



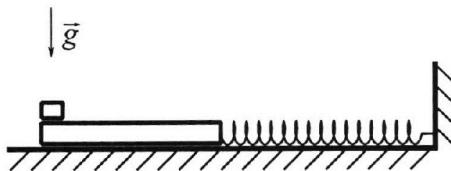
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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. Коэффициент 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/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

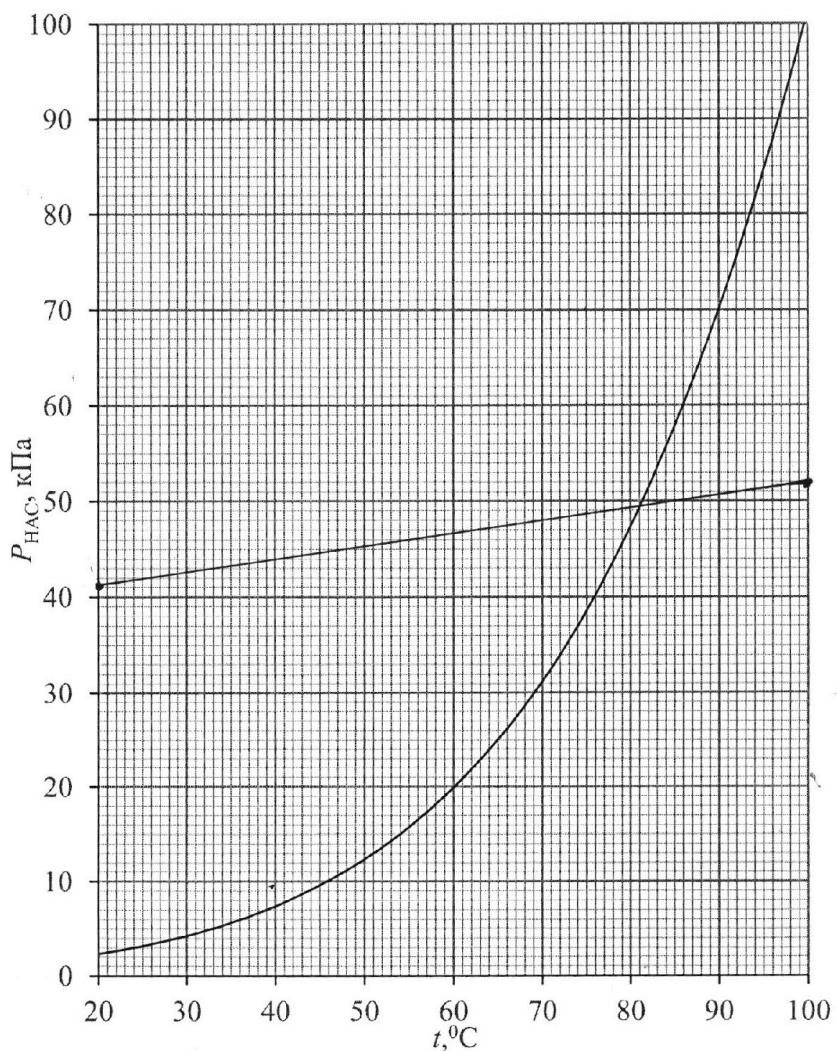


- +1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

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





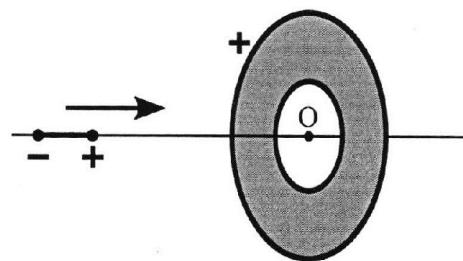
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

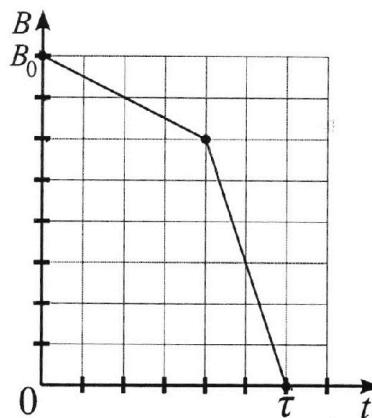
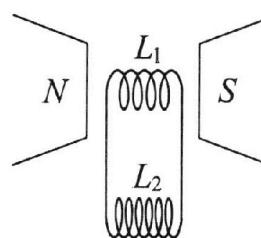
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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.

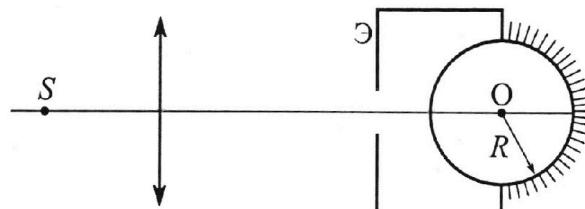
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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.

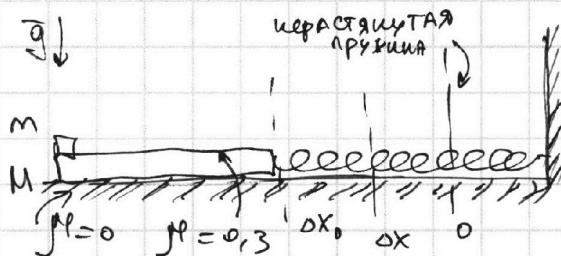
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

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
1 из 5

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!



момент, когда ускорение доски впервые стало пульсом:
у бруска и доска имеют один скорость v

$$F_{TP} = \mu N_1 \quad N_1 = mg \quad F_{TP} = \mu mg \quad F_{TP} = k_{\alpha} X \quad \Delta x = \frac{\mu mg}{k_{\alpha}}$$

по II закону Ньютона для доски:

$$\text{O } X: MA = k_{\alpha} X - \mu N_1 = 0 \quad (\text{по условию}) \quad [k_{\alpha} X = \mu mg]$$

$$MA = \Sigma F_x = F_{TP} - F_{TP}$$

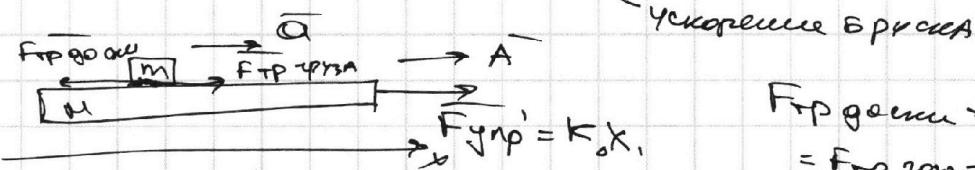
для груза:

$$\text{OY: } mg = N_1$$

Δx -удлинение
в пружине.

получь Δx_0 - начальное удлинение.
 Δx - удлинение, когда
ускорение доски стало
равным пульса

момент, когда дата = 0 $\Rightarrow a = A - \text{ускорение доски}$



F_{TP} доски:

$$= F_{TP} \text{ задано} =$$

$$= \mu mg$$

$$\text{O } X: MA = k_{\alpha} \Delta x_0 - F_{TP} \text{ доски}$$

$$[MA = k_{\alpha} \Delta x_0 - \mu mg]$$

$$ma = \mu mg$$

$$[a = A]$$

$$\frac{k_{\alpha} \Delta x_0}{M} - \mu g \frac{m}{M} = \mu g$$

$$\mu mg = k_{\alpha} \Delta x_0 - MA$$

$$\mu mg = ma = m A$$

$$m A = k_{\alpha} \Delta x_0 - MA$$

$$A(M+m) = k_{\alpha} \Delta x_0$$

$$A = \frac{k_{\alpha} \Delta x_0}{M+m}$$

$$\frac{k_{\alpha} \Delta x_0}{M} = \mu g \left(1 + \frac{m}{M}\right) = \mu g \left(\frac{M+m}{M}\right)$$

$$\Delta x_0 = \frac{\mu g (M+m)}{k}$$

$$\Delta x_0 = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{5} = \frac{0,9}{5} =$$

$$= \frac{1,8}{10} = 18 \text{ см}$$

$$A = \frac{k}{m+M} \cdot \frac{\mu g (M+m)}{k} = \mu g$$

Ответ.



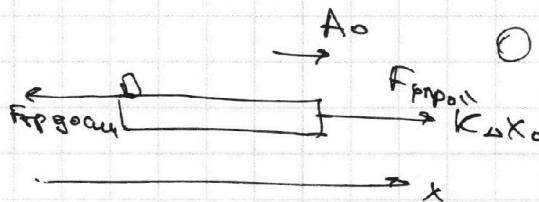
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 из 5

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!

СРАЗУ после начала движения:



$$Ox: MA_0 = F_{prop} - F_{fric}$$

$$MA_0 = K\Delta x_0 - \mu mg$$

$$A_0 = \frac{K}{M} \Delta x_0 - \mu g \frac{m}{M}$$

Ранее пришло, что $\mu m a_0 = \frac{\mu mg}{k}$

относительное движение

диска по диску прекращается \Rightarrow

$$\Rightarrow \omega_{\text{брюса}} = \omega_{\text{диска}} = \gamma$$

закон движения диска:

$$MA = K\Delta x - \mu mg$$

$$A = \ddot{\Delta x} \quad M\ddot{\Delta x} = K\Delta x - \mu mg$$

$$M\ddot{\Delta x} + K\Delta x - \mu mg = 0$$

Запишем формулу Эйнштейна в этот момент:

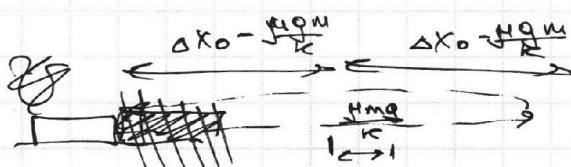
$$E_{\text{полн}}' = \frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{M\dot{x}^2}{2} + \frac{K\Delta x^2}{2}$$

$$E_{\text{полн}}_0 = \frac{K\Delta x_0^2}{2}$$

начальная энергия

a - ускорение пружины

$$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = \text{const.}$$



состр. полет.
рабы

$$t_{\text{движ}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{K}} = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{2}{50}} =$$

$$= 1,5 \sqrt{\frac{1}{25}} = 1,5 \cdot \frac{1}{5} = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ с}$$

$\Delta E = \text{Агрене.}$
 $\text{Агрене.} = \mu mg S,$

$S = \frac{1}{2} \Delta x_0^2$
предыдущий
показатель
стороны.

зарм. колебаний:
(здесь переписано)

$$\text{пл. } \ddot{\Delta x} + \frac{K}{M} \Delta x = 0$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\omega = \frac{K}{M}$$

колебания со
смесью
показанием равнвеш.
в момент движения
максимума
скорости

диск проходит
показание следующего
равнвеш.

$$t_{\text{движ}} = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

время движения до замедления
скорости диска.

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.



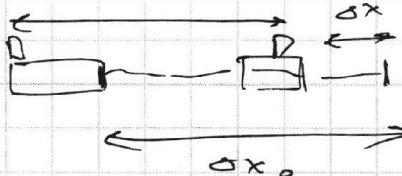
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 5

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!

$$\text{Абсолют} = \mu \cdot g \cdot S,$$

$$S = \frac{\alpha t^2}{2}, \quad \alpha = g \cdot \mu; \quad S = \frac{\mu g t^2}{2}$$



$$\frac{\mu \cdot g \cdot t}{k} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} = \frac{0,3}{5} = 0,06 \text{ с}$$

Абсолют

$$X_{\max} = \alpha X_0 - \frac{\mu \cdot g \cdot t}{k}$$

$$X = X_{\max} \cos(\omega t + \phi_0)$$

когда эти ускорения сравниваются, $\alpha = A = \mu \cdot g$

в момент, когда $A = 0$: $V = \alpha t_{\text{двиг}}$ $\in \mu g \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$

$$E_{\text{полн}}'' = \frac{k \cdot x_0^2}{2} + \frac{(M+m) V^2}{2}$$

$$\frac{k \cdot x_0^2}{2} = \frac{k \cdot x^2}{2} + \frac{(M+m) V^2}{2}$$

$$\text{Абсолют} = \mu \cdot g \cdot \frac{\mu \cdot g \cdot t^2}{2}$$

$$E_0 = \frac{k \cdot x_0^2}{2}$$

$$\frac{k \cdot (x_0^2 - x^2)}{2} = (M+m) V^2$$

$$K(x_0^2 - x^2) = (M+m) M \frac{\mu^2 g^2 \pi^2}{k}$$

сдела трещина совершает отрывательство

работа над доской и некоторое время

изгрызок \Rightarrow Атр $\neq 0$.

$$K(x_0^2 - x^2) = (M+m) M \frac{\mu^2 g^2 \pi^2}{k}$$

$$(x = \frac{\mu \cdot g \cdot t}{k})$$

$$4K^2 / (x_0^2 - \frac{\mu^2 m^2 g^2 \pi^2}{k^2}) = (M+m) M \frac{\mu^2 g^2 \pi^2}{k}$$

$$\frac{4}{0,06} \cdot \frac{58}{50} = \frac{4}{0,72}$$

$$4K^2 \cdot x_0^2 = M^2 \frac{\mu^2 g^2 \pi^2}{k^2} (M+m) + 4M^2 m^2 g^2$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{58}{25} = \frac{4}{5} \cdot \frac{58}{25}$$

$$x_0^2 = M(M+m) \frac{\mu^2 g^2 \pi^2}{k^2} + 4M^2 m^2 g^2$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 3 \cdot 0,3^2 \cdot 10^2 \cdot 9 + 1 \cdot 0,3^2 \cdot 1^2 \cdot 10^2}{4 \cdot 50^2}} = \sqrt{\frac{0,3^2 \cdot 10^2 (54 + 4)}{4 \cdot 50^2}} = \sqrt{\frac{58 \cdot 0,09}{4 \cdot 25}} = \sqrt{1,45}$$



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
4 ИЗ 5

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!

Когда отн. ускорение центральное, $A = a = g \sin \varphi$

$$x = x_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) \quad ; \quad x = x_{\max} \cos \omega t, \quad \dot{x} = \dot{x}_{\max} \cdot \omega \cos \omega t$$

$$x(0) = 4x_{\max} = x_{\max} \cdot \pi^2 = x_{\max} \cos 0, \quad \varphi = 0 \quad \boxed{\dot{x} = -x_{\max} \omega^2 \cos \omega t}$$

$$k(\Delta x_0^2 - \dot{x}^2) = (\mu + m) M g^2 \frac{\pi^2}{\omega^2} \quad \frac{x_{\max}}{486} \quad \text{при } \ddot{x} = Mg;$$

$$4k(\Delta x_0^2 - Mg^2) = 2 \quad \frac{4k}{486} \quad \boxed{Mg = \left(\Delta x_0 - \frac{4k \omega^2}{\mu} \right) \cdot \frac{k}{M} \cos \omega t}$$

$$4 \cdot 50^2 / \left(\Delta x_0^2 - \frac{0,09 \cdot 100}{486} \right) = 3,2 \cdot 0,09 \cdot 100 \cdot g = 486$$

6 момент сравнив относительных величин:

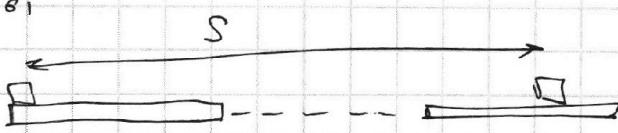
$$\frac{486}{200} = \frac{2,43}{100} = 2,43$$

$$\Delta x_0 = x_{\max} \cos \omega t$$

$$v = a \cos \omega t = Mg \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$S = \frac{a \cos^2 \omega t}{2} = \frac{Mg}{2} \cdot \frac{\pi^2}{4} \frac{M}{k} = \frac{Mg \pi^2}{8k} = \frac{0,318 \cdot 10 \cdot 9}{486,52} = \frac{2,7}{20} =$$

$$= 18,5 \text{ с}$$



изнач. начальное

Мгновенное сравниваемое

ускорение

$$A_{TP} = Mg \ddot{s} =$$

$$= Mg \frac{Mg \pi^2}{8k} =$$

$$= \frac{M^2 g^2 \pi^2}{8k} =$$

$$= 18,5 \text{ с} \cdot 1,10 \cdot 0,318 =$$

$$= \frac{2,7}{20,3} = \frac{0,9}{20} =$$

$$= 4,58 \text{ м}$$

$$\frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{k \Delta x^2}{2} + 2A_{TP} = \frac{k \Delta x_0^2}{2}$$

$$2A_{TP} = k(\Delta x_0^2 - \dot{x}^2) - (m+M)v^2$$

$$2A_{TP} = k(\Delta x_0^2 - Mg^2) - (m+M) \frac{Mg^2 \pi^2}{4} \frac{M}{k}$$

$$g = 50 \left(\Delta x_0^2 - \frac{0,09 \cdot 100}{486} \right) - 3 \cdot 0,09 \cdot 100 \cdot 9 \cdot 2$$

$$g = 50 \Delta x_0^2 - 0,18 - 2,43 \quad \boxed{11,61 = 50 \Delta x_0^2}$$



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"/> 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
5 ИЗ 5

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!

$$\begin{array}{r} \overline{1186,1} \\ -100 \\ \hline 161 \\ -150 \\ \hline 110 \end{array}$$

дл
вески

$$\begin{array}{r} \overline{100} \\ -100 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\Delta X_0 = \sqrt{0,2322} \text{ м}$$

$$A_{\text{тр}} = M g S$$

$$A_0 = \frac{k}{M} \Delta X_0 - M g \frac{m}{M}$$

- диспл. средн час.
изл. грав.

$$\begin{aligned} T &= 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \\ t_{\text{гравия}} &= \frac{T}{4} \\ \omega &= \alpha t_{\text{гравия}} \\ S &= \frac{\alpha t_{\text{гравия}}^2}{2} \end{aligned}$$

дл груза

$$E_{\text{пом}} = \frac{k \Delta X_0^2}{2}$$

$$E_{\text{пом}}' = \frac{(M + m) \omega^2}{2} + \frac{k \Delta X^2}{2}$$

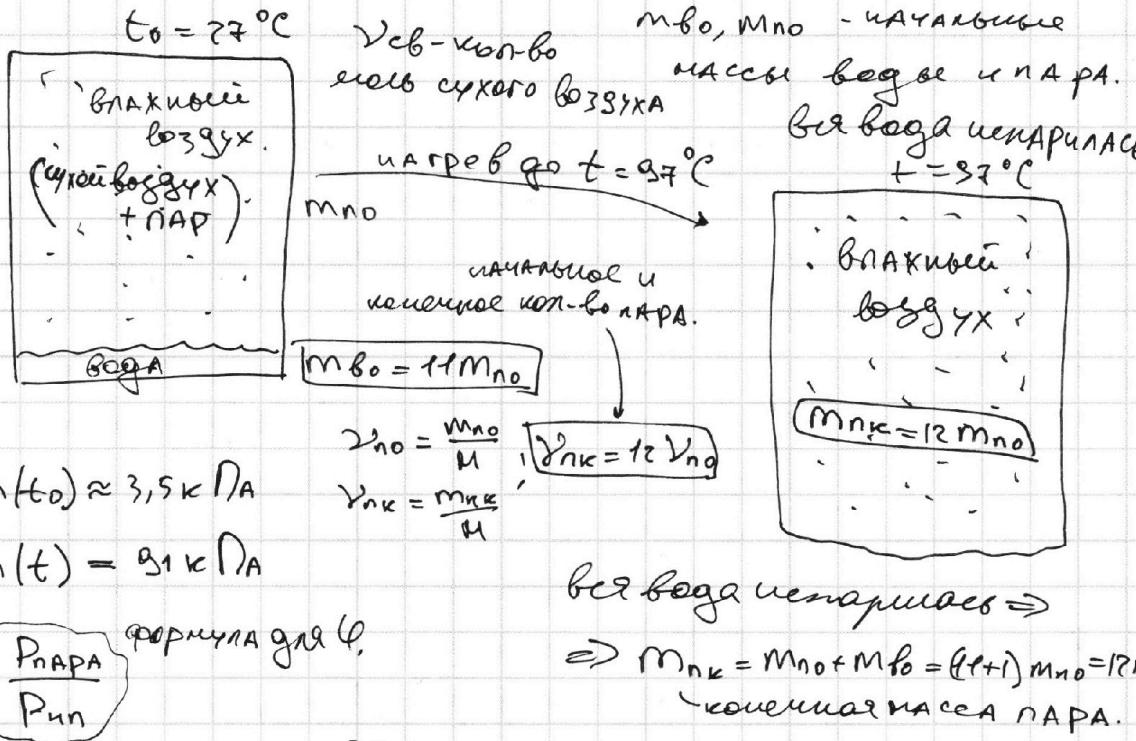
$$E_{\text{пом}}' - E_{\text{пом}} = - A_{\text{тр}}$$

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

СТРАНИЦА
1 из 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!



получено V - объем сосуда.

Задано:

Условие состояния газа в начале и в конце:

$$\text{Ответ 1)} \boxed{\varphi = 12}$$

начало: $P_1 V = (V_{no} + V_{cb}) R T_0$, где $P_1 = P_{cb} + P_{\text{пара}}$.

конец: $P_2 V = (V_{nk} + V_{cb}) R T$, где $P_2 = P_{cb} + P_{\text{пара}}$.

от начала нагревания и до конца испарения пар остаётся неизменным. (т.к. в сосуде имеется вода).

$$\Rightarrow P_{\text{пара}} = P_{\text{пар}}(t_0) \approx 3,5 \text{ kPa}$$

Рассмотрим состояние пара в начале нагревания и в момент конца испарения:

$$P_{\text{пара}}^* = P_{\text{пар}}(T^*) = P_{no}^*$$

$$P_{\text{пара}} = P_{\text{пар}}(T_0) = P_{no}$$

$$\frac{P_{\text{пара}}}{P_{\text{пара}}^*} = \frac{T_0}{T^*}, \quad \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{пар}}^*} = \frac{T_0}{12T^*}$$

$$P_{\text{пара}} \cdot V = V_{no} R T_0$$

$$P_{\text{пара}}^* \cdot V = V_{nk} R T^*$$

$$\frac{P_{\text{пара}}}{P_{\text{пара}}^*} = \frac{V_{no}}{V_{nk}} \frac{T_0}{T^*}, \quad \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{пар}}^*} = \frac{T_0}{12T^*}$$



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!

$$\left| \frac{P_{\text{норм}}}{T_0} \cdot 12 T^* = P^* \right| - \text{Ур-ф прямой пропорциональности}$$

$$T_0 = t_0 + 273 K = 300 K$$

$$P_{\text{норм}} = 315 \text{ kPa}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{\times 12} \\ \cancel{\times 3,15} \\ \cancel{+ 60} \\ \cancel{+ 36} \\ \hline 42,0 \\ \cancel{+ 273} \\ \cancel{\times 0,14} \\ \hline 10,92 \\ \cancel{+ 273} \\ \hline 38,22 \end{array}$$

$$\frac{12}{300} \frac{kPa}{K} \cdot T^* = P^*$$

$$\left| 0,14 \frac{kPa}{K} T^* = P^* \right|$$

$$0,14 (t^* + 273 K) \frac{kPa}{K} = P^*$$

$$\left| 0,14 t^* + 38,22 \text{ kPa} = P^* \right|$$

$$\left| kx + b = g \right| - \text{линейная зависимость}$$

$$\left| P = 0,14 \frac{kPa}{K} t + 38,22 \text{ kPa} \right|$$

построим

в точке (P^*, t^*) прямая пересечёт

кривую насыщенностя пара

$$\text{при } P = 0 \text{ кПа}; t^* = - \frac{38,22 \text{ kPa}}{0,14} = -273 K$$

$$\text{при } t = 20 K;$$

$$\begin{array}{r} \cancel{\times 20} \\ \cancel{\times 0,14} \\ \hline 0,80 \\ \cancel{+ 38,22} \\ \hline 41,02 \end{array} \quad P = 38,22 \text{ kPa} + 2,8 \text{ kPa} \approx \underline{41 \text{ kPa}}$$

$$\text{при } t = 100 K; P = 38,22 \text{ kPa} + 14 \text{ kPa} \approx \underline{52 \text{ kPa}}$$

$$0,14 \frac{kPa}{K} \cdot 100 K = 14 \text{ kPa}$$

$$\begin{array}{r} 38,22 \\ + 14,00 \\ \hline 52,22 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} T^* = 273 K + t^* = \\ = 273 + \frac{81}{354} \\ \quad 354 \end{array}$$

строим прямую

$$\text{точка } P^*, t^*: t^* = 81^\circ C, P^* = 49,56 \text{ kPa}$$

Проверка:

$$\begin{array}{r} \cancel{\times 1} \\ \cancel{\times 354} \\ \cancel{+ 0,14} \\ \hline 49,56 \end{array} \quad \cancel{0,14 \frac{kPa}{K} \cdot 354 K = 49,56 \text{ Pa}}$$

$$2) \boxed{t^* = 81^\circ C}$$

Ответ

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**.

СТРАНИЦА
3 из 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!

определение с висяще нагревание:

$$\varphi = \frac{P_{\text{ЛАРАК}}}{P_{\text{ИИ}}(t)}$$

Определение $P_{\text{ЛАРАК}}$:

$$T_0 = t_0 + 273 \text{ K} = \underline{300 \text{ K}}$$

$$T_0 = t_0 + 273 \text{ K} = \underline{300 \text{ K}}$$

$$\frac{273}{370}$$

$$\frac{P_{\text{ЛАРАК}} \cdot V}{P_{\text{ИИ}}(t)} = \gamma_{nK} \cdot R T_0$$

$$\frac{P_{\text{ЛАРАК}} \cdot V}{P_{\text{ИИ}}(t)} = \gamma_{n0} \cdot R T_0$$

$$\frac{P_{\text{ЛАРАК}}}{P_{\text{ИИ}}(t)} = \frac{12 \cdot 370}{300} = \frac{12 \cdot 37}{30} = \frac{12 \cdot 37}{15 \cdot 20} = \frac{2 \cdot 37}{5} = \frac{74}{5}$$

$$P_{\text{ИИ}} = 3,5 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{ЛАРАК}} = \frac{2 \cdot 37}{5} \cdot 3,5 \text{ kN} = \frac{259}{5} \text{ kN} = \underline{51,8 \text{ kN}}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 37 \\ \hline 259 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 259 \\ -25 \\ \hline 49 \end{array}$$

ответ.

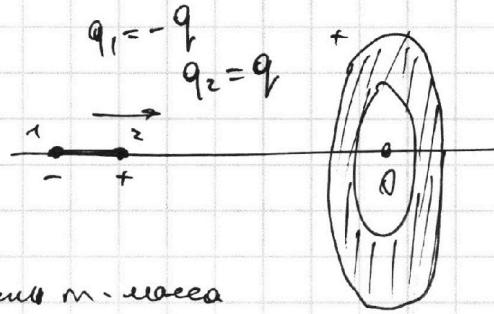
$$\varphi = \frac{51,8 \text{ kN}}{9,1 \text{ kN}} \approx \frac{52}{91}$$

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
1 из 2

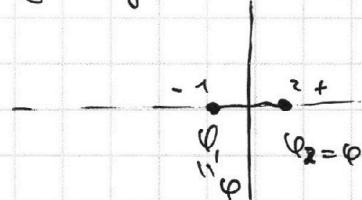
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



пункт m - масса
норма

q1 = -q - начальные
заряды шариков

вид сбоку



ЗСД: $\sigma E_{\text{кни}} = A_{\text{всех}}$

$A_{\text{всех}} = A_{\text{ЭЛ.Н.}}$

$A_{\text{ЭЛ.Н.}} = -q \cdot 0$, фокусы для работы сил. ЭЛ.Н.

$$E_{k0} = \frac{2m}{2} \frac{U_0^2}{2} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma E_{\text{кни}} = -E_{k0} \\ E_{kk} = 0. \end{array} \right.$$

$$A_{\text{ЭЛ.Н.}} = A_{\text{ЭЛ.Н.1}} + A_{\text{ЭЛ.Н.2}} = -q_1 \varphi_1 + (-q_2 \varphi_2)$$

$$A_{\text{ЭЛ.Н.}} = q \varphi - q \varphi$$

В точках $r_{\text{сф}}=r$ дели в сечу симметрии
создает равные потенциалы.

$$\text{тогда } \Delta \varphi_1 = 0 - 0 = 0$$

$$\Delta \varphi_2 = \varphi - 0 = \varphi$$

~~Второе сущес.~~ В обоих сечениях изменение
потенциалов шариков при поднятии
будут одинаковы (распределение зарядов ~~заряд~~ шариков
не изменяется).

$A_0 =$ - РАБОТА по перемещению шариков в первые
шарах

$A_K = \frac{A_0}{2}$ - РАБОТА по перемещению шариков во втором

$A_K = \frac{A_0}{2}$, т.к. $A_{\text{ЭЛ.Н.}} \sim q$ и $A_{\text{ЭЛ.Н.}} \sim \varphi$ $\Rightarrow \Delta \varphi = \text{const}$

$A_0 = E_{k0}$ кин.энергия
 $E_{k0} = \frac{A_0}{2} + E_{kk}'$ во втором сущес.

$\Delta \varphi = \text{const}$ \Rightarrow 34 раза обоих шариков
запасенных в 2 раза.

$E_{k0} = E_{kk}'$ - кин.энергия шариков
при работе во втором

случае в 2 раза меньше,

чем в первом.

$$E_{k0} = 2m \cdot \frac{U_0^2}{2} \quad \cancel{\times \frac{U_0^2}{2}} = \cancel{\frac{1}{2} m U^2}$$

$$E_{kk}' = \frac{2m U^2}{2}$$

$$\text{Ответ } U = U_0 / \sqrt{2}$$



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**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

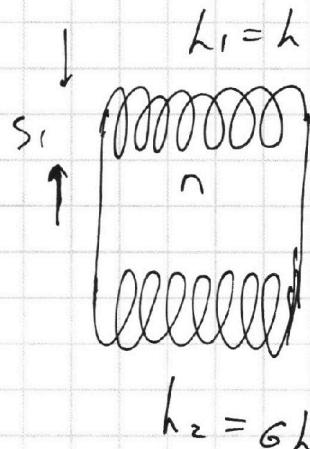
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



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.

СТРАНИЦА
1 из 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!



$$h_2 = 6h$$

Рассмотрим контур a_3 2-х катушек в произвольный момент времени:

$$-\frac{L_1 \frac{dI}{dt} - nS \frac{dB}{dt}}{dt} = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} nS \frac{dB}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} = d\Phi_1 \\ L_2 \frac{dI}{dt} = d\Phi_2 \end{array} \right\} \text{изменение потоков через соленоидные катушки}$$

$$\frac{d\Phi_1 + d\Phi_2}{dt} = 0 \quad \left(\frac{d\Phi_1 + d\Phi_2}{dt} = 0 \right)$$

Полный поток через катушки сохраняется.

Φ_1 - начальный поток

$$\Phi_1 = B_0 \cdot n \cdot S_1$$

В момент включения внешнего поля:

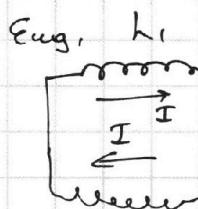
Φ_2 - конечный поток

$$\Phi_2 = L_2 I_0 + L_1 I_0 = I_0 (L_1 + L_2) = 7L I_0$$

(после катушки генератора симметричные токи)

$$\Phi_1 = \Phi_2$$

$$B_0 n S_1 = 7L I_0 \rightarrow I_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L}$$



$$E_{avg_1} = -L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$E_{avg_2} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$nS(B_k - B_n) = -7L(I_k - I_n)$$

В какой-то момент:

I -ток в системе

$$I = \frac{dq}{dt} \quad dq_1 = dq_2 = dq \quad \text{заряды, протекающие через катушки равны}$$

$$dq_2 = I dt$$

Ответ

$$L \frac{dI}{dt} + nS \frac{dB}{dt} = -6L \frac{dI}{dt}$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + nS \frac{dB}{dt} = L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$nS \frac{dB}{dt} = -7L \frac{dI}{dt}$$

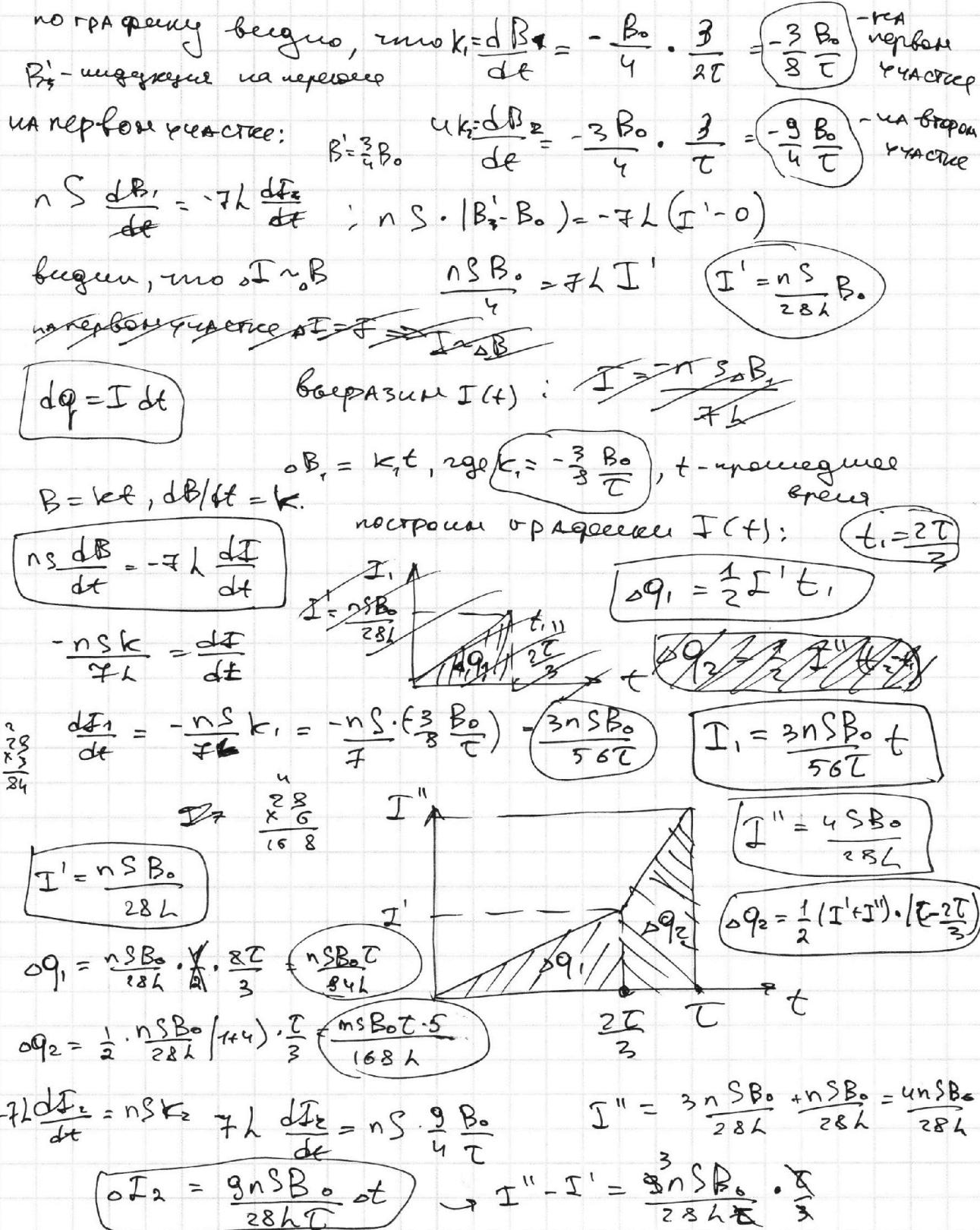
$$nS dB = -7L dI$$

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!



I-



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
3 ИЗ 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!

$$\alpha q_1 + \alpha q_2 = q_2 = 2n \frac{S_{B_0} T}{168 L} + 5n \frac{S_{B_0} T}{168 L} = 7n \frac{S_{B_0} T}{168 L}$$

$$\begin{array}{r} 84 \\ \times 2 \\ \hline 168 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 168 \\ \times 12 \\ \hline 28 \quad 17 \\ \hline 24 \end{array}$$

$$q_2 = n \frac{S_{B_0} T}{24 L}$$

Ответ

I-

I-

I-

I-



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

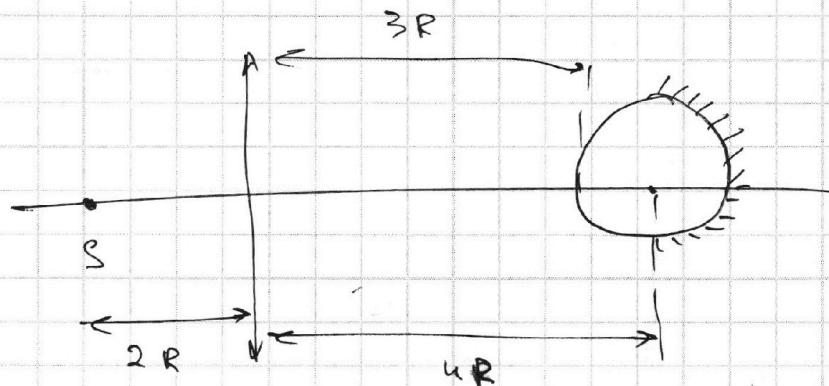
7

СТРАНИЦА

3 ИЗ 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!

наше производство шаров:



I-

I-

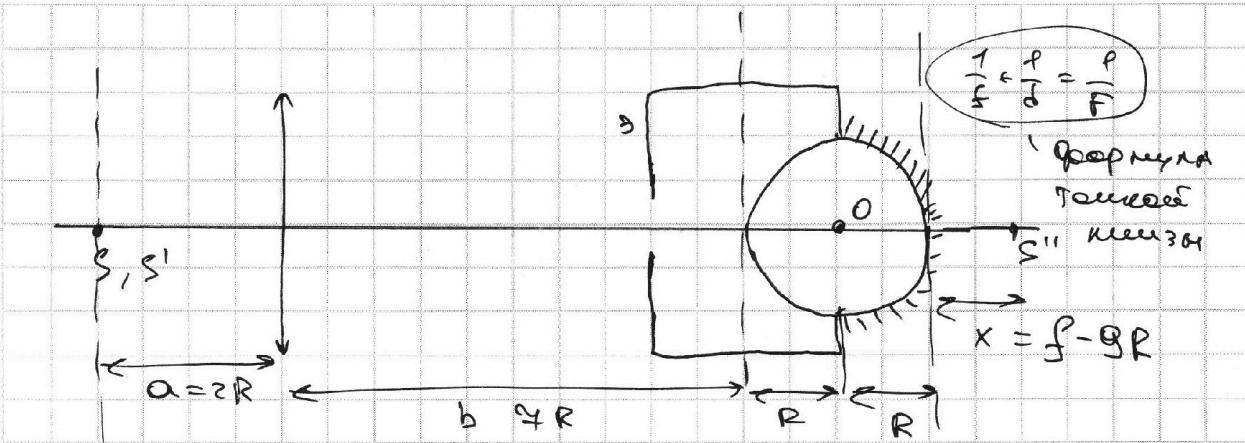


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
1 ИЗ 3

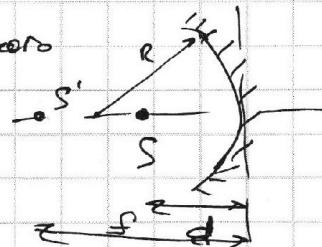
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Когда $b = -gR$, $S = S'$, S' совпадает с S при модусе n_w (где первого случая) замене предмета, поэтому нужно $n_w = n_b = 1$.

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{2}{R}$$

- для сферического зеркала



Запишем, словно фразированный изображения:

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{a} = \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{a-f}{af}$$

$$f = \frac{af}{a-f}$$

f - радиус, на котором было брошено изображение от зеркала с шагом x

В которой было брошено изобр. предметом было меньше до задней поверхности зеркала.

$$X = |f - gR|$$

если S'' за зеркалом,

$$d_{\text{об}} = \frac{Rx}{2x+R}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d_{\text{об}}} = \frac{2}{R}$$

$(-\frac{f}{x})$ т.к. исключение ошибки.

$$d' = |d_{\text{об}} - gR|$$

от края зеркала

$$\frac{1}{d'} = \frac{2}{R} + \frac{f}{x} = \frac{2x+R}{Rx}$$

небр., если это не было ошибки

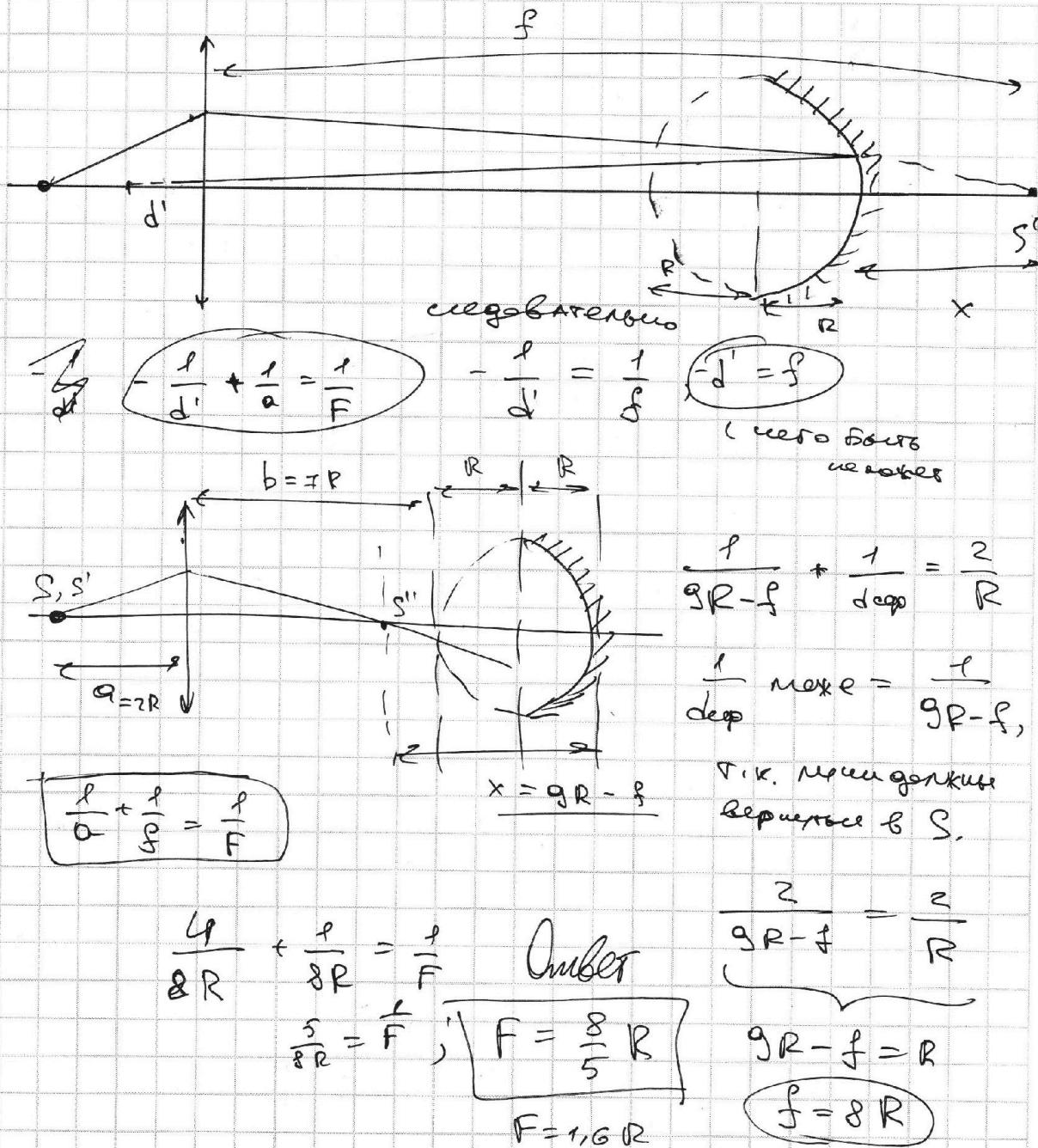


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!





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!



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!