

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

**Вариант 11-02**



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

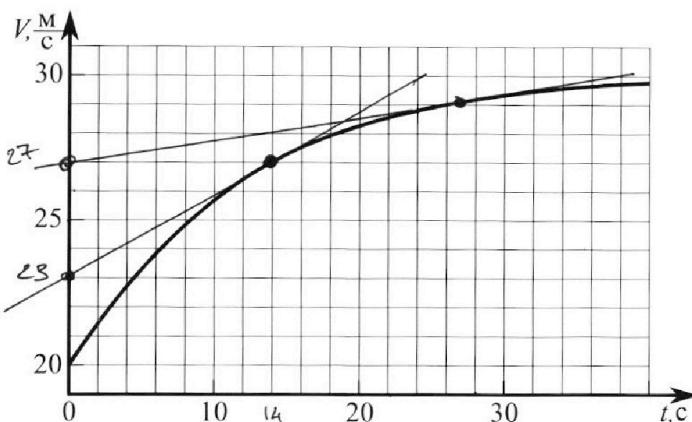
1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 405$  Н.

1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.  $2/3 \text{ м/с}^2$

2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?

Требуемая точность числового ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

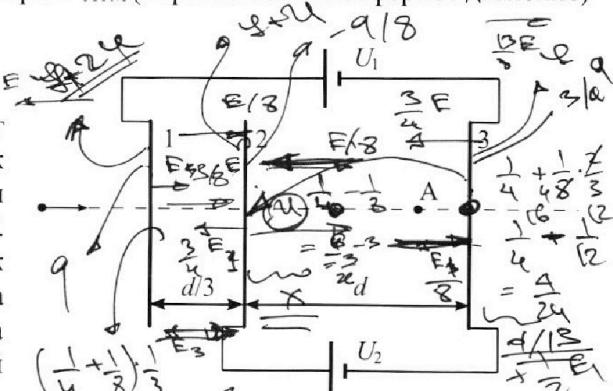


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагревали до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости и 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  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  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 конечное давление в сосуде  $P$ . 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  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 2U$  и  $U_2 = U$ . 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 2 и 3.  
2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

$$\frac{1}{8} \cdot d = \frac{13}{8} \cdot \frac{d}{13} \cdot \frac{q}{4} \quad \rightarrow \frac{7}{6} E - \frac{1}{8} E \frac{d}{d} \quad \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{5}{8} E$$

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

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

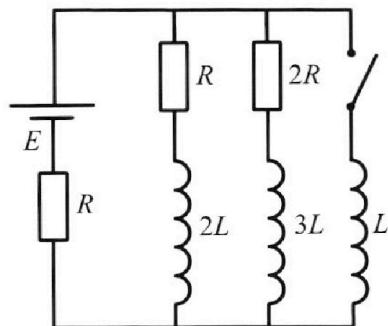
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.

2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.

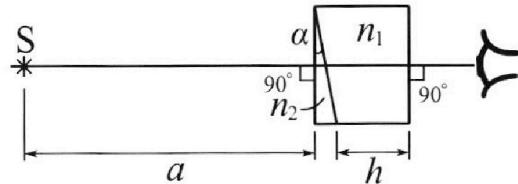
3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми к оэфициентами 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  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  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.

- Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



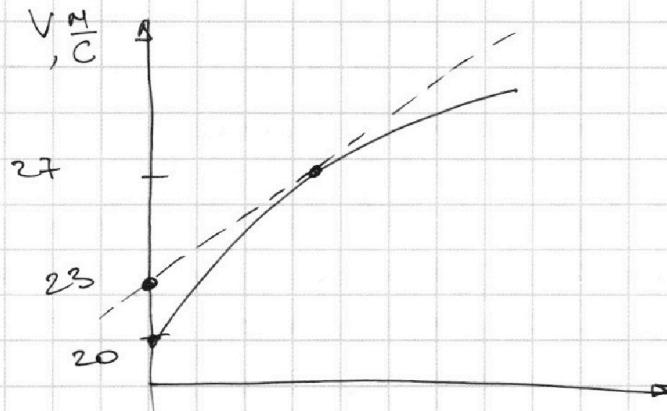
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

Реш:

(1)



- 1) Продолжим начавшуюся  $t_1, c$  графику  $V(t)$ . Т.к. ускорение — это прямая зависимость от времени, то косф. наклоне ед-ой  
противоположной к ~~первой~~ точке  $(14; 27)$   
— это и есть косф. наклоне ~~первой~~ зависимости  
пересекающей ось ОУ в  
точке  $(0; 23)$   $a_0 = \frac{(27-23) \text{ м/с}}{14 \text{ с}} = \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

- 2) Сила сопротивления движению  
пропорциональна скор.

$F_{(t)} = \alpha V(t)$ , где  $\alpha$  — конст. пропр.,  
В конце са-ти  $\approx 80 \text{ м/с}$  (по графику)

$$\text{Тогда } F_k = \alpha \cdot V_k \Leftrightarrow \alpha = \frac{F_k}{V_k}$$

( $V_k$  — са-ти в конце  $= 80 \text{ м/с}$ )

$$\text{Тогда } F_r = \alpha V_1 = F_k \cdot \frac{V_1}{V_k} = 107 \cdot \frac{80}{80} \text{ N}^{10}$$

$$= 107 \cdot 405 \cdot \frac{9}{102} = \frac{729}{2} \approx 864,5 \text{ H}$$

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!

3) Задано, что при  $V = 80 \text{ м/c}$  зерно  
протекает по прямой параллельной ОХ.

Т.е.  $V = \text{const} \Rightarrow \omega = 0$ .

II 3-я теорема. (если ось соединяющая  
с зерном движущимися  
 $m \cdot \alpha_x = F_A - F_K$  с зерном движущимися  
с зерном движущимися  
 $\Leftrightarrow F_A = F_K$  зерном движущимися

$$N/V_k = F_K \Leftrightarrow N = V_k \cdot F_K, \text{ где } N - \text{мощность}$$

Задано 3-я теорема зерна движущимися  
мощностью зерна, когда  $V(t) = 27 \text{ м/c}$

$$m \cdot \alpha_{V(t)} = F_A - F_1$$

$$\left( \begin{array}{l} A = F \cdot \Delta x \quad (\Delta t) \\ \frac{A}{\Delta t} = F \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ N = F \cdot V \\ F = N/V \end{array} \right) \quad m \cdot \alpha_{V_1} = \frac{N}{V_1} - \alpha V_1 =$$

~~$\frac{N - \alpha V_1^2}{V_1}$~~

~~$N - \alpha V_1^2$~~

~~$N - \alpha V_1^2$~~

$\alpha V_1^2 = N - m \cdot \alpha \cdot V_1$

$$\frac{\alpha V_1^2}{N} = 1 - \frac{m \cdot \alpha \cdot V_1}{N} = 1 - \frac{m \cdot \alpha \cdot V_1}{V_k \cdot F_K}$$
$$= 1 - \frac{\frac{10}{360} \cdot \frac{2}{7} \cdot \frac{24}{3}}{\frac{360 \cdot 405}{45}} = 1 - \frac{\frac{2}{345}}{\frac{2}{7}} =$$
$$= 1 - \frac{4}{21} = \frac{17}{21} \quad \text{Отв: } \frac{17}{21}$$

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

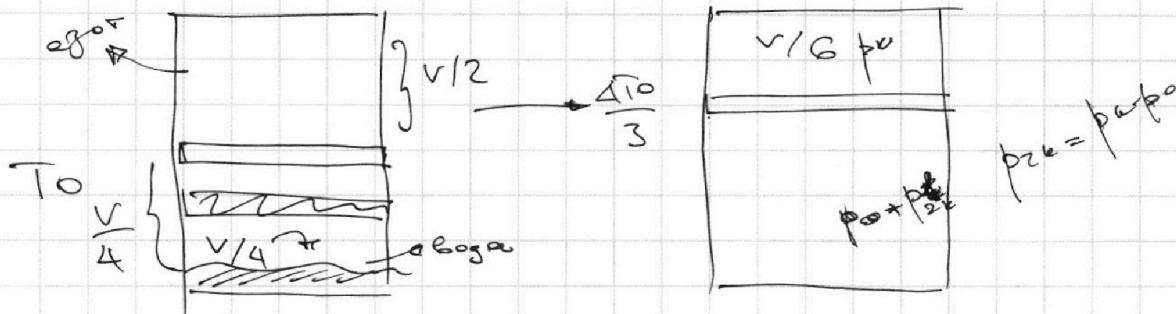
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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)



$$\Delta V = k \rho \omega$$

$$k \approx 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\mu^3 \cdot \text{Га}}$$

Прич. Т.к. парение не происходит, то  
 1)  $\rho_1 = \rho_2$  (давление сверху и снизу  
парение)  $p_{\text{возд}} = 0$   
 Значит 3-е уравнение - касательное  
для верхней и нижней зонок соуд.

1 - верхняя; 2 - нижняя

$$\begin{cases} \rho_1 \cdot \frac{50}{\cancel{\rho}} = \nu_{N_2} \cdot R \cdot T_0 & \frac{\nu_{N_2}}{\nu_{F_2}} = \frac{\nu_1}{\nu_{F_2}} = \cancel{\frac{\rho_1}{\rho_2}} \\ \rho_1 \frac{V}{4} = \nu_{F_2} \cdot R \cdot T_0 & \nu_2 = \cancel{\frac{\rho_2}{\rho_1}} \end{cases}$$

Отв: 2

2) Зависимость давл. - касательные зоны  
заполняются паром

$$\begin{cases} \rho_k \cdot \frac{V}{6} = \nu_{N_2} R \cdot \frac{4}{3} T_0 \\ (\rho_k \cdot \frac{50 - V}{6}) = \nu_{F_2} R \cdot \frac{4}{3} T_0 \end{cases}$$

~~$\nu_{N_2} / \nu_{F_2} = \rho_1 / \rho_2$~~

~~$\nu_{F_2} = 5 \rho_1 / \rho_2$~~

Но 3-ий газ. (как-то растворенного в  
 $\Delta V_{\text{ре}} = k_w \rho_1 = k \rho_1 \frac{V}{4}$  воде нет в паре  
 $\Delta V_k = k_w \rho_k \approx 0$  в паре)

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\frac{5 \frac{p_k - p_0}{p_k}}{\frac{V_2}{V_1}} = \frac{\sqrt{2k}}{\sqrt{V_2}} = \frac{\sqrt{2k}}{\sqrt{V_1}}$$
$$\sqrt{2k} = \frac{5}{2} \sqrt{V_1} \left( 1 - \frac{p_0}{p_k} \right) = \sqrt{2} + \Delta \sqrt{V_1} = \sqrt{2} + \frac{k \cdot V_1}{4}$$

$$\sqrt{2} = \frac{\sqrt{V_1}}{\frac{5}{2}}$$

$$\frac{7}{2} \frac{\frac{p_k - p_0}{p_k}}{\frac{V_2}{V_1}} = \frac{\sqrt{2k}}{\sqrt{V_1}} \Leftarrow$$

$$\sqrt{2k} = \frac{7}{2} \sqrt{V_1} \left( 1 - \frac{p_0}{p_k} \right) = \sqrt{2} + \Delta \sqrt{V_1} = \sqrt{2} + \frac{k \cdot V_1}{4} \Leftarrow$$

$$\sqrt{2} = \frac{\sqrt{V_1}}{2}$$

$$\frac{7}{2} \sqrt{V_1} \left( 1 - \frac{p_0}{p_k} \right) = \frac{\sqrt{V_1}}{2} + k \cdot \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0$$
$$= \frac{\sqrt{V_1}}{2} + k \cdot \frac{\sqrt{V_1}}{2} \cdot R \cdot T_0 \Leftarrow$$

$$\frac{7}{2} \sqrt{V_1} \left( 1 - \frac{p_0}{p_k} \right) = \frac{\sqrt{V_1}}{2} \left( 1 + k \cdot R \cdot T_0 \right) \Leftarrow$$

$$7 - \frac{p_0}{p_k} = 1 + k \cdot R \cdot T_0 \Leftarrow$$

$$\frac{p_0}{p_k} = \frac{6 - k \cdot R \cdot T_0}{6} \Leftarrow$$
$$p_k = \frac{p_0}{\frac{6 - k \cdot R \cdot T_0}{6}} = \frac{p_0}{6 - \frac{3}{4} k \cdot R \cdot T} = \frac{p_0}{6 - \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10}$$

$$= \frac{p_0}{6 - \frac{9}{4} \cdot \frac{6}{10}} = \frac{p_0}{6 - \frac{27}{20}} = \frac{p_0 \cdot 20}{120 - 27} = \frac{20 p_0}{93}$$

$$\text{Отв: } \frac{20}{93} p_0$$

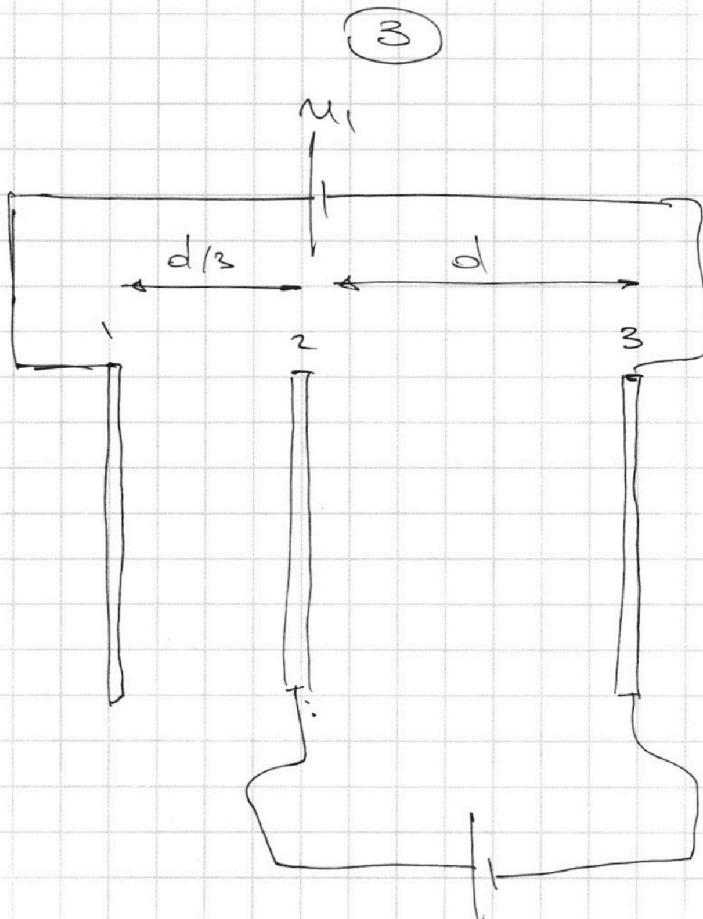
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Решение:

1) Определим  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  - потенциалы  
на точках 1, 2, 3 соответственно.

Тогда,  $\varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = E_{23} \cdot d$ , где  $E_{23}$   
- напряженность электрического поля вдоль 2-3.

$$E_{23} = \frac{U_2}{d}$$

$F$  действует на заряд  $= F = qE_{23} = \frac{qU_2}{d}$

по II закону Ньютона

$F = ma \Leftrightarrow a = \frac{qU_2}{dm}$  = **ответ:**  
(т.к. разность потенциалов  $\gg d$ , то  $\frac{qU_2}{dm} = \frac{qU_2}{md}$ )  
з.в. массы и силы одинаковые



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

2) Задача о трех звеньях

$$\left( \sum_{\text{нагруженные звенья}} F_{\text{норм. напр}} = 0 \right)$$

Если суммарная из действующих нагрузок  
на звено не равна 0

$$\text{Тогда } K_0 = K_2 + \Pi_2 = K_3 + \Pi_3$$

$\Pi_2, \Pi_3$  - ненагруженные звенья  
затем оно проходит через звенья 2 и 3  
сверху.

$\Pi = q \cdot \varphi$ , где  $\varphi$  - ненагруженное звено

$$\begin{aligned} \text{Тогда, } K_3 - K_2 &= \Pi_2 - \Pi_3 = q(\varphi_2 - \varphi_3) \\ &= qU_2, \text{ т.к. } \text{чт. } 2 \text{ и } 3 \text{ звено} \\ &\text{присоединяется параллельно с} \\ &\text{затем } U_2 \end{aligned}$$

$$K_3 - K_2 = qU_2 \quad \text{отсюда } qU_2 = qU$$

3) Энергетика Тогда  $q_1, q_2, q_3$  - нагрузки

на звено с массой  $E = \frac{q}{2800}$ , длина звена  
 $\Rightarrow$  звено является стержнем  
напряженным с изгибом

Зависимость  $F$ -го ненагруженого звено.

$$\begin{aligned} q_1 - q_3 &= U_1 = 2U = \frac{q_1}{2800} \cdot \frac{4d}{3} - \frac{q_3}{2800} \cdot \frac{4d}{3} + \frac{q_2 d}{2800} \\ &= (q_1 - q_3) \cdot \frac{2d}{2800} + \frac{q_2 \cdot d}{2800} \end{aligned}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

3) Вспомнишь, что яв-ее и/ч неспецифич  
2 и 3 - равнозначное.

~~$$S = \frac{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}{2\alpha}$$~~

$v_2, v_1$  - ско-  
с- я-е-е-е  
 $S$  - неспецифич

Tогда,  $v_A$ -ско-  
с- я-е-е-е при проекции T.A.

~~$$v_2, v_3$$
 - ско-  
с- я-е-е-е~~

~~$$d = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2\alpha}$$~~

~~$$\frac{2d}{3} = \frac{v_A^2 - v_2^2}{2\alpha}$$~~

~~$$\frac{v_3^2 - v_2^2}{v_A^2 - v_2^2} = \frac{3}{2} \epsilon$$~~

~~$$\frac{k_3 - k_2}{k_A - k_2} = \frac{3}{2} \epsilon$$~~

~~$$2k_3 - 2k_2 = 3k_A - 3k_2$$~~

~~$$3k_A = 2k_3 + k_2 \Leftrightarrow k_A = \frac{2k_3 + k_2}{3}$$~~

SC:

~~$$k_A + \pi_A = k_3 + \pi_3$$~~

~~$$\frac{2k_3 + k_2}{3} + \pi_A = k_3 + \pi_3$$~~

~~$$\pi_A - \pi_3 = \frac{3k_3 - 2k_3 - k_2}{3} = \frac{k_3 - k_2}{3} = \frac{94}{3}$$~~

~~$$\varphi_A / \varphi_3 = \frac{w}{3}$$~~

Задача, это все искать симметрию

~~$$E_{справ} = E_3 + F_1 + F_2 = \left(\frac{3}{4} + 1 + \frac{1}{2}\right) E_1$$~~

~~$$E_{справ} = \frac{13}{8} E_1$$~~

последнее симметрия  $\Rightarrow$  искать все



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

составлены 2) нет решения однозначно.

$$I = \int E(x) \cdot dx \Rightarrow [I] = [I_3]$$

~~$$\Rightarrow I_{\text{согр}} \quad I_A = 0$$~~

~~$$I_{\text{согр}} \quad I_A = \frac{2}{3} E_{23} \cdot d$$~~

ЗС:

~~$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_A^2}{2} + I_A = \frac{mV_A^2}{2} + \frac{20}{3} \cdot E_{23}$$~~

~~$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{4d}{3} \cdot E_{23}$$~~

~~$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{4d}{3} \cdot E_{23}} = \sqrt{V_0^2 - \frac{4d}{3} \cdot 10} = 0 \text{ В}$$~~

Найдём токи в которых  $I = 0$  и

это не единственный удовлетворяющий ток.

1 и 3 штанги создают параллельные  
излучатели, 2 - встречные.

$$I \sim \frac{q}{x} \quad x - \text{расстояние от катода}$$

$$0 = \frac{q}{3x} + \frac{\frac{q}{3}}{\frac{d}{3} + x} + \frac{\frac{3}{4}q}{d - x} \quad (2)$$

$$\frac{1}{3x} = \frac{3}{d+3x} + \frac{3}{4(d-x)}$$

$$\frac{(d+3x)(d-x)}{3x(d-x)(d+3x)} = \frac{3(d-x)x}{3x(d+3x)d-x} + \frac{6x(d+3x)}{3(d+x)(d+x)}$$

C2,



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$d^2 - dx + 3dx - 3x^2 = 6dx - 6x^2 + 6dx + 18x^2 \quad \leftarrow^{12x^2}$$

$$0 = 14dx - d^2 + 15x^2 \quad \leftarrow$$

$$0 = (d+x)(15x-d) \Leftrightarrow x = \begin{cases} d \\ \frac{d}{15} \\ -d \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{вырвь} \\ \text{из сечки} \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\text{Torgje } \mathcal{F}_A = -E_{23} \left( \frac{2d}{3} - \frac{d}{15} \right) =$$

$$= E_{23} \left( \frac{9d}{15} \right) = E_{23} \cdot \frac{3d}{5}$$

Задача:

$$\frac{mV_0^2}{2} + 0 = \frac{mV_A^2}{2} + \mathcal{F}_A \quad \leftarrow$$

$$V_0^2 = V_A^2 + \frac{2\mathcal{F}_A}{m} \quad \leftarrow$$

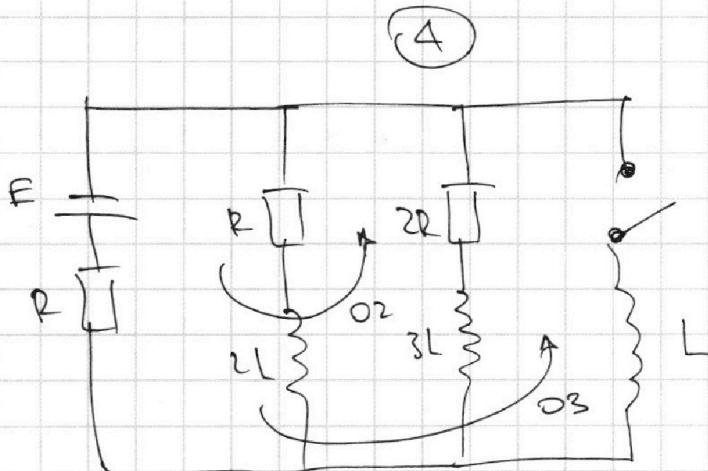
$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{2\mathcal{F}_A}{m} \quad \leftarrow$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2}{m} \cdot \frac{Bd}{5} \cdot \frac{qU}{4}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{6qU}{5m}}$$

= ответ:

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

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



1) Решение: токи через элементы  $\Rightarrow$  токи  
через катушки. Токи через их можно найти  
 $\Rightarrow E_{\text{общ}} = 0$  (это самоиз消ующийся)

$$\cancel{i_{R1} \cdot R_1 = i_{R2} \cdot R_2} \quad i_{R2} \cdot 2R_1 = i_{R1} \cdot R_2$$

$$i_{R1} = 2i_{R2} - (\text{ток через } 2L)$$

Но ток в первом же для  $R_2$ :

$$E = 3i_{R2}R_1 + i_{R2} \cdot 2R = 5i_{R2}R_1$$

$$i_{R2} = \frac{E}{5R} = 0,56 \cdot \frac{E}{5R}$$

2)  $i_L = ?$  Токи через катушки  $2L$  и  $3L$   
не могут быть одинаковы из-за этого  
 $\Rightarrow$  ток через них одинаков по величине  $3i_{R2}$ .  
Но ток в первом же для  $R_3$ :

$$E + E_{\text{общ}} = 3i_{R2}R_1$$

$$E_{\text{общ}} = -\frac{2E}{5R} \quad \text{или} \quad L \cdot \frac{di}{dt} = \frac{2E}{5R}$$

$$\frac{di}{dt} = i_L = \frac{2E}{5RL} = 0,56 \cdot \frac{2E}{5RL}$$



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

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

3)  $\varphi_{2R}$  при замкнутом магните.

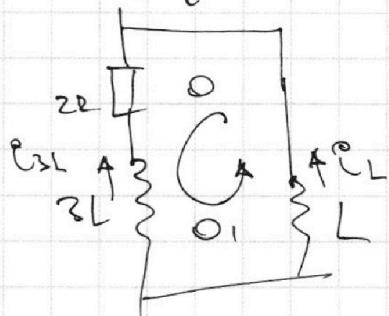
Замкнутый ТФ-датчик в кирготре для выхода

Он дает избыточного токомагнитного релеона

$$E_{\text{ext}} + E = i_{2L} R, \text{ но } E_{\text{ext}} = 0 \quad i_{2L} = \frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow E = i_{2L} R \Rightarrow \text{так как } 2L \text{ и } 3L$$

тогда не будет, всё падает на резисторе  
 $R$  (поскольку с разомкнутым)



Замкнутый ТФ-датчик кирготра  
для О1.

$$E_{\text{ext},L} - E_{\text{ext},3L} = -2i_{3L}^{\circ} R$$

$$-L \cdot \frac{di_{2L}}{dt} + 3L \cdot \frac{di_{3L}}{dt} = -2i_{3L}^{\circ} R$$

$$L \cdot \frac{di_{2L}}{dt} - 3L \cdot \frac{di_{3L}}{dt} = 2i_{3L}^{\circ} R \quad | \cdot dt$$

$$L \left( di_{2L} - 3di_{3L} \right) = 2R \cdot \underbrace{\left( i_{3L}^{\circ} \cdot dt \right)}_{=0} \quad | \int$$

$$L \left( i_{2L} - i_{3L}^{\circ} + i_{3L}^{\infty} - 3(i_{\infty} - i_{2L}) \right) = 2Rq \quad \begin{matrix} dq \\ \tau - \text{ время} \\ \text{запасной} \\ \text{запасной} \\ \text{магнита} \end{matrix}$$

$$L \left( 0 + i_{2L} - 3 \cdot 0 + 3 \cdot i_{20} \right) = 2Rq_0.$$

$$L \left( \frac{E}{R} + 3 \frac{E}{5R} \right) = 2Rq_0.$$

$$q = \frac{L \cdot 2E}{5R^2} = \frac{2EL}{5R^2} = 0.06.$$

$$\text{Ответ: } \frac{2E}{5R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



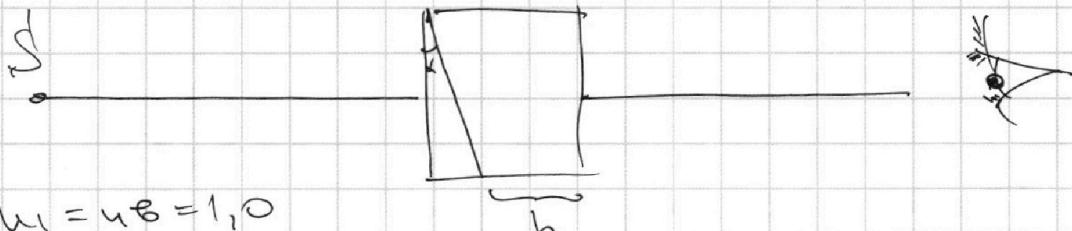
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

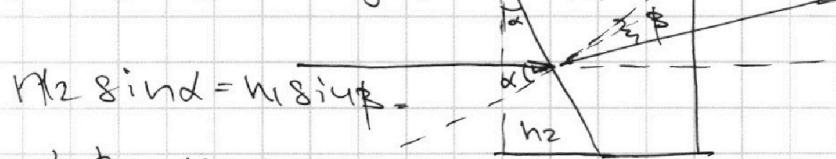
(5)

$$a = 200 \text{ см} \quad \alpha = 0,05 \text{ rad} \quad h = 9 \text{ см}$$



1)  $n_1 = n_B = 1,0$   
 $n_2 = 1,6$

По 3-му Снеллиуса



$\alpha, \beta$  - можно

Тогда  $n_2 \alpha \approx n_1 \beta \Leftarrow$

$$\beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha$$

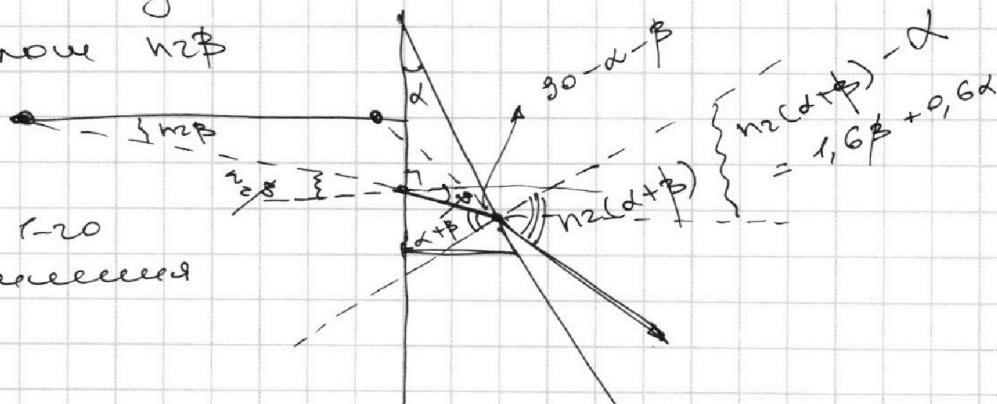
$$\alpha - \beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha - \frac{n_2}{n_1} \alpha = \alpha \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) = -0,6\alpha$$

$$\text{угол отклонения} = 0,6\alpha = 0,6 \cdot 0,05 =$$

$$= 30 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ rad} \quad 0,6 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$

2) Пусть угол не превысит

угла упругости  $n_2 \beta$



Последний

угол отклонения



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

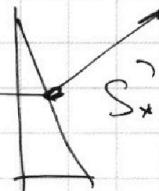
**МФТИ**

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

2) Т.к. ~~требуемое~~ предполагая  $a_2 \ll h$ , то  
изображенного рисунка видно, что сущес-

твует орбита

$S'$



Tогда  $L \approx a = 200\text{cm}$

Отв: 200cm

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                        |
| <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!

Однородность  $E_1, E_2, E_3$  - это эл. потенциалы  
согласованные схемы 1; 2; 3.

$$E_2 - E_3 = U = (E_1 + E_2 - E_3) d$$

$$E_1 - E_3 = 2U = \frac{E_1 \cdot 4d}{3} + \frac{E_2 \cdot 2d}{3} - \frac{E_3 \cdot 4d}{3}$$

$$U = \frac{2E_1 + E_2 - 2E_3}{3}$$

$$E_1 - E_2 = \frac{E_1 - E_2 - E_3}{3} d = U$$

Решение схемы.

$$2E_1 + E_2 - 2E_3 = E_1 - E_2 - E_3$$

$$3(E_1 + E_2 - E_3) = 3(E_1 - E_2 - E_3)$$

$$\begin{cases} E_1 + 2E_2 - E_3 = 0 \\ 2E_1 - 4E_2 - 2E_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 + 4E_2 - 2E_3 = 0 \\ 2E_1 - 4E_2 - 2E_3 = 0 \end{cases}$$

$$3E_1 = 4E_3 \Rightarrow E_3 = \frac{3}{4}E_1$$

$$E_2 = \frac{E_3 - E_1}{2} = \frac{\frac{3}{4}E_1 - E_1}{2} = -\frac{1}{8}E_1$$

Найдём торч биотрич потенциал схемы  
в центре  $x=0$ .  $\Phi \sim \frac{q}{r}$ , где  $r$ -рас

$x$ -расстояние от центра

$$\text{Тогда } \Phi(x) = k \left( \frac{-q}{8x} + \frac{3q}{4(d-x)} + \frac{q}{(\frac{d}{3}+x)} \right) = 0$$

$$-\frac{1}{8x} + \frac{3}{4(d-x)} + \frac{3}{d+3x} = 0$$

$$-(d-x)(d+3x) + 6x(d+3x) + 6(x)(d-x) = 0$$

$$3x(d-x)(d+3x)$$

$$\frac{K_3 - K_2}{K_A - K_3} = \frac{1}{2}$$

$$2(K_3 - K_2) = K_A - K_3$$

$$K_A = K_3 + 2(K_3 - K_2)$$

$$= 3K_3 - 2K_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$F_1 = \frac{q}{d} \cdot d = q$$

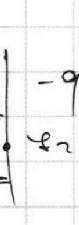
$$F_2 = \frac{q}{d} \cdot 2d = 2q$$

$$F_3 = \frac{q}{d} \cdot 3d = 3q$$

$$F_{12} = \frac{q}{d} \cdot d = q$$

$$F_{13} = \frac{q}{d} \cdot 2d = 2q$$

$$F_{23} = \frac{q}{d} \cdot 3d = 3q$$



$$u = F_1 - F_2 - F_3$$

$$F_1 - F_2 - F_3 = Ed = \frac{q}{Ea}$$

$$\frac{q}{Ea} = c = \frac{Ed}{d}$$

$$\frac{F_1 - F_2 - F_3}{d} = u = E_1 d - E_3 d + E_2 d$$

$$F_1 - F_2 - F_3 = 3E_1 - 3E_3 + 3E_2$$

$$0 = 2E_1 - 2E_3 + 2E_2$$

$$2u = \frac{E_1 \cdot 4d}{3} + \frac{E_2 \cdot 2d}{3} + \frac{E_3 \cdot 4d}{3}$$

$$u = \frac{2E_1 + E_2 - 2E_3}{3} = \frac{E_1 - E_2 - E_3}{3}$$

$$\begin{cases} E_1 + 2E_2 - E_3 = 0 \\ 2E_1 - 2E_3 + 4E_2 = 0 \\ 2E_1 + 4E_2 = 0 \end{cases}$$

$$E_1 = -2E_2, E_2 = -\frac{E_1}{2}$$

$$2E_2 \cdot ad + \frac{2d}{3} \cdot E_2 =$$

$$\frac{3E_1}{2} \cdot \frac{d}{3} = u$$

$$E_1 \cdot 4d - \frac{E_1}{2} \cdot \frac{2d}{3} = E_1 \cdot d = 2u$$

$$\frac{2}{3}E_1 \cdot \frac{1}{3}d = u$$

$$\begin{aligned} & 2E_1 + 4E_2 - 2E_3 = 0 \\ & 2E_1 - 2E_3 + 4E_2 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & E_1 = -2E_2, E_2 = -\frac{E_1}{2} \\ & \frac{3E_1}{2} \cdot \frac{d}{3} = u \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & E_1 = -2E_2, E_2 = -\frac{E_1}{2} \\ & \frac{3E_1}{2} \cdot \frac{d}{3} = u \end{aligned}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\frac{d^2 + 3x^2 - x^2}{2} - (d^2 + 3x^2 - x^2 - 3x^2) + 6(dx + 3x^2) + 6(dx - x^2) = 0$$

$$-d^2 - 2x^2 + 3x^2 + 6dx + 18x^2 + 6dx - 6x^2 = 0$$

$$-d^2 + 10dx + 15x^2 = 0$$

$$q\psi_2 + q\psi_2 = q\psi_A + K_A = q\psi_3 + K_3$$

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$K_A = q(\psi_2 - \psi_A) + K_2$$

$$K_A = q(\psi_3 - \psi_A) + K_3$$

$$K_3 - K_2 = \frac{m}{2} (V_3 - V_2)$$

$$V_3 - V_2 =$$

$$V_3 = V_2 + at$$

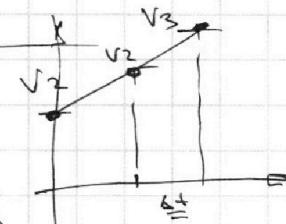
$$V_3 - V_2 = at$$

~~$$K_3 - K_2 = q\psi_3 = \frac{m}{2} \cdot at + (V_3 + V_2)$$~~

$$\begin{cases} V_3 + V_2 = \frac{2q\psi_3}{m \cdot at} \\ V_3 - V_2 = at \end{cases}$$

$$V_3 = \frac{q\psi_3}{m \cdot at} + \frac{at}{2}$$

(3)



$$\frac{q}{x_1} = \frac{\frac{3}{8}q}{x_2}$$

$$\frac{x_2}{x_1} = \frac{3}{4}$$

$$x_2 = \frac{3}{4}x_1$$

$$x_1 + x_2 = \frac{7}{4}x_1 = \frac{7}{4}d$$

~~q = 16q~~

$$\frac{q\psi_3}{m}$$

$$d = V_2 t + \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{2d}{3} = V_2 t_1 + \frac{at_1^2}{2}$$

$$2V_2 = \frac{2q\psi_3}{m \cdot at} - at$$

$$V_2 = \frac{q\psi_3}{m \cdot at} - \frac{at}{2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\begin{aligned}
 & \text{1} \quad \text{2} \quad \text{3} \quad \text{4} \quad \text{5} \quad \text{6} \quad \text{7}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{q_1}{2d} - \frac{q_2}{2d} = U = \frac{(q_1 + q_2 - q_3)d}{280s} \\
 & \frac{q_1}{2d} = \frac{(q_1 + q_2 - q_3)d}{280s} \\
 & q_1 - q_2 = U = \frac{(q_1 + q_2 - q_3)d}{280s} \\
 & q_1 + q_2 - q_3 = q_1 - q_2 - q_3 \\
 & q_2 = 0 \\
 & 2U = (q_1 - q_3) \cdot \frac{2d}{380s} \\
 & U = \frac{2q}{380s} \\
 & q_1 - q_3 = 2U = (E_1 - E_3)d + E_2 \cdot \frac{2}{3}d = \frac{3E_1 - 3E_3 + 2E_2}{6} \\
 & U = (E_1 + E_2 - E_3)d \\
 & E_1 + E_2 - E_3 = \frac{E_1 - E_2 - E_3}{3} \\
 & 3(E_1 + E_2 - E_3) = E_1 - E_2 - E_3 \\
 & 3E_1 - 3E_3 + 2E_2 = 2E_1 - 2E_2 - 2E_3 \\
 & \left\{ \begin{array}{l} E_1 - E_3 + 4E_2 = 0 \\ 2E_1 + 4E_2 - 2E_3 = 0 \end{array} \right. \Rightarrow \begin{array}{l} E_1 - E_3 = 0 \\ E_1 = E_3 \end{array}
 \end{aligned}$$