



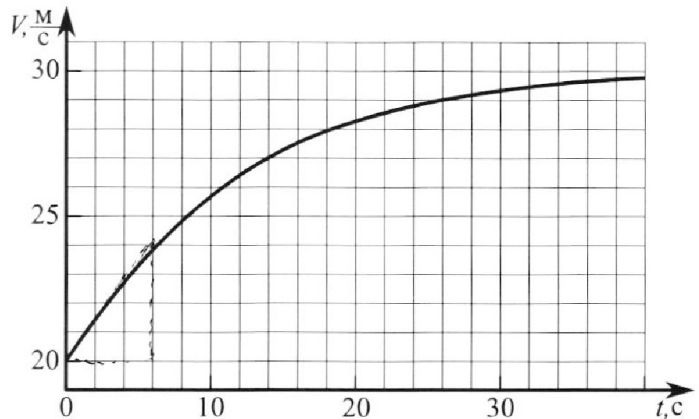
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.



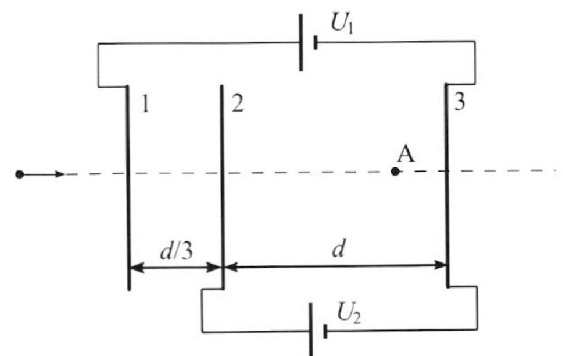
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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 $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. 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 2 и 3.
- 2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

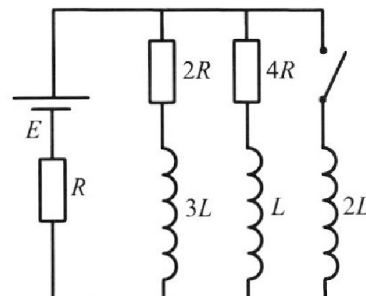
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



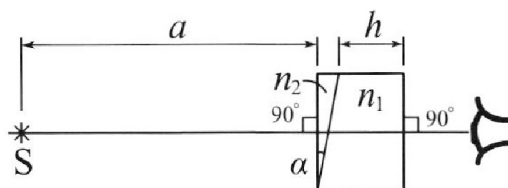
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ 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 $a = 100$ 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.



(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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

Дан график

- 1) a_0 - ?
- 2) F_0 - ?
- 3) $n = \frac{P_{\text{сопротивл}}}{P}$ - ?

№1.

$$1) a = \frac{dv}{dt} = \dot{v}$$

~~$a_0 \Rightarrow \text{Прогноз на } v \text{ по } \dot{v}$~~

Чтобы найти $\dot{v}$, надо найти тангенс
угла наклона касательной к графику.

У графика: $v_{01} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_{02} = 23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$t_{01} = 0 \text{ с}$, $t_{02} = 4 \text{ с}$. $a_0 = \frac{v_{02} - v_{01}}{t_{02} - t_{01}} = \frac{23 - 20}{4 - 0} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) В конце движения $v \approx \text{const.} \Rightarrow F_{\text{тр}} = F_{\text{тяги}}$
 $\Rightarrow F_{\text{тр}} = F_k$ (т.е. $F_{\text{тр}}$ - сила трения максимальна)

В начале $\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_0 = m\vec{a}_0$

и: $F_{\text{тр}} - F_0 = ma_0 \Rightarrow a_0 = \frac{F_{\text{тр}} - F_0}{m} = \frac{F_k - F_0}{m}$

$F_0 = F_{\text{тр}} - ma_0 = F_k - ma_0 = 200 - 240 \cdot 0,75 =$
 $= 20 \text{ Н}$

3) ~~$P_{\text{сопротивл}} \sim F_0$~~ ~~$P_{\text{сопротивл}} \sim F_0$~~ ~~$P \sim F_{\text{тр}}$~~

3) $P_{\text{сопротивл}} \sim F_0$, $P \sim F_{\text{тр}}$ ($P_{\text{сопротивл}}$ - мощность
сил сопротивления в начале)

$n = \frac{P_{\text{сопротивл}}}{P} = \frac{F_0}{F_{\text{тр}}} = \frac{20}{200} = 0,1$

Ответ: 1) $a_0 = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 2) $F_0 = 20 \text{ Н}$ 3) $n = 0,1$

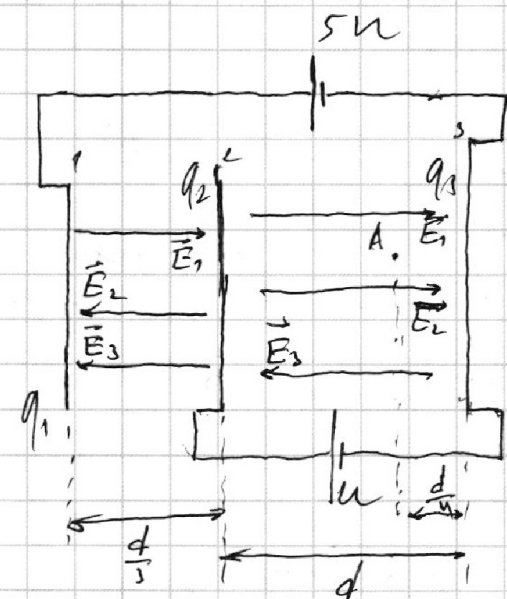
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



№3.

Пусть заряды 1, 2, 3 - q_1, q_2, q_3 ; E_1, E_2, E_3 - векторы напряженности электрического поля
 $E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$; $E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}$; $E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$
 $q_1 + q_2 + q_3 = 0$, т.к. заряды не дано.

Разность потенциалов между 2 и 3
 электром равна U :

$$d \left(\frac{q_2}{2\epsilon_0 S} (E_1 + E_2 - E_3) \right) = U$$

$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) = U$$

Аналогично для 1 и 3, где разность потенциалов $5U$

$$\frac{d}{3} (E_1 - E_2 - E_3) + d (E_1 + E_2 - E_3) = 5U$$

$$\frac{d}{6\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3) = 4U$$

$$\begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d} \\ q_1 - q_2 - q_3 = \frac{24U\epsilon_0 S}{d} \end{cases}$$

$$2q_1 = \frac{24U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_1 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d}$$

$$2q_3 = -\frac{2U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_3 = -\frac{U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = -q_1 - q_3 = -\frac{12U\epsilon_0 S}{d} + \frac{U\epsilon_0 S}{d} = -\frac{11U\epsilon_0 S}{d}$$

$$1) (E_1 + E_2 - E_3) q = m a_2$$

$$\left(\frac{6U}{d} + \left(-\frac{11U}{2d} \right) - \left(-\frac{U}{2d} \right) \right) q = m a_2$$

$$a_2 = \frac{Ug}{md}$$

$$2) (E_1 - E_2 - E_3) q \cdot \frac{d}{3} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} - \text{зависит от начальной энергии}$$



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!

2) $(E_1 + E_2 - E_3) q d = \frac{m V_2^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2}$ - закон сохранения кинетической энергии от 2 к 3 сегмента.

Как надо найти $\frac{m V_2^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2} = \frac{U q d}{1} = U q$

3) $(E_1 - E_2 - E_3) q \frac{d}{3} = \frac{m V_1^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2}$

$$\frac{m V_1^2}{2} = \left(\frac{6U}{d} + \frac{11U}{2d} + \frac{U}{2d} \right) q \frac{d}{3} = 4Uq$$

$$(E_1 + E_2 - E_3) q \frac{3d}{4} = \frac{m V_A^2}{2} - \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{3}{4} Uq = \frac{m V_A^2}{2} - 4Uq \quad V_A^2 \rightarrow 4,75 Uq$$

$$V_A^2 = \frac{9,5 Uq}{m}$$

$$V_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2m}}$$

Ответ: 1) $a_1 = \frac{Uq}{md}$ 2) $E_{k3} - E_{k2} = Uq, 3) V_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2m}}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$\Delta Q = I_1 R + I_2 R + I_3 R = \frac{11}{3} I_3 R +$$

$$+ \frac{2}{3} I_3 \cdot 2R + 2 I_3 \cdot 4R = \frac{34}{3} I_3 R = 13 I_3 R.$$

$$\varepsilon_{pot} = \Delta W + Q$$

$$W_2 = W_1 = \frac{L I_0^2}{2} + \frac{3L I_0^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{2L I^2}{2}, \text{ где } I = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\text{Answer: 1) } I_0 = \frac{\varepsilon}{2R} \quad 2) \dot{I}_3 = \frac{2\varepsilon}{7L}$$

$$Q = \int_0^I 13 I_3 R dI_3 = 13 \frac{I_3^2}{2} R \Big|_0^I =$$

$$= \frac{13}{2} \frac{\varepsilon^2}{R} = \frac{13}{2} \frac{\varepsilon^2}{R}$$

$$\text{Answer: 1) } I_0 = \frac{\varepsilon}{2R} \quad 2) \dot{I}_3 = \frac{2\varepsilon}{7L}$$

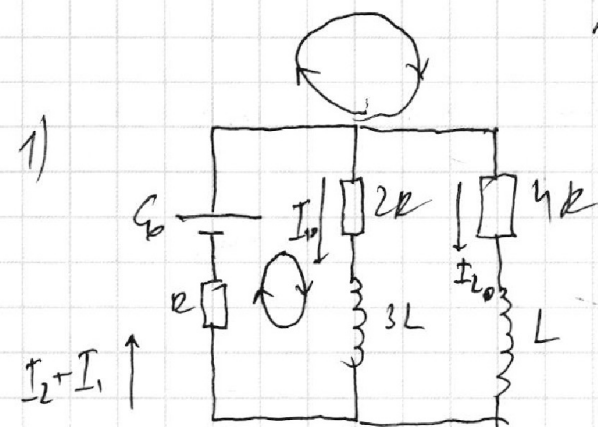
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Установившиеся режим, $U_L = U_{3L} = 0$.

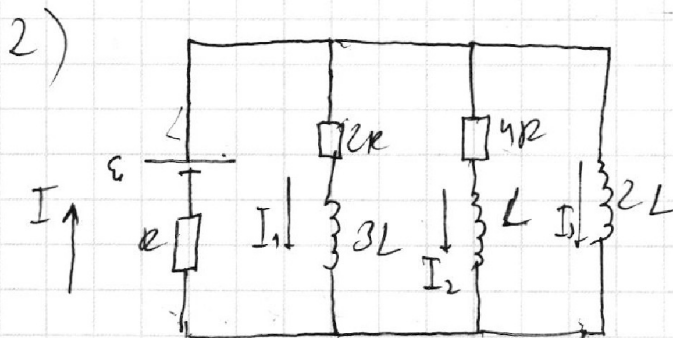
Кирхгоф:

$$E = I_1 \cdot 2R + (I_1 + I_2) R$$

$$E = I_2 \cdot 4R + (I_1 + I_2) R$$

$$I_1 R = \frac{E - I_2 R}{3} ; E = 5 I_2 R + \frac{E - I_2 R}{3}$$

$$3E = 15 I_2 R + E - I_2 R \Rightarrow I_2 = \frac{E}{7R} ; I_1 = \frac{2E}{7R}$$



Сразу после замыкания ток в контуре резко не меняется

Кирхгоф для контура с E и катушкой 2L:

$$E = 2L \frac{dI_3}{dt} + I_1 R$$

$$I_3 = \frac{E - I_1 R}{2L} = \frac{E - \frac{3E}{7}}{2L} = \frac{2E}{7L}$$

3) Записываем 3 ур-ние из Кирхгофа

3) 3 ур-ние из Кирхгофа для любого момента времени

$$E = 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3) R$$

$$E = 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3) R$$

$$E = L \cdot \frac{dI_2}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3) R$$

Отсюда $3I_1 = 2I_3 = I_2$

в любой момент времени

$$3q_1 = 2q_3 = q_2$$

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

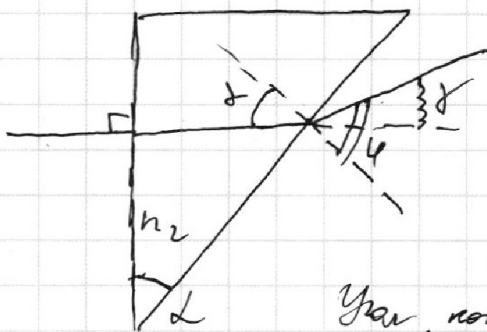
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



р 5.

- 1) П.к. $n_1 \approx n_2 \approx 1$, можно считать, что преломление с.п.п. n_1 ≈ 1 , $\sin \alpha \approx \alpha$, п.к. α - м.м.:

$$n_2 \sin \alpha \approx n_1 \sin \beta$$



$$\sin \beta \approx \frac{n_2 \sin \alpha}{n_1} \approx \frac{n_2 \alpha}{n_1}$$

$$\beta \approx \arcsin\left(\frac{n_2 \sin \alpha}{n_1}\right) \approx \arcsin(0,17)$$

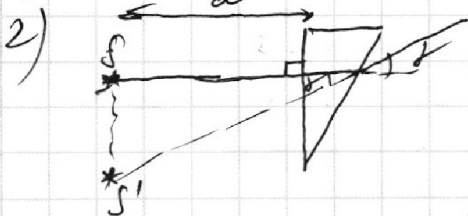
Угол, который нам надо найти - δ .

$$\delta \approx \alpha - \beta \approx \alpha - \arcsin\left(\frac{n_2 \sin \alpha}{n_1}\right) \approx 0,1 - 0,17 \approx -0,07$$

(маленький угол)

2)

Можно найти угол δ между S и S' относительно S .

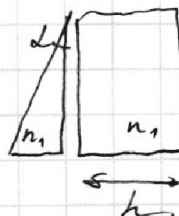


S' - изображение.

$$SS' \approx d \tan \delta \approx 100 \cdot 0,07 \approx 7 \text{ см}$$

- 3) Разделим пружину с показателем n_1 на 2 (вспомогательную пружину с показателем n_2 и основную).

Пружина с $n_2 \approx 1,7$ повернется на угол α и β из центра.



Пружина с $n_2 \approx 1,7$ повернется на угол α и β из центра.

Пружина с $n_2 \approx 1,7$ повернется на угол α и β из центра.

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!



№1

$$1) a = \frac{dV}{dt} = f \cdot d$$

$$\Delta t = 6 \text{ с} \quad \Delta V = 4$$

$$\frac{a}{b} = f \cdot d = \frac{2}{3} \approx 0,666$$

$$\frac{3}{4} \approx 0,75$$

$$P = \omega \omega t$$

$$P = A = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ 7,5 \\ \hline 120 \\ 168 \\ \hline 180 \end{array}$$

$$F_R = F_T$$

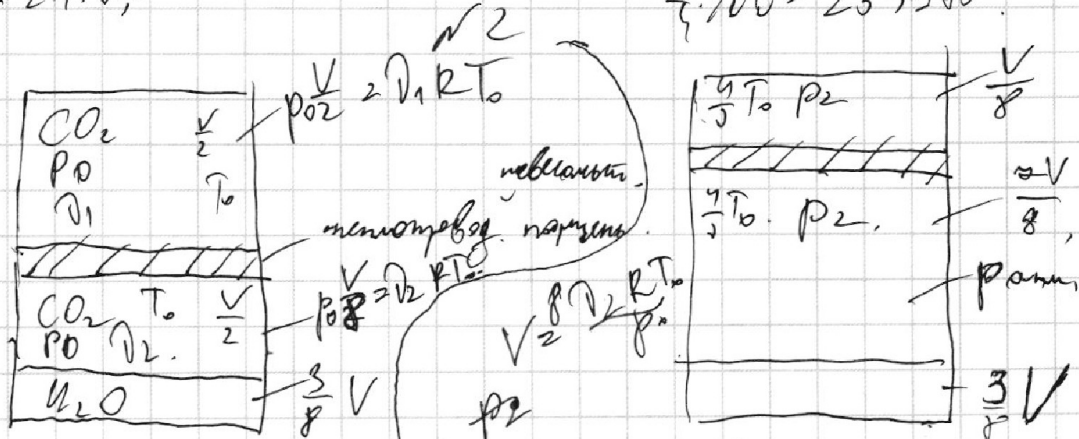
$$F_T - F_c = ma$$

$$F_c = F_T - ma = 200 - 240 \cdot 0,75 = 6$$

$$\frac{P_c}{P_T} = \frac{F_c}{F_T} = \frac{200 - 240 \cdot 0,75}{200} = \dots$$

$$200 - 24 \cdot 7,5$$

$$3 \cdot 100 = 257 = 75^\circ$$



$$\Delta V = k p_0 W$$

$$\Delta V = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V$$

$$\frac{4}{3} V_1 R T_0 = \frac{4}{3} V_2 R T_0$$

$$V_1 = 4 V_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 4$$

$$p_2 \frac{V}{8} = \frac{4}{3} V_1 R T_0$$

$$p_2 \frac{V}{8} = \frac{4}{3} (V_2 + \Delta V) R T_0$$

$$\frac{4}{3} V_1 R T_0 = \frac{4}{3} (V_2 + \Delta V) R T_0$$

$$4 V_1 = V_2 + \Delta V$$

$$15 V_2 = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V$$

$$15 V_2 = k \cdot p_0 \cdot \frac{3}{8}$$

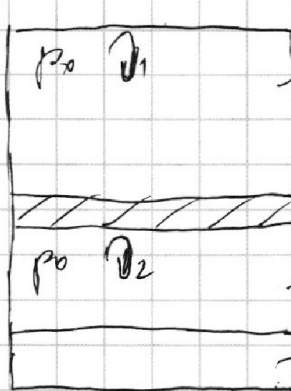
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

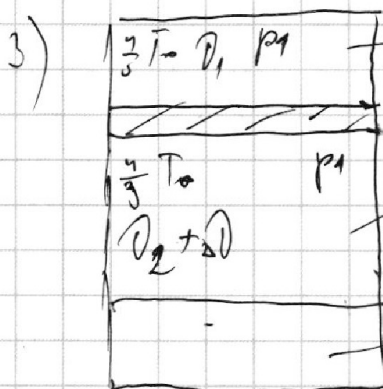
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{V}{2} \quad 1) \quad \rho_0 \frac{V}{2} = \rho_1 R T_0 \quad \left(\rho_1 = \frac{\rho_0}{2} \right)$$

$$\rho_0 \frac{V}{8} = \rho_2 R T_0 \quad \left(\rho_2 = \frac{\rho_0}{8} \right)$$

$$\Delta \rho = \rho_0 \frac{3V}{8} = 3\rho_0 \frac{V}{8}$$



$$\frac{V}{8} \quad 2) \quad \rho_1 = \frac{\rho_0}{8} \quad \rho_2 = \frac{\rho_0}{8}$$

$$\rho_1 = \rho_{\text{perm}} + \rho_2$$

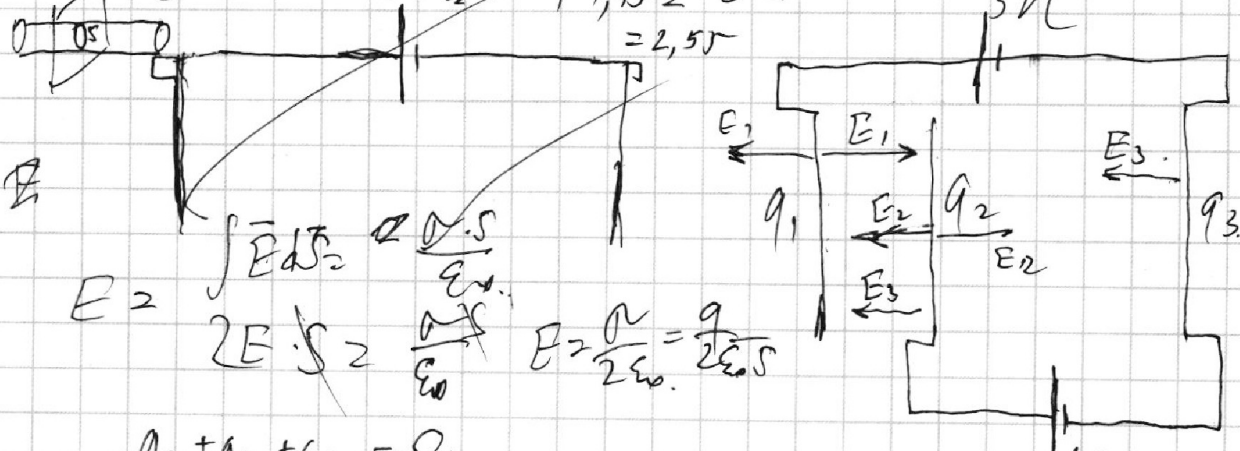
$$\frac{V}{8} \quad \rho_1 = \frac{\rho_0}{8} \quad \rho_2 = \frac{\rho_0}{8}$$

$$\rho_1 = \frac{\rho_0}{8} \quad \rho_2 = \frac{\rho_0}{8}$$

$$\left(\rho_{\text{perm}} + \frac{\rho_0}{8} \right) \frac{V}{8} = \frac{\rho_0}{8} R T_0$$

$$\rho_{\text{perm}} + \frac{\rho_0}{8} \frac{V}{8} = \rho_{\text{perm}} + \frac{\rho_0}{8} R T_0$$

$$\frac{V}{8} = \frac{\rho_0}{8} R T_0$$



$$E = \frac{\int \vec{E} d\vec{S}}{2\epsilon_0 S} = \frac{q}{2\epsilon_0 S}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$F = m \vec{E} q = q \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$E = \frac{dI_3}{dt} 2L + I_3 R$$

$$E = 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} + I_3 R (I_1 + I_2 + I_3)$$

$$I_1 R + 3L \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 4R +$$

$$I_1 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} =$$

$$= I_2 \cdot 4R + L \frac{dI_2}{dt}$$

$$A_{\text{ген}} = Q_{\text{аку}} = \dots$$

$$I_1 R = L \ddot{q}_2 - 3L \ddot{q}_1 + I_2 \cdot 4R$$

$$I_2 \cdot 4R + L \frac{dI_2}{dt} =$$

$$= 2L \frac{dI_1}{dt}$$

След.

$$E = 2L \frac{dI_3}{dt} \quad I_1 \cdot 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} = 2L \frac{dI_1}{dt} - L \frac{dI_2}{dt}$$

$$I_1 \cdot 2R = 2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2 - 3L \ddot{q}_1$$

$$E = 2L \frac{dI_3}{dt} \quad I_2 \cdot 4R + L \ddot{q}_2 +$$

$$E = I_2 \cdot 4R + L \ddot{q}_2 + L \ddot{q}_3 - 3L \ddot{q}_1 + I_2 \cdot 4R +$$

$$+ \frac{2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2}{4} = \frac{3}{2} (2L \ddot{q}_2 - L \ddot{q}_2) +$$

$$+ \frac{L \ddot{q}_2}{4}$$

$$E = 2L \ddot{q}_3 + \frac{2L \ddot{q}_3 - 3L \ddot{q}_1}{2} + \frac{2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2}{4} +$$

$$+ I_1 \ddot{q}_3 R \quad I_1 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 4R$$

$$I_2 2R + I_3 4R = 3L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\frac{dI_1}{dt} 3L - 2L I_3 = 0 \quad \frac{dI_1}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} = 0 \quad 3 dI_3 = 2 dI_1$$

$$3 I_1 = 2 I_3 \quad 2L I_3 - I_2 = 0 \quad I_2 = 2 I_3$$

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

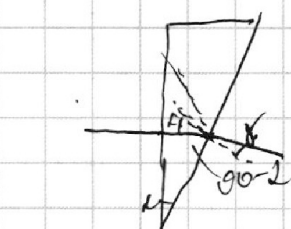
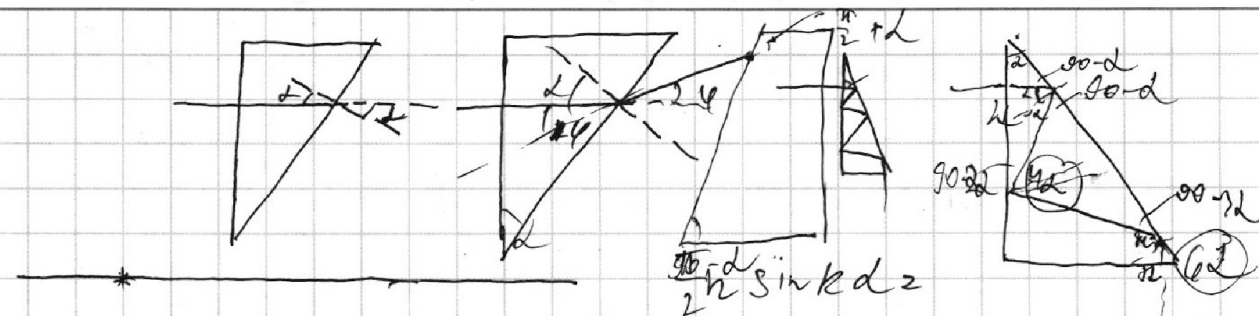
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$\delta = 5,5 \pm 0,5$$

$$\sin \gamma \approx 0,17$$

$$\sqrt{1-0,17^2}$$

$$n_2 \sin \alpha \approx n_6 \sin \gamma$$

$$\sin \gamma \approx$$

$$\gamma \approx \alpha \quad \sin \gamma \approx \frac{n_6 \sin \alpha}{n_2} \approx \frac{n_6}{n_2}$$

$$\gamma \approx \arcsin(0,17) \approx 0,17$$

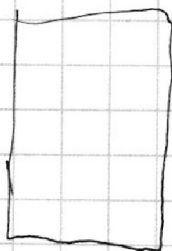
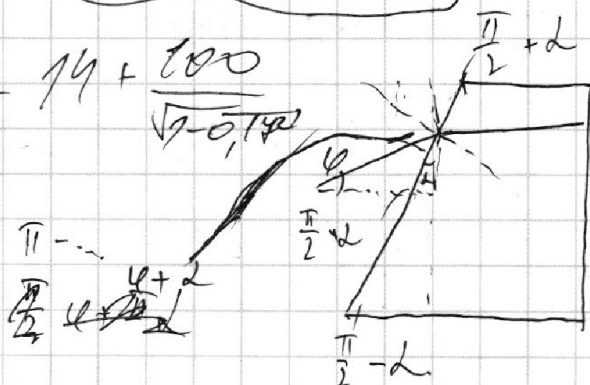
$$\cos \alpha = \frac{a}{r}$$

$$r = a \frac{n_6}{\cos \alpha}$$

$$E_1 \frac{d}{s} = \frac{n_6^2}{2} - \frac{n_2^2}{2} \cos \varphi = 14 + \frac{100}{\sqrt{1-0,17^2}}$$

$$E_2 \frac{d}{s} = \frac{n_6^2}{2} - \frac{n_2^2}{2}$$

$$\frac{n_2^2}{2} \left(\frac{64}{d} + \frac{116}{2d} \right)$$



$$\vec{v} \approx \vec{v}_R$$

$$2L \ddot{q}_3 \approx L \ddot{q}_2 + I_2 \ddot{\varphi}$$

$$\vec{v} \approx 2L \ddot{q}_3 + (I_1 R + I_2 + I_3) \ddot{\varphi}$$

$$E \frac{d}{s} \approx \Delta W + I R \quad \vec{v} \approx \vec{v}_R$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

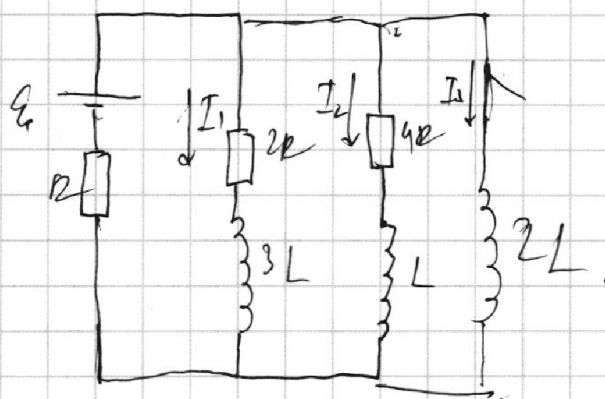
МФТИ

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

$$(E_1 - E_2 - E_3) q = \max, \text{ and } 2a \frac{d}{dt} = V^L - V_0^L$$

$$I_{01} = \frac{E_0 - \frac{E}{7}}{3R} = \frac{8E}{7R}$$

н/ч.



$$\begin{aligned} E &= I_1 \cdot 2R + I_1 R \\ E &= I_2 \cdot 4R + I_2 R \\ I_2 &= I_1 + I_3 \end{aligned}$$

$$2E = I_1 \cdot 2R + I_2 \cdot 4R + 2I_3 R + 2I_2 R$$

$$E = I_1 \cdot 2R + (I_1 + I_2) R$$

$$E = I_2 \cdot 5R + I_3 R$$

$$E = 3E - 5I_2 R + I_2 R$$

$$I_1 = \frac{E}{R} - 5I_2$$

$$2E = 14I_2 R; I_2 = \frac{1}{7} \frac{E}{R}; I_1 = \frac{E}{R} - \frac{5}{7} \frac{E}{R} = \frac{2E}{7R}$$

$$E = I_3 R + 2L \frac{dI_3}{dt} + I_3 R$$

$$E = I_1 \cdot 2R + \frac{E - I_3 R}{2L} = \frac{E - 2E}{2L} = \frac{E - 2E}{2L}$$

$$= \frac{5E}{44L}$$

$$E = 2L \frac{dI_3}{dt} + I_3 R$$

$$E = L \frac{dI_2}{dt} + I_2 R$$

$$E = 3L \frac{dI_3}{dt} + I_3 R$$

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

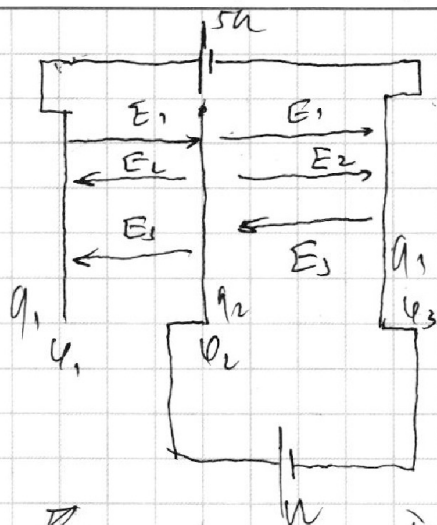
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$U = U_2 - U_3 = \int d\vec{E} =$$

$$d \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) =$$

$$U_1 - U_2 + U_2 - U_3 =$$

$$= \frac{d}{S} \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0} - \frac{q_2}{2\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\epsilon_0} \right) \neq U = 5U$$

$$4U$$

В.
 не сходя заряды

$$d \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$12 q_1 + 12 q_2 - 12 q_3 = q_1 - q_2 - q_3 \quad \left| - \frac{1}{12} \right.$$

$$\begin{cases} 11 q_1 + 13 q_2 - 11 q_3 = 0 \\ 11 q_1 + 11 q_2 + 11 q_3 = 0 \end{cases}$$

$$\frac{U}{d} \cdot 2\epsilon_0 S = 2 q_1 + q_2 - q_3$$

$$\frac{4U}{d} \cdot 2\epsilon_0 S = q_1 - q_2 - q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 = \frac{12 U \epsilon_0 S}{d}$$

$$2 q_2 - 2 q_3 = 2 q_1 - 2 q_3$$

$$2 q_2 = 2 q_3 \Rightarrow q_2 = q_3$$

$$12 = 12 \Rightarrow (E_1 + E_2 - E_3) q$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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



$$+ \cancel{\frac{2}{3}} \cdot \frac{2}{5} I_3 \cdot 2R + \cancel{4} \cdot 2I_3 \cdot 4R = Q$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 3I_3 + \frac{2}{5}I_3 = I_3 \leq \frac{11}{5}I_3$$

$$\cancel{13} \cdot \frac{13}{5} + \cancel{24} \cdot \frac{24}{3} = \frac{34}{5}$$

$$G_0 = \cancel{I_3} \cdot I_R$$

$$\frac{11}{5} + \frac{4}{5} \neq \frac{24}{5} = \frac{34}{5} = 13$$

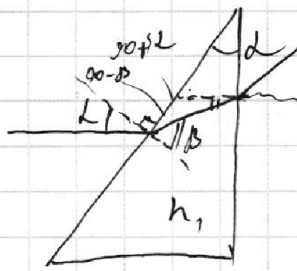
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МОФИ

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



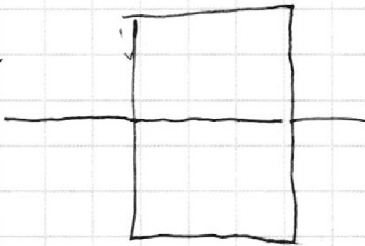
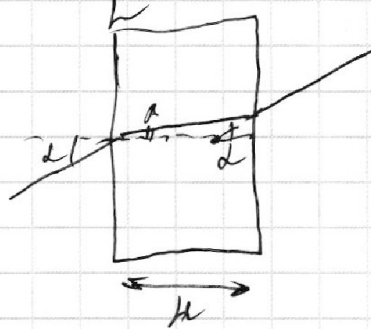
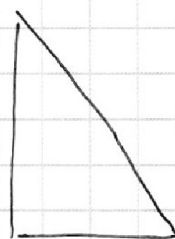
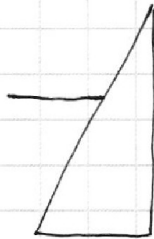
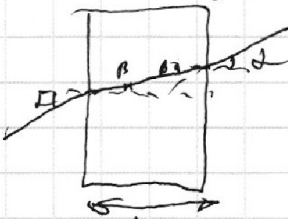
$$100 - (100 + 2 - \beta) = \beta - 2$$

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

$$n_1 h = a \cdot \tan \beta = (n_2 - 1) d = 0,15 \cdot 0,04 = 0,006$$

$$h = 0,004$$

$$2a \tan \beta$$

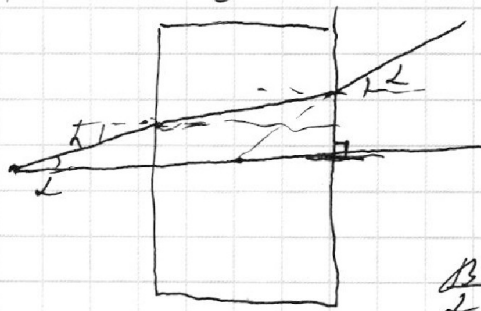
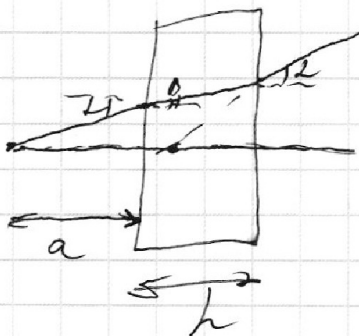


$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_1 d = n_2 \beta$$

$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2}$$

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



$$\frac{\beta}{2} = \frac{n_1}{n_2}$$

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

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

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

$$d = \frac{n_1}{n_2}$$

$$h - n_2 = h - \frac{\beta h}{2} = h - \frac{n_1}{n_2} h$$

$$= h/2$$

