

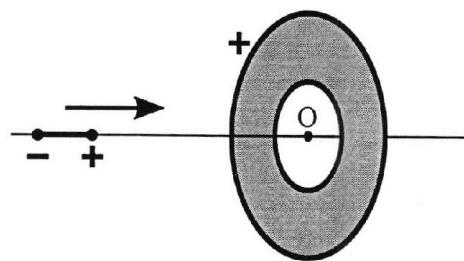


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 11-03



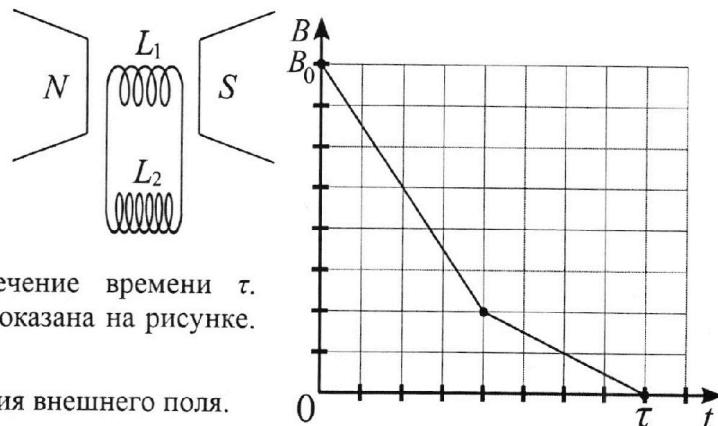
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



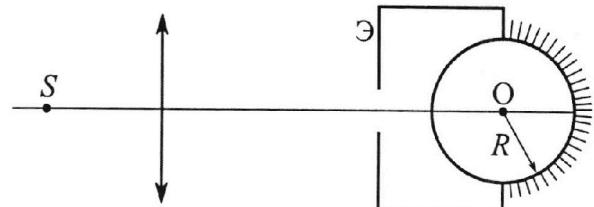
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 3L$ 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_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (см. рис.). 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 $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



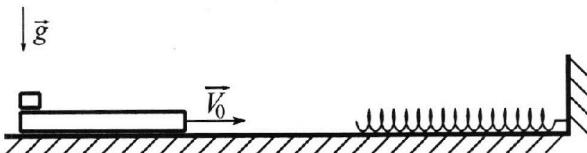
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

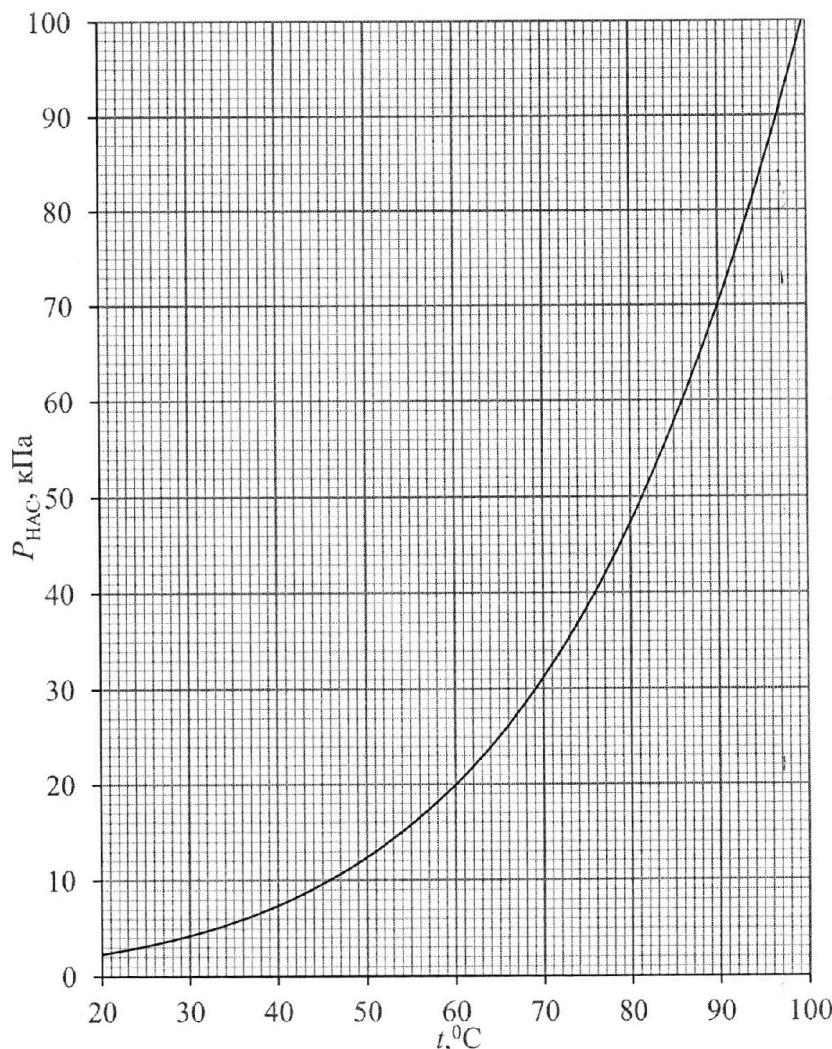


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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



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
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!

Дано:

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$V_0 = 1 \text{ м/с}$$

$$K = 36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

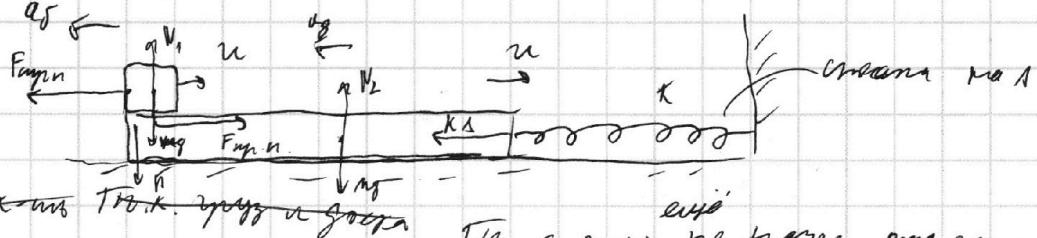
$$\mu = 0,3$$

$$F_{\text{нр.н.}}$$

Демонстрируем:

1) Демонстрируем движение в момент, когда бруск на блоке

относительное движение, а пружина сжата на Δ :



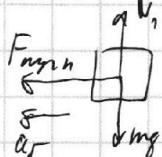
Движение бруска, земли и блока \rightarrow
 Гл. в. земли не может отразить движение, так как сила $F_{\text{нр.н.}}$ земли равна силе сопротивления в этот момент её M .

А) Демонстрируем силы действующие на бруска:

внешняя

Все N_1 -силы реакции со стороны доски

$F_{\text{нр.н.}}$ -сила натяжения нити. Она сила натяжения нити, т.к. бруск отрывается доска не движется.



Б) Закон: $F_{\text{нр.н.}} = m a_g$; $N_1 = m g$

N_2 -сила реакции со стороны стены

Б) Закон: $F_{\text{нр.н.}} = m a_g$; $N_1 = m g$

Будет доска $K_d - F_{\text{нр.н.}}$ $K_d - F_{\text{нр.н.}} = m a_g$

П.к. у бруска в начальный момент времени сила сопротивления сила-нить доски, то и удовлетворяется бруском правило: $\sum F_x = m a_x$

$$\begin{cases} F_{\text{нр.н.}} = m a_x \\ K_d - F_{\text{нр.н.}} = m a_x \end{cases} \rightarrow \frac{F_{\text{нр.н.}}}{K_d - F_{\text{нр.н.}}} = \frac{m}{M} \rightarrow \frac{M}{m} \cdot F_{\text{нр.н.}} = K_d - F_{\text{нр.н.}}$$

$$K_d = F_{\text{нр.н.}} \cdot \left(\frac{M}{m} + 1 \right) \rightarrow a = \frac{F_{\text{нр.н.}}}{K} \left(\frac{M}{m} + 1 \right)$$

Относительное движение бруска начнется тогда, когда $F_{\text{нр.н.}}$ перейдет в силу натяжения пружины 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

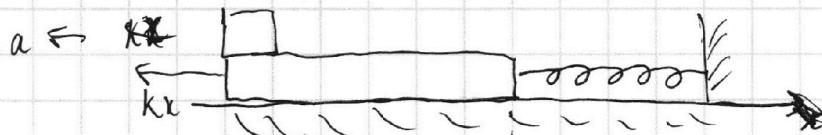
Тогда, общее сопротивление $F_{\text{общ}} = N_1 + N_2 + m g$

помехое сопротивление: $A^* = \frac{\mu mg}{K} (M+m) \rightarrow A^* = \frac{\mu g}{K} (M+m)$

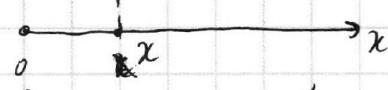
$$A^* = \frac{0,3 \cdot 10}{36} \cdot (2+1) \leq \frac{3}{36} \cdot 3 = \frac{9}{36} = \frac{1}{4} \text{ м} = 0,25 \text{ м}$$

61 Далее будем все обозначения системы "бруск + доска"

за существо пружинки на A^* :



x -координата
этот начальный
вспомог.



Начальная форма пружинки.

23/1 для системы:

$$-Kx = (M+m) \cdot a_n$$

$$\frac{K}{M+m} - \frac{K}{M+m} \cdot x = a_n$$

$$a_n + \frac{K}{M+m} \cdot x = 0 \rightarrow$$

Приступаем к решению гармонических колебаний,
рассмотрим его:

$$x(t) = A \cdot \cos \omega t + B \cdot \sin \omega t \rightarrow$$

$$x(0) = 0$$

$$\dot{x}(0) = v_0$$

$$x(t) = A \cdot \cos \omega_0 t + B \cdot \sin \omega_0 t$$

ω_0 — ω_0 — угловая
частота,
колебаний.

$$x(0) = 0 \rightarrow A = 0$$

$$\dot{x}(0) = B \cdot \omega_0 = v_0 \rightarrow B = \frac{v_0}{\omega_0} \rightarrow x(t) = \frac{v_0}{\omega_0} \cdot \sin \omega_0 t$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{M+m}}$$

x Найдем приведенную $\cdot t^+$ за некоторый пружинки сопротивление A^*

$$A^* = x(t^+) = v_0 \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}} \cdot \sin \omega_0 t^+$$

$$\sin \omega_0 t^+ = \frac{A^*}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{K}{M+m}} = \frac{0,25}{1} \cdot \sqrt{\frac{36}{3}} = \frac{1}{4} \cdot 6 \sqrt{3} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} =$$

$$\sin \omega_0 t^+ = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{3\sqrt{3}}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \sin \omega_0 t^+ = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

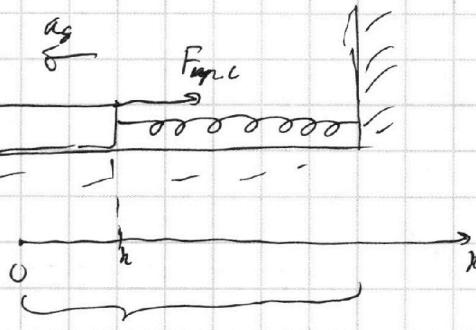
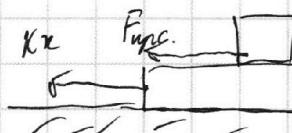
СТРАНИЦА
3 ИЗ 5

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!

$$\omega_0 t^* = \frac{\pi}{3} \rightarrow t^* = \frac{\pi}{\omega_0} \cdot \frac{1}{3} = \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{m+n}{K}} = \frac{3}{3} \sqrt{\frac{3}{36}} = \frac{1}{6} \sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{6} s$$

$$t^* = \frac{\sqrt{3}}{6} s$$

2) Динамическое действие пружины в произвольной начальной временной:



2317 для задачи:

$$x: F_{prl} - \mu_k n = m a_x$$

$$F_{prl} = \mu_k m g$$

$$\mu_k m g - k x = m a_x$$

$$a_x = \frac{F_{prl} + \frac{k}{m} x}{m} = \mu_k \cdot \frac{m g}{m}$$

$$x(t) = A \cos \omega t + B \sin \omega t,$$

$$x_1 = \frac{m g \mu}{k}$$

$$a_x = \frac{k}{m} x = m g \cdot \frac{\mu}{m}$$

$$\omega^2 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{k}{m}$$

$$m g \cdot \frac{\mu}{m} = x_1 \cdot \omega^2$$

$$\mu g \cdot \frac{\mu}{m} = x_1 \cdot \frac{k}{m}$$

$$x_1 = \frac{\mu g \mu}{k}$$

$$x(0) = A + x_1 = 0 \rightarrow A = -x_1$$

$$x(t) = -x_1 \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t + x_1$$

a_x

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi) + x_1 \rightarrow \dot{x}(t) = -A \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi) \rightarrow \ddot{x}(t) = -A \omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\cos \varphi = \sqrt{\frac{v_0^2 - (A \omega)^2}{v_0^2}} \quad (1)$$

$$x(0) = v_0; \dot{x}(0) = v_0$$

$$x(0) = 0 = A \cos \varphi + x_1 \rightarrow A = \frac{x_1}{\cos \varphi} \quad (2)$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi}$$

$$\dot{x}(0) = v_0 = -A \omega \cdot \sin \varphi \rightarrow A = -\frac{v_0}{\omega \sin \varphi} \quad (3)$$

$$\sin \varphi = -\frac{v_0}{A \omega}$$



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
Ч ИЗ 9

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!

Максимальное статическое трение скольжения будет при $\cos(\omega t + \varphi) = 1$

$$a_n = \ddot{x}(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sin(\omega t + \varphi) = -\frac{a_n}{A \cdot \omega^2} \\ \cos(\omega t + \varphi) = \frac{x(t) - x_0}{A} \end{array} \right.$$

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi) + x_0$$

$$\sin^2(\omega t + \varphi) + \cos^2(\omega t + \varphi) = 1$$

предельное трение

$$\frac{a_n^2}{A^2 \cdot \omega^4} + \frac{(x(t) - x_0)^2}{A^2} = 1$$

$$x(t) - x_0 = 0$$

При $\dot{x}(t) = 0$, или макс. статика

$$\frac{a_n^2}{A^2 \cdot \omega^2} + 1 = 1$$

$$a_n = -A\omega^2 \rightarrow A \leq \omega^2 \rightarrow \theta = \frac{\omega^2}{A}$$

$$\text{Из (1) и (2) находим } A: \quad \frac{x_1}{A} = \frac{\sqrt{v_0^2 - (\omega \theta)^2}}{v_0} \rightarrow \frac{x_1^2}{A^2} = \frac{v_0^2 - (\omega \theta)^2}{v_0^2}$$

~~$$x_1^2 \cdot A^2 = v_0^2 \cdot \theta^2 - \omega^2 \cdot A^4$$~~

$$\omega^2 \cdot \theta^2 - v_0^2 \cdot \theta^2 + x_1^2 \cdot v_0^2 = 0 \rightarrow \theta^2 - \frac{v_0^2}{\omega^2} \cdot \theta^2 + \frac{x_1^2 \cdot v_0^2}{\omega^2} = 0$$

$$\theta = \frac{v_0^2}{\omega^2} - 1$$

Ответ: 1) начальное статике $A = 0,25 \text{ м}$ 2) траектория
время $t^* = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с}$

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**.

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

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!

Дано:

$$P_0 = 105 \text{ kPa}$$

$$t_0 = 57^\circ\text{C} = 570 \text{ K}$$

$$\chi_0 = \frac{1}{3}$$

$$t = 93^\circ = 306 \text{ K}$$

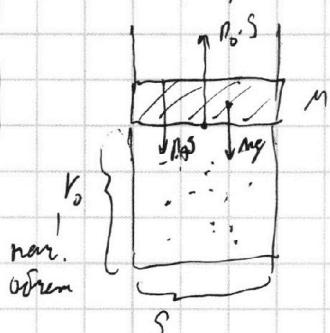
$$1) P_1 - ?$$

$$2) t^* - ?$$

$$3) \frac{V_1}{V_0} - ?$$

Решение:

1) Трехлитровый цилиндр в начале (при $t_0 = 57^\circ\text{C}$)



a) P_0 - давление внешнего воздуха

$P_0 = P_{\text{atm}} = P_{\text{abs}} + P_n(t_0)$, где P_{abs} - давление сухого воздуха,

$P_n(t_0)$ - давление пара при t_0

~~При давление~~

$P_n(t_0) = \chi_0 \cdot P_{\text{atm}}(t_0)$, где P_{atm} - давление наружного воздуха при температуре t_0

Из таблицы $P_{\text{atm}}(t_0) \approx 51 \text{ kPa}$

$$\text{Тогда } P_0 = P_n(t_0) = \chi_0 P_{\text{atm}}(t_0) = \frac{1}{3} \cdot 51 \text{ kPa} \approx 30 \text{ kPa}$$

$$\boxed{P_0 = 30 \text{ kPa}} \quad \text{П.к. } P_n = P_{\text{atm}} \quad P_n(t_0) = P_{\text{atm}}(t_0) - \text{пар напасынчылык.}$$

б) У-ие Менг.-Клан: • для сухого воздуха: $P_{\text{abs}} \cdot V_0 = V_{\text{abs}} \cdot R \cdot t_0$

У-ие Менг.-Клан: • для пара $P_n \cdot V_0 = V_n \cdot R \cdot t_0$

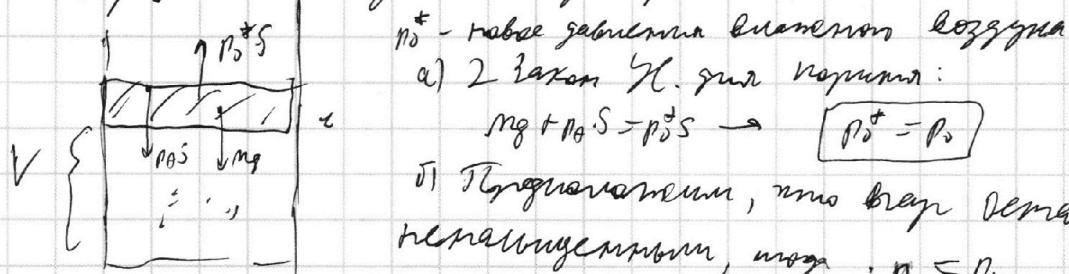
б) Конденсация пара начнется тогда, когда $P_n(t_0) = P_{\text{atm}}(t^*)$

Тогда, из таблицы $P_{\text{atm}}(t_0)$ при $P_0 = 30 \text{ kPa}$, конденсация начнется при 69°C $\Rightarrow \boxed{t^* = 65^\circ\text{C}}$

2) 2-й закон Ньютона для паровоздушной смеси: $Mg + P_0 \cdot S = P_0 S$, где

М - масса пакетки (М-масса паровоздушной смеси), P_0 - атмосферное давление. З - площадь поверхности пакетки.

б) Трехлитровый цилиндр в конце (при $t = 93^\circ\text{C}$)



P_0^* - новое давление внешнего воздуха

а) 2-й закон Н. для паровоздушной смеси:

$$Mg + P_0 \cdot S = P_0^* \cdot S \rightarrow \boxed{P_0^* = P_0}$$

б) Пониманием, что вязкость определяется температурой, тогда $P_0 \leq P_{\text{atm}}$

$$\cdot J_n = C_0 \ln t$$

$\rightarrow 0$

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

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!

$$\begin{aligned} \text{Ур-е Менг.-Гюлп.:} & \cdot \text{для газа: } p_n(t) \cdot V = V_n \cdot R t \\ & \cdot \text{для сухого воздуха: } p_{n0}^* \cdot V = V_{n0} \cdot R t \end{aligned}$$

$$p_0^* = p_0 = p_{n0} + \psi_0 p_{n0}(t_0) = p_n + p_{n0}^* \quad (1)$$

$$\text{№ Из ур-е Менг.-Гюлп.: } p_{n0} + \psi_0 p_{n0}(t_0) = \frac{(V_{n0} + V_n) R t_0}{V_0} \quad (2)$$

$$p_n + p_{n0}^* = \frac{(V_{n0} + V_n) R t}{V} \quad (2)$$

Из (1) видим, что (1) = (2):

$$\frac{(V_{n0} + V_n) R t_0}{V_0} = \frac{(V_{n0} + V_n) R t}{V} \rightarrow \frac{t_0}{V_0} = \frac{t}{V} \rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{t}{t_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{t}{t_0} = \frac{32^\circ C}{320 K} = \frac{306 K}{320 K} = \frac{153}{165}$$

$$\begin{array}{r} 320 \\ - 32 \\ \hline 288 \\ - 165 \\ \hline 123 \end{array}$$

$$\boxed{\frac{V}{V_0} = \frac{153}{165}}$$

Ответ: 1) $p_n \approx 30 KPa$ 2) $t^* = 69^\circ C$ 3) $\frac{V}{V_0} = \frac{153}{165}$

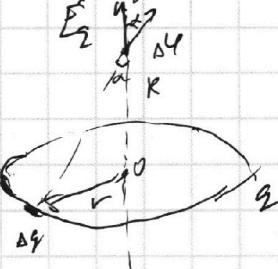
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

Задача: 1) Четыре равнозаряженные шары радиусом R расположены в вершинах квадрата со стороной a . Каждый шар нейтрален, но имеет заряд q . Найти потенциал E_2 в центре квадрата.



$$\Delta E = \frac{k \cdot \Delta q}{R^2 + r^2}$$

$$E_2 = \sum \Delta E = \sum \Delta E \cdot \cos \alpha$$

$$E_2 = \sum \frac{k \cdot \Delta q}{R^2 + r^2} \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{R}{\sqrt{R^2 + r^2}}$$

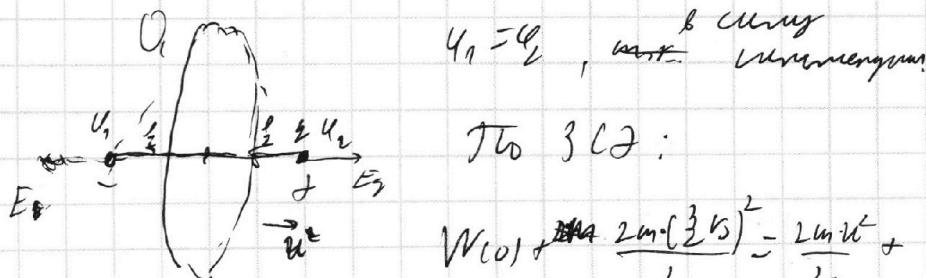
$$E_2 = \sum \frac{k \cdot \Delta q}{R^2 + r^2} \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 + r^2}} = \frac{k R \cdot q}{(R^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$\Delta q = \frac{k \cdot \Delta q}{\sqrt{R^2 + r^2}} \rightarrow q_2 = \sum \frac{k \cdot \Delta q}{\sqrt{R^2 + r^2}} = \frac{k \cdot q}{\sqrt{R^2 + r^2}}$$

$$q = \frac{k \cdot q}{\sqrt{R^2 + r^2}}$$

$$E = \frac{k \cdot R \cdot q}{(R^2 + r^2)^2}$$

2) Две одинаковые шары, имеющие заряд q , находятся на расстоянии r друг от друга. Найти потенциал E_2 в точке, расположенной на линии действия сил в середине между шарами.



По ЗЛ:

$$W(0) + \frac{2m \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2}{L} = \frac{2m V^2}{L} +$$

$$W(0) = 0, \text{ т.к. на } \infty \text{ напряжение } \rightarrow 0$$

$$W = -U_1 \cdot q + U_2 \cdot q = U \cdot q + U \cdot q = 0 \rightarrow m \cdot \frac{2 \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2}{L} = \frac{2m V^2}{L}$$

3) Два одинаковых шара находятся на расстоянии r друг от друга. Их потенциалы V_1 и V_2 отличаются на ΔV .

$$V_1 = \left(\frac{3}{2}V_0\right)^2 \rightarrow V_1 = \frac{9}{4}V_0^2$$

L



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

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!

н.р. начнем движение от конца линии будем уменьшаться, что, по закону сохранения энергии, скорость будет уменьшаться. Так будем продолжать движение дальше, пока движение не остановится. Очевидно, что ускорение будет направлено против силы тяжести, пока начальная энергия не израсходится на движение.

Далее начнем движение, когда движение устремлено вправо с начальной скоростью v_0 .



$$3(1): \frac{2m \cdot v_0^2}{L} = -U(l) \cdot g$$

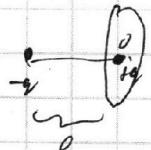
$$U(l) = -\frac{m v_0^2}{g}$$

Так как движение

минимизируется, то в средней момент времени, движение будет остановлено

2) Далее начнем движение, когда движение направлено вправо $\frac{3}{2}v_0$. При прохождении зеркала $t = m=0$, движение и будет иметь минимальную скорость v_{min} . v_{min} :

$$3(2): \frac{2m}{L} \cdot \left(\frac{3}{2}v_0\right)^2 = \frac{2m}{L} \cdot v_{min}^2 - U(l \cdot s)$$



$$\frac{2m}{L} \cdot \frac{9}{4}v_0^2 = \frac{2m}{L} \cdot v_{min}^2 + \frac{2m v_0^2}{L}$$

$$\frac{9}{4}v_0^2 - v_0^2 = v_{min}^2 \rightarrow v_{min}^2 = \frac{5}{4}v_0^2 \rightarrow v_{min} = \sqrt{\frac{5}{4}}v_0$$

$$v_{min} = \frac{\sqrt{5}}{2}v_0 \rightarrow \boxed{v_{max} = \frac{\sqrt{5}}{2}v_0} \quad v_{max} = \frac{3}{2}v_0 \rightarrow \frac{v_{min}}{v_{max}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{3}{2}v_0 \quad 2) \frac{v_{min}}{v_0} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

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!

$$\dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 \quad \varphi_{1y} = -\dot{\varphi}_1 \quad ; \quad \varphi_{2y} = -\dot{\varphi}_2$$

$\varphi_{1y} + \varphi_{2y} = IR$, где R - сопротивление цепи. Тогда будем $R = 0$

$$\varphi_{1y} = -\varphi_{2y} \Rightarrow -\dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 \Rightarrow -\frac{\Delta \varphi_1}{\Delta t} = \frac{\Delta \varphi_2}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{-\Delta \varphi_1 = \Delta \varphi_2}$$

П.д. Капитан подключил параллельно, но зная токи в них друг и не те. Поэтому в конце ток I_0 ^{боязь} _{капитан}

$$(*) : -(-B_{\text{нен}}(t)S_{1y} + L_1I_0) - (-B_{\text{нен}}(t)S_{1y} + L_2 \cdot 0) = L_2I_0 - L_2 \cdot 0$$

$$-(-B_0S_{1y} + L_1I_0) - (-B_0S_{1y}) = L_2I_0$$

$$-L_1I_0 - B_0S_{1y} = L_2I_0 \Rightarrow -L_1I_0 = 3L_2I_0 + B_0S_{1y}$$

$$+4L_2I_0 = B_0S_{1y} \Rightarrow \boxed{I_0 = -\frac{B_0S_{1y}}{4L_2}}, \text{знак минус означает}$$

что направление тока пока таким было в общем неважно. Затем, он меняет в каждом конкретно сторону.

$$\boxed{I_0 = \frac{B_0S_{1y}}{4L_2}}$$

2) Решим $\boxed{-\Delta \varphi_1 = \Delta \varphi_2}$ - в производственных машинах

$$-(-B_{\text{нен}}(t)S_{1y} + L_1I_0 + B_0S_{1y} - L_2 \cdot 0) = 3L_2I$$

$$B_{\text{нен}}(t)S_{1y} + L_1I_0 + B_0S_{1y} = 3L_2I$$

$$\cancel{B_{\text{нен}}(t)S_{1y}} + 2L_2I = \cancel{B_{\text{нен}}(t)S_{1y}} + B_0S_{1y}$$

$$\cancel{B_{\text{нен}}(t)S_{1y}} + B_0S_{1y} = 2L_2I$$

$$I = \frac{B_{\text{нен}}(t)S_{1y} + B_0S_{1y}}{2L_2} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{B_{\text{нен}}(t)S_{1y} + B_0S_{1y}}{2L_2}$$

$$\Delta I = \frac{B_{\text{нен}}(t)\Delta t \cdot S_{1y} + B_0\Delta t \cdot S_{1y}}{2L_2} = \frac{S_{1y}}{2L_2} \cdot \frac{S_{1y}\Delta t}{2L_2} \cdot (B_{\text{нен}}(t)\Delta t + B_0\Delta t)$$

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.



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

Дано: | 1) Изучаем закон $B(t)$: это времена $\frac{5}{8}T$

$L_1 = L$
 S_1, n
 $B_0; L_2 = 3L$

• со $C \frac{5}{8}T$ до T :

$B(t) = at + b$, где $a = \text{const}$
 $b = \text{const}$

$B(t) = Ct + K$

Из условия: $B(0) = B_0 \Rightarrow b = B_0$

$B\left(\frac{5}{8}T\right) = a \cdot \frac{5}{8}T + B_0 = \frac{2}{8}B_0 = \frac{1}{4}B_0$

$\frac{1}{2}at = -\frac{3}{4}B_0$

$\frac{1}{2} \cdot -\frac{3}{4}B_0 = -\frac{3}{4}B_0$

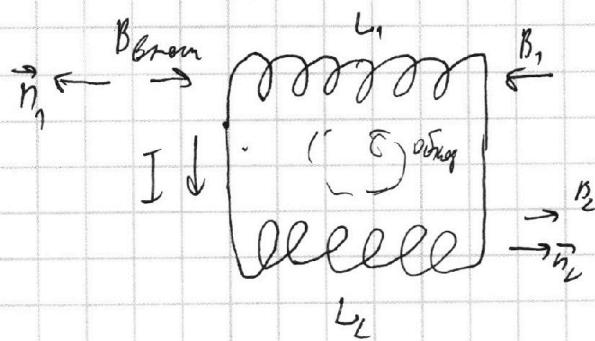
$B\left(\frac{1}{2}T\right) = C \cdot \frac{1}{2}T + K = \frac{1}{4}B_0$

$B(T) = 0 = CT + K \rightarrow -\frac{1}{2}CT = \frac{1}{4}B_0 \rightarrow C = -\frac{B_0}{2T}$

$\cancel{-\frac{B_0}{2T} \cdot \frac{1}{2}T + K = -\frac{B_0}{2T} \cdot T + K = 0} \rightarrow K = \frac{B_0}{2T}$

$B(t) = \begin{cases} -\frac{3}{4} \cdot \frac{B_0}{2T} \cdot t + B_0, & \text{если } t \leq \frac{1}{2}T \\ -\frac{B_0}{2T} \cdot t + \frac{B_0}{2}, & \text{если } t \geq \frac{1}{2}T \end{cases}$

2) Демонстрируем явно 1 изучаемый закон времена:



а) Показать, что индукция такая же при рассуждении

\vec{B}_1 — нормаль в замке L_1

\vec{B}_2 — нормаль в замке L_2

• Ток задает обмотку

B_1 и B_2 — магнитные

индукции, которых

создают первая и

вторая катушки

соответственно.

б) Вычисляем магнитные потоки:

$L_1: \Phi = B_{\text{магн}} \cdot S_1 n + L_1 \cdot I$

$L_2: \Phi = L_2 \cdot I$

в) Для 3-го изучаемого закона индукции:

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
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!

$$I_2 = \frac{S_1 h}{2L} \left(\sum B_{\text{стен}} \Delta t + K_0 \cdot t \right) \quad (\#2)$$

Приступим к решению (\#2) от $t=0$ до $t=6$:

$$I_2 = \frac{S_1 h}{2L} \left(\sum B_{\text{стен}} \Delta t + K_0 \cdot t \right), \quad \sum B_{\text{стен}} \Delta t - \text{излишний чеком, который зал в условии}$$

$$\sum B_{\text{стен}} \Delta t = \frac{1}{2} \frac{6}{6} K_0 \cdot \frac{1}{2} t + \frac{1}{2} \frac{2}{8} K_0 \cdot \frac{1}{2} t$$

$$= \frac{6}{32} K_0 t + \frac{2}{32} K_0 t = \frac{3}{16} K_0 t = \frac{3}{4} K_0 t$$

$$I_2 = \frac{S_1 h}{2L} \left(\frac{3}{4} K_0 t + K_0 t \right) = \frac{S_1 h}{2L} \cdot \frac{5}{4} K_0 t \neq \cancel{\frac{5}{4} S_1 h L}$$

$$I_2 = \frac{5 S_1 K_0 h t}{8L}$$

Ответ: 1) $I_2 = \frac{K_0 S_1 h}{4L}$ 2) излишний заряд

$$I_2 = \frac{5 S_1 K_0 h t}{8L}$$



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 2

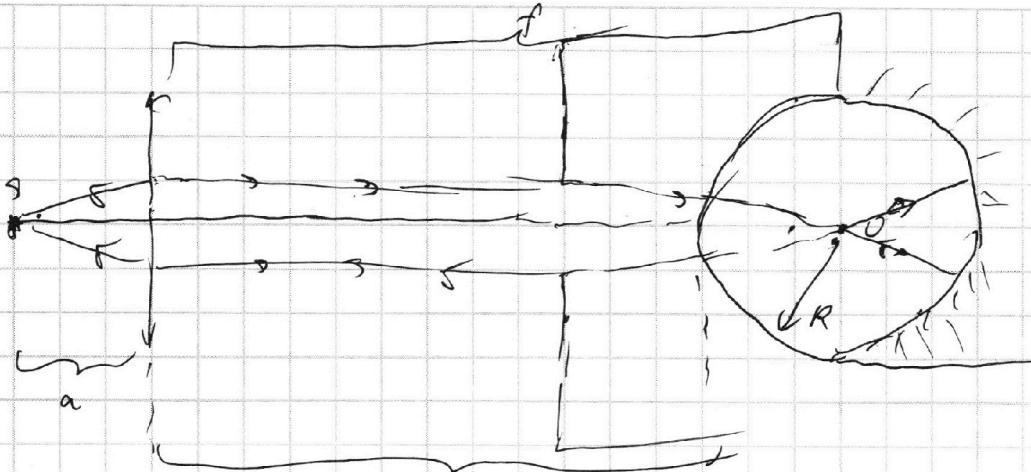
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Дано:

$$153,7F$$

$$v = 10,5F$$



1) По условию

Пусть $a > f \rightarrow$ Изображение движущегося предмета

3) будем ~~на~~ движущимся, подвергнутым,

$$\frac{f}{F} = \frac{1}{a} + \frac{f}{f} \rightarrow \frac{f}{F} = \frac{1}{153,7F} + \frac{f}{f} \Leftrightarrow f = \frac{1,1 - 1}{153,7F} = \frac{0,1}{153,7F}$$

$$\frac{f}{F} = \frac{1}{11F} \rightarrow f = 11F$$

2) Задача, что есть Изображение предмета S*

появляется в первом же. то есть - ее будут
появляться, а не с определения от зеркального
изображения, если ~~то~~ ~~изображение~~ это не просто
поступативное, и не может в некотором S.

Из геометрии: $f - b = R$

$$11F - 10,5F = R \rightarrow 0,5F = R$$

$$R = \frac{1}{2}F$$





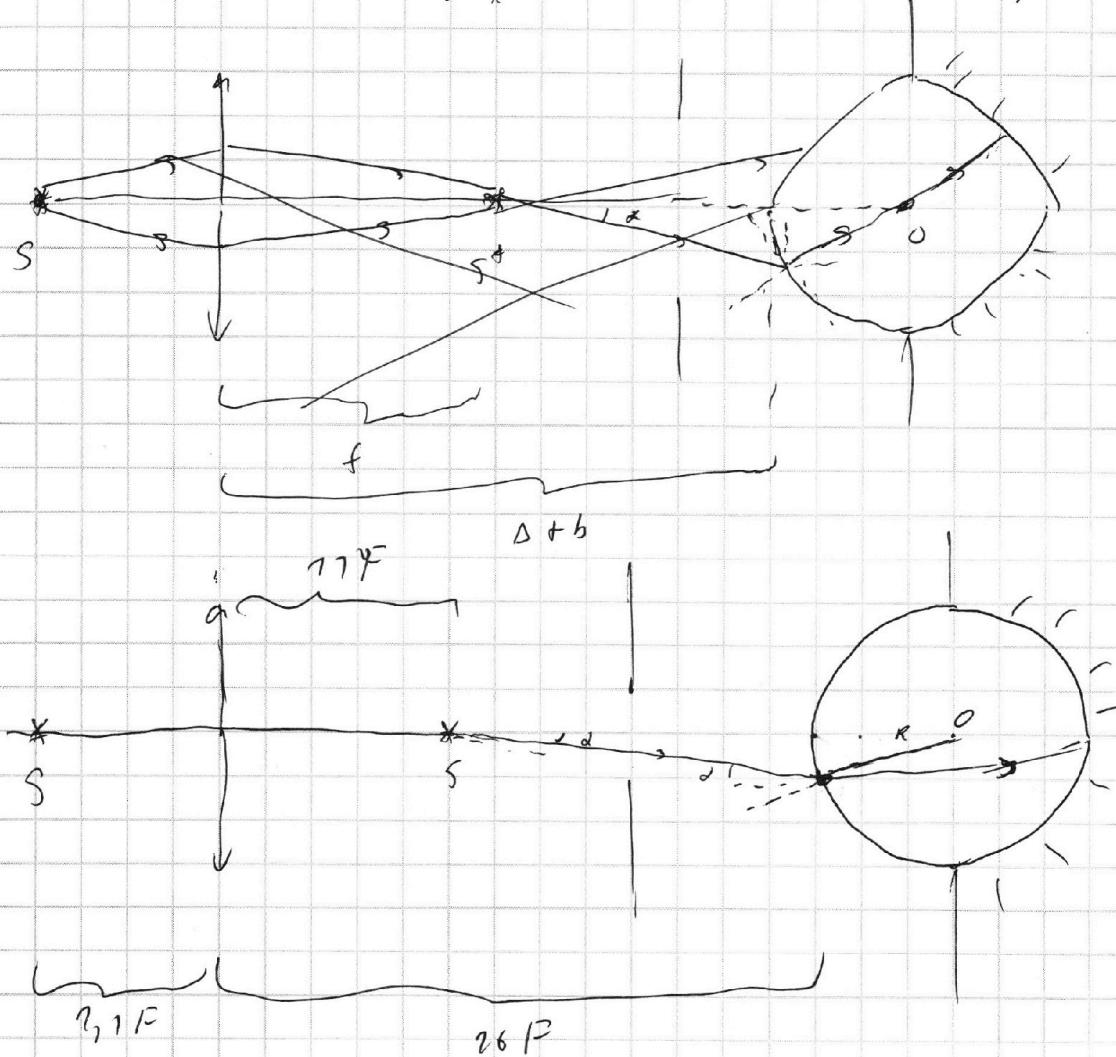
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

2) Геометрическое значение, после применения пары





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

1

6

1

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!