



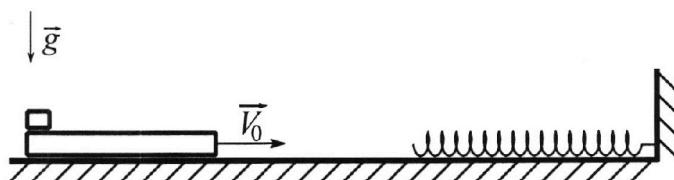
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 11-01



*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 $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жесткости $k = 27$ 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.

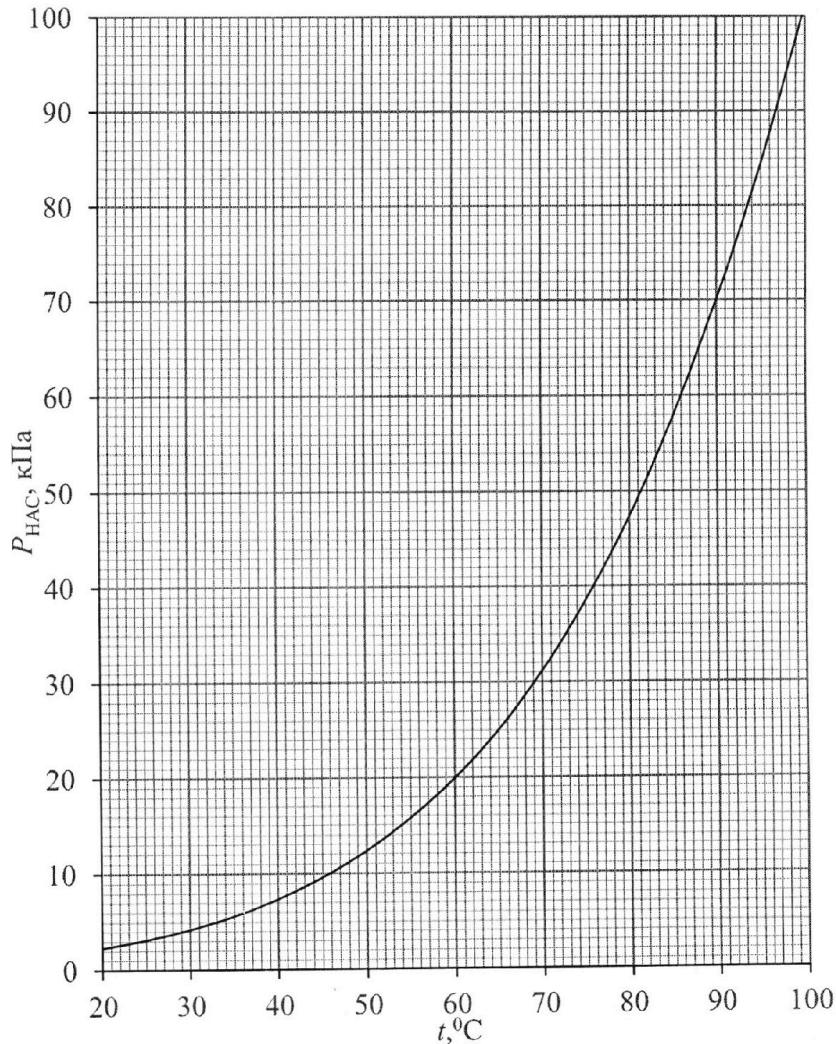


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\phi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °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.





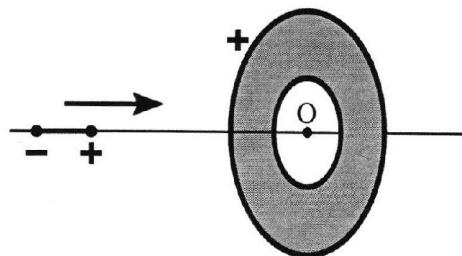
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

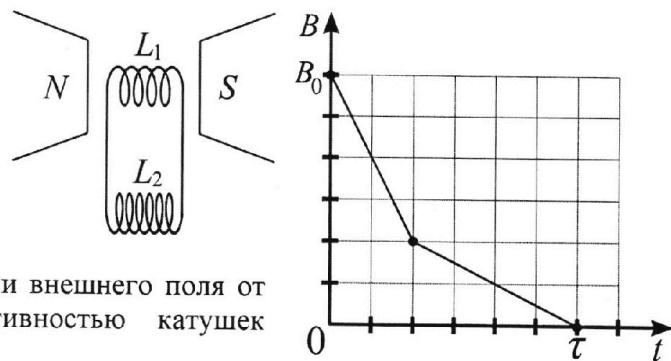
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 $2V_0$.



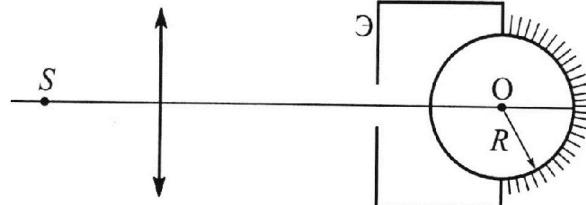
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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 $L_2 = 4L$ 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 $a = 1,5F$ (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 $b = 8F/3$, 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 $\Delta = 2F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



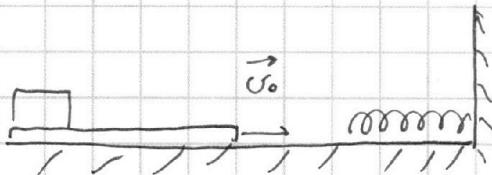
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

n1



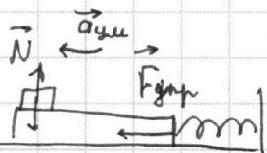
1) m.k. g

До начала относим. гл.ем. бруса и доски

$$\text{также } a_g = a_g = a_{\text{дис}}$$

По м. о гл.ем. ул:

$$(m+M) a_{\text{дис}} = F_{\text{пр}} = k \Delta x$$



$$N = mg$$

Посем: $m a_{\text{дис}} = F_{\text{пр max}} = \mu mg$

$$\begin{cases} (m+M) a_{\text{дис}} = k \Delta x \\ m a_{\text{дис}} = \mu mg \end{cases} \Leftrightarrow \frac{M+m}{m} = \frac{k \Delta x}{\mu mg}$$

$$\Delta x = \frac{\mu g (M+m)}{k} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 3}{10 \cdot 2 \cdot 3} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

2) Старте брусков происходит по гармоническому закону:

$$\Delta x = x_{\max} \sin \omega t \quad \text{где } \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = 2 \text{ с}^{-1}$$

$$x_{\max} = \frac{v_0}{\omega} = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{3}{2 \cdot 3}} = \frac{2}{3} \text{ м}$$

$$\sin \omega t = \frac{\Delta x}{x_{\max}} = \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 3} = \frac{1}{2} \Rightarrow 3t = \frac{\pi}{6}; t = \frac{\pi}{18} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6} \text{ с}$$



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 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
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!

Diagram of a block-spring system on an inclined plane:

Given data:

- Inclination angle: $\alpha_g = 30^\circ$
- Spring stiffness: $k = 10 \text{ N/m}$
- Mass of the block: $M = 10 \text{ kg}$
- Coef. of friction: $\mu = 0,3$

Equations derived from the diagram:

$$Mg + mas = kx_{max} \quad (1)$$

$$Mg + \mu mg \geq kx_{max} \quad (2)$$

$$a_{y\text{un}} = \frac{Mg + mas}{M+m} \quad (3)$$

$$a_{y\text{re}} = \frac{kx_{max}}{M+m} \quad (4)$$

$$a_g = \frac{2g \cdot \frac{2}{3} - 1 \cdot \frac{3}{10} \cdot 10}{2} = \frac{18+3}{2} = 7,5 \text{ m/s}^2 \quad (5)$$

$$\Delta x = \frac{1}{3} \mu \quad (6)$$

$$t = \frac{1}{6} c \quad (7)$$

$$mas = m(a_g - a_g) = \mu mg \quad (8)$$

$$mas = ma_g - \mu mg \quad (9)$$

$$kx_{max} = Mg + mas = Mg + ma_g - \mu mg = a_g(M+m) - \mu mg \quad (10)$$

$$a_g = \frac{kx_{max} + \mu mg}{M+m} = \frac{2g \cdot \frac{2}{3} + \frac{3}{10} \cdot 10 \cdot 1}{3} = \frac{18+3}{3} = 7 \text{ m/s}^2 \quad (11)$$

Answers:

- $\Delta x = \frac{1}{3} \mu$
- $t = \frac{1}{6} c$
- $a_g = 7 \text{ m/s}^2$



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

 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!

~~Физ:~~ $P_n = \text{const}$
 $T = \text{const}$
 $\rho \neq \text{const}$
 $V \neq \text{const}$

~~Воздух:~~ $T = \text{const}$
 $V \neq \text{const}$
 $P_{\text{нр}} \neq \text{const}$

$$P_{\text{арс.0}} V_{\text{нр}} = P_{\text{арс.1}} V$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_{\text{нр}}} = \frac{P_{\text{арс.0}}}{P_{\text{арс.1}}} = \frac{11}{14}$$

$$V_{\text{нр}} = V_0 \cdot \frac{T}{T_0} = V_0 \cdot \frac{46 + 273}{86 + 273} = V_0 \cdot \frac{319}{359}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{11}{14} \cdot \frac{359}{319} =$$

3) Do $t' = t^*$, следовательно изобразим:

$$V_0 T_0 \frac{V_0}{T_0} = \frac{V^*}{T^*} \Rightarrow V^* = V_0 \frac{T^*}{T_0}$$

On t^* go t :

$$\text{в начале: } P_{\text{арс.0}} = P_0 - P_1 = 110 \text{ kJ/kg}$$

$$= 150 - 40 = 110 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{в конце: } P_{\text{арс.}} = P_0 - P_{\text{нр.}}(46^\circ\text{C}) = 150 - 10 = 140 \text{ kJ/kg}$$

$$\frac{P_{\text{арс.0}} V^*}{T^*} = \frac{P_{\text{арс.}} V}{T} \Rightarrow \frac{V}{V^*} = \frac{P_{\text{арс.0}} T}{P_{\text{арс.}} T^*}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T^*}{T_0} \cdot \frac{\frac{P_{\text{арс.0}} T}{P_{\text{арс.}} T^*}}{\frac{P_{\text{арс.}} T}{P_{\text{арс.}} T_0}} = \frac{\frac{110 \cdot (46+273)}{140 \cdot (86+273)}}{\frac{110 \cdot 46}{140 \cdot 86}} =$$

$$= \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359}$$

Задача: 1) $P_r = 40 \text{ kJ/kg}$ 2) $t^* = 76^\circ\text{C}$



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

1

2

3

4

5

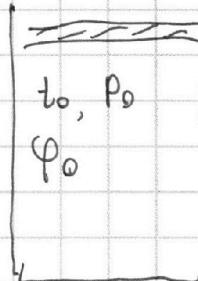
6

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!



$$\text{Д: } \Phi_0 = \frac{2}{3}, \quad P_0 = 150 \text{ кПа} \quad T_0 = 86^\circ\text{C} \quad t = 46^\circ\text{C}$$

$$1) \quad \Phi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{ннн}}}$$

$$P_{\text{ннн}}(86^\circ\text{C}) \approx 60 \text{ кПа}$$

$$P_1 = P_{\text{ннн}} \Phi_0 = 60 \cdot \frac{2}{3} = 40 \text{ кПа}$$

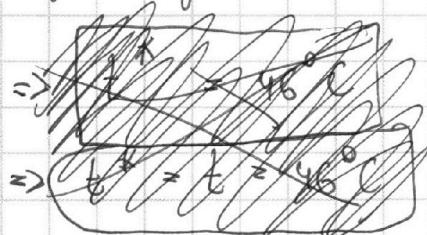
2) **М.к.** смесь находится под **изобаричным**

изменением постоянной массы \Rightarrow **процесс статиче**
изобаричный

$$P_0 = P_{\text{ннн}} + P_n = \text{const} \quad (\text{по условию конд. пара})$$

$$P_{\text{ннн}} = \text{const} \quad \text{и} \quad P_n = \text{const}$$

Конденсация пара начнется тогда, когда это давление будет равно давлению насыщенного пара при $t = t^*$. ~~также $P_n = \text{const}$~~



$$P_1 \approx P_{\text{ннн}}(46^\circ\text{C})$$

$$\Rightarrow t^* = 46^\circ\text{C}$$

с изобарии

3) ~~До $t = t^*$ рег. пару стабилизирует изобария,~~
~~• после стабилизации рег. пару становится изотермический~~
~~• Тогда рег. пару стабилизирует изобария $\Rightarrow V = V_{\text{ннн}}$.~~

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_0 V_{\text{ннн}}}{T} \Rightarrow V_{\text{ннн}} = V_0 \frac{T}{T_0} =$$

~~• $V_{\text{ннн}} = V_0 \frac{T}{T_0}$ от $V_{\text{ннн}}$ до V :~~



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!

$$\frac{(m_1 + m_2)U_0^2}{2} = W_{\text{эл макс}}$$

$$2 \frac{(m_1 + m_2)U_0^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2)U_{\text{min}}^2}{2} + \frac{(m_1 + m_2)U_0^2}{2}$$

$$\Leftrightarrow U^2 = 3U_0^2$$

$$U_{\text{min}} = \sqrt{3}U_0$$

$$\Delta U = U_{\text{max}} - U_{\text{min}} = U_0(2 - \sqrt{3})$$

Ответ: 1) $0.2U_0$ 2) $U = U_0(2 - \sqrt{3})$.



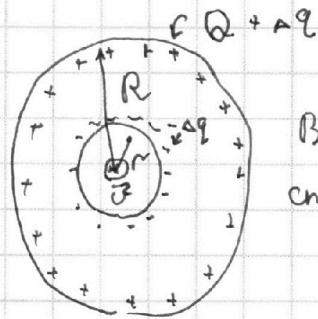
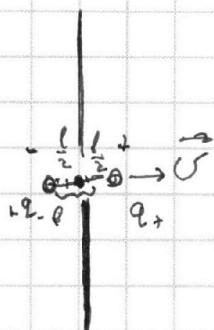
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

Вид
сбоку



Вид
спереди

т.е. диск есть суперпозиция
2 тонких конька.

$$\Phi_{\text{конька}}(x) = \frac{kQ_{\text{конька}}}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

Уз ① бывает, что потенциал $[\Phi_{(x_+)}] = [\Phi_{(x_-)}]$

н.к. x в обоих случаях будет $\frac{l}{2}$, т.е.
 l -мера генез.

⇒ В этом моменте суперпозиции потенциал

$$\text{где } \Phi_g = 0.$$

Проверка

$$U = 2U_0$$

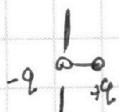
2)

$$\text{Пример: 1) } U \rightarrow 2U_0$$

2) U_{\max} будет при $\Theta W_{\Theta} \rightarrow \min$
 $\Rightarrow U_{\max} \approx 2U_0$ ($W_{\Theta \min} = 0$)

U_{\min} будет при $W_{\Theta} \rightarrow \max$

$W_{\Theta \max}$ будет в моменте вспышка q -из диска:





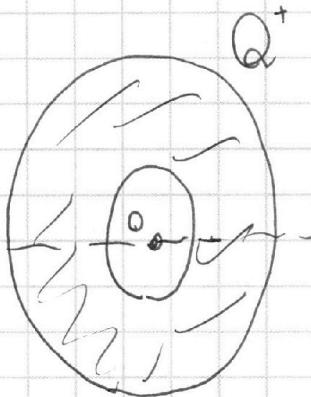
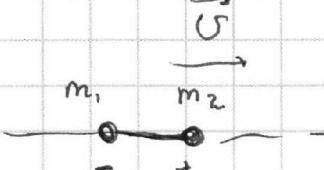
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

№ 3



$$\text{Д: } U_{\min} = U_0$$

1) ~~ПО ЗСЭ: $E_k W_{kD} = W_{e1(0)}$~~

$$W_{e1(0)} = \text{const}$$

(энергия заряда
в центре диска)

При увеличении скорости диска до $2U_0$:

$$\frac{4(m_1 + m_2)(U_0)^2}{2} \neq W_{e1(0)} + \frac{(m_1 + m_2)(U)^2}{2}$$

$$2(m_1 + m_2)(U_0)^2 = \frac{(m_1 + m_2)U_0^2}{2} + \frac{(m_1 + m_2)U^2}{2} \quad | \times 2$$

$$4(U_0)^2 = U_0^2 + U^2$$

$$\Rightarrow U^2 = 3U_0^2 \Rightarrow U = \sqrt{3}U_0$$

2)

1) ~~П.к. заряд Q^+ распределён по поверхности диска равномерно, то для его момента импульса константой радиуса R , недели~~

1) Рассмотрим маленькую полёта сферичную скрину через центр диска:



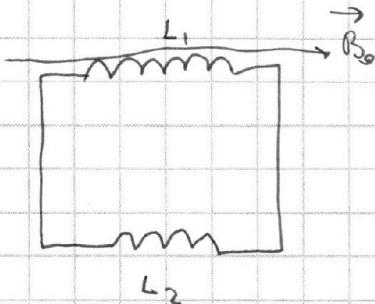
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

N⁴



$$\Rightarrow L_1 = L, L_2 = 4L, S_1, n, T$$

Решение

1) По закону сохранения магнитного потока:

$$\Phi_0 = \Phi_1 + \Phi_2$$

$$n_s B_0 S_1 = (L_1 + L_2) I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{n_s B_0 S_1}{L_1 + L_2} = \frac{n_s B_0 S_1}{5L}$$

2) Рассмотрим некоторый момент времени $t \in (0; T)$:

По закону сохранения магнитного потока:

$$n_s B_0 S_1 = (L_1 + L_2) I + n_s B S,$$

$$\Rightarrow I = \frac{n_s (B_0 - B) S_1}{L_1 + L_2} = \frac{n_s \Delta B S_1}{5L} = \frac{dq}{dt}$$

$$q = \int_0^t \frac{n_s \Delta B S_1}{5L} dt$$

м.в. уменьшение
происходит неравномерно:

$$\Rightarrow q = \int_0^{\frac{t}{2}} 2n_s B_0 S_1 dt + \int_{\frac{t}{2}}^T \frac{n_s B_0 S_1}{15L} dt$$

$$= \frac{2n_s B_0 S_1}{45L} t + \frac{2n_s B_0 S_1}{45L} T = \frac{4n_s B_0 S_1}{45L} T$$



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

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!

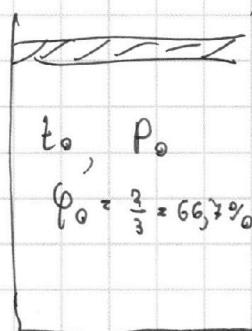
Ответ: 1) $I_0 = \frac{nB_0S_1}{5L}$ 2) $q = \frac{4nB_0S_1}{45L} T$.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$\begin{array}{r} t_0 \rightarrow t \\ 1 \\ + 243 \\ \hline 319 \end{array}$$

1)

Черновик.

$$T_p = 86 + 263 = 359 \text{ K}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ + 86 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\varphi_0 = \frac{P_1}{P_{un}}$$

$$P_{un} \approx 26 \text{ kPa}$$

$$P_{un} \approx 60 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ kPa}$$

$$\frac{11}{14} \cdot \frac{359}{319} =$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 14 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$\geq \frac{11}{14} \cdot \frac{359}{29 \cdot 11} = \frac{359}{319} =$$

$$\begin{cases} T = 319 \\ T_0 = 359 \end{cases}$$

$$\frac{359 \cdot 11}{11}$$

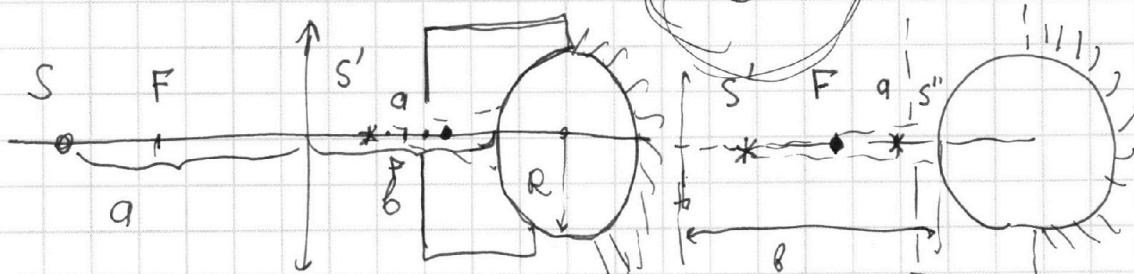
$$\begin{array}{r} 359 \\ \times 11 \\ \hline 339 \\ + 3 \\ \hline 3949 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -359 \\ -28 \\ \hline 71 \\ \times 14 \\ \hline 28 \\ \hline 41 \end{array}$$

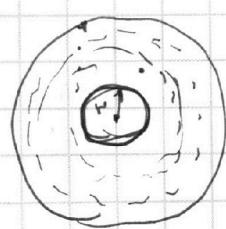
$$\begin{array}{r} 359 \\ -29 \\ \hline 11 \\ \times 11 \\ \hline 69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ 11 \cdot 29 \\ \times 11 \\ \hline 29 \\ 29 \\ \hline 319 \end{array}$$

n5



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow f = \frac{ab}{a+b} = \frac{0,5F}{1,5R^2} = \frac{1}{3}F$$





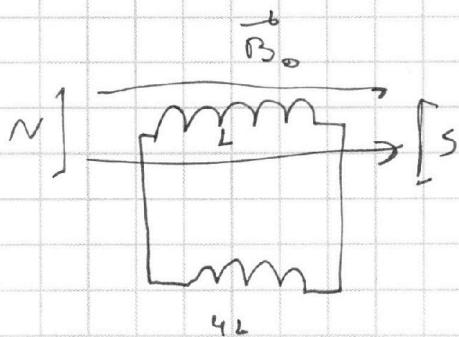
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

N 4



$$\Phi \rightarrow \text{const}$$

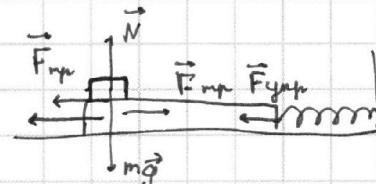
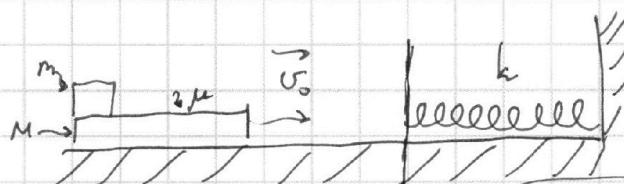
$$\mathcal{E}_i = -S_i \cdot n \frac{d\Phi}{dt} \quad \cancel{\Rightarrow}$$

$$\cancel{\Phi} =$$

$$0 =$$

N 1

$$\omega = \frac{k}{m} = \frac{H}{m \cdot k_n} = \frac{k_n \cdot \omega_0}{c^2 \cdot \sqrt{4\pi \cdot k_n}} = \frac{1}{c^2}$$



1)

$$\mu mg = k_n x_c \Rightarrow \Delta x_c = \frac{\mu mg}{k_n} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 10}{10 \cdot 27} = \frac{1}{9}$$

$$\Delta x_c = \frac{3 \cdot 10 \cdot 3}{10 \cdot 27} = \frac{1}{3}$$

2) Амплитуда - амп. маятника

$$(M+m)a = k_n x_c \quad \frac{k_n x_c}{m+mg} = \frac{M+m}{m} \quad \frac{x_c}{a} = \frac{M+m}{k_n}$$

$$\omega = \frac{(M+m) \omega_0^2}{\sqrt{M+m}} = \frac{k_n x_{max}^2}{2} \Rightarrow x_{max} = \sqrt{\frac{M+m}{k_n}} \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{9} \cdot 27} = \frac{1}{3} \omega_0$$

$$x \rightarrow x_{max} \cos$$

$$\Delta x = x_{max} \sin \omega t$$

$$\omega = \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$\sin \omega t = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{18} = \frac{1}{6} \text{ с}$$

$$\sin \omega t = \frac{\Delta x}{x_{max}} = \frac{1 \cdot \frac{1}{3}}{2 \cdot \frac{1}{3}} = \frac{1}{6}$$

$$3) \cancel{\alpha_c} = -(M+m) a_c = k_n x_{max} \Rightarrow a_c = \frac{k_n x_{max}}{M+m} =$$

$$a_c = \frac{m a_0 + M a_0}{M+m} \Rightarrow k x_{max} =$$

$$= \frac{27 \cdot 2}{3 \cdot 3} = 6 \text{ м/с}^2$$



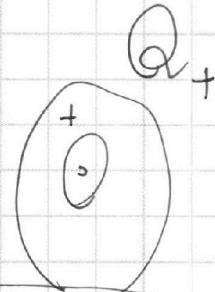
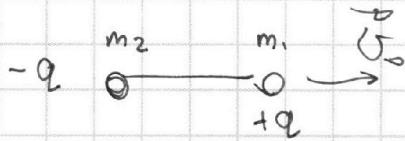
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
_ из _

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

N³



$$\frac{14(319 + 14 \cdot 40)}{11 \cdot 319} = \frac{14 \cdot 40}{11 \cdot 319} = \frac{14}{11 \cdot 29}$$

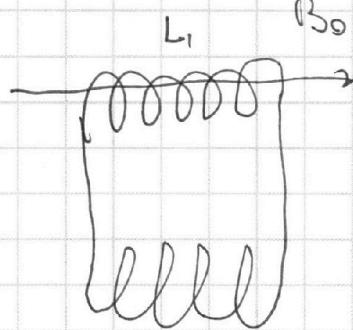
$$\frac{(m_2 + m_1) v_0^2}{2} = q_1 \Phi_{01} + q_2 \Phi_{02}$$

- Энергия зарядов
в системе отверстий

$$\Phi_{01} \approx \Phi_{02} \quad 360 - 1 = (60-1)(60+1) =$$

$$= 59 \cdot 61$$

N⁴



B начальное тока ненулевое

$$\Phi_0 = \Phi_1 + \Phi_2$$

$$n B_0 S_1 = \alpha(L_1 + L_2) I_0$$

$$I_0 = \frac{n B_0 S_1}{L_1 + L_2} = \frac{n B_0 S_1}{5L}$$

$$\Theta = \mathcal{E}_{si1} + \mathcal{E}_{si2}$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} - \frac{d\Phi_3}{dt} > 0$$

$$2) \quad \mathcal{E}_{si} = nS_1 \frac{dB}{dt}$$

$$I_0 = \frac{dq}{dt}$$

$$q_2 = \int \frac{nB_0 S_1}{15L} dt$$

~~$$I_1 = \frac{2nB_0 S_1}{15L}$$~~

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$$

$$dq = \frac{nB_0 S_1}{5L} dt$$

$$q_1 = \int \frac{2nB_0 S_1}{15L} dt$$

3)

$$n B_0 S_1 = I(L_1 + L_2) + n B S_1$$

$$n(B_0 - B) S_1 = I(L_1 + L_2)$$

$$\oint q ds dq = \int \frac{n(B_0 - B) S_1}{5L} dt$$

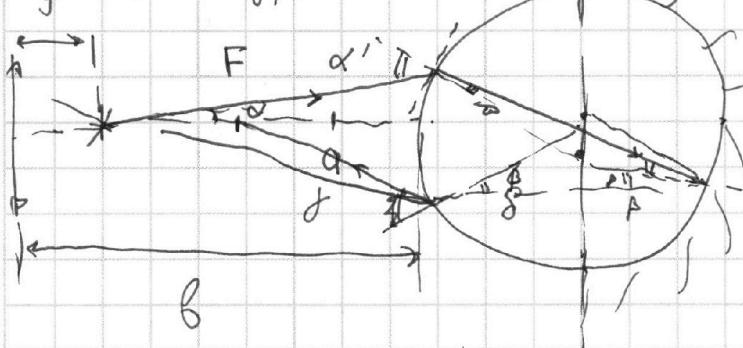


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

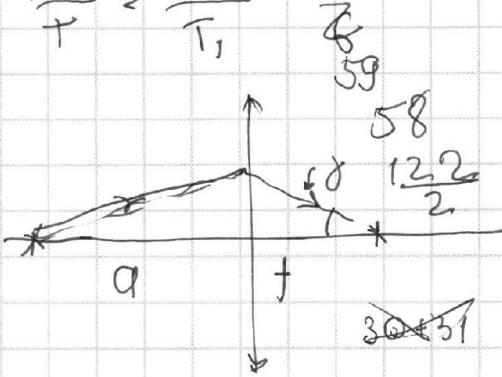
СТРАНИЦА
— ИЗ —

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!

$$\frac{V_1}{V} = \frac{PVT_1}{P_1 V_1 T}$$



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$



$$\frac{11 \cdot 11 \cdot 29}{2 \cdot 7 \cdot 59 \cdot 61}$$

$$\frac{h}{2\beta} = 2R \Rightarrow R^2$$

$$\Rightarrow h \geq 4R\beta$$

$$2B(b-f)r-h$$

$$+ \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{f} \pm \frac{1}{d}$$

$$\pm \frac{1}{2R} = \pm \frac{1}{f} \mp \frac{1}{d}$$

$$-\frac{1}{2R} = \frac{1}{l}$$

$$-\frac{1}{2R} = -\frac{1}{f}$$

$$-\frac{1}{2R} = -\frac{1}{2R+6-f} + \frac{1}{2R+b-f}$$

11. 11. 29
2.70

2

$$319 = \underline{29} \cdot 11$$

359

$$\Delta \varphi = k \frac{\Delta q}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$\varphi(x) = k \frac{Q}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

A diagram showing a ball at the top of a curved surface, represented by a circle. A vertical line segment connects the center of the circle to the ball, representing the radius. A right-angled triangle is drawn near the ball, with the horizontal leg labeled $x^2 + r^2$. A vector labeled R points from the center of the circle to the ball, indicating the direction of the ball's motion.

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!



Diagram of a charged ring of radius R with charge Q . A point charge q is at distance x from the center along the x -axis. The potential $\Phi(x) = k \frac{Q}{\sqrt{x^2 + R^2}}$ is shown. A parallel plate capacitor with separation l and voltage U is also shown.

$$W_{31}(x) = ?$$

$$W_{31}(x) = k \frac{Qq}{(x^2 + l^2)^{1/2}}$$

$$W_{31}(x) = -k \frac{Qq}{\sqrt{(x+l)^2 + R^2}} + k \frac{Qq}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$W_{31}(x) \approx k Q q \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{(x+l)^2 + R^2}} \right)$$

$l \ll R$
 $x \gg l$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) U_0^2 = W_{31}(x) + \frac{(m_1 + m_2) U^2}{2}$$

$$2(m_1 + m_2) \left[U_0^2 - \frac{1}{4} U^2 \right] = W_{31}(x)$$

$$W_{31}(x) \sim U_0^2 - \frac{1}{4} U^2 \sim \pm U_0$$

При $U = U_{max}$

$W_{31} \rightarrow min$

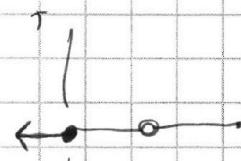
При $U = U_{min}$

$W_{31} \rightarrow max$

$$W_{31}(x) = \frac{k Q q}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{x}\right)^2}} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x+l} \right)$$

$$= \frac{k Q q}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{x}\right)^2}} \frac{l}{x(x+l)} = \frac{k Q q l}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$W_0 = k \frac{Q q}{\sqrt{l^2 + R^2}} - k \frac{Q q}{R} = k Q q \left(\frac{1}{\sqrt{l^2 + R^2}} - \frac{1}{R} \right)$$





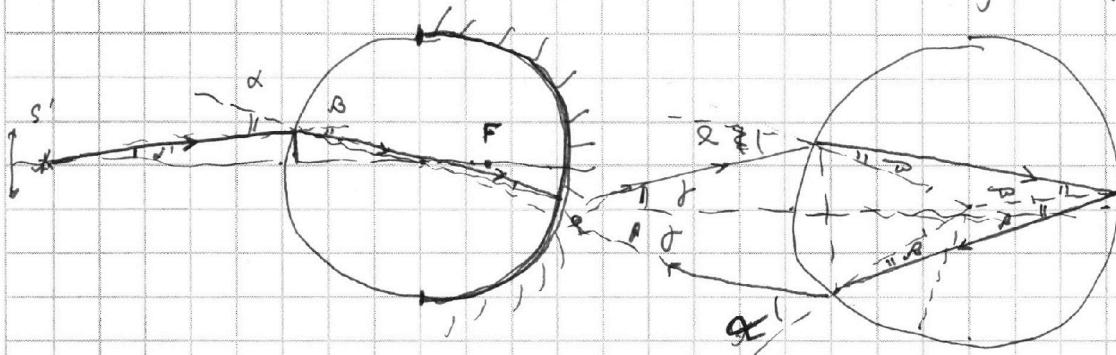
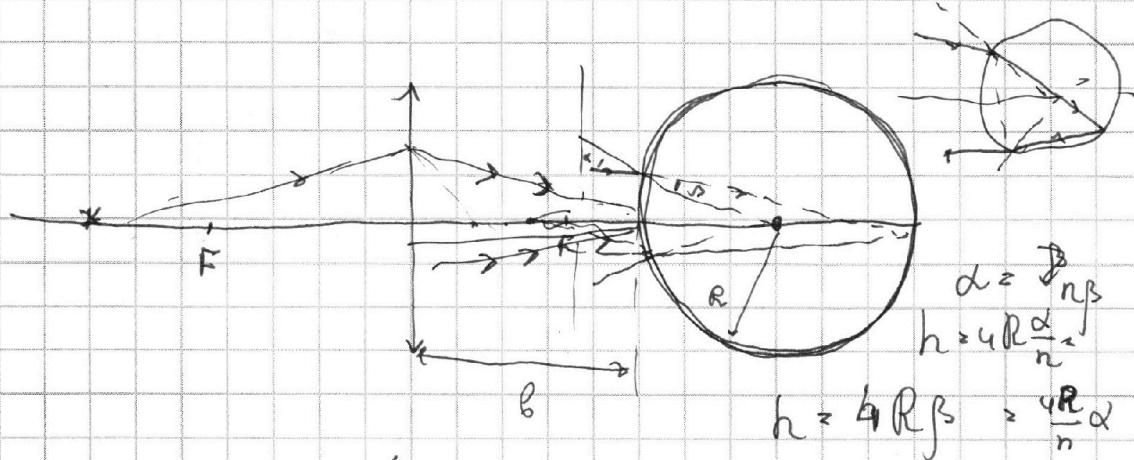
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

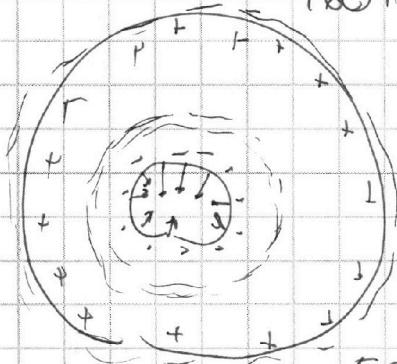
СТРАНИЦА
ИЗ

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

№ 5



$$160 + 22 = 140 + 63 \quad 11 \cdot 319 \quad 11 \cdot 29$$



$$\begin{array}{r} 5026 \\ - 29 \\ \hline 212 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5026 \\ - 203 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5026 \\ - 484 \\ \hline 286 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ 11 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ + 319 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3409 \\ 11 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3409 \\ + 4826 \\ \hline 8226 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ 359 \\ 14 \\ \hline 1436 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 359 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

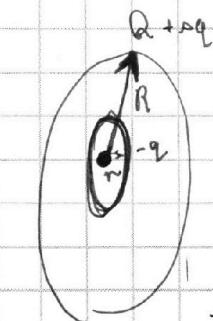
$$\begin{array}{r} 4826 \\ - 363 \\ \hline 121 \end{array}$$

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.

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

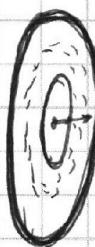
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 3



$$W_{3,1}(x) = kQ_1$$

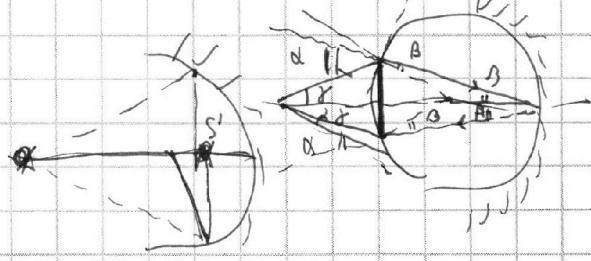
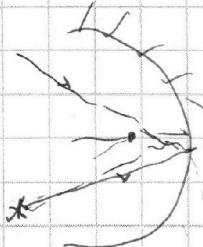
$$= kQ_1 q \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{(x+R)^2 + R^2}} \right) - kQ_2 q \left(\frac{1}{(x^2 + R^2)} - \frac{1}{(x+R)^2 + R^2} \right)$$



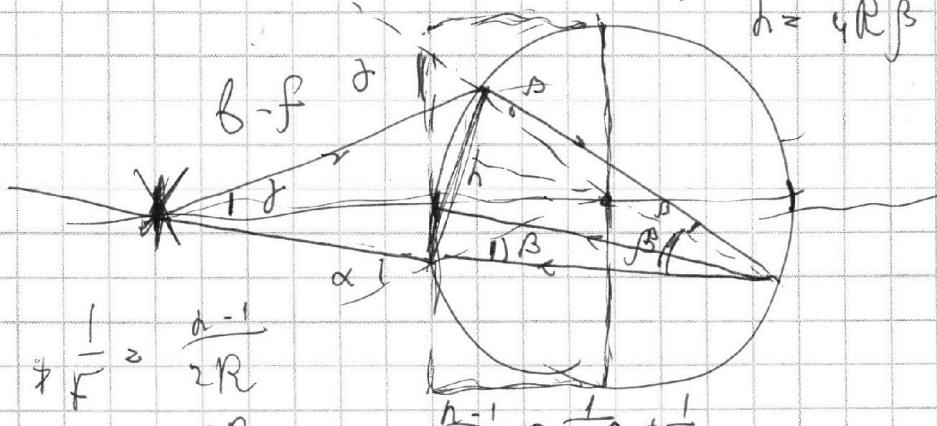
$$D = \frac{n-1}{R}$$

$$D = \frac{n-1}{2R}$$

$$h = 4R\beta$$



$$h = 4R\beta$$



$$\frac{1}{f} = \frac{\alpha-1}{2R}$$

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

$$\frac{n-1}{2R} = \frac{1}{b-f} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{n-1}{2R} - \frac{1}{b-f}$$