$

-4