



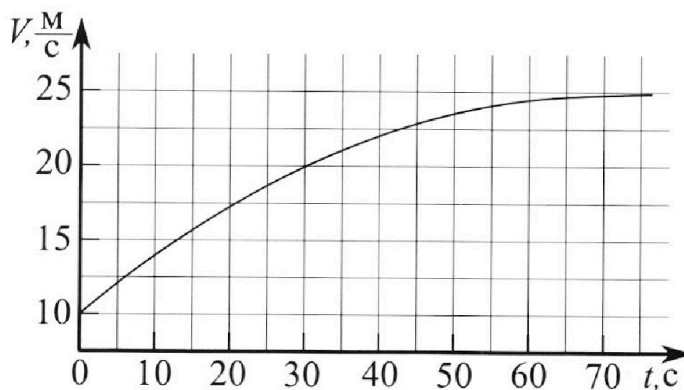
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



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

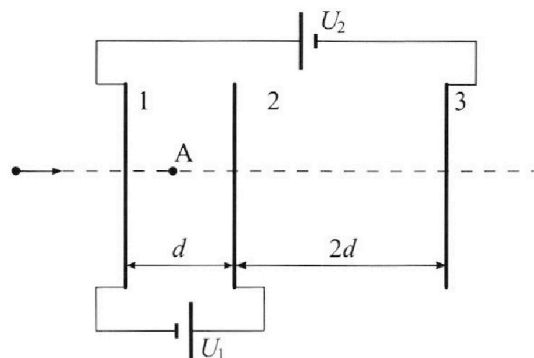
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

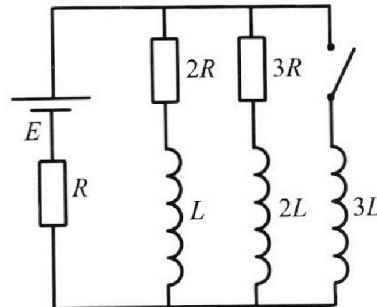
Вариант 11-01

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

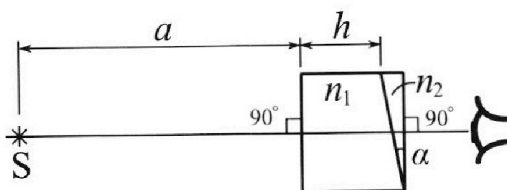
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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



- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

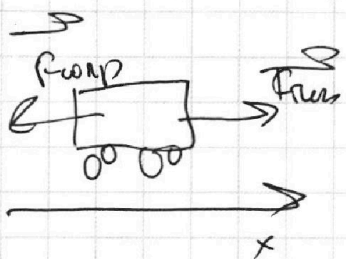
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

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

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



$$8. F_1 = ma_1 + kU_1$$

9. В момент $T = t_{\text{к}}$ разгон $a \approx 0 \Rightarrow$

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

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

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

$$11. P_i = F_i \cdot v_i \text{ (узбекано, то } A = F \cdot ds, P = \frac{dA}{dt} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow P = \frac{F \cdot ds}{dt} = Fv)$$

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

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:

$m = 1800 \text{ кг}$

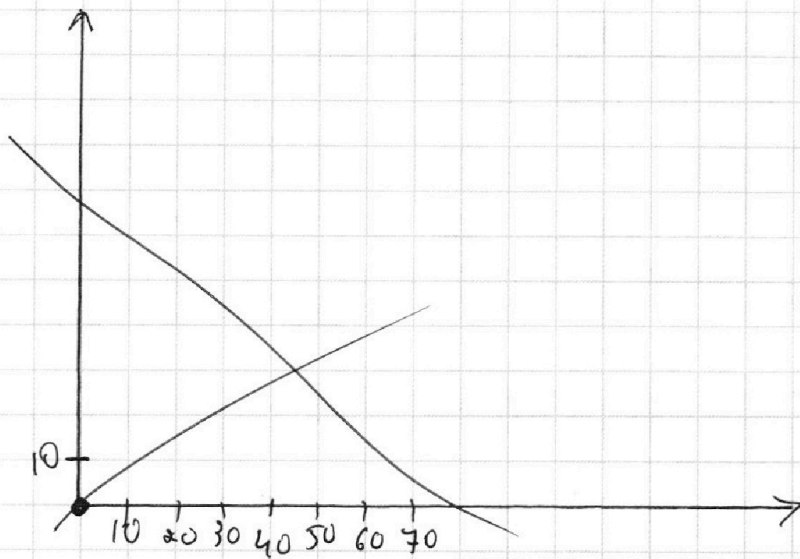
$F_k = 500 \text{ Н}$

Найти:

1) v_1 - ?

2) F_1 - ?

3) P_1 - ?



$t - c:$

$v_1 = a_1 \cdot t$

$\Delta v_1 = a_1 \cdot t$

$\text{tg } \alpha$ (наклона)

касательной к

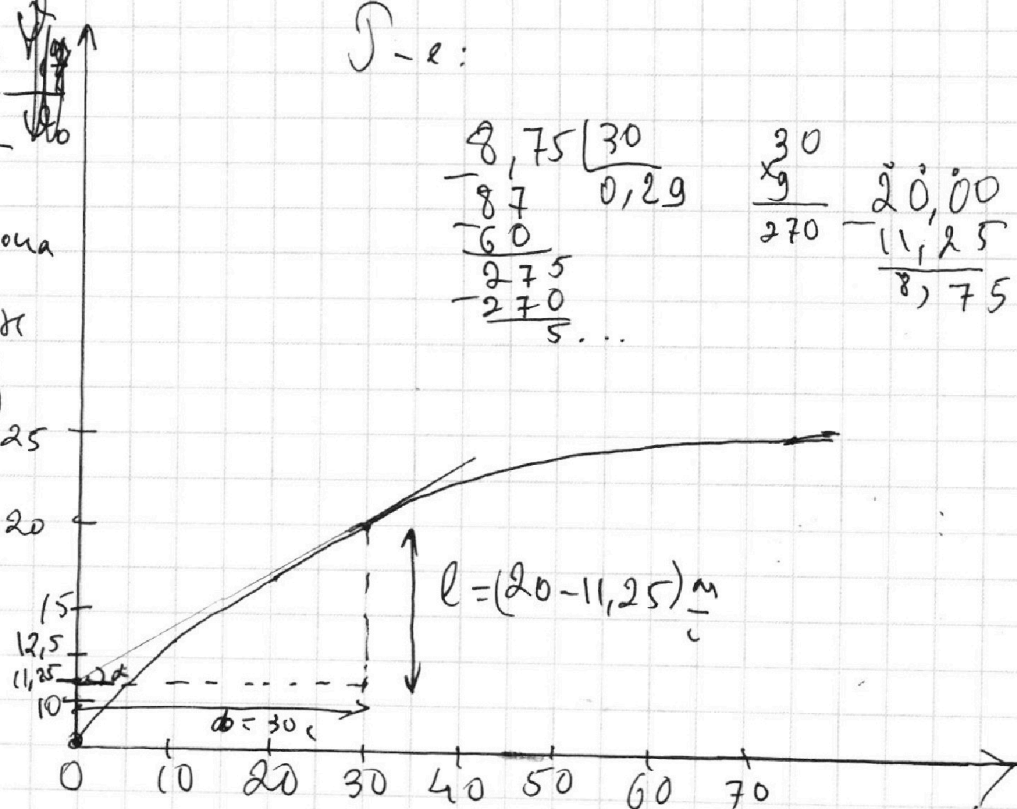
точке (t_1)

$$\begin{array}{r} 8,75 \overline{) 30} \\ \underline{27} \\ 60 \\ \underline{60} \\ 0,29 \end{array}$$

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

2 $2,5 : 2 = 1,25$

3 $10 \pm 1,25 = 11,25$



4. ~~$v_0 = \frac{t \cdot m}{c}, t_0 = t \cdot c$ - преобразовать и график, $\text{tg } \alpha$ на графике~~

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 Ф.И.О.
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)

Хвоцинская Влада Дмитриевна			24.10.2005
Ф.И.О.			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 ограничено 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 законодательством 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.

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!

$$29. \frac{25 p_0}{8} = p_1 = p_2 = \frac{25 R T_0}{44 V} (4 J_{O_2} + k p_0 V) + p_{\text{атм}}$$

$$29. J_{O_2} = \frac{J_{O_1}}{2}$$

$$29. \frac{5 J_{O_1} R T_0}{4} = \frac{25 p_0 \cdot V}{8 \cdot 5}$$

$$29. J_{O_1} R T_0 = \frac{p_0 \cdot V}{2} \Rightarrow \frac{p_0 V}{4 R T_0} = J_{O_2}$$

$$32. \frac{25 p_0}{8} = \frac{25 R T_0}{44 V} \left(\frac{4 \cdot p_0 V}{4 R T_0} + k p_0 V \right) + p_{\text{атм}}$$

$$33. \frac{p_0}{8} = \frac{R T_0}{44} \left(\frac{p_0}{R T_0} + k p_0 \right) + p_{\text{атм}}$$

$$34. \frac{p_0}{8}$$

$$34. \frac{p_0}{8} - \frac{R T_0}{44} \left(\frac{p_0}{R T_0} + k p_0 \right) = p_{\text{атм}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$9. J_2(\text{CO}_2) = J_{20} + \Delta J = J_{20} + \frac{k p_0 V}{4}$$

10. В конечном состоянии CO_2 в биде нет \Rightarrow он весь в газоф. состоянии.

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

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 сферы h и m сферы:

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} — количество молей, вышедших во 2-ю сферу)

14. $\frac{p_0 V \cdot 2}{5 p_0 V^*} = \frac{J_{02} R T_0 \cdot 4}{5 J_{02} R T_0} \Rightarrow V = 10 V^* \cdot \frac{J_{02}}{J_2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow V = 10 V^* \cdot \frac{J_{02}}{J_2}$

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

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

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) $\frac{V_{O_1}}{V_{O_2}} = ?$

2) $p_0 = ?$ и как-е в паре (в паре)

1. $p_{O_1} = p_{O_2}$ (т.к. паре не комит)

2. $\frac{p_0 \cdot V}{2} = V_{O_1} \cdot RT_0$ - урав. уг. веса

3. $\frac{p_0 \cdot V}{2} = V_{O_2} \cdot RT_0$ - урав. уг. веса

4. $\frac{p_0 \cdot V \cdot 4}{2 \cdot p_0 \cdot V} = \frac{V_{O_1} \cdot RT_0}{V_{O_2} \cdot RT_0} \Rightarrow \frac{V_{O_1}}{V_{O_2}} = 2$

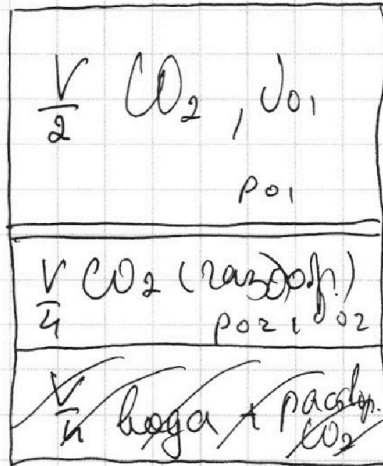
5. После вып.-е:

6. $p_1 = p_2$

7. $\frac{p_1 \cdot V}{5} = V_{O_1} \cdot RT_1$

8. ΔU (го вып.-е) =

$$= k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{k p_0 V}{4}$$



Д-е:

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!

$$16. \frac{2V_{O_2}}{20V_{O_2}} = v^* = \frac{V_{O_2}}{10 \cdot V_{O_2}}, \text{ но } v^* > \frac{V}{24} - \text{допускаем}$$

$$17. V_2 = V_{O_2} + \Delta U + V_{\text{в.н.}} - \text{лог. пар.}$$

18. П.н. лог. пар. + пар. и в.н. - е в соуде доам \Rightarrow
 \Rightarrow лог. пар. и в.н. \Rightarrow п.н. = пар.м

$$19. P_2 = P_{\text{в.н.}} + P_{\text{сод}}$$

$$20. V_{\text{в.н.}} = \frac{4V}{5}$$

$$21. V_{\text{п.н.}} = \frac{V}{4}$$

$$22. V_{\text{сод}} = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16V - 5V}{20} = \frac{11V}{20} - \text{зам. соуд}$$

(20)

$$\text{зам. лог. пар.}$$

$$23. P_{\text{пар.м}} + P_{\text{сод}} = P_1^* = P_2$$

$$24. \frac{11V}{20} \cdot P_2' = (V_{O_2} + \Delta U) \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$25. \frac{11V}{20} P_2' = \left(V_{O_2} + \frac{k p_{O_2} \cdot V}{4} \right) R T_0$$

$$26. P_2 = P_2' + P_{\text{пар.м}} = \frac{20 \cdot 5 \cdot (V_{O_2} + \frac{k p_{O_2} \cdot V}{4}) R T_0}{4} + P_{\text{пар.м}}$$

$$27. P_2 = \frac{25 R T_0}{4 \cdot 11 \cdot V} (4V_{O_2} + k p_{O_2} \cdot V) + P_{\text{пар.м}} = \frac{25 \cdot R T_0}{44 \cdot V} (4V_{O_2} + k p_{O_2} \cdot V) + P_{\text{пар.м}}$$

$$28. \frac{25}{8} p_0 = \frac{25 R T_0}{44 V} (4V_{O_2} + k p_{O_2} \cdot V) + P_{\text{пар.м}}$$

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!

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

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

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

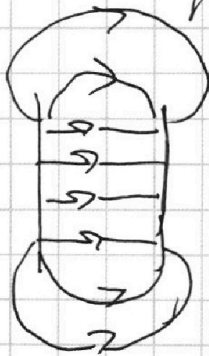
11. $k_1 - k_2 = \frac{m \cdot d \cdot g \cdot h}{m \cdot d} = g \cdot h$

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

15.



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

16.

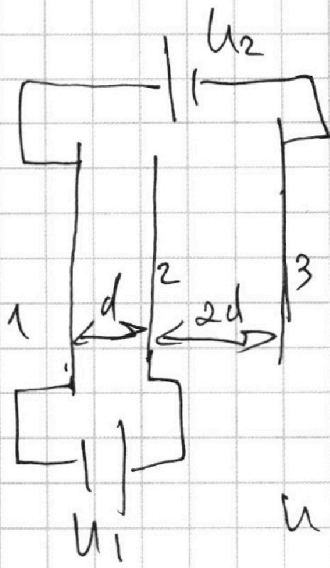
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

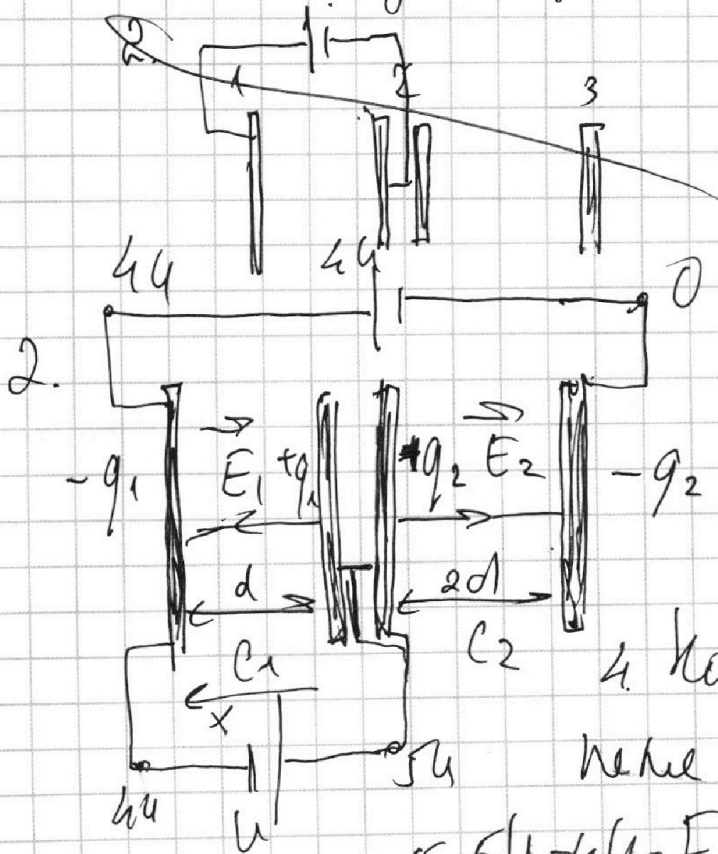


Дано:
 $U_2 = 4U$
 $U_1 = U$
 $V_0, d, 2d, q, m$

Найти:
 1) $a_{12} - ?$
 2) $k_1 - k_2$
 3) $U(d, h)$

Решение:

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



3. ЗСВ работает \Rightarrow
 \Rightarrow при расст-е
 (в поле между
 4. н-у = 0 - пр-н)

4. Конг-р C_2 не созд.
 keine в цепи к ф-а C_1 .

5. $5U - 4U = E \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$

6. $x \cdot q E_1 = m a_{12}$ - II 3-ч н-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!

$$16. U_{2R} = I_{2R} \cdot R = \frac{dq_{2R}}{dt} \cdot R, U_{L1} = L \cdot \frac{dI_{L1}}{dt}$$

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

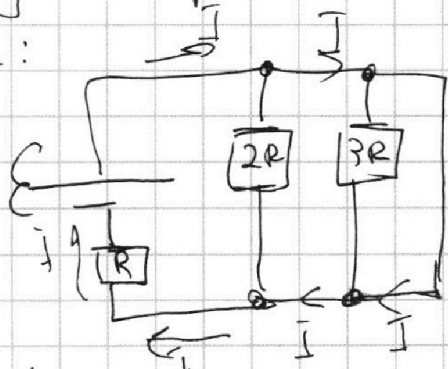
$$18. \frac{dq_{2R}}{dt} \cdot R + L \frac{dI_L}{dt} = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \quad | \cdot dt$$

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

20. ~~Проект - м от з - м на - а го фем - е~~
уст. режима:

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

20. В уст-е режиме катушка и индуктор 3-м на
кратков:



$$21. I \cdot R = \mathcal{E} \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I = I_{3L} \text{ кон.}$$

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

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

жмора до уст. р-а)

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

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

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

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

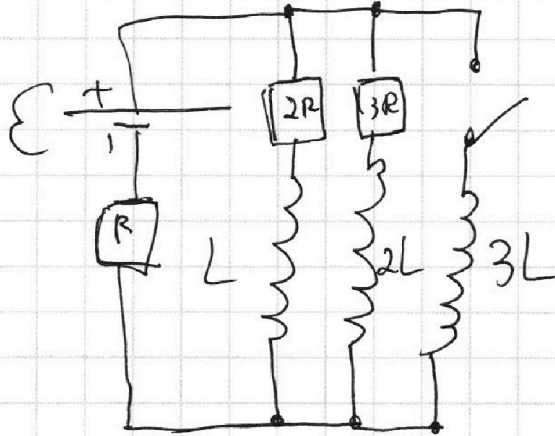
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

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

Найти:

- 1) $I_{01} - ?$
2) $\left(\frac{dI_{3L}}{dt}\right)_0 - ?$

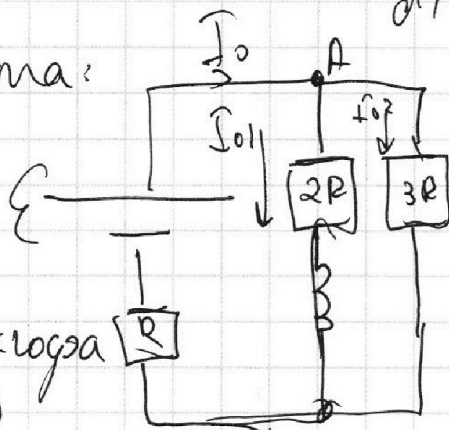


Решение:

- 3) $q_{2R} - ?$ 1. До 3-е момента t цепи устойчив 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. Избав. схема:



— можно заменить катушки на провода

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

$\nabla \varphi = 0$ по Кирхгофа

где узла A)

5. $I_{01} \cdot 2R = I_{02} \cdot 3R$ (для паралл. с-е)

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

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

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!

8. $\Pi_{\text{пр}} = 0$ $\Pi_{\text{пр}} \neq 0$ верна для всех цепей.

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

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

10. сразу после 3-ей клеммы: $I_{3L} = 0$ (токи в k -е и m -е ммвм), $I_L = I_{01} = \frac{3 \mathcal{E}}{11 R}$

$$I_{2L} = I_{02} = \frac{5}{3} I_{01} = \frac{5}{3} \cdot \frac{3 \mathcal{E}}{11 R} = \frac{5 \mathcal{E}}{11 R} \quad (\text{из тех же соображений})$$

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

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

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

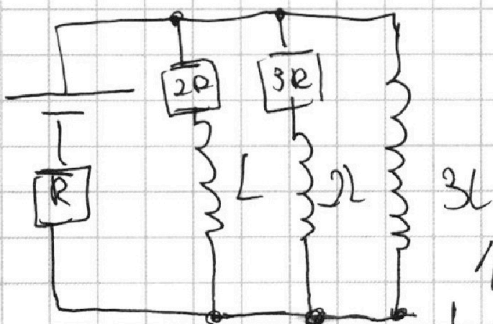
$$= \frac{6 \mathcal{E}}{11} \Rightarrow \frac{6 \mathcal{E}}{33L} = \left(\frac{dI_{3L}}{dt} \right)_0 = \frac{2 \mathcal{E}}{11 L}$$

14. В уст. режиме после 3-ей клеммы: $I_L = \text{const} \Rightarrow$

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

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

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



15. В каждый момент времени:

$$U_L + U_{2R} = U_{3L} \quad (\text{об-во поспег. соед.})$$

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!

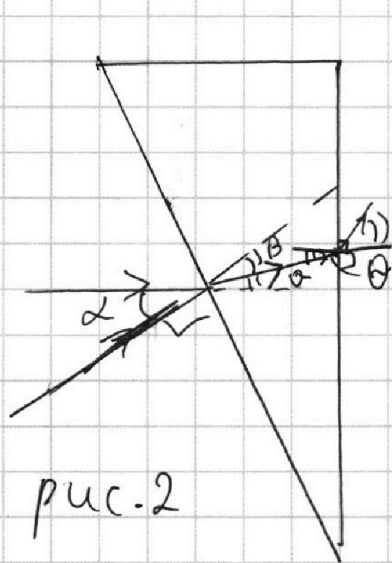


рис. 2

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

7. θ - малый $\Rightarrow \sin \theta \approx \tan \theta \approx$

$\varphi \approx \theta$, 3-я теорема

8. $n_2 \cdot \sin \theta = n_1 \cdot \sin \varphi$ (φ - малый)

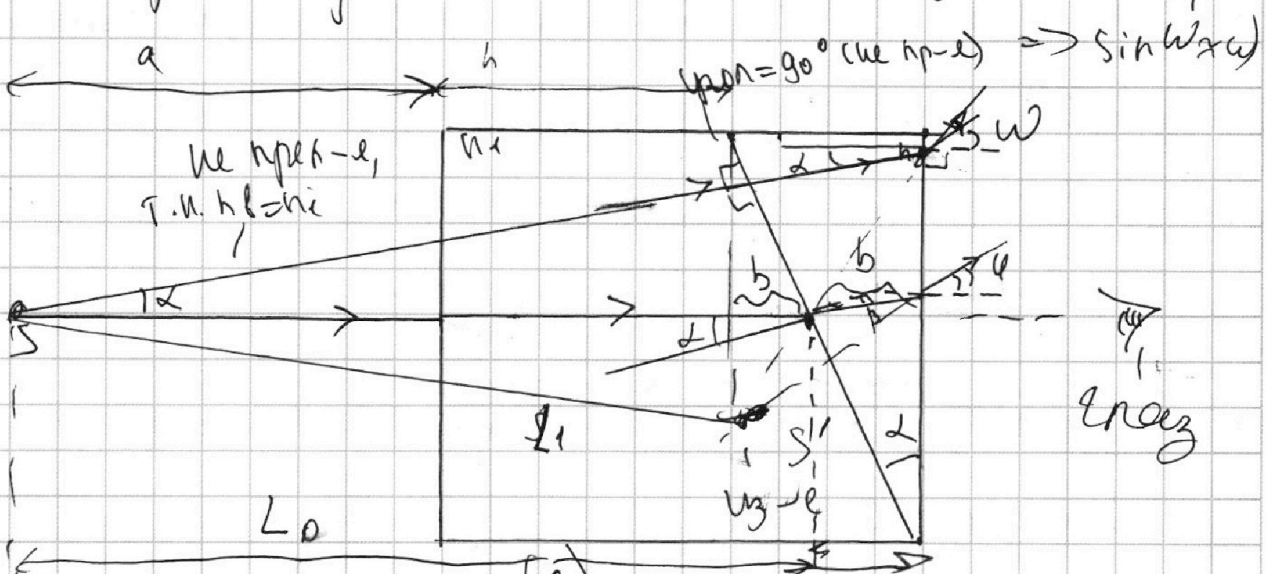
9. $n_2 \cdot \theta = n_1 \cdot \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{n_2}{n_1} \theta$

10. $\varphi = \frac{n_2}{n_1} (\alpha - \beta)$ - угол между вертикалью и внутренним лучом (угол-о-а-р-к)

Угол отрез-о $\Rightarrow \varphi$ - иск. угол

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

12. Вопрос нужен: $n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \omega$ (ω - мал. угол \Rightarrow)



13. $\frac{n_2}{n_1} \alpha = \omega$ ($\omega > \varphi$) - перес-е прод-е лучей \Rightarrow ω - л. широкое, $\omega + \alpha = \varphi$

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:

$$L = 0,1 \text{ рад (маленький)}$$

$$a = 194 \text{ см}$$

$$n_1 = 1,0$$

$$n_2 = 1,5$$

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. & перлом 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 левой грани)

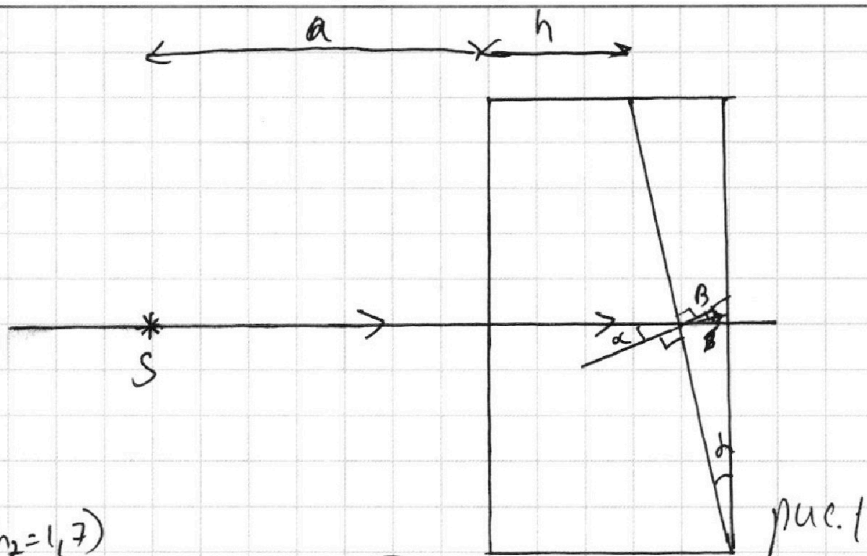
2. Из пом. сообр-ий проп лучу пером, пад-а на правую грань прызма с n_2 равен \perp .

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

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

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

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

$$\frac{2,7}{1,5} = 1,2$$

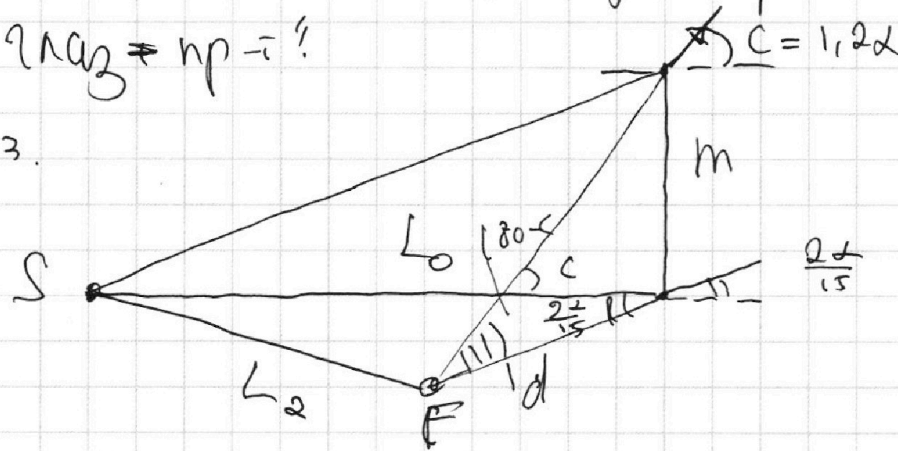
30. $2(n_2 - n_1 + 1) = C = 2(1 + 1,7 - 1,5) = 1,2d$

31. $\psi' = \frac{(n_2 - n_1)d}{h_1} = \frac{(n_2 - n_1)d}{h_2} = \frac{(1,7 - 1,5)d}{1,5} = \frac{0,2d}{1,5} = \frac{2d}{15}$

32. ψ' - шаг - при $\cos \psi'$ приближ - 0 с времени

" $n_2 \neq n_1$?

33.



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

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

~~36. L_0~~ 36. Ответ: 1) 0,07 рад; 2) 0,205 м

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

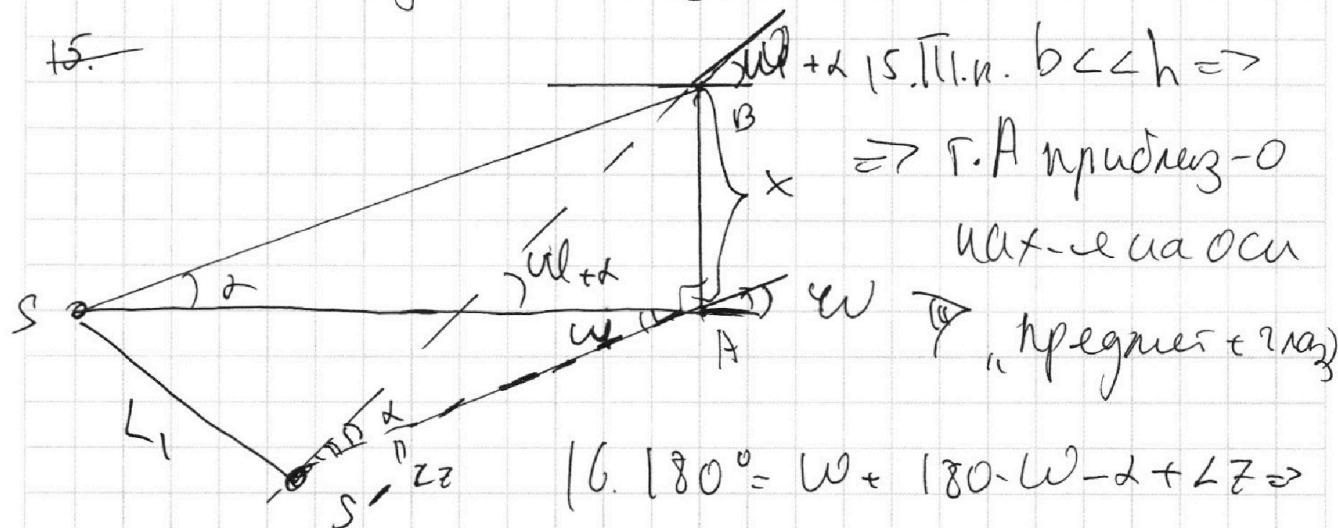
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

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

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

15.



16. $180^\circ = \omega + 180 - \omega - \alpha + \angle z \Rightarrow$

$\Rightarrow z = \alpha$

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

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

• $\angle AS'B = \angle ASB = \alpha$

21. П.к. ω - малый $\Rightarrow S'AB \approx 90^\circ \Rightarrow \triangle SBA \approx \triangle S'BA \Rightarrow$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

ЛМФТИ

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

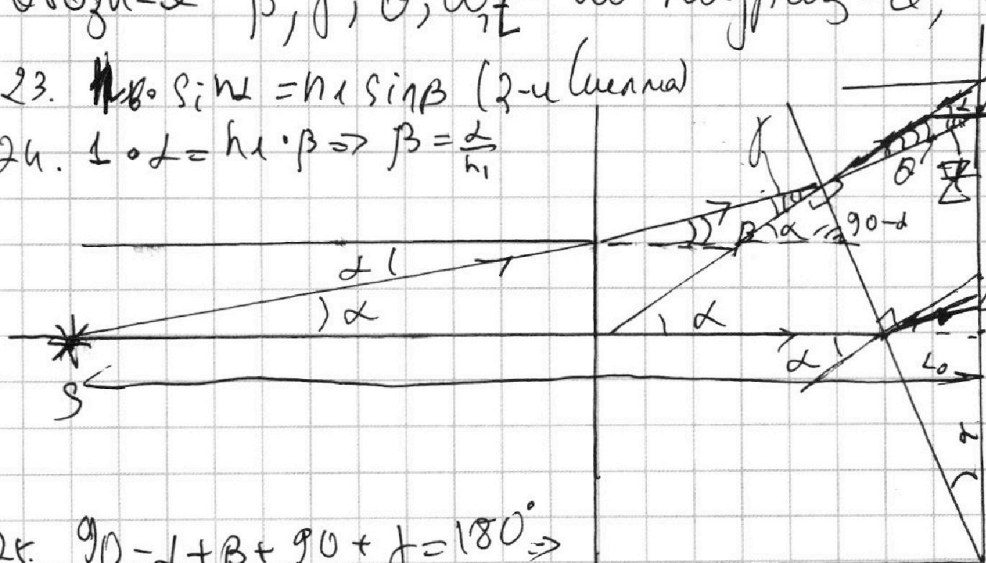
21. Преломит лучи:

При изгибах n_1, n_2 , идущий по перпендикуляру к границе \perp луча грани призмы n_1 не изменит свое направление по ходу, но n_2 будет наклонен к перпендикуляру.

22. * Для 3-ого луча можно найти угол обзора $\beta, \gamma, \theta, \omega$ по поправке, но это

23. $n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$ (2-я теорема)

24. $d \cdot d = n_1 \cdot \beta \Rightarrow \beta = \frac{d}{n_1}$



иначе n_2 не успеет отклониться n_1 - n_2 $\alpha - \beta$ β γ θ ω $\alpha - \beta$ β γ θ ω $\alpha - \beta$ β γ θ ω

25. $90 - \alpha + \beta + 90 + \gamma = 180 \Rightarrow$

$\Rightarrow \gamma = \alpha - \beta = \alpha - \frac{\alpha}{n_1} = \alpha \frac{(n_1 - 1)}{n_1}$

26. $n_1 \cdot \sin \gamma = n_2 \cdot \sin \theta$

27. $n_1 \cdot \frac{\alpha(n_1 - 1)}{n_1} = n_2 \cdot \theta \Rightarrow \alpha \frac{(n_1 - 1)}{n_2} = \theta$

28. $180 - \alpha + \gamma + \theta = 180 \Rightarrow \gamma = \alpha - \theta = \alpha - \alpha \frac{(n_1 - 1)}{n_2} = \alpha \frac{(n_2 - n_1 + 1)}{n_2} = \alpha \frac{(2 - n_1)}{n_2} \quad \alpha - \frac{\alpha(n_1 - 1)}{n_2} = \alpha \frac{(n_2 - n_1 + 1)}{n_2}$

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!

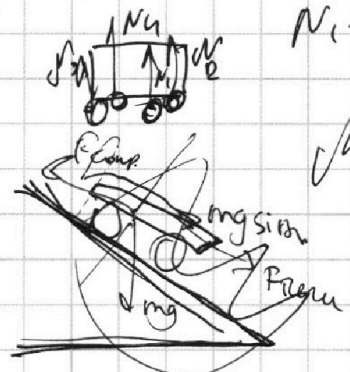
№1. $F_{тр} \neq m a_{\text{шар}}$ $F_{тр} = F_{тр}$ на легкое колесо $\frac{500 \cdot 25}{30}$

Разгон $\Rightarrow F_{тр} = F_{сопр} = kU \Rightarrow k$ найдём.

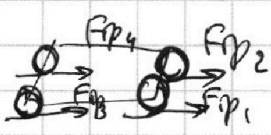
$\frac{500 \text{ кг}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = k = 20 \frac{\text{кг} \cdot \text{с}}{\text{м}}$ - коэффициент трения.

II 3-и $N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = mg$

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

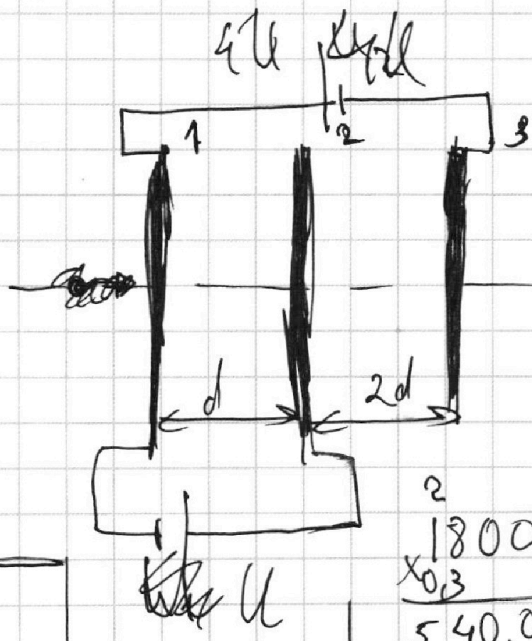


μ не даёт проехать по нему похем упрощенно



$F_{тр} = U = P_1$

№3



$B \ll d \Rightarrow$ none

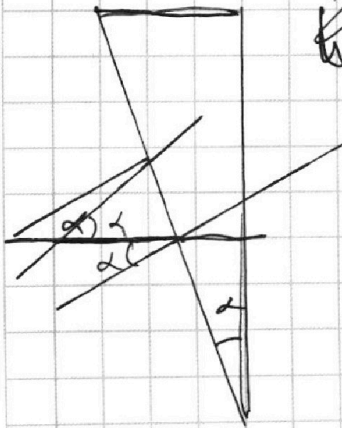
$0,1(1,7-1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$

$\frac{1800}{\times 0,3} = 540,0$

$0,7 \times 0,1$

$\frac{5 p_0}{2 p_1} = \frac{4}{5}$

$\Rightarrow 25 p_0 = 8 p_1$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

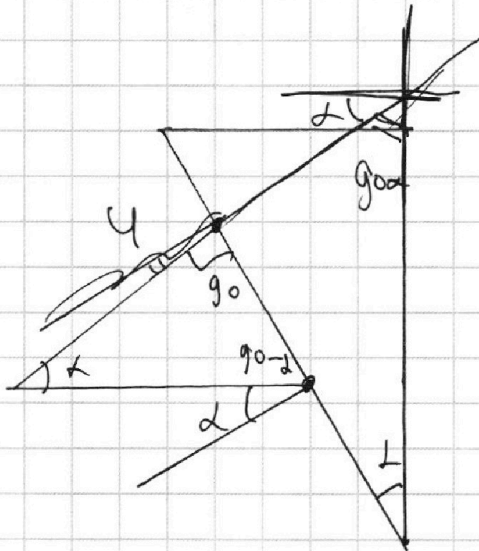
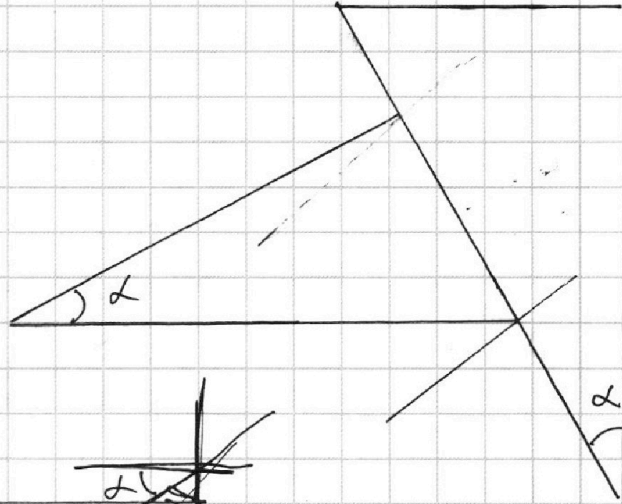
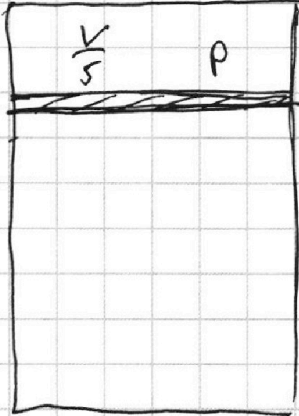
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



$$\frac{p \cdot V}{\rho} = \nu_{01} R T$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

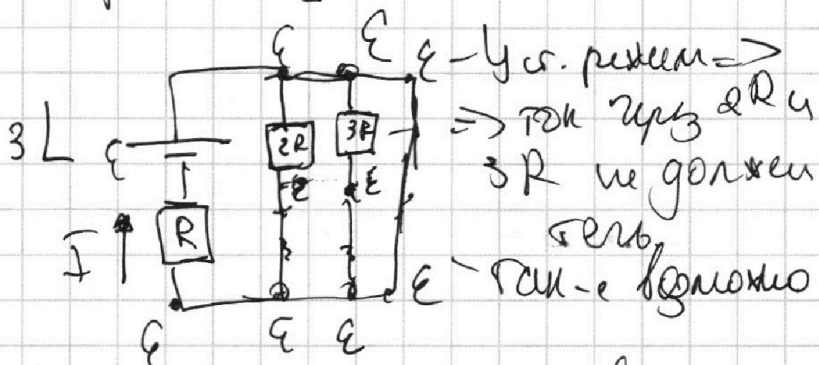
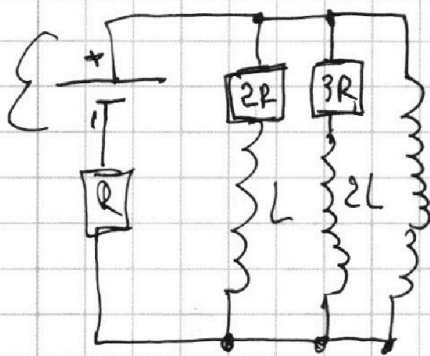


$$I_1 = \frac{5}{3} I_2 = \frac{5 \cdot 3 \mathcal{E}}{11R} = \frac{5 \mathcal{E}}{11R} \Rightarrow I_1 R = \frac{5 \mathcal{E}}{11}$$

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

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

УС-режим: $I = \text{const} \Rightarrow U_L = 0$



Через $2R$ сразу $\mathcal{E} = I R \Rightarrow \mathcal{E} = I_{3L} \frac{R}{3} - \text{ток в ус-е}$
 после того ток: $I_2 = \frac{3 \mathcal{E}}{11R}$, режим после 3-го элемента.
 а в конце режима не режим ток.

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

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

$$\frac{dq_{2R}}{dt} = \frac{dq_{3R}}{dt}$$

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

$$q_{2R} \cdot R + L \cdot (0 - I_{2L}) = q_{3R} + 2L(0 - I_{3L}) - \text{наши через 3-й}$$

3-й с-е 2L-м отнимаем, т.к. Q неучт-но \Rightarrow норм. p-?

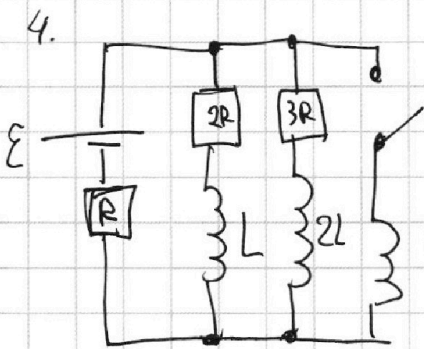
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

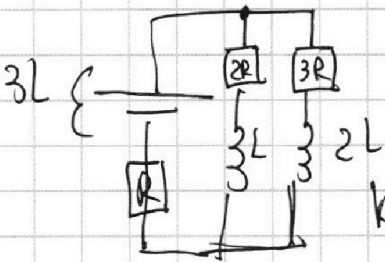
1 2 3 4 5 6 7

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 = ?



$I_2 = I_3 = \frac{3\varepsilon}{11R}$

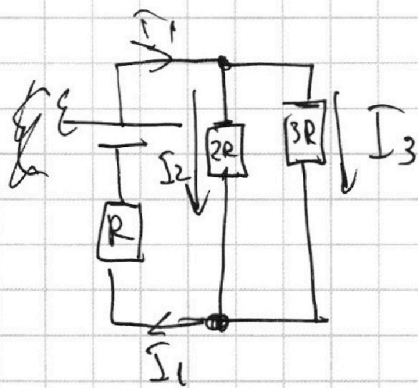
$\frac{dI}{dt} = 0$ (при установившемся токе)

Уст. р-м: $U_L = 0, I_L = \text{const}$

$U_L = L \frac{dI}{dt} = 0$

Как и можно з.р

на протекет:



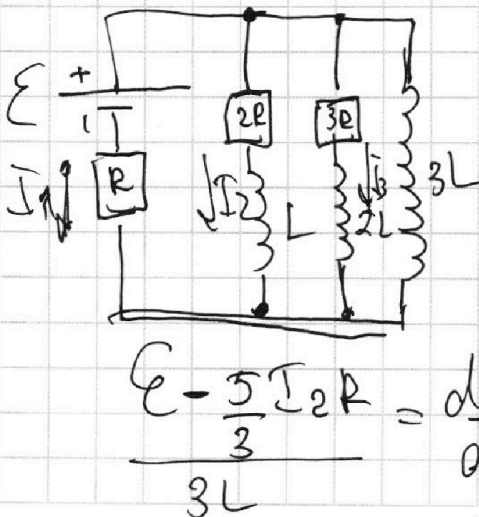
$I_2 \cdot 2R = I_3 \cdot 3R \quad | \cdot \frac{1}{R}$

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

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

$\varepsilon = I_2 \cdot 2R + I_1 \cdot R = I_2 \cdot 2R + \frac{5}{3}I_2 \cdot R = \frac{2I_2 R \cdot 3 + 5I_2 R \cdot 3}{3}$

$= \frac{11I_2 R}{3} = \varepsilon \Rightarrow \frac{3\varepsilon}{11R} = I_2$



Поток не м-е чрез катушки мн-во
вещи $\Rightarrow I_{3L}$ сразу после = 0, I_2, I_3
те же и I_1 та же

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

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

$\frac{\varepsilon - \frac{5}{3}I_2 R}{3L} = \frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{3\varepsilon - 5I_2 R}{3(3L)} = \frac{3\varepsilon - 5 \cdot \frac{3\varepsilon}{11}}{9L}$

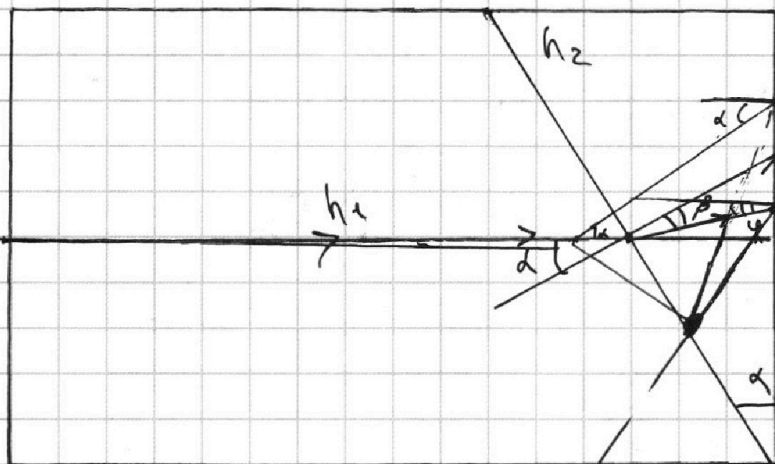
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



1) $\beta = \beta = \frac{h_2 - h_1}{h_2} \cdot \alpha$

$h_1 \alpha = h_2 \cdot \sin \beta$
 $h_1 > h_2 \Rightarrow \sin \alpha > \sin \beta$
 $\alpha + 90 - \alpha + \beta + 90 + \alpha = 180$

$\beta = \alpha - \beta$

$\alpha = \alpha - \frac{h_1}{h_2} \alpha = \alpha \left(\frac{h_2 - h_1}{h_2} \right)$

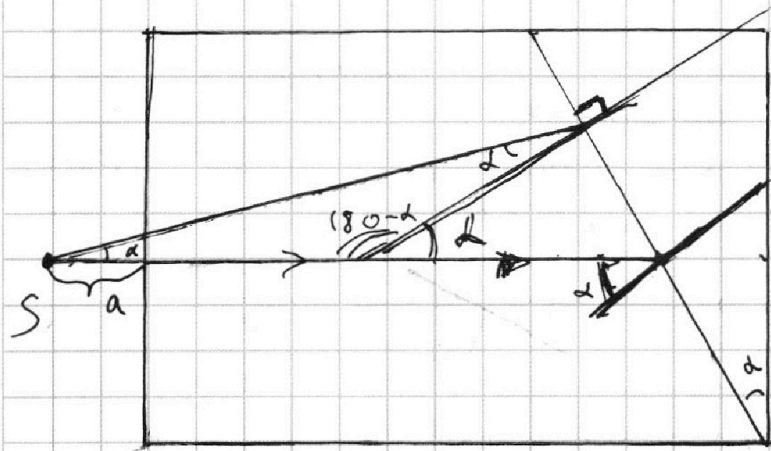
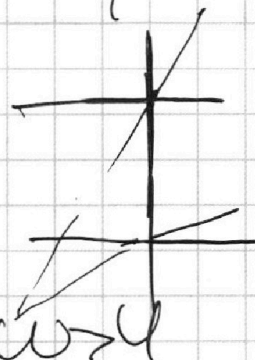
$h_2 \cdot \sin \alpha = h_1 \cdot \sin \beta$

f-узел

$\frac{h_2 \alpha}{h_1} = \beta = \frac{h_2}{h_1} \cdot \alpha \left(\frac{h_2 - h_1}{h_2} \right) = \frac{\alpha (h_2 - h_1)}{h_1} = \frac{h_2}{h_1} \alpha - \alpha$

$h_2 \cdot \alpha = h_1 \beta$

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



$203 \times 0,1 = 20,3 : 1000 = 0,0203$

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 напр-ии r -е зона / кривизне:

$$\frac{dq_{2e} \cdot R}{dt} + \frac{dLI_2}{dt} = \frac{dq_{3e} \cdot 2R}{dt} + \frac{dI_2 \cdot 2L}{dt} = 3L \cdot \frac{dI_{3e}}{dt}$$

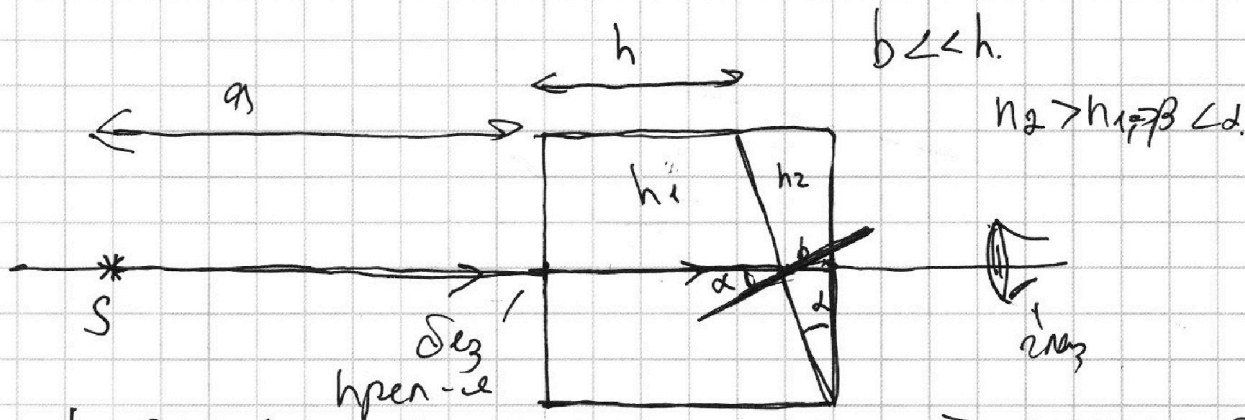
$$q_{2e} \cdot R + L(0 - I_2) = q_{3e} \cdot R + (0 - I_2) \cdot 2L$$

$$q_{2e} R - LI_2 = q_{3e} R - 2LI_2; \quad q_{2e} R - LI_2 + 2LI_2 = q_{3e} R$$

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

$$q_{2e} R = 3L(I_{3e} - 0) + LI_2 - \text{наем}$$

$h \ll 1$, h_1, h_2 - гавс., $a = 19 \mu\text{m}$, $d = 0,1 \mu\text{m}$ - малост, $h = 9 \mu\text{m}$



$h_1 \cdot \sin \alpha = h_2 \cdot \sin \beta$, $\sin \alpha > \sin \beta$ - малост \Rightarrow можво $\beta > \alpha$
на d и β (прибл-е параксиал. оптици)

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

h_2

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

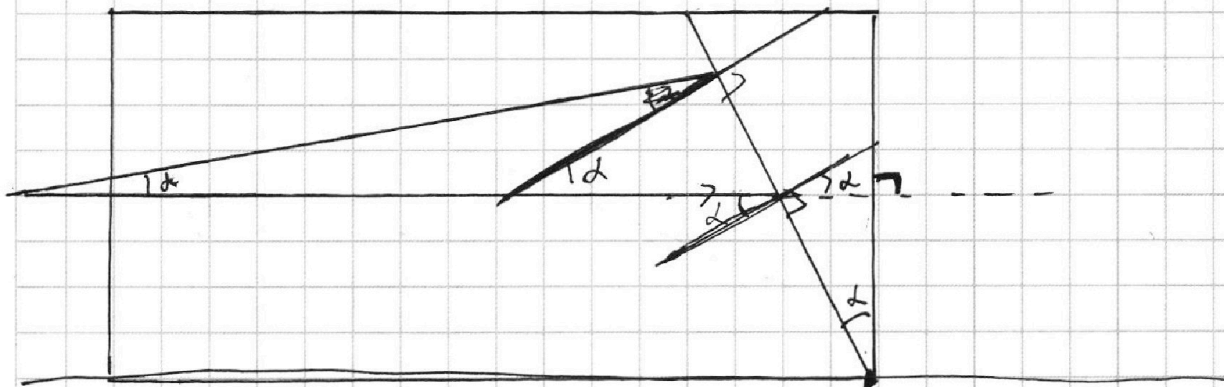
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

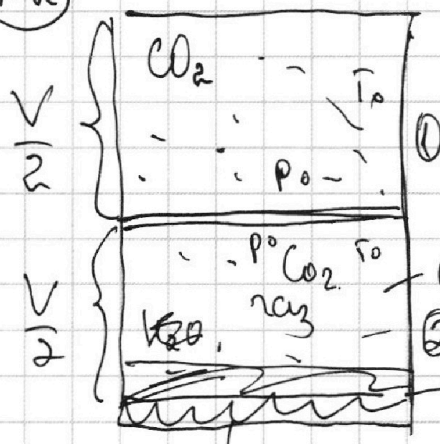
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



?



№2



Класс. n-6 \Rightarrow p одинаков для обоих, поэтому \Rightarrow нет температуры с окр. ср-и

Упр. газ равно не сж-т, но уже вода (x0:)

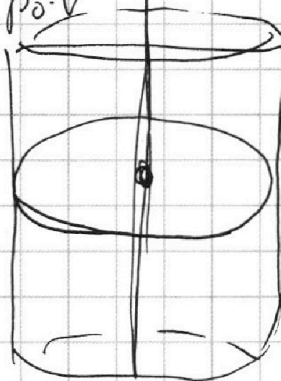
$$\frac{p_0 \cdot V}{2} = \nu_{CO_2} R T_0$$

$$\frac{p_0 \cdot V}{4} = \nu_{H_2O} R T_0$$

$$\frac{\nu_{CO_2}}{\nu_{H_2O}} = \frac{p_0 V \cdot 4}{2 \cdot p_0 V} = 2$$

1) Ответ: 2

$$\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} = \frac{V}{4}$$



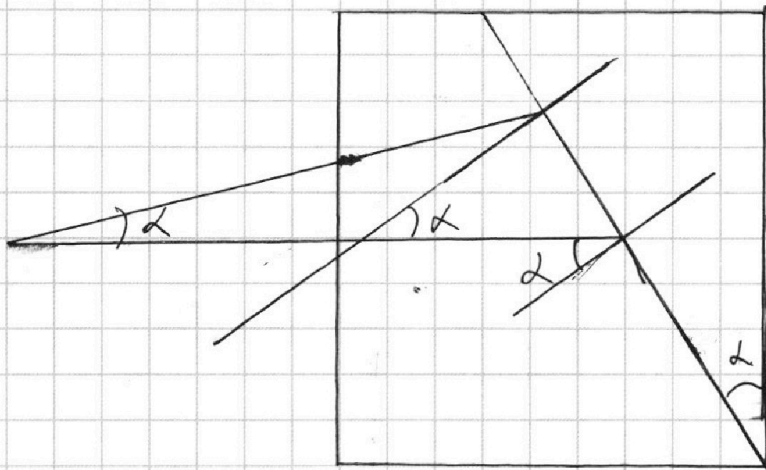
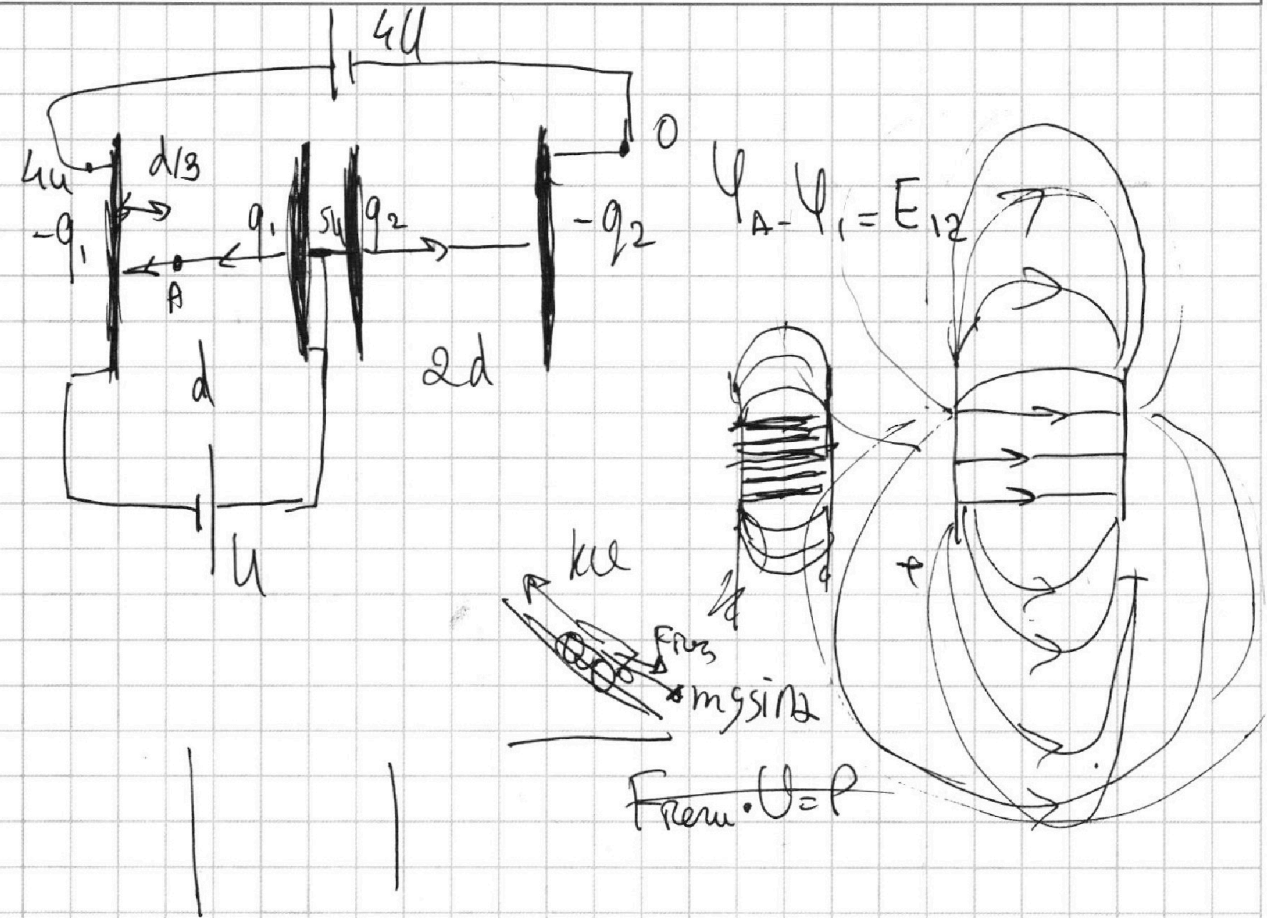
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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.

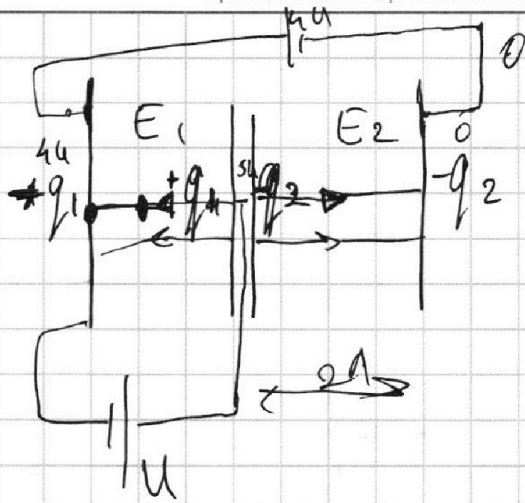
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ



- 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!



$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0 \quad - \text{ЗСЗ}$$

на ∞ , $u_1 = 0$
расст-е $= V_0 \Rightarrow$
 \rightarrow $u_1 = 0$ -
ссылка

Поскольку $q_4 > 0, q_3 > 0,$
 $q_1 < 0, q_2 < 0$

П.М. димми $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = 0$

$u_1 = 0$ и $u_3 = 0$ и $u_4 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow q_3 = -q_2, q_4 = -q_1 -$
по с. 0 ед-и распределены
3-а $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = 0$

$$E_2 \cdot 2d = 5U$$

$$E_1 \cdot d = U \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$$

$$qE = F_{\text{эл}} \Rightarrow \frac{qU}{dm} = a \text{ м/с}^2$$

Φ на бесконечности $= 0 \quad W = q\Phi$

$\frac{mV_0^2}{2}$ - кин. э-е заряда

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + q \cdot \Phi_A$$

$$V_1 - at = V_2$$

$$V_1^2 - V_2^2 = 2ad$$

знаки

$$\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = U_3 \text{ кин. э.}$$

$$\Phi_A =$$

$$\Phi_2 - \Phi_A = E \cdot \frac{2d}{3}$$

$$U_2 - U_A = E \cdot d$$

$$\Phi_3 - \Phi_A =$$

