



# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

Вариант 11-01

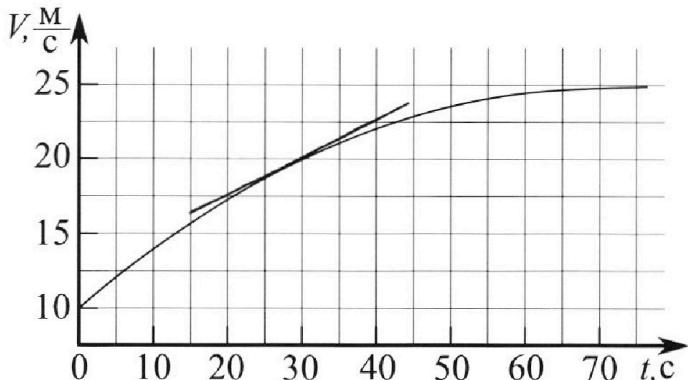


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $V_1 = 20$  м/с.
- 2) Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
- 3) Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $V_1$ ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

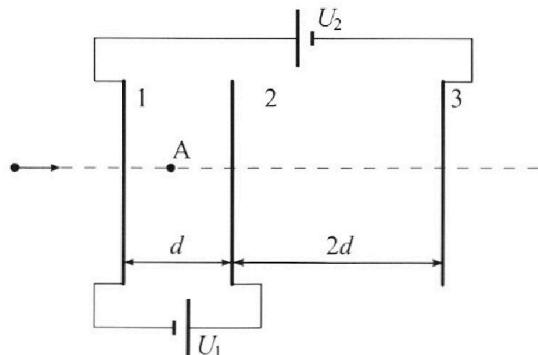


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости и 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  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

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

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $2d$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = U$  и  $U_2 = 4U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



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

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

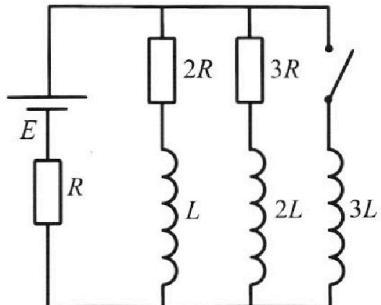


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

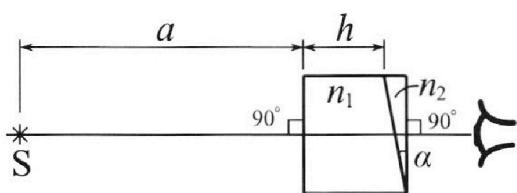
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 194$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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!

N1

Чтобы найти ускорение автомобиля при  
скорости  $V_1$ , проедите на сопротивление к  
ущербу в т. со скоростью  $V_1$ . Тогда  
~~найдите~~ учесть максимальное кас. будем

$$a_1 \approx \frac{22,5 - 17,5}{20} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найдём козр. пропорциональности  
между силой сопротивления и скоростью.

Скорость в конце торможения примерно равна  
 $V_K = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а ускорение  $\approx 0$

по 2-му з. Торомож:  $F_K - K \cdot V_K = 0$  действие сопротивления

$$K = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot \text{с}$$

Прилож в т. со скоростью  $V_1$ , по 2-му з. Торомож

$$F_1 - K \cdot V_1 = m a_1$$

$$F_1 = 1800 \cdot 0,25 + 20 \cdot 20 = 450 + 400 = 950 \text{ Н}$$

Мощность же движущая равна

$$P_1 = F_1 \cdot V_1 = 950 \cdot 20 = 19000 \text{ Вт}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

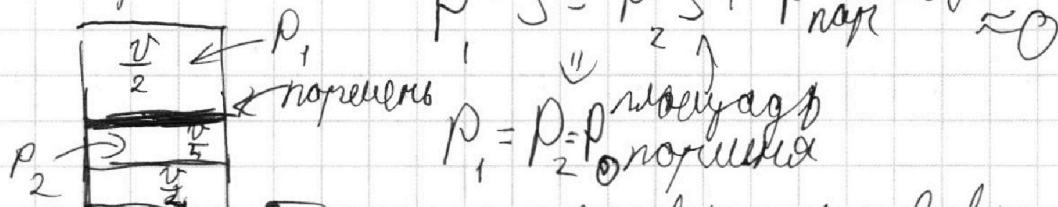
N2

$$\frac{5T_0}{4} = 373 \text{ K} \Rightarrow T_0 = 0,8 \cdot 373 = 298,4 \text{ K - константа темп.}$$

↓

Запишем ур. мех. равновесия для поршня го  
изотермического:

$$P \cdot S = P_1 S + P_{\text{нар}} - \text{последнее} \approx 0$$



Численный Заг, что расстояние в боке должно  
не изменяться  $\Rightarrow \frac{V}{2} \cdot P_1 = \frac{V}{2} RT_0 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 2$

$$\Rightarrow \frac{V}{4} \cdot P_2 = \frac{V}{2} RT_0 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 2$$

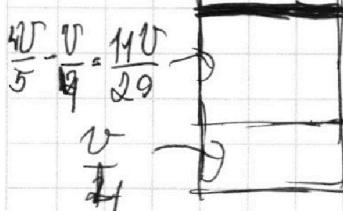
$\frac{V}{4}$  заменяет

вода, оставшуюся ул. газ и порш.

Теперь запишем ур. ~~изот.~~ мех. равновесия для  
поршня после нагревания:

$$P_{\text{нар}} + P_2 = P'_1$$

при  $373 \text{ K} \Rightarrow$  Парное кол-во ул. газа уменьшлось,  
 $P'_1$ , т.к. из-за, разтворимости в начале  
перестал растворяться прит



$$\text{ур. сист.}: P'_1 \cdot \frac{V}{2} = (P_2 + K \cdot P_2 \cdot \frac{V}{4}) RT$$

$$P'_1 \cdot \frac{V}{5} = \frac{V}{2} RT \Rightarrow K = \frac{RT}{P'_1 \cdot \frac{V}{5}}$$

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

**МФТИ**

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

$$P_1' = \frac{5 \cdot 2}{V} \cdot RT = \frac{5 \cdot 2}{V} \cdot R \cdot T_0 \cdot \frac{5}{4} = P_0 \cdot \frac{25}{8}$$

$$P_0 \cdot \frac{25}{8} = 2, RT_0$$

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

$$P_2' = \frac{20}{11V} \cdot 2, RT + \frac{20}{11V} \cdot K \cdot RT \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{20 \cdot 2, RT_0 \cdot 5}{4 \cdot 11V} + \frac{5}{11} K P_0 RT$$

$$P_0 = \frac{4 \cdot 2, RT_0}{V}$$

$$P_2' = \frac{25 \cdot 2, RT_0}{11V} + \frac{5}{11} K P_0 RT$$

$$P_2' = \frac{25 \cdot 2, RT_0}{11 \cdot 4} + \frac{5}{11} K P_0 RT$$

$$P_{\text{атм}} + \frac{25}{11 \cdot 4} P_0 + \frac{5}{11} K P_0 RT = \frac{25}{8} P_0$$

$$P_{\text{атм}} = \frac{25}{8} P_0 - \frac{85}{11} P_0 - \frac{25}{44} \cdot P_0 = \frac{275 - 40 - 50}{88} \cdot P_0$$

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

$$\boxed{P_0 = \frac{88}{185} \cdot P_{\text{атм}}}$$

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

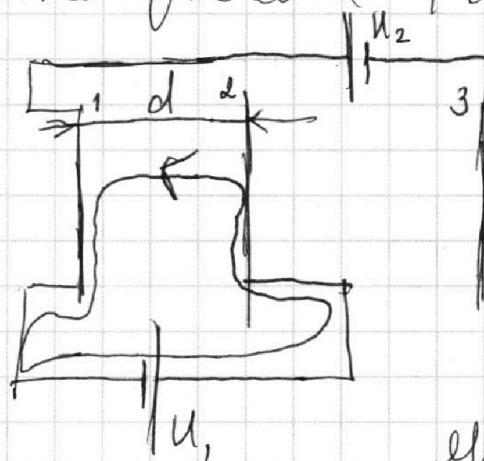
МФТИ.

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

№ 3

Найдём напряженность поля между

однодольными 1 и 2; 2-ое правило



формулы для контура с рисунка:

$$E \cdot d = U_1 = U$$

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

Пользуясь уравнением частиц  
рабе:  $a = \frac{E \cdot q}{m} = \boxed{\frac{U \cdot q}{md}}$

По  
на симметрии  
 $K_1 = K_2 + E \cdot d \cdot q$

$$K_1 - K_2 = E \cdot d \cdot q$$

Поскольку симметрии нет, полярности зарядов нет  
но по закону сохранения заряда их  
суммарный заряд рабе 0, а поскольку  
 $d <$  расстояние между симметрическими  
зарядами  $\approx 0$  free space и  $V_0$  <sup>не</sup> зависит  
от расстояния

по ЗСЗ:  $\frac{mV_0^2}{2} = E \cdot d \cdot q + \frac{mV_A^2}{2} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{2U_0}{3m}}$

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

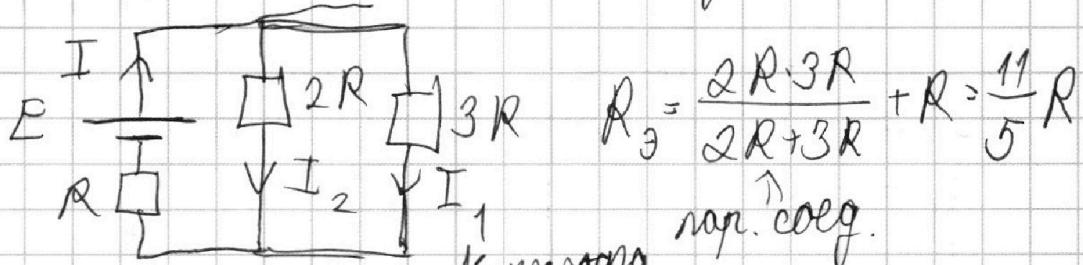
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

В начале режим установившийся  $\Rightarrow$  ток  
не меняется  $\Rightarrow$  схема возможна так:



напр. соэг.

$$E = I \cdot R_3 \Rightarrow I = \frac{5E}{11R}$$

$$I_1 \cdot 3R = 2R \cdot I_2$$

~~I<sub>2</sub>~~ напр. соэг.

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{3}{2} \Rightarrow I_2 + I_1 = \frac{5}{3} I_2 = I$$

$$I_2 \cdot \frac{2}{3} = I_1, \quad I_{10} = I_2 = \frac{2}{5} I = \boxed{\frac{3E}{11R}}$$

При этом все замыкания катушка состоящих  
тока пришлось ее избежать

$$3L \cdot \dot{I}_{30} = 2R \cdot I_{10} \text{ (напр. соэг.)}$$

$$3L \cdot \dot{I}_{30} = \frac{3E}{11R} \cdot 2R$$

$$\boxed{\dot{I}_{30} = \frac{2E}{11L}}$$

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

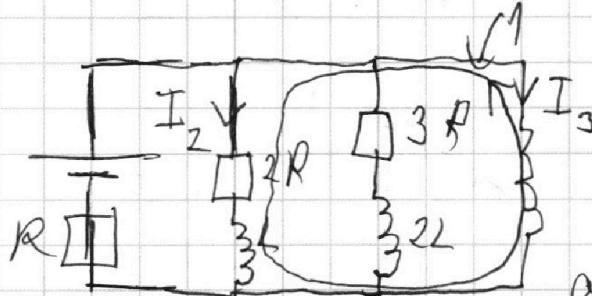
МФТИ.



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

N 4 (prog.)

Задача 2-ойogr. Круглодара для контура 1:



$2R I_2 + I_2 L = I_3 \cdot L$   
последовательно  
это выражение  
от замыкания контура  
го ~~последовательного~~ равновесия  
они выражают так:



$$2R \cdot q_2 - L \cdot \frac{3E}{11R} = I_K \cdot 3L$$

$$I_K = \frac{2R q_2}{3L} - \frac{E}{11R}$$

По 2-му правилу Кирхгофа для контура 2:  
прав. направление контура:

$$E = I_K \cdot R = \frac{2R \cdot q_2}{3L} \cdot 11R - E$$

$$\frac{12E}{11} = \frac{2R \cdot q_2}{3L}$$

$$q_2 = \frac{18LE}{11R^2}$$

(2)

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

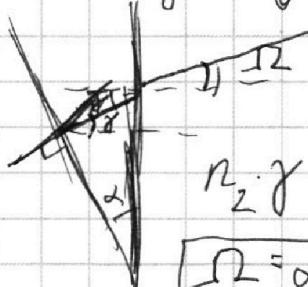
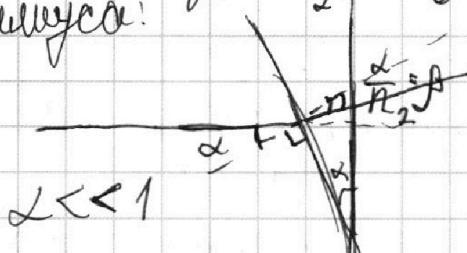
**МФТИ.**

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

№ 5

1) Рас-ширею угол призмы при  $n_1 = n_2$ :

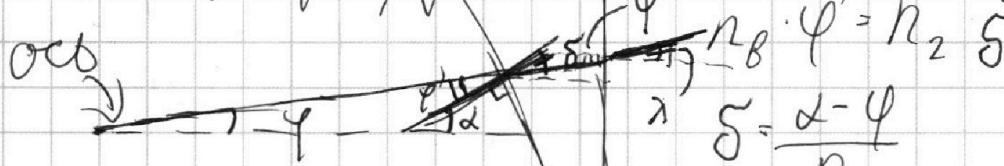
закон Снелльса:  $n_2 \alpha = n_1 \beta$   $\beta = \frac{\alpha}{n_2}$

$$\gamma = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$


$$n_2 \gamma = \Omega n_2$$

$$\Omega = \alpha(n_2 - 1) = 0.07 \text{ rad}$$

2) Направить луч ног малым углом  $\varphi$  к  
перпендикуляру к любой грани, можно:



$$\varphi' + \varphi = \alpha \quad \text{из симметрии}$$

$$\varphi' = \alpha - \varphi \quad \text{угол в S-ке}$$

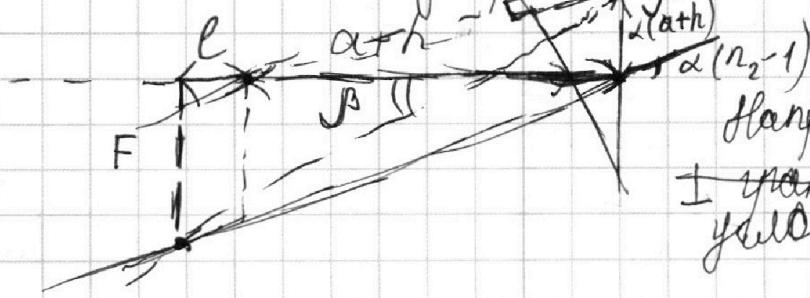
$$\gamma = \frac{\alpha - \varphi}{n_2}$$

$$\psi = \alpha - \gamma = \alpha - \frac{\alpha - \varphi}{n_2} + \frac{\varphi}{n_2}$$

$$n_2 \lambda = \psi n_2 = \alpha(n_2 - 1) + \varphi$$

С таким же углом можно  
направить луч ног снизу  
отрицательно вверх

изображение ниже искажено



Направить луч ног  
вдоль  $\alpha$ , можно...

(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!



N5 (урог.)

направление

носите призмы от будем ног утоли

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

(первого угла  
призмы он  
меньше)

угл ног утоли  $\alpha$  и

параллельный оси пересекут  
ся в т. на расстоянии  $l$   
по горизонтали косе от источника:

$$F = \alpha (n_2 - 1) (\alpha + h + l) = n_2 \alpha (\alpha + h + l) - \alpha (\alpha + h)$$

максимальный угол

$$0,07 \cdot (\alpha + h) + 0,07 \cdot l = 0,17 (\alpha + h) + 0,17 l - 0,1 (\alpha)$$

↓

$$0,1 l = 0$$

(все углы пересекутся в один  
макс., т.к. при  $l=0$  утоли  $\alpha$   
 $\beta = (n_2 - 1)(\alpha + h + l) = (n_2 - 1)(\alpha + h + l) + 0$ )

$$l = 0$$

расстояние между изображениями  
и источником графо:

$$F = \alpha (n_2 - 1) (\alpha + h) = 0,07 \cdot (194 + 9) = 203,02$$

= 14,21 см

2



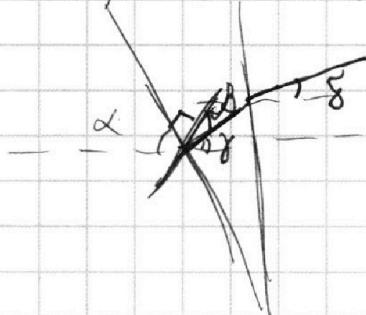
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 (пог.)

3) На изображении уже нарисованы оси, тогда  
по закону Снеллиуса:



$$\beta \cdot n_2 = \alpha \cdot n_1, \quad n_2 \gamma = \beta \cdot n_1$$

$$\beta = \frac{\alpha \cdot n_1}{n_2}$$

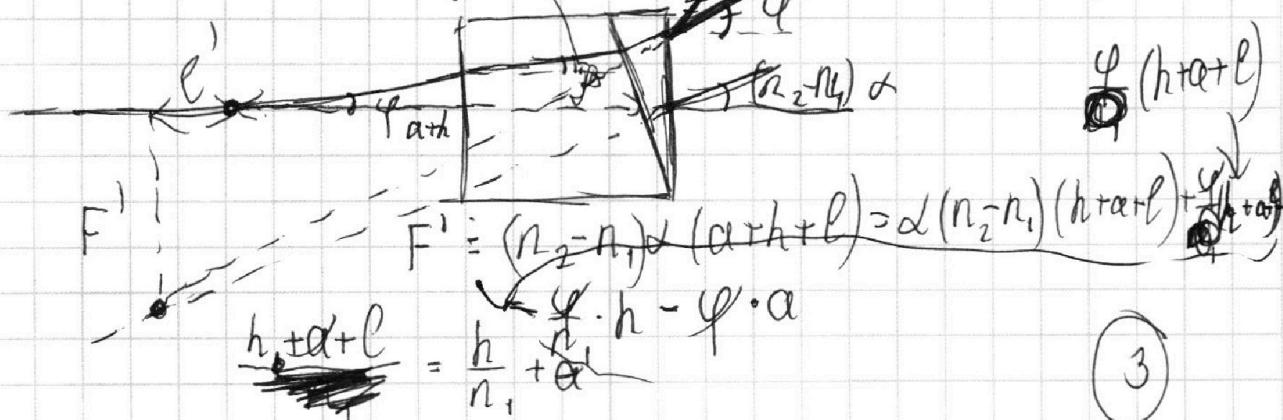
$$\gamma = \alpha \left( 1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

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

Проведя аналогичные рассуждения для  
лучка 2 можно прийти к выводу, что  
угол поглощения φ появляется  
сместом падения  $\varphi' = \alpha (n_2 - n_1) + \beta$ , т.е. снова  
(будем наше симулирует только  
угол в начале уменьшился) будем увеличивать  
себя  
 $\varphi = \frac{\varphi'}{n_1}$  изображение словесно  
и в начале смещаско. будем уменьшаться.

Рассчитав пересечение углов поглощения φ и  
и параллельного оси:

$$\text{по з. Снеллиуса } \beta = \varphi \cdot n_1, \quad \beta = \frac{\varphi}{n_1}$$





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!

15 (нагл.)

~~а + 0,5 а = 87 см~~

$$h = h n_1 + l n_1$$

$$\ell = -0,5 h \Rightarrow -\frac{h}{1,5} = -\frac{h}{3} = -3 \text{ см}$$

$$F = 200 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 4 \text{ см}$$

$$(a + h + \ell) \left( \frac{n_1 - n_2}{2} \right) \cdot \lambda$$

$$S = \sqrt{F^2 + \ell^2} = \boxed{\sqrt{5} \text{ см}} \quad \text{по т. Пифагора}$$

5

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

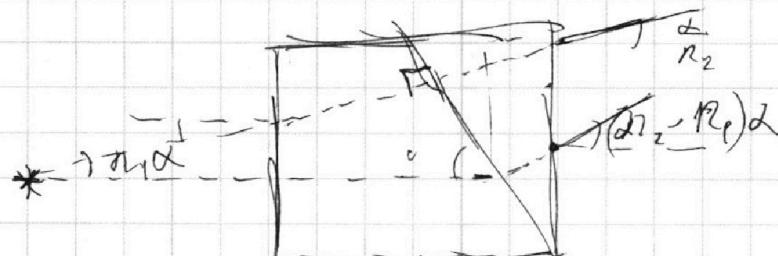
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



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

$$\begin{array}{r} \times 407 \\ \times 407 \\ \hline 411 \\ \times 611 \\ \hline 3411 \\ \times 406 \\ \hline 1624 \\ 1636 \quad 836 \\ \hline 2438 \end{array}$$

$$\cancel{\frac{\alpha}{n_2}}$$

$$\begin{array}{r} \times 40 \\ \times 10 \\ \hline 220 \\ \cancel{20} \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\alpha(n_2 - 1)(\alpha + h + l) = n_2 \alpha \cdot (\alpha + h + l) - \alpha(\alpha + h)$$

$$\begin{array}{r} 1636 \\ \hline 167281 \end{array} \quad 0,07(\alpha + h) - 0,17(\alpha + h) \neq 0,07l = 0,17l$$

$$\alpha(n_2 - 1)(\alpha + h + l) = n_2 \alpha (\alpha + h + l) - 0,1(\alpha + h)$$

$$l = 0$$

$$0,07(\alpha h) = 203 \cdot 0,07 = \boxed{14,21 \text{ см}}$$

$$(n_2 - n_1) \alpha (\alpha + h + l) = n_2 \alpha (\alpha + h + l) - \alpha h \cancel{\frac{n_2}{n_1} \alpha}$$

$$0,02(\alpha + h) + 0,02 \cdot l = 0,17(\alpha + h) + 0,17l - 0,1h - 0,15$$

$$0,15l - 0,1h - 0,15/\alpha + h = -0,05h \approx -0,45$$

$$(0,02 \cdot 203)^2 + 0,45^2 = (4,06)^2 + (0,45)^2 =$$

$$= 16,4836 + 0,2025 = 16,6861$$

$$\boxed{14,06 \text{ см}}$$



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!

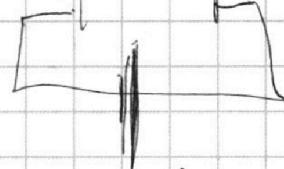
$$\frac{5 \cdot 20 RT}{V} = P_{\text{атм}} + \frac{20 RT}{11 V} (V_2 + K P_0 \cdot \frac{V}{4})$$

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{11}{20} P_0 = P_{\text{атм}} + \frac{5}{11} P_0 + \frac{5}{11} RT K \cdot P_0$$

$$P_{\text{атм}} = \frac{45}{22} P_0 - \frac{10}{11} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^3 P_0 = \frac{25}{22} P_0$$

$$P_0 = \frac{22}{25} P_{\text{атм}} \quad P_{\text{атм}} = 0,88 P_0$$

$$P_{\text{атм}} = \frac{25}{8} P_0 = \frac{10}{22} P_0 - \frac{10}{22} \cdot \frac{5}{8} = 10 - 50 = \frac{180}{88}$$



$$\sqrt{C} U_A = \sqrt{3} V_0 - \frac{29 U}{m}$$

$$U = U_1 = E \cdot d$$

$$4U = E_1 \cdot 2d - E_d$$

$$a = \frac{U}{d} \cdot \frac{q}{m}$$

$$E_1 = \frac{5U}{2d}$$

$$E_1 = \frac{(G_3) + (G_2) - (G_1)}{2\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{G_2 + (G_1) - (G_3)}{2\varepsilon_0}$$

$$\frac{7U}{2d} = \frac{G_2}{\varepsilon_0}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + q \cdot U$$

$$\frac{3U}{2d} = \frac{G_3 - G_1}{\varepsilon_0}$$

$$K_1 - K_2 = q \cdot U$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{q \cdot U}{3} + \frac{mV^2}{2}$$



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!

$$\alpha_1 = \frac{2,5}{10} = \boxed{0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

$$K \cdot 25 = 500$$

$$K = 20$$

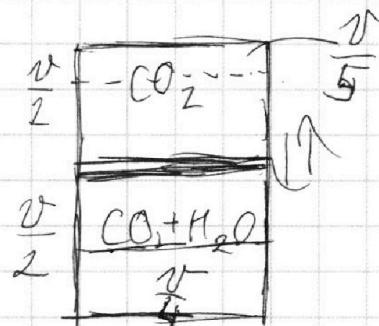
$$F = 20 \cdot 20 = 1800 \cdot 0,25$$

$$F = 450$$

$$\boxed{F_1 = 950 \text{ Н}}$$

$$\frac{40}{5} - \frac{V}{4} = \frac{110}{20}$$

$$950 \cdot 20 = \boxed{19000 \text{ Вт}}$$



$$T_0 \rightarrow \frac{5T_0}{4} = 100^\circ\text{C}$$

париф. давление

$$\Delta P = K P_0 \frac{V}{2}$$

коэф. расщ. объем твердости  
газа

$$K = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}^2}$$

$$373 \cdot 0,8 =$$

$$\times \frac{52}{373} \quad T_0 = \frac{8}{298,4} \quad T_0 = \boxed{298,4 \text{ K}}$$

$$\frac{2V_1 RT_0}{V} = P_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = V_1 RT_0$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2} \quad \boxed{\frac{V_1}{V_2} = 2}$$

$$\frac{4V_2 RT_0}{V}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = V_2 RT_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{5} = V_1 RT$$

$$P_{\text{амре}} + \frac{20V_2 RT}{11V} = \frac{5V_1 RT}{V}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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

$$E = I \left( \frac{6}{5}R + \frac{3}{R} \right) = I \cdot \frac{11R}{5}$$

$$I = \frac{5E}{11R}$$

$$I_{10} = \frac{3}{5} \frac{5E}{11R} = \boxed{\frac{3E}{11R}}$$

$$2R \cdot \frac{6E}{11R} = I \cdot 3L$$

$$\boxed{I = \frac{2E}{11RL}}$$

$$E = (I_1 + I_2 + I_3) R + 3L \cdot \dot{I}_3 + 2L \dot{I}_2 + L \dot{I}_1 + 2RI_1 + RI_2$$

$$E = (I_1 + I_2 + I_3) R + 6RI_2 + \cancel{3L \dot{I}_2}$$

$$2RI_2 + L \dot{I}_2 = \cancel{3L \dot{I}_3}$$

$$2R \cdot q_2 + L \dot{I}_2 = \cancel{3L \dot{I}_3} \quad 3L \dot{I}_3 = 2Rq_2$$

$$E = (I_1 + I_2 + I_3) R + 6RI_2 + 3L \cdot \dot{I}_2$$

$$E = I_3 \cdot R = \frac{2Rq_2}{3L} \cdot R$$

$$\boxed{q_2 = \frac{3L}{2R} E}$$

$$E = I_3 \cdot R$$

$$2R \cdot I_2 + L \cdot \dot{I}_2 = 3L \cdot \dot{I}_3$$

$$2R \cdot q_2 - L \cdot \frac{3E}{11R} = 3L \cdot \dot{I}_3$$

$$I_3 = \frac{2Rq_2}{3L} - \frac{E}{11R}$$

$$q_2 = \frac{612E}{11} \cdot \frac{3L}{2R^2} = \boxed{\frac{18EL}{11R^2}}$$



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!

1

2

3

4

5

6

7

$\alpha - \frac{\lambda}{n_1}$   
 $\gamma = n_1 \left( \alpha - \frac{\lambda}{n_1} \right)$   
 $\left[ \gamma = (n_1 - 1) \alpha \right] = 0,07 \text{ rad.}$   
 $\alpha(n_2 - 1)(\alpha + h + l) = l \cdot \alpha$   
 $0,07 \cdot 203 = 0,03l$   
 ~~$\cos \beta$~~   
 $\beta = \arctan(\alpha + h)$   
 $\alpha(n_2 - 1) = \frac{\alpha}{n_2}$   
 ~~$\cos \beta$~~   
 $\beta = \arctan(\frac{\alpha}{n_2})$   
 $\alpha \cdot n_1 = \gamma$   
 $\alpha \cdot n_1 = \gamma$   
 $\frac{\alpha}{n_1} = \frac{\gamma}{2}$   
 $\frac{7 \cdot 203}{3} = \rho \quad \tan(\alpha + h)$   
 ~~$\cos \beta$~~   
 $\rho = \frac{1421}{3} \text{ cm}$   
 $\rho \cdot \tan(\alpha + h) = \tan(\alpha) + \rho \cdot \frac{1}{n_2}$   
 $\alpha(n_2 - 1) \cdot (\alpha + h + l) \quad \alpha(n_2 - 1) + \rho \cdot \frac{1}{n_2} = \alpha(n_2 - 1) + \beta$   
 $\alpha(n_2 - 1) + \rho \cdot \frac{1}{n_2} = \alpha(n_2 - 1) + \beta$   
 $\rho^2 + \rho^2 l^2 = \left( \frac{1421}{3} \right)^2 + 0,01 \cdot l^2 \approx \boxed{\frac{1421}{3} \text{ cm}}$