



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 11-03

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

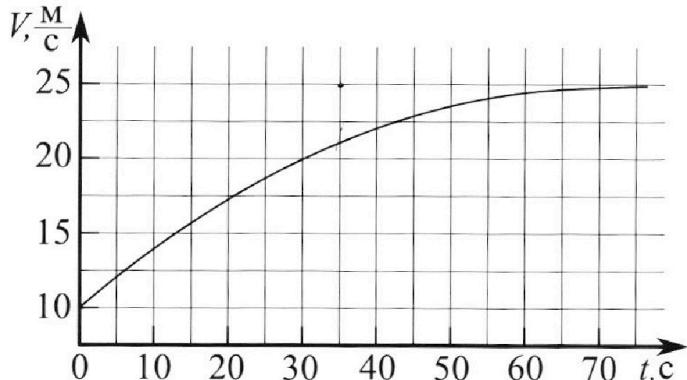
1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления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

Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.

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%.

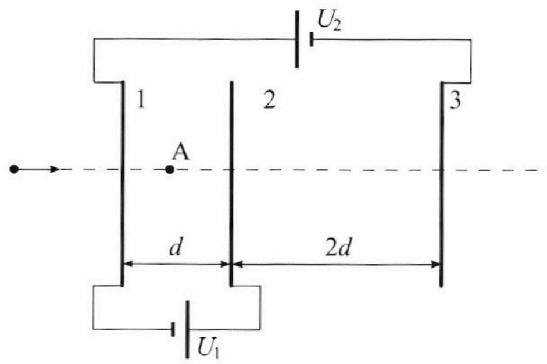


Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система 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

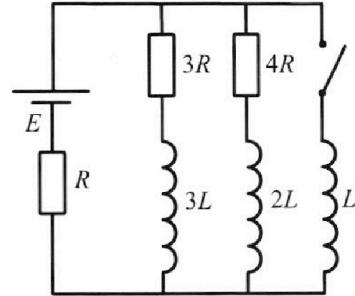
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



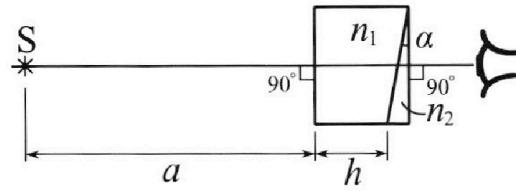
1) Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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



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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

1) Ускорение на графике - это касательная
к точке с времнем t_0 ; эта прямая проходит
через точки $(0; 10)$; $(35; 25)$

$$a_0 = \frac{f_2 - f_1}{t_2 - t_1} = \frac{(25 - 10) \frac{m}{s^2}}{35 - 0} = \frac{15 \frac{m}{s^2}}{35 s} = \boxed{\frac{3}{7} \frac{m}{s^2}}$$

Ответ.

2) В конце разгона начальная постка перехода
меняется скоростью $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow F_{\text{трек}} = F_{\text{воздух}}$

$$V_k = 25 \frac{m}{s} - \text{у графика}$$

$$F_{\text{воздух}} = k V \quad ; \quad F_{\text{трек}} = k V_k$$

$$k V_k = F_k = 600 \text{Н} \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_k} = \frac{600 \frac{\text{Н}\cdot\text{s}}{\text{m}}}{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 24 \frac{\text{Н}\cdot\text{s}}{\text{m}}$$

Для начального момента:

$$m a_0 = F_0 - F_{\text{воздух}}; \quad F_{\text{воздух}} = k V_0; \quad V_0 = 10 \frac{m}{s} - \text{у графика.}$$

$$F_0 = m a_0 + k V_0 = \left(\frac{1500 \cdot 3}{7} + 24 \cdot 10 \right) \text{Н} = \left(\frac{4500}{7} + 240 \right) \text{Н} =$$

$$= \left(\frac{4500 + 1680}{7} \right) \text{Н} = \boxed{\frac{6180}{7} \text{Н.}} \quad \text{Ответ.}$$

$$3) P_0 = F_0 V_0 = \boxed{\frac{61800}{7} \frac{\text{Н}\cdot\text{м}}{\text{s}}} \quad \text{Ответ}$$

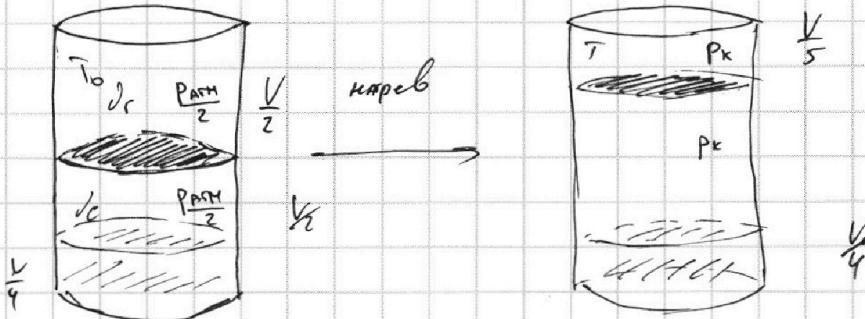
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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



1) До нагрева:

$$\Delta V = k \frac{P_{\text{атм}}}{2} \frac{V}{4} = \frac{k P_{\text{атм}} V}{8}$$

V_c - кон-во газа

V_c - кон-во уп. газа.

$$\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_r R T_0 ; \quad \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_c R T_0$$

$$\nu_r = 2 \nu_c \Rightarrow \underbrace{\frac{\nu_r}{\nu_c} = 2}_{\text{Обр.}} ; \quad \nu_c = \frac{\nu_r}{2}.$$

2) После нагрева

$P_c \frac{V}{5} = \nu_r R T$; P_c сплошь соединено с паром -
так как давление CO_2 и влажного пара, пренебр. т.к. влг.

пар может образоваться при температуре выше температуры $P_{\text{пара}} = P_{\text{атм}}$.

$$V_c = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20-5-4}{20} V = \frac{11}{20} V \quad (\text{объем влажного конденсата})$$

$$P_c V_c = \left(\nu_c + \infty \right) R T = \left(\frac{\nu_r}{2} + \frac{k P_{\text{атм}} V}{8} \right) R T$$

$$P_c = \frac{\left(\frac{\nu_r}{2} + \frac{k P_{\text{атм}} V}{8} \right) R T}{V_c} = \frac{R T \left(\frac{\nu_r}{2} + \frac{k P_{\text{атм}} V}{8} \right)}{11 V} \cdot 20 = \frac{20}{11 V} \frac{R T \left(\frac{\nu_r}{2} + \frac{k P_{\text{атм}} V}{8} \right)}{V}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

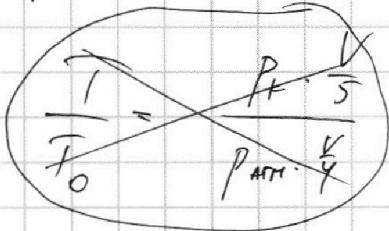
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$P_F = P_C + P_{\text{дара}} = P_{\text{атм}} + \frac{20}{11} R \bar{T} \left(\frac{v_r}{2V} + \frac{k p_{\text{атм}}}{\rho} \right)$$



$$\frac{R \bar{T} \cdot 5}{V} = P_{\text{атм}} + \frac{20}{11} R \bar{T} \left(\frac{v_r}{2V} + \frac{k p_{\text{атм}}}{\rho} \right)$$

$$5 \frac{v_r R \bar{T}}{V} = P_{\text{атм}} + \frac{20}{22} \frac{v_r R \bar{T}}{V} + \frac{20}{22} P_{\text{атм}} \cdot R \bar{T} k$$

$$\left(5 - \frac{10}{11} \right) \frac{v_r R \bar{T}}{V} = P_{\text{атм}} \left(1 + \frac{5}{22} R \bar{T} k \right)$$

$$\frac{45}{11} \frac{v_r R \bar{T}}{V} = P_{\text{атм}} \left(1 + \frac{5}{22} R \bar{T} k \right)$$

$$R \bar{T} k = 3 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,5 = \frac{3}{2}$$

$$\frac{45}{11} \frac{v_r R \bar{T}}{V} = P_{\text{атм}} \left(1 + \frac{15}{44} \right) = P_{\text{атм}} \left(\frac{59}{44} \right); P_{\text{атм}} = \frac{44 \cdot 45}{59 \cdot 11} \frac{v_r R \bar{T}}{V}$$

$$\frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{4} = v_r R \bar{T}_0 \Rightarrow P_{\text{атм}} = \frac{4 v_r R \bar{T}_0}{V} = \frac{44 \cdot 45}{59 \cdot 11} \frac{v_r R \bar{T}}{V}$$

$$4 \bar{T}_0 = \frac{44 \cdot 45}{59 \cdot 11} \bar{T} \rightarrow \frac{\bar{T}}{\bar{T}_0} = \frac{4 \cdot 59 \cdot 11}{44 \cdot 45} = \boxed{\frac{59}{45}} \text{ O бес.}$$

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) Полностью аналогично:



$$V_3^2 - V_1^2 = \frac{2a \cdot d}{4} = \frac{ad}{2} = \frac{U_0}{2m};$$

$$V_3 = \sqrt{V_1^2 + \frac{U_0}{2m}}; \text{ необходимо найти } V_1$$

$$\text{Раньше } W_{g1} = 0; K_0 = \frac{\mu V_0}{2}$$

$$\text{Тогда } \Rightarrow \frac{\mu V_1}{2} + W_{g1} = \frac{\mu V_0}{2}$$

Как мы видели в п.2. энергия при
перемещении от 1 места до другого увеличивается
на разницу между теми оставшимися дистанциями

как 4 маселу;

$$W_{g1} = gU_2; \text{ при движении с дист. } go 1 \text{ м.}$$

$$V_3 = \sqrt{V_0^2 - \frac{gU_2 \cdot 2}{m}}$$

энергия уб. на gU_2

$$V_3 = \sqrt{V_0^2 - \frac{U_2 g 2}{m} - \frac{U_1 g}{2m}}$$

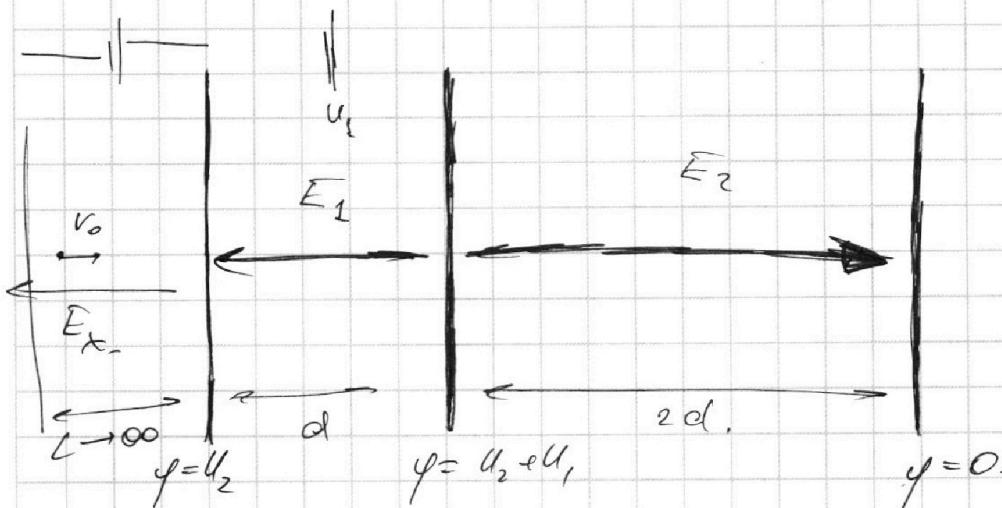
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$E_1 d = U_1; \quad E_2 2d = U_1 + U_2$$

$$E_1 = \frac{U_1}{d}; \quad E_2 = \frac{U_1 + U_2}{2d}$$

$$1) |q| = \frac{|E q|}{m} = \frac{U_1 q}{dm} = \left[\frac{U_1 q}{dm} \right] \text{ обер.}$$

$$2) a = \frac{dv}{dt}; \quad v = \frac{dx}{dt} \Rightarrow dt = \frac{dx}{v}$$

$$a = \frac{dv}{dx}, \quad v \Rightarrow dx/a = V dv \Rightarrow 2ax = V^2 - V_0^2$$

$$k = \frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = \frac{m}{2} (V_1^2 - V_2^2); \quad V_2^2 - V_1^2 = -2ad = -\frac{2U_1 q}{m}$$

$$k = \frac{m}{2} \left(+ \frac{2U_1 q}{m} \right) = \left[+U_1 q = +U_1 q \right] \text{ обер}$$

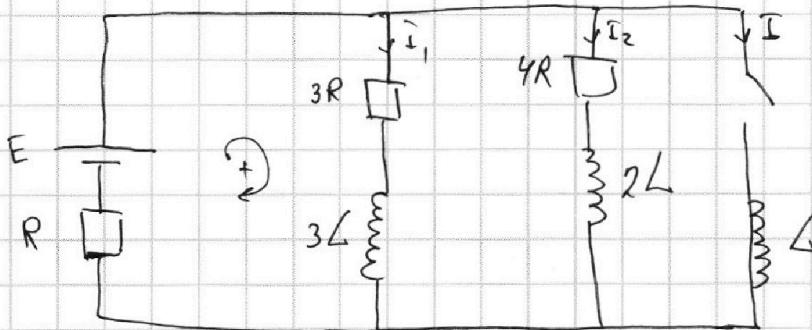
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) При разомкнутом ключе через $3R$ проходит \bar{I}_1 , "безу" и через $4R$ — \bar{I}_2 "безу", тогда.

$$3R\bar{I}_1 = 4R\bar{I}_2 \Rightarrow \bar{I}_2 = \frac{3}{4}\bar{I}_1$$

$$E = 3R\bar{I}_1 + R(\bar{I}_1 + \bar{I}_2) - \text{через } R \text{ идет } \bar{I}_1 + \bar{I}_2 \text{ "вверх".}$$

$$E = 3\bar{I}_1 R + R\bar{I}_1 + \frac{3}{4}R\bar{I}_1 = \frac{19}{4}R\bar{I}_1 \Rightarrow \left\{ \bar{I}_1 = \frac{4}{19} \frac{E}{R} \right\} \text{ ответ.}$$

2) Во время замыкания ключа токи в цепи не изменяются, т.к. под действием малого промежутка времени.

$$E - L\dot{\bar{I}} = R(\bar{I}_1 + \bar{I}_2) = \frac{7}{4}R\bar{I}_1, R = \frac{7}{19}E$$

$$L\dot{\bar{I}} = \left(1 - \frac{7}{19}\right)E = \frac{12}{19}E \Rightarrow \left\{ \dot{\bar{I}} = \frac{12}{19} \frac{E}{L} \right\} \text{ ответ.}$$

3) В цепи установился такой режим, что через $3R$ и $4R$ не будет текти токи, весь ток будет текти через L :

$$E = \bar{I}_k R \Rightarrow \bar{I}_k = \frac{E}{R}; \text{ ток через } L: 0 \rightarrow \bar{I}_k$$

через вакуумную $3L$: $\bar{I}_1 \rightarrow 0$.

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 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!

$$-\angle I + 3\angle \tilde{I}_1 = -3R\tilde{I}_1 \Leftrightarrow 3R\tilde{I}_1 = \angle I - 3\angle \tilde{I}_1 \mid : dI .$$

$$3RdI_1 = \angle dI - 3\angle d\tilde{I}_1 \Leftrightarrow 3RdI_1 = \angle_{0I} - 3\angle_{0\tilde{I}_1}$$

$$3R\Delta I_1 = \angle(I_k - 0) - 3\angle(0 - I_1) = \angle I_k + 3\angle I_1$$

$$\Delta I_1 = \frac{\angle(I_k + 3I_1)}{3R} = \frac{\angle \left(\frac{E}{R} + 3 \cdot \frac{4}{19} \frac{E}{R} \right)}{3R} = \frac{\left(1 + \frac{12}{19} \right) \angle E}{3R^2}$$

$$\boxed{\Delta I_1 = \frac{31}{57} \frac{\angle E}{R^2}}$$

Ober.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

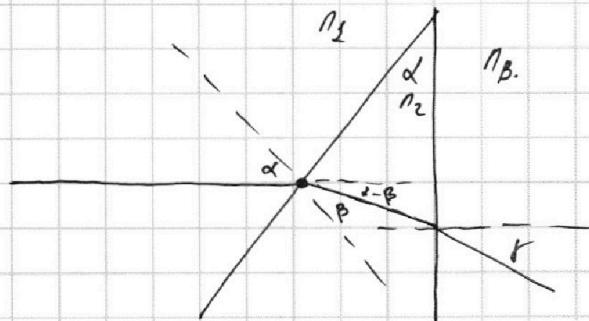
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

1)



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

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

$$(\alpha - \beta) n_2 = f n_B \Rightarrow f = \alpha \frac{(n_2 - n_1)}{n_2} \cdot \frac{n_2}{n_B} = \alpha \frac{n_2 - n_1}{n_B} = (\frac{n_2 - n_1}{n_2}) \alpha = 0.7 \alpha$$

$f = 0.7 \alpha$] Orber.

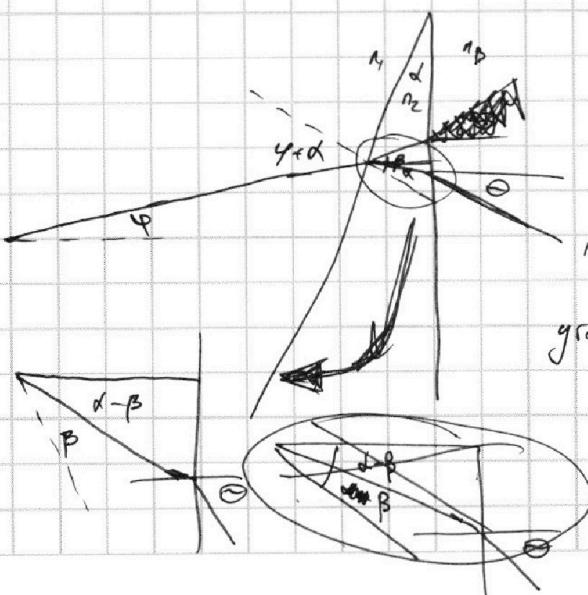
2) Удлинение, сопровождающее пучок будет строиться
параллельными лучами.

первое преломление:

$$\varphi + \alpha = n_2 (\beta) \Rightarrow \beta = \frac{\varphi + \alpha}{n_2}$$

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

угол между преломленным и лучом



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

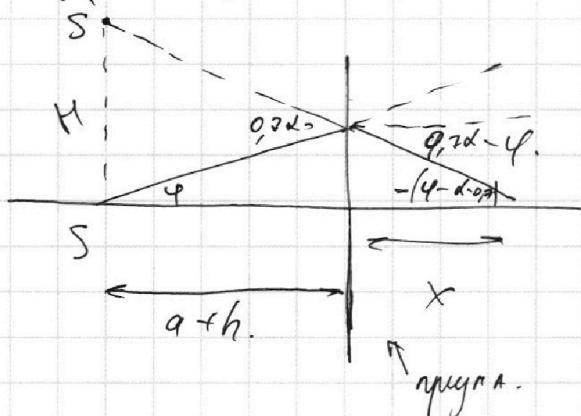
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Второе утолщение:

$$(\beta - \alpha)h_2 = \theta = \varphi - \alpha(1_2 - \alpha) = \varphi - 0,7\alpha.$$

θ - угол, под которым находится луч после утолщений

при $\varphi < 0,7\alpha$, $\theta < \varphi$.



Для любого луча
справедливо, что он
протекает через S' ,

т.к. H не является ог $\varphi \Rightarrow S'$ - изображение

$$H = (x + aeh) \cdot (0,7\alpha - \varphi);$$

$$x \cdot (0,7\alpha - \varphi) = (aeh)/\varphi.$$

$$H = (aeh)(0,7\alpha) - (aeh)\varphi + (aeh)\varphi = (aeh) \cdot 0,7\alpha.$$

H - искомое расстояние

$$H = (aeh) \cdot 0,7 \cdot \alpha$$

$$H = (90+14) \cdot 0,7 \cdot 0,1 = 104 \cdot 7 = \underbrace{7,28 \text{ см}}_{\text{ответ}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

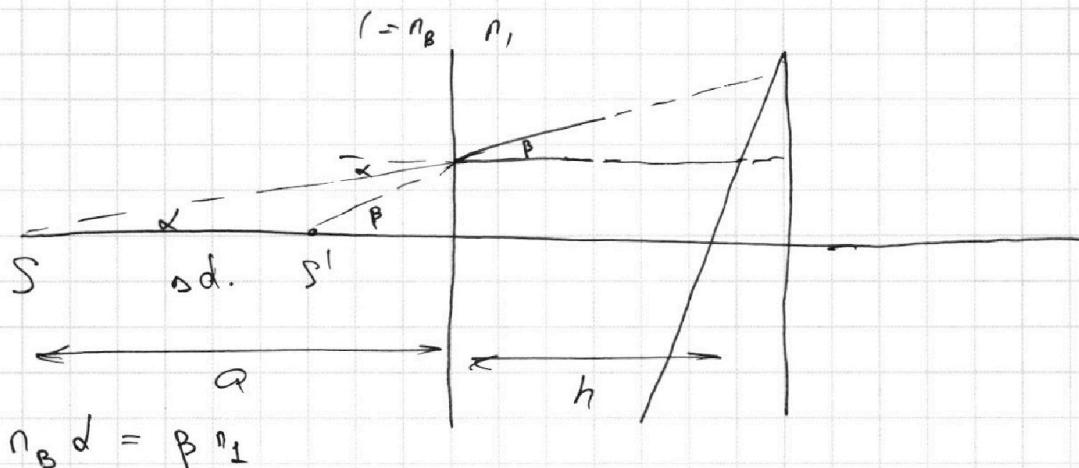


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

3)



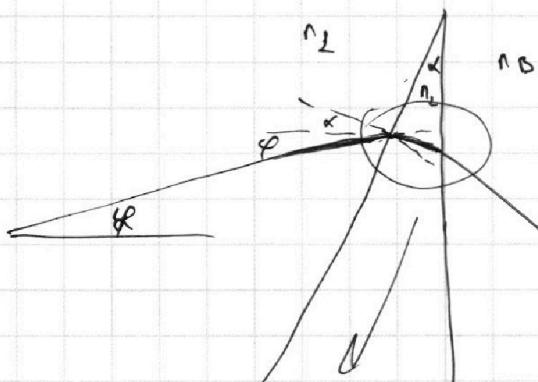
$$n_0 d = \beta n_1$$

$\beta = \frac{d}{n_1}$; луч исходит от S , а из-за преломления, оказывается на dd дальше.

$$a \cdot \alpha = (a - dd) \beta = \frac{(a - dd) \cdot \alpha}{n_1}$$

$$n_1 a = a - dd \Rightarrow dd = a / (1 - n_1)$$

т.е. дальше на $(n_1 - 1) a$.



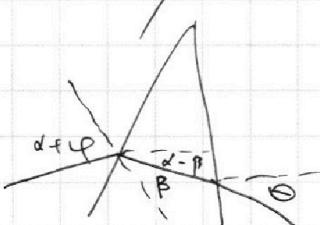
$$(\varphi + \alpha) n_1 = n_2 \beta \quad ;$$

$$\beta = \frac{n_1}{n_2} (\varphi + \alpha)$$

$$d - \beta = -\frac{n_1}{n_2} \varphi + \frac{n_2 - n_1}{n_2} \alpha$$

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

$$\Theta = (n_2 - n_1) d - n_1 \varphi$$



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

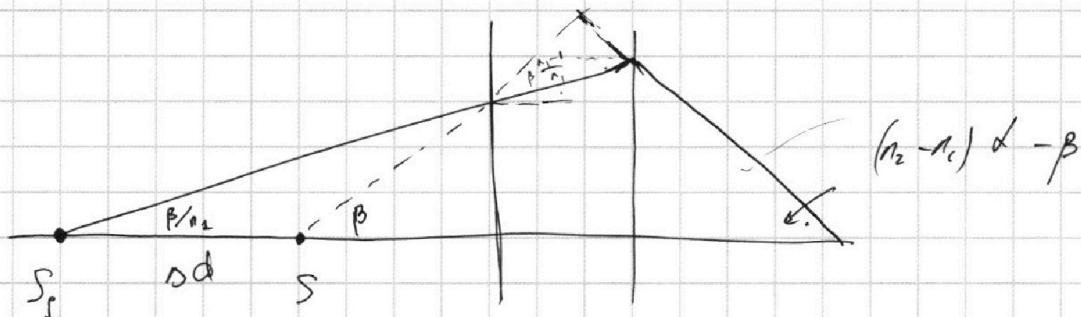
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

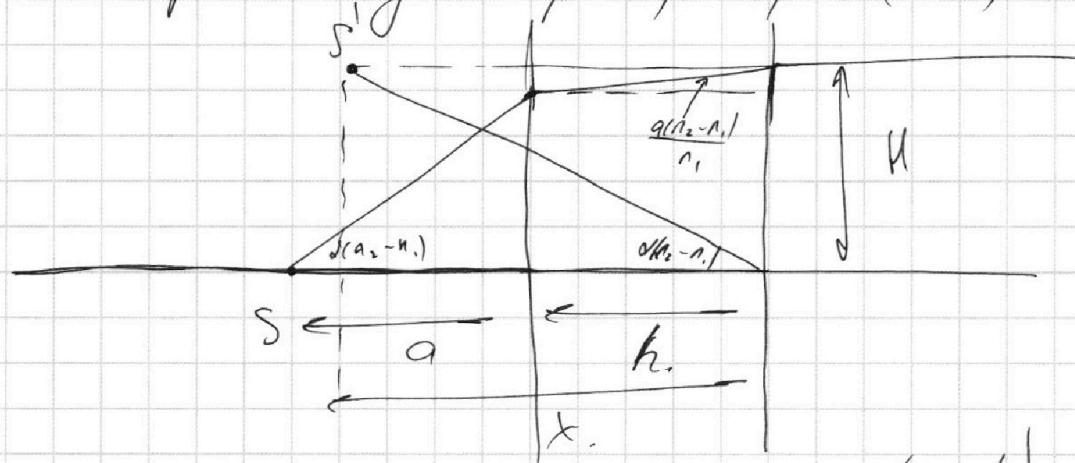
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

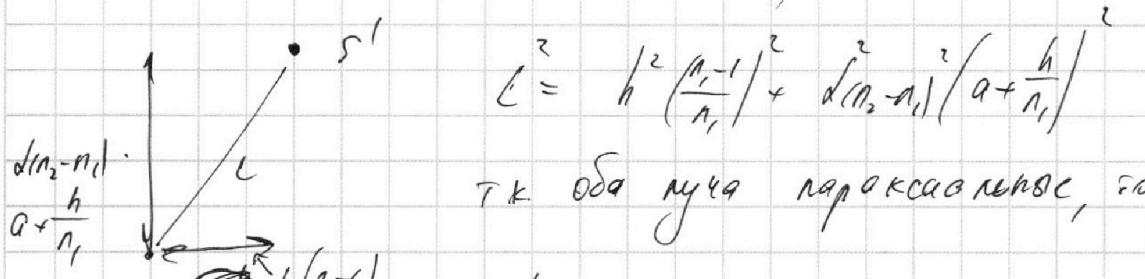


Рассмотрим 2 случая $\beta = 0$; $\beta = (n_2 - n_1) \alpha$.



$$H = d(n_2 - n_1)/a + \frac{d(n_2 - n_1)}{n_1} h = d(n_2 - n_1) / \left(a + \frac{h}{n_1} \right)$$

$$x \cdot d(n_2 - n_1) = H \Rightarrow x = \left(a + \frac{h}{n_1} \right)$$



тк оба луча параллельны, то

S' - изображение S

$$\text{Обр. } L = \sqrt{h^2 \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 + d^2 \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 \left(a + \frac{h}{n_1} \right)^2}$$

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

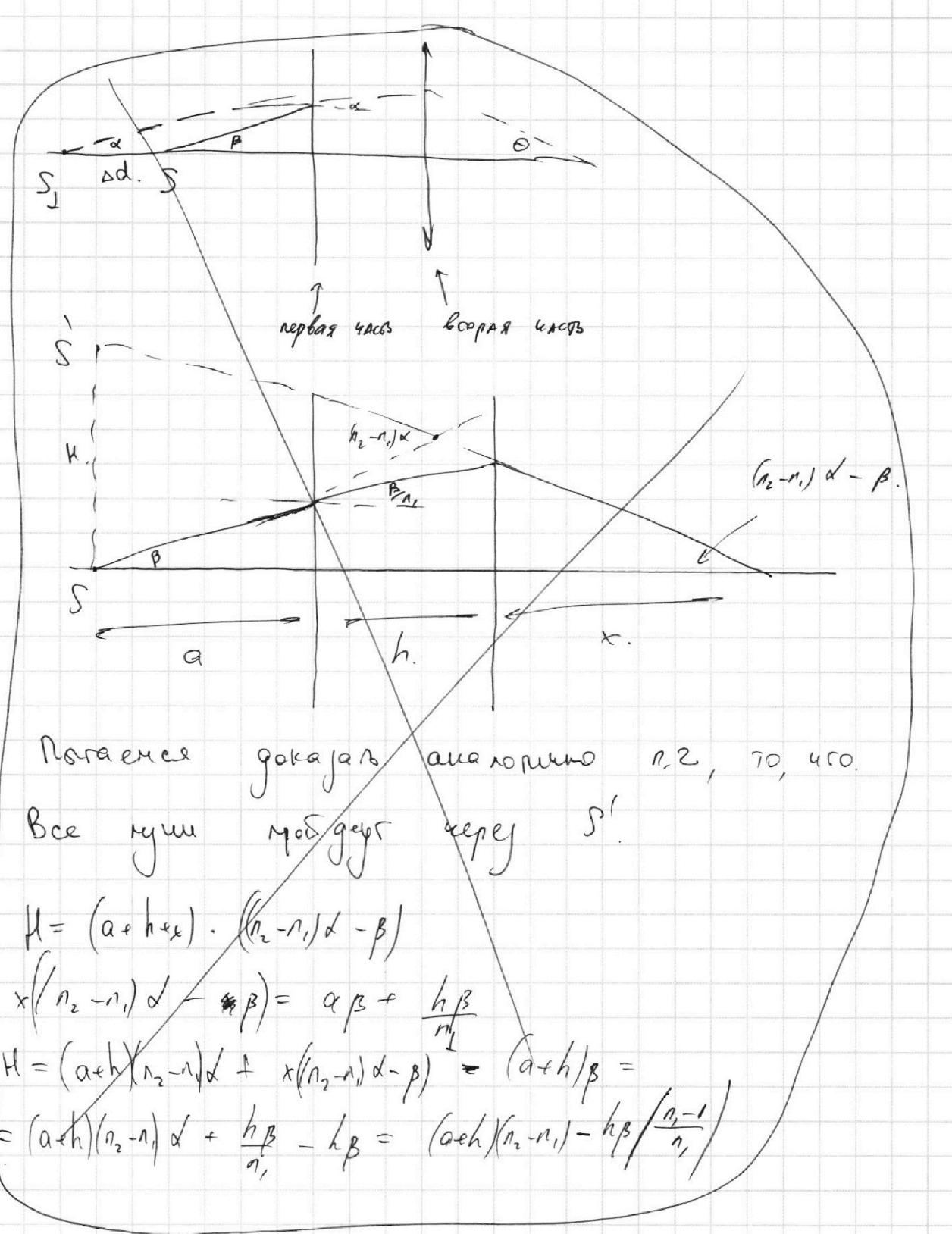
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

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:

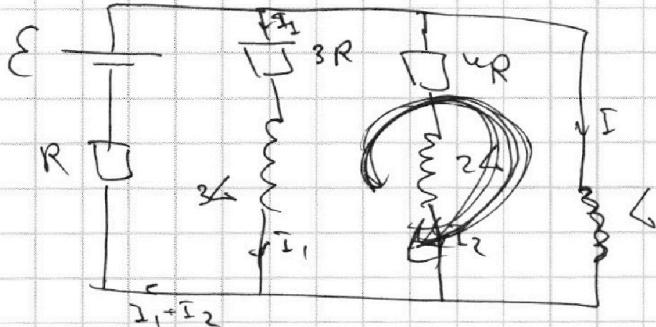


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ.

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

Черновик.



$$-3L\dot{I}_1 + L\dot{I} = 3R\dot{I},$$

$$iLdI_1 + LdI = iRdI_2$$

$$3R\dot{I}_1 = uR\dot{I}_2 \Rightarrow \dot{I}_2 = \frac{3}{4}\dot{I}_1$$

$$\begin{matrix} 4500 \\ 1600 \\ 6100 \end{matrix}$$

$$\frac{17}{4}$$

$$E = 3R\dot{I}_1 + R(\dot{I}_1 + \dot{I}_2) = 3R\dot{I}_1 + R\dot{I}_1 + \frac{3}{4}\dot{I}_1 R = \left(4 + \frac{3}{4}\right)R\dot{I}_1$$

$$\dot{I}_1 = \frac{4}{17}ER$$

$$E - L\dot{I} = (2\rho d)R$$

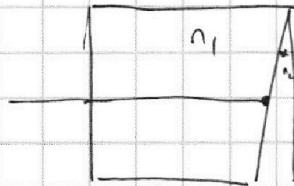
$$3L\dot{I}_1 - L\dot{I} = \dot{I}_1 R_3$$

$$\begin{matrix} 1972 \\ 12 \\ 33 \end{matrix}$$

$$\frac{20}{11} R_f \left(\frac{\rho}{2V} \times \frac{1000}{d} \right)$$

$$3L\dot{I}_1$$

$$\frac{31}{19 \cdot 3} = \frac{31}{57}$$



$$\frac{44-15}{49} = \frac{29}{49}$$



$$\begin{matrix} 2 \\ 25 \\ 24 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 100 \\ 50 \end{matrix}$$

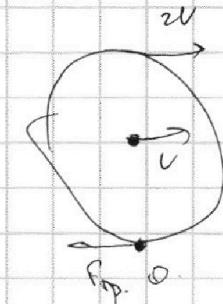
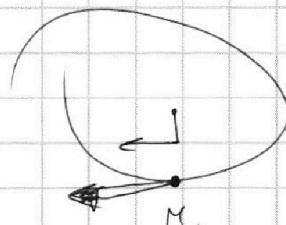
$$\frac{2-5}{4} = \frac{20}{20} \cdot h$$

$$\frac{VP}{TR} = k \frac{PD}{RD}$$

$$\frac{240}{1880}$$

$$44415$$

$$59.$$



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!

Черновик

$$a = \frac{dv}{dt} = \tan\alpha - \text{инклинированный}$$

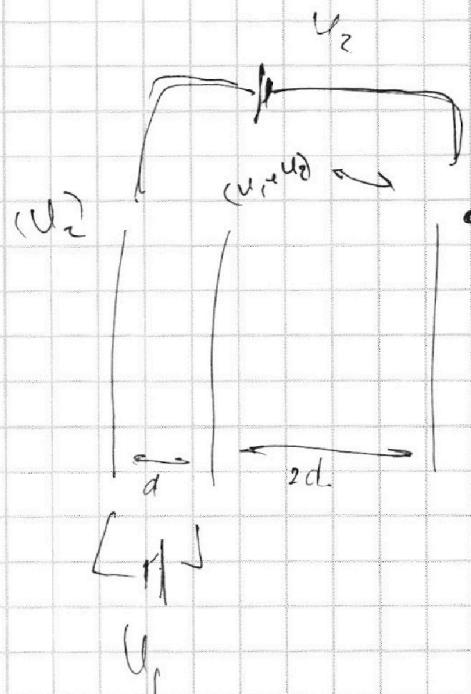
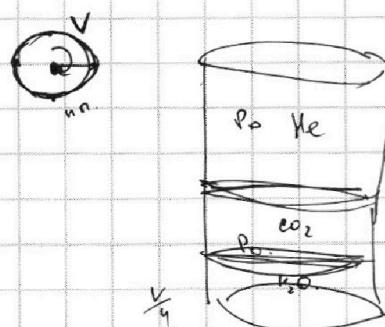
$$\frac{15}{35} = \frac{3}{7} \cdot \frac{H}{c^2} = a$$

$$F_0 V_0 = P_0$$

$$F_{\text{comp}} = kV.$$

$$\text{В конусе } kV_k = F_k \quad k \Rightarrow \frac{F_k}{V_k} \quad V_k > 25 \text{ м/c}$$

$$kV_0 = m a_0 = F_0 - \cancel{F_0 V_0}. \quad [F_0 = m a_0 + kV_0] \quad (1)$$



$$E - \angle I_1 = \angle I_1$$



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

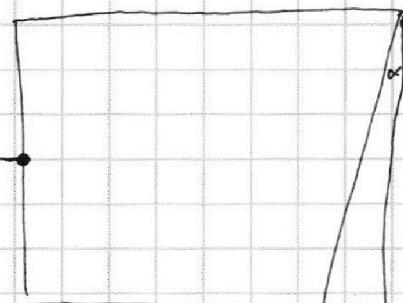
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Черновик



$$\frac{\mu V_1^2}{2} - \frac{\mu V_2^2}{2}$$

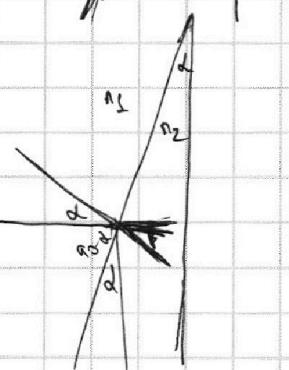
$$\frac{\mu}{2} (V_1^2 - V_2^2)$$

$$(V_2 = V_1 \pm \text{откл.})$$

$$d = V_1 t + \frac{a t^2}{2}$$

$$\frac{a t^2}{2} + V_1 t - d = 0.$$

$$t = -V_1 \pm \sqrt{V_1^2}$$



$$n_1 d = n_2 \beta$$

$$\frac{10^4}{\frac{7}{34}} / 7$$

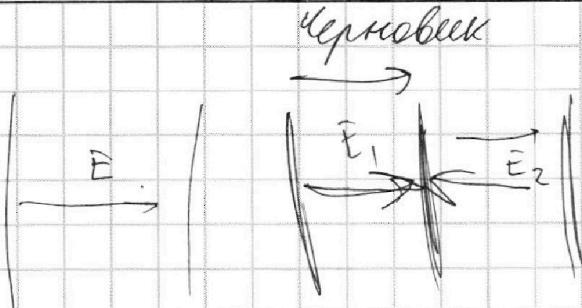
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$Ed = U \quad E = \frac{U}{d} \quad \frac{E_1 q}{d_1} + \frac{E_2 q}{d_2} = U.$$

$$E_1 d = U_1$$

$$E_2 d = U_1 + U_2$$

