



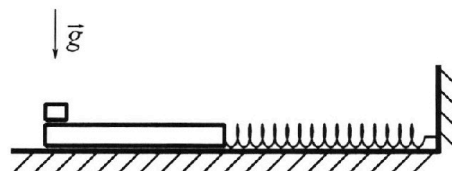
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

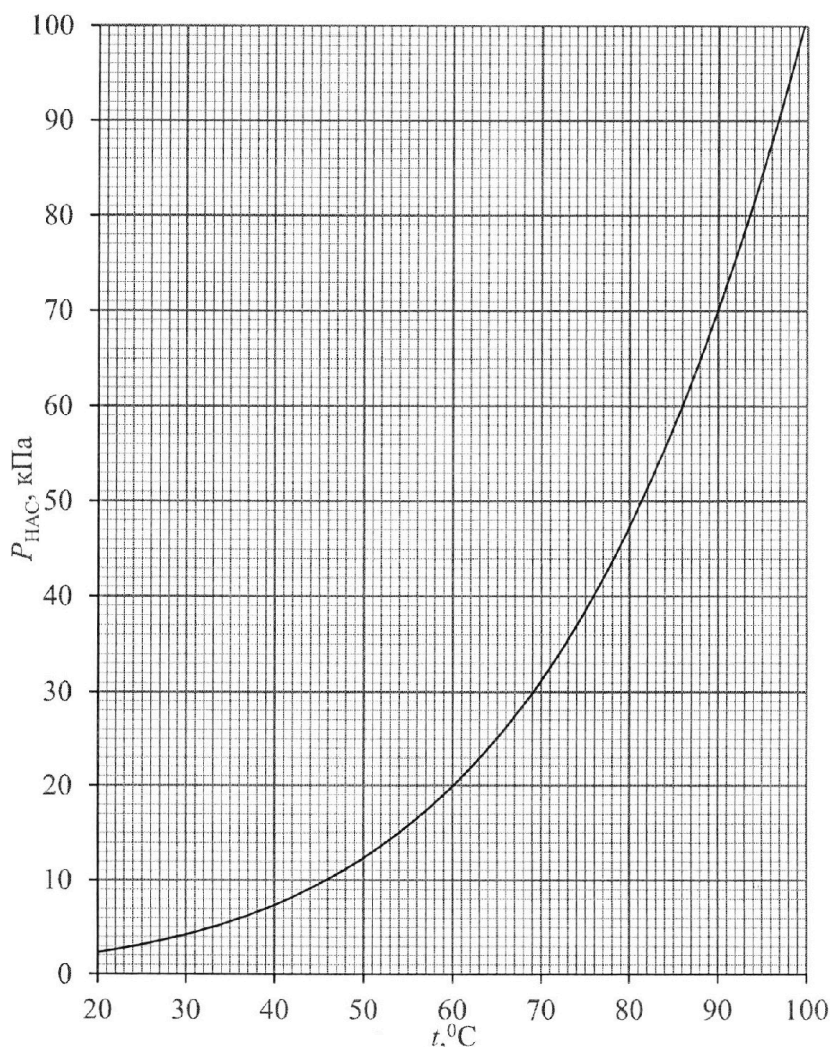


1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый 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 $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. 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.

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



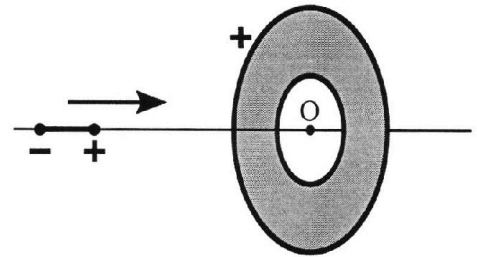
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

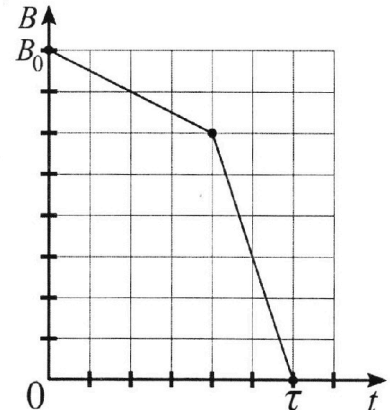
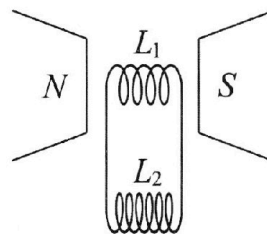


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 диполью начальную скорость V_0 .



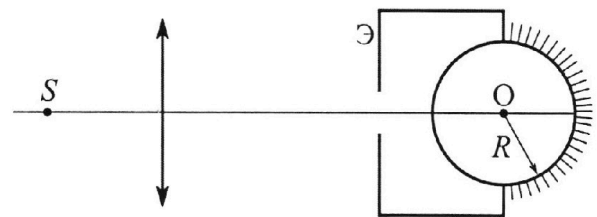
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 τ . 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.

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!

$$\ddot{x}|_0 = 25 \left(\frac{3}{50} - x_0 \right) = 25 \left(\frac{3}{50} - \frac{12}{50} \right) = 25 \left(\frac{-9}{50} \right) = -4,5 \text{ м/с}^2.$$

~~$\frac{-9}{50} \cdot 25 = -4,5$~~ 2) Ответ: $a|_0 = 4,5 \text{ м/с}^2$

$$\begin{aligned} 3). \dot{x}(t) &= \omega \sin(\omega t) \left(\frac{hmg}{k} - x_0 \right) = 5 \sin(\omega t) \left(\frac{3}{50} - \frac{12}{50} \right) = \\ &= 5 \sin(\omega t) \left(\frac{-9}{50} \right) = -0,9 \sin \omega t; \quad \frac{-9}{50} \cdot 5 = -0,9 \end{aligned}$$

~~$\frac{-9}{50} \cdot 5 = -0,9$~~ $x = \frac{18}{100}$

$$\frac{18}{100} = \frac{0,3 \cdot 10}{50} + \left(\frac{12}{50} - \frac{3}{50} \right) \cos \omega t = \frac{3}{50} + \frac{9}{50} \cos \omega t;$$

$$\frac{18}{100} - \frac{3}{50} = \frac{9}{50} \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = \frac{18 - 6}{100} = \frac{12}{100} = \frac{3}{25}$$

$$\cos \omega t = \left(\frac{18 - 6}{100} \right) \cdot \frac{50}{9}$$

$$\cos \omega t = \left(\frac{12 \cdot 6 \cdot 50}{2700} \right) = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

$$\sin \omega t = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \sqrt{\frac{5}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3};$$

$$\dot{x}(t_3) = -0,9 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = -\frac{93}{10} \cdot \frac{\sqrt{5}}{8} = -\frac{3\sqrt{5}}{10};$$

$$\dot{x}(t_3) = -\frac{93}{10} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = -\frac{3}{10} \sqrt{5}$$

3) Ответ: $V = -0,3 \cdot \sqrt{5} \text{ м/с}.$



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 **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!

5.1 продолжение 1

$$\ddot{x} = \frac{\mu mg}{k} + (x_0 - \frac{\mu mg}{k}) a_{\delta x} = -\frac{\mu mg}{m} = -\mu g = -0,3 \cdot 10;$$

$$a_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow a_{\delta x} = a_{\delta x}; a_{\delta x} = \ddot{x} = \omega^2 \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) \cos \omega t$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{50}{2}} = 5 \text{ рад/с};$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + (x_0 - \frac{\mu mg}{k}) \cos \omega t;$$

$$+ \mu g = +\omega^2 \left(x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \cos \omega t,$$

$$(x_0 - \frac{\mu mg}{k}) \cos \omega t = \frac{\mu g}{\omega^2} = \frac{0,3 \cdot 10}{25}$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + \frac{\mu g}{\omega^2} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} + \frac{0,3 \cdot 10}{25} = \frac{3}{50} + \frac{3}{25} =$$

$$= \frac{3}{50} + \frac{6}{50} = \frac{9}{50} = \frac{18}{100} = 0,18$$

$$1) \text{ Ответ: } 0,18 \text{ м} = 18 \text{ см.}$$

$$2) \ddot{x}_{10} = \omega^2 \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) = 25 \left(\frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} - x_0 \right) = 25 \left(\frac{3}{50} - x_0 \right)$$

x_0 такое, что когда $\ddot{x} = 0$; $v_{\text{отн}} = 0$;

$$v_{\delta x} = \dot{x} : -\mu g t_2 = \omega \sin(\omega t_2) \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right)$$

$$-3 t_2 = 5 \sin(\omega t_2) \left(\frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} - x_0 \right) = 5 \sin(5 t_2) \left(\frac{3}{50} - x_0 \right)$$

$$3 t_2 = 5 \sin(5 t_2) \left(x_0 - \frac{3}{50} \right)$$

$$\ddot{x}(t_2) = 0 : \cos \omega t_2 = 0 \Rightarrow \omega t_2 = \frac{\pi}{2}; t_2 = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$3 \cdot \frac{\pi}{2\omega} = 5 \sin \left(\frac{5\pi}{2\omega} \right) \left(x_0 - \frac{3}{50} \right); \frac{3\pi}{10} = 5 \sin \left(\frac{5\pi}{10} \right) \left(x_0 - \frac{3}{50} \right)$$

$$\frac{3\pi}{10} = 5 \sin \left(\frac{\pi}{2} \right) \left(x_0 - \frac{3}{50} \right) = 5 \left(x_0 - \frac{3}{50} \right) = \frac{3\pi}{10} \approx \frac{9}{10}$$

$$x_0 - \frac{3}{50} = \frac{9}{50}; x_0 = \frac{12}{50} = \frac{24}{100} \text{ м} = 24 \text{ см}$$



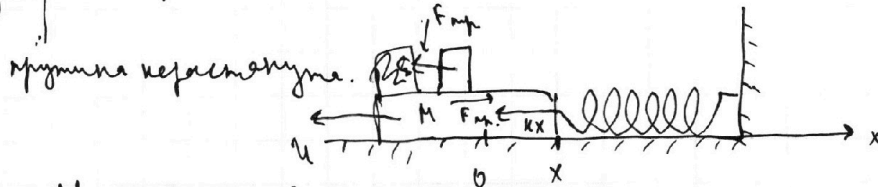
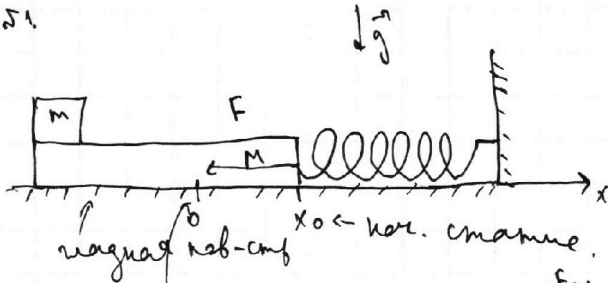
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 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!

21.



$$M = 2 \text{ кг}; \quad m = 1 \text{ кг}; \quad k = 50 \text{ Н/м};$$

$$\mu = 0,3; \quad g = 10 \text{ м/с}^2; \quad \Delta \approx 3;$$

1) До того момента, когда $a = 0$: $F_{\text{тр}} = \mu mg$.

II 3-й закон на Ox :

для груза: $M \ddot{x} = -kx + F_{\text{тр}} = -kx + \mu mg \quad | : M$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} x - \frac{\mu mg}{M} = 0 \quad | : M$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} x - \frac{\mu mg}{M} = 0; \quad \ddot{x} + \frac{k}{M} x - \frac{\mu mg}{M} \cdot \frac{M}{k} = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} \left(x - \frac{\mu mg}{k} \right) = 0 \quad \ddot{x} + \frac{k}{M} \left(x - \frac{\mu mg}{k} \right) = 0$$

$$x - \frac{\mu mg}{k} = A \cos(\omega t) + B \sin \omega t.$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$t \geq 0$

$$t = 0: \quad x = x_0; \quad \dot{x} = 0$$

$$0 = -A \omega \sin \omega t + B \omega \cos \omega t$$

$$A = -A \omega \sin \omega t \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$B \Rightarrow B = 0$$

$$x_0 = \frac{\mu mg}{k} + A; \quad \Rightarrow \quad A = x_0 - \frac{\mu mg}{k}$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + \left(x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \cos(\omega t)$$

$$\dot{x} = \left(x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \omega (-\sin(\omega t)) = \omega \sin(\omega t) \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right)$$

$$\ddot{x} = \omega^2 \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) \cos \omega t;$$



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!

$$\frac{1295}{300} \approx 4,32 ; \quad \frac{4,32}{90} \cdot 100\% = 4 \approx 4,8\%$$

$$\begin{array}{r} 432 \\ 9000 \overline{) 43200} \\ \underline{36000} \\ 72000 \\ \underline{72000} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 432 \\ 9000 \overline{) 43200} \\ \underline{36000} \\ 72000 \\ \underline{72000} \\ 0 \end{array}$$
$$0,048 \cdot 100\% = 4,8\%$$

Ответы: 1) 12
2) $27^{\circ}\text{C} = t^{\circ} = t_0$
3) $\approx 4,8\%$



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.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!

$$P_{n1}V = \nu_{n1}RT_0; \quad P_{n2}V = \nu_{n1}RT^* \leftarrow \text{начало кипения.}$$

$$\frac{P_{n2}}{T^*} = \frac{P_{n1}}{T_0}; \quad P_{n2} = P_2, \quad \frac{P_2}{T^*} = \frac{P_{n1}}{T_0}$$

P_{n1} ~~P_{n2}~~ мы можем найти из графика $P_{\text{нас}}(T)$;

т.к. в начале кипения и пар находится в равновесии.

$$\nu_{n1}R = \frac{P_{n1}V}{T_0}; \quad P_{n2}T^* = \frac{P_{n1}T^*}{T_0} T^* = \frac{T^*}{T_0} P_1$$

$P_{n1} = P_1$; т.е. в начале пар находится под давлением пара равно давлению воздуха.

$P_1 = P_{\text{н.п}}(27^\circ\text{C})$; ~~$P_1 = P_{\text{н.п}}(27^\circ\text{C})$~~ т.е. испарение начнется сразу же после начала нагрева.

$$t^* = 27^\circ\text{C} = t_0$$

3) $\varphi = \frac{P_{\text{вк}} + P_{\text{н}}}{P_{\text{н.п}}(T)} \cdot 100\%$; Запишем Менделеева уравнение:

$$P_{n1} \cdot V = \left(\frac{12 \text{ мм рт.ст.}}{\mu} \right) R T_0$$

$$2) \quad P_{\text{нк}} T^* = \frac{12 \text{ мм рт.ст.}}{\mu} R T$$

$$\frac{P_{\text{нк}}}{P_1} = \frac{T}{T_0} \quad P_{\text{нк}} = P_1 \frac{T}{T_0}$$

$$P_1 V = \nu R T_0; \quad P_{\text{вк}} V = \nu R T$$

$$\frac{P_{\text{вк}}}{P_1} = \frac{T}{T_0} \quad P_{\text{вк}} = \frac{T}{T_0} P_1 = 2 \frac{T}{T_0} P_{\text{н.п}}(27^\circ\text{C})$$

$$P_k = P_{\text{нк}} + P_{\text{вк}} = P_1 \frac{T}{T_0} + P_1 \frac{T}{T_0} = 2 P_1 \frac{T}{T_0} = 2 P_{\text{н.п}}(27^\circ\text{C}) \frac{T}{T_0}$$

$$P_{\text{н}} = 2 \cdot \frac{370}{300} \cdot 300 \quad P_{\text{нк}} = 3,5 \cdot \frac{370}{300} = \frac{35}{10} \cdot \frac{37}{30} = \frac{35 \cdot 37}{300} \text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{35 \cdot 37}{300 \cdot 300} \cdot 100\% = 13,2\%$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 37 \\ \hline 245 \\ + 1050 \\ \hline 1295 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \cdot 37 = 3(30+7) = 90+21 \\ 1295 \quad | \quad 300 \\ - 1200 \quad | \quad 95 \\ \hline 950 \\ - 900 \\ \hline 500 \end{array}$$



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.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!

52. $t_0 = 27^\circ\text{C} = 27 + 273 = 300\text{K}$; $m_{\text{м.в}} = 11\text{м.п.н.}$ $t = 97^\circ\text{C} = 370\text{K}$

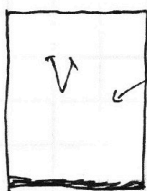
$$\begin{array}{r} 273 \\ + 97 \\ \hline 370 \end{array}$$

$T_0 = 300\text{K}$; $T = 370\text{K}$

1) в конце вся вода превратилась в пар $\Rightarrow$ масса пара в конце равна сумме массы пара в начале и массы воды в начале. $m_k = m_{\text{м.в}} + m_{\text{п.н.}} = 11\text{м.п.н.} + m_{\text{п.н.}} =$

$= 12\text{м.п.н.}$; $\frac{m_k}{m_{\text{п.н.}}} = \frac{12\text{м.п.н.}}{m_{\text{п.н.}}} = 12.$

2) $t^* = ?$ 1)



↑ вода.

пар + вода

испарение воды прекращается
масса пара, когда

воду постепенно нагревают $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ сначала было "вода + пар + воздух";

потом мы нагрем до какой

температуры t^* и при дальнейшем нагревании эта

температура остается постоянной до полного испарения воды. Известно, что при t^* - температура

кипения воды. Кипение начинается, когда давление насыщенного пара становится равным внешнему

давлению. Ур-е Менделеева-Клапейрона для воздуха.

$P_1 V = \nu R T_0$ ← в начале

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T^*}{T_0}$

$P_2 = \frac{T^*}{T_0} P_1$

$P_2 V = \nu R T^*$; $\frac{P_2 T^*}{P_1 T_0} = \frac{\nu R T^*}{\nu R T_0}$

← начало испарения.

и для пара: $P_{n1} V = \nu_{n1} R T_0$; $P_{n2} V = \nu_{n2} R T^*$

$\frac{P_{n2}}{P_{n1}} = \frac{T^*}{T_0} = \frac{P_2}{P_1}$; $P_{n2} = P_2 \Rightarrow P_1 = P_{n1}$



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**.

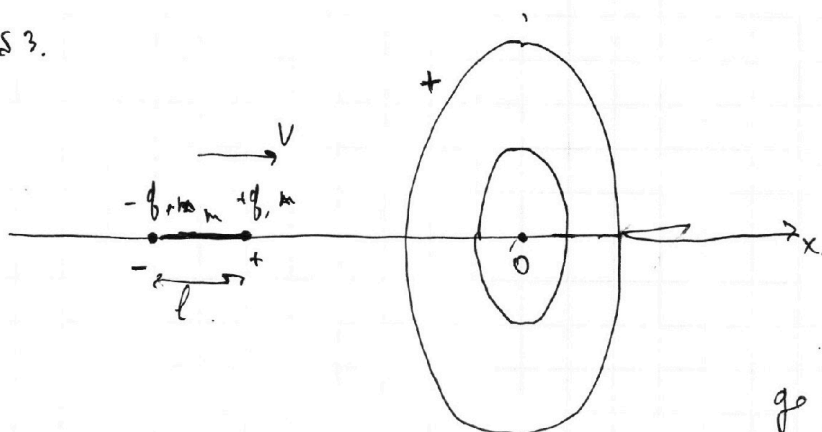
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

§ 3.



$$V_0; q \rightarrow \frac{q}{2}; V_{02} = V_0$$

$$\varphi(\infty) = 0$$

Линии уровня

длина $d\ell$ создает потенциал $\frac{kq d\ell}{r}$

где r - расстояние до зарядов. $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ потенциал, создаваемый диполем максимален в его центре. и равен $\varphi(0)$; Радиусом, того диполя равно l ; тогда потенциал в точке, находящейся на расстоянии l от диполя обозначим за $\varphi(l)$; Потенциальная энергия диполя достигает максимума, когда заряд $+q$ находится в центре

диполя, а $-q$ на расстоянии l ; потенциалный

$$\text{ЗСЭ: } \frac{mV_0^2}{2} = 0 + q \cdot \varphi(0) - q \cdot \varphi(l) = q(\varphi(0) - \varphi(l))$$

$$\varphi(0) - \varphi(l) = \frac{mV_0^2}{2q}$$

$\varphi(\frac{l}{2})$ - потенциал диполя на расстоянии $\frac{l}{2}$ от центра.

в силу симметрии диполя: $\varphi(x) = \varphi(-x)$

$$1) \quad m \cdot \frac{V_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + q\varphi(\frac{l}{2}) - q\varphi(-\frac{l}{2}) = \frac{mV_1^2}{2} + 0$$



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!

$$\Rightarrow V_0 = V_1 \quad V_1 = V_0$$

$$2) \quad V_{\min} : \quad \pi - \text{max.} \quad - + g \text{ в центре, а } - g \text{ на распадающемся л.}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{g}{2} (\varphi(0) - \varphi(l)) + \frac{m V_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{m V_0^2}{2g} + \frac{m V_{\min}^2}{2}; \quad V_{\min}^2 = \frac{V_0^2}{2}$$

$$3) : \quad \frac{m V_0^2}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{m V_0^2}{2g} + \frac{m V_{\min}^2}{2}$$

$$V_0^2 = \frac{m V_0^2}{2} + V_{\min}^2 \quad V_{\min}^2 = \frac{V_0^2}{2}; \quad V_{\min} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

$$V_{\max} : \quad \Rightarrow \pi = 0 \quad \pi - \min \quad - + g \text{ в центре, а } + g \text{ на распадающемся л.}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = -\frac{g}{2} (\varphi(0)) + \frac{g}{2} (\varphi(l)) + \frac{m V_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = -\frac{g}{2} (\varphi(0) - \varphi(l)) + \frac{m V_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = -\frac{g}{2} \cdot \frac{m V_0^2}{2g} + \frac{m V_{\max}^2}{2}$$

$$V_0^2 = -\frac{V_0^2}{2} + V_{\max}^2 \Rightarrow V_{\max}^2 = \frac{3V_0^2}{2}$$

$$V_{\max} = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$V_{\max} - V_{\min} = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{V_0}{\sqrt{2}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$$

$$\text{Ответ: } 1) V_1 = V_0$$

$$2) V_{\max} - V_{\min} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$$



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 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!

$$1) B(t) \cdot t \in [0; \frac{2}{3}\tau]: B(t) = B_0 - \frac{3B_0}{\tau}t$$

$$2) t \in [\frac{2}{3}\tau; \tau]: B(t) =$$

$$B(t) = a + bt;$$

$$\begin{cases} 0 = a + b\tau & a = -b\tau \\ \frac{3B_0}{4} = a + b \cdot \frac{2}{3}\tau = -b\tau + \frac{2}{3}b\tau = -\frac{b\tau}{3} \end{cases}$$

$$b = -\frac{9B_0}{4\tau} \quad b = -\frac{9B_0}{4\tau}$$

$$b = -\frac{9B_0}{4\tau};$$

$$a = \frac{9B_0}{4\tau} \cdot \tau = \frac{9B_0}{4};$$

$$B(t) = \frac{9B_0}{4} - \frac{9B_0}{4\tau}t$$

$$\frac{9B_0}{4} - \frac{9B_0}{4\tau} \cdot \frac{2}{3}\tau = \frac{9B_0}{4} - \frac{6B_0}{4} = \frac{3B_0}{4}$$

$$-nS_1(B(t)dt - B_0dt) = 7Ld\phi$$

$$1) t \in [0; \frac{2}{3}\tau]: -nS_1 \left(\left(B_0 - \frac{3B_0}{\tau}t \right) dt - B_0dt \right) = 7Ld\phi_1$$

$$-nS_1 \left(B_0dt - \frac{3B_0}{\tau}t dt - B_0dt \right) = nS_1 \cdot \frac{3B_0}{\tau}t dt = 7Ld\phi_1$$

$$7Ld\phi_1 = \frac{nS_1 \cdot 3B_0}{\tau} \cdot \frac{t^2}{2} = \frac{3nS_1B_0}{4\tau} \left(\frac{4}{3}\tau^2 \right) =$$

$$= \frac{nS_1B_0\tau}{2} = \frac{nS_1B_0\tau}{2}$$

$$2) t \in [\frac{2}{3}\tau; \tau]: -nS_1 \left(\left(\frac{9B_0}{4} - \frac{9B_0}{4\tau}t \right) dt - B_0dt \right) =$$

$$= 7Ld\phi_2 = -nS_1 \left(\frac{9B_0}{4}dt - \frac{9B_0}{4\tau} \frac{t^2}{2} - B_0dt \right) =$$

$$= -nS_1 \left(\frac{5B_0}{4}dt - \frac{9B_0}{8\tau}t^2 \right)$$



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**.

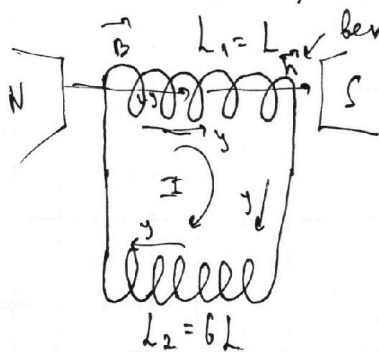
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

54. $L_1 = L$; n ; S_1 ; B_0 ; $L_2 = 6L$; τ ; 1) y_0 - ?
2) $\Delta \varphi_2$ - ?



$$y(0) = 0 \text{ A};$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{S \cdot dB}{dt} = - \frac{S_1 n dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = - n S_1 \frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} + \mathcal{E}_{\text{ind}1} + \mathcal{E}_{\text{ind}2} = 0$$

$$- n S_1 \frac{dB}{dt} = \mathcal{E}_{\text{ind}1} = - L \dot{y}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}2} = - 6L \dot{y}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = L \dot{y} + 6L \dot{y} = 7L \dot{y} = 7L \frac{dy}{dt}$$

$$- n S_1 \frac{dB}{dt} = 7L \frac{dy}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$- n S_1 dB = 7L dy; \quad - n S_1 (0 - B_0) = 7L (y_0 - 0)$$

$$+ n S_1 (+ B_0) = 7L y_0; \quad y_0 = \frac{n S_1 B_0}{7L}$$

$$1) \text{ Ответ: } y_0 = \frac{n S_1 B_0}{7L}$$

$$2) \Delta \varphi_2 - ? \quad - n S_1 \Delta B = 7L \Delta y; \quad - n S_1 (B(t) - B_0) = 7L y(t)$$

$$- n S_1 (B(t) - B_0) = 7L y(t) \quad | \cdot dt$$

$$- n S_1 (B(t) dt - B_0 dt) = 7L y(t) dt$$

$$- n S_1 (B(t) dt - B_0 dt) = 7L d\varphi$$

$$B(t): \quad t \in [0; \frac{2}{3}\tau]: \quad B(t) = B_0 - \frac{2}{3} \cdot \frac{B_0}{\tau} t$$

$$B(t) = B_0 - \frac{B_0 \cdot 3}{8\tau} t = B_0 - \frac{3B_0}{8\tau} t$$



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!

$$7 \text{ L } dq_2 = -h S_1 \left(\frac{5 B_0}{4} dt - \frac{9 B_0}{8 \tau} dt^2 \right)$$

$$7 \text{ L } \Delta q_2 = -h S_1 \left(\frac{5 B_0}{4} \cdot \frac{\tau}{3} - \frac{9 B_0}{8 \tau} \left(\tau^2 - \frac{4 \tau^2}{9} \right) \right)$$

$$7 \text{ L } \Delta q_2 = -h S_1 \left(\frac{5 B_0 \tau}{12} - \frac{9 B_0 \tau}{8} + \frac{4 B_0}{2 \tau} \cdot \frac{4 \tau^2}{9} \right)$$

$$7 \text{ L } \Delta q_2 = -h S_1 \left(\frac{5 B_0 \tau}{12} - \frac{9 B_0 \tau}{8} + \frac{4 B_0 \tau}{9} \right)$$

$$= -h S_1 \left(\frac{5 B_0 \tau}{12} + \frac{4 B_0 \tau - 9 B_0 \tau}{8} \right) = -h S_1 \left(\frac{5 B_0 \tau}{12} - \frac{5 B_0 \tau}{8} \right)$$

$$= -h S_1 \left(\frac{10 B_0 \tau - 15 B_0 \tau}{24} \right) = +h S_1 \cdot \left(\frac{5 B_0 \tau}{24} \right) =$$

$$= \frac{5 B_0 \tau h S_1}{24} = \frac{5 B_0 \tau h S_1}{24}$$

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = \frac{h S_1 B_0 \tau}{12} + \frac{5 B_0 h S_1 \tau}{24} = \frac{7 B_0 h S_1 \tau}{24}$$

2) Ответ: $\Delta q = \frac{7 B_0 h S_1 \tau}{24}$



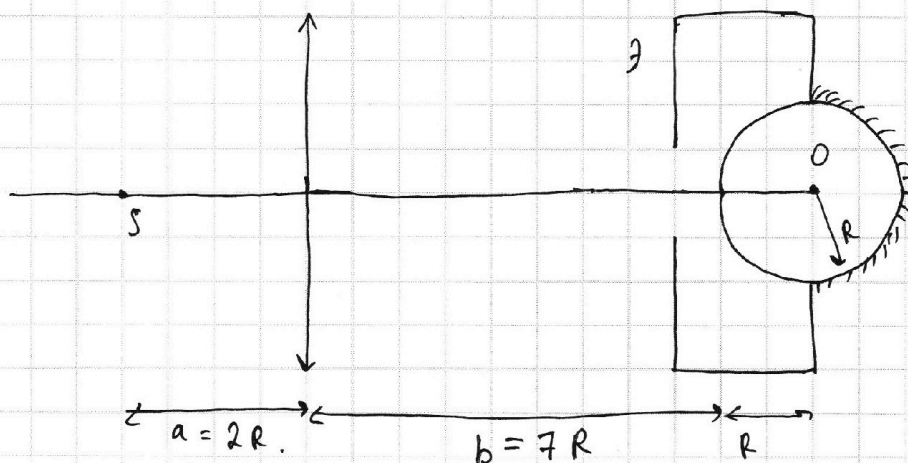
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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!

25.



$R; a = 2R;$
 $b = 7R;$

1) Чтобы изображение совпадало с источником

при малом n , нужно чтобы лучи шли

не $\perp$ пов-сти шара $\Rightarrow$ они должны идти через центр. но $\Rightarrow$ свойству обратимости хода

лучей в таком случае отраженные от

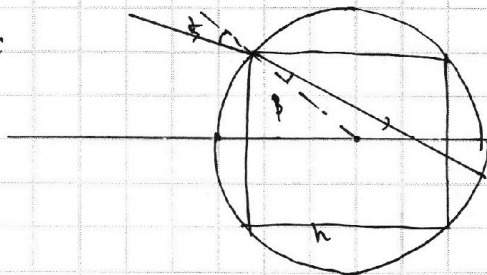
пов-сти зеркала лучи пройдут через

источник. Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b+R} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{5}{8R} \Rightarrow F = \frac{8}{5} R = 1,6R$$

или: $F = \frac{8}{5} R = 1,6R.$

2) $\Delta = 4R;$



$$d = n \beta$$

Разделим шар на две линзы и рассмотрим часть машины.

$$\frac{1}{F} = \frac{(n-1)}{R}.$$



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 4

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!

$$\frac{1}{F} = \frac{(n-1)}{R}$$

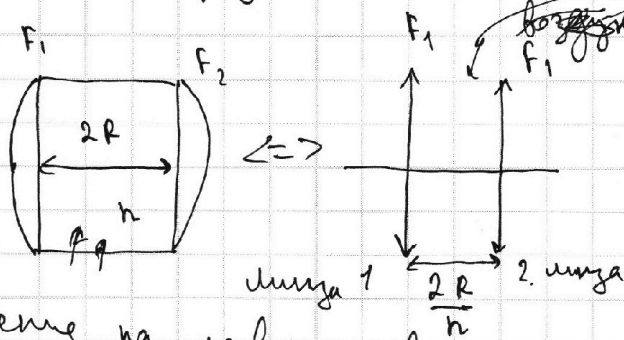
$$F_1 = \frac{R}{n-1}$$

$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x_1} = \frac{5}{8R} ; \frac{1}{x_1} = \frac{5}{8R} - \frac{1}{2R} = \frac{5-4}{8R} = \frac{1}{8R}$$

↑
перенесите в левую.

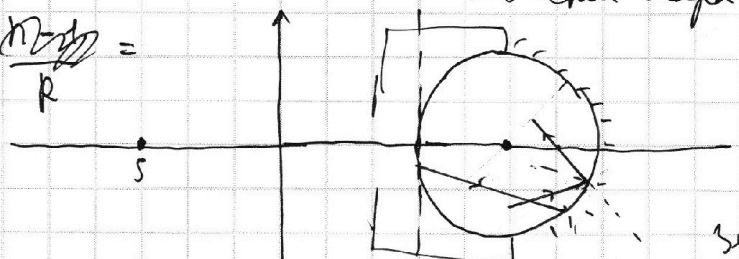
$$x_1 = 8R.$$

шаг можно представить как:

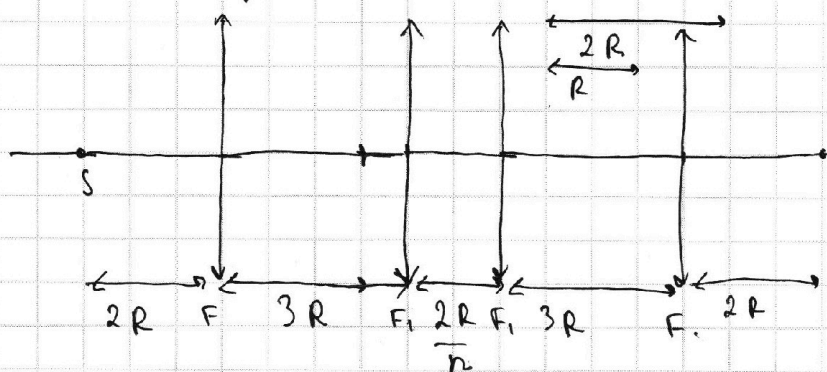


2) Перенесение на левую пов-сть шага:

$$\frac{1}{R} =$$



перенес в задерживае! $a = 2R$ $b - a = 4R - 4R = 3R.$



задерживае.

с' - задержка
как продолжения
шага.
Играй, когда
они совпадают
(источником!)



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
4 ИЗ 4

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!

$$3R - x_3 = \frac{32R(n-1)}{9n-8}$$

$$4.4) \quad \frac{45}{8R} = \frac{9n-8}{32R(n-1)} + \frac{1}{2R} \quad | \cdot 32R$$

$$\frac{5}{8R} \cdot \frac{4}{32R} = \frac{9n-8}{n-1} + 16 = 20$$

$$\frac{9n-8}{n-1} = 4$$

$$9n-8 = 4n-4$$

$$5n = 4 \Rightarrow n = \frac{4}{5} = 0,8$$

л.к. н.к. $\text{на } x_2 = \frac{5R}{0}$

Отбрасываем: $n = 0,8$

$$\Rightarrow x_2 = \frac{2R}{n}$$

$$\Rightarrow x_3 > 3R$$

$$\frac{1}{x_3} = \frac{2n-1}{R} = \frac{n-1}{R(8-5n)} + \frac{1}{x_3}$$

$$\frac{5}{8R} = -\frac{9n-8}{32R(n-1)} + \frac{1}{2R}$$

$$5 \cdot 4 = -\frac{9n+8}{n-1} + 16$$

$$20 = -\frac{9n+8}{n-1} + 16$$

$$4 = \frac{9n+8}{n-1}$$

$$x_2 = \frac{5R}{5n-4}; \quad x_2 < \frac{2R}{n};$$

$$\frac{n-1}{R} = \frac{-5R}{5n-4} + \frac{1}{x_3}; \quad \frac{1}{x_3} = \frac{n-1}{R} + \frac{5R}{5n-4} = \frac{5n^2-5n-4n+4+5R}{5R^2}$$

$$= \frac{5n^2-9n+4+5R}{5R^2}$$

$$= \frac{1}{x_3} = \frac{8n-8}{R(8-5n)} = \frac{8n-8}{R(8-5n)}$$

$$= \frac{1}{x_3} = \frac{8n-10n^2}{R(8-5n)}$$

$$3R - x_3 = 3R - \frac{R(8-5n)}{13n-10n^2}$$

$$= \frac{40nR - 30Rn^2 - 8R + 5Rn}{13n-10n^2}$$



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
__ 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!

