



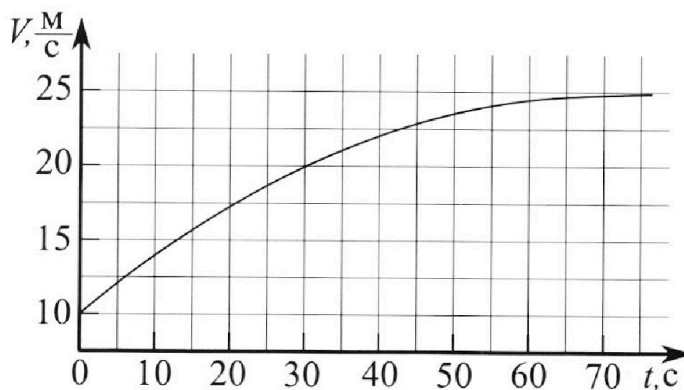
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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  $V_1$ ?

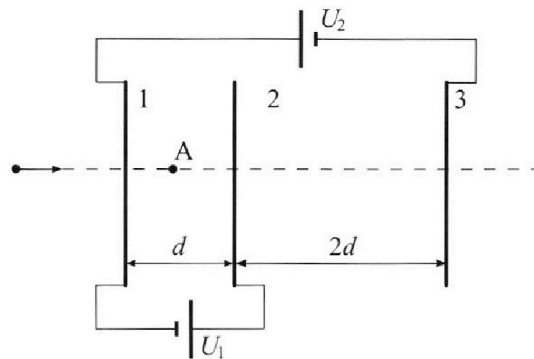
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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 А на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

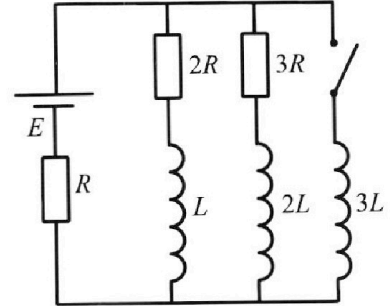
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

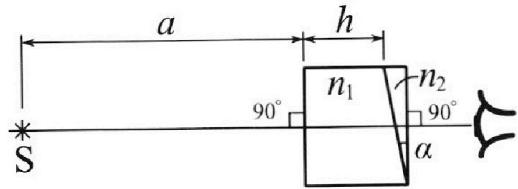
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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:

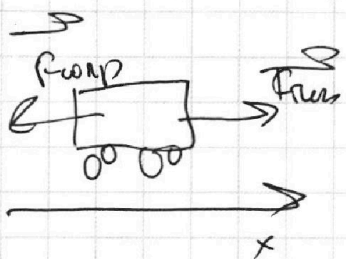
1  2  3  4  5  6  7

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  $T = d \cdot k$  разговора  $a \approx 0 \Rightarrow$

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

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

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

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

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

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

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:

$$m = 1800 \text{ кг}$$

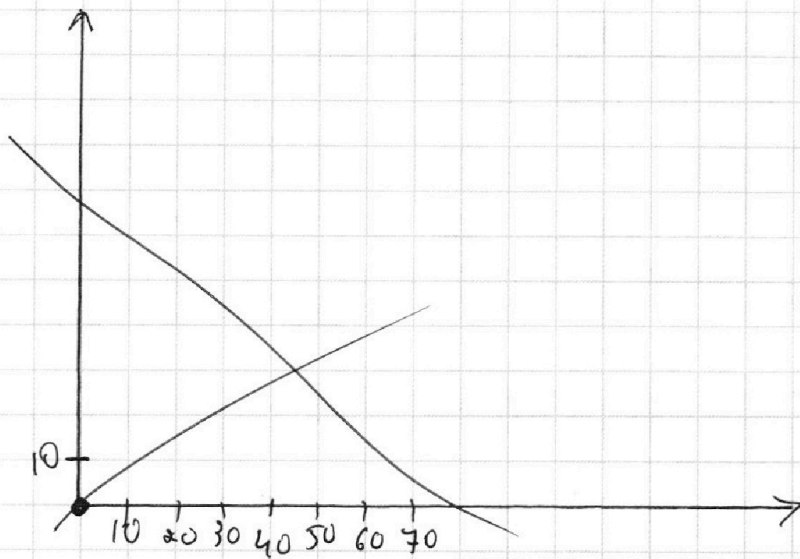
$$F_k = 500 \text{ Н}$$

Найти:

1)  $v_1$  - ?

2)  $F_1$  - ?

3)  $P_1$  - ?



$t - \text{с}$

$$s, v_i = a_i \cdot t$$

$\text{tg } \alpha$  (наклона)

касательн к

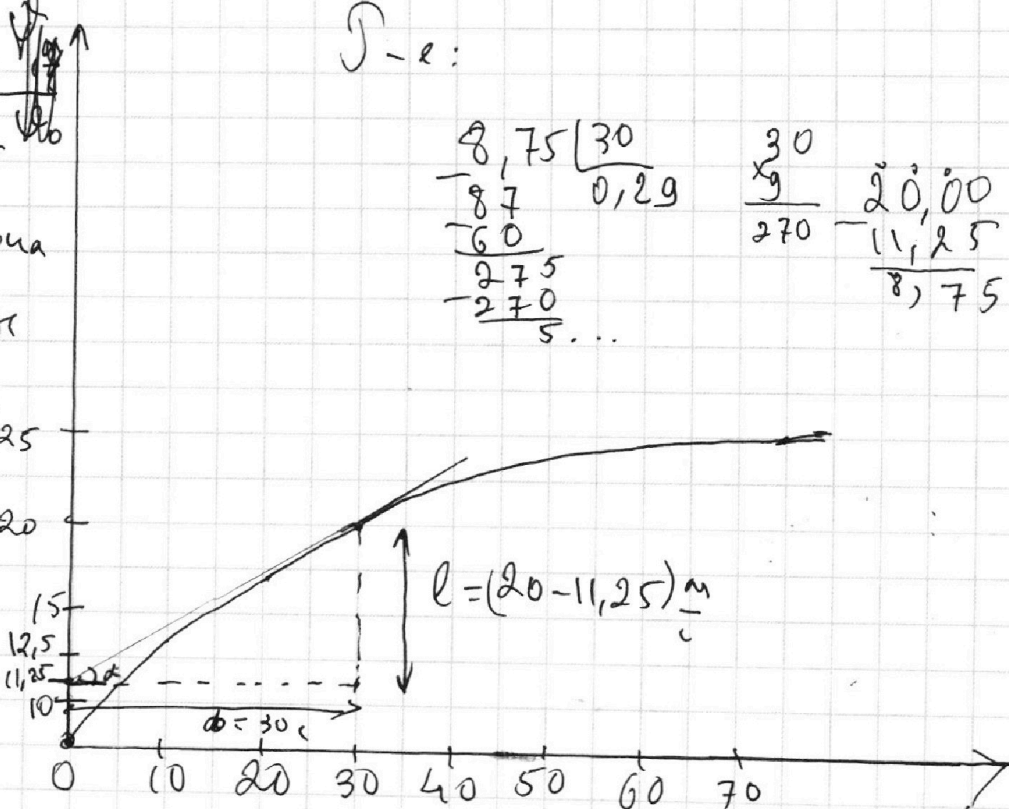
точке  $(t_1)$

$$\begin{array}{r} 8,75 \overline{) 30} \\ \underline{87} \phantom{0} \\ 60 \\ \underline{275} \\ -270 \\ \hline 5 \dots \end{array}$$

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

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

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



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

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
<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!

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

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

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

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

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

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

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

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

---

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!

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

10. В конечном состоянии  $\text{CO}_2$  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 верх. сферы 1 и 2 - в биде:

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 соединены)

2.  $\frac{p_0 \cdot V}{2} = V_{O_1} \cdot RT_0$  - уравн. газа

3.  $\frac{p_0 \cdot V}{2} = V_{O_2} \cdot RT_0$  - уравн. газа

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

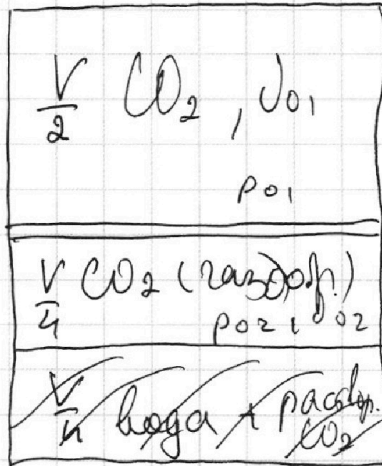
5. После вып-е:

6.  $p_1 = p_2$

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

8.  $\Delta U$  (го вып-е) =

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



Р-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

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

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

$$21. V_{\text{лог. пар.}} = \frac{V}{4}$$

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

зам. лог. пар.

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

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

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

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

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

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

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

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

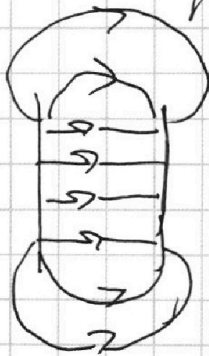
11.  $k_1 - k_2 = \frac{m \cdot d \cdot g \cdot h}{m \cdot d} = g \cdot h$

12.  $W_0 = \frac{mU_0^2}{2}$  - кин. кин. 2и-е закон

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

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

15.



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

16.

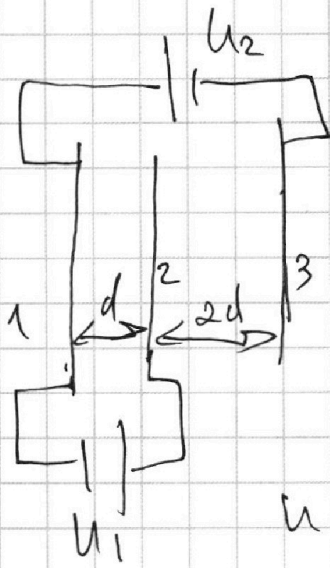
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

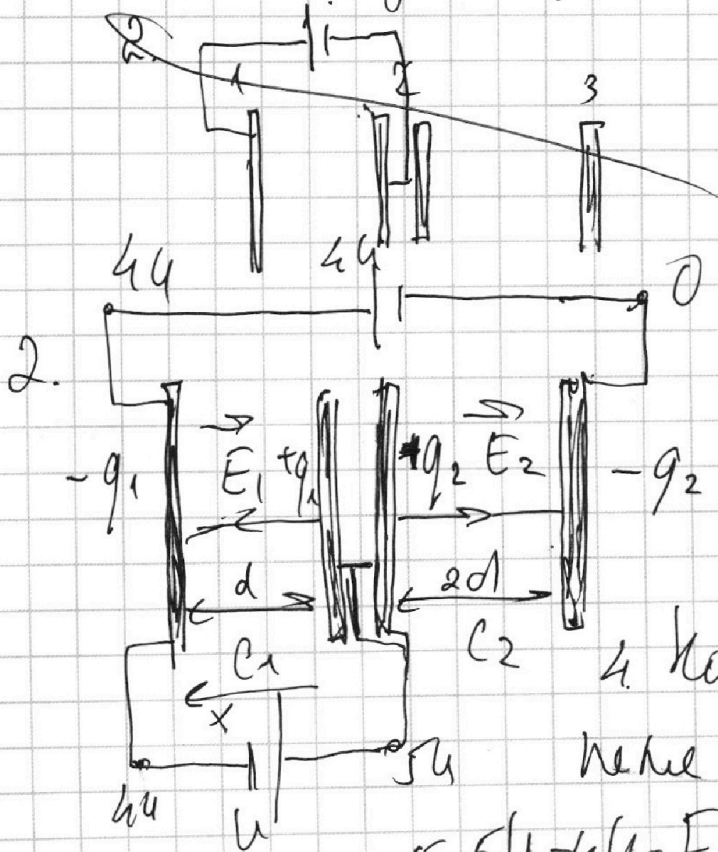


Дано:  
 $U_2 = 4U$   
 $U_1 = U$   
 $V_0, d, 2d, q, m$

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

Решение:

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



3. ЗВ работает  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  при расст-е  
 (в поле между  
 $4. n-u = 0 - пр-н$ )

4. Конг-р  $C_2$  не созд.  
 keine в цепи к фа  $C_1$ .

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

6.  $q E_1 = m a_{12}$  - 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.  $U_{3L} = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt}$

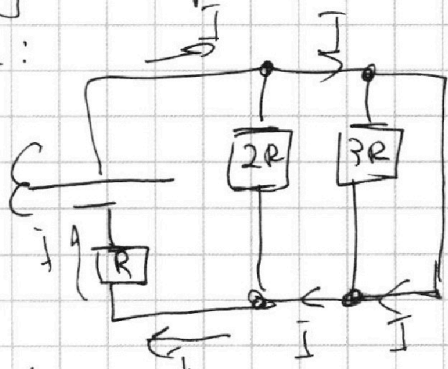
18.  $\frac{dq_{2R}}{dt} \cdot R + L \frac{dI_L}{dt} = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \quad | \cdot dt$

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

20. ~~Проект - и от 3-м на а го фем - е~~  
 уст. режима:

$q_{2R} \cdot R$

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



21.  $I \cdot R = \mathcal{E} \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R} = I_0$

$I = I_{3L} \text{ кон.}$

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

23.  $\int dq_{2R} \cdot R + \int L dI_L = \int 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \quad (\text{от 3-е режима до уст. р-а})$

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

25.  $\frac{3L\mathcal{E}}{R} + L \cdot 3\mathcal{E} = q_{2R} \cdot R \Rightarrow \frac{3\mathcal{E} \cdot L \cdot 11}{R} + 3\mathcal{E} \cdot L = q_{2R} = \frac{36\mathcal{E}L}{11R^2}$   
 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

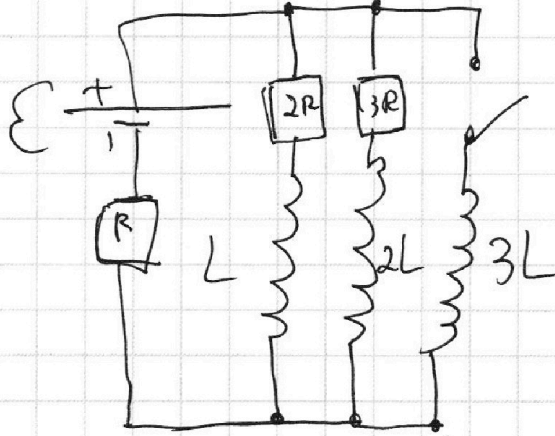
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

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

Найти:

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

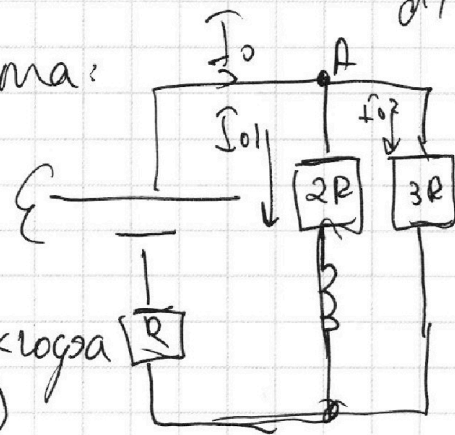


Решение:

- 3)  $q_{2R} - ?$  1. До 3-е момента времени установившийся 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 Кирхгофу

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.  $\Pi_{\text{пр}} = 0$   $\Pi_{\text{пр}} + \text{воера дие}$   $\text{всех цепи}$ .

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

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

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

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

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

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

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

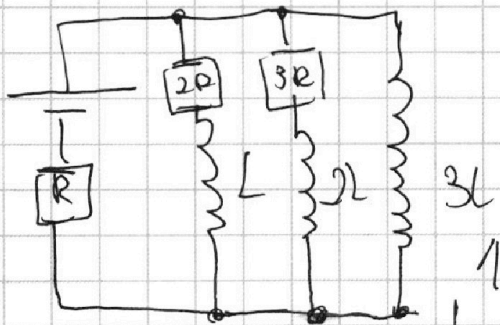
$$= \frac{6 \mathcal{E}}{11} \Rightarrow \frac{6 \mathcal{E}}{33L} = \left( \frac{dI_{3L}}{dt} \right)_0 = \frac{2 \mathcal{E}}{11 L}$$

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:

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

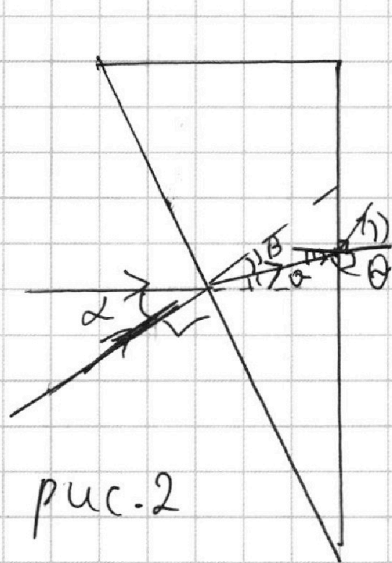
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

$\theta \approx \theta$ , 3-я теорема

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

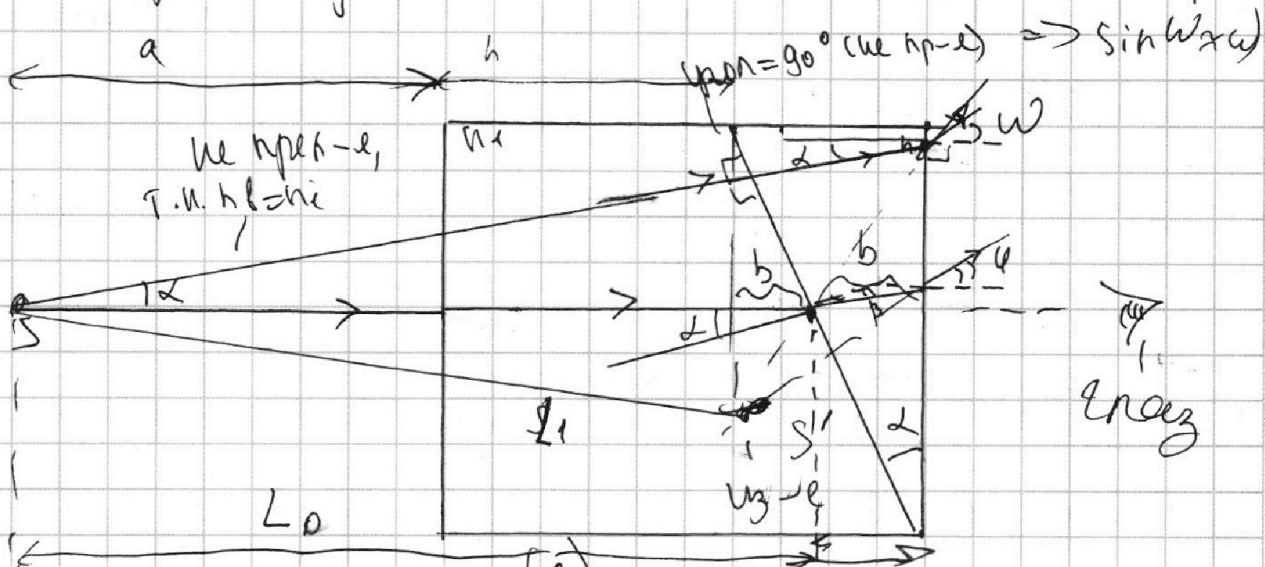
9.  $n_2 \cdot \theta = n_1 \cdot \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{n_2}{n_1} \theta$

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

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

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

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



13.  $\frac{n_2}{n_1} \alpha = \omega$  ( $\omega > \varphi$ ) - перес-е прод-е лучей  $\Rightarrow$   $\omega$  - л-е 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)  $\beta_1$  (при  $n_1 = 1,0; n_2 = 1,7$ )

3)  $\beta_2$  (при  $n_1 = 1,5; n_2 = 1,7$ ) & П-К. & перлом луча

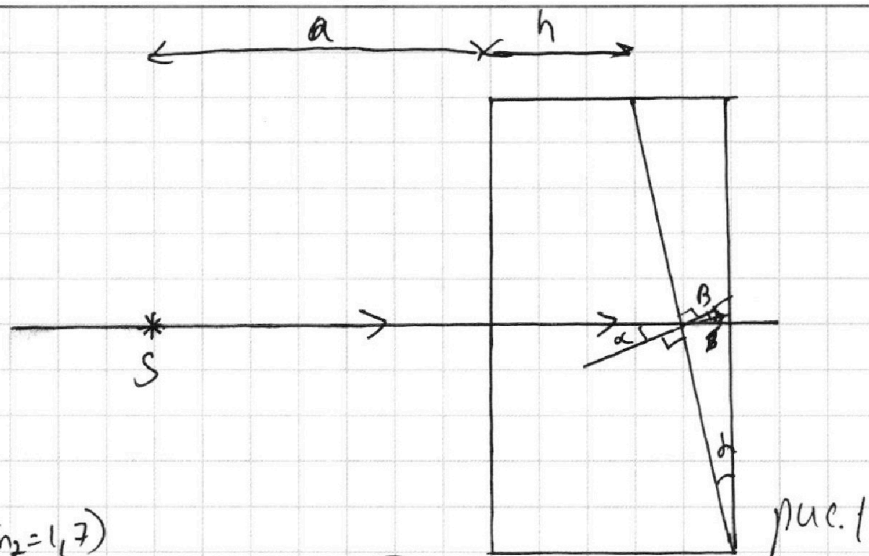
$n_1 = n_2 = 1,0 \Rightarrow$  луч не прел-е (даже при любых  $n_1$ ,  
луч не прел-е, т.к. он идет  $\perp$  левой грани)

2. Из пом. сообр-и проп-и луча проп-и на правую грань прел-е с  $n_2$  равен  $\perp$ .

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

4.  $\sin \alpha = \frac{n_2 \sin \beta}{n_1}$  ( $\alpha, \beta$  - 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.  $n_2 \cdot \sin \theta = 1 \cdot \sin C \Rightarrow n_2 \cdot z = C$

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

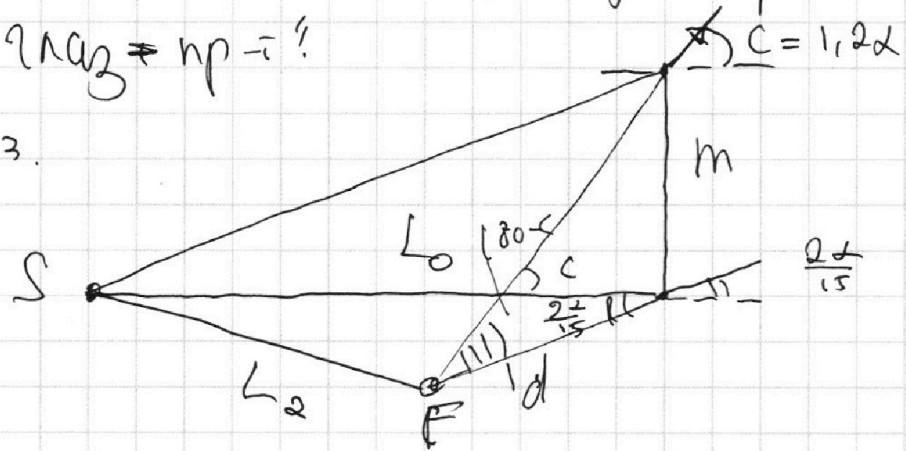
30.  $2(n_2 - n_1 + 1) = C = 2(1 + 1,7 - 1,5) = 1,2d$

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

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

"  $2n_2 \neq n_1 - 1$  ?

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:

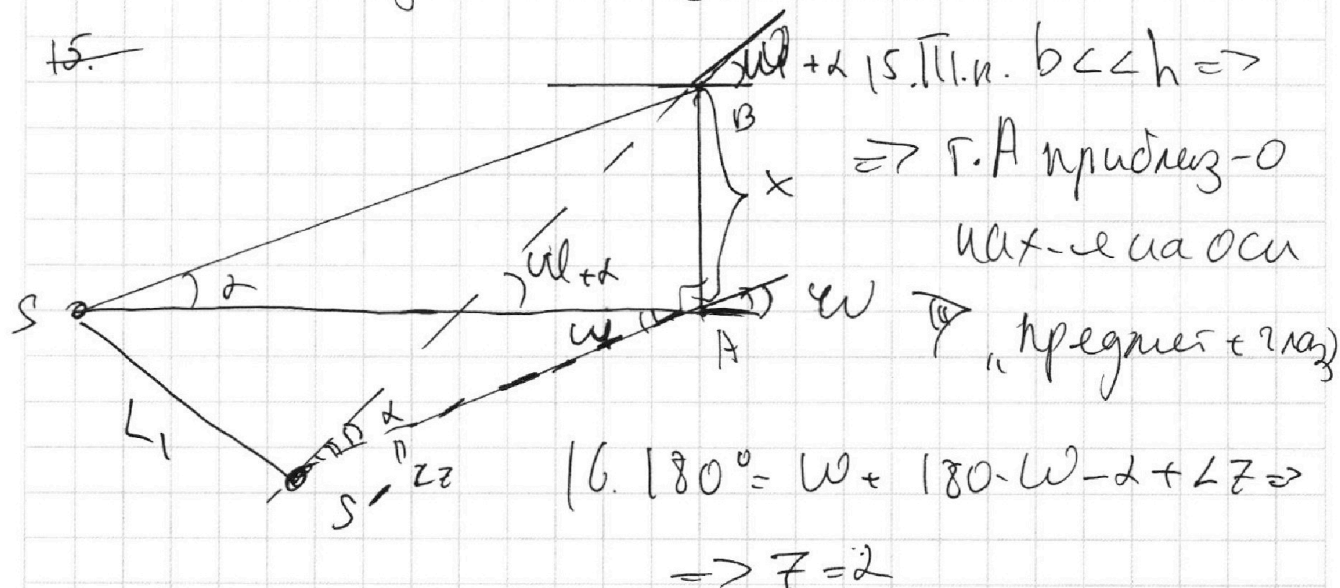
1  2  3  4  5  6  7

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.



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

•  $\angle AS'B = \angle ASB = \alpha$

П.к.  $\omega$  - 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!

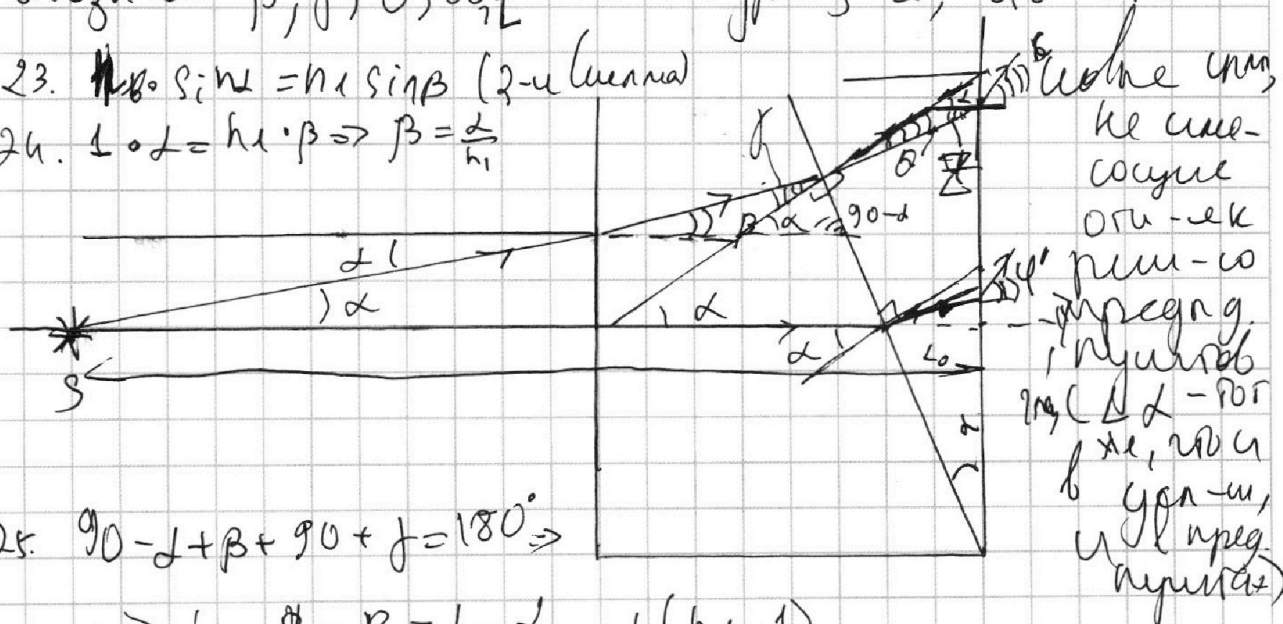
21. Преломит лучи:

При ударе  $n_1, n_2$ , идущий до края  $\rightarrow$  в призме  $\perp$  и вся часть призмы  $n_1$  не изменит своё направление <sup>входа, во</sup>  $\rightarrow$   $n_2$  <sup>издётся под  $\theta$</sup>   
 Другой под  $\angle 2$  и вся часть будет на четн.  $n_2 - n_1$ .

22. \* Для 3-ого луча  $n_2$   $\theta$   $\sin \theta$   $\sin \theta$   
 Обозначим  $\beta, \gamma, \theta, \omega$   $\rightarrow$   $n_2$   $\theta$

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

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



иначе  $n_1$ ,  
 не сме-  
 сочув-  
 оти-ек  
 $n_1$   $\rightarrow$   
 $n_2$   $\rightarrow$   
 $n_1$   $\rightarrow$   
 $n_2$   $\rightarrow$   
 $n_1$   $\rightarrow$   
 $n_2$   $\rightarrow$   
 $n_1$   $\rightarrow$   
 $n_2$   $\rightarrow$   
 $n_1$   $\rightarrow$   
 $n_2$   $\rightarrow$

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!

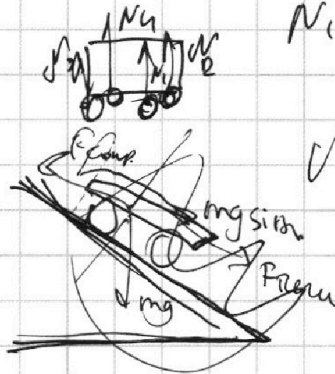
№1.  $F_{тр} \neq m a_{\text{шар}}$   $F_{тр} = F_{тр}$  на легкое колесо  $\frac{500 \cdot 25}{30}$

Разгон  $\Rightarrow F_{тр} = F_{сопр} = k v \Rightarrow k \text{ const}$

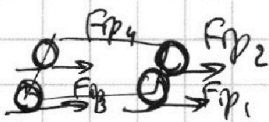
$\frac{500 \mu}{25 \frac{m}{c}} = k = 20 \frac{\mu \cdot c}{m}$  - коэффициент трения

II 3-и  $N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = m g$

$a = a \Rightarrow \tan \alpha$  шарика

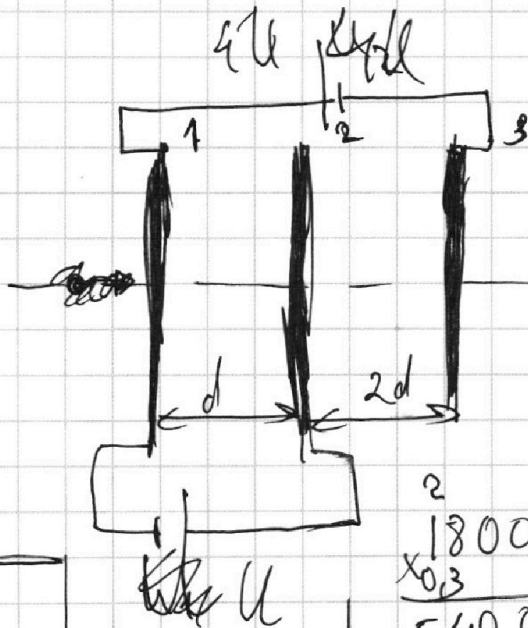


$\mu$  не зависит от скорости



$F_{тр} = v = P_1$

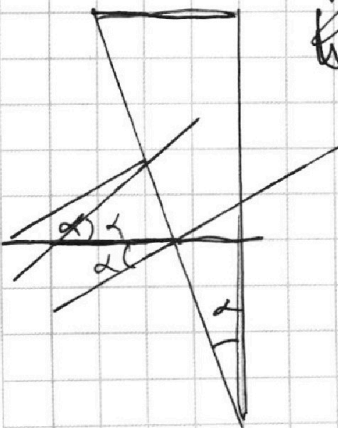
№3



$B \ll d \Rightarrow$  none

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

$\frac{1800}{3} = 600$   
 $\frac{540}{1} = 540$   
 $\Rightarrow 2sp_0 = 8p_1$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

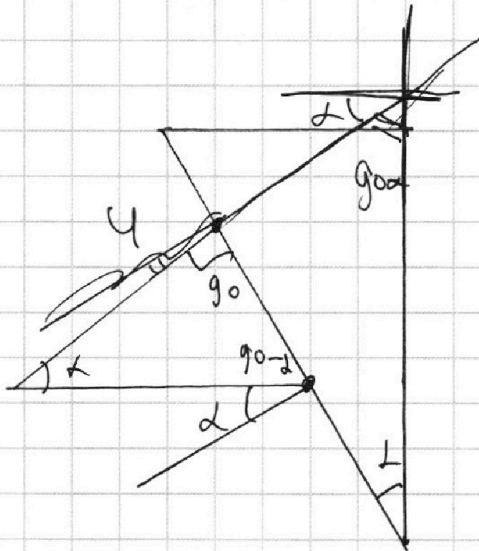
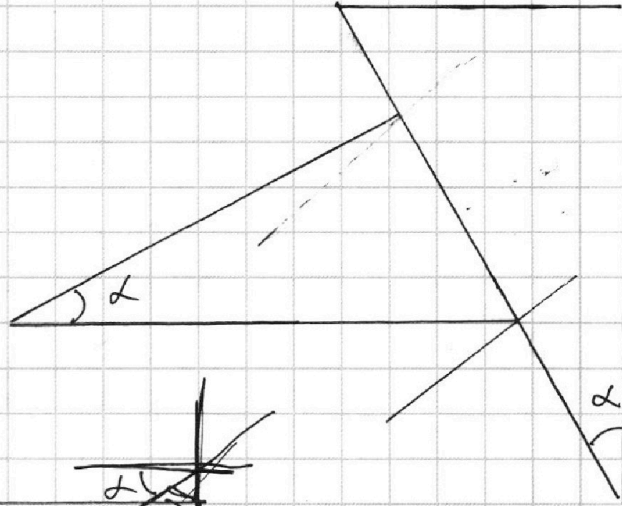
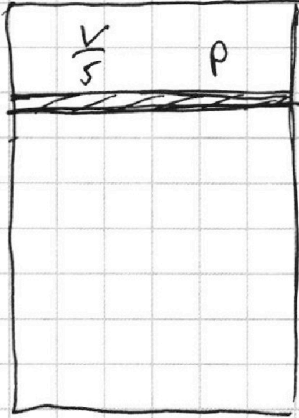
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



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



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!

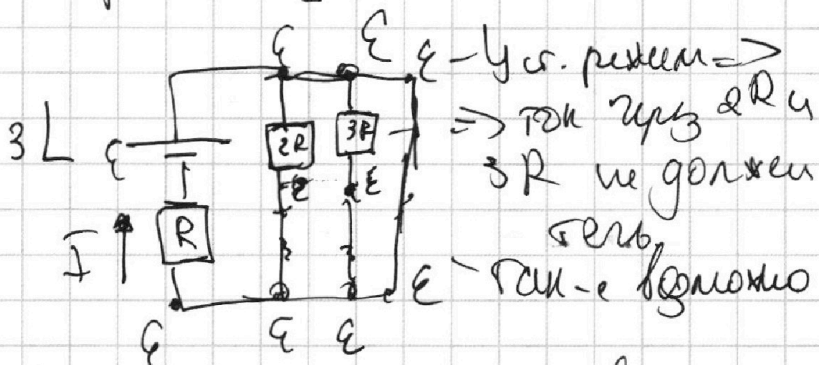
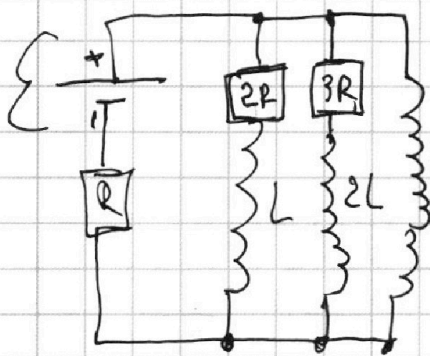


$$I_1 = \frac{5}{3} I_2 = \frac{5 \cdot 3 \mathcal{E}}{11R} = \frac{5 \mathcal{E}}{11R} \Rightarrow I_1 R = \frac{5 \mathcal{E}}{11}$$

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

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

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-е кнопа.  
 а в конце режима не режим ток.

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

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

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

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

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

нашми через 3-б

3-и с-е 2L-им отнимаем, т.к. Q неуч-но  $\Rightarrow$  норм. п-?

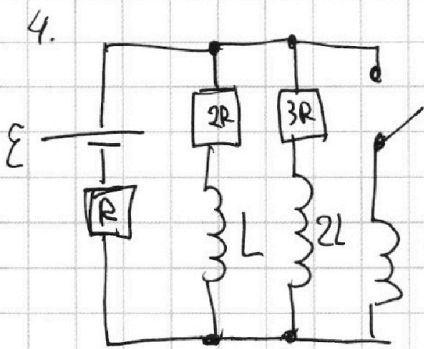
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

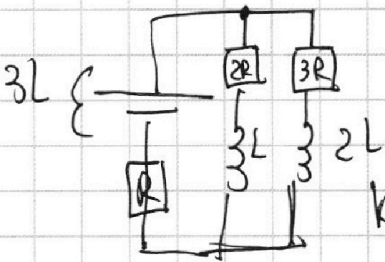
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

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

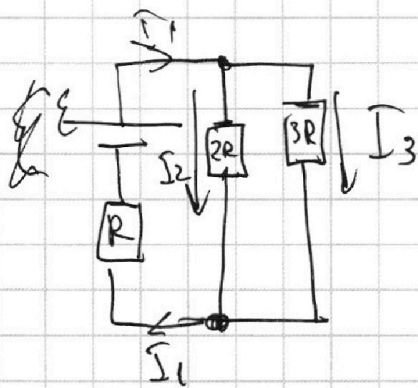
2)  $\frac{dI}{dt} = 0$  (при замыкании)

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

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

Как и можно з.р

на протек:



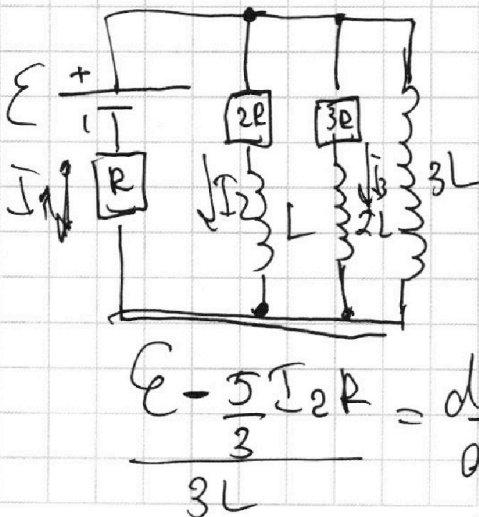
$I_2 \cdot 2R = I_3 \cdot 3R \quad | \cdot \frac{1}{R}$

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

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

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

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



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

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

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

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

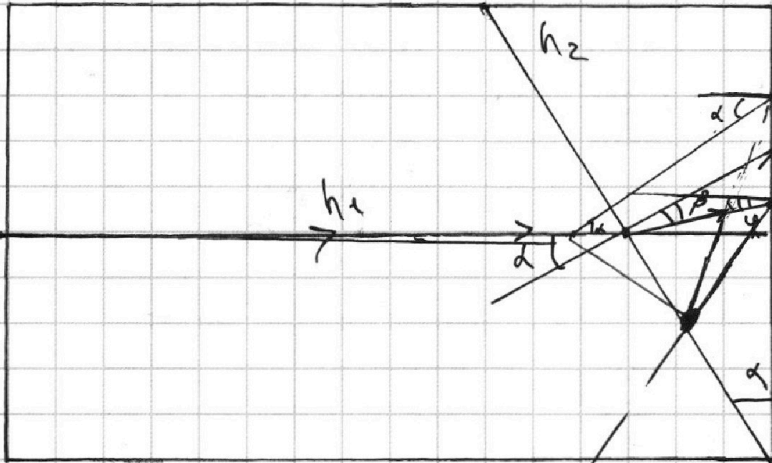
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

$\beta = \alpha - \beta$

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

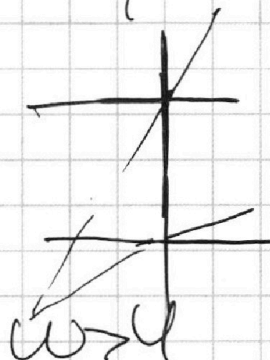
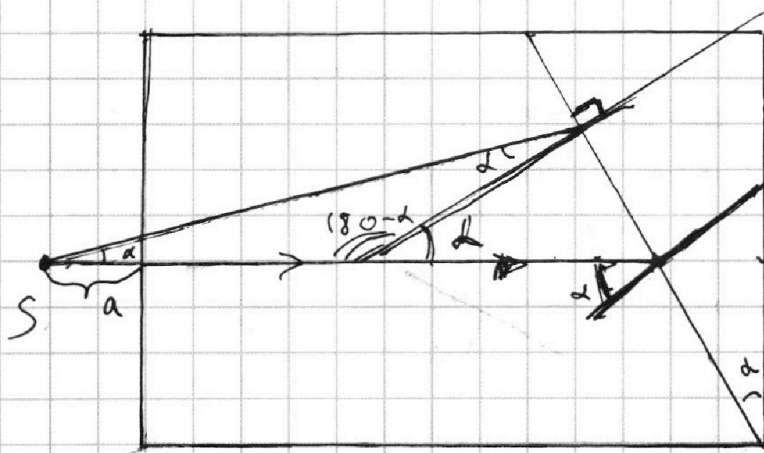
$h_2 \cdot \sin \alpha = h_1 \cdot \sin \beta$

f-узел

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

$h_2 \cdot \alpha = h_1 \beta$

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



$203 \times 0,1$

$20,3 : 1000 = 0,0203$

$\omega > \alpha$



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 / кривые:

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

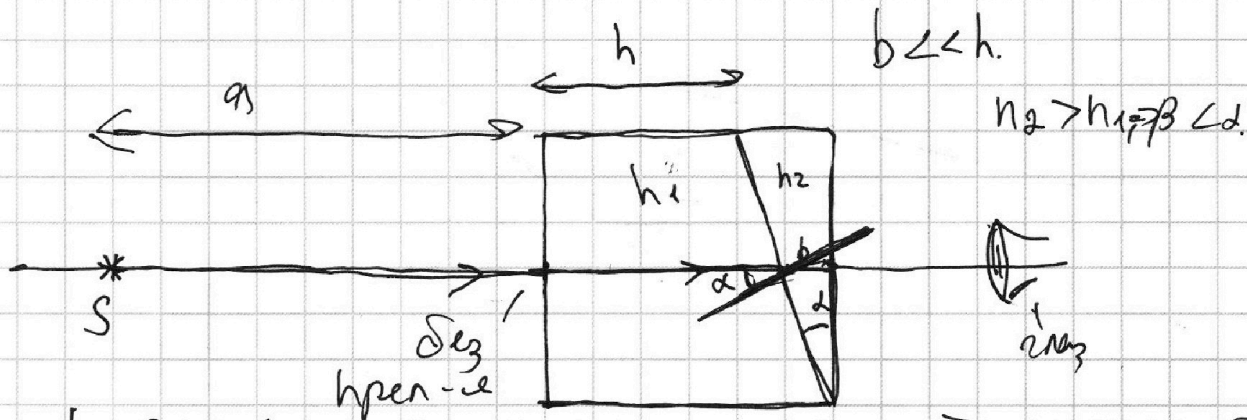
$$q_{2e} \cdot R + L(0 - I_2) = q_{3e} \cdot R + (0 - I_2) \cdot 2L$$

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

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

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

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



$h_1 \cdot \sin \delta = h_2 \cdot \sin \beta$ ,  $\sin \delta \approx \beta$  - малое  $\Rightarrow$  можно  $\beta$  и  $\delta$  и  $\beta$  (приблизительно параллельно оптике)

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

$h_2$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

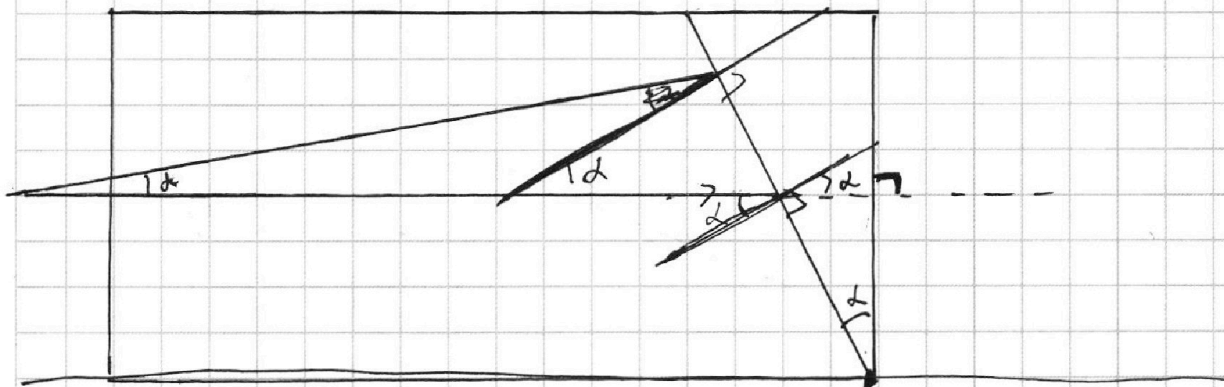
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

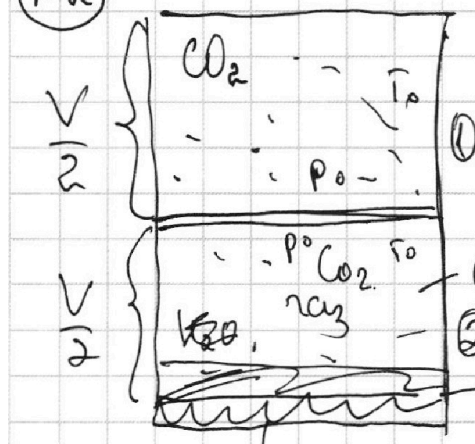
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



?



№2



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

Упр. газ есть  
не сж-е,  
но уже вода  
(x0:)

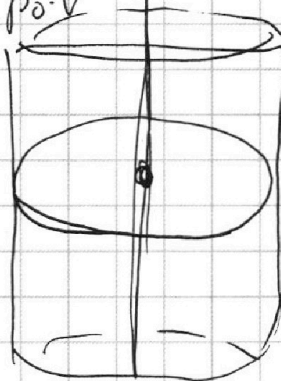
$$\frac{p_0 \cdot V}{2} = \nu_{H_2O} R T_0$$

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

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

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

**МФТИ**

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

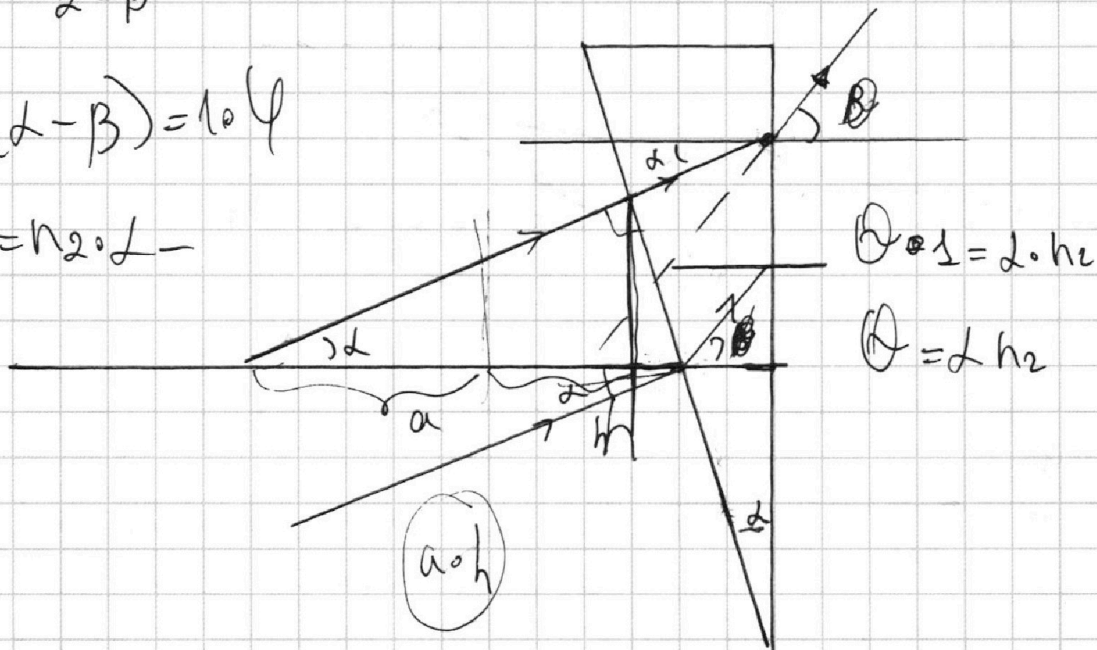


$$n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} \alpha = \beta$$

$$\alpha - \beta$$

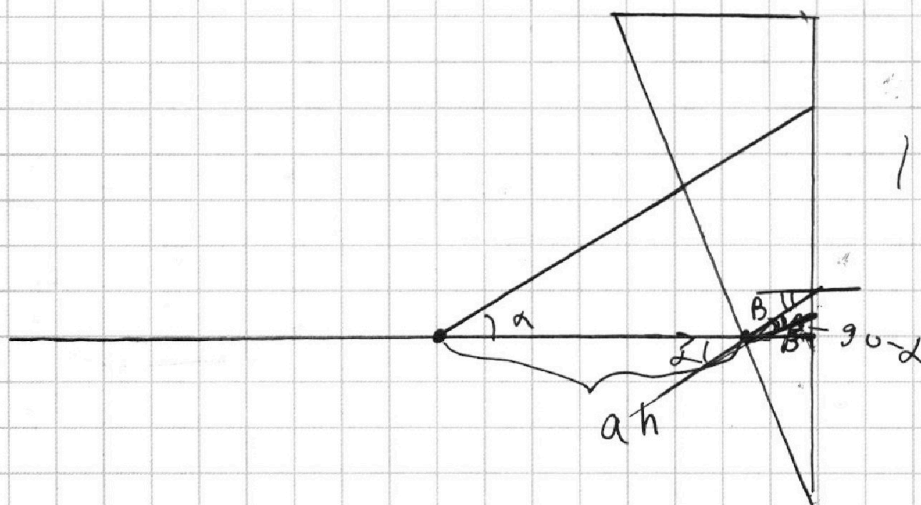
$$n_2 (\alpha - \beta) = 10^4$$

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



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

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



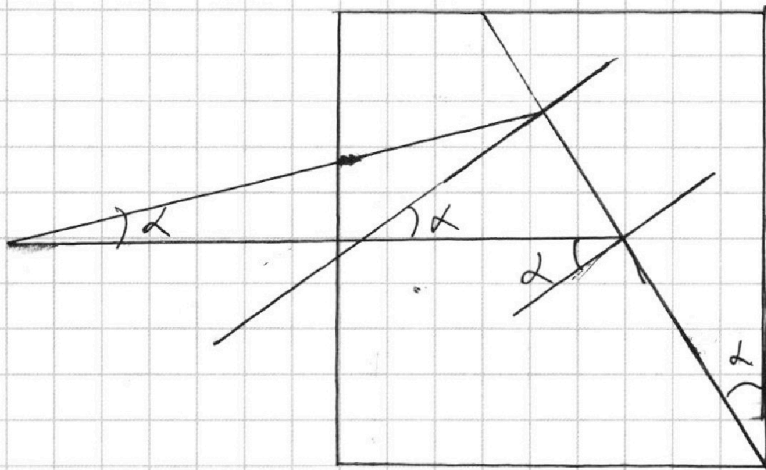
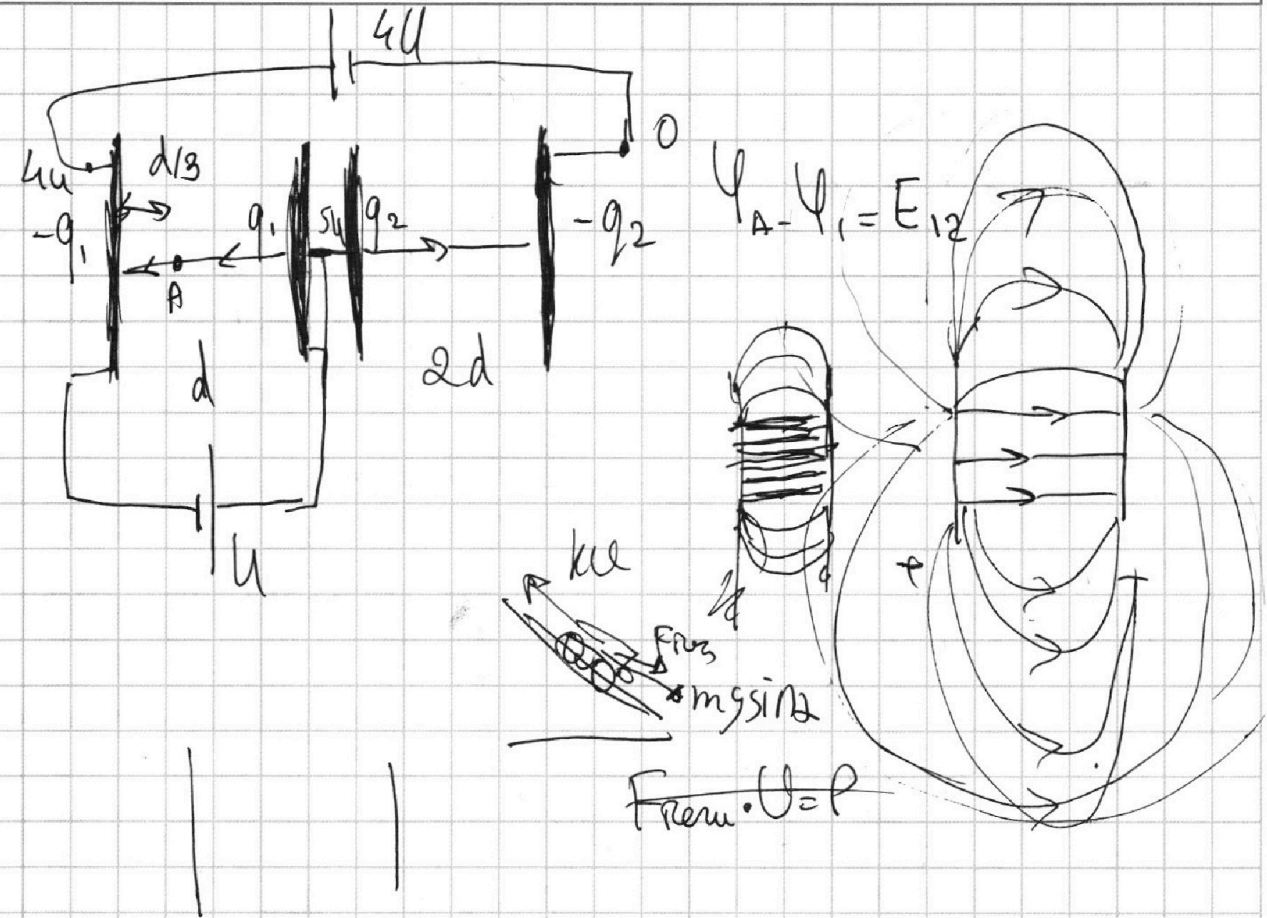
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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.

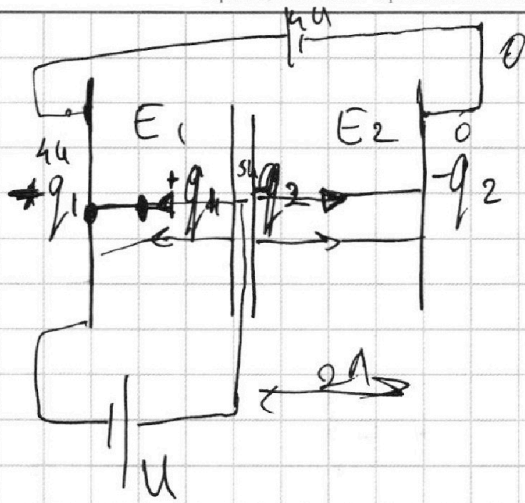
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!



$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0 \quad -3C3$$

на  $\infty$ ,  $u_1 = 0$   
расст-е  $= V_0 \Rightarrow$   
 $\rightarrow$   $u_1 = 0$  - e

Плюс  $q_4 > 0, q_3 > 0$ , e селам  
 $q_1 < 0, q_2 < 0$

П.н. димм  $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = 0$

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

$\Rightarrow q_3 = -q_2, q_4 = -q_1 -$   
по с. 0 e  $q_1$  и  $q_2$  распр-е  
3-а  $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = 0$ ,  
р-е

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

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

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

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

$\frac{mv_0^2}{2}$  - кин. э-е заряда

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_A^2}{2} + q \cdot \Phi_A$$

$$v_1 - at = v_2$$

$$v_1^2 - v_2^2 = 2ad$$

знак

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = U_3 \text{ кин. э.}$$

$$\Phi_A =$$

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

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

$$\Phi_3 - \Phi_A =$$

