



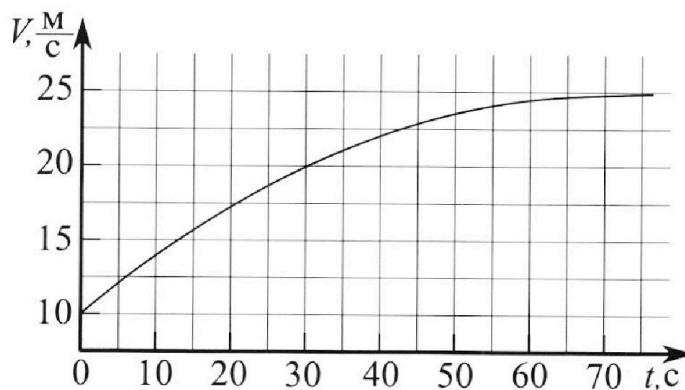
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

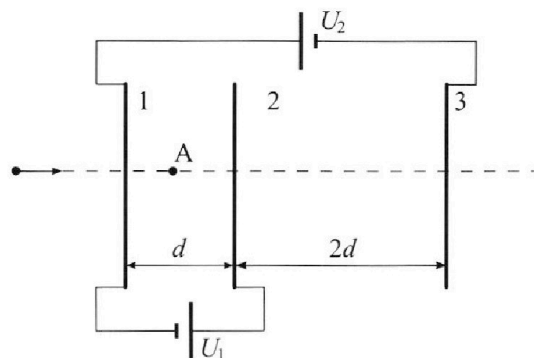
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 $2d$ (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 A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

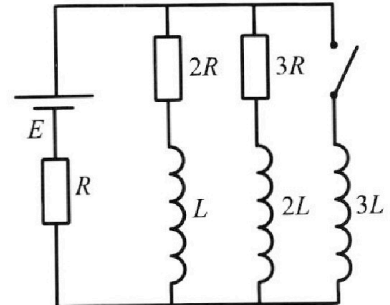
Вариант 11-01

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

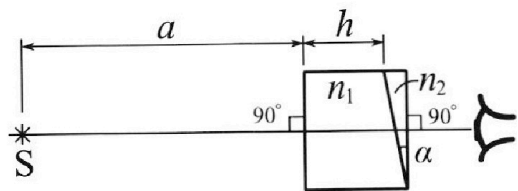
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 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 $n_v = 1,0$. 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, 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:

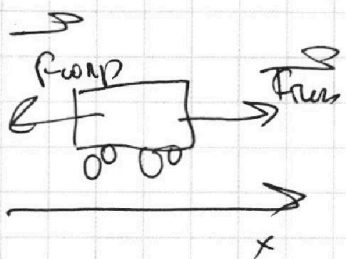
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$5. \vec{F}_{\text{comp}} = -k\vec{v}$$

$$6. x: F_{\text{res}} + F_{\text{comp}} = ma_x ; 7. F_{\text{res}} - kU_1 = ma_1$$



$$8. F_1 = ma_1 + kU_1$$

$$9. \text{В конце } T \text{ — } \text{ок} \text{ разгов } a \approx 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k \cdot v_{\text{max}} \approx F_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{v_{\text{max}}} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$$

$$\frac{500 \cdot 25}{50 \cdot 20} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$10. F_1 = 1800 \text{ м} \cdot 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 140 \text{ Н}$$

$$11. P_1 = F_1 \cdot v_1 \text{ (узелано, что } A = F \cdot ds, P = \frac{dA}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \frac{F \cdot ds}{dt} = Fv)$$

$$12. P_1 = 140 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2800 \text{ Вт}$$

В

Ответ: 1) $0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 2) 140 Н 3) 2800 Вт

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!

Дано:

$$m = 1800 \text{ кг}$$

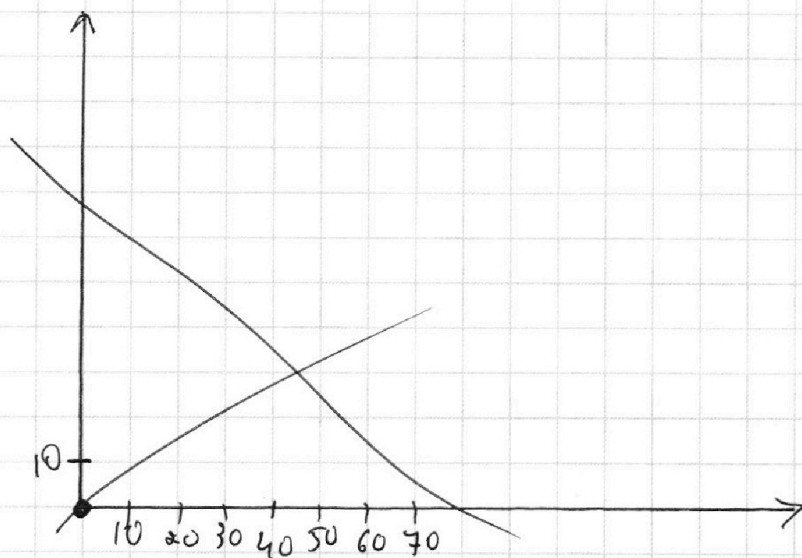
$$F_k = 500 \text{ Н}$$

Найти:

1) v_1 - ?

2) F_1 - ?

3) P_1 - ?



$s - r$:

$$s, \dot{v}_1 = a_1 -$$

$\tan \alpha$ (наклона

касательной к

точке v_1)

$$\begin{array}{r} 8,75 \overline{) 30} \\ \underline{27} \\ 30 \\ \underline{27} \\ 30 \\ \underline{27} \\ 30 \end{array}$$

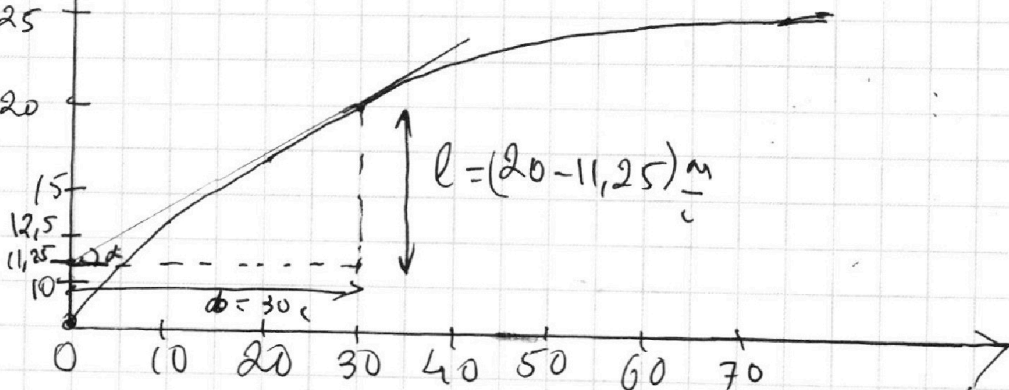
$$\begin{array}{r} 30 \\ \times 9 \\ \hline 270 \\ - 20,00 \\ \hline 11,25 \\ \times 8 \\ \hline 89,75 \end{array}$$

2 $2,5 : 2 =$

$$= 1,25$$

3. $10 : 1,25 =$

$$= 11,25$$



4. $v_0 = 1 \text{ м/с}, t_0 = 1 \text{ с.}$ - график - и график, $\tan \alpha$ (наклона касательной к точке v_1)

4. $a = \frac{8,75}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



СОГЛАСИЕ
родителя (законного представителя)
на обработку персональных данных
несовершеннолетнего



я, Сидоркина Ольга Александровна ФИО
паспортные данные: 66-18 931234 выдан УМВД России по Смоленской области 670-001 07.05.2018
серия, номер, кем и когда выдан, код подразделения
проживающий по адресу указывается адрес места постоянной регистрации:
г. Смоленск, ул. Пригородная, д. 10, кв. 68

являясь законным представителем несовершеннолетнего на основании ст. 64 п. 1 Семейного кодекса РФ, настоящим даю свое согласие на сбор, систематизацию, хранение, использование, распространение (передачу) и публикацию персональных данных, а также олимпиадных работ, в том числе в сети "Интернет" моего несовершеннолетнего ребенка (подопечного)

Хвощинская Влада Дмитриевна

24.10.2005

ФИО

Дата рождения

Паспорт РФ

6620

000252

05.11.2019

Тип документа

Серия

Номер

Дата выдачи

214004, Россия, Смоленская обл, г Смоленск, ул Пригородная, д 10, кв 68

Адрес проживания

и даю согласие в отношении обработки персональных данных моего несовершеннолетнего ребенка (подопечного) при участии в олимпиаде на площадке федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ, Физтех) (далее – оператор) в электронной информационно-образовательной среде с применением дистанционных образовательных технологий. Я соглашаюсь, что персональные данные моего несовершеннолетнего ребенка (подопечного) будут ограниченно доступны организаторам олимпиады для решения административных и иных рабочих задач.

Перечень персональных данных моего несовершеннолетнего ребенка (подопечного), на обработку которых я даю согласие:

- фамилия, имя, отчество;
- класс обучения;
- год, дата и место рождения;
- пол, возраст;
- адрес и дата регистрации по месту постоянной регистрации;
- адрес места жительства;
- паспортные данные (серия, номер, код подразделения, кем и когда выдан);
- СНИЛС;
- телефонный номер (мобильный, домашний, рабочий);
- e-mail;
- гражданство;
- анкетные и биографические данные;
- фотография, видеозапись.

Я проинформирован(а), что под обработкой персональных данных понимаются действия (операции) с персональными данными в рамках выполнения Федерального закона №152 от 27 июля 2006 г., конфиденциальность персональных данных соблюдается в рамках исполнения Операторами законодательства Российской Федерации. Я соглашаюсь на получение информационных писем, направленных посредством рассылки рекламного, информационного характера от оператора и уполномоченных оператором лиц от организаторов олимпиады на E-mail, указанный при регистрации.

Я соглашаюсь с тем, что персональные данные моего несовершеннолетнего ребенка (подопечного) обрабатываются оператором автоматизированным и неавтоматизированным способом и хранятся в архиве оператора, сроки хранения в котором устанавливаются действующим законодательством РФ. Я имею право на бесплатный свободный доступ к своим персональным данным, обрабатываемым оператором, их отзыв (полностью или частично) или блокирование (по личному письменному заявлению).

Я подтверждаю, что все указанные мной данные верны и в указанном виде будут использованы при печати дипломов олимпиад в случае их получения. Я соглашаюсь на передачу данных в государственный информационный ресурс о детях, проявивших выдающиеся способности, созданный во исполнение Постановления Правительства Российской Федерации № 1239 от 17 ноября 2015 г.

Я подтверждаю, что ознакомлен(а) с Порядком проведения олимпиад школьников, Положением и Регламентом проведения олимпиады школьников "Физтех".

3. 02 2023 г.

Ольга
Подпись законного
представителя

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!

$$29. \frac{25p_0}{8} = p_1 = p_2 = \frac{25RT_0}{44V} (4J_{O2} + k_{pO}V) + p_{атм}$$

$$29. J_{O2} = \frac{J_{O1}}{2}$$

$$29. \frac{5J_{O1}RT_0}{4} = \frac{25p_0 \cdot V}{8 \cdot 5}$$

$$29. J_{O1}RT_0 = \frac{p_0 \cdot V}{2} \Rightarrow \frac{p_0 V}{4RT_0} = J_{O2}$$

$$32. \frac{25p_0}{8} = \frac{25RT_0}{44V} \left(\frac{4 \cdot p_0 V}{4RT_0} + k_{pO}V \right) + p_{атм}$$

$$33. \frac{p_0}{8} = \frac{RT_0}{44} \left(\frac{p_0}{RT_0} + k_{pO} \right) + p_{атм}$$

$$34. \frac{p_0}{8} \left(\frac{1}{8} \right)$$

$$34. \frac{p_0}{8} - \frac{RT_0}{44} \left(\frac{p_0}{RT_0} + k_{pO} \right) \neq p_{атм}$$

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!

$$9. J_2(\omega_2) = J_{20} + \Delta J = J_{20} + \frac{k p_0 V}{4}$$

10. В конечном состоянии CO_2 в фазе нет $\Rightarrow$ он весь в газообр. состоянии.

11. Вначале: где верх. сечение: $\frac{p_0 \cdot V}{2} = J_{01} \cdot R T_0$

В конце: $\frac{p_1 \cdot V}{5} = \frac{J_{01} \cdot R \cdot 5 T_0}{4} \Rightarrow$

$$\frac{5 \cdot p_0 V}{2 \cdot p_1 V} = \frac{J_{01} R T_0 \cdot 4}{J_{01} \cdot R \cdot 5 T_0} \Rightarrow 25 p_0 = 8 p_1 \Rightarrow p_1 > p_0$$

Две кинемат. в 1-м сечении:

12. $\frac{p_0 \cdot V}{4} = J_{02} R T_0$

13. $\frac{25 p_0 \cdot V^*}{8} = \frac{5 J_{02} R T_0}{4}$ (где J_{02} — кол-во вышедшего в 2-м сечении)

14. $\frac{p_0 V^*}{8} = \frac{J_{02} R T_0 \cdot 4}{5 J_{02} R T_0} \Rightarrow V = 10 V^* \cdot \frac{J_{02}}{J_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow V = 10 V^* \cdot \frac{J_{02}}{J_2}$

15. $\frac{p_0 \cdot V \cdot 8^2}{1 \cdot 4 \cdot 25 p_0 \cdot V^*} = \frac{J_{02} R T_0 \cdot 4}{5 J_{02} R T_0}$

15. $\frac{2V}{25 V^*} = \frac{4 J_{02}}{5 J_2} \Rightarrow 2V \cdot J_2 = 20 J_{02} V^*$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

Дано:

$$T = 5T_0 = 373 \text{ K}$$

V - общий объем

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$k \approx \left(\frac{1}{3}\right) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Па}}$$

Найти:

1) $\frac{V_{01}}{V_{02}} \sim ?$

2) $p_0 \sim ?$ и макс. Δp (в атмосферах)

1. $p_{01} = p_{02} = p_0$ (т.к. поршень не касается)

2. $\frac{p_0 \cdot V}{2} = V_{01} \cdot RT_0$ - урав. уг. веса

3. $\frac{p_0 \cdot V}{4} = V_{02} \cdot RT_0$ - урав. уг. веса

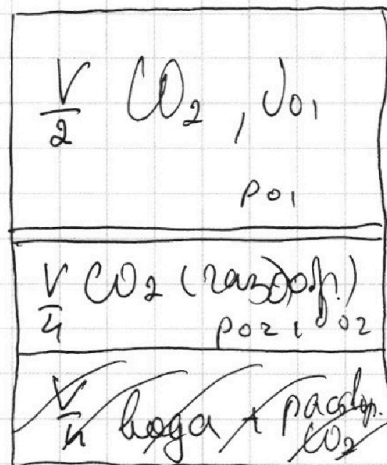
4. $\frac{p_0 \cdot V \cdot 4}{2 \cdot p_0 \cdot V} = \frac{V_{01} \cdot RT_0}{V_{02} \cdot RT_0} \Rightarrow \frac{V_{01}}{V_{02}} = 2$

5. После вып.-е:

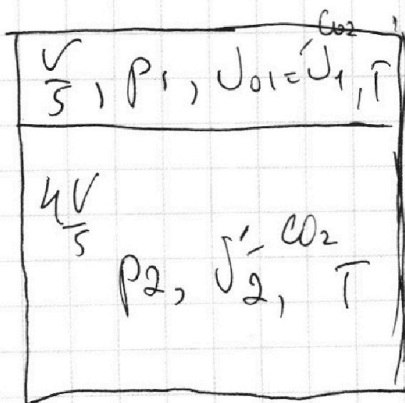
6. $p_1 = p_2$

7. $\frac{p_1 \cdot V}{5} = V_{01} \cdot RT \Rightarrow p_1 \cdot V = 5 V_{01} \cdot RT$

8. ΔU (до вып.-е) =
 $= k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{k p_0 V}{4}$



Реш:



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!

$$16. \frac{2V_{02}}{20V_{02}} = V^* = \frac{V_{02}}{10 \cdot V_{02}}, \text{ но } V^* > \frac{V}{24} - \text{допускаем}$$

$$17. V_2 = V_{02} + \Delta V + V_{\text{в.н.}} - \text{лог. пар.}$$

$$18. \text{П.н. лог. пар. + пар. нах. - е } \& \text{ соуде доам} \Rightarrow \\ \Rightarrow \text{лог. пар. нах. нах.} \Rightarrow p_{\text{в.н.}} = p_{\text{ам}}$$

$$19. P_2 = P_{\text{ам}} = p_{\text{в.н.}} + p_{\text{соз}}$$

$$20. V_{\text{амх. отсеч}} = \frac{4V}{5}$$

$$21. V_{\text{х-н}} \text{ не мели-е} = \frac{V}{4}$$

$$22. V_{\text{амх}} = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16V - 5V}{20} = \frac{11V}{20} - \text{замм. сдз ч} \\ \text{замм. лог. пар.}$$

$$23. p_{\text{ам}} + p_{\text{соз}} = p_1^* = p_2$$

$$24. \frac{11V}{20} \cdot p_2' = (V_{02} + \Delta V) \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$25. \frac{11V}{20} p_2' = \frac{5}{4} (V_{02} + \frac{k p_0 \cdot V}{4}) R T_0$$

$$26. p_2 = p_2' + p_{\text{ам}} = \frac{20 \cdot 5 \cdot (V_{02} + \frac{k p_0 \cdot V}{4}) R T_0}{4} + p_{\text{ам}}$$

$$27. p_2 = \frac{25 R T_0}{4 \cdot 11 \cdot V} (4 V_{02} + k p_0 \cdot V) + p_{\text{ам}} = \frac{25 \cdot R T_0}{44 \cdot V} (4 V_{02} + k p_0 \cdot V) + p_{\text{ам}}$$

$$28. \frac{25}{8} p_0 = \frac{25 R T_0}{44 V} (4 V_{02} + k p_0 \cdot V) + p_{\text{ам}}$$

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!

8. $\frac{mU_1^2}{2} = k_1; \frac{mU_2^2}{2} = k_2$

9. $k_{\text{нн}} - a: -2a_{12}d = U_2^2 - U_1^2 \Rightarrow 2a_{12}d = U_1^2 - U_2^2$

10. $k_1 - k_2 = \frac{m}{2} (U_1^2 - U_2^2) \Rightarrow \frac{2a_{12}d \cdot m}{2} = k_1 - k_2$

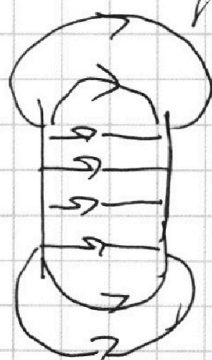
11. $k_1 - k_2 = \frac{m \cdot d \cdot g \cdot h}{m \cdot d} = g \cdot h$

12. $W_0 = \frac{mU_0^2}{2}$ — нач. кин. эн-я шарика

13. $W_A(\text{л.т. А}) = \frac{mV^2}{2} + W_{A\text{пот.}}$

14. $W_{A\text{пот.}} = g \cdot Q_A(\text{пот. л.т. А (возд-е движ-е н-нн)})$

15.



— сил. линии в попер-е сечении
краевых эфф-в.

16.

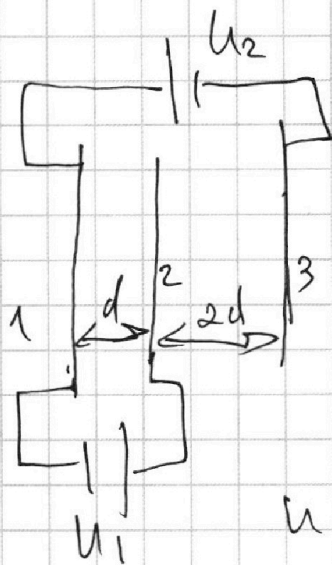
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Дано:
 $U_2 = 4U$

$U_1 = U$

$V_0, d, 2d, q, m$

Найти:

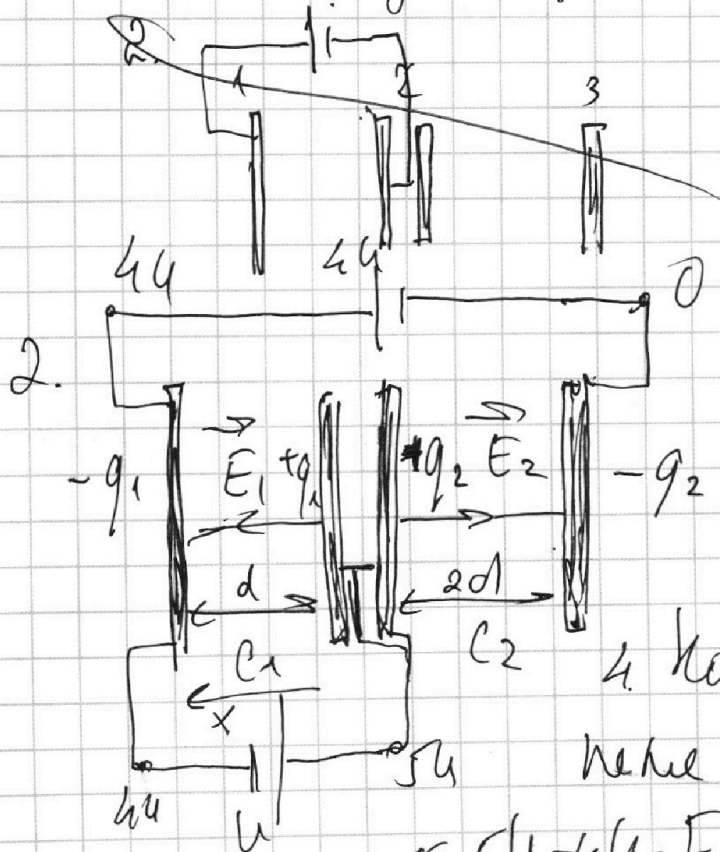
1) $a_{12} - ?$

2) $k_1 - k_2$

3) $U(d, k)$

Решение:

1. Пр-м н-у 3 след. образом
и получим (кас-ду из 2-ух
конденсаторов



3. ЗСВ работает $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ при рас-е
(в поле внутри
н-н-н = 0 - пр-н)

4. Конг-р C_2 не созд.

н-н-н в поле к-та C_1 .

5. $5U - 4U = E_{уд} \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$

6. $q E_1 = m a_{12} \Rightarrow$ 3-й к-а где рас-н

7. $a_{12} = \frac{qU}{md}$

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!

$$16. U_{2R} = I_{2R} \cdot R = \frac{dq_{2R}}{dt} \cdot R, U_L = L \cdot \frac{dI_L}{dt}$$

$$17. U_{3L} = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt}$$

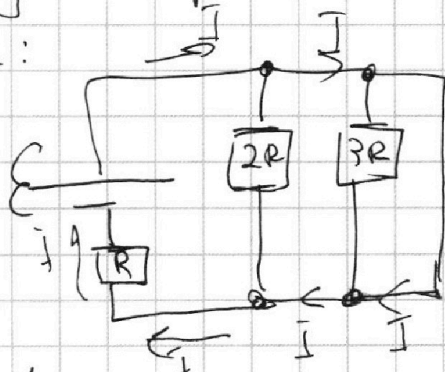
$$18. \frac{dq_{2R}}{dt} \cdot R + L \frac{dI_L}{dt} = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$19. dq_{2R} \cdot R + L dI_L = 3L \cdot dI_{3L}$$

20. ~~Проект-м от 3-м на 4-го года - е~~
уст. режима:

$$q_{2R} \cdot R$$

20. В уст-е режиме катушка и индуктор 3-м на
кратков: $21. I \cdot R = \mathcal{E} \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R}$



$$I = I_{3L} \text{ кон.}$$

$$22. I_{2R} \text{ кон} = 0, I_L = 0 \text{ кон.}$$

$$23. \oint dq_{2R} \cdot R + \oint L dI_L = \oint 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \quad (\text{от 3-е}$$

индуктора по уст. р-а)

$$24. q_{2R} \cdot R + L(0 - I_{01}) = 3L \cdot \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right)$$

$$25. \frac{3L\mathcal{E}}{R} + L \cdot 3\mathcal{E} = q_{2R} \cdot R \Rightarrow \frac{3\mathcal{E} \cdot L \cdot 11}{R} + 3\mathcal{E} \cdot L = q_{2R} =$$

$$= \frac{36\mathcal{E}L}{11R^2} \quad \text{Order: } 1) \frac{3\mathcal{E}}{11R}; 2) \frac{2\mathcal{E}}{11L}; 3) \frac{36\mathcal{E}L}{11R^2}.$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

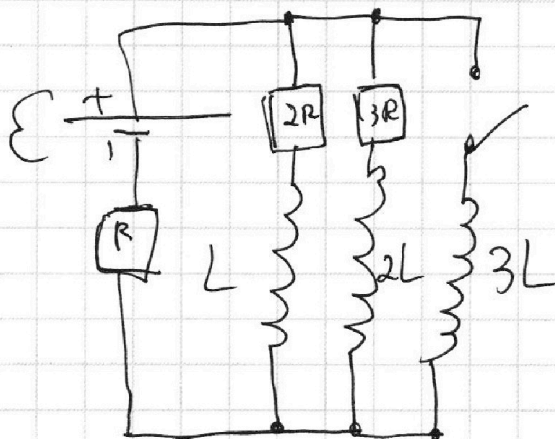
Дано:

$\mathcal{E}, R, 2R, 3R,$
 $L, 2L, 3L$

Найти:

1) $I_{01} - ?$

2) $\left(\frac{dI_{3L}}{dt}\right)_0 - ?$

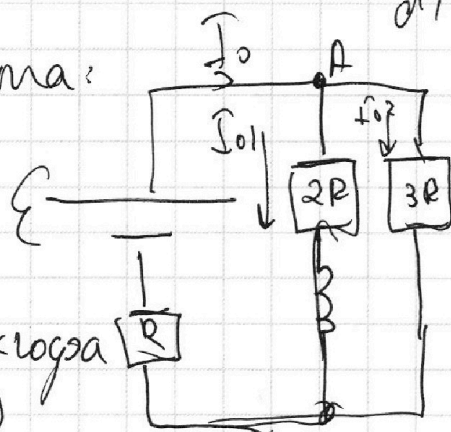


Решение:

3) $q_{2R} - ?$ 1. До 3-е коуса 1 цепи уст-е
режим $\Rightarrow I_L = \text{const}, I_{2L} = \text{const}$

2. $U_L = L \cdot \frac{dI_L}{dt} = 0, U_{2L} = 2L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt} = 0$

3. Излуд. схема:



— мисл-о за-
меним кат-ч
на пролог

4. $I_0 = I_{01} + I_{02}$

И др-о кр-клог-а
где узла A)

5. $I_{01} \cdot 2R = I_{02} \cdot 3R$ (д-во кр-клог. с-е)

6. $\frac{I_{01} \cdot 2}{3} = I_{02}$

7. $I_0 = I_{01} + \frac{2}{3} I_{01} = \frac{5}{3} I_{01}$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

8. II нр - 0 нр + 2 нр для всей цепи.

$$\mathcal{E} = I_{01} \cdot 2R + I_{01} \cdot R$$

$$9. \mathcal{E} = I_{01} \cdot 2R + \frac{5}{3} I_{01} \cdot R = \frac{11 I_{01} R}{3} \Rightarrow \frac{3 \mathcal{E}}{11 R} = I_{01}$$

10. сразу после 3-е ключа: $I_{3L} = 0$ (тогда в к-е ие м-е мнимо), $I_L = I_{01} = \frac{3 \mathcal{E}}{11 R}$,

$$I_2 = I_{02} = \frac{5}{3} I_{01} = \frac{5}{3} \cdot \frac{3 \mathcal{E}}{11 R} = \frac{5 \mathcal{E}}{11 R} \quad (\text{из тех же соображений})$$

11. $\mathcal{E} = U_{3L} + I \cdot R$, где I - общий ток

$$12. I = I_L + I_{2L} + I_{3L} = I_0 \Rightarrow \mathcal{E} - I_0 R = U_{3L}$$

$$13. U_{3L} = 3L \cdot \left(\frac{dI_{3L}}{dt} \right)_0 = \mathcal{E} - \left(\frac{5}{3} \cdot I_{01} \right) R = \mathcal{E} - \frac{5}{3} \cdot \frac{3 \mathcal{E}}{11 R} \cdot R$$

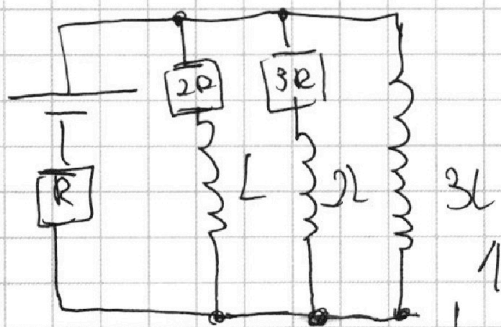
$$= \frac{6 \mathcal{E}}{11} \Rightarrow \frac{6 \mathcal{E}}{33 L} = \left(\frac{dI_{3L}}{dt} \right)_0 = \frac{2 \mathcal{E}}{11 L}$$

14. В уст. режиме после 3-е ключа: $I'_L = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow U'_L = 0, I'_{2L} = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U'_{2L} = 0, I'_{3L} = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U'_{3L} = 0$$



15. В каждый момент времени:

$$U_L + U_{2R} = U_{3L} \quad (\text{закон сохранения энергии})$$

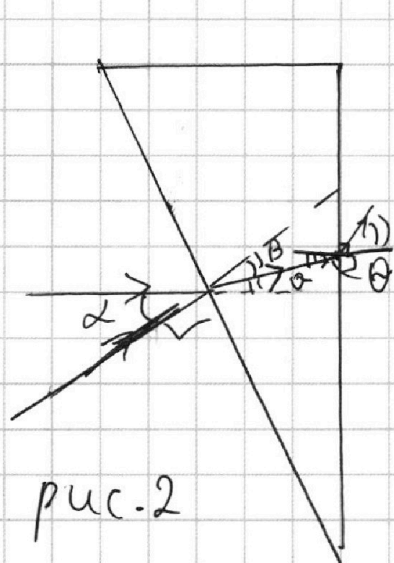
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$6. \alpha = \beta + \theta \Rightarrow \theta = \alpha - \beta$$

$$7. \theta - \text{малый} \Rightarrow \sin \theta \approx \tan \theta \approx$$

$$\theta \approx \beta, \quad 3-\text{я теорема}$$

$$8. n_2 \cdot \sin \theta = n_1 \cdot \sin \varphi \quad (\varphi - \text{малый})$$

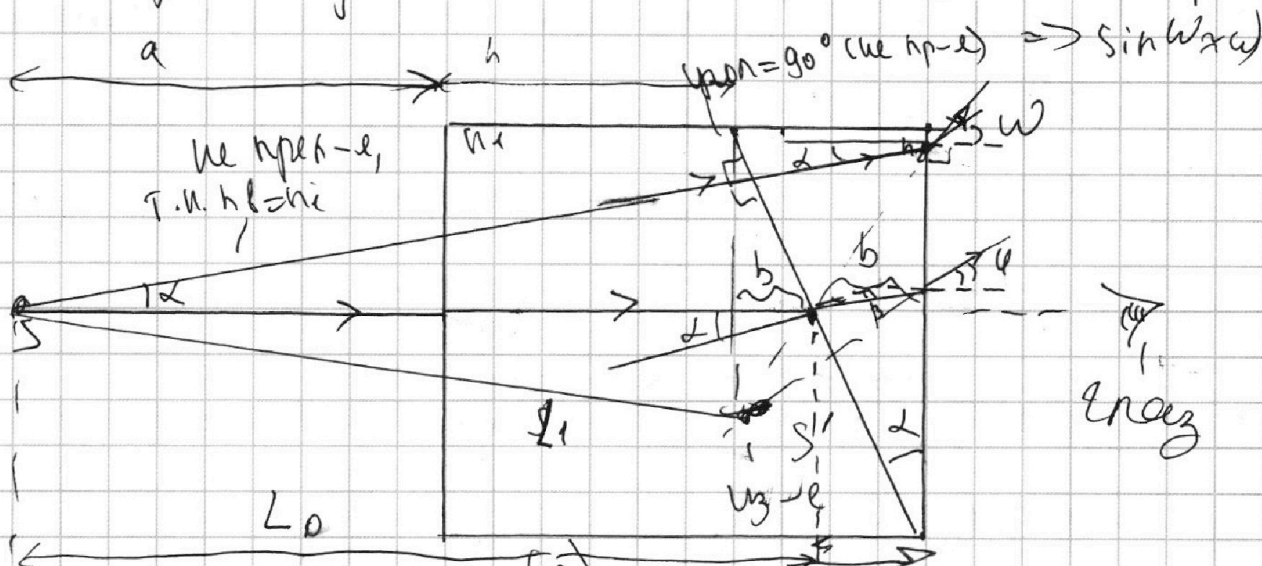
$$9. n_2 \cdot \theta = n_1 \cdot \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{n_2}{n_1} \theta$$

$$10. \varphi = \frac{n_2}{n_1} (\alpha - \beta) - \text{Угол между лучом падающим и внутренним нормалью (угол-одежда)}$$

$$\text{Угол отражения} = 0 \Rightarrow \varphi - \text{исч. угол}$$

$$11. \varphi = \frac{n_2}{n_1} \alpha - \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{n_1}{n_2} \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = \frac{n_2}{n_1} \alpha - \alpha = \frac{1,7 \cdot 0,1 - 0,1}{1} \text{ рад} = 0,07 \text{ рад}$$

$$12. \text{Вопрос вычисл: } n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \omega \quad (\omega - \text{малый угол} \Rightarrow$$



$$13. \frac{n_2}{n_1} \alpha = \omega \quad (\omega > \varphi) - \text{пересечение луча падающего и луча отражающегося} \Rightarrow \omega + \alpha = \varphi$$

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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

Дано:

$$\angle = 0,1 \text{ рад (маленький)}$$

$$a = 194 \text{ см}$$

$$n_1 = 1,0$$

$$h = 9 \text{ см}$$

Найти:

1) $\angle \varphi$ (при $n_1 = 1,0; n_2 = 1,7$)

2) β_1 (при $n_1 = 1,0; n_2 = 1,7$)

3) β_2 (при $n_1 = 1,5; n_2 = 1,7$) & П.К. & перелом луча

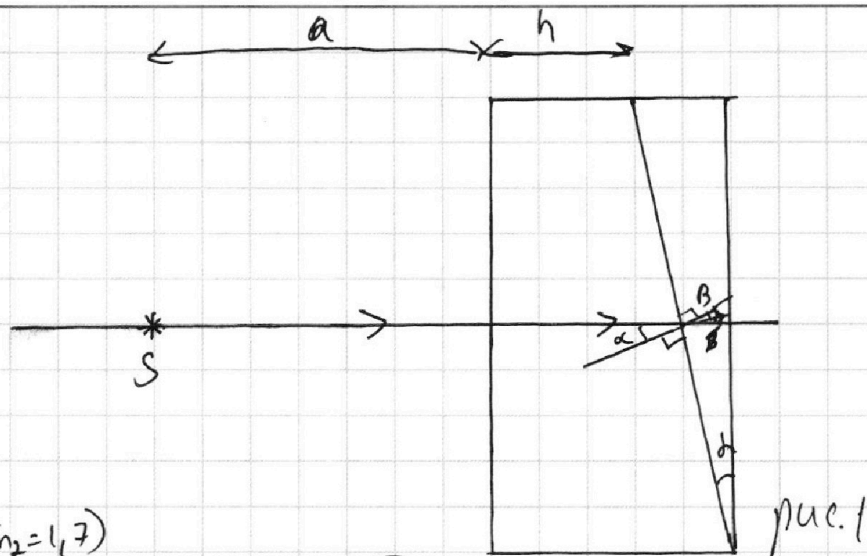
$n_1 = n_2 = 1,0 \Rightarrow$ луч не прел-е (даже при любых n_1 ,
луч не прел-е, т.к. он идет $\perp$ плоскости грани)

2. Из пом. сообр-и проп-и луча, пада-а на правую грань призмы с n_2 равен $\angle$.

3. $n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$ (3-я теорема)

4. $\sin \alpha = \frac{n_2 \sin \beta}{n_1}$ ($\angle, \beta$ - малые $\Rightarrow \sin \angle \approx \angle, \sin \beta \approx \beta$
 $\approx \tan \beta \approx \beta$) $\Rightarrow \angle = \frac{n_2 \beta}{n_1} \Rightarrow \frac{n_1 \angle}{n_2} = \beta$

5. См. рис. 2



Реш-е:

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!



$$29. n_2 \cdot \sin \theta = 1 \cdot \sin C \Rightarrow n_2 \cdot z = C$$

$$\begin{array}{r} 2,7 \\ -1,5 \\ \hline 1,2 \end{array}$$

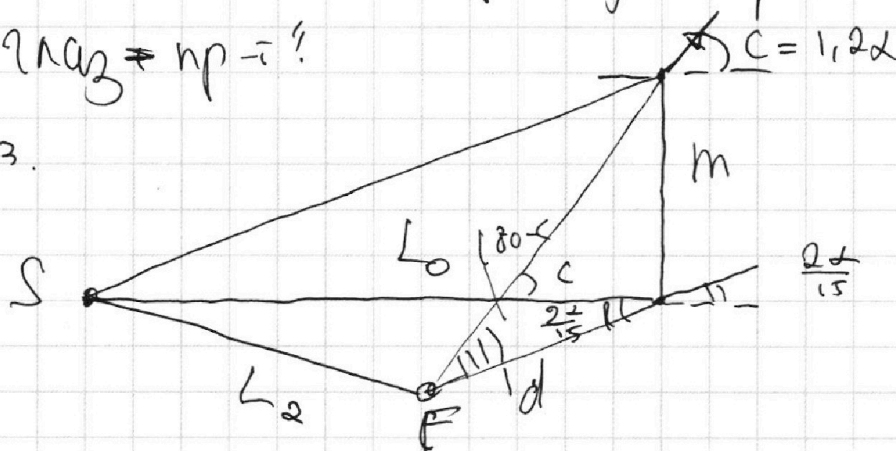
$$30. 2(n_2 - n_1 + 1) = C = 2(1 + 1,7 - 1,5) = 1,2\lambda$$

$$31. \varphi' = \frac{(n_2 - n_1)\lambda}{n_1} = \frac{(n_2 - n_1)2}{1,5} = \frac{(1,7 - 1,5)2}{1,5} = \frac{0,2\lambda}{1,5} = \frac{2\lambda}{15}$$

32. φ' - шаг между линиями при $\cos \varphi'$ приближ-о с $\cos \varphi$

" $\varphi_{\text{max}} \approx \pi - \varphi$?

33.



$$34. 180 - C + \frac{2\lambda}{15} + d = 180$$

$$35. d = 1,2\lambda - \frac{2\lambda}{15}$$

36. ~~Diagram~~

Answer: 1) 0,07 рад; 2) 1,205 м

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

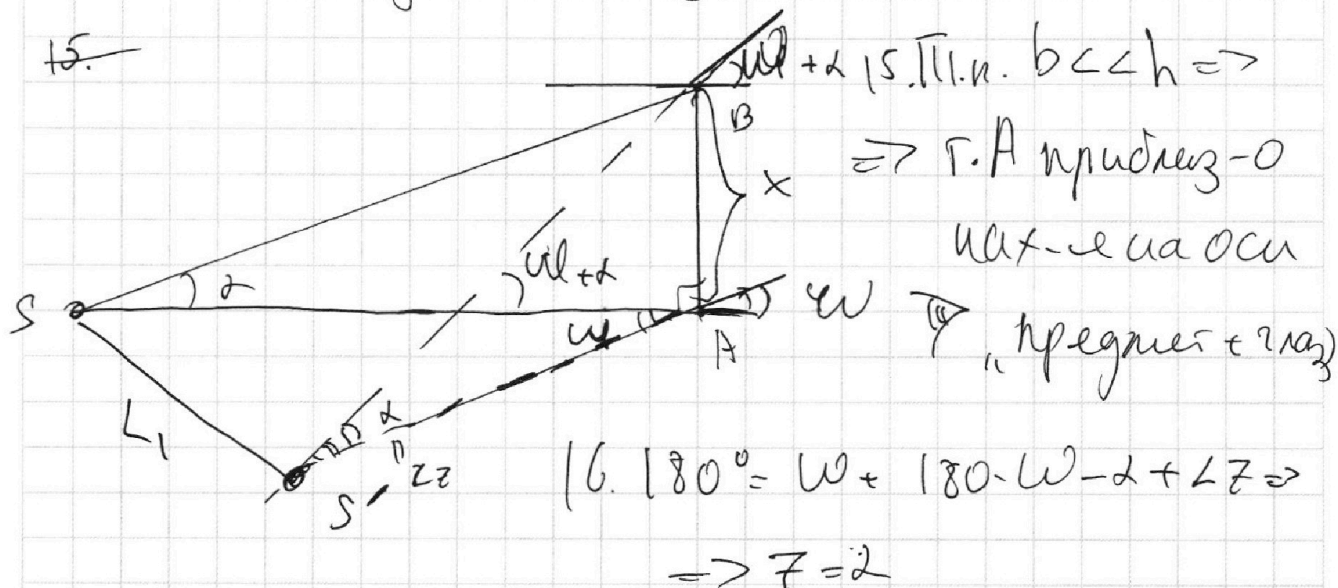
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

14. $b < h$ (по условию) $\Rightarrow L_1 \approx a + h$

15.



17. $SA \approx L_0$ ($b < h$) $\Rightarrow 2b < h + a$ (п.к. $a > 2h$)

18. $x = \frac{L_0}{\cos \alpha}$ ($\tan \alpha \approx \alpha$) $\Rightarrow x \approx \frac{L_0}{\alpha}$

19. $x = \frac{L_0 \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = L_0 \tan \alpha \approx L_0 \alpha$

20. Рассмотрим $\triangle SBA$ и $\triangle S'BA$:

• x - общая сторона

• $\angle AS'B = \angle ASB = \alpha$

2д. П.к. w - малый $\Rightarrow S'AB \approx 90^\circ \Rightarrow \triangle SBA \approx \triangle S'BA \Rightarrow$

$\Rightarrow L_1 \approx x = (a + h) \cdot \alpha = 0,1 \cdot (194 \text{ см} + 9 \text{ см}) = 0,1 \cdot$

$\times 203 \text{ см} = 20,3 \text{ см} = 0,0203 \text{ м}$

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!



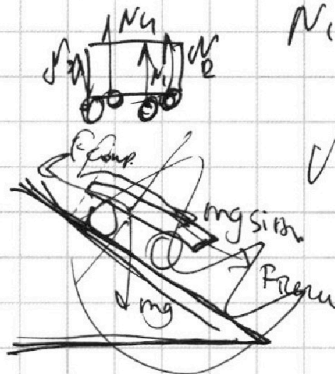
N1. $F_{тр} \neq m a_{\text{полюс}}$ $F_{тр} = F_{тр} \text{ на легкое колесо}$ $\frac{500 \cdot 25}{30}$

Разгон куравилла $\Rightarrow F_{тр} = F_{сопр} = kU \Rightarrow k \text{ на дуге}$

$$\frac{500 \text{ к}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = k = 20 \frac{\text{н} \cdot \text{с}}{\text{м}} - \text{коэфф-т тр-ции}$$

II 3-и $N_{огонь}$:
 $N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = mg$

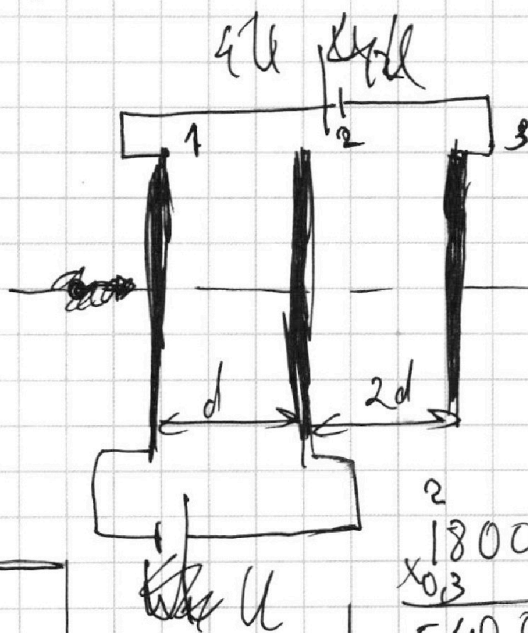
$$\dot{\alpha} = a \Rightarrow \text{tg угла наклона}$$



Мне дана пружина
и ее
наклон
по всем
уравн.

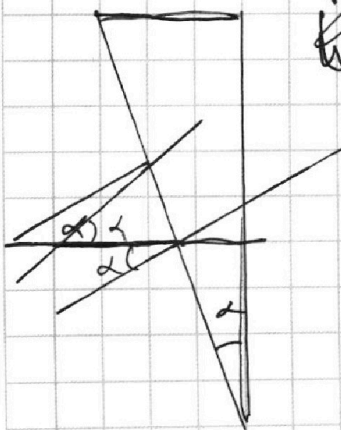
$$F_{тр} = U = P_1$$

N3



$B \leq d \Rightarrow$ не
выпрямля

$$0,1(1,7-1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$$



$$\begin{array}{r} 1800 \\ \times 0,3 \\ \hline 540,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,7 \\ \times 0,1 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{5p_0}{2p_1} = \frac{4}{5} \Rightarrow 25p_0 = 8p_1$$

$$\Rightarrow 25p_0 = 8p_1$$



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

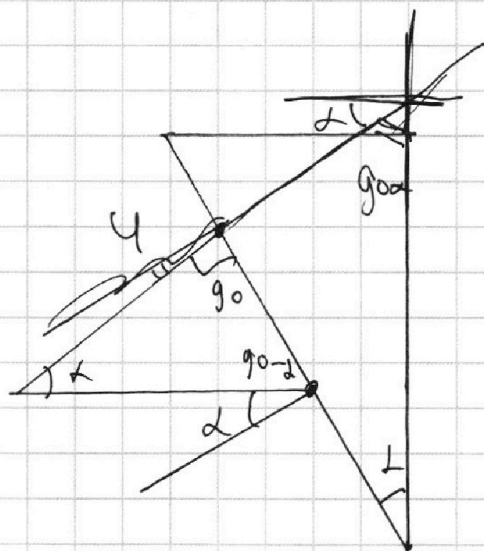
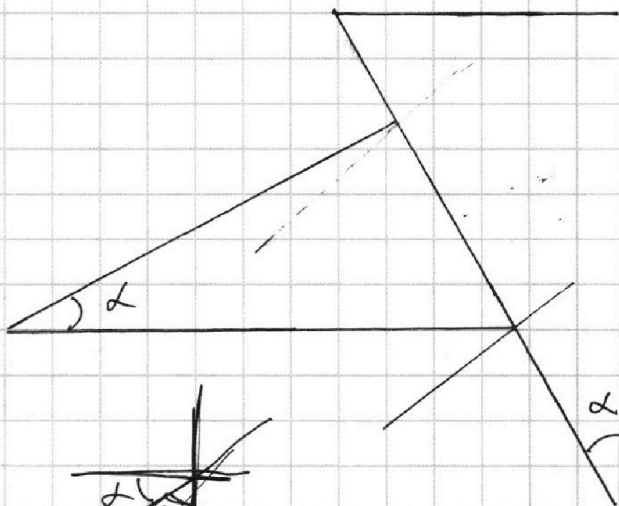
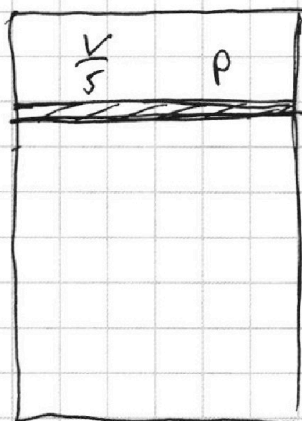
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$\frac{p \cdot V}{\rho} = U_0 R T$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

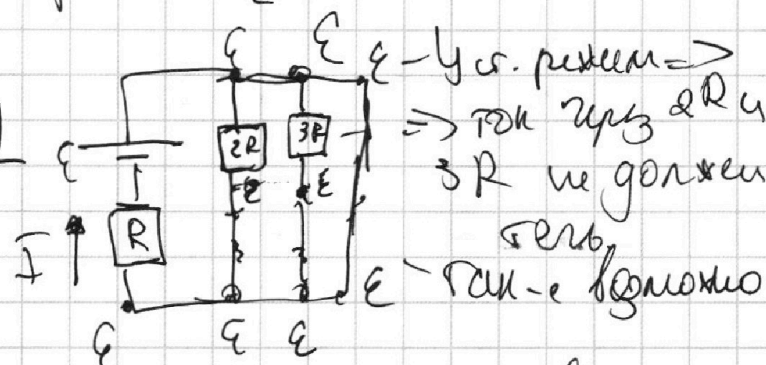
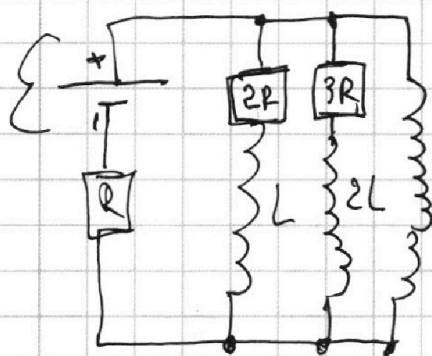


$$I_1 = \frac{5}{3} I_2 = \frac{5 \cdot 3 \mathcal{E}}{11R} = \frac{5 \mathcal{E}}{11R} \Rightarrow I_1 R = \frac{5 \mathcal{E}}{11}$$

$$\mathcal{E} - I_1 R = 3L \left(\frac{dI}{dt} \right)_{3L} \quad \frac{11 \mathcal{E}}{11} - \frac{5 \mathcal{E}}{11} = 3L \left(\frac{dI}{dt} \right)_{3L} \Rightarrow \frac{6 \mathcal{E}}{11 \cdot 3L} = \left(\frac{dI}{dt} \right)_{3L}$$

$$= \frac{6 \mathcal{E}}{33L} = \frac{2 \mathcal{E}}{11L}$$

Уст. режим: $I = \text{const} \Rightarrow U_L = 0$



Через $2R$ сразу $\mathcal{E} = I R \Rightarrow \mathcal{E} = I_{3L} R$ - ток в уст.-е
режиме. Ток $I_2 = \frac{3}{11} \mathcal{E}$, режим после 3-х кнопок.

а в конце не режим ток.

$$I_{2L} = \frac{dq_{2R}}{dt} \Rightarrow I_{2L} = \frac{dq_{2R}}{dt}$$

$$I_{2L} = \frac{dq_{2R}}{dt}; \quad I_{3L} + I_{1L} + I_{2L} = I_0;$$

$$\frac{dq_{2R}}{dt} \cdot R + L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt} = \frac{dq_{3R}}{dt} + 2L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$q_{2R} \cdot R + L \cdot (0 - I_2) = q_{3R} + 2L(0 - I_3) -$$

нашлись через 3-ю

3-ю с-е 2L-м отнимаем, т.к. Q неучт.-но
 $\Rightarrow$ конт. R-?

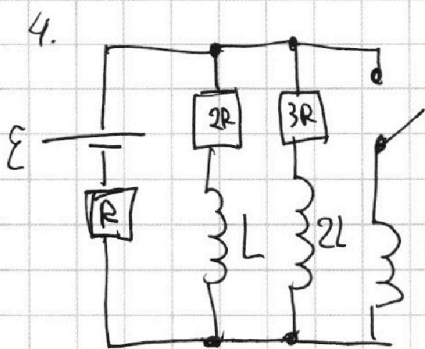
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

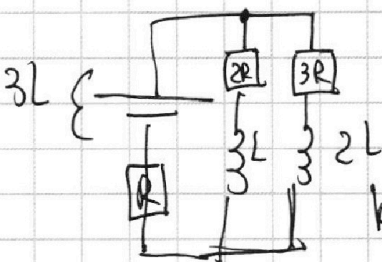
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



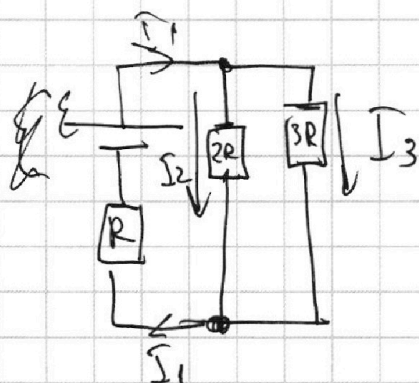
Какой раз-т = ?



1) $I_2 = 2 = \frac{3\varepsilon R}{11}$
 2) $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{3L}$ сразу после замыкания
 Ук.р-н: $U_L = 0, I = \text{const}$
 $U_L = L \frac{dI}{dt} = 0$
 $\frac{dI}{dt} = 0, I = \text{const}$

Как и можно з.р

на протек:



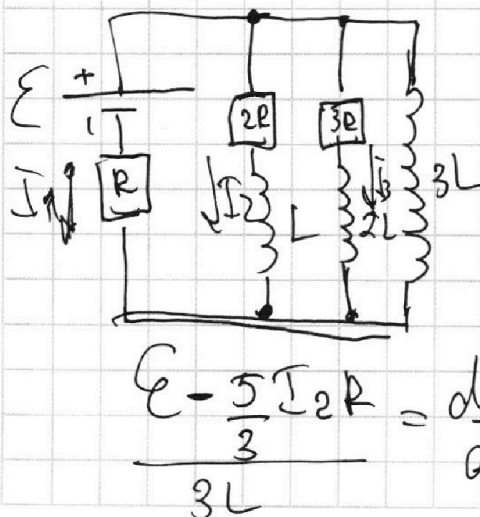
$$I_2 \cdot 2R = I_3 \cdot 3R \quad | \cdot \frac{1}{R}$$

$$2I_2 = 3I_3 \Rightarrow \frac{2}{3}I_2 = I_3 = \frac{1}{3}I_2$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = I_2 + \frac{1}{3}I_2 = \frac{4}{3}I_2$$

$$\varepsilon = I_2 \cdot 2R + I_1 \cdot R = I_2 \cdot 2R + \frac{4}{3}I_2 \cdot R = \frac{2I_2 R \cdot 3 + 4I_2 R \cdot 3}{3} = \frac{10I_2 R}{3}$$

$$= \frac{10I_2 R}{3} = \varepsilon \Rightarrow \frac{3\varepsilon}{10R} = I_2$$



Поток не м.е. через катушки мн.к-
 бено $\Rightarrow I_{3L}$ сразу после = 0, I_2, I_3
 те же и I_1 та же

$$\varepsilon = U_{3L} + I_1 R$$

$$\varepsilon - I_1 R = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$\frac{\varepsilon - \frac{4}{3}I_2 R}{3L} = \frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{3\varepsilon - 4 \cdot \frac{3\varepsilon}{10}}{9L}$$

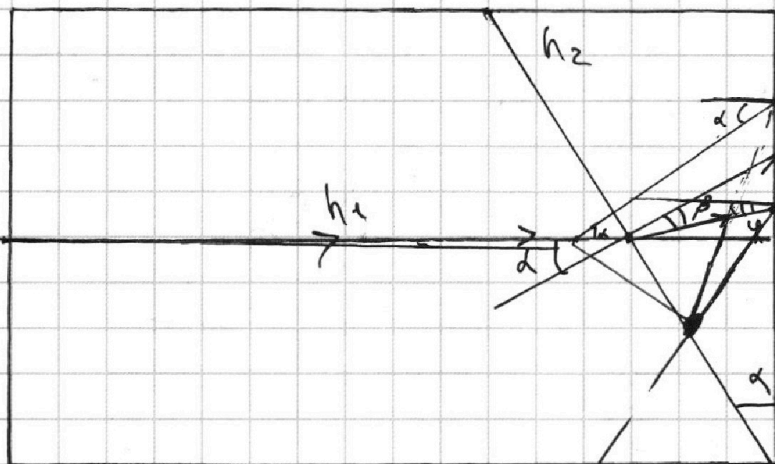
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$1) \frac{\lambda}{n_1} = \frac{\lambda}{n_2} = \frac{\lambda}{n_3}$$

$$h_1 \alpha = h_2 \sin \beta$$

$$h_1 > h_2 \Rightarrow$$

$$\sin \gamma > \sin \alpha$$

$$\alpha + 90 - \alpha + \beta + 90 + \gamma = 180$$

$$\text{But } \gamma = \alpha - \beta$$

$$\gamma = \alpha - \frac{h_1}{h_2} \alpha =$$

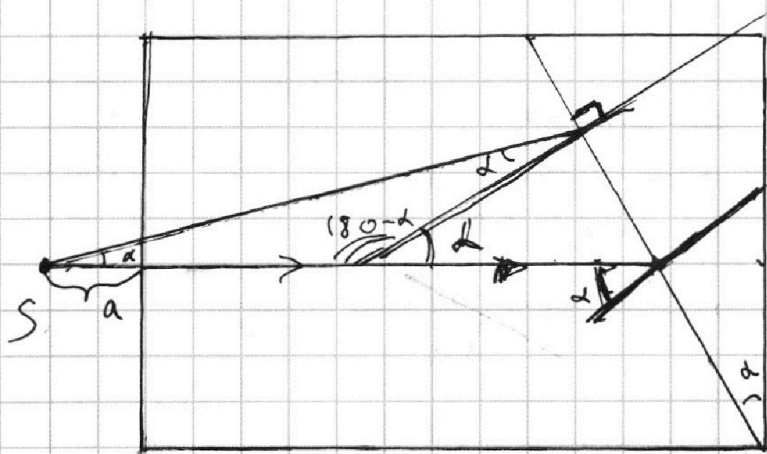
$$= \alpha \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2} \right)$$

$$h_2 \sin \gamma = h_1 \sin \alpha$$

$$\frac{h_2 \gamma}{h_1} = f = \frac{h_2}{h_1} \cdot \alpha \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2} \right) = \frac{\alpha (n_2 - n_1)}{n_1} = \frac{h_2}{h_1} \alpha - \alpha$$

$$h_2 \alpha = h_1 \beta$$

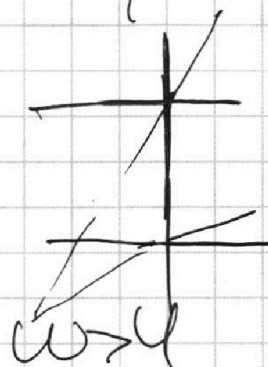
$$\beta = \frac{h_2 \alpha}{h_1}$$



$$\times \frac{203}{0,1}$$

$$20,3 : 1000 =$$

$$= 0,0203$$



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!

U_1 - 1-й проводник с-е зона / криволинейно:

$$\frac{dq_{22} \cdot R}{dt} + \frac{dLI_2}{dt} = \frac{dq_{32} \cdot 2R}{dt} + \frac{dLI_{2L}}{dt} = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt}$$

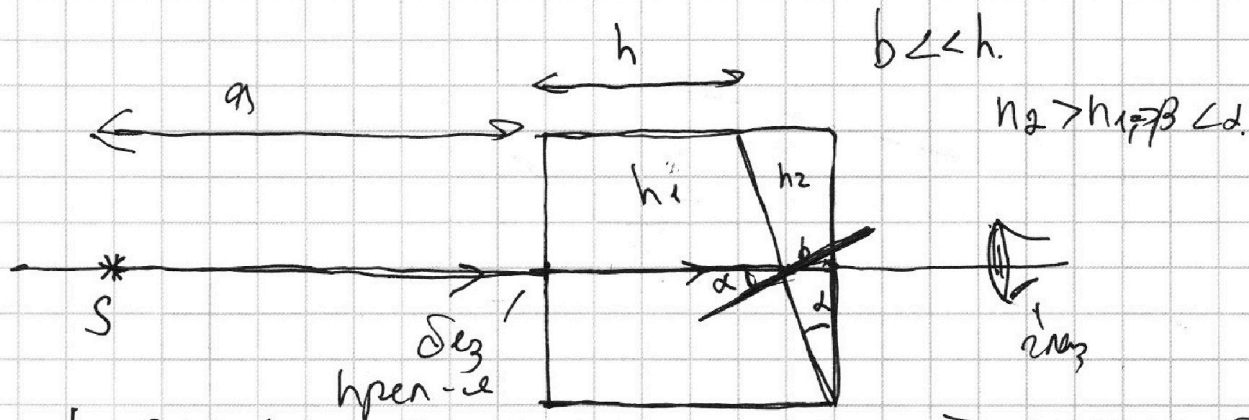
$$q_{22} \cdot R + L(0 - I_2) = q_{32} \cdot R + L(0 - I_2) \cdot 2L$$

$$q_{22} R - LI_2 = q_{32} R - 2LI_2; \quad q_{22} R - LI_2 + 2LI_2 = q_{32} R$$

$$\frac{dq_{22} \cdot R}{dt} + \frac{LdI_2}{dt} = 2L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$q_{22} R = 3L(I_{3L} - 0) + LI_2 - \text{находим}$$

$h \cdot b = 1$, h_1, h_2 - гомогенно, $a = 19 \mu\text{m}$, $z = 0,1 \mu\text{m}$ - малое, $h = 9 \mu\text{m}$



$h_1 \cdot \sin \alpha = h_2 \cdot \sin \beta$, $\sin \alpha$ и $\sin \beta$ - малые $\Rightarrow$ можно использовать приближение параксиальной оптики

$$h_1 \cdot \alpha = h_2 \cdot \beta \Rightarrow \beta = \frac{h_1 \alpha}{h_2} = \sin \beta$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

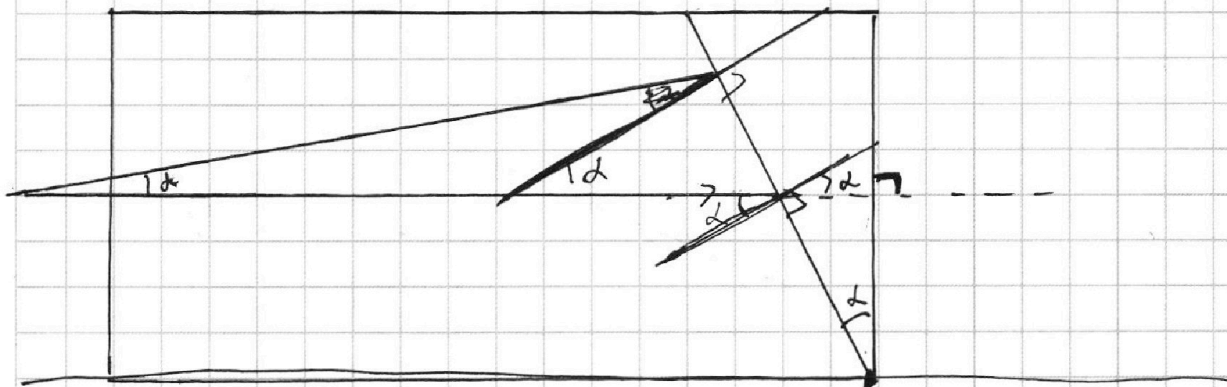
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

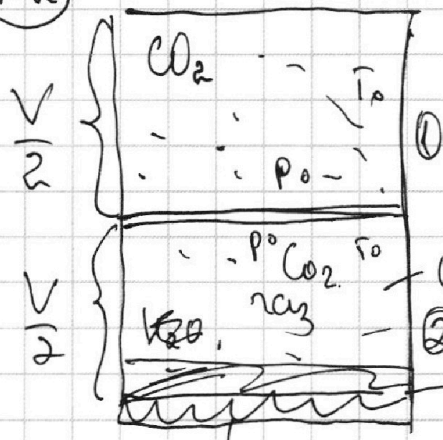
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



?



№2



Класс. n-6 $\Rightarrow$ p должен быть равен, иначе $\Rightarrow$ нет температуры с окр. ср-а

Внутр. газ само
не сх-т,
но уже само
(х.о.)

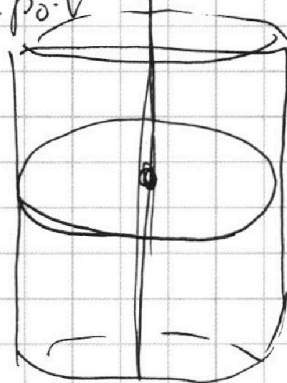
$$\frac{p_0 \cdot V}{2} = \nu_{10} R T_0$$

$$\frac{p_0 \cdot V}{4} = \nu_{20} R T_0$$

$$\frac{\nu_{10}}{\nu_{20}} = \frac{p_0 V \cdot 4}{2 \cdot p_0 V} = 2$$

1) Ответ: 2

$$\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = V_{\text{CO}_2} = \frac{V}{4}$$





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

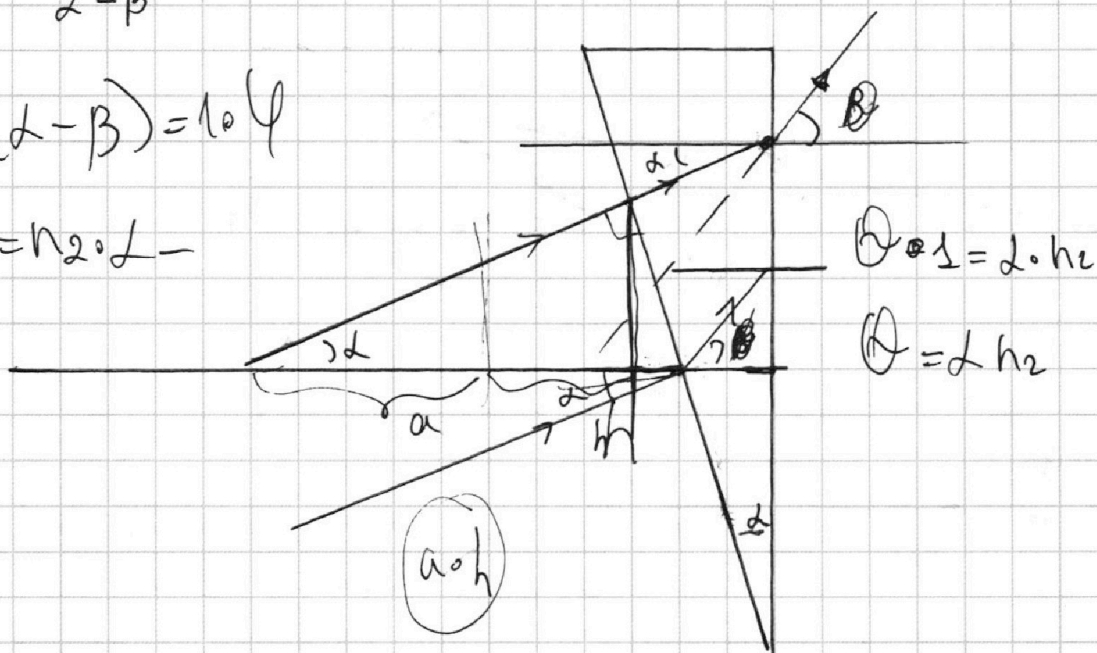
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$h_2 \cdot \sin \alpha = h_1 \sin \beta \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} \alpha = \beta$$

$$\alpha - \beta$$

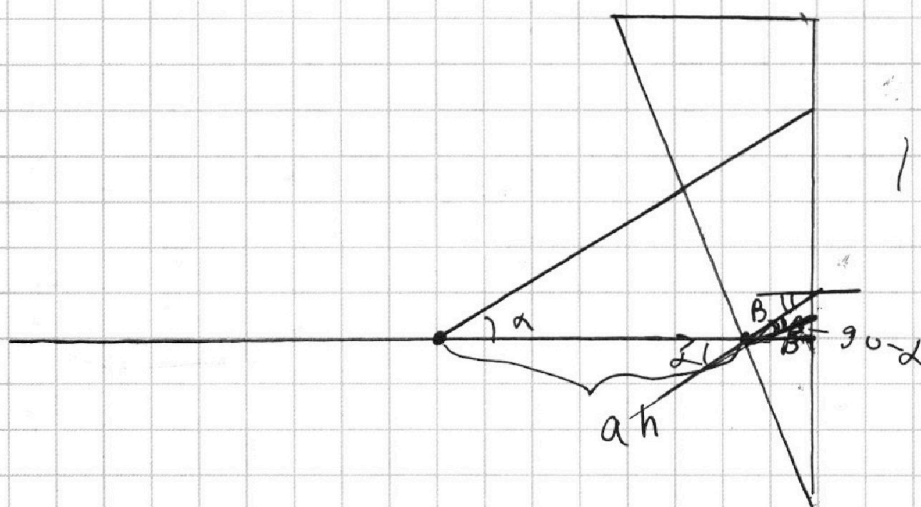
$$n_2(\alpha - \beta) = 10^\circ$$

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



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

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





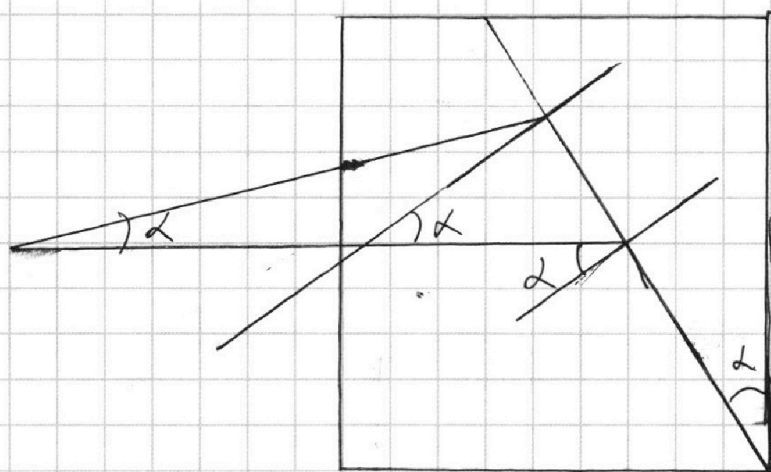
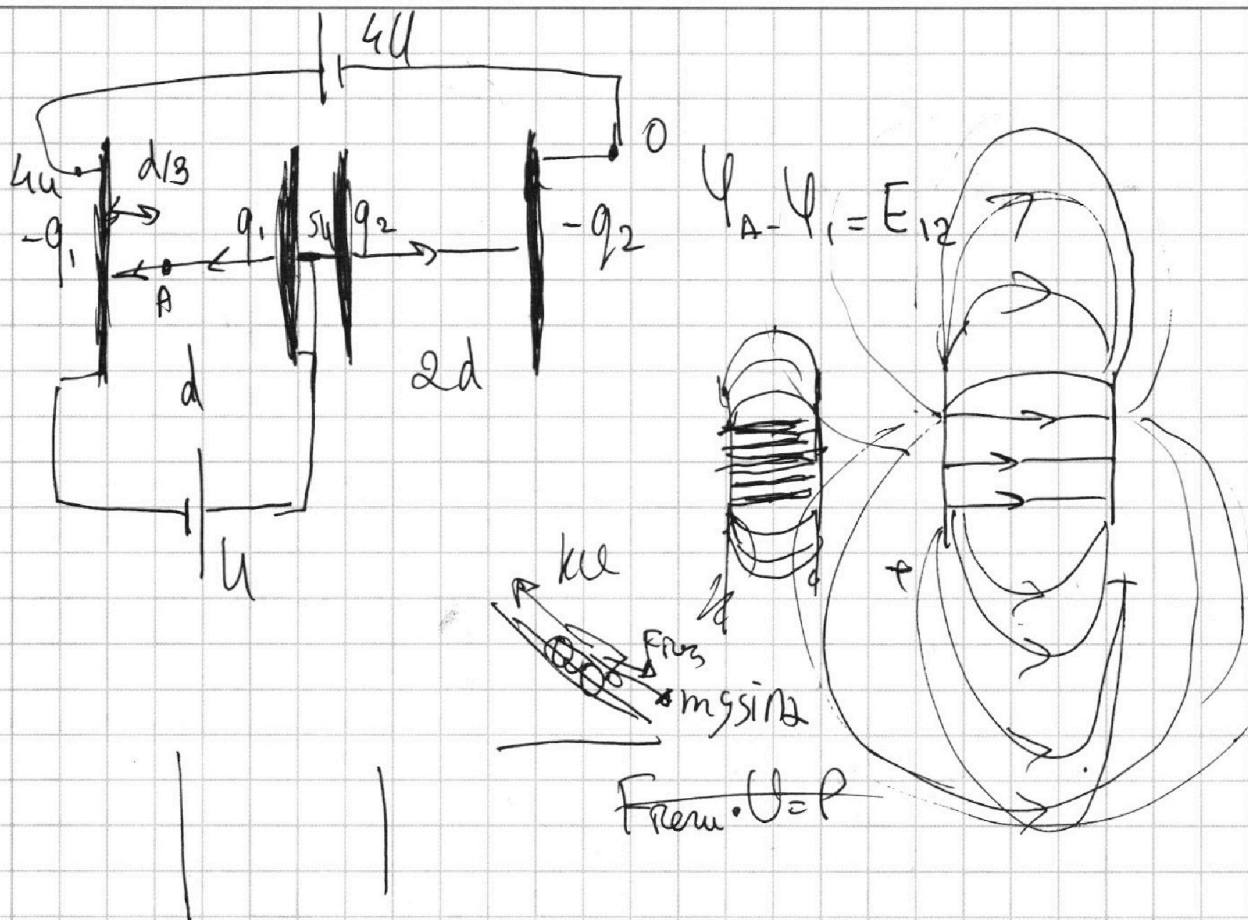
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

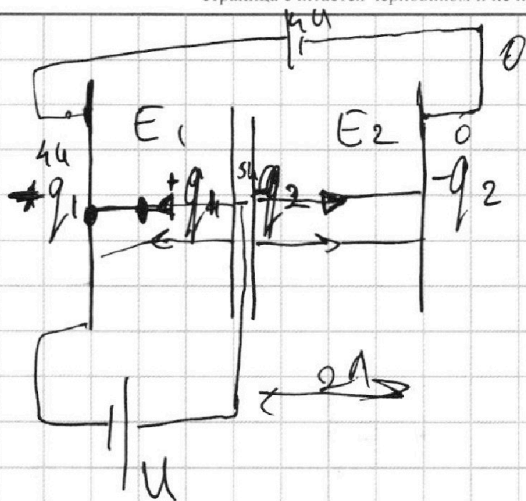
5

6

7

МФТИ

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



$$q_1 + q_2 + q_3 + q_n = 0 - 3C3$$

 $\text{Na} \infty, \text{CH}_3\text{-G}$
$$v_{act} - v = v_0 \Rightarrow$$

→ 12-2

Пусть $q_1 > 0, q_3 > 0$ $\rightarrow$ сс 13-
и сс 14

q_1CO, q_2CO

Р.Н. дини хампу-и кал-е

$$u \in \mathcal{U} \text{ и } z \in \mathcal{U} \Rightarrow u \in \mathcal{U} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_3 = -q_2, q_u = -q_1 -$$

по 5.0 ед-и расширения
3-а наеман отбана,
р-т

$$E_0 \cdot 2d = 5h$$

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

$$qE = F_{\text{ex}} \Rightarrow \frac{qU}{\Delta m} = a_{\text{avg}} \cdot t_{1/2}$$

φ на бесконечности $= 0$ $W = g\varphi$ ~~а т~~

$$\frac{m v_0^2}{2} - \text{кар. эн-е заряда}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} + q \cdot \varphi_A$$

$$V_1 - at = V_2$$

$$\underline{U_1^2 - U_2^2} = (2ad)$$

Знаете

$$\frac{mU_1^2}{2} - \frac{mU_2^2}{2} = \text{kg kann sein}$$

$$L_A =$$

$$U_2 - U_A = E \cdot \frac{2d}{3}$$

$$\cancel{U_2} \cancel{U_R} \quad U_A - U_A = E \cdot \frac{d}{3}$$

$$Q_3 = Q_A =$$

