



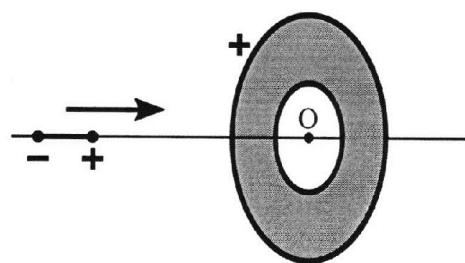
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-03**

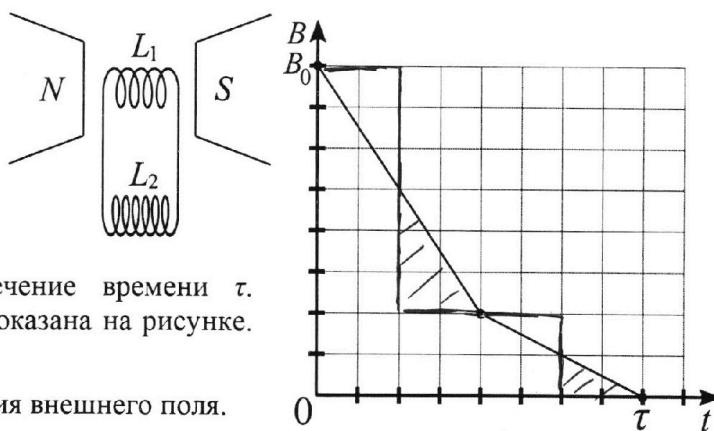
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- ✓ 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  $\frac{3}{2}V_0$ .



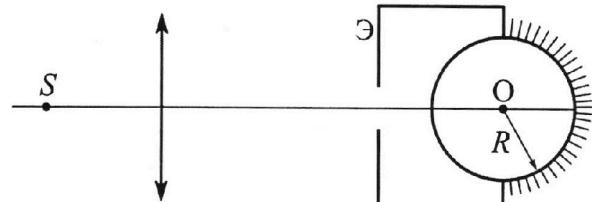
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- ✓ 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  $\tau$ . 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  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



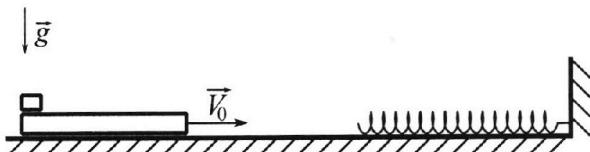
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

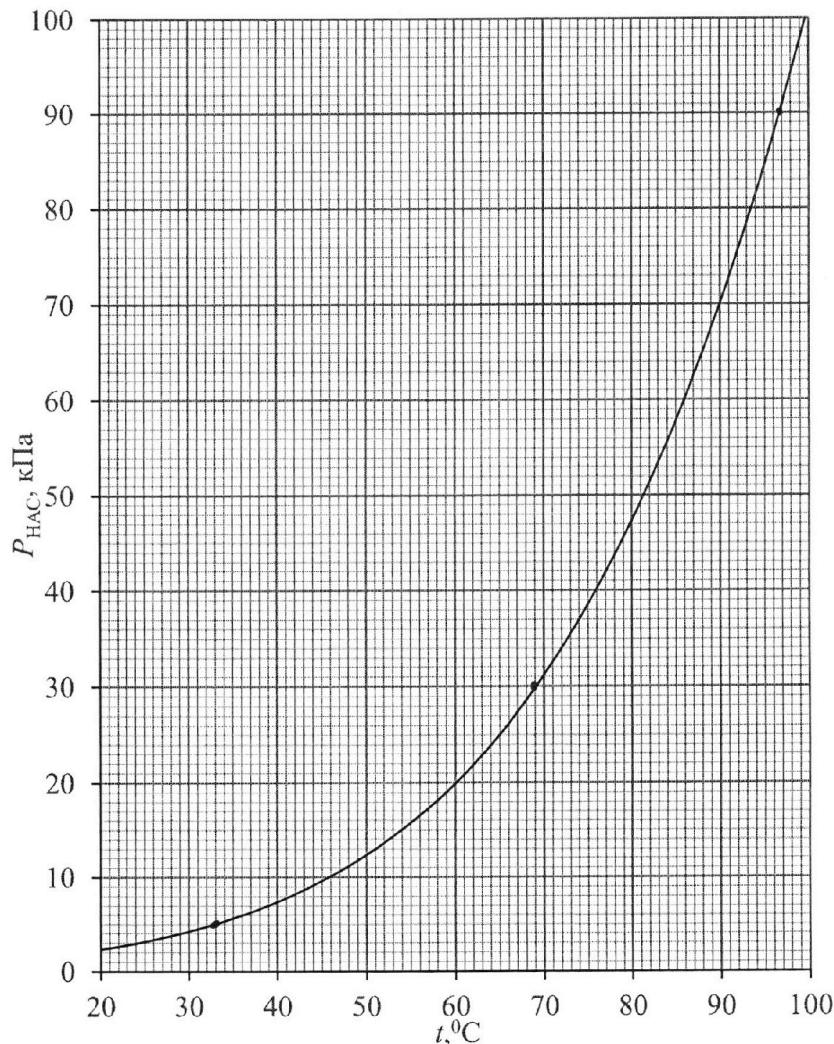


- ✓1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- ✓2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

✓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  $\phi_0 = 1/3$  (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 пре небречь. 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

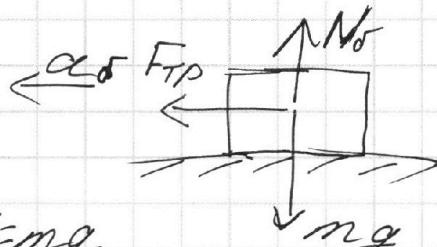
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Максимальное ускорение, которое может получиться бруском от силы трения равно  $\frac{F_{тр}}{m} = \alpha_g$

$$F_{тр} \leq \mu N_0$$

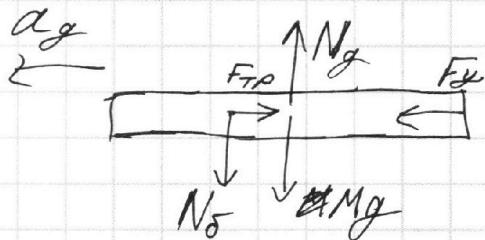
$$n \cdot 0 = N_0 - mg \Rightarrow N_0 = mg$$

$$\alpha_g = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$



$F_{тр}$ -сила трения  
 $\alpha_g$ -ускор. бруска  
 $N_0$ -норм. сила  
реакции при  
на бруск

Синхроничное движение бруска и доски начнётся, когда ускорение доски будет больше ускорения бруска.



II з. Нагружена в проекции на горизонтальную ось:

$$\alpha_g \cdot M = F_y - F_{тр} = F_y - \mu g M$$

Если брускок проскальзывает:

$$\mu g M > \alpha_g M \Rightarrow F_y - \mu g M > \alpha_g M$$

$F_y > \mu g (M+m)$ .  $F_y = k \cdot s x$ . ( $s x$ -сжатие пружины)

$$\text{искажение сжатия } s x_0 = \frac{\alpha_g (M+m)}{k} = 0,25 M$$

При  $\alpha_g$  ускор. доски,  $N_0$ -норм. сила реакции  
приложения на доску,  $F_y$ -сила упругости.

2) До начала проскальзывания брускок и доска движутся как единое целое.

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!

В таком случае движение не отщегдается от груза пружинного незатухающего маятника с частотой

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m+k}} \text{ и амплитудой скорости } V_0.$$

Колебания описываются так:

$x = A \cdot \cos(\omega_0 t)$  ( $x$  - коф расстояние от места касания доски и пружины до текущего положения конца пружины,  $A$  - амплитуда)

$$A = \frac{V_0}{\omega_0}; \text{ В момент проскальзывания}$$

$$x = 0; x_0 = \frac{V_0}{\omega_0} \cos(\omega_0 \cdot T_0)$$

$T_0$  - искажение времени.

$$\Rightarrow \omega_0 T_0 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow T_0 \approx \frac{1}{\omega_0} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

3) При сжатии пружины после прохождения бруска ускорение доски будет всегда больше ускорения бруска, т.к. сила упругости увеличивается  $\Rightarrow$  уменьшается и  $a_d$ , а  $a_d = m \cdot g$ . Значит, в момент макс. сжатия пружины брусков всё ещё будет двигаться отн. доски.

После проскальзывания бруска движение доски можно рассматривать как колебания пружинного маятника, то положение равновесия которого зависит от изначальной точки касания доски и пружины.

Проект этикетки № 1. се "анализатор"

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  
3 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!

Сила тяжести  $F_{\text{тр}} = \mu mg = \text{const}$ . и  
недавлення в стіні, то положення  
равновесия збігається зі стінкою на  
~~відстань~~  $s x_1$ ,  $s x_1 \cdot k = F_{\text{тр}} = \mu mg$

$s x_1 = \frac{\mu mg}{k} \Rightarrow$  в момент отримання  
расстояние доски від нового  
положення рівновесия  $s x_2 =$   
 $= s x_0 - s x_1 = \frac{\mu mg}{k} \cdot (M+m-m) = \frac{\mu Mg}{k}$ .

Скорості доски в цьому моменті:

$$v_2 = v_0 \cdot \cos(\omega_0 t \tau_0) = v_0 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = 0,5 \frac{m}{s}$$

В момент максимального сжаття  
грузини скорості доски  $= 0 \frac{m}{s}$ .

(що ж гружені більше не додумає  
сама сила гравітації уже погана  
расчужила)

т.к. це гарячі шоки колебань  
то:

~~запорядок в зваженні на масу~~

модуль ускорення максимальний в  
цьому моменті  $\Rightarrow$  робота нової амплі-  
туди ускорення.

По ~~закону~~ ЗСР:  $\frac{M v_2^2}{2} + \frac{k s x_2^2}{2} = \frac{k m A_2^2}{2}$

$A_2$  - нова амплітуда колебань.

$$A_2 = \sqrt{\frac{k}{m}} - нова амплітуда колебань$$



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  
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!

$a_2 = A_2 \cdot \omega^2$  - амплитуда колебаний.

Из ЗСЭ записанного ранее:  $A_2 = \frac{\sqrt{1,5}}{6} \text{ м}$ .

$$\cancel{\omega^2}^3 \quad a_2 = \frac{\sqrt{1,5}}{6} \text{ м} \cdot \frac{36}{2} \cdot \frac{1}{C^2} = 3\sqrt{\frac{3}{2}} \frac{\text{м}}{C^2}$$

Ответ: 1) 0,25 м; 2)  $\frac{1 \cdot C}{2\sqrt{3}}$ ; 3)  $3\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{C}{C^2}$ .

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



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

1) Гидростатическая величина воздуха выражается следующей формулой:

$$\varphi = \frac{P}{P_{\text{нас}}} = \frac{P}{P_{\text{нас}}} \quad (P, P - давление и плотность пара; P_{\text{нас}}, P_{\text{нас}} - давление и плотность насыщенных паров при той же температуре)$$

$$P_{\text{нас}} = 90 \text{ кПа} \quad (\text{из графика при } t_0 = 97^\circ\text{C})$$

$$P_1 = \varphi \cdot P_{\text{нас}} = 30 \text{ кПа}.$$

2) Конденсация пара наступает при  $\varphi = 100\%$ . До этого водяной пар является идеальным газом с постоянными law-боями вещества.

П.к. сосуд закрыт ~~так~~ пароходом, то весь процесс изобарический при  $P_0$ .

Пусть  $V_B, V_n$  - количество сухого воздуха и пара в сосуде.  $V_B = \text{const}$ , т.к.  $V_n$  постоянно мало до начала конденсации.

$P_0, P_n$  - парциальное давление воздуха и пара соответственно.

№ 3. Менделеева - Капелюрова:

$$P_0 \cdot V = (V_B + V_n)RT; \quad P_B \cdot V = V_B \cdot RT; \\ P_n \cdot V = V_n \cdot RT.$$

$$\text{Изменяя это: } P_B \cdot V_0 = (P_0 - P_1) V_0 = V_B R T_0;$$

$$P_1 \cdot V_0 = V_n \cdot R T_0 \Rightarrow V_B = \frac{V_0}{R T_0} \cdot (P_0 - P_1) \text{ и}$$

$$V_n = \frac{V_0}{R T_0} \cdot P_1$$

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**.



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

для случайного изменения до конденсации:

$$V = \frac{(V_0 + V_n)RT}{P_0} ; P_n \cdot \frac{V_0 + V_n}{P_0} RT = V_n RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_n = P_0 \frac{V_n}{V_n + V_0} = P_1 = \text{const.} \Rightarrow \text{давление}$$

пара не изменяется до конденсации.

Легко видеть, что  $P_{\text{рас}} = P_1$  происходит только при  $t^* = 69^\circ\text{C}$  (по графику)

3)  $T_0$ -температура в нагад;  $T_K$ -температура после охлаждения.

$$T_0 = 370\text{ K}; T_K = 306\text{ K}.$$

После нагара конденсации давление  $P_{\text{рас}} = P_{\text{рас}}$  (при  $t < t^*$ )

$$P_{\text{рас}}(t^* = 33^\circ\text{C}) = 5\text{ kPa}.$$

$$P_B = P_0 - P_{\text{рас}}(t = 33^\circ\text{C}) = 100\text{ kPa. (после охлаждения)}$$

по з. Менделеева-Капельюса:  $P_B = \frac{V_0 RT_K}{V} \Rightarrow$

$$\Rightarrow V = V_0 \cdot \frac{(P_0 - P_1)}{P_B} \cdot \frac{T_K}{T_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{(P_0 - P_1)}{P_B} \cdot \frac{T_K}{T_0} = \frac{185}{204}$$

$$\text{Ответ: 1) } P_1 = 30\text{ kPa; 2) } t^* = 69^\circ\text{C; 3) } \frac{V}{V_0} = \frac{185}{204}.$$

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.

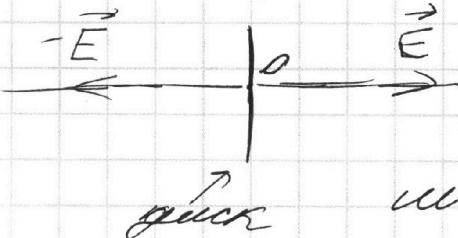


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
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!

1) П.к. нальдо диск заряжене положительно, то вектор напряженности вдоль оси симметрии от п. 0



Решение, Напряженность эл. поля вдоль оси симметрии уменьшается по мере удаления от п. 0

отдалении от п. 0, п.к. диполные поля могут создать только бесконечная плоскость (диск гораздо меньше).

Значит, при приближении диска "+" диполь отталкивается сильнее "-" => диполь зацепляется, при отдалении же диполь притягивается к катушке.

Крутизна изнаночно диска и ее потенциал = 0В. (на бесконечности).

При приятие центра диска его потенциал =  $\varphi_0 \cdot 70^\circ$  (сумма для обоих зарядов)

Чтобы от прилипа п. 0 необходимо по ЗСЗ:

$$\frac{mV_0^2}{2} = q\varphi_0 \quad (m - масса всего диска, q - модуль заряда его ядра).$$

Следует сообщить ему скорость  $\frac{3}{2}V_0$ , но по ЗСЗ:

$$\frac{q}{4} \cdot \frac{mV_0^{2x}}{2} = q\varphi_0 + \frac{mu^2}{2} \Rightarrow u = \frac{\sqrt{5}V_0}{2}$$

и-искомая скорость.

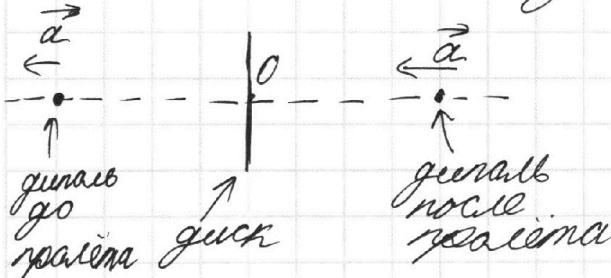
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

2) После прохождения т. О дискаль получалось замедление шиной такое же, какое ускорение как и в "зеркальной" задаче относительного диска в сину симметрии.



Значит, при удалении на бесконечность после прохождения его потенциал (сущий) =  $2\varphi_0 > 0$

Решение:

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + 2\varphi_0 \quad v_k - \text{максимальная скорость}$$

(м.к. ускорение

всегда замедляет движение, то  $v_k$  достигается на концентрических окружностях)

$$\Rightarrow \frac{1}{4} \cdot \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} \Rightarrow v_k = \frac{v_0}{2}; \frac{v_0}{v_k} = 2.$$

Ответ: 1)  $\frac{\sqrt{5} v_0}{2}$ , 2)  $\frac{v_{MAX}}{v_{MIN}} = 2$ .

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                        |
| <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 2

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

1) В цепи будет возникать  $E_{\text{инд}} - \mathcal{E}$  с  
издующими из-за изменившегося потока  
магнитного поля через катушку 1,  
ей будут противодействовать

$E_1$  и  $E_2 - \mathcal{E}$  самонесущими катушек.  
(но  $E_1$  и  $E_2$  направлены против  $E_{\text{инд}}$  согласно  
з. Ленца)

По II з. Кирхгофу:  $E_{\text{инд}} - E_1 - E_2 = 0 \cdot I$

(сопротивления нет)  $\Rightarrow E_{\text{инд}} = E_1 + E_2$

$$E_{\text{инд}} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{nS_1 dB}{dt}. E_1 + E_2 = +L_1 \cdot \frac{dI}{dt} + L_2 \cdot \frac{dI}{dt} = \\ = (L_1 + L_2) \cdot \frac{dI}{dt} \quad (\text{знак "+" т.к. направленные  
также было учтено})$$

$$\Rightarrow -nS_1 dB = 4L \cdot dI.$$

Поток в цепи одинаковый, т.к. заряд  
издя все накапливается.

$$-\nabla S_1 dB = \int qL dI \Rightarrow -nS_1 (0 - B_0) = 4L \cdot (I_0 - 0)$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{nS_1 B_0}{4L} \quad (I = \frac{nS_1 B}{4L} - для общего случая)$$

2) Заряд ~~последний~~ пропущенный через  
катушку  $I = q$ . По определению  $dq = Idt$ .

$$q_{\text{иск}} = \int_0^q dq = \int_0^q Idt = \int_0^q \frac{nS_1 B}{4L} dt = \frac{nS_1}{4L} \int_0^q B dt.$$



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!

$\int_{\alpha}^{\tau} Q_{\text{иск}} - \text{искомый заряд.}$   
 $\int B dt - \text{площадь под графиком в условиях.}$

$$\int_{\alpha}^{\tau} B dt = \frac{B_0 \tau \cdot 3}{8} \Rightarrow Q_{\text{иск}} = \frac{3 B_0 \tau n S_1}{32 \cdot L}$$

Ответ: 1)  $\frac{n \cdot S_1 B_0}{4L}$  ; 2)  $\frac{3 B_0 \tau n S_1}{32 \cdot L}$



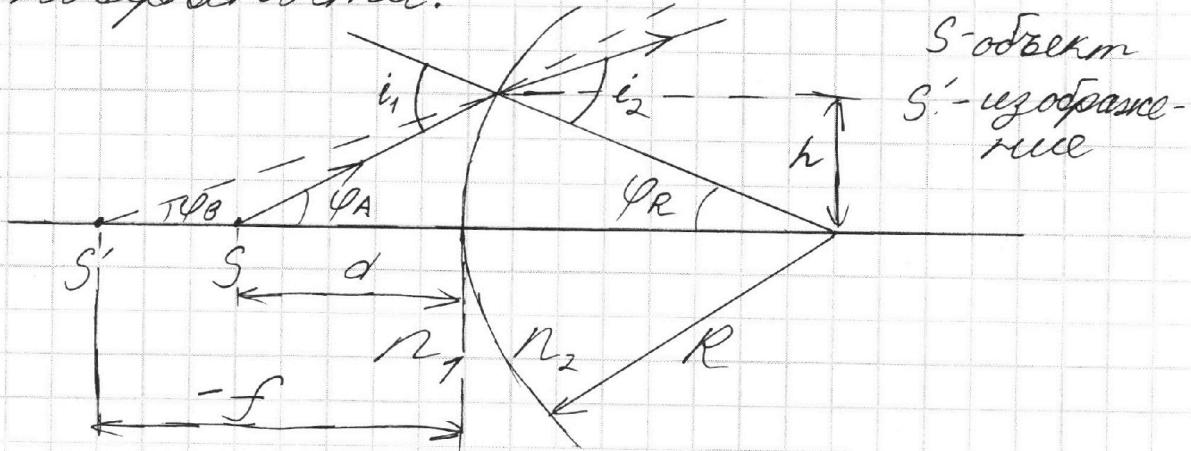
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Для начала получим формулу для сферической астигматики задернутой поверхности:



$$\ell_1 = \varphi_A + \varphi_R \text{ и } \ell_2 = \varphi_B + \varphi_R \text{ (как внешние)}$$

по з. Составляется в параллельном падении:

$$\ell_1 \cdot n_1 = \ell_2 \cdot n_2 \Rightarrow \varphi_R (n_2 - n_1) = n_1 \varphi_A - n_2 \varphi_B$$

$$\frac{h}{R} (n_2 - n_1) = n_1 \cdot \frac{h}{d} + n_2 \frac{h}{f} \Rightarrow \frac{n_2 - n_1}{R} = \frac{n_1}{d} + \frac{n_2}{f}$$

( $f$  отсчитывается вправо от задней фронтальной границы)

1) ~~Воздух~~. ~~Воздух~~  $n_1 = 1$  (воздух).

По формуле можно выразить:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\chi_1} \quad (\chi_1 - \text{от передней до изображения})$$

$$\Rightarrow \chi_1 = 1/F.$$



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.

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

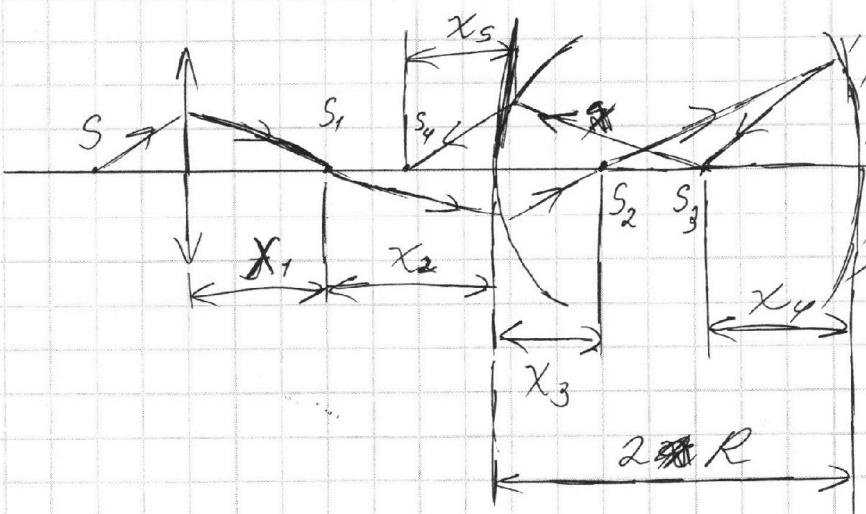
В шаге изображение будет обектом на  $x_2 = 6 - x_1 = -0,5F$

$n_2 = n$  - показатель преломления шага.

$$\frac{n-1}{R} = \frac{1}{x_2} + \frac{n}{x_3} \quad (x_3 - \text{расстояние от разделяющей грани до второго изображения})$$

по формуле волнистого сфер. зеркала:

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{\cancel{2R-x_3}} + \frac{1}{x_4}$$



$$\frac{n-1}{R} = \frac{1}{x_5} + \frac{n}{2R-x_4} \quad (x_5 - \text{расстояние от разделяющей грани до пятого изображения})$$

по формуле тонкой линзы:

$$F = \frac{1}{n} + \frac{1}{6-x_5} \quad (\text{изображение } S_{\phi 5} \text{ совпадает с } S)$$



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!

значит,  $x_3 = x_1 = 6 - x_5 \Rightarrow x_5 = x_2 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow 2R - x_4 = x_3 \Rightarrow x_4 = R, x_3 = R.$

$$\frac{n-1}{R} = \frac{1}{x_2} + \frac{n}{R} \Rightarrow R = 0,5 F.$$

2) теперь рассмотрим ~~второй~~ случай:

$$x_1 = 11F; 6 = (10,5 + 5,5)F = 16F.$$

$$x_2 = 5F$$

Также имеем 4 уравнения:

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n}{x_3}, \quad \frac{4}{F} = \frac{1}{F-x_3} + \frac{1}{x_4}$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{x_5} + \frac{n}{F-x_4}, \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{16F-x_5}$$

$$\Rightarrow x_5 = 5F; x_3 = F \left( \frac{1}{2 - \frac{11}{5n}} \right), x_4 = F \cdot \frac{5n-11}{10n-33}$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n(10n-33)}{5n-22} \Rightarrow 5n = 11;$$

$$n = 2,2.$$

Ответ: 1) 0,5F; 2) 2,2.



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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

$$= F\left(\frac{n - \frac{22}{5}}{n - \frac{33}{5}}\right) = F - X_4$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n(2n - \frac{33}{5})}{A(n - \frac{22}{5})}$$

$$2n-2 = \frac{1}{5} + \frac{n(2n - \frac{33}{5})}{n - \frac{22}{5}} = \frac{1}{5} + \frac{n \cdot (10n - 33)}{5n - 22}$$

$$(2n - 17)(5n - 22) = 5n(10n - 33)$$

$$5n = x \quad (2x - 17)(x - 22) = x \cdot (2x - 33)$$

$$2x^2 - 11x - 44x + 242 = 2x^2 - 33x$$

$$-55x + 22 \cdot 11 = -33x$$

$$-5x + 22 = -3x$$

$$22 = 2x \quad x = 11$$

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

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!

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{SF} + \frac{n}{x_3}; \quad \frac{4}{F} = \frac{1}{F-x_3} + \frac{1}{x_4}$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{SF} + \frac{n}{F-x_4}$$

$$\begin{aligned} \cancel{x_3} &= \frac{n-1}{0,5F} - \frac{1}{SF} = \frac{1}{F} \left( \frac{2n-2}{2n-5} - \frac{1}{5} \right) = \\ &= \frac{1}{nF} \left( 2n - \frac{11}{5} \right) \end{aligned}$$

$$x_3 = nF \cdot \frac{1}{2n - \frac{11}{5}} = F \cdot \left( \frac{1}{2 - \frac{11}{5n}} \right)$$

$$\begin{aligned} F-x_3 &= F \left( 1 - \frac{1}{2 - \frac{11}{5n}} \right) = F \cdot \left( \frac{2 - \frac{11}{5n} - 1}{2 - \frac{11}{5n}} \right) = \\ &= F \cdot \frac{n - \frac{11}{5}}{2n - \frac{11}{5}} \quad \frac{4}{F} = \frac{2n - \frac{11}{5}}{F(n - \frac{11}{5})} + \frac{1}{x_4} \end{aligned}$$

$$\frac{4}{F} - \frac{2n - \frac{11}{5}}{F(n - \frac{11}{5})} = \frac{1}{x_4} = \frac{1}{F} \cdot \left( \frac{4n - \frac{44}{5} - 2n + \frac{11}{5}}{n - \frac{11}{5}} \right) =$$

$$= \frac{1}{F} \left( \frac{2n - \frac{33}{5}}{n - \frac{11}{5}} \right) \quad x_4 = F \cdot \frac{n - \frac{11}{5}}{2n - \frac{33}{5}}$$

$$F-x_4 = F \left( 1 - \frac{n - \frac{11}{5}}{2n - \frac{33}{5}} \right) = F \cdot \left( \frac{2n - \frac{33}{5} - n + \frac{11}{5}}{2n - \frac{33}{5}} \right) =$$

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.

1

2

3

4

5

6

7

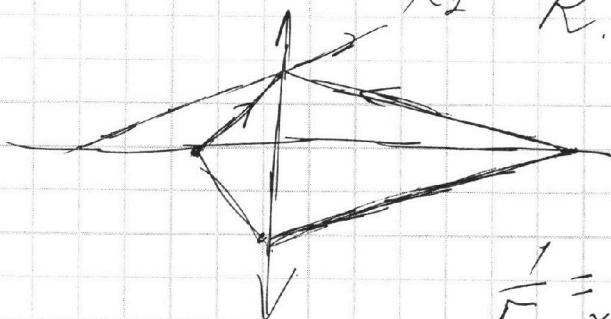
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!

$$(n-1) \cdot x_2 = R + n \cdot x_2 \quad \cancel{0,5F}$$

$$-x_2 = R \Rightarrow R = -x_2 = 0,5F$$

$$O = \frac{1}{x_2} + \frac{1}{R}$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x_2} + \frac{1}{R}$$

$$6 \geq O$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{y} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n}{x_3} \quad \textcircled{0}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{x_3} + \frac{1}{x_4}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{x_5} + \frac{n}{F-x_4}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{16F-x_5}$$

By  $x_3, x_4, x_5, n$

$$\textcircled{4} \quad 16F - x_5 = 11F$$

$$x_5 = 5F$$

L

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

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

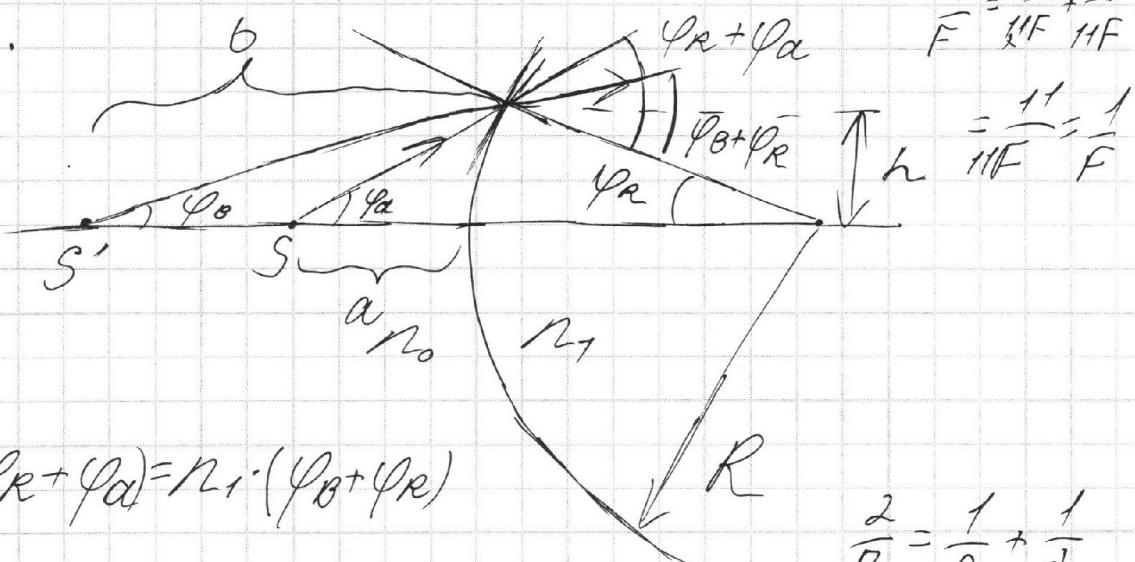
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$2 \cdot (0,5)^2 + 36 \cdot \left( \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,3}{36} \right)^2 = 36 \cdot A_2^2$$

$$0,5 + \frac{(2 \cdot 3)^2}{36} = 36 \cdot A_2^2 \quad \frac{1,5}{36} = A_2^2, \quad A_2 = \pm$$

$$\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{36}{2 \cdot 6} = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot 3$$

$$\frac{1}{F} = \frac{10}{11F} + \frac{1}{11F} =$$



$$n_0(\varphi_R + \varphi_A) = n_1 \cdot (\varphi_B + \varphi_R)$$

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

$$f = d.$$

~~$$\frac{2}{R} (n_1 - n_0) = \frac{n_0}{d} - \frac{n_1}{f_0}$$~~

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{11F} + \frac{1}{f_0}$$

$$f_0 = \frac{11F}{10,5F} = 1,1F$$

$$\frac{(n_1 - n_0)}{R} = \frac{n_0}{10,5F - f_0} - \frac{n_1}{10,5F - x_1}.$$

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**.



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

$$P_B V = V_B \cdot RT$$

$$P_n V = V_n RT$$

$$V = \frac{(V_B + V_n) RT}{P_0}$$

$$P_n = P_0 \cdot \frac{V_n}{V_n + V_B} = P_0 \cdot \frac{P_1}{P_0} = P_1$$

$$97 + 273 = 100 + 270 = 370.$$

$$33 + 273 = 306 K.$$

$$V = \frac{V_B R T_k}{P_0 k} = \frac{V_0}{R T_0} \cdot (P_0 - P_1) \cdot \frac{R T_k}{P_k}$$

$$\frac{V_0}{V_0} = \frac{P_0 - P_1}{P_k} \cdot \frac{T_k}{T_0} = \frac{105 - 30}{100} \cdot \frac{370}{306} = \frac{75}{100} \cdot \frac{370}{306} =$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{185}{153} = \frac{185}{4 \cdot 57} = \frac{185}{204}$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

$$\frac{2 \Delta X_0}{3} = A \cdot \sin(\omega_1 t - \varphi_0)$$

$$250 \cdot \frac{0,5}{3} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot \sin(\omega_1 t - \varphi_0)$$

$$\Delta X_1 = \frac{V_0}{\omega_1} \cdot \sin(\varphi_0) \quad V_0 \cos(\varphi_1) = V_1$$

$$V_1 =$$

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  
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!

$$1 \quad \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м},$$

~~2-36:~~

$$\omega^2 \frac{\frac{M}{m}}{R} = \frac{\frac{M}{m} \cdot \frac{1}{C^2}}{R} = \frac{1}{C^2}$$

$$0,25 = \frac{1}{C^2} \cdot \sin \varphi$$

$$\sin \varphi = 0,25 \cdot \sqrt{12} = \frac{1}{4} \cdot 2\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\varphi = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \approx 1 = \chi_0 = \frac{1}{\omega_0} = \frac{1}{\sqrt{36}} = \frac{1}{\sqrt{12}} C$$

$$2 \quad \rho = \text{const.}$$

$$\rho V = \nu R T \quad \rho V = \frac{m}{\mu} R T$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\rho_{\text{жел}}}{R T}$$

$$\frac{5}{4} \frac{\mu v_0^2}{2} = \frac{\mu u^2}{2}$$

$$u^2 = \frac{5}{4} v_0^2$$

$$\frac{B_0 \tilde{v}_f}{64} \cdot 2\varphi = \frac{B_0 \tilde{v} \cdot 3}{8}$$

$$\frac{3B_0 \tilde{v} \cdot n S_f}{8 \cdot 4L} =$$

$$= \frac{3B_0 n \tilde{v} S_f}{32L}$$

$$\rho_1 V_0 = \nu_1 R T_0$$

$$(\rho_0 - \rho_1) V_0 = \nu_0 R T_0$$

$$\rho_B, \rho_n \quad \rho_B + \rho_n = \rho_0$$