

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

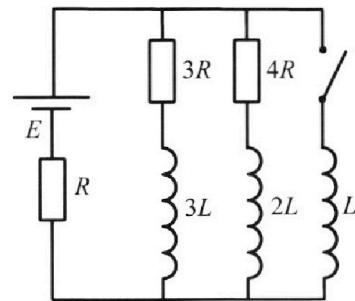
## Вариант 11-03

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.

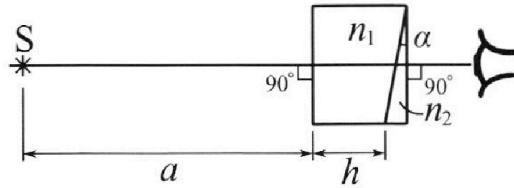
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_{\text{в}} = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 90$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

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



# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

Вариант 11-03

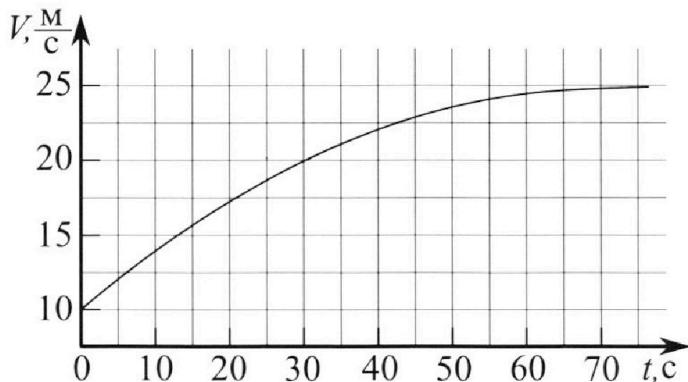


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



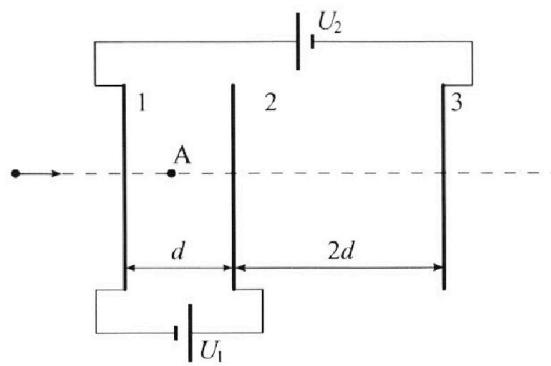
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{АТМ}}/2$  ( $P_{\text{АТМ}}$  – нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p w$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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 отношение конечной и начальной температур в сосуде  $T/T_0$ .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $2d$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = U$  и  $U_2 = 3U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.

- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  – кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ.**

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

№1

Производная скорости по времени  $\rightarrow$  это ускорение

Найдем ускорение в начальне, проводя масштабную

она проходит через нуры  $(10 \frac{m}{s}; 0)$ ;  $(20 \frac{m}{s}; 25 s)$

$$a_0 = \frac{20 \frac{m}{s} - 10 \frac{m}{s}}{25 s} = \frac{10}{25} \frac{m}{s^2} = \frac{2}{5} \frac{m}{s^2} = 0,4 \frac{m}{s^2}$$

Ответ:  $0,4 \frac{m}{s^2}$

2) Тягет  $F_c = 2 V$

В конце забега начали горизонтально  $a \approx 0$

$$F_c = F_k = 2 V_k, \text{ где } V_k = 25 \frac{m}{s}$$

$$J = \frac{600 H}{25 \frac{m}{s}} = 24 \frac{H \cdot m}{m}$$

Время прошло

$$\text{и } a_0 = F_0 - d \cdot V_k, \text{ где } V_k = 10 \frac{m}{s}$$

$$F_0 = \frac{ma_0}{d} + 2 V_k = 1500 \frac{kg}{m} \cdot 0,4 \frac{m}{s^2} + 24 \frac{H \cdot m}{m} \cdot 10 \frac{m}{s} = 600 H + 240 H = 840 H$$

3) Тягомотрик надо  $d t$ .

Ответ: 840 H

За то время движение уравн  $d x = V_k \cdot d t$

Тогда движение  $d x = F_0 \cdot d x = F_0 \cdot V_k \cdot d t$

$$\text{мощность } P_0 = \frac{F_0 \cdot V_k \cdot d t}{d t} = F_0 \cdot V_k = 840 H \cdot 10 \frac{m}{s} = 8400 BT$$

Ответ: 8400 BT

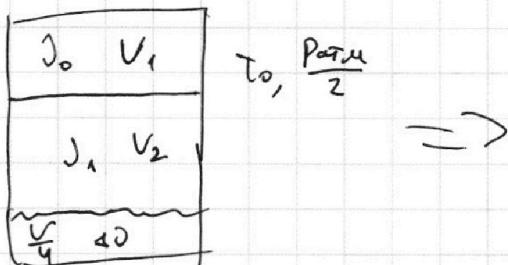
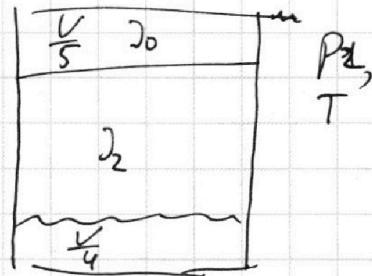


- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

**МФТИ.**

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

№ 2

 $\Rightarrow$ 

6 начальное изотермическое давление пары  $p_{\text{пар}} = 0$

6 конечное пары изотермическое при  $373\text{K}$   $p_{\text{пар}} = p_{\text{атм}}$

Также 6 конечное весь объеменный из 6 газод. состоян.  $J_2 = J_1 + \Delta J$

$$\Delta J = k \cdot \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

~~$$p_2 \frac{V}{5} = J_0 RT$$~~

~~$$(p_2 - p_{\text{атм}}) \left( V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = J_2 RT$$~~

Вместо можно

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= V_2 + \frac{V}{4} \\ V_1 + V_2 + \frac{V}{4} &= V \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} V_1 &= \frac{V}{2} \\ V_2 &= \frac{V}{4} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot V_1 &= J_0 RT_0 \\ \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot V_2 &= J_1 RT_0 \end{aligned} \right\} \therefore$$

$$\Rightarrow J_1 = \frac{p_{\text{атм}} \cdot V}{8 RT_0}$$

$$\frac{J_0}{J_1} = \frac{V_1}{V_2} = 2 \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = 2 \quad \text{отсюда: 2}$$

$$2) \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = J_1 RT_0$$

~~$$p_{\text{атм}} p_2 \cdot \frac{V}{5} = J_0 RT_0$$~~

$$(p_2 - p_{\text{атм}}) \cdot \left( V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (J_1 + \Delta J) RT \quad | : p_{\text{атм}}$$

$$\left( \frac{p_2}{p_{\text{атм}}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{11}{20} V = \left( \frac{V}{8 RT_0} + \frac{\Delta J}{p_{\text{атм}}} \right) RT \right)$$

$$\frac{p_2}{p_{\text{атм}}} = \frac{20}{11} \left( \frac{V}{8 RT_0} + \frac{\Delta J}{p_{\text{атм}}} \right) \frac{RT}{V} + 1$$

далее продолжение

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$\frac{P_2 \cdot \frac{1}{8}}{\text{рати} \cdot \frac{1}{9}} = \frac{J_0}{J_1} \cdot \frac{RT}{T_0}$$

$$\frac{8}{5} \left( \frac{20}{11} \left( \frac{V}{8R} \cdot \frac{T}{T_0} + \frac{40}{\text{рати}} \cdot T \right) \frac{R}{V} \right) = \frac{J_0}{J_1} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{160}{55} \left( \frac{1}{8} \frac{T}{T_0} + \frac{k \cdot \text{рати} \cdot R}{8 \cdot \text{рати} \cdot R} \cdot T \right) = 2 \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{T}{T_0} = x$$

$$\frac{80}{55} \left( \frac{1}{8} x + \frac{kRT}{8} \right) = x$$

$$\frac{10}{55} (x + kRT) = x$$

$$x + kRT = \frac{55}{10} x$$

$$kRT = 4,5x = kRT$$

$$x = \frac{T}{T_0} = \frac{kRT}{4,5} = \frac{0,5 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Га}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}}{4,5} = \frac{15}{4,5} = \frac{1}{3}$$

$$\text{Ответ: } \frac{1}{3}$$

$$\frac{160}{55} \left( \frac{1}{8} \frac{T}{T_0} + \frac{kRT}{8} \right) = 2 \frac{T}{T_0} - \frac{8}{5}, \quad ; \frac{T}{T_0} = x$$

$$\frac{20}{55} \frac{10}{55} (x + kRT) = x - \frac{4}{5}$$

$$\cancel{x} \frac{4,5}{55} x = \frac{10}{55} kRT + \frac{4}{5}$$

$$\frac{1}{11} x = 0,5 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Га}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} + 0,8$$

$$\frac{9}{11} x = 1,5 + 0,8$$

$$\frac{9}{11} x = \frac{2,3}{20}$$

$$x = \frac{2,3}{10 \cdot 90}$$

$$4,5x = 10 kRT + 4,4$$

$$4,5x = 15 + 4,4$$

$$x = \frac{53}{45} = \frac{T}{T_0}$$

$$\text{Ответ: } \frac{53}{45}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

если  $v_0^3$   
заряд достигнет второй цели, то дальше не вернется  
в Т. А

$$\frac{mv_0^2}{2} = U + E_{k2}$$

$$E_{k2} = \frac{mv_0^2}{2} - U$$

$$v_0^2 - \frac{2U}{m} > 0$$

Имеем несколько случаев:

I)  $v_0^2 < \frac{U}{2m}$ , заряд не окажется в Т. А

II)  $v_0^2 = \frac{U}{2m}$ ,  $v_A = 0$

III)  $\frac{U}{2m} < v_0^2 < \frac{2U}{m}$ , скорость заряда пролетит Т. А вправо

$$\text{л. с } v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{U}{2m}}$$

• развернется и пролетит  
вправо с токой не во много  
сокращения

IV)  $v_0^2 > \frac{2U}{m}$

заряд пролетит один раз вправо

$$\text{л. с } v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{U}{2m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ.**

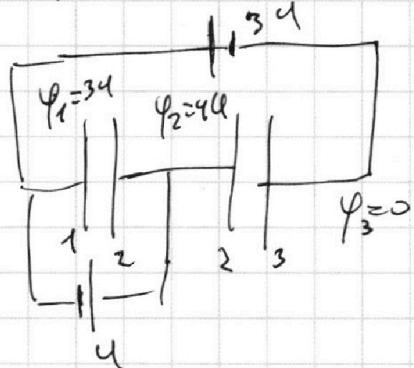
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$q_1 = 2Uc$$
$$3E = 3U + U + \frac{q_2}{C} = 0$$
$$q_2 = -\frac{3U}{C}$$

N3

Таким образом имеем для каждого конденсатора



как известно, все конденсаторы  
имеют пот.

Найдем напряженность  
в первом конденсаторе

$$3U \xrightarrow{\vec{E}_1} U$$

$$E_1 = \frac{U - 3U}{d} = \frac{U}{d}$$

$$\lambda m = q E_1$$

$$\lambda = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$$

$$\text{Ответ: } \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$$

2) 3 СЭ

$$k_1 = k_2 + q E_1 \cdot d$$

$$k_1 - k_2 = q U \quad \text{т.к. } k_2 = q U$$

3) Найдем для каждого конденсатора  $E_1 = \frac{m V_0^2}{2}$ , т.к.  
они все одинаковы.

Сила притяжения равна в т. з. а.  $W = \frac{U}{4}$

$$\text{тогда } E_1 = \frac{m V_0^2}{2} = \frac{U}{4} + \frac{m V_4^2}{2}$$

$$V_4^2 = V_0^2 - \frac{U}{2m}, \quad \text{если } V_0^2 < \frac{U}{2m}, \quad \text{заряд не останется}$$

$$|V_4| = \sqrt{|V_0^2 - \frac{U}{2m}|}, \quad \text{если } V_0^2 > \frac{U}{2m}, \quad \text{тогда есть}$$

т. з. а.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

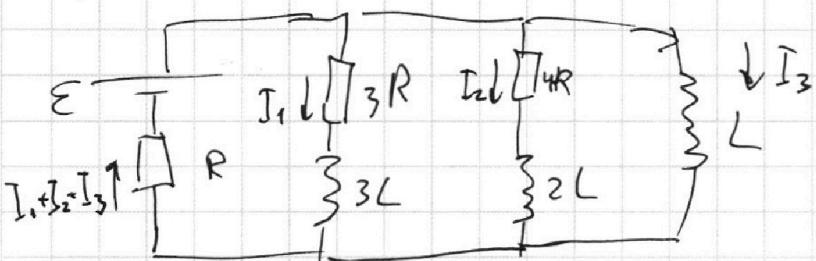
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

МФТИ



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

3) 114 (продолжение)



Закон  $I_1, I_2, I_3$  - тоже в  $\Phi$  проходит момент времени.

Закон токов:

$$-3RI_1 - 3L\dot{I}_1 + LI_3 = 0$$

$$3R \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{dI_3}{dt}$$

$\downarrow \Phi_1$  - зеркало через  $3L$   
(OK не через  $3R$ )

$$\Delta \Phi_1 = \frac{L}{3R} \dot{I}_3 - \frac{L}{R} \dot{I}_1$$

с знаком +, если вниз

В ут резонанс ток везде течет через  $L$

$$I_{3k} = \frac{E}{R}; I_{1k} = 0$$

$$\Delta I_{3k} = \frac{E}{R} - 0 = \frac{E}{R}$$

$$\Delta I_1 = I_{1k} - I_{0k} = -\frac{4E}{10R}$$

$$\Delta \Phi_1 = -\frac{L}{3R^2} + \frac{4EL}{10R^2} = \frac{EL}{R^2} \left( -\frac{15}{52} + \frac{12}{52} \right) = -\frac{3}{52} \frac{EL}{R^2}$$

значит зеркало повернуто вверх

Ответ:  $\pm \frac{3}{52} \frac{EL}{R^2}$  зеркало вверх

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

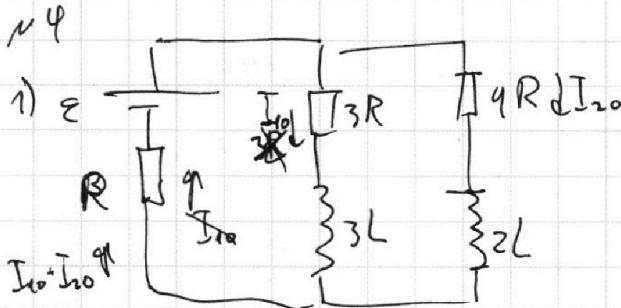
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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



В ут. режиме ток  
не ходит.  $\Rightarrow$  катушки можно  
читать проводами.

Запишем Кирхгоф:

$$\begin{cases} E - 3R \cdot I_{10} - R \cdot I_{10} - R \cdot I_{20} = 0 \Rightarrow RI_{10} = E - 4RI_{20} \\ E - 4R \cdot I_{20} - R \cdot I_{20} - R I_0 = 0 \end{cases}$$

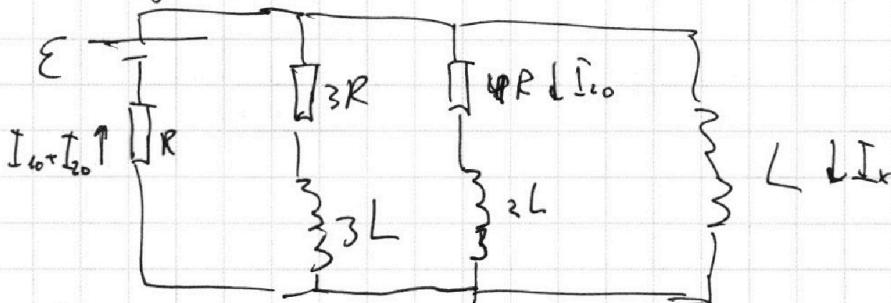
$$E - 5(E - 4RI_{20}) - RI_{10} = 0$$

$$-4E + 19RI_{20} = 0$$

$$I_{20} = \frac{4E}{19R}$$

$$\text{Уравнение Кирхгоф } I_{20} = \frac{E}{R} - \frac{16E}{19R} = \frac{3E}{19R} \quad \text{Ответ: } \frac{4E}{19R}$$

2) График более замысловатый, когда все токи.



Запишем Кирхгоф

$$E - L I_x - R(I_{10} + I_{20}) = 0$$

$$I_x = \frac{E - R(I_{10} + I_{20})}{L} = \frac{E - R \cdot \frac{7E}{19R}}{L} = \frac{12}{19} \frac{E}{L}$$

алл продолжение.

Ответ:  $\frac{12E}{19L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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

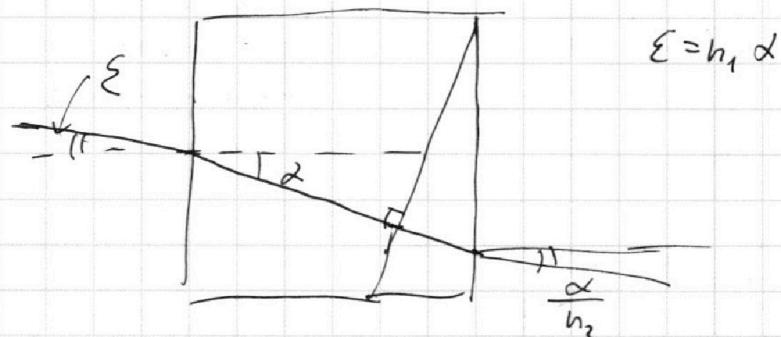
3) Случай склона с П.2

Пусть ~~нужно~~ Требуется наклон склона такой, чтобы для данного непреломления света левой части пучка

Слева формула остается та же

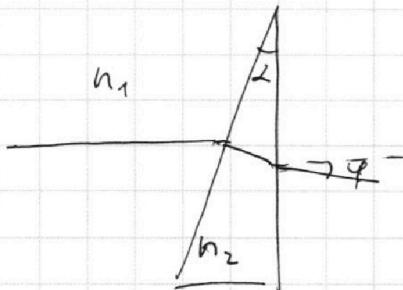
$$\delta H = \frac{h_2 n_2 (n_2 - 1)}{h_2^2 - h_2 - 1}$$

Поменяется  $\delta$



$$\epsilon = h_1 \alpha$$

Лог-бо аналогично П.1:

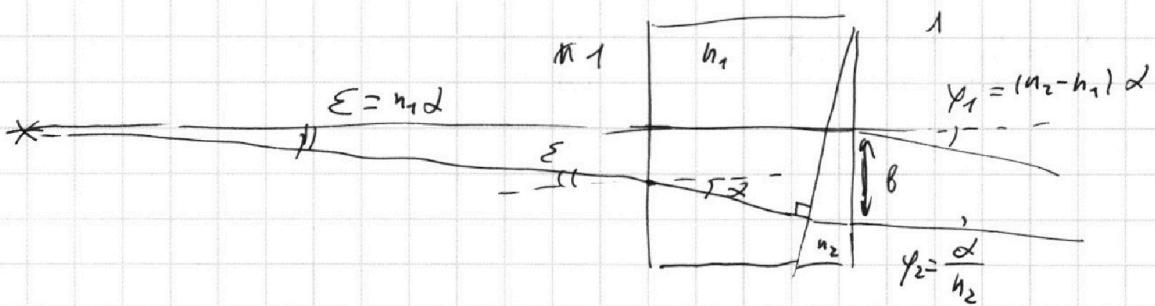


$$h_1 \alpha = h_2 \beta \quad \beta = \frac{h_1}{h_2} \alpha$$

$$\alpha - \beta + 90^\circ - \gamma = 90^\circ$$

$$\gamma = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{h_1}{h_2}\right) = \frac{h_2 - h_1}{h_2} \alpha$$

$$\gamma = (h_2 - h_1) \alpha$$



$$f = h_1 \alpha \cdot a + \alpha \cdot b = \alpha (a h_1 + b)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

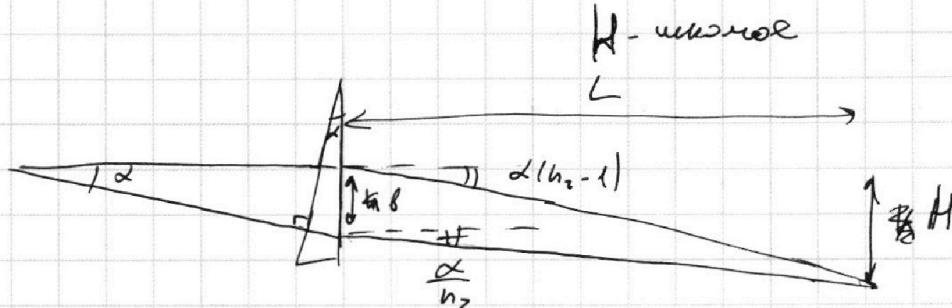
**МФТИ**



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

15

2)



$$h = \alpha(a + b) = \alpha(a + b)$$

$$\begin{cases} H = L \alpha(n_2 - 1); L = \frac{H}{\alpha(n_2 - 1)} \\ H = b + L \neq \frac{\alpha}{n_2} \end{cases}$$

$$H(1 - \frac{1}{\alpha(n_2 - 1)}) = b$$

$$H = \frac{b + \alpha(n_2 - 1)}{\alpha(n_2 - 1) - 1} = \frac{\alpha^2(a + b)(n_2 - 1)}{\alpha(n_2 - 1) - 1}$$

$$H = b + \frac{\alpha H}{n_2(n_2 - 1)}$$

$$H(\cancel{x} - \cancel{\frac{1}{n_2(n_2 - 1)}}) = b$$

$$H = \frac{b n_2(n_2 - 1)}{n_2^2 - n_2}$$

$$H(1 - \frac{1}{n_2(n_2 - 1)}) = b$$

$$H = \frac{\alpha(a + b) n_2(n_2 - 1)}{n_2^2 - n_2 - 1} = \frac{0,1 \cdot 104 \text{ см} \cdot 1,7 \cdot 0,7}{2,89 - 1 - 1,7} = \frac{10,4 \text{ см} \cdot 1,19}{0,19} =$$

$$= \frac{4537,6 \text{ см}}{19} \approx 232 \text{ см} = \frac{123,76 \text{ см}}{19} \approx 65 \text{ см}$$

Ответ: ~~232 см~~ 65 см

Тут я рассчитал ривью  
луч, издающий 1 сант  
также каска, он плавится  
и выходит из чашей под  
жидким  $\frac{L}{n_2}$

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

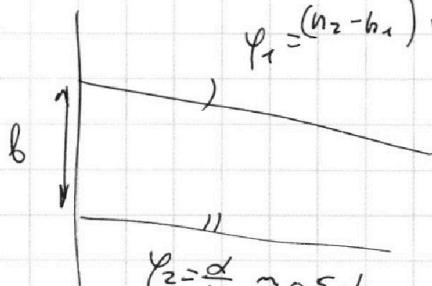
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

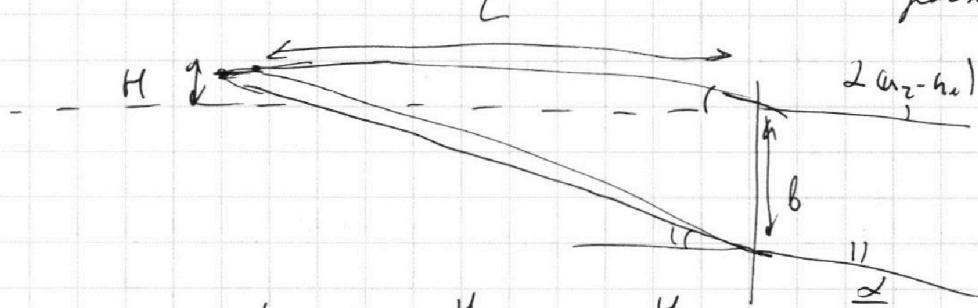
3)



$$\varphi_1 = (n_2 - n_1) \alpha = 0,3 \alpha$$

$$\varphi_2 = \frac{\alpha}{h_2} \approx 0,5 \alpha$$

$\varphi_2 > \varphi_1$ , мум сходит  
расходиться



$$H = \alpha(n_2 - n_1) \cdot L ; L = \frac{H}{\alpha(n_2 - n_1)} = \frac{H}{0,3 \alpha}$$

$$H + b = L \frac{\alpha}{n_2}$$

$$H + b = \frac{H}{0,3(n_2 - n_1)}$$

$$H \left( 1 - \frac{1}{n_2(n_2 - n_1)} \right) = -b$$

$$H = \frac{b n_2 (n_2 - n_1)}{1 - n_2^2 + n_2 n_1} = \frac{n_2 \alpha + \alpha n_2 (n_2 - n_1)(h + a + h)}{1 - n_2^2 + n_2 n_1} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3 \cdot (1,4 - \frac{10}{14} \text{ см} + 14)}{1 - 2,89 + 2,38} = \frac{14 - 10 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3}{0,51 + 0,49} = 14 \text{ см}$$

Ответ: 14 см

$$= \frac{14 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3}{0,49} = \frac{14}{0,49} \approx 14 \text{ см}$$

Ответ: 14 см

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

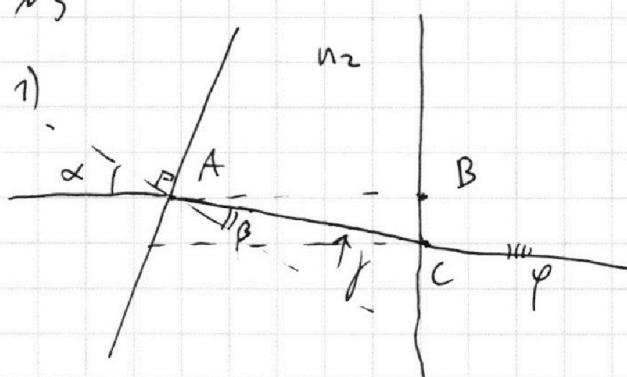
МФТИ



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

№5

1)



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

$$\angle = n_2 \sin \beta$$

$\triangle ABC$

$$\angle - \beta + 90^\circ - \gamma = 90^\circ$$

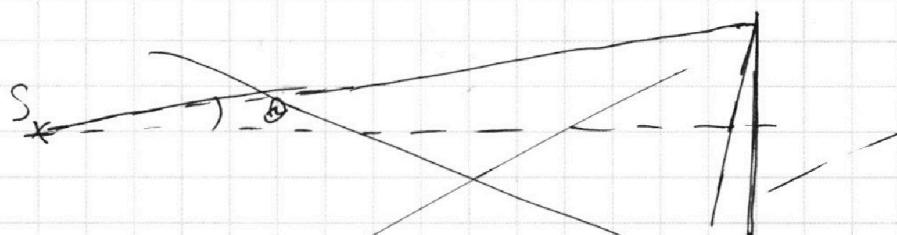
$$\begin{aligned} \gamma &= \angle - \beta = \alpha (1 - \frac{1}{n_2}) = \\ &= \angle \left( \frac{n_2 - 1}{n_2} \right) \end{aligned}$$

$$n_2 \sin \gamma = \sin \varphi$$

$$\alpha (n_2 - 1) = \varphi$$

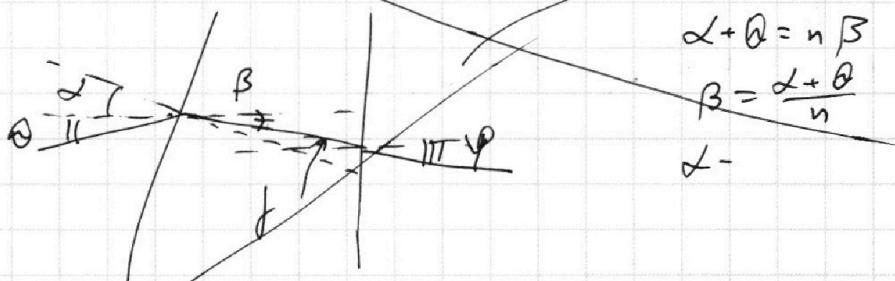
Следовательно:  $\alpha (n_2 - 1)$

2)



Таким образом, угол падения угла  $\theta$  не будет

Таким образом, угол падения угла  $\theta$  к нормали к грани



$$\alpha + \theta = n \beta$$

$$\beta = \frac{\alpha + \theta}{n}$$

$\angle$

далее

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



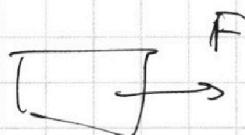
- |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------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

МФТИ

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

ЧЕРНОВИК

$$\begin{array}{r} 600 \\ - 50 \\ \hline 100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 25 \\ - 24 \\ \hline 1 \end{array}$$



$$\frac{\epsilon}{R} R$$

$$\begin{array}{r} -2,99 \\ -2,38 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \times 1 \\ \times 51 \\ \hline 14 \\ + 14 \\ \hline 15 \end{array} \quad \begin{array}{r} 44 \\ 44 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$P = \frac{1}{4t}$$

$$\frac{3R \cdot 4R}{3R} = \frac{12R}{3R} + R = \frac{10R}{2R}$$

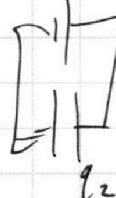
$$\begin{array}{r} \times 19 \\ \times 3 \\ \hline 57 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -1,3 \cdot 0,7 \\ -0,7 \cdot 0,49 \\ \hline - \end{array}$$

$$\epsilon = 4,39$$

$$104$$

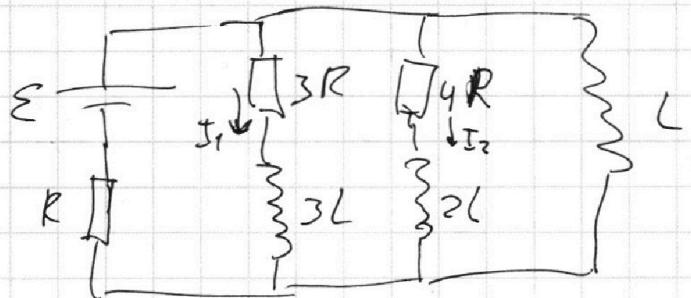
$$\begin{array}{r} \times 119 \\ \times 104 \\ \hline 476 \\ + 119 \\ \hline 12346 \end{array}$$



$$\epsilon = 4,39$$

$$104$$

$$\begin{array}{r} \times 119 \\ \times 104 \\ \hline 476 \\ + 119 \\ \hline 12346 \end{array}$$



$$-3RI_1 - 3LI_1 + LI_3 = 0$$

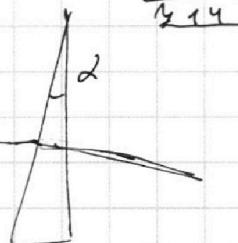
$$-3R \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_1}{dt} + L \frac{dI_3}{dt} = 0$$

$$\text{param } V_1 = J_0 RT_0$$

$$\frac{p_{\text{atm}}}{2} V_2 = J_1 RT_0$$

$$20 - 4 - 5 = \frac{11}{20}$$

$$414 \underline{10,49}$$



$$J_{\text{av}} = \mu \cdot H =$$

$$= \frac{\mu \cdot \mu}{c^2} \quad \begin{array}{r} 373/59 \\ 295/68 \end{array}$$

$$J_{\text{av}} = \mu \cdot H \quad \begin{array}{r} 373/59 \\ 384/63 \end{array}$$

$$\frac{\mu \cdot \mu}{c^2} \quad \begin{array}{r} 100 \\ 178 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 119 \\ \times 104 \\ \hline 476 \\ + 119 \\ \hline 12346 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373/59 \\ 59 \end{array}$$

$$\times 63$$

$$\begin{array}{r} \times 45 \\ \times 315 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 252 \\ \hline 273 \\ \times 540 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12346 \\ - 114 \\ \hline 119 \\ - 95 \\ \hline 26 \end{array}$$

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

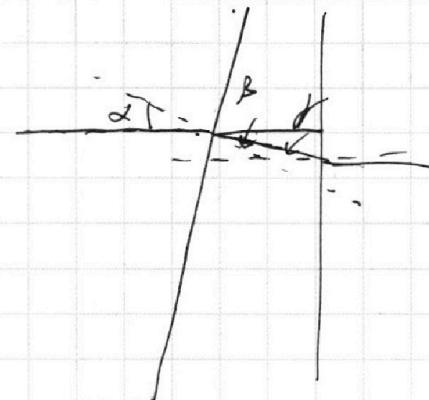
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ.**

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



$$\alpha = n \beta$$

$$\alpha \cdot \sin \alpha_1 = \beta \cdot \sin \alpha_2$$

$$100 \frac{117}{15}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{n} = f$$

$$\begin{array}{r} -45376 \\ -32 \\ \hline 173 \\ -121 \\ \hline 52 \\ \times 23 \\ \hline 253 \end{array}$$

$$f \cdot \sin \alpha$$

$$n \cdot \sin f = \sin \varphi$$

$$\begin{array}{r} \times 23 \\ \hline 52 \\ \hline 253 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ \hline 19 \\ +119 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ \hline 19 \\ +119 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\alpha - \beta + 90^\circ - f = 90^\circ$$

$$f = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{n-1}{n} \cdot \alpha$$

$$n = d \quad \frac{n-1}{n} \cdot \alpha \cdot n = \varphi$$

$$\varphi = \alpha(n-1)$$

$$\begin{array}{r} \times 104 \\ \hline 119 \\ +956 \\ \hline 45376 \end{array}$$

$$\beta = \frac{\alpha + \Theta}{n}$$

$$\alpha - \beta + 90^\circ - f = 90^\circ$$

$$f = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right) + \frac{\Theta}{n} \quad 389 -$$

$$n \sin \left( \frac{n-1}{n} \alpha + \frac{\Theta}{n} \right) = \varphi$$

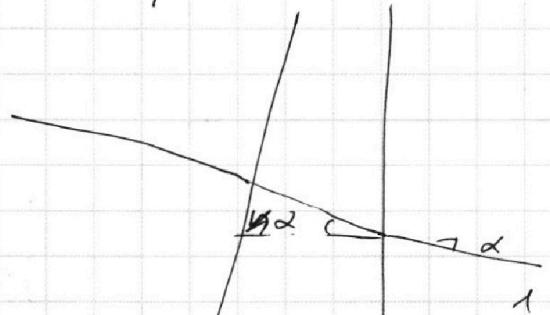
$$1,22 -$$

$$\varphi = \alpha(n-1) + \Theta$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ \hline 14 \\ \hline 68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +68 \\ \hline 14 \\ \hline 238 \end{array}$$

$$2,38$$



$$0,32$$

$$\frac{1}{34}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \hline 17 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \hline 17 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -289 \\ -238 \\ \hline 51 \end{array}$$

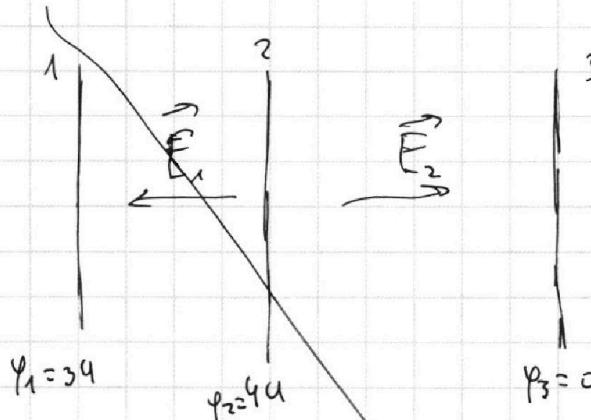
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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



Т.к. разделяет  
сетки  $\Rightarrow d$ , то  
может в сетках менять  
сигнал от горизонта.

$$\text{тогда } \varphi_2 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{тогда } \varphi_1 &= 3u \\ \varphi_2 &= 4u \end{aligned}$$

$$1) E_1 = \frac{4u - 3u}{d} = \frac{u}{d}$$

$$h_2^2 - h_1 h_1 - 1$$

$$m a_1 = q E_1$$

$$a_1 = \frac{F}{m} \cdot \frac{u}{d}$$

$$\text{Ответ: } \frac{q}{m} \cdot \frac{u}{d}$$

$$2) 3(\partial) : k_1 = \cancel{k_1 + q E_1 d} = k_2$$

$$k_1 - k_2 = k_1 = k_2 + q E_1 d$$

$$k_1 - k_2 = q E_1 d = q \varphi \cdot \frac{u}{d} = q u$$

$$\text{Ответ: } q u$$

3) Требуется +70 как  $\frac{?}{\text{какие имеющиеся конденсаторы}} \text{ синтезом}$

