



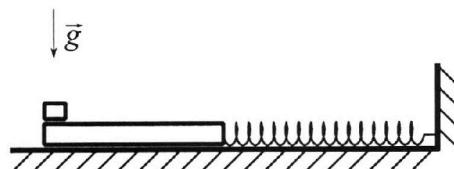
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой  $M = 2$  кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой  $m = 1$  кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жесткостью  $k = 50$  Н/м, прикрепленная к стенке. Коеффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

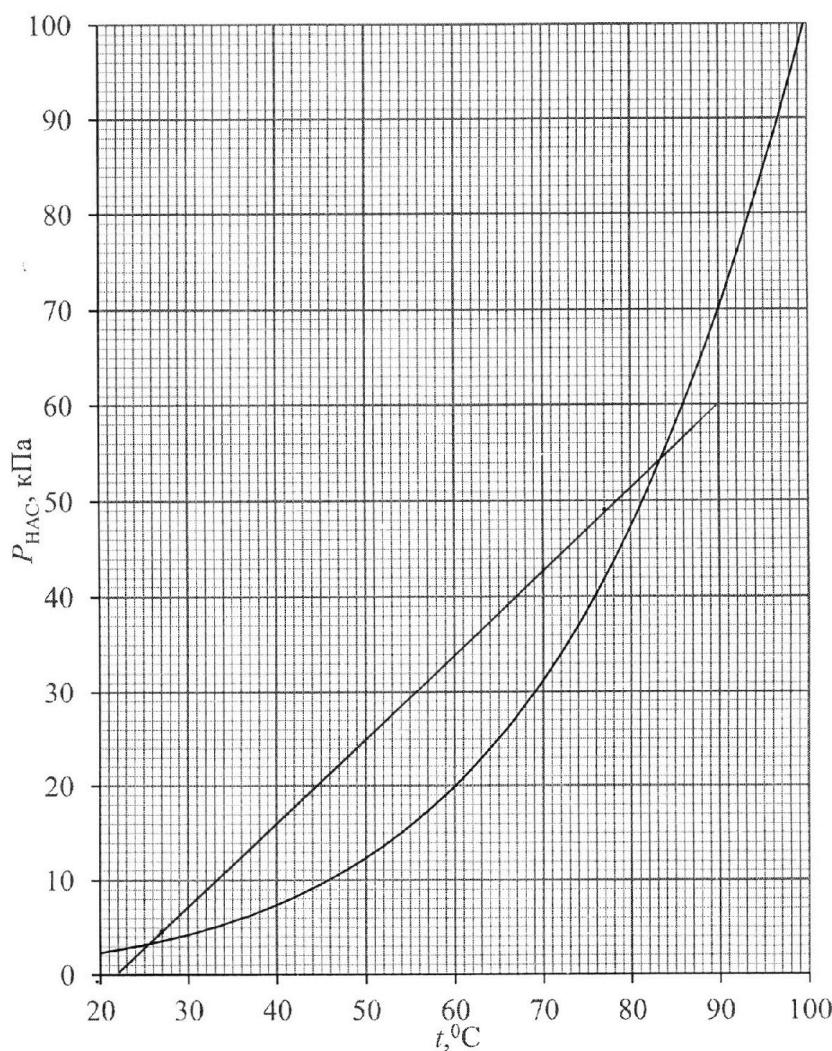


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °C и жидкую воду. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры  $t = 97$  °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность  $\phi$  в конце нагревания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





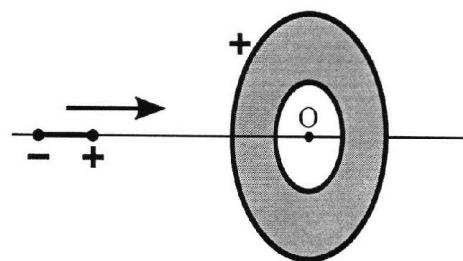
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-02**

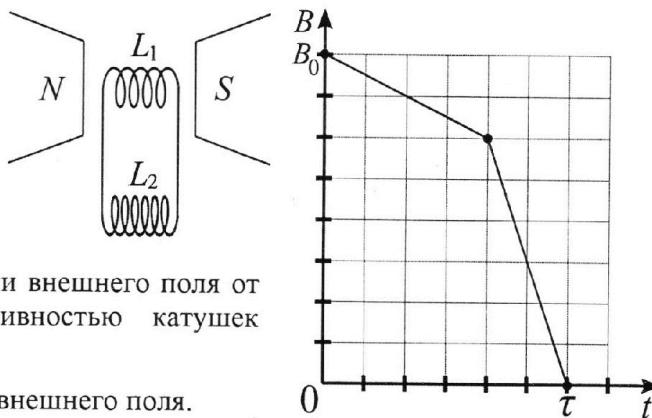
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 3.** В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна  $V_0$ . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполю начальную скорость  $V_0$ .



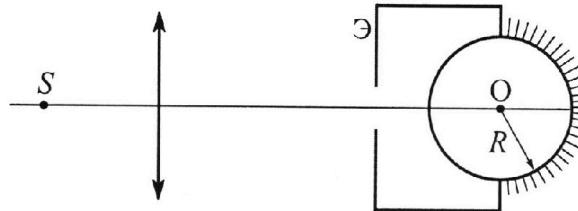
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 4.** Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 6L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $t$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_2$  в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку  $L_2$  за время выключения внешнего поля.

- 5.** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр  $O$  прозрачного шара радиуса  $R$  и точечный источник  $S$  (см. рис.). Расстояние между источником  $S$  и центром линзы  $a = 2R$ . На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран  $\mathcal{E}$  с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно  $b = 7R$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы  $F$ .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на  $\Delta = 4R$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



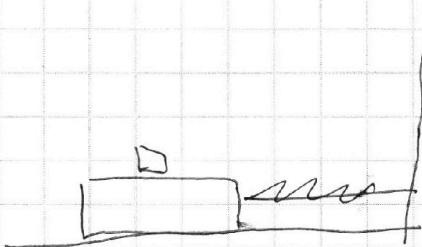
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
ЧИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$x \leftarrow x_0, x_0$$

$x = 0$  - равновесие



$$1) k(x-x_0)=F_F$$

$$k\Delta x = F_F$$

1) Отк. уск. равн. вр  $\rightarrow$

$$\frac{F_F}{m} = \frac{k(x_0-x)}{m}; m=2m$$

$$3F_F = k(x_0-x) = k\Delta x$$

$$\Delta x = \frac{3mg}{k} = 0,18m$$

а достигнет о ~~в~~ точки

$$x_0 \left( \cancel{m \Delta x - F_F > 0; F_F = 0} \right)$$

$$\rightarrow k\Delta x = m\Delta u$$

$$\Delta x = \frac{m\Delta u}{k}$$

$$m\Delta u \cdot (\Delta x_0 - \Delta x) =$$

$$= \frac{mv^2}{2} \rightarrow v^2 = 2g\Delta u / (\Delta x_0 - \Delta x)$$

$$\frac{k\Delta x^2}{2} - \frac{k\Delta x_0^2}{2} = \frac{3mv^2}{2}$$

$$V = \frac{3K}{3m} (\Delta x^2 - \Delta x_0^2)$$

$$\frac{m\Delta u \cdot 3}{k} = \Delta K + \Delta x_0$$

$$m\Delta u (\Delta x_0 - \Delta x) = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{k\Delta x^2}{2} - \frac{k\Delta x_0^2}{2} = \frac{3mv^2}{2}$$

$$k\Delta x^2 = m\Delta u \rightarrow \Delta x^2 = \frac{m\Delta u}{k}$$

$$\Delta x^2 = \frac{m\Delta u}{k}$$

$$\Delta x + \Delta x_0 = \frac{m\Delta u}{k}$$

$$\left| \Delta x_0 = \frac{m\Delta u}{k} \right.$$

$$F_{\text{св}} 3ma = k\Delta x_0$$

$$\rightarrow a = \frac{5}{3}g\Delta u = \boxed{5m/c^2}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



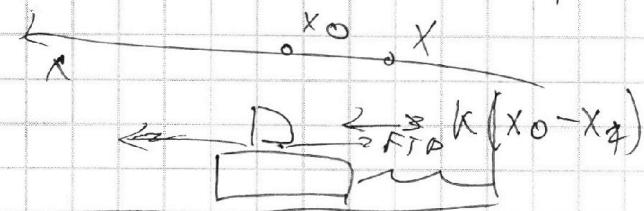
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
ИЗ 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Несогласие

ЭТОТ момент  $\rightarrow P_x$ ,



Пока крутился  
стол, F\_{Tp} 100x

$$k(x_0 - x) - F_{Tp} = m \ddot{x} - \text{удалось}$$

$$\therefore \frac{k}{2m} x + \frac{F_{Tp} - kx_0}{2m} = 0 - \text{колебание}$$

$$x = A \sin \sqrt{\frac{k}{2m}} t + B \cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t + C$$

$$\frac{k}{2m} C = \frac{F_{Tp} - kx_0}{2m} \rightarrow C = \frac{F_{Tp} - kx_0}{k}$$

$$A = 0, B \cdot K. V(0) = 0$$

$$-\frac{k}{2m} B \cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t = a \quad (\text{где } a \text{ - амплитуда})$$

$$-\frac{k}{2m} B = a \rightarrow B = -\frac{2ma}{k} - \text{В момент } t=0$$

$$V = -B \sqrt{\frac{k}{2m}} \cdot \sin \sqrt{\frac{k}{2m}} t = \frac{2ma}{k} \sqrt{\frac{2m}{k}} \cdot \sin \sqrt{\frac{k}{2m}} t$$

$$B + C = x - \text{при } t=0$$

$$B \cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t + C = x.$$

$$B \left( 1 - \cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t \right) = x - x_0 \Rightarrow x_0 = \left( x_0 - P_x \right)$$

$$= \frac{3mgm}{K} - \frac{smgnt}{K} = -\frac{2mgm}{K} \rightarrow 1 - \cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t =$$

$$\cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t + 1 = 1 - \frac{gm}{a} \quad K = \frac{am}{g}$$

$$\sin \sqrt{\frac{k}{2m}} t = \sqrt{1 - \left( \frac{gm}{a} \right)^2} = \frac{\sqrt{21}}{5} \Rightarrow V = \frac{2 \cdot s \cdot \sqrt{\frac{21}{5}}}{10} = \boxed{\frac{\sqrt{21}}{5} m/c}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА  
3 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$P = P_{\text{пара}} + P_{\text{воды}}$  -  $\overset{\text{Рвоздуха}}{\cancel{P_{\text{воды}}}}$  Закон джутона

$m = \mu V$ ;  $\mu$  - молярная масса воды;  $M$  - вся вода

изолю:  $m_0 \cdot 11 = M - m_0 \rightarrow M = 12m_0$ ;  $m_0$  - пар в камере

конец: вся вода - пар  $\rightarrow$  его масса  $m' = M$

$$\text{тогда}, \frac{m_0}{m'} = \boxed{\frac{1}{12}}$$

испарение воды только прекратилось  $\rightarrow$  М пары

$P_{\text{рас}}^* = \frac{M}{M} RT^*$  - крат. случай, добавленные едини Ррас

$$P_{\text{рас}} \cdot V = \frac{M}{12\mu} RT_0 - \text{в камере}$$

$$P_{\text{рас}}^* = 3,5 \text{ кПа}$$

(график)

$$\frac{T^*}{T_0} = 12 \frac{T^*}{T_0} \rightarrow \frac{P_{\text{рас}}}{P_{\text{рас}}^*} = 12 \frac{P_{\text{рас}}^*}{T_0} = 12 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} = \frac{42000 \text{ Па}}{300 \text{ К}}$$

$$P_{\text{рас}} = T^* \cdot \frac{420}{3} \frac{\text{Па}}{\text{К}} \cdot \text{Построим на графике } P_{\text{рас}}(T)$$

$$P_{\text{рас}} = T^* \cdot 0,14 \frac{\text{кПа}}{\text{К}} \cdot \text{Из графика } T^* = \boxed{84^\circ\text{C}}$$

(строим прямую и ищем пересеч)

$$\varphi = \frac{P_{\text{рас}}}{P_{\text{рас}}^*} ; P_{\text{рас}} = 30 \text{ кПа} \text{ (из графика)}$$

$$P = \frac{MRT}{MV}$$

$$P_{\text{рас}}^* = \frac{M}{12\mu} RT_0 \rightarrow P_{\text{рас}}^* = \frac{T_0}{12P_{\text{рас}}} \cdot \frac{T}{T_0} = 42 \text{ кПа} \cdot \frac{370 \text{ К}}{300 \text{ К}}$$

$$\varphi = \frac{42}{42} \cdot \frac{370}{300} = \frac{14}{30} \cdot \frac{37}{30} = \boxed{\frac{518}{900}}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ 37 \\ \hline 518 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
6 из 6

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Продолжение

Крит. случаи  $\rightarrow$  в сопр. 1  $E_{kin} = 0$

$$W = q\varphi_0 - q\varphi_x; W = \frac{2mv_0^2}{2} = mv_0^2; m - масса зарядов$$

$$\frac{mv_0^2}{q} = \varphi_0 - \varphi_x$$

Второй случай  $\rightarrow$  ~~анти~~  $mv_0^2 = q(\varphi_0 - \varphi_x) + E_{kin}$

$$E_{kin} = mv_0^2 - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$E_{kin} = mv^1{}^2 \rightarrow v^1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}} \quad \text{— скорость венца}$$

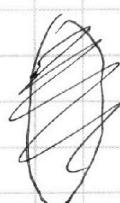
$$\text{б) } E_{kin} = q(\varphi_0 - \varphi_x) - q(\varphi_q - \varphi_q) + W_0$$

~~$E_{kin}$  макс  $\rightarrow \varphi_q - \varphi_q = \min$  состояния зарядов~~

~~второго первого антита  $(\varphi_q - \varphi_q) = Ed$ ;  $d$  мало~~

~~$E_{kin} = W_0 + Ed$~~

~~$E_{kin} \max \rightarrow E_{kin}$~~



$$E_{kin} = W_0 - \frac{q(\varphi_q - \varphi_q)}{2}$$

$E_{kin} \max \rightarrow \varphi_q - \varphi_q = \min$

$E_{kin} \min \rightarrow \varphi_q - \varphi_q \rightarrow \max$

$\rightarrow$  состояния 1

$$E_{kin} \min = W_0 - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$W_0 = mv_0^2$$

$\rightarrow$  состояния 2. ~~из симметрии~~

$$\varphi_{q2} - \varphi_{-q2} = \varphi_x - \varphi_0 = -\frac{mv_0^2}{2q}$$

$$E_{kin} \max = W_0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{3}{2} mv_0^2$$

$$E_{kin} \text{ макс. } v_{max} = v_0 \cdot \cancel{\sqrt{2}}; v_{min} = v_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$v_{max} - v_{min} = v_0 \left( \sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) v_0 \left( \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} \right)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

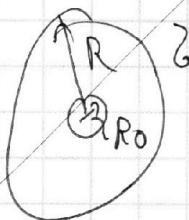
СТРАНИЦА  
5 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

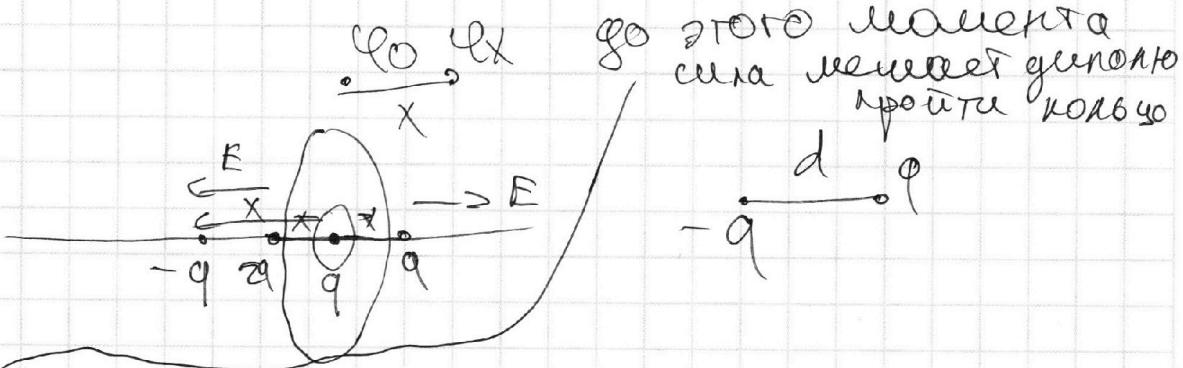
1) Потенциал  $\varphi$  в центре диска

$$d\varphi = \frac{k_2 ds}{r} - \frac{2\pi r dr \cdot k_2}{r} = 2\pi k_2 \cdot dr$$

$$\varphi = 2\pi k_2 (R - R_0)$$



2)



на расстоянии  $x$  от центра поле  $E$ ;  
по оси(симметрии)  
Ясно, что крат. слугай  $-q$  в точке  
О(очень близко к кей);  $-q$  на  $d$  от центра  
если  $q$  хотят быть-быть выйдет за кольцо,  
то сила на цеполю будет препятствовать  
состояния  $-q$  в 0;  $q$  за кольцом на  $d$   
 $W = E_{kin} + q\varphi_0 - q\varphi_x - \text{энергия}$

$$W_1 = E_{kin} + q\varphi_0 - q\varphi_x; W_2 = E_{kin} + q\varphi_x - q\varphi_0$$

$\varphi_0 > \varphi_x \rightarrow$  если в сост. 1  $E_{kin} > 0$ , то в 2 тоже  $> 0$   
 $\rightarrow$  если зонд  $\geq l$ , то токко вспыхнет.

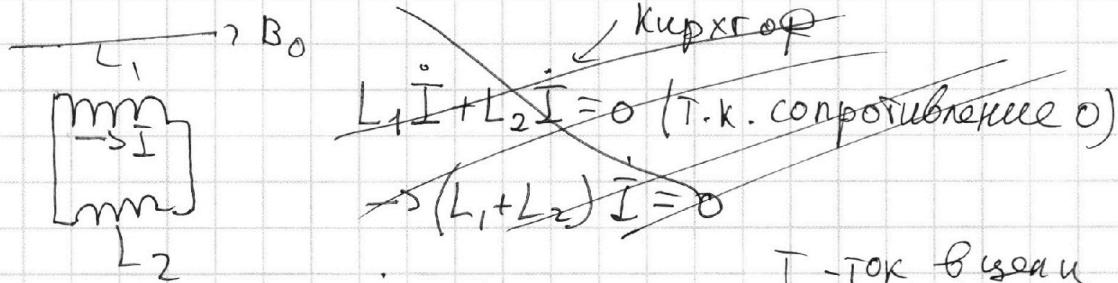
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА  
1 из 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Q-поток в катушках

$$Q_1 + Q_2 = 0 \text{ - кирхгоф}$$

$$Q_1 = B_0 n S_1; Q_2 = B_0 n S_2; Q_2 = \frac{1}{2} \dot{I} \quad (P_2 = L_2 \dot{I})$$

$$B_0 n S_1 = \frac{1}{2} \dot{I}$$

$$B_0 \cdot \frac{n S_1}{L_2} = \dot{I}$$

$$dB_0 \cdot \frac{n S_1}{L_2} = d\dot{I}$$

$$\Delta B_0 \cdot \frac{n S_1}{L_2} = (I_0 - 0) = I_0 \text{ - ток в катушке 0}$$

$$I_0 = \frac{n S_1}{L_2} \cdot (0 - B_0) = \frac{B_0 n S_1}{L_2}$$

$$I = B_0 (B(t) - B_0) \frac{n S_1}{L_2}$$

$$Q_1 = B_0 n S_1 + L_1 \dot{I}; Q_2 = L_2 \dot{I}$$

$$B_0 n S_1 + (L_1 + L_2) \dot{I} = 0$$

$$\dot{I} = -B_0 \cdot \frac{n S_1}{L_1 + L_2}$$

$$I - I_0 = (B - B_0) \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \quad (\text{в катушке ток 0})$$

$$I_0 = \frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2} \quad \text{невозможно}$$

$$dq = Idt = B \left( \frac{n S_1}{L_1 + L_2} \right) dt + \frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2} dt$$

$$= B_0 \cdot \frac{17}{24}$$

$$\begin{cases} B_0 t = \frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{4}{6} t + \\ + \frac{2}{6} t \cdot \frac{6}{8} B_0 \cdot 2t \\ + \frac{2}{8} B_0 \cdot \frac{4}{6} t^2 = \\ - \frac{B_0 t}{2} + \frac{B_0 t}{8} + \frac{B_0 t}{12} = \end{cases}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
2 из 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Продолжение

$$q = -\frac{nS_1}{L_1+L_2} \int_0^{\tau} Bd\tau + \frac{B_0 n S_1}{L_1+L_2} \int_0^{\tau} d\tau - \quad (\text{по модулю})$$
$$= -\frac{nS_1}{L_1+L_2} \cdot \frac{12}{24} B_0 \tau \neq \frac{nS_1}{L_1+L_2} B_0 \tau = \boxed{\frac{7}{24} \cdot \frac{nS_1}{L_1+L_2} B_0 \tau}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 8

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{Q} + \frac{1}{C} = \frac{1}{F} - \text{qd. тонкой линзы}$$

из обратности мер должен создать  
источник на расстоянии с от него  
с - от линзы до изображения



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$$0,14 \cdot 350$$

$$114 \cdot 35$$

$$110$$

$$\times 35$$

$$\overline{14}$$

$$\overline{35}$$

$$\overline{490}$$

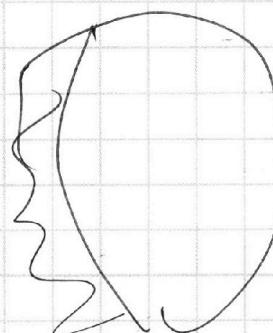
$$49$$

$$800$$

$$\begin{array}{r} \times 14 \\ 37 \\ \hline 98 \\ + 42 \\ \hline 518 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 518 \\ 900 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{1}{2R} + \cancel{\frac{1}{8R}} = 1$$



8

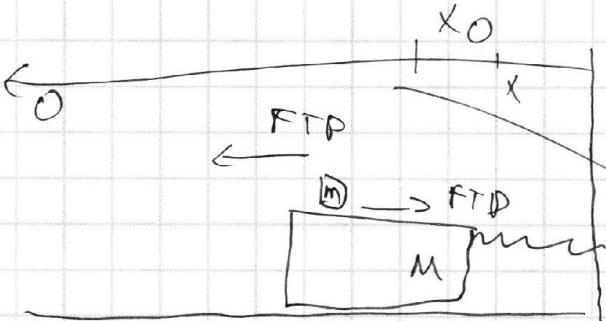


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



$$k(x_0 - x) - F_{TP} = M\ddot{x}; F_{TP} = mg \text{ до максимума } x_0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x + \frac{F_{TP} - kx_0}{m} = 0$$

$$x = A \sin \frac{k}{m}t + B \cos \frac{k}{m}t + C$$

$$\frac{k}{m}C = \frac{F_{TP} - kx_0}{m} \rightarrow C = \frac{F_{TP} - kx_0}{k}$$

$$A=0, \text{ т.к. } V(\dot{t}=0)=0$$

$$\begin{aligned} & k(x_0 - x) = 0 \\ & \rightarrow x_0 = x - \text{точка} \\ & ① + ② \cdot \cos p = 0 \\ & \omega \alpha = 0 \end{aligned}$$

БЗК

$$\text{отк. уск. рабочей} \rightarrow \frac{F_{TP}}{m} = \frac{k(x_0 - x) - F_{TP}}{m}$$

$$\frac{m+M}{m}F_{TP} = k(x_0 - x) \rightarrow x_0 - x = \frac{m+M}{km}F_{TP} = \frac{m+M}{k}mg$$

$$1) x_0 - x = 0,18 \text{ м}$$

$$2) a = \frac{k(x_0 - x)}{m}; x' - \text{нан. кордината}$$

0, т.к.  $F_{TP} = 0$  ( $V_{отк} = 0$ )

Зад:

$$k(x_0 - x') + F_{TP} = 0 \rightarrow x_0 - x' = -\frac{m+M}{k}, x' - \text{точка, где } a=0$$

у  $F_{TP} +$ , т.к. сжимающая будет на пути назад

$$x' = x_0 + \frac{m+M}{k}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\text{точка остановки: } K(x' - x_0) = mg\mu \quad \Delta x \rightarrow$$

$$x' = \frac{mg\mu}{K} + x_0 \quad M = 2m$$

$$\text{3c2: } (2Mx' + x^2) mg\mu = \frac{Mv^2}{2}$$

$$\frac{K(x_0 - x)^2}{2} = \frac{3Mv^2}{2} \rightarrow v^2 = \frac{K}{3m} \cdot (x_0 - x)^2 - 3c2$$

$$\frac{K}{6} (x_0 - x)^2 = mg\mu \left( \frac{2mg\mu}{K} + 2x_0 - x \right) \left( \frac{mg\mu}{K} + \Delta x \right)$$

$$\frac{K}{6} \Delta x^2 = mg\mu (\Delta x +$$

$$\frac{K \Delta x^2}{6} = \frac{m^2 g^2 \mu^2}{K} + mg\mu \Delta x$$

$$\Delta x^2 - \frac{6mg\mu}{K} \Delta x - \frac{6m^2 g^2 \mu^2}{K^2} = 0$$

$$\Delta x = \frac{36m^2 g^2 \mu^2}{K^2} + \frac{24m^2 g^2 \mu^2}{K^2} = 60 \frac{m^2 g^2 \mu^2}{K^2}$$

$$\Delta x = \frac{6mg\mu}{K} + \frac{mg\mu}{K} \cdot \sqrt{60} = \frac{mg\mu}{K} \cdot \frac{6 + \sqrt{60}}{2} = \frac{3}{100} (6 + \sqrt{60}) m$$

$$a = \frac{K}{m} \Delta x = \frac{3}{2} (6 + \sqrt{60}) m/s^2$$



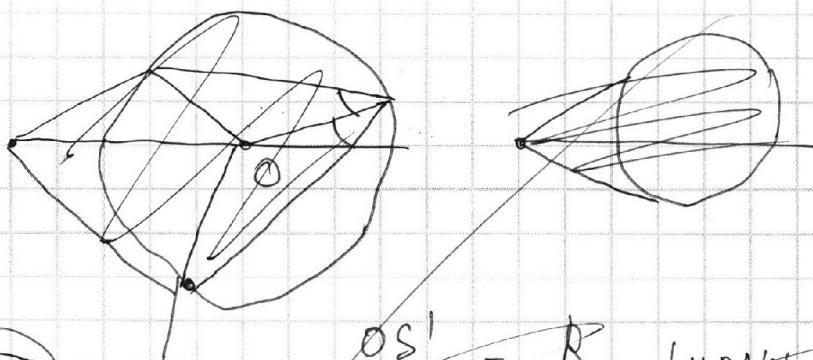
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

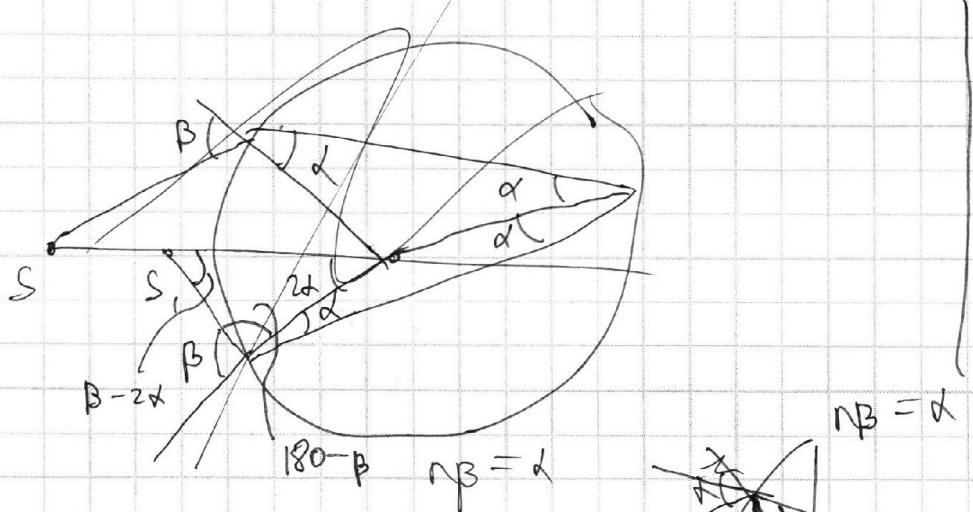
5)  $\frac{1}{a} + \frac{1}{c} = \frac{1}{f}$  с - до минимого источника, от создаваемого шаром  
с - до изображения от линзы  $\Rightarrow$  соблюдено, т.к.  $c > f$



$$\frac{OS'}{S'A} = \frac{R}{2d+f} \quad (\text{углы малы})$$

$$\frac{OS}{B} = \frac{R}{2d-f}$$

$$b+2d=R+b-R-C$$



$$NB = d$$

$$180^\circ - \alpha + \beta + \gamma = 180^\circ \quad \alpha + \beta + \gamma = (n-1)\beta$$





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 1      2      3      4      5      6      7



СТРАНИЦА  
— ИЗ —

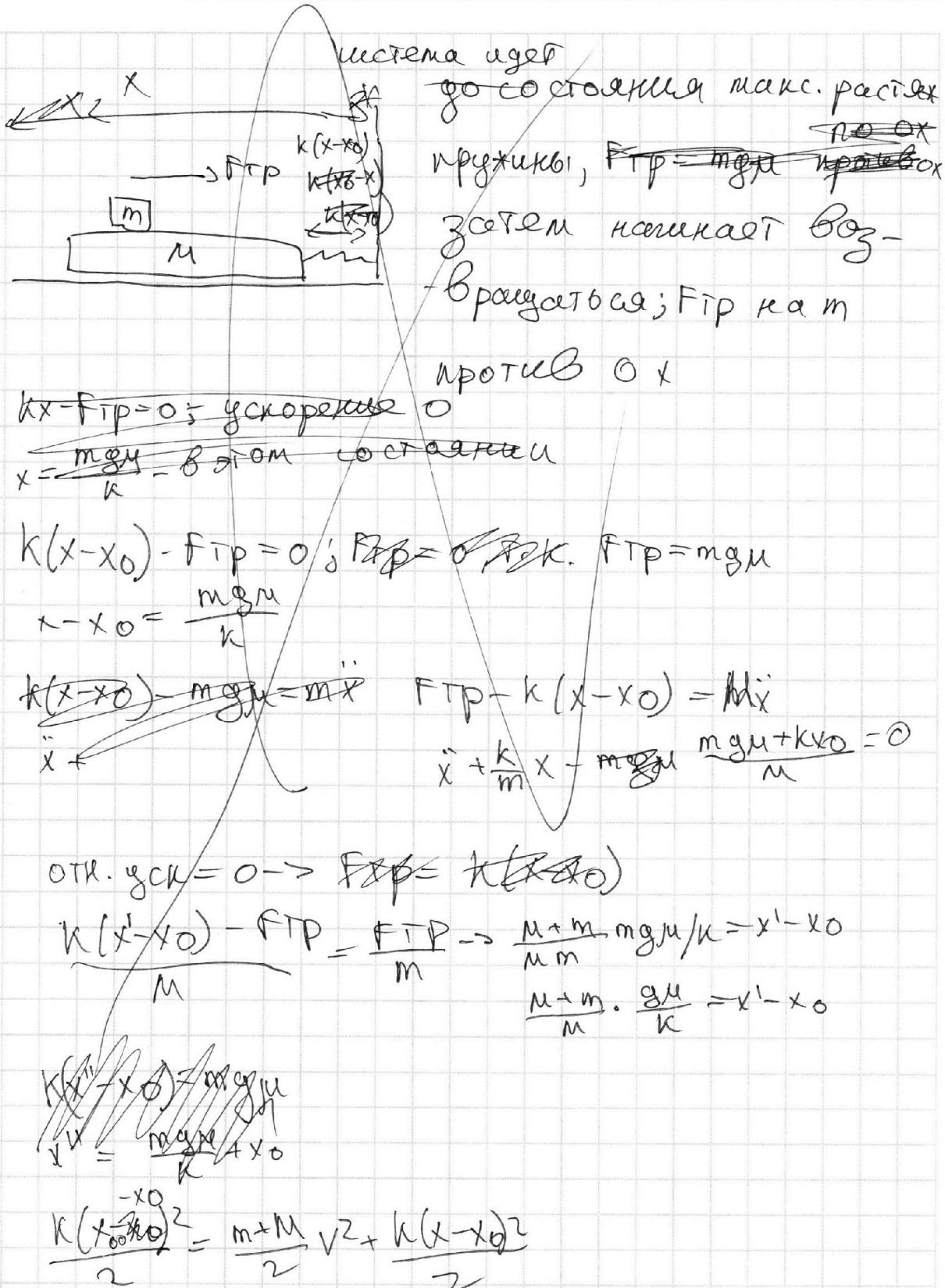
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



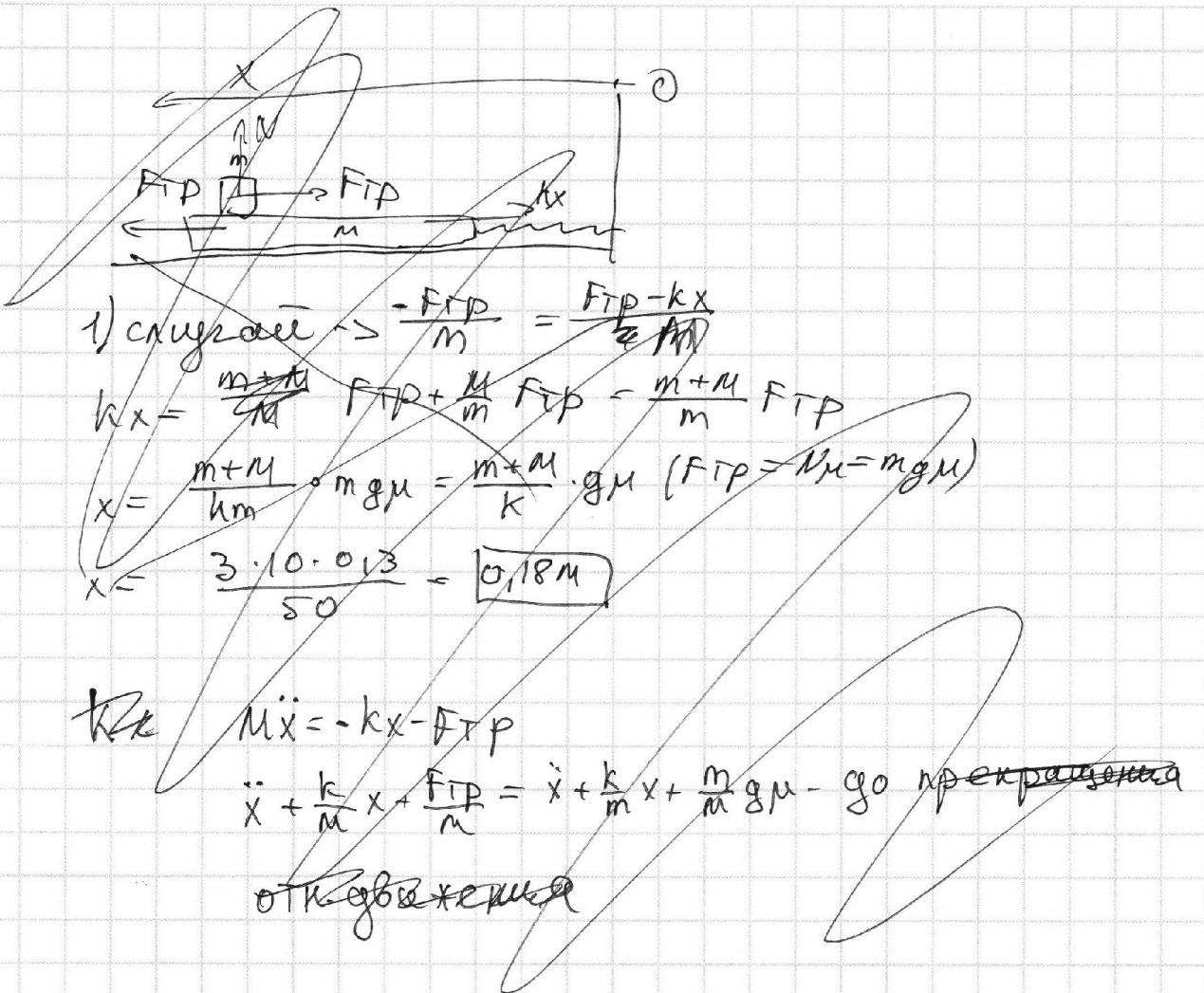


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ из \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!