



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023



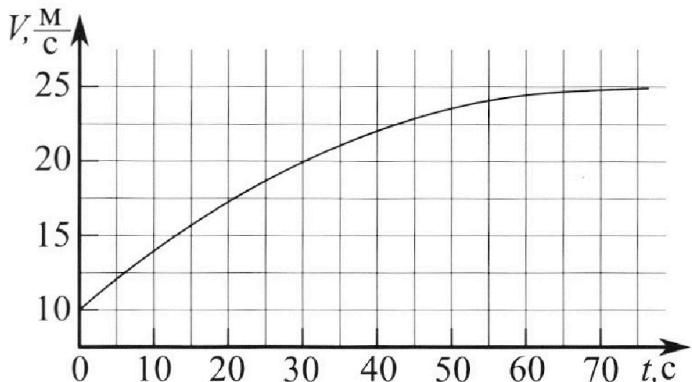
Вариант 11-03

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 ориентировано 10%.

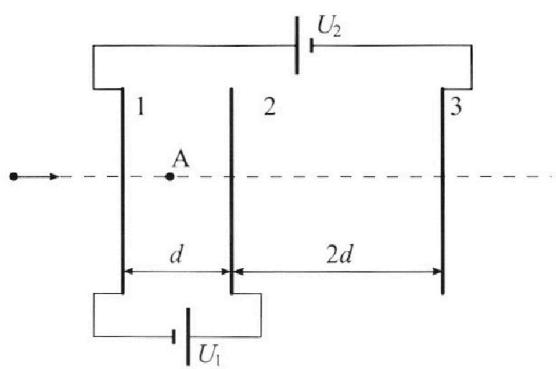


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 Δv 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·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 А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

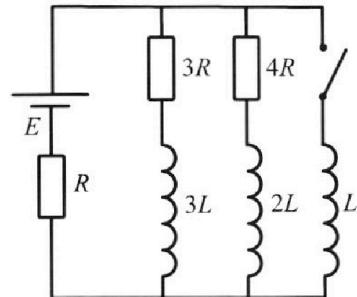
Вариант 11-03

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

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

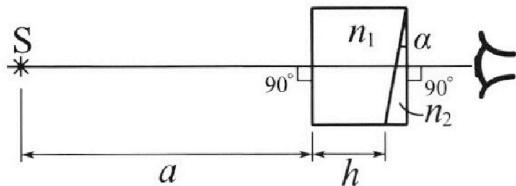
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



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

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





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

Ускорение в начальный момент равно уклону k -му \sqrt{k} коэффициенту к графику $v(t)$ в точке $t=0$.

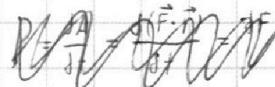
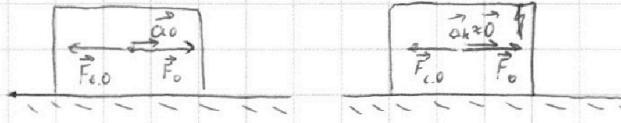
$$k \approx \frac{12.5 - 10\%}{5\%} = 0.5 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}^2} = a_0, \quad a_0 - \text{ус. в нач. мом. маштаба}$$

В конце разгона ускорение почти горизонтально, его асимптота $v_\infty = 25 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}}$. Сила сопротивления воздуха $F_c = k_F v$. Тогда

$$F_0 - k_F L v_h \approx 0 \quad (\text{из H}) \quad L = \frac{F_0}{k_F} = \frac{600 \text{Н}}{25 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}}} = 24 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}}$$

Запишем из H в нач. мом. времени:

$$F_0 - k_F L v_0 = m a_0, \quad v_0 = 10 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}} = v(0) \quad F_0 = m a_0 + L v_0 = 1500 \text{кг} \cdot 0.5 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}^2} + 24 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}} \cdot 10 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}} = 990 \text{Н}$$



$$P = F v = \frac{F_0}{t} t$$

$$P_0 = F_0 \cdot v_0 = 990 \text{Н} \cdot 10 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}} = 9900 \text{Вт} = 9,9 \text{ кВт}$$

Ответ: $a_0 = 0.5 \frac{\mu\text{m}}{\mu\text{s}^2}$

$$F_0 = 990 \text{Н}$$

$$P_0 = 9,9 \text{ кВт}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

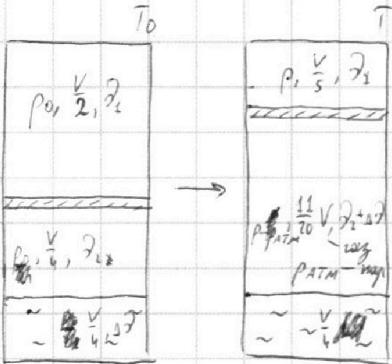


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

МФТИ

№ 2.



В нач. момента в верхнем сосуде ϑ_1
в-ва в газодобр. сост., в нижнем - ϑ_2 .
 $pV = \vartheta RT (\vartheta - M - K)$

$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \vartheta_1 R T_0 \\ p_2 \frac{V}{4} = \vartheta_2 R T_0 \end{cases}$$

$$\vartheta_1 \cdot \vartheta_2 = 2 \cdot 4 = 8$$

$$p \frac{V}{5} = \vartheta_1 R T \quad p \vartheta_1 R T = \frac{T}{T_0} p_0 \frac{V}{2} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{ATM} V}{4}$$

$$\frac{pV}{5} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{ATM} V}{4} \quad p = \frac{5T}{4T_0} p_{ATM}$$

$p \frac{11}{20} V = (\vartheta_2 + \Delta \vartheta) R T$ При $T = 373\text{K}$ давление насыщенного пара
равно p_{ATM}

$$(p - p_{ATM}) \frac{11}{20} V = (\vartheta_2 + \Delta \vartheta) R T$$

$$V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5}$$

$$\Delta \vartheta = k_{D_0} \frac{V}{4} = k \frac{p_{ATM} V}{8} \quad \vartheta_2 R T = \frac{T}{T_0} \cdot p_0 \frac{V}{4} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{ATM} V}{8}$$

$$\left(\frac{5T}{4T_0} - 1\right) \frac{11}{20} V p_{ATM} = \left(\frac{kR}{8} + \frac{T}{8T_0}\right) p_{ATM} V$$

$$\frac{11}{16} \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{T}{8T_0} = \frac{kR}{8} + \frac{11}{20} \quad \frac{11}{4} \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{T}{2T_0} = \frac{kR}{2} + \frac{11}{5}$$

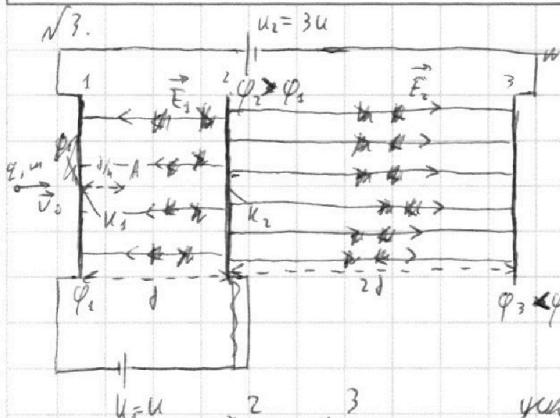
$$\frac{9}{4} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{kR}{2} + \frac{11}{5} \quad \frac{T}{T_0} = \frac{\frac{11}{4}kR + 8,8}{9} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ мбар} / \text{К} \cdot \text{м}^3 + 3 \cdot 10^{-3} \text{ бар} / \text{м}^3 + 8,8}{9} = \frac{57,2 \text{ К}}{9} = \frac{6,4}{90} = \frac{0,0667}{45}$$

Онбем: $\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = 2$;
 $\frac{T}{T_0} = \frac{0,0667}{45}$.

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



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



Обозначения - см. рис.

Из поверхностей источников
Е направлена влево, \vec{E}_2 - вправо.

Значит $q > 0$, значит, между источниками
направления \vec{E}_1 и \vec{E}_2 уменьшается, а между \vec{E}_2 и \vec{E}_3 - усиливается.

П.к. сечки малые и тонкие, их можно пренебречь
при рассматривании как пару дес. заряд. массами, т.е.
 \vec{E}_1 и \vec{E}_2 однородны.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = E_1 d = U_1, \quad E_1 = \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d}$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = E_2 d - E_1 d = U_2 = 3U \quad 2E_2 d - U = 3U \quad E_2 = \frac{2U}{d}$$

Да, - усилр. разр. между сечками 1 и 2. Тогда:

$$m\alpha_1 = q E_1 \quad \alpha_1 = \frac{q E_1}{m} = \frac{q U}{md}$$

Ребя Кинетическая энергия частиц тратимая на работу
по преодолению эл. поля и увеличивающаяся за счёт работы

разр. между сечками, совершающей разр. между разр. Таким образом,

$$U_1 - U_2 = q E_1 d = q \cdot R q \cdot U_1 = q U$$

Следует отметить что разр. м.к. суммарный заряд сечек равен

0 (3.6.3.8, Th Гаусса).

Обозначим начальную энергию разр. за K_1 . Тогда:



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!

$$K_1 - K_A = qE_1 \cdot \frac{d}{4}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_A^2}{2} = qE_1 \cdot \frac{d}{4}, \quad v_A - \text{ок. } 2\text{-ум} \quad \delta (-) A$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{qE_1 d}{2m} = v_0^2 - \frac{qU}{2m} \quad v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

$$\text{Однако: } a = \frac{qU}{md}; \quad K_1 - K_2 = qU; \quad v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

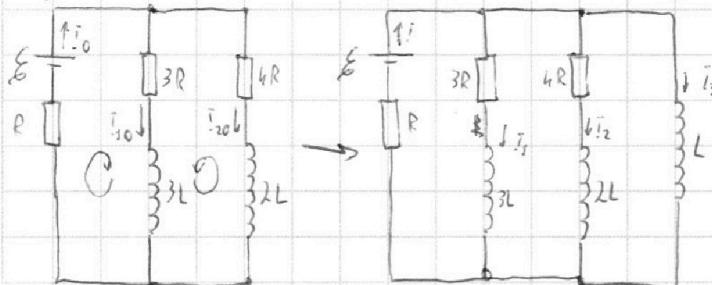
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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



В учили чётким изображениям коммутаторов \Rightarrow до замыкания
кнопки в уст. решении таких постоянных, подавление напр.-
тоя катушках равно 0.

i_0 - ток $\frac{1}{3}$ источники и рез-р R до замыкания кноп-

ки, i_{10} - ток $\frac{1}{3}$ рез-р $4R$ тогда же.

$$\sum_{j=1}^m \dot{E}_j = \sum_{i=1}^n \dot{U}_i \quad (\text{п.н.к}); \quad \sum_{i=1}^n \dot{i}_i = 0 \quad (\text{п.н.к})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E = i_{10} R + i_{10} 3R \\ E = \left(\frac{2}{4} + 3\right) i_{10} R \end{array} \right. \quad \frac{19}{4} i_{10} = \frac{E}{R} \quad i_{10} = \frac{4E}{19R}$$

$$0 = i_{10} \cdot 3R - i_{10} \cdot 4R \quad \left\{ \begin{array}{l} i_{20} = \frac{3}{4} i_{10} \\ i_0 = \frac{2}{4} i_{10} = \frac{2E}{19R} \end{array} \right.$$

$$i_0 = i_{10} + i_{20} \quad i_0 = \frac{2}{4} i_{10}$$

III.к. В каждой из схем есть катушки, в момент замыкания кнопки токи $i_1 = i_{10}$; $i_2 = i_{20}$; $i_3 = 0$ (таки изменения не изменяют-
ся; схемы обозначены i_1, i_2, i_3, i - см. рисунок). По п.н.к $i = i_1 + i_2 + i_3 =$
 $= i_{10} + i_{20} + 0 = i_0$

Заменил п.н.к для большого коммутатора ($E - R - L$):

$$E = iR + i'L, \quad i' - с.к. изменения тока в катушке L$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

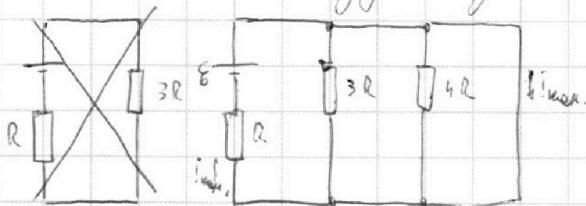
МФТИ

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

Момент замыкающей катушки: $E = i_0 R + i'_0 L$

$$i'_0(0) = \frac{E - i_0 R}{L} = \frac{E - \frac{7E}{19R} R}{L} = \frac{12E}{19L}$$

При всех остальных контурах в уст. рез.
напряжение на катушках станет равно 0. Таким об-
разом, их можно будет заменить перемычками:



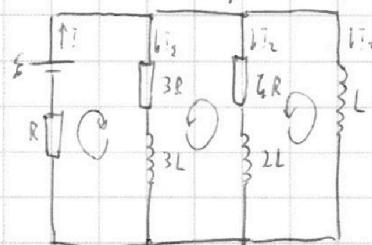
В начальный момент времени па-
дение напряжения равно 0 (на-
дежда напряжения на катушке L), зна-

чим, что i'_0 в рез-реи тоже не будет.

$$\text{Рассмотрим } \frac{i_0}{\text{ин. нач.}} = \frac{E}{R}$$

Рассмотрим промежуточный момент времени между зас-
мыкающей катушкой и установившимся режимом:

$$\left\{ \begin{array}{l} E = i_0 R + i'_0 \cdot 3R + i'_0 \cdot 3L \\ E = i_0 R 0 = i_0 \cdot 3R + i'_0 \cdot 3L - i_0 \cdot 4R - i'_0 \cdot 1L \\ 0 = i_0 \cdot 4R + i'_0 \cdot 2L - i'_0 \cdot L \end{array} \right.$$



$$i = i_0 + i_1 + i_2$$

$$i_2 = \frac{i_0 L}{4R} = \frac{i'_0 L}{4R} - \frac{i'_0 L}{2R} \quad i_1 = \frac{2i'_0 L}{3R} + \frac{i'_0 L}{3} - \frac{i'_0 L}{R} = \frac{2i'_0 L}{3R} + \frac{i'_0 L}{3R} - \frac{2i'_0 L}{3R} - \frac{i'_0 L}{R} = \frac{i'_0 L}{3R} - \frac{i'_0 L}{R}$$

$$E = i_0 R + i'_0 L - 3i'_0 L + 3i'_0 L = i_0 R + i'_0 L$$

$$\text{Ответ: } i_0 = \frac{4E}{19R}; \quad i'_0(0) = \frac{12E}{19L}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



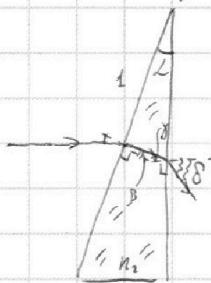
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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. Буски всегда рассматривали только 2 угла, изучая их отдельно:
надоющий нормальнюю световую луча в прозрачной среде и выходящую из нее в воздухе.
При $n_1 = n_2 = 1$ прозрачный предмет с изображением можно заменять
на воздух. При этом ход лучей не изменяется.

II. а. Углы малые, $\sin L \approx L$; $\sin \beta \approx \beta$; $\sin \gamma \approx \gamma$; $\sin \delta \approx \delta$
(обозначения - см. рисунок)



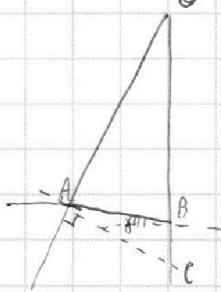
$$\begin{aligned} \text{з.ч. } & \left\{ \begin{array}{l} \sin L = n_1 \sin \beta \\ \sin \gamma = \sin \delta \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} L = n_2 \beta \\ n_2 \gamma = \delta \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} \beta = \frac{n_2 L}{n_2} \\ \delta = n_2 \gamma \end{array} \right. \\ & \end{aligned}$$

Углы сумма углов в $\triangle ABC$: $180^\circ = (90^\circ + \gamma) + \beta + (180^\circ - 90^\circ - L)$

$$180^\circ + \gamma + \beta - L = 180^\circ$$

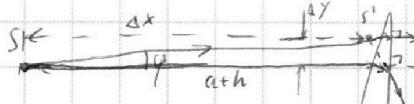
$$\begin{array}{c} \angle AOC \\ \angle BAC \\ \angle ACB \end{array}$$

$$\gamma = L - \beta = L - \frac{L}{n_2} = L \frac{n_2 - 1}{n_2} \quad \delta = (n_2 - 1)L = (1,7 - 1) \cdot 0,1 \text{ рад} = 0,07 \text{ рад.}$$



Луч выходит из призмы под углом 0° . Тогда он попадет в нее под углом θ .

$$\theta = L - 0^\circ = L \Rightarrow \theta: \sin \theta = n_2 \sin (L - 0^\circ)$$



$$\theta \approx n_2 L \quad \phi = \theta - L = (n_2 - 1)L = \delta = 0,07 \text{ рад.}$$

$$\Delta y \approx (a+h) \operatorname{tg} \phi \approx (a+h) \phi = (90 \text{ см} + 16 \text{ см}) \cdot 0,07 \text{ рад.} =$$

$$= 106 \text{ см} \cdot 0,07 = 7,28 \text{ см} \quad \Delta x \approx a+h - \Delta y \cdot \operatorname{tg} \delta \approx a+h - \Delta y \cdot \delta = 106 \text{ см} \cdot (1 - 0,07^2) \approx$$

$$\approx 106 \text{ см} \quad \Delta x = a+h - \frac{\Delta y}{\operatorname{tg} \delta} = a+h - \frac{(a+h) \operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \phi, \phi=0} = (a+h) - (a+h) = 0 \text{ см}$$

Делаем расчет между источником и его изображением при $n_1 = 1$, $n_2 = 1,7$:

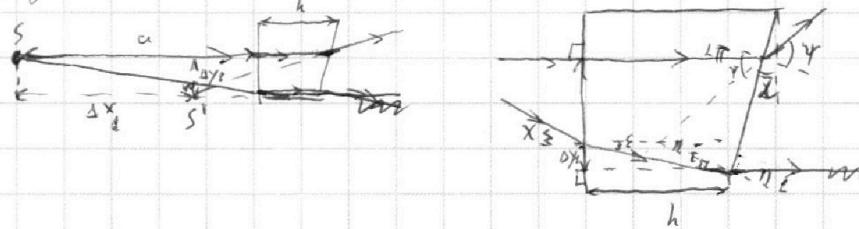
$$\Delta s = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2} = \Delta y = 7,28 \text{ см.}$$

(5-я. решения)

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

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

Мы можем сформулировать четырехугольную призму выше к 5 на дж. Положение изображения источника почти не изменяется, однако теперь очевидно, что это изображение изображения источника, полученного с помощью 4-угольной призмы. Т.е. нам нужно найти что. Найдём смещение изображения, полученного с помощью 4-у. призмы, относительно источника:



$$\text{Углы можно } \Rightarrow \sin \psi \approx \psi; \sin t \approx t; \sin \varepsilon \approx \varepsilon; \sin x \approx x$$

$$\sin \psi = n_1 \sin L \quad (\text{з. } \alpha) \quad \psi \approx n_1 L$$

$$\text{Аналогично } t = \frac{L}{n_2} \quad \text{Сумма углов } \beta \text{ в } \triangle ABC: \quad \varepsilon + t + (180^\circ - L) = 180^\circ$$

$$\varepsilon = L - t = L \frac{n_2 - 1}{n_2}$$

$$\sin X = n_2 \sin \varepsilon \quad X \approx n_2 \varepsilon = L(n_2 - 1)$$

$$\Delta Y_1 = \alpha \tan X + h \tan \varepsilon \approx \alpha X + h \varepsilon = L(n_2 - 1)(\alpha + \frac{h}{n_2}) \quad \Delta X_1 = (\alpha + h) - \frac{\alpha n_2}{\tan(\psi - L)} \approx (\alpha + h)(1 - \frac{1}{\psi - L})$$

$$\approx (\alpha + h) - \frac{(\alpha + \frac{h}{n_2})L(n_2 - 1)}{L(n_2 - 1)} = h - \frac{h}{n_2} = h \left(\frac{n_2 - 1}{n_2} \right) = 16 \text{ см} \cdot \frac{1.4 - 1}{1.4} = 4 \text{ см}$$

$$\Delta Y_2 = 0, 5(1.4 - 1)(90 \text{ см} + \frac{16 \text{ см}}{1.4}) = 4 \text{ см}$$

Значит, исковое изображение, создаваемое системой призм — то же (из. решения)

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!

равно, что изобр. в 3-й пр. придал машине импульс, полученный с помощью 4-й пр. придачи.

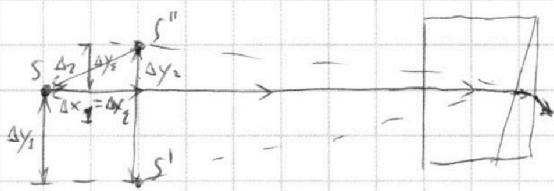
Придана 3-й пр. машине не имелась в сформулировке $\Rightarrow \Delta y_3$ не
была дана, но рассм. до изобр-я

$$\Delta y_2 = (a + h - \Delta x_1) \varphi = (90 \text{ см} + 14 \text{ см} - 6 \text{ см}) \cdot 0,07 \text{ рад.} = 7 \text{ см}$$

$$\Delta y_2 = (a + h - \Delta x_1) \varphi = (90 \text{ см} + 14 \text{ см} - 6 \text{ см}) \cdot 0,07 \text{ рад.} = 7 \text{ см}$$

$$\Delta y_3 = \Delta y_2 - \Delta y_1 = 7 \text{ см} - 4 \text{ см} = 3 \text{ см}$$

(напр.-я симм.-й изобр-я оп-
редлены построением-анал.)



$$\Delta_2 = \sqrt{\Delta x_2^2 + \Delta y_2^2} = \sqrt{(3 \text{ см})^2 + (4 \text{ см})^2} = 5 \text{ см}$$

Отвем: $\Delta_2 = 5 \text{ см}$

$$\Delta_2 = 7,28 \text{ см}$$

$$\Delta_2 = 5 \text{ см}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

 МФТИ

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

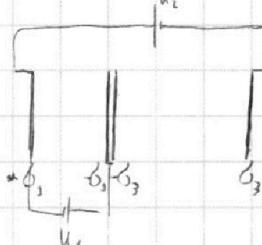
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1'3 L

$$W_0 = \frac{3L\dot{i}_{10}^2}{2} + \frac{2L\dot{i}_{20}^2}{2} \quad W = \frac{L\dot{i}_{\text{ном}}^2}{2}$$

$$\Delta W = \left| \frac{3L \cdot 168^2}{19^2 \cdot 2R^2} + \frac{2L \cdot 98^2}{19^2 \cdot 2R^2} - \frac{L \cdot 8^2}{2R^2} \right| = \frac{L \cdot 8^2}{2R^2} \left| \frac{48}{789} + \frac{18}{789} - 1 \right| = \frac{223L \cdot 8^2}{578R^2}$$

$$\# W = \frac{3L\dot{i}_4 \cdot 2\dot{i}_1}{2} + \frac{2L\dot{i}_1 \cdot 2\dot{i}_2}{2} + \frac{2L\dot{i}_3 \cdot 2\dot{i}_3}{2}$$



$$\frac{\delta_4}{E_0} j = U_1 \quad \frac{\delta_1}{E_0} = U_2 \quad \frac{\delta_3}{E_0} = U_3$$



$$L = n_2 \beta \quad \beta = \frac{L}{n_2}$$

$$\frac{\delta_1 - \delta_3}{E_0} j = U_2 \quad \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0$$

$$\frac{\delta_2 - \delta_1}{E_0} j = U_1 \quad \frac{\delta_1 - \delta_3}{E_0} j = U_3$$

$$3\delta_2 - \frac{U_{E_0}}{2d} = 0$$

$$\delta_2 = \frac{U_{E_0}}{6d}$$

$$\delta_1 = \frac{U_{E_0}}{6d} \quad \delta_1 = \frac{2U_{E_0}}{6d}$$

$$\delta_3 = -\frac{U_{E_0}}{6d}$$

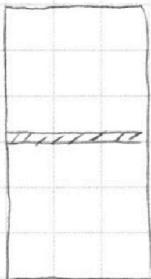
$$\delta_2 = \frac{U_{E_0}}{3d} + \delta_1 \quad \delta_3 = \frac{4U_{E_0}}{3d} + \delta_1$$

$$3\delta_2 + \frac{5U_{E_0}}{3d} = 0$$

$$\gamma = 180^\circ - L - (90^\circ - \beta) = 90^\circ - L + \beta$$

$$\delta = n_2 \gamma = n_2 \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} \right) = L - \beta = L \frac{n_2 - 1}{n_2}$$

$$\delta = n_2 \gamma = (n_2 - 1)L$$



пл. 2

$$\Delta \vartheta = k \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{V}$$

$$P_0 \frac{V}{2} = \vartheta_2 RT_0$$

$$P_0 \frac{V}{2} = \vartheta_2 RT_0$$



$\Delta \vartheta = \frac{P_0 V}{2}$

$$P_0 = \frac{\vartheta_2 RT_0}{\frac{V}{2}} + \Delta \vartheta RT_0$$

$$\vartheta_2 + \Delta \vartheta = \frac{P_0 V}{RT_0}$$

$$\frac{\vartheta_2}{\vartheta_2 + \Delta \vartheta} = \frac{\frac{P_0 V}{RT_0}}{\frac{P_0 V}{RT_0}} = \frac{1}{2}$$

$$\times \frac{10^4}{728}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{16}{18} \cdot (1,1 + 1,5) =$$

$$= \frac{8}{9} \cdot 2,6 =$$

$$\left(\frac{5T}{6T_0} - 1 \right) P_{\text{атм}} \cdot \frac{11}{20} =$$

$$= \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{8} + k \frac{P_{\text{атм}}}{2} RT$$

$$\left(\frac{11}{16} - \frac{1}{2} \right) \frac{T}{T_0} P_{\text{атм}} = \frac{11}{16} P_{\text{атм}} \left(\frac{11}{10} + \frac{4RT}{2} \right) P_{\text{атм}}$$

$$\# P_{\text{ном.}} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2}$$

$$\left\{ P_0 \frac{V}{2} = \vartheta_2 RT_0 \right.$$

$$\Delta \vartheta = k P_0 \frac{V}{2}$$

$$P_0 \frac{V}{2} = \vartheta_2 RT_0 \quad P_0 \frac{V}{2} = \vartheta_2$$

$$\Delta \vartheta RT_0 = \vartheta_2 RT_0 \quad \Delta \vartheta = k P_0 \frac{V}{2}$$

$$\Delta \vartheta RT_0 = P_{\text{атм}} \frac{V}{2}$$

$$\# \frac{P_{\text{атм}} V}{2} = \vartheta_2 RT_0$$

$$P_{\text{ном.}} \frac{V}{2} = \vartheta_2 RT_0$$

$$(P_{\text{ном.}} - P_{\text{атм.}}) \frac{V}{20} = (\vartheta_2 + \Delta \vartheta) RT$$

$$P_{\text{ном.}} = \frac{5T}{6T_0} P_{\text{атм}}$$

$$\vartheta_2 = \frac{2}{3}$$

$$\vartheta_2 RT_0 = \frac{5}{6} P_{\text{атм}} \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_{\text{атм}} V}{8}$$

$$\left(\frac{5T}{6T_0} - 1 \right) P_{\text{атм}} \frac{11}{20} =$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

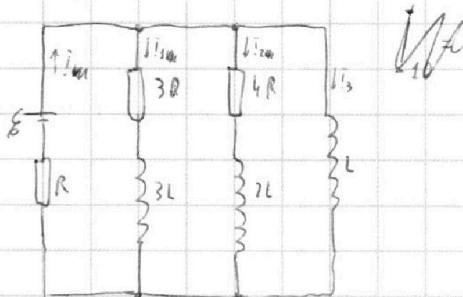
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\frac{10}{4} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{4RT}{4} + 2,2$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{15+8,8}{10} = \frac{23,8}{10} = 1,18$$



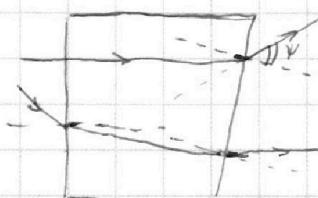
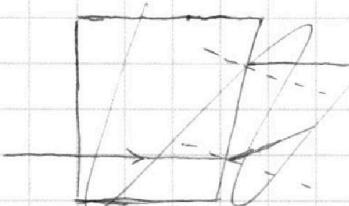
$$i_{10} \cdot 3R + 3i_3' L + i_0' R = E$$

~~$$i_{10}' \cdot 3R - i_3' \cdot 3L + (i_0' +$$~~

$$i_1' \cdot 3L = i_2' \cdot 2L$$

$$\frac{i_1'}{i_2'} = \frac{2}{3} \quad i_1' = 1,5 i_2'$$

$$\frac{U_2'}{U_1'} = \frac{4i_1'R}{3i_2'R} = 2$$



$$\gamma = n_1 L$$

$$\tau = \frac{L}{n_1} \quad \tau + (180^\circ - \angle) = 180^\circ \quad \varepsilon = L - \tau = \frac{n_1 - 1}{n_1} L$$

$$X = n_1 \varepsilon = \frac{n_1 f_1}{\omega} (n_1 - 1) \omega h$$

$$\Delta y = aX + h\varepsilon = a(n_1 - 1)L \left(a + \frac{h}{n_1} \right)$$

$$\Delta x = (a+h)(\gamma - L) = (a+h)(n_1 - 1)L = aX + h\varepsilon = (n_1 - 1)L \left(a + \frac{h}{n_1} \right) = 0,012N \text{ cm}$$

$$\Delta x = \frac{\Delta y}{\gamma - L} = \frac{a(n_1 - 1)L}{\gamma - L} \quad a + \frac{h}{n_1} \approx 1 \quad h \frac{n_1 - 1}{n_1} = 6 \text{ cm}$$

$$\Delta y = (a + h - \Delta x) \gamma = 7 \text{ cm}$$