



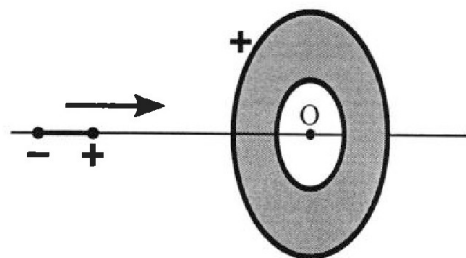
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



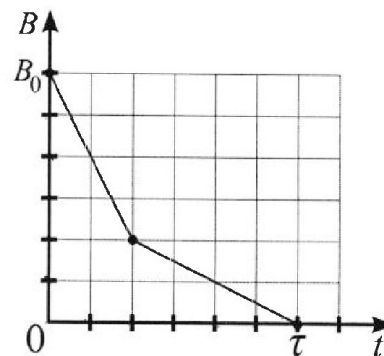
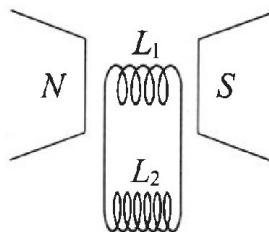
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

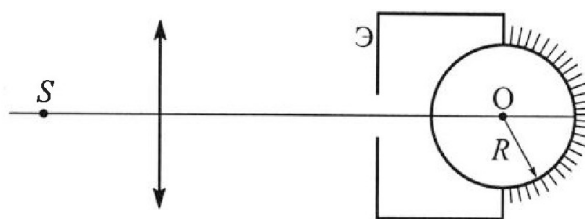
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 , удаленный 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 на ружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



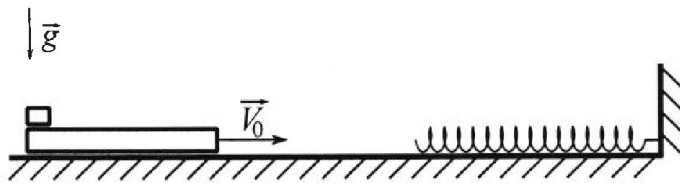
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок 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 жёсткости $k = 27$ 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.

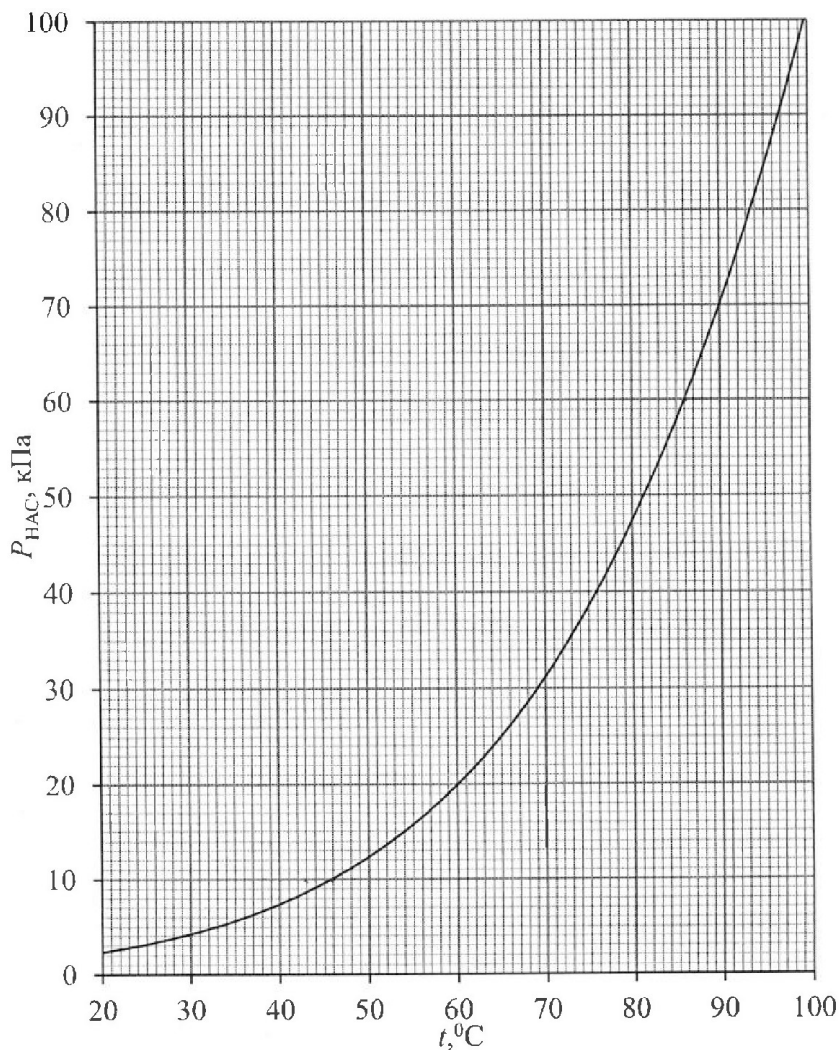


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\varphi_0 = 2/3$ (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.

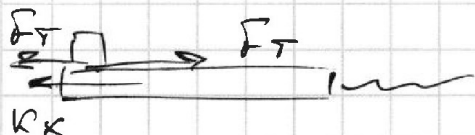




На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1
☒2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
1 из 4

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



По 2 закону Н для доски

$$Ma = kx - F_T = kx - \mu mg$$

По 2 закону Н для бруска

$$ma = F_T = \mu mg \Rightarrow a = \mu g$$

$$\Rightarrow x = \mu g \frac{m+M}{k}$$

До начала относительного движения доски и бруска их можно считать одним телом

$$(M+m)\ddot{x} = -kx = \ddot{x} + \frac{k}{M+m}x = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = x_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}}t\right)$$

$$v = -v_0 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}}t\right) = -\omega x_0 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}}t\right)$$

$$x = x_0 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}}t\right), x_0 = \frac{v_0}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}}$$

$$\mu g \frac{m+M}{k} = \frac{v_0}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}} \sin \sqrt{\frac{k}{M+m}} t_0$$

$$\sin \sqrt{\frac{k}{M+m}} t_0 = \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{0.3 \cdot 10}{2} \sqrt{\frac{9}{27}} = \frac{1}{2}$$

$$\sqrt{\frac{k}{M+m}} t_0 = \frac{\pi}{6} \approx \frac{1}{2} \Rightarrow t_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \frac{1}{6} \text{ c}$$



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.



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!

После момента начала оптометрического
движения брусок движется равноускоренно
и действует на точку с постоянной силой

$$M\ddot{x} = -kx + \mu mg$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M}x = \mu g \frac{m}{M} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}} \quad t \geq t_0$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + x_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$v = -x_1 \omega \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$a = -x_1 \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$x(t=t_0) = \mu g \frac{m+M}{k}$$

$$v(t=t_0) = \sqrt{2} \mu g \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$



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 ☐

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!

$$M\ddot{x} = -kx + mng$$

Знаком мы можем заменить пружину и брусок на пружину со смещением на $\frac{mng}{k}$ положение равновесия

и эта замена будет действовать до тех пор пока $a \rightarrow mng$

$$v = v_0 \cos \sqrt{\frac{k}{m+m}} t = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

ЗСМЭ

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{k\left(\frac{mng}{k}\right)^2}{2} = \frac{kxm^2}{2}$$

$$\frac{3Mv_0^2}{8} + \frac{m^2M^2g^2}{2k} = \frac{kxm^2}{2}$$

$$x_m^2 = \frac{3Mv_0^2}{4k} + \frac{m^2M^2g^2}{k^2} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 4}{4 \cdot 27g} + \frac{4 \cdot 100}{364} =$$

$$= \frac{2}{9} + \frac{4}{81} = \frac{22}{81} \Rightarrow x_m = \frac{\sqrt{22}}{9}$$



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

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!

$$F_m = k \cdot m^{\frac{1}{3}} = 27 \cdot \frac{\sqrt[3]{22}}{3} = 3\sqrt[3]{22} \text{ Л}$$

Ответ: 1) ~~1/3 м~~ $\frac{1}{3} \text{ м}$

2) $\frac{1}{6} \text{ с}$

3) $3\sqrt[3]{22} \text{ Л}$



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!

$$P_1 = \varphi_0 P_n(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$$

Из закона уравнения Менделеева Клапейрона

$$\frac{P_B}{P_n} = \frac{V_B}{V_n} = \frac{110}{40} = \frac{11}{4}$$

До тех пор пока не началась конденсация

$$P_B + P_n = P_0 \quad P_n = \frac{4}{11} P_B \quad P_B = \frac{11}{4} P_n$$

$$P_n = \frac{4}{15} P_0 = \frac{4}{15} \cdot 60 \text{ кПа} = 16 \text{ кПа} - \text{выполняется}$$

всегда до конденсации
конденсация начнется при $P_n = P_{\text{нас}}(t^*) = 16 \text{ кПа}$
по графику $t^* = 16^\circ \text{C}$

Уравнение Менделеева Клапейрона
используем для всего

$$P_0 V_0 = (P_B + P_n) R t_0 = \frac{15}{11} P_B R t_0$$

конечу для воздуха

$$(P_0 - P_{\text{нас}}(t)) V = P_B R t$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\frac{15}{11} P_B t_0}{P_0 - P_{\text{нас}}(t)} = \frac{11}{15} \cdot \frac{359}{319} \cdot \frac{150}{140} \approx$$



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!

$$\frac{211}{14} \cdot \frac{9}{81}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{t}{\frac{15}{11} t_0} \cdot \frac{P_0}{P_0 - P_{\text{нас}}(t)} = \frac{11}{15} \cdot \frac{359}{359} \cdot \frac{150}{140} \approx \frac{8}{9} \cdot \frac{11}{14}$$
$$= \frac{44}{63}$$

Ответ: 1) 40 кПа
2) 46°C
3) $\frac{44}{63}$



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!

При подлёте положительный шарик отталкивается сильнее чем притягивается отрицательный

При отлёте отрицательный шарик притягивается сильнее чем отталкивается положительный

Получается в течение всего полёта диполь замедляется, т.к. в процессе подлёта и отлёта на одинаковых расстояниях от диска все шары действуют одинаковые силы то есть работа при подлёте из бесконечно удалённой точки равна работе при отлёте к бесконечно удалённой точке и равна A



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



СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

Потенциал диска

$$\varphi(x) = \frac{\alpha x}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right)$$

Сила действующая на заряд

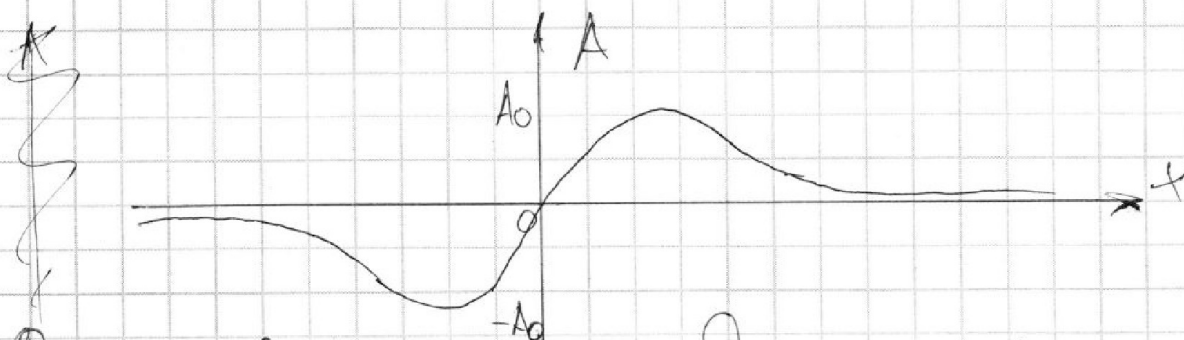
$$\frac{d\varphi(x)}{dx} \cdot lq = F(x)$$

Работа этой силы

$$dA = F(x) dx = \frac{d\varphi(x)}{dx} lq dx = d\varphi(x) lq$$

$$A = \varphi(x) lq$$

График работы от x качественно
выглядит вот так:



Форма графика такая т.к. диск — кольцо



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

чтобы донор пролетел всю
энергия должна быть больше A_0
$$\frac{mV_0^2}{2} = A_0$$

При пролёте донором центра
работа суммарная равна нулю $\Rightarrow V_3 = v_0$
минимальной скорости при
наибольшей отрицательной работе
донора

$$\frac{mV_{\min}^2}{2} = \frac{4mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3mV_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$V_{\min} = \sqrt{3} V_0$$

$$\frac{mV_{\max}^2}{2} = \frac{4mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{5mV_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$V_{\max} = \sqrt{5} V_0 \quad V_{\max} - V_{\min} = (\sqrt{5} - \sqrt{3}) V_0$$

Ответ: 1) $\sqrt{3} V_0$

2) $(\sqrt{5} - \sqrt{3}) V_0$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

Дополнение

Даже если в графиках
несколько пиков то
мои рассуждения до сих пор
имеют смысл если бы
работы в минимальном пике

График всегда будет четным
из-за симметрии поля колбуса



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!

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

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = 5L \dot{I} = n S_1 \frac{dB}{dt}$$

$$n \cdot k \, dI = \dot{I} dt$$

$$5L dI = n S_1 dB = \tau I_0 = \frac{n S_1 \Delta B}{5L} = \frac{n S_1 B_0}{5L}$$

~~τI_0~~

~~$$I(B) = \frac{n S_1}{5L} (B_0 - B) = \frac{n S_1}{5L} B_0 - \frac{n S_1}{5L} B$$~~

~~$$q = \int_{B_0}^0 I(B) dB = \int_{B_0}^0 \left(\frac{n S_1}{5L} B - \frac{n S_1}{5L} B_0 \right) dB =$$~~

~~$$= - \frac{n S_1 B_0^2}{10L}$$~~

$$I(B) = \frac{n S_1}{5L} (B_0 - B) = \frac{n S_1}{5L} B_0 - \frac{n S_1}{5L} B$$

$$I(t) = \frac{n S_1}{5L} B_0 - \frac{n S_1}{5L} B(t)$$

$$q = \int_0^T I(t) dt = \frac{n S_1}{5L} \int_0^T (B_0 - B(t)) dt =$$

$$= \frac{n S_1}{5L} \left(B_0 T - \frac{1}{3} B_0 T \right) = \frac{2 n S_1}{15 L} B_0 T$$



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)
$$\frac{n S_1 B_0}{5 L}$$

2)
$$\frac{2 n S_1 B_0 L}{10 L}$$



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
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!

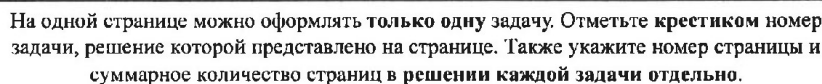
Из формулы тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{f} \Rightarrow F = 3f$$

расстояние на котором будет изображение из источника равно $3f$

В случае когда изображение шара не зависит от показателя преломления вещества n все преломления лучи проходят под углом $0 \Rightarrow$ центр шара совпадает с изображением источника в линзе $\Rightarrow R = \frac{F}{3}$

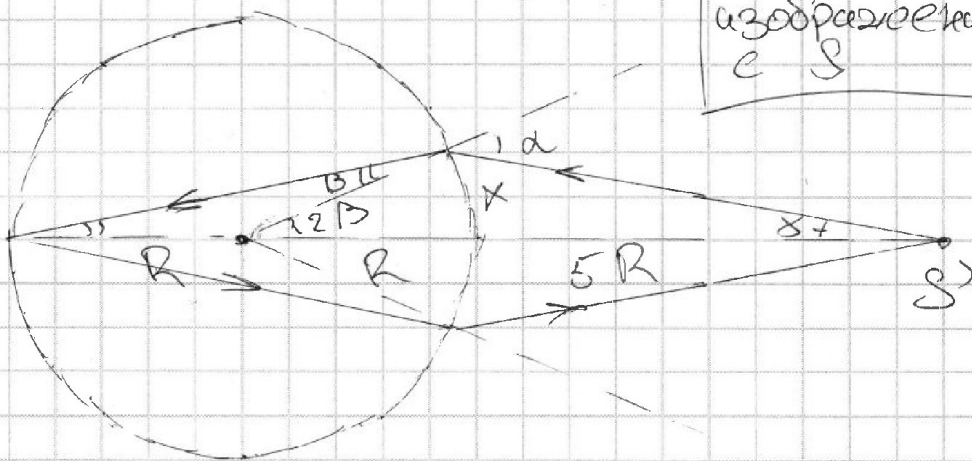
При смещении на $2f$ расстояние от изображения источника S' до центра шара будет $2f = 6R$



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. Пороча OR-кода недопустима!

Если изображение S' совпадает с S то и изображение S совпадает с S'



$$2\beta_4 f = 2$$

$$\begin{aligned} \delta &\approx \tan \delta = \frac{x}{5R} \\ &\Rightarrow \delta = \frac{2}{5} \beta \end{aligned}$$

$$\beta \approx \lg \beta = \frac{x}{2R} = 7$$

$$\frac{12}{5}\beta = \alpha \quad \sin \alpha = n \sin \beta \Leftrightarrow \alpha = n\beta$$

$$n = \frac{12}{5}$$

Answers: 1) $\frac{F}{3}$ 2) $\frac{12}{5}$

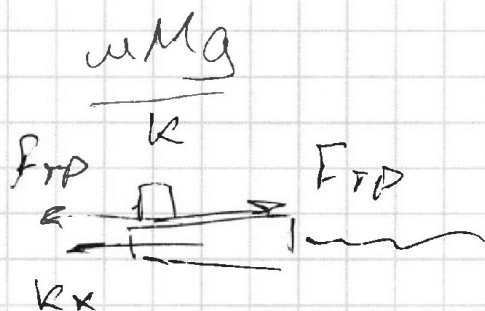


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$m\ddot{x} = -kx$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$Ma = kx - \mu mg$$

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

$$ma = \mu mg \Rightarrow a = \mu g$$

$$\mu Mg = kx - \mu mg \Rightarrow x = \mu g \frac{m+M}{k}$$

$$x' = x_0 \cos \omega t \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}}$$

$$v = v_0 \cos \omega t = \omega x_0 \cos \omega t$$

$$x = x_0 \cos \omega t$$

$$v = v_0 \sin \omega t = x_0 \omega \sin \omega t$$

$$x_0 \omega = v_0 \Rightarrow x_0 = \frac{v_0}{\omega}$$

$$\mu g \frac{m+M}{k} = \frac{v_0}{\omega} \cos \omega t$$

$$\frac{\mu mg}{k}$$

$$\frac{\mu g}{\omega^2} = \frac{v_0}{\omega} \cos \omega t \quad \cos \omega t = \frac{\mu g}{\omega v_0} = \frac{\mu g}{v_0 \sqrt{\frac{k}{m+M}}}$$

$$= \frac{3}{2\sqrt{\frac{27}{3}}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{1}{\omega}$$



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**.

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!

$$PV = \nu R T$$

$$P = \frac{\nu R T}{V}$$

$$\frac{\nu_B}{\nu_R} + 1 = \frac{\nu_B + \nu_R}{\nu_R} = \frac{5}{2}$$

$$P_1 = \frac{\nu R T}{V} \rightarrow 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} B_0 \cdot \frac{1}{3} T + \frac{1}{3} B_0 \cdot \frac{1}{3} T$$

$$P_B V = \nu_B R T$$

$$P_R V = \nu_R R T \Rightarrow \frac{P_B}{P_R} = \frac{\nu_B}{\nu_R} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3}$$

$$P V = (\nu_B + \nu_R) R T$$

$$P_R V = \nu_R R T$$

$$P_R = P \frac{\nu_R}{\nu_B + \nu_R} \Rightarrow \frac{2}{5} R T \cdot \frac{2}{5} P$$

$$\begin{array}{r} + 273 \\ 86 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 273 \\ 46 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n S_1 \frac{\Delta B}{\Delta t} = 5 L \dot{I}$$

$$\frac{36}{32} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

$$5 L \dot{I} = n S_1 \Delta B$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{t}{\frac{15}{n} t_0} \frac{P_0}{P_0 - P_{\text{vac}}(t)}$$



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 ☐

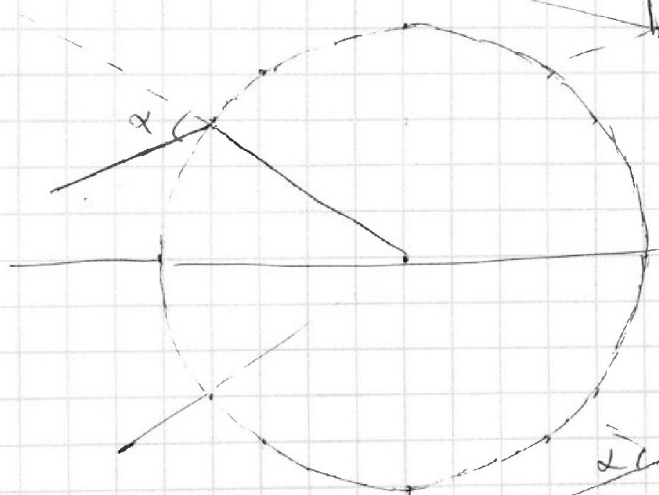
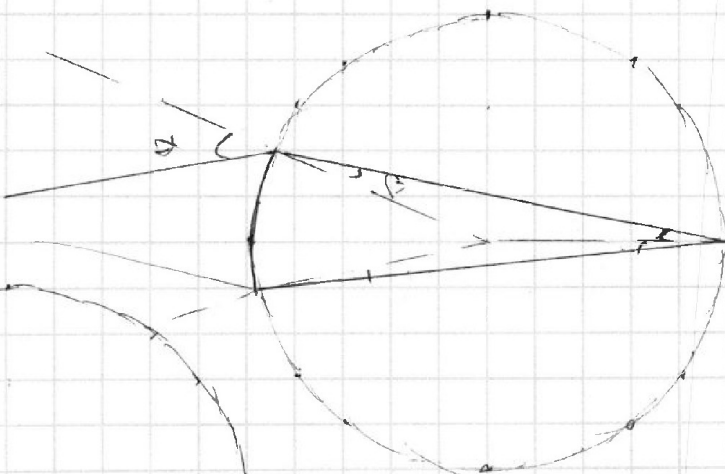
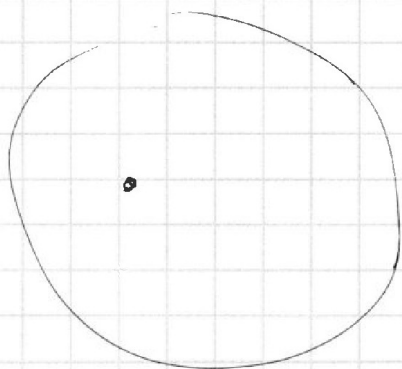
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

$$\frac{8F}{3} = 2\vec{F} + \frac{2}{3}\vec{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} \quad F = 3F$$



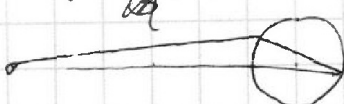
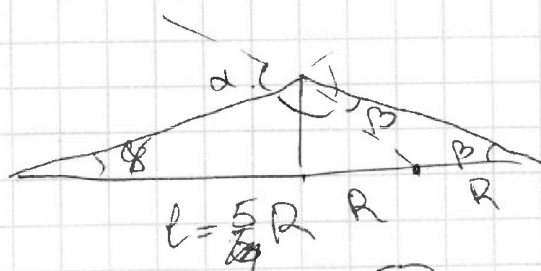
$$\tan \alpha = \frac{x}{\frac{5}{3}R} \quad \tan \beta = \frac{x}{2R}$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{2}{5}$$

$$\alpha = \frac{2}{5}\beta$$

$$\alpha = \frac{12}{5}\beta$$

$$h = \frac{12}{5}$$



$$180^\circ - \alpha + \beta$$

$$180^\circ - \alpha + \beta + \beta + \alpha = 180^\circ$$

$$\alpha = \beta$$

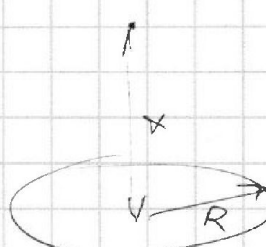


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

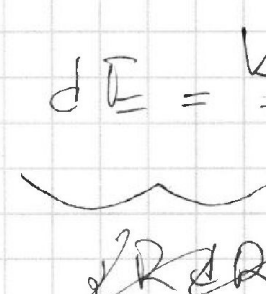
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

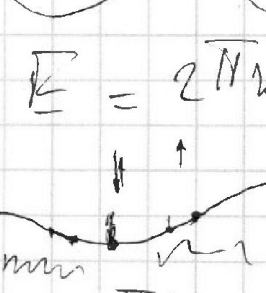
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$dE = \frac{k \lambda dl}{x^2 + R^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$
$$E = \frac{k q x}{(\sqrt{x^2 + R^2})^{\frac{3}{2}}}$$



$$dE = \frac{k 2\pi R dl}{(\sqrt{x^2 + R^2})^{\frac{3}{2}}} \cdot x$$



$$E = 2\pi k \ell x \int_0^R \frac{R dR}{(\sqrt{x^2 + R^2})^{\frac{3}{2}}} = \left| u = x^2 + R^2 \right|$$
$$= 2\pi k \ell x \int_{x^2}^{x^2 + R^2} \frac{du}{2u^{\frac{3}{2}}} = 2\pi k \ell x \left| \frac{1}{\sqrt{u}} \right|$$
$$= 2\pi k \ell x \left(\frac{1}{\sqrt{x^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right)$$
$$\frac{4\pi k \ell x^2}{2} - \frac{\pi k \ell x^2}{\sqrt{x^2 + R^2}} = \frac{3\pi k \ell x^2}{2} \Rightarrow U_0 = \sqrt{3} V_0$$
$$\frac{k \ell}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) x$$