



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

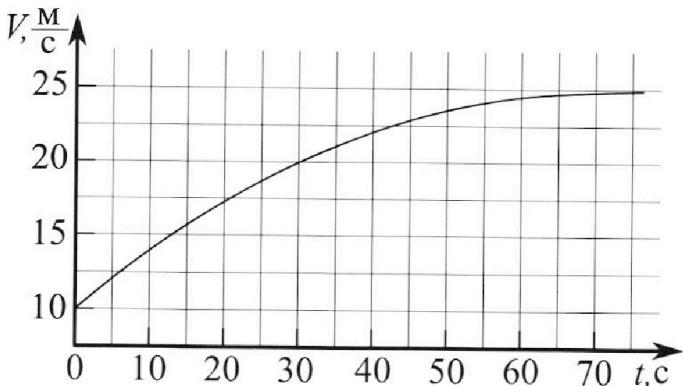


## Вариант 11-03

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%.

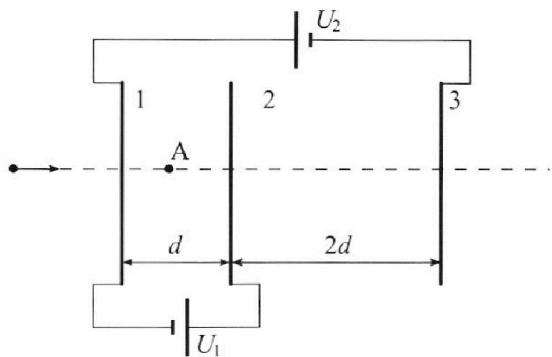
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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.



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 11-03**

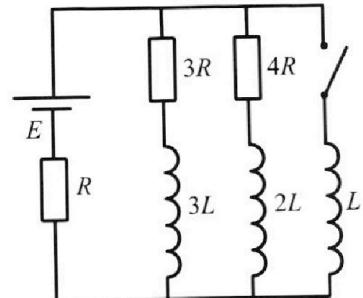
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*



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

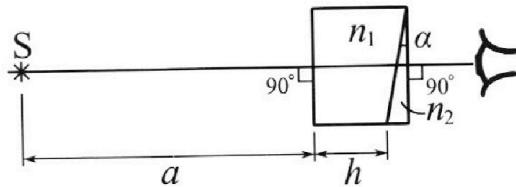
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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. 1) Ускорение  $a = \frac{dV}{dt}$ , т.е. гипотетическое уско-  
рение равно тангенсу угла наклона касательной  
к графику  $V(t)$  в точке начала разгона ( $t=0$ ).

$$\text{Из уравнения } a_{\text{так}} \approx \frac{12 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{5 \text{ с}} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ:  $0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) Вспомним изо. пропорциональность си-  
алов (суперавтомобилю скорости):  $F_{\text{двиг}} = K V$   
( $V$ -коэф. скорости,  $K$ -коэф.,  $F_{\text{двиг}}$ -сила суперавтомобиля)

В начале разгона:  $V_{\text{кон.}} \rightarrow 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $a_{\text{кон.}} \rightarrow 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

(т.к. скорость не меняется). Зададим 2 задачу  
Начальное значение конца разгона: (вспомним изо)  
Направление движущийся):

$$F_K - F_{\text{сопр.возд}} = 0$$

$$F_K = K V_{\text{кон.}}$$

$$\text{тогда: } K = \frac{F_K}{V_{\text{кон.}}} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

23. Проверка в пределах на кин. законов ГИД  
наличия разгона:

$$F_0 - F_{\text{сопр.возд}} = m a_{\text{кон.}}$$



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!

$$\text{отсюда } F_0 = \text{такж} + K \text{наг} = 1500 \text{Н} \cdot 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \\ + 24 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 600 \text{Н} + 240 \text{Н} = 840 \text{Н}.$$

Ответ: 840 Н

3) Мгновенная мощность Р<sub>0</sub> в начальном  
расположении возрастает до ~~дооружен~~:

$$P_0 = F_0 \cdot V_{\text{наг}} = 840 \text{Н} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8400 \text{ Вт}$$

Ответ: 8400 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                        |
| <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. 1) Запишите УКМ при участии Колчугина-  
Коренцева) для одесских гидов при комнатной  
температуре:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = V_{\text{пар}} RT \\ P_0 \frac{V}{2} = V_{\text{пар}} RT \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (\text{Уп. и } \text{жел. - кол-во} \\ \text{ущ. газа и темп. соотв.}) \\ (\text{записанный вр. пока не определен}) \end{array}$$

$$\frac{\frac{V}{4}}{\frac{V}{2}} = \frac{V_{\text{пар}}}{V_{\text{пар}}} \rightarrow \frac{V_{\text{пар}}}{V_{\text{пар}}} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{4}} = 2$$

Ответ: 2

2) Запишите кол-во растворенного влаги  
при темп.:  $\Delta V = k P_0 \frac{V}{4} \frac{2}{3} = \frac{k P_{\text{атм}} V}{8}$   
нагрева

Здесь ~~нагрев~~ уп. в з. указанных не растворится,  
значит это кол-во увеличится на  $\Delta V$ . Так же  
поддается явление вр. пара (Коренцева), при  
комнатной температуре, пренебрегаем). Значит,  
что  $T = 373K = 100^{\circ}\text{C}$ , а значит явление вр.  
пара при这么 же температуре равно ставле-  
дуссю:  $P_{\text{пара}} = P_{\text{атм}}$ .

Запишите УКМ при сушке колод скота.

Над коренев:

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!

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{вы}} \left( V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (J_{\text{вы}} + \Delta V) RT \\ P_{\text{вы}} \cdot \frac{V}{5} = J_{\text{вы}} RT \end{array} \right. *$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{вы}} \cdot \frac{V}{5} = J_{\text{вы}} RT \\ P_{\text{вы}} = J_{\text{вы}} RT \end{array} \right. **$$

а также идет из полученной работы СИЯ!

$$P_{\text{вы}} = P_{\text{вн}} + P_{\text{дара}}$$

$$*: P_{\text{вы}} \cdot \frac{20}{71} V = (J_{\text{вы}} + \frac{K P_{\text{дара}} V}{8}) RT$$

$$P_{\text{вы}} = \frac{20}{71} \left( \frac{J_{\text{вы}}}{V} + \frac{K P_{\text{дара}}}{8} \right) RT$$

$$**: P_{\text{вы}} = \frac{5 J_{\text{вы}} RT}{V}$$

Также из пункта 1) известно, что  $J_{\text{вы}} = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$  (из

(Когда  $T_0 = 273$ ) и  $J_{\text{вы}} = \frac{J_{\text{вн}}}{2}$ . Согласовано:

$$\frac{5 J_{\text{вы}} RT}{V} = \frac{20}{71} \left( \frac{J_{\text{вы}}}{V} + \frac{K P_{\text{дара}}}{8} \right) RT + P_{\text{дара}}$$

$$\frac{5 P_0 T}{2 R T_0} = \frac{20}{71} \left( \frac{P_0}{4 R T_0} + \frac{K P_{\text{дара}}}{8} \right) RT + P_{\text{дара}}$$

$$\frac{5 P_{\text{дара}} \cdot T}{4 \cdot T_0} = \frac{20}{71} \cdot \frac{P_{\text{дара}} T}{8 \cdot T_0} + \frac{20}{71} \cdot \frac{K P_{\text{дара}} RT}{8} + P_{\text{дара}}$$

$$\frac{T}{T_0} \left( \frac{5}{4} - \frac{20}{71 \cdot 8} \right) = \frac{5}{71 \cdot 2} \cdot K R T + \text{дата 1}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{\frac{5}{22} K R T + 1}{\frac{5}{4} - \frac{25}{56}} = \frac{10 K R T + 44}{55 - 20} = \frac{10 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 + 44}{35} = \frac{45}{35} =$$

$$= \frac{59}{45}$$

Ответ:  $\frac{59}{45}$

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!

Задача 1. Водопад высотой 10 м имеет

$\varphi_1, \varphi_2$  и  $\varphi_3$  со следующим расположением. Решение?

$$\varphi_1 - \varphi_3 = U_2 = 3V$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = V.$$

Разница между потенциалами 1 и 2 может быть

равна разности потенциалов, т.к. разница между потенциалами 1 и 2 может быть равна разности потенциалов 1 и 3.

Тогда  $E = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{d} = \frac{V}{d}$  ( $E$  - полная энергия частицы 1 и 2, начальное направление от 2 к 1, т.к.  $\varphi_2 > \varphi_1$ ).

На участке 3-4 частица имеет постоянную скорость  $v$ .

Если частица проходит расстояние  $d$  (воздух), тогда 2 зеркальные

перегородки возвращают ее назад. Потенциальная энергия

$$E = -Eq = ma, \text{ откуда } a = \frac{Eq}{m} = \frac{Vq}{dm}$$

Отсюда:  $\frac{Eq}{m} = \frac{Vq}{dm}$

2) Задача:  $K_1 = K_2 + Eq \cdot d$   $\leftarrow$  работа силы

$$\text{Из условия, } K_1 - K_2 = Eqd = \frac{V}{d} q d = Vq$$

Отсюда:  $Vq$

3) Задача:  $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + Eq \cdot \frac{d}{4}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_A^2}{2} + \frac{\sqrt{q}}{4}$$

$$V_A^2 = \frac{2}{m} \left( \frac{m V_0^2}{2} - \frac{\sqrt{q}}{4} \right) = V_0^2 - \frac{\sqrt{q}}{2m}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{\sqrt{q}}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{V_0^2 - \frac{\sqrt{q}}{2m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

4. 1) при установившейся работе ток не изменяется, а значит на сопротивлениях ЭДС равна 0, т.е. они не оказывают никакого влияния. Значит, можно писать:

$$2 \frac{E}{R_0 + 4R} \text{ сопротивление } R_0 \text{ включено}$$
$$\text{вместе } R_0 = R + \frac{3R \cdot 4R}{3R + 4R} =$$

$$= \frac{13}{7} R, \text{ тогда ток } I_{10}$$

$$I_{10} = \frac{E}{R_0} = \frac{4}{13} \frac{E}{R}$$

Обозначим ток на  $3R$  как  $I_{10}$ , ток  $4R$  как  $I_{20}$ .

Изменяя:  $I_{10} + I_{20} = I_0$ ;  $I_{10}3R = I_{20}4R$ ; получаем,

$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10} \Rightarrow I_0 = \frac{7}{4} I_{10} \Rightarrow I_{10} = \frac{4}{3} I_0 =$$

$$= \frac{4}{75} \frac{E}{R}.$$

$$\text{Ответ: } \frac{4}{75} \frac{E}{R}$$

2) параллельный контур, состоящий из резистора  $R$ , батарейки, источника и катушки. Всего можно представить токи на рисунке (см. п. 1), тока контура

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!

Нет, но есть скользящее движение (1/4);  
занималась для такого колеса Любавич Катя  
также:

$$L \frac{dI}{dt} + I_o R = E$$

$$\text{округа}, \frac{dI}{dt} = \frac{E - I_o R}{L} = \frac{E - \frac{72}{73} R}{L} = \frac{72 E}{73 L}$$

$$\text{Ответ: } \cancel{\frac{72}{73} \frac{E}{L}}$$

3) что произошло: через разектор  
3R идет ток, но не вращается  
колесо - это не норма (всё помало вращается),  
значит ток через разектор, а разектор  
и подшипник, увеличивается, что есть  
подтверждение ЗДС находящийся на колесе  
противофаза с предыдущей T (первой и  
предыдущей во времени фазой). Всегда наоборот  
вращает, проходит убывающий тока колесо

$$\text{Чтобы избежать этого } \frac{dT}{dt} = \frac{dI}{dt} = \frac{dI_o}{dt} = \frac{dI_o}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \frac{dI_o}{d\theta} \cdot \omega$$

$$\frac{dI_o}{d\theta} = \frac{4E}{3R}$$

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!

4.3) (продолжение) Тогда  $\bar{J}_{3L}$  получается

$$\cancel{\frac{I_{3L}}{3R} = \frac{dI}{dt} \left( \frac{1}{L} + \frac{1}{R} - \frac{1}{C} \right)} = \frac{4EL}{5\pi R^2 C} = \frac{4EL}{5\pi R^2 T}$$

Так  $\Delta DC$  действует на резистор  $3R$ , значит

$$I_{3R} = \frac{E_{3L}}{3R} = \frac{4EL}{5\pi R^2 T}, Q_{3R} = I_{3R} \cdot T =$$

$$= \frac{4EL}{5\pi R^2}$$

$$\text{Отсюда: } \frac{4EL}{5\pi R^2}$$

4.3) (продолжение).  $T = \frac{3L}{3R} = \frac{L}{R} =$

Напряжение батареи установившееся

равно  $E$  (см.) т.к.  $I_{3R}$  неизменен

$$Q = \frac{I_{3R} \cdot T}{2} = \frac{\frac{4}{5} \frac{E}{\pi} \frac{L}{R} \cdot \frac{L}{R}}{2} = \frac{2EL}{5\pi R^2}$$

$$\text{Отсюда: } \frac{2EL}{5\pi R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

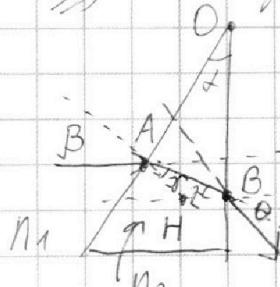
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

5. ~~1)~~

изображаем призму 2 граний:



пункт О - вершина в углах;

~~B-A-X~~ - A - точка аксиа угла, B -

~~n1~~ - ~~n2~~ - точка всхода, ~~n1 n2~~ -

перпендикуляр к грани призмы;

$\beta$  - угол падения,  $\gamma$  - угол преломления.

Рассмотрим общий случай, но эту же

метод от призмы угла с кон. преломлением  $n_1$ ,

снглбс -  $n_2$ . (Угол призмы -  $\alpha$ ). Тогда:

$$n_1 \sin \beta = n_2 \sin \gamma; \text{ т.к. } \beta - \text{ наибольший угол,}$$

то  $\beta > \gamma$  - тоже наименьший угол. Тогда

$$\sin \beta > \sin \gamma \Rightarrow n_1 \beta = n_2 \gamma$$

$$\angle HAO = \angle HDO = 90^\circ \rightarrow \angle BHA = 180^\circ - \alpha, \text{ тогда } \angle HVA =$$

$$= 180^\circ - (\alpha + 180^\circ - \alpha) = \alpha - \gamma. \text{ Рассмотрим случай}$$

преломления луча к грани и вскоре увидим что

также угол отражения  $\delta\varphi$ ,  $\delta\varphi = \beta - \gamma + \alpha - (\alpha - \gamma) =$

$$\beta + \gamma - \alpha = n_1(\alpha - \gamma) = n_1\alpha$$

Численный угол отражения  $\delta\varphi$ :  $\delta\varphi = \beta - \gamma + \alpha - (\alpha - \gamma) =$

$$= \beta + \gamma - \alpha = n_1(\alpha - \gamma) = n_1\alpha - n_1\gamma =$$

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!

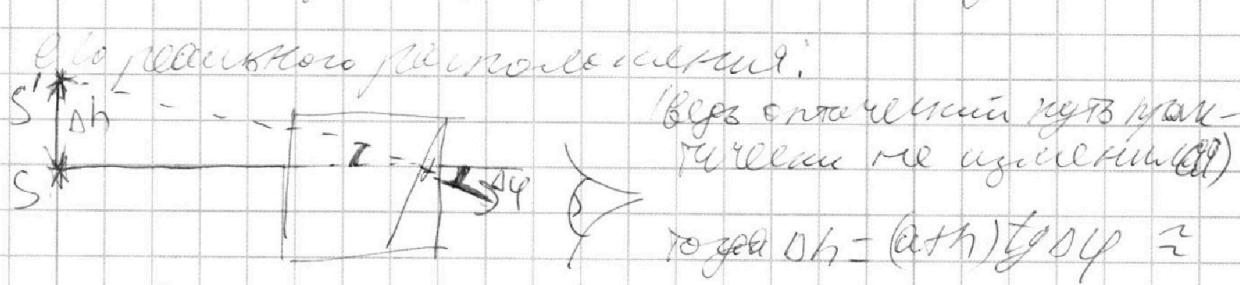
$$= \beta - \alpha + n_2 \alpha - n_1 \beta = \beta / (1-n_1) - \alpha (1-n_2);$$

$$\beta = 90^\circ + \alpha - 90^\circ = \alpha, \text{ так как } \Delta\varphi = \alpha (1-n_2) - \alpha (1-n_1) = \alpha (n_2 - n_1)$$

Тогда 1)  $\Delta\varphi = \alpha (n_2 - n_1) = 0,7 \text{ рад} \cdot 0,7 = 0,49 \text{ рад}$

Ответ: 0,49 рад

2) С другой стороны массы всех ящиков и отходящих  
их, находящихся выше, остаются при этом выше  
его, исходного положения.



Все оставшиеся ящики выше, чем исходили (8)

$$\text{тогда } ah = (ah) \cos \Delta\varphi \approx$$

$$\approx (ah) \sin \Delta\varphi = 7,04 \text{ м} \cdot 0,07 \text{ рад} = 0,0928 \text{ м} \approx 0,0928 \frac{7,04}{0,07} \approx 7,3 \text{ м.}$$

Ответ: 7,3 м.

3)  $\Delta\varphi = \alpha (n_2 - n_1) = 0,7 \text{ рад} \cdot 0,3 = 0,21 \text{ рад}$

аналогично,  $ah = (ah) \sin \Delta\varphi = 0,0372 \text{ м} \approx 0,0372 \frac{7,04}{0,07} \approx 3,1 \text{ м.}$

Ответ: 3,1 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!