



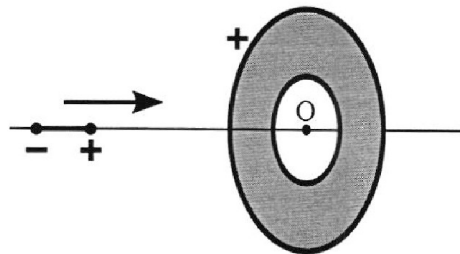
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

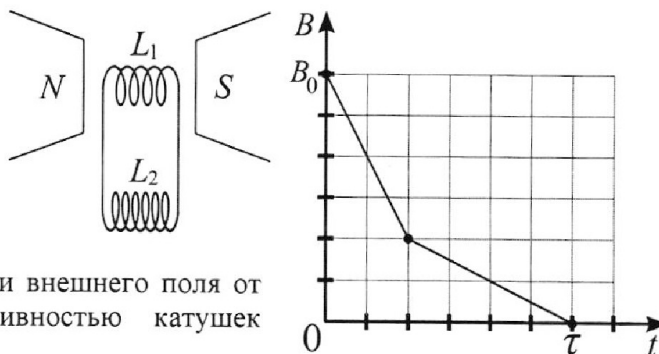


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь сообщают начальную скорость $2V_0$.



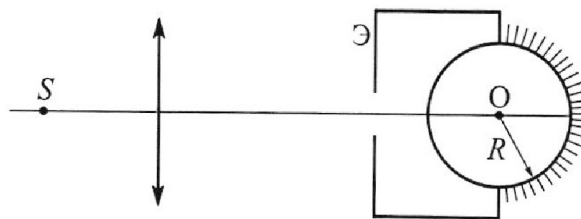
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



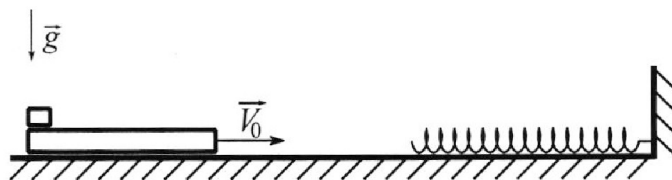
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

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.

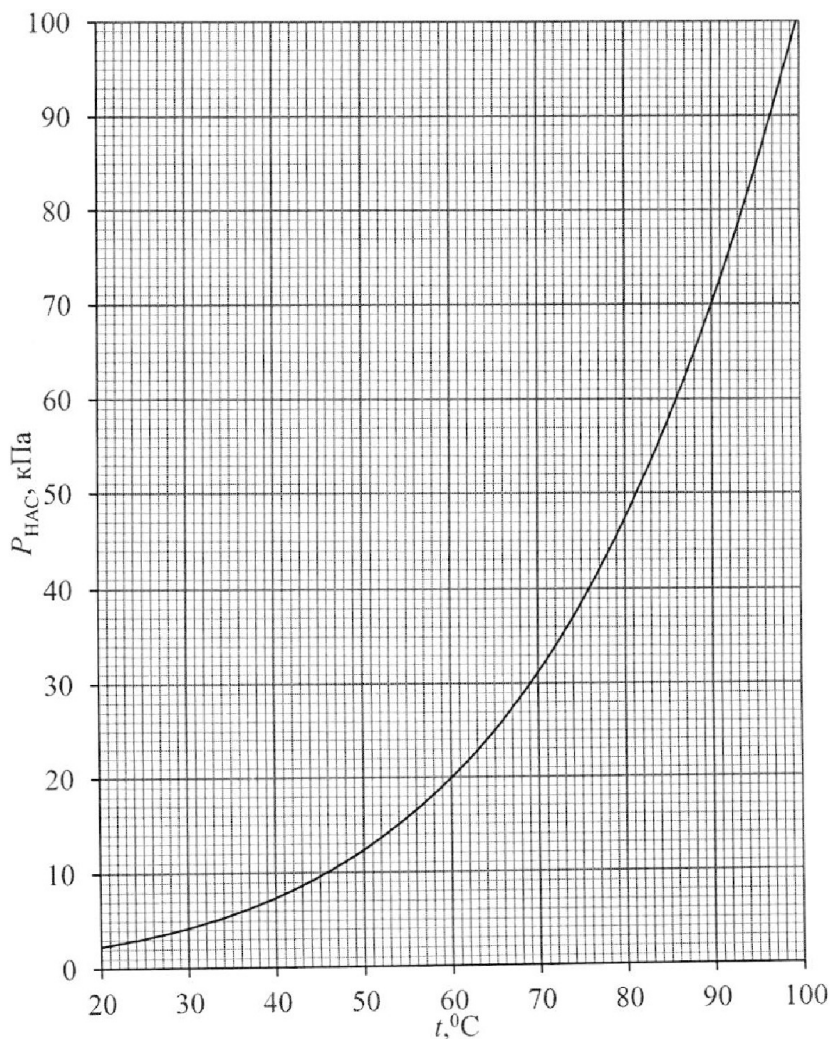


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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
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!

$$\frac{1}{\omega_1} \operatorname{tg}(\omega_1 T + \varphi_1) = \frac{-\sqrt{3} V_0}{2 \mu g} \Rightarrow \operatorname{tg}^2(\omega_1 T + \varphi_1) = \frac{3 V_0^2 \omega_1^2}{4 \mu^2 g^2}$$

$$\cos^2(\omega_1 T + \varphi_1) = \frac{4 \mu^2 g^2}{3 V_0^2 \omega_1^2 + 4 \mu^2 g^2} \quad \cos(\omega_1 T + \varphi_1) > 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu g = y_0 \omega_1^2 \cdot \frac{2 \mu g}{\sqrt{3 V_0^2 \omega_1^2 + 4 \mu^2 g^2}} \Rightarrow |\ddot{x}(T_1)| = y_0 \omega_1^2 = \frac{\sqrt{3 V_0^2 \omega_1^2 + 4 \mu^2 g^2}}{2} =$$

$$= \frac{\sqrt{3 \cdot 4 \cdot \frac{29}{2} + 4 \cdot 0,33^2 \cdot 10^2}}{2} = \frac{\sqrt{198}}{2} = \sqrt{\frac{99}{2}} \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } \frac{1}{3} \text{ м} = 0,33 \text{ м}; \frac{\pi}{18} \text{ с} = \frac{1}{6} \text{ с}; \sqrt{\frac{99}{2}} \text{ м/с}^2 = \frac{3}{2} \sqrt{11} \text{ м/с}^2$$



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.

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!

Ву Задача №1

Запишем уравнение колебаний для доски и бруска, пока относ. движение не началось: $\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} \Rightarrow x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ (в момент касания доски и пружины $x=0, t=0, \dot{x}=v_0$)

$$\dot{x} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) \quad \ddot{x} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x(0)=0, \dot{x}(0)=v_0 > 0 \Rightarrow \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}, A\omega = v_0 \quad \text{В момент начала относ. движения}$$

$$\ddot{x} = -\mu g \Rightarrow \ddot{x} = -A\omega^2 \cos(\omega T - \frac{\pi}{2}) = -\mu g \Rightarrow \mu g = v_0 \omega \cos(\omega T - \frac{\pi}{2})$$

$$\frac{x(T)}{\mu g} = \frac{A}{v_0 \omega} = \frac{1}{\omega^2} = \frac{M+m}{k} \Rightarrow x(T) = \frac{M+m}{k} \cdot \mu g = \frac{3}{2 \cdot 3} \cdot 0,3 \cdot 10 = \frac{1}{3} \text{ м} = 0,3(3) \text{ м}$$

$$\frac{\mu g}{v_0 \omega} = \cos(\omega T - \frac{\pi}{2}) \Rightarrow \frac{\pi}{2} + \arccos\left(\frac{\mu g}{v_0 \omega}\right) = \omega T \Rightarrow T = \frac{\pi}{2\omega} + \arccos\left(\frac{\mu g}{v_0 \omega}\right) \cdot \frac{1}{\omega} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{\pi}{2\sqrt{\frac{k}{M+m}}} + \frac{1}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}} \arccos\left(\frac{\mu g}{v_0 \sqrt{\frac{k}{M+m}}}\right) = \frac{3}{2 \cdot 3} + \frac{1}{3} \arccos\left(\frac{0,3 \cdot 10}{2 \cdot 3}\right) = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \cdot$$

$$\arccos\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6} \text{ с} \quad (T = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{9} = \frac{5\pi}{18} \text{ с}) \quad (-\text{м.к. ащем мин. } T)$$

$$\dot{x}(T) = -v_0 \sin(\omega T - \frac{\pi}{2}) = -v_0 \sin\left(\frac{5\pi \cdot 3}{18} - \frac{\pi}{2}\right) = -v_0 \sin(-\frac{\pi}{3}) = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

Запишем уравнение колебаний для доски после T :

$$-M\ddot{x} = kx - \mu mg \Rightarrow \frac{k}{M}\ddot{x} + \ddot{x} - \mu \frac{m}{M}g = 0$$

$$y = x - \mu \frac{m}{k}g \Rightarrow \ddot{y} = \ddot{x} \Rightarrow \frac{k}{M}\ddot{y} + \ddot{y} = 0 \Rightarrow y = y_0 \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$$

$$\dot{y} = -y_0 \omega_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1) \quad \ddot{y} = -y_0 \omega_1^2 \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$$

$$\text{Момент макс. зжатия} = T_1 \Rightarrow x(T_1) = \text{макс} \Rightarrow y(T_1) = \text{макс} \Rightarrow y(T_1) = y_0 \Rightarrow \ddot{y}(T_1) = -y_0 \omega_1^2 \quad (\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{M}}) \quad \ddot{y}(T_1) = \ddot{x}(T_1) = \text{ускорение доски.}$$

$$\dot{y}(T) = -y_0 \omega_1 \sin(\omega_1 T + \varphi_1) = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 \quad \ddot{y}(T) = -y_0 \omega_1^2 \cos(\omega_1 T + \varphi_1) = -\mu g$$

см. стр. 2



1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

Задача №2

$$\varphi = \frac{P_n}{P_H} \quad (P_n - \text{давление пара}, P_H - \text{давление насыщенного пара}, P_B - \text{воздуха})$$

$$P_0 = P_{B_0} + P_{n_0} \quad (0 - \text{при } t_0, 2 - \text{при } t = 46^\circ\text{C}, 3 - \text{при } t^*)$$

$$P_{n_0} = \varphi_0 P_{H_0} = P_1, \text{ из графика } P_{H_0} = P_H(86^\circ\text{C}) = 60 \text{ кПа} \Rightarrow P_1 = 40 \text{ кПа}$$

Заметим, что $P_B + P_n = \text{const}$ (м.к. масса порошка и давление атмосферы постоянны) $= P_0$

$$P_B V = \nu_B R T \quad P_n V = \nu_n R T \quad T_i = t_i + 273$$

$$(P_B + P_n) V = (\nu_B + \nu_n) R T \Rightarrow P_0 V = (\nu_B + \nu_n) R T$$

$$\text{Для } t^*: \varphi_3 = 1, \nu_{n_3} = \nu_{n_0}$$

$$P_{n_3} V_3 = \nu_{n_3} R T_3 \quad P_0 V_3 = (\nu_B + \nu_{n_3}) R T_3 \Rightarrow \frac{P_{n_3}}{P_0} = \frac{\nu_{n_3}}{\nu_{n_3} + \nu_B}$$

$$P_{n_0} V_0 = \nu_{n_0} R T_0 \quad P_0 V_0 = (\nu_B + \nu_{n_0}) R T_0 \Rightarrow \frac{P_{n_0}}{P_0} = \frac{\nu_{n_0}}{\nu_{n_0} + \nu_B} \Rightarrow P_{n_3} = P_{n_0} = P_{H_3} = 40 \text{ кПа}$$

$$\text{из графика } P_{H_3}(t^*) = 40 \text{ кПа} \Rightarrow t^* = 76^\circ\text{C}$$

$$\text{Для } t_2 = t = 46^\circ\text{C}: \varphi_2 = 1, \nu_{n_2} < \nu_{n_0}. \quad P_{n_2} = P_{H_2} = P_H(t_2) = 10 \text{ кПа} \Rightarrow P_{B_2} = P_0 - P_{n_2}$$

$$P_{B_2} V_2 = \nu_B R T_2 \quad P_{B_0} V_0 = \nu_B R T_0 \Rightarrow \frac{P_{B_2}}{P_{B_0}} \cdot \frac{V_2}{V_0} = \frac{T_2}{T_0} \Rightarrow \frac{V_2}{V_0} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \frac{P_{B_0}}{P_{B_2}} =$$

$$= \frac{46 + 273}{86 + 273} \cdot \frac{150 - 40}{150 - 10} = \frac{319}{359} \cdot \frac{11}{14} = \frac{3509}{5026}$$

$$\text{Ответ: } 40 \text{ кПа}; 76^\circ\text{C}; \frac{3509}{5026}$$



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 ☐

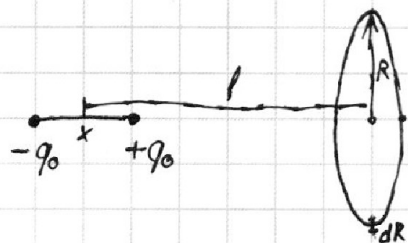
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

Задача №3

Рассчитаем пот. энергию диполя относительно части диска в виде окружности в зависимости от расстояния от центра диска, до диполя (центра): $+q_0, -q_0, x$ — заряды и размер диполя

R — радиус окр., dR — толщина, σ — поверхностная плотность заряда на диске, l — расстояние между центрами диполя и



диска. dW — пот. энергия. σq — заряд окр.

$$dW = \frac{kq_0\sigma q}{\sqrt{R^2 + (l - \frac{x}{2})^2}} - \frac{kq_0\sigma q}{\sqrt{R^2 + (l + \frac{x}{2})^2}} = kq_0\sigma 2\pi R dR \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + (l - \frac{x}{2})^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + (l + \frac{x}{2})^2}} \right) =$$

$$= kq_0\sigma 2\pi \left(\frac{R^2 + (l - \frac{x}{2})^2}{\sqrt{R^2 + (l - \frac{x}{2})^2}} - \frac{R^2 + (l + \frac{x}{2})^2}{\sqrt{R^2 + (l + \frac{x}{2})^2}} \right)$$

Пусть радиус диска $= R_1$, а отверстия $= R_2$. Тогда пот. энергия диполя отнес. диска $= W_0 = \int_{R_2}^{R_1} dW = kq_0 2\pi \left(\int_{R_2}^{R_1} \left(\frac{d(R^2 + (l - \frac{x}{2})^2)}{\sqrt{R^2 + (l - \frac{x}{2})^2}} - \frac{d(R^2 + (l + \frac{x}{2})^2)}{\sqrt{R^2 + (l + \frac{x}{2})^2}} \right) \right)$

$$= 2\pi kq_0\sigma \left(\sqrt{R_1^2 + (l - \frac{x}{2})^2} - \sqrt{R_2^2 + (l - \frac{x}{2})^2} - \sqrt{R_1^2 + (l + \frac{x}{2})^2} + \sqrt{R_2^2 + (l + \frac{x}{2})^2} \right)$$

$$W_0(l) \text{ производная по } l = \pi kq_0\sigma 2\sigma \left(\frac{l - \frac{x}{2}}{\sqrt{R_1^2 + (l - \frac{x}{2})^2}} - \frac{l - \frac{x}{2}}{\sqrt{R_2^2 + (l - \frac{x}{2})^2}} - \frac{l + \frac{x}{2}}{\sqrt{R_1^2 + (l + \frac{x}{2})^2}} + \frac{l + \frac{x}{2}}{\sqrt{R_2^2 + (l + \frac{x}{2})^2}} \right)$$

$$\text{Пусть } \frac{1}{\sqrt{R^2 + (l - \frac{x}{2})^2}} = \alpha, \text{ а } \frac{1}{\sqrt{R^2 + (l + \frac{x}{2})^2}} = \beta$$

Далее см. стр. 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
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!

заметим, что $d(-l) = \frac{1}{\sqrt{R^2 + \left(l - \frac{x}{2}\right)^2}} = \beta(l)$. Аналогично $\beta(-l) = d(l)$

$$dW = 2\pi R dR \cdot k q_0 \delta(l - \beta) \Rightarrow dW(-l) = 2\pi R dR \cdot k q_0 \delta(\beta(l) - d(l)) = -dW(l)$$

пот. энергия диполя относ. всего кольца $= W_0 = \int_{\text{по R}} dW \Rightarrow$

$$\Rightarrow W_0(-l) = -W_0(l)$$

Пусть при некоем l_0 $W_0(l_0) \geq W_0(l)$, для любого l (т.е. $W_0(l_0)$ - макс).

Тогда $-W_0(l_0) \leq -W_0(l) \Rightarrow W_0(-l_0) \leq W_0(-l)$, для любого $l \Rightarrow$

$$\Rightarrow W_0(-l_0) - \text{мин.} \quad W_0(l=0) = -W_0(-l) = -W_0(0) \Rightarrow W_0(l=0) = 0$$

при l стремящемся к $\pm\infty$, $W_0 = 0$ (по определению)

E - кин. энергия диполя, а m - его масса (E_0 - начальная)

$$E = \frac{mv^2}{2}, E > 0 \Rightarrow E_0 = W_0 + E \quad \frac{mv_0^2}{2} - \text{мин. } E_0 \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = W_{0\text{макс}} + 0 = W_0(l_0)$$

$$\text{Далее } E_0 = \frac{m(2v_0)^2}{2} = \frac{4mv_0^2}{2}. \quad E(l=0) = E_0 - W_0(l=0) = E_0 = \frac{4mv_0^2}{2}$$

$$v - \text{скорость диполя } v = \sqrt{\frac{2E}{m}} \quad v(l=0) = 2v_0$$

$$E_{\text{мин}} = E_0 - W_0(l_0) = \frac{4mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{3mv_0^2}{2} \Rightarrow v_{\text{мин}} = \sqrt{3}v_0$$

$$E_{\text{макс}} = E_0 - W_0(l=-l_0) = E_0 + W_0(l_0) = \frac{5mv_0^2}{2} \Rightarrow v_{\text{макс}} = \sqrt{5}v_0$$

$$v_{\text{макс}} - v_{\text{мин}} = v_0(\sqrt{5} - \sqrt{3})$$

Ответ: $2v_0$; $v_0(\sqrt{5} - \sqrt{3})$



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**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

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

Задача №4

За время от 0 до $\frac{T}{3}$, B упала от B_0 до $B_0/3 \Rightarrow \dot{B} = \frac{\frac{2}{3}B_0}{\frac{T}{3}} = 2\frac{B_0}{T}$ (т.к.

график линейный), аналогично от $\frac{T}{3}$ до T , $\Delta B = \frac{B_0}{3} \Rightarrow \dot{B} = \frac{\frac{B_0}{3}}{\frac{2T}{3}} = \frac{B_0}{2T}$

$\mathcal{E}_{\text{инд}} = nS_1 \dot{B}_k = nS_1 (\dot{B}_c + \dot{B})$ (B_c — индукция от тока через катушку, $\dot{B}$ — внешнее поле).
напряжение на той катушке (далее $\mathcal{E}_1$) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_1 = nS_1 \dot{B}_c + nS_1 \dot{B} = L \dot{I} + nS_1 \dot{B} \quad (I - \text{ток через катушки})$$

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 4L \dot{I} \Rightarrow 5L \dot{I} = nS_1 \dot{B}$$

$$\int_0^{I_0} 5L \dot{I} = \int nS_1 \dot{B} = nS_1 B_0 \quad (I_0 - I \text{ в момент времени } T)$$

$$5L I_k = nS_1 B_0 \Rightarrow I_{k0} = \frac{nS_1 B_0}{5L}$$

$$\int_0^{I(t)} 5L \dot{I} = 5L I(t) = nS_1 \cdot 2\frac{B_0}{T} \cdot t \quad (\text{для } t \leq \frac{T}{3}) \quad \text{и} \quad nS_1 \cdot \frac{2}{3}B_0 + nS_1 \cdot \frac{B_0}{2T} \cdot (t - \frac{T}{3}) \quad (\text{для}$$

$$t > \frac{T}{3}) = \frac{2}{3}nS_1 B_0 - nS_1 \cdot \frac{B_0}{6T} + nS_1 B_0 \cdot \frac{t}{2T} = \frac{nS_1 B_0}{2} + \frac{nS_1 B_0}{2} \cdot \frac{t}{T} \quad I = \dot{q}$$

$$\int_0^{q_0} 5L dq = \int_0^{T/3} \frac{2nS_1 B_0}{T} \cdot t dt + \int_{T/3}^T \frac{nS_1 B_0 t}{2} + \int_{T/3}^T \frac{nS_1 B_0 t}{2T} = \quad q_0 - \text{заряд протекающий за } T$$

$$= \int_0^{T/3} \frac{nS_1 B_0}{T} \cdot 2t dt + \int_{T/3}^T \frac{nS_1 B_0 t}{2} + \int_{T/3}^T \frac{nS_1 B_0}{4T} \cdot 2t dt = \frac{nS_1 B_0}{T} \cdot \left(\frac{T}{3}\right)^2 + \frac{nS_1 B_0 T}{2} - \frac{nS_1 B_0 T}{6} +$$

$$+ \frac{nS_1 B_0}{4T} T^2 - \frac{nS_1 B_0}{4T} \left(\frac{T}{3}\right)^2 = \frac{nS_1 B_0 T}{36} (4 + 18 - 6 + 9 - 1) = \frac{2}{3} nS_1 B_0 T \Rightarrow q_0 = \frac{2nS_1 B_0 T}{15L}$$

Ответ: $\frac{nS_1 B_0}{5L}$; $\frac{2nS_1 B_0 T}{15L}$



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 1

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

Задача №5

Пусть n - показатель преломления шара $= 1$, тогда это просто вогнутое сферическое зеркало. Пусть f_1 - расстояние от линзы, до изображения источника в ней. $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow f_1 = 3F$

Тогда расстояние от этого изображения, до зеркала $= b + 2R - f_1 = b + 2R - 3F = 2R - \frac{1}{3}F$ (где R - радиус шара). А расстояние до изображения в зеркале $= a + b + 2R = \frac{8F}{3} + \frac{3F}{2} + 2R = \frac{25F}{6} + 2R$

$\frac{1}{2R - \frac{1}{3}F} + \frac{1}{2R + \frac{25F}{6}} = \frac{2}{R}$ - формула сфер. зеркала.

$$\frac{1}{4 - \frac{2F}{3R}} + \frac{1}{4 + \frac{25F}{3R}} = 1 \Rightarrow 4 + \frac{25F}{3R} + 4 - \frac{2F}{3R} = 16 + \frac{100F}{3R} - \frac{8F}{3R} - \frac{50F^2}{9R^2}$$

$$8 + \frac{69F}{3R} - \frac{50F^2}{9R^2} = 0 \quad \frac{F}{3R} = t \Rightarrow 8 + 69t - 50t^2 = 0 \quad D = 69^2 + 50 \cdot 8 \cdot 4 = 6361$$

$$\frac{F}{3R} = t = \frac{-69 - \sqrt{6361}}{-100} = \frac{69 + \sqrt{6361}}{100}$$

$$R = \frac{100F}{3 \cdot 69 + 3\sqrt{6361}} = \frac{100F}{207 + 3\sqrt{6361}} - \text{ответ}$$

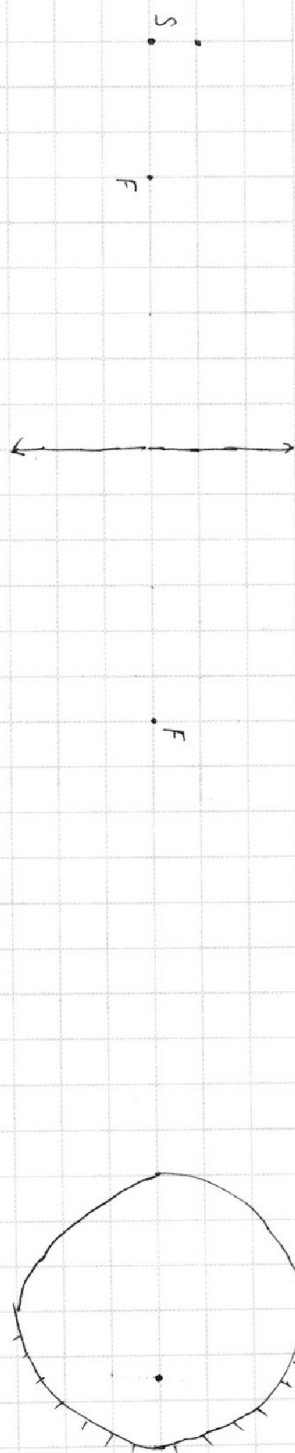


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





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!

$$V_{n1} =$$

$$E_s = \frac{P_0 V_s}{R(V_B + V_n)} = P_0 V_n T_3$$

$$V_s = \frac{P_0 R T_3}{P_n}$$

$$P_n V_3 = V_n R T_3$$

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

$$\begin{array}{r} 293 \\ + 46 \\ \hline 339 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 243 \\ + 86 \\ \hline 329 \end{array}$$

$$100 \cdot 8 \cdot 2 = 1600$$

$$\frac{319}{28} \left| \frac{1}{39} \right.$$

$$\sqrt{k} \quad \frac{H}{N} \quad \frac{H \cdot R}{e^2}$$

$$363$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ \times 11 \\ \hline 319 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ \times 14 \\ \hline 1438 \\ 3590 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$10$$

$$19$$

$$\frac{\pi}{3}$$

$$\dot{y} = \dot{x}$$

$$-y_0 \omega_1^2 \sin(\omega_1 T + \varphi_0) = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$-y_0 \omega_1^2 \cos(\omega_1 T + \varphi_0) = \mu g$$

$$L = \frac{\varepsilon}{\dot{z}}$$

$$E_1 = L \dot{I} + h S \dot{B} = E_2 = 4 L \dot{I}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 69 \\ \hline 45 \\ 309 \\ \hline 345 \end{array}$$

$$B \pm$$

$$\begin{array}{r} 3069 \\ \times 2 \\ \hline 6138 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4761 \\ + 1600 \\ \hline 6361 \end{array}$$

$$3$$

$$\begin{array}{r} 86 \\ \times 49 \\ \hline 411 \\ 553 \\ \hline 6241 \end{array}$$

$$2 \cdot 22 \cdot 2 + 3^2 \cdot 4$$

$$\begin{array}{r} 162 \\ + 36 \\ \hline 198 \end{array}$$

$$3^2 \cdot 2 (2+9)$$

$$\varepsilon \frac{d}{R} = \frac{1}{F} + \frac{1}{f}$$



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**.

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!

