



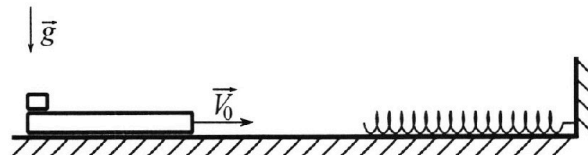
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

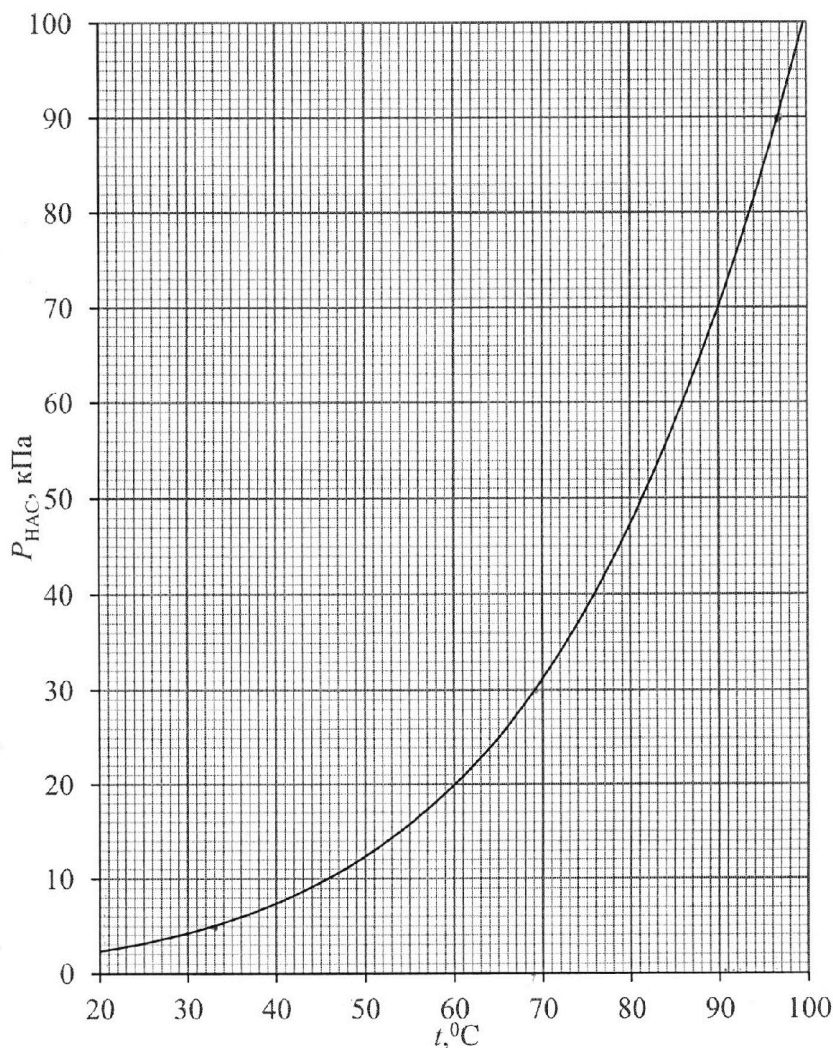


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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

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

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





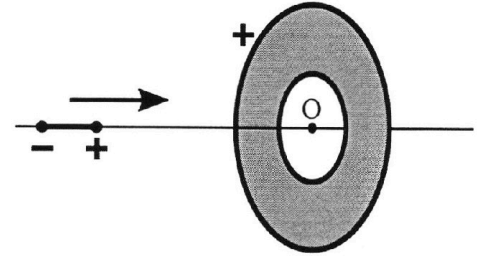
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

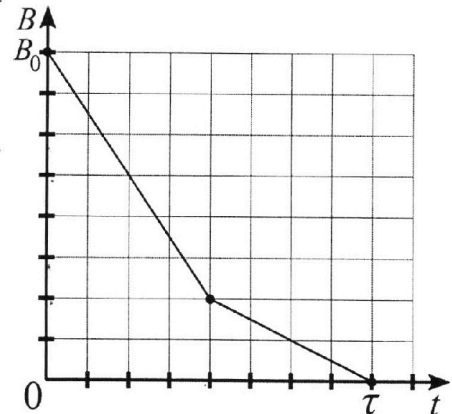
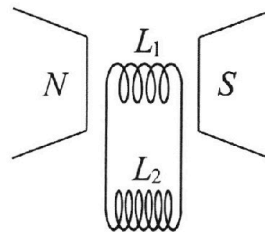


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



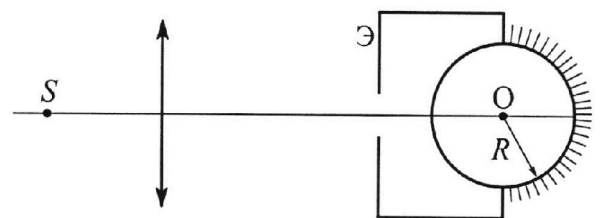
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



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!

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$V_0 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = 36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

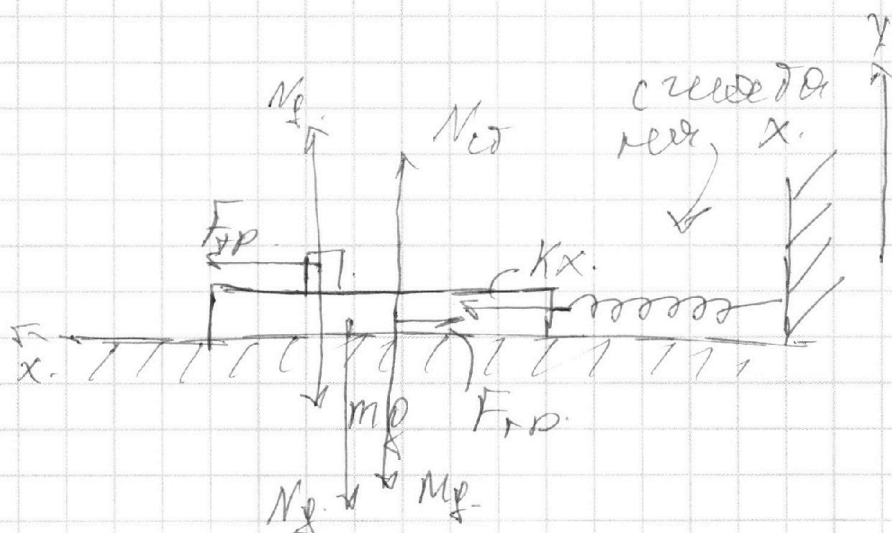
$$1) x_1 - ?$$

$$2) t - ?$$

$$3) a - ?$$

Решение:

1) Рассмотрим систему „брусок + доска“ в какой-нибудь момент времени.



по 1 ЗМ для доски:

$$x: Kx - F_{тр} = Ma_{dx}; \quad a_{dx} - \text{ускорение доски}$$

по 2 ЗМ для бруска:

$$y: N_y - mg = 0 \rightarrow N_y = mg$$

$$x: F_{тр} = ma_{bx}; \quad a_{bx} - \text{ускорение бруска}$$

ка.

Когда одно из движений начнется, ускорения бруска и доски все еще



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 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!

будут односторонние $Q_{dx} = Q_{ox} = Q_{ox}$,

тогда в момент, когда машиниста прокатывающегося.

$$\begin{cases} F_{rp1} = \mu M_f \\ F_{rp1} = m a_{ox} \\ - F_{rp1} + K x_1 = M a_{ox} \\ M_f = m r_f \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \mu m r_f = a_{ox} \cdot m \\ - \mu m r_f + K x_1 = M a_{ox} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_{ox} = \mu r_f \\ K x_1 = \mu m r_f + M a_{ox} \end{cases} \Rightarrow K x_1 = \mu m r_f + M \mu r_f$$

$$x_1 = \frac{\mu m r_f + M \mu r_f}{K} \quad \left| \quad x_1 = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 1 + 0,3 \cdot 10 \cdot 2}{36} \right.$$

$$x_1 = \frac{9}{36} \text{ м}, \quad \boxed{x_1 = 0,25 \text{ м}}$$

2) До момента прокатывающегося,

или, вернее, что $Q_{dx} = Q_{ox} = Q_{ox}$,

и $F_{rp} \leq \mu M_f$. Тогда:

$$\begin{cases} F_{rp} = m a_{ox} \\ - F_{rp} + K x_{\text{св}} = M a_{ox} \end{cases} \quad \text{соединяя 2 ур-ца.}$$

$$K x_{\text{св}} = (m + M) a_{ox},$$



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!

Пусть l - длина пружины в расслабленном состоянии, а l_0 - длина недеформированной пружины:

$$l = l_0 - x,$$

Т.к. отм-ного колебания мед, то $v_{fx} = v_{ox} = v_x$, v_f и v_o - ск-ти пружины и груза.

$$v_f = l' = -x' \quad v_o = v_x' = -x',$$

$$Kx = (m+M)a_x = -(m+M)x''$$

$$Kx + x''(m+M) = 0 \quad | : m+M.$$

$$x'' + \left(\frac{K}{m+M}\right)x = 0.$$

$$\omega^2 = \frac{K}{m+M}; \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{m+M}} = \sqrt{\frac{36}{1+2}} = \sqrt{12} \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = \sqrt{12} \text{ с}^{-1}.$$

$$x(t) = x_0 + B \sin(\omega t) + D \cos(\omega t)$$

$$x_0 = 0; \quad x(0) = 0 = D + x_0 \Rightarrow D = 0$$

$$x'(t) = x_0' + B \cdot (\sin(\omega t))' = B \omega \cos(\omega t)$$

$$x'(0) = +V_0 = B\omega \Rightarrow B = +\frac{V_0}{\omega}.$$

$$x(t) = +\frac{V_0}{\omega} \sin(\omega t)$$



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**.



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!

Когда $t = T$ $x = x_1$

$$x(T) = x_1.$$

$$1 + \frac{v_0}{\omega} \sin(\omega T) = x_1.$$

$$\frac{1}{\sqrt{12}} \sin(T \sqrt{12}) = \frac{1}{4}.$$

$$\sin(8 \sqrt{12}) = \frac{\sqrt{12}}{4} = \frac{2\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

$$8 \sqrt{12} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow T = \frac{\pi}{3 \sqrt{12}} = \frac{1}{\sqrt{12}} \text{ с.}$$

$$T = \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с.}, \quad \boxed{T = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с.}}$$

Ответ: 1) $x_1 = 0,25 \text{ м.}$

$$2) T = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с.}$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

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

Дано: $t_0 = 37^\circ\text{C}$

$P_0 = 105 \text{ кПа}$

$T_0 = 370 \text{ К}$

$T = 306 \text{ К}$

$\varphi_0 = \frac{1}{3}$

$P_{\text{нп}} = 30 \text{ кПа}$

$P_{\text{нп}} = 5 \text{ кПа}$

$t_1 = 33^\circ\text{C}$

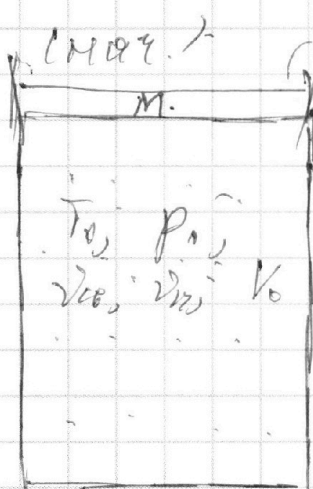
1) $P_{\text{нп}} = ?$

2) $t^* = ?$

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

Решение:

1) Рассмотрим начальное и конечное состояние воздуха;



Решение: $\varphi_0 = \frac{1}{3}$ — относительная влажность воздуха.

$P_{\text{нп}}, v_{\text{нп}} - \text{в паре}$
 $P \text{ пар}$

по 3-му Давидова:

$$P_0 = P_{\text{нп}} + P_{\text{во}}$$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$P_{\text{во}} V_0 = \nu_{\text{во}} R T_0; \quad P_{\text{нп}} = P_{\text{нп}} \varphi_0$$

$$P_{\text{нп}} V_0 = \nu_{\text{нп}} R T_0;$$

$$P_{\text{нп}} = \frac{1}{3} P_{\text{нп}} = 30 \text{ кПа}; \quad (P_{\text{нп}} = 30 \text{ кПа})$$

2) Рассмотрим произвольное про-



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 5

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

$$p_0 V = RT (V_{H_2O} + V_{O_2}),$$

До насыщения паров $\gamma_H = \text{const}$.
Т.е. $V \sim T$. Тогда т.к. $T \sim V$ то
из ур-ий Менделеева-Клапейрона
для влажного пара и сухого воздуха
следует, что их парциальные
давления не изменяются. Т.е.

до насыщения:

$$p_H = p_{H0} = 30 \text{ кПа} = \text{const}.$$

$$p_{O_2} = p_{O20} = p_0 - p_{H0} = 75 \text{ кПа} = \text{const}.$$

Тогда насыщение пара произойдет при T^* такой, что

$$p_{H1}^* = p_{H0} = 30 \text{ кПа}.$$

Из графика следует, что $T^* = 34^\circ\text{C}$.

$$(t^* = 68^\circ\text{C});$$

3) Рассмотрим конечное состояние.

Т.к. пар сухого воздуха охлажден

до $t = 33^\circ\text{C}$, то пар насыщен.

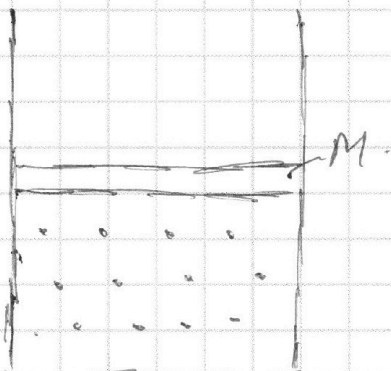


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4. из 5

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



$p_{m1}, p_{св1}, \gamma_{m1},$
 $\gamma_{св0}, T_1, V_1.$

по 2-му Давидова:

$$p_0 = p_{m1} + p_{св1};$$

Пар насыщенно-влажный $\Rightarrow$

$$p_{m1} = p_{n1} = 5 \text{ кПа}$$

$$p_{св1} = p_0 - p_{m1} = 100 \text{ кПа}$$

Напишем ур-ие Мен.

Давида - Клапейрона:

$$p_{св1} V_1 = \gamma_{св0} R T_1. \quad \neq$$

Тогда учитывая зависимость для сухого воздуха ур-ие Мендерева - Клапейрона в пункте 17).

Э имеем:

$$\begin{cases} p_{св1} V_1 = \gamma_{св0} R T_1 & \text{по условию задачи} \\ p_{св0} V_0 = \gamma_{св0} R T_0 & \text{ур-ие} \end{cases}$$

$$\frac{p_{св1} V_1}{p_{св0} V_0} = \frac{T_1}{T_0} \Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = \frac{p_{св0} T_1}{p_{св1} T_0};$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{75 \text{ кПа} \cdot 306 \text{ К}}{100 \text{ кПа} \cdot 370 \text{ К}} = \frac{3 \cdot 75 \cdot 306}{100 \cdot 370} = \frac{3}{24} \cdot \frac{306}{370} = \frac{153}{740}$$



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

5 из 5

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

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{45.9}{740};$$

~~Ответ:~~ 1) $P_{\text{по}} = 30 \text{ кВт}$;
2) $t^* = 69^\circ\text{C}$; 3) $\frac{V_1}{V_0} = \frac{45.9}{740}$.

~~Ответ:~~

$$1) P_{\text{по}} = \eta_0 P_{\text{ппо}} = 30 \text{ кВт}$$

$$2) t^* = 69^\circ\text{C}; \quad 3) \frac{V_1}{V_0} = \frac{P_{\text{в0}} T_1}{P_{\text{в1}} T_0} = \frac{45.9}{740};$$



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!

Дано:

V_0

Решение:

1) Поймем, как меняется потенциальная энергия

1) $V_1 - ?$

точечного заряда

2) $\frac{V_{max}}{V_{min}} - ?$

при ~~протёте~~ перемеще-

нии волевы оси сим-

метрии, диска. Диск можно

разбить на много тонких ~~раз~~

колец. Пот. энергии точечного

заряда в поле диска - это сум-

марная потенциальная энер-

гия этого точечного заряда в

поле всех колец. Посчитаем

пот. энергию точечного заряда

в поле равномерно заряде-

ного тонкого кольца. Направим

ось X по оси симметрии и

в начале в центре кольца.



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.

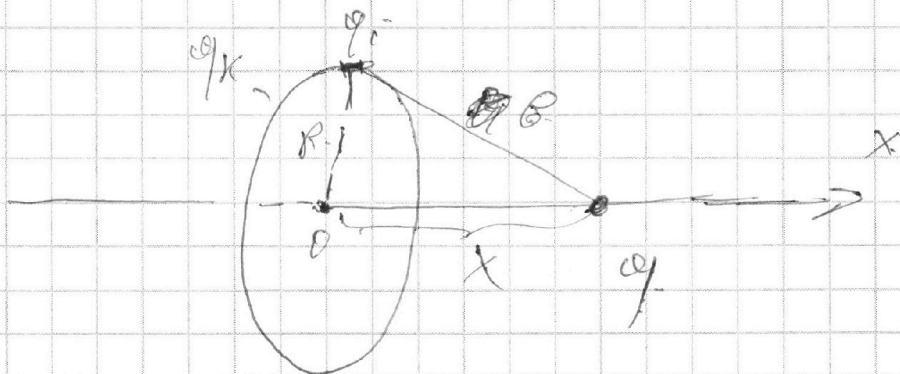
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 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!

Разобьем кольцо на м-во то-



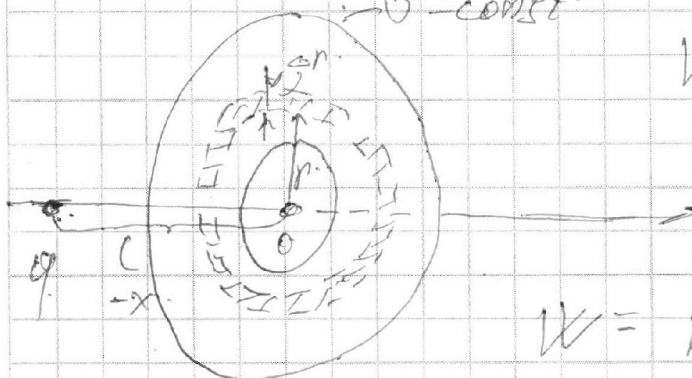
чечески зарядов и просумми-
руем W_i в кольцо.

$$\Delta W_k = \sum_i \frac{kq_i q_k}{r} = \sum_i \frac{kq_i q_k}{\sqrt{R^2 + x^2}} =$$

$$= \frac{kq}{(R^2 + x^2)^{\frac{1}{2}}} \sum_i q_i = \frac{kq \cdot q_k}{\sqrt{R^2 + x^2}}.$$

Теперь перейдем к риску:

$\sigma = \text{const}$



$$W = \sum_{k=1}^N W_k = \sum_{k=1}^N \frac{kq \cdot q_k}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$W = kq \sum_{k=1}^N \frac{\sigma \cdot \Delta l}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\Delta l = 2\pi R \cdot \Delta r; \quad W = kq \sigma \sum_{k=1}^N \frac{2\pi R \Delta r}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$



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
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!

$$W = 2kqQ \sum_k \frac{r^k}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$

Теперь можно рассмотреть
функцию поля.

Рассмотрим случай, когда
дискета сообщается минималь-
ную скорость, необходимую
для полёта. В таком слу-
чае он останется в цент-
ре диска.

Заряд диска - q_r , кольцо
 Q . (q_r , $Q > 0$). На беско-
нечном расстоянии

$W_\infty = 0$. В момент полёта:

$$x = \frac{r}{2} \Rightarrow W = W_{q_r} + W_{Q_r};$$

W_{q_r} - W положительного заря-
да W_{Q_r} - отрицательного.

$x = 0$ т.к. Примечание: на поле
в момент полёта $x = \frac{r}{2}$, где $t =$



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
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!

$$W_{+q} = 2Nkq\sigma \Sigma \frac{r_0 r_1}{\sqrt{r^2 + \frac{r^2}{2}}}$$

$$W_{-q} = -2Nkq\sigma \Sigma \frac{r_0 r_1}{\sqrt{r^2 + \frac{r^2}{2}}}$$

$W = 0 \Rightarrow$ при перемещении
шарика из бесконечного
удаленной точки это W не в
центр диска, его скорость
 W не меняется $\Rightarrow$ его W
 E_k (из ЗСЭ) не меняется $\Rightarrow$
его скорость не меняется
 $V_1 = \frac{3}{2}V_0$. Ответ: $\frac{3}{2}V_0$,



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

1 из 5

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

Дано:

S_1, L_1

n, B_0

$NI_0 - ?$

2) $q_1 - ?$

Т.к. $B(t)$

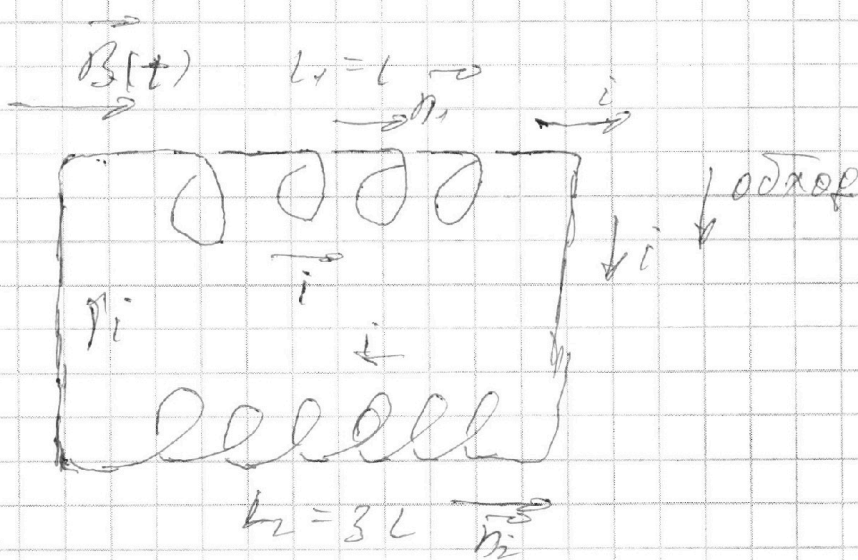
перемен,

то по

правилу.

Решение:

1) Рассмотрим контуры в произвольный момент $t \in [0, T]$



Ленца индуцирующийся ток будет направлен так, чтобы создавать $\vec{B} \uparrow \uparrow \vec{B}$. Отсюда можно сразу (по правилу правой руки) определить направление тока в кс. Из-за изменяющейся магнитной поля



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 5

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

в катушках будет в 1 и 2
будут возникать $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$
соответственно.

по 3-му закону Фарадея:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_1 &= - \Phi_1'(t); \\ \mathcal{E}_2 &= - \Phi_2'(t); \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} \text{напрелема од-} \\ \text{хора возмем по} \\ \text{токы.} \end{array} \right.$$

$$\Phi_1(t) = \cancel{L_1} + B S_1 n;$$

$$\mathcal{E}_1 = - \cancel{L_1} - L_1' - B' S_1 n.$$

$$\Phi_2(t) = 3 L_2$$

$$\mathcal{E}_2 = - 3 L_2'$$

из 2 по 2 правельу Кирх-
гоффера:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$\mathcal{E}_1 = - \mathcal{E}_2.$$

$$- L_1' - B' S_1 n = - (- 3 L_2').$$

$$- L_1' - B' S_1 n = 3 L_2'$$

$$4 L_1' = - B' S_1 n,$$



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 5

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

$$4L \frac{di}{dt} = - \frac{dB}{dt} S_1 n, \quad (*)$$

Продифференцируем (*) от 0 до T.

$$\sum 4L di = - \sum dB \cdot S_1 n.$$

$$4L \sum di = - S_1 n \sum dB.$$

$$4L (I_0 - i(0)) = - S_1 n (0 - B_0).$$

Но кондукторская ток скачком не меняется $\Rightarrow i(0) = 0$ А,

$$4L I_0 = B_0 S_1 n$$

$$I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{4L}$$

2). Продифференцируем (*) от 0 до произвольного $t \in [0, T]$.

$$4L \sum di = - S_1 n \sum dB,$$

$$4L (i(t) - i(0)) = - S_1 n (B(t) - B_0).$$

$$4L i(t) = - S_1 n B(t) + S_1 n B_0,$$

$$i(t) = - \frac{S_1 n B(t)}{4L} + \frac{S_1 n B_0}{4L}.$$



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
4 из 5

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

$$\frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = - \frac{S_1 n}{4L} B(t) + \frac{S_1 n}{4L} B_0 \cdot 1 \cdot \Delta t$$

$$\Delta \varphi = - \frac{S_1 n}{4L} B(t) \Delta t + \frac{S_1 n}{4L} B_0 \Delta t \cdot (**)$$

Проинтегрируем φ от 0 до τ

$$\varphi_1 = - \frac{S_1 n}{4L} \sum B(t) \Delta t + \frac{S_1 n}{4L} B_0 \tau$$

$\sum B(t) \Delta t$ — площадь под графиком $B(t)$.

$$\sum B(t) \Delta t = \frac{1}{2} \left(B_0 + \frac{B_0}{4} \right) \tau$$

$$\sum B(t) \Delta t = S_{\text{пр1}} + S_{\text{пр2}}$$

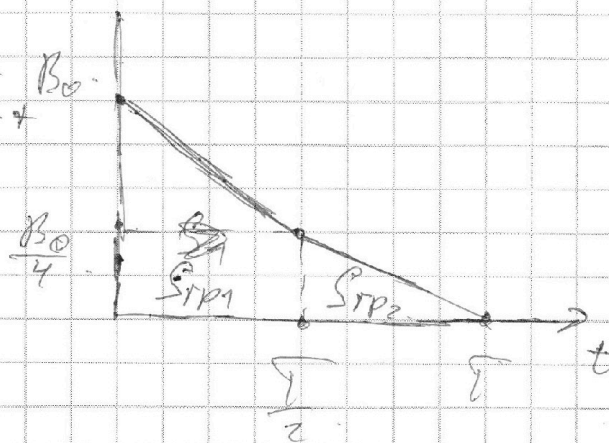
$$S_{\text{пр1}} = \frac{1}{2} \left(B_0 + \frac{B_0}{4} \right) \frac{\tau}{2}$$

$$S_{\text{пр1}} = \frac{5}{16} B_0 \tau$$

$$S_{\text{пр2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{B_0}{4} \cdot \frac{\tau}{2} = \frac{B_0 \tau}{16}$$

$$\sum B(t) \Delta t = \frac{6}{16} B_0 \tau = \frac{3}{8} B_0 \tau$$

$$\varphi_1 = - \frac{S_1 n}{4L} \cdot \frac{3}{8} B_0 \tau + \frac{S_1 n}{4L} B_0 \tau$$





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
5 ИЗ 5

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

$$q_1 = \frac{5 \sin}{4L} (B_0 \delta - \frac{3}{8} B_0 \delta) = \frac{5}{8} \cdot \frac{5 \sin}{4L} B_0 \delta$$

$$q_1 = \frac{5 \sin B_0 \delta}{32 L}$$

Ответ: 1) $\vec{J}_0 = \frac{B_0 \sin}{4L}$;

2) $q_1 = \frac{5 \sin B_0 \delta}{32 L}$



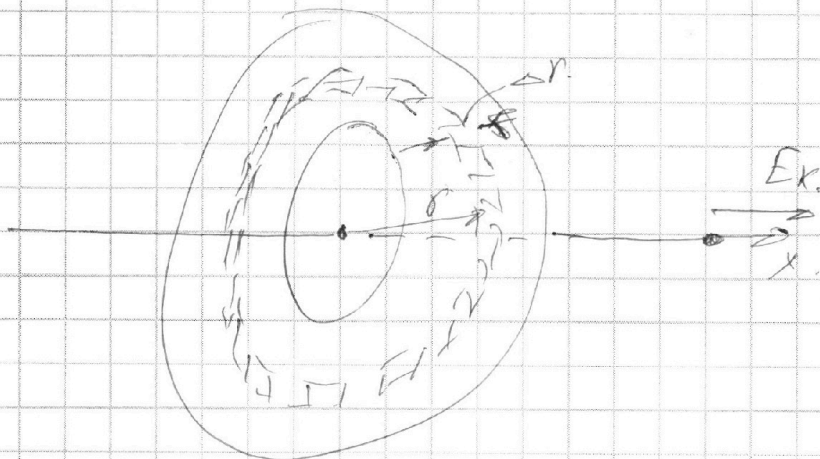
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

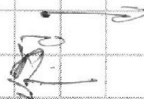
5 ИЗ

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!



$$E = \sum E_k = \sum \frac{kq/x}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$E = k \sum \frac{Q \cdot 2\pi R \Delta r}{(R^2 + x^2)^{3/2}} = 2\pi Q k \sum \frac{R \Delta r}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$$



$$L = L_1$$

$$Q \Delta r =$$

$$U = L \dot{I}'$$

$$U = -E$$

$$L \dot{I}' = -B$$

$$\Phi_{\text{new}} = -BSn$$

$$\Phi_{\text{old}} = -LI$$

$$E = -L \dot{I}' - Sn \cdot B' = -3L \dot{I}'$$

$$4L \dot{I}(t) = S_1 n (B(t) - B_0)$$

$$\dot{I}(t) = \frac{S_1 n B(t)}{4L} - \frac{B_0 S_1 n}{4L}$$

$$\Delta \varphi = \frac{S_1 n B(t) \Delta t}{4L} - \frac{B_0 S_1 n \Delta t}{4L}$$

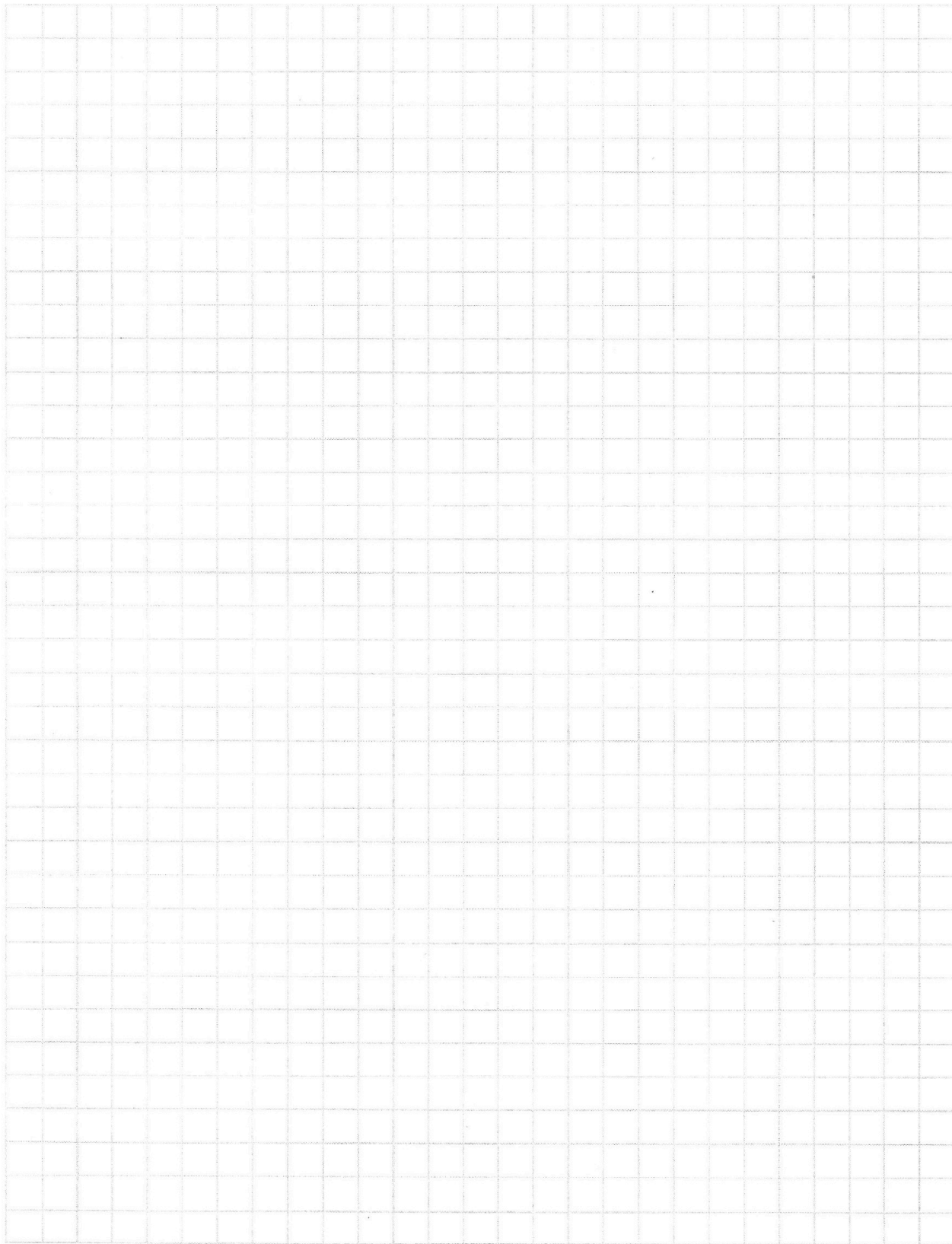


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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

4 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!

= ~~функция~~ ~~функция~~, но $\forall \Delta r$ век r
и Δr или Δr не Δr не Δr .

$$W_r = -2Kq \sigma \pi \leq \frac{\sigma \Delta r}{\sqrt{r^2}} = -2Kq \sigma \pi \Delta r =$$

$$= -2Kq \sigma \pi R$$

$$W_{rR} = 2Kq \sigma \pi R$$

$$W = 0.$$

Т.е. при перемещении Δr
из бесконечной удаленной точ-
ки в центр, его W не меня-
ется $\Rightarrow$ из ЗОД $\Rightarrow$ ~~сфера~~ ~~сфера~~,
что и скорость. Его W ~~меняется~~
не ~~должно~~.

Тогда $V_1 = \frac{3}{2} V_0$.

3) Теперь рассмотрим Δr
не Δr в произвольной
мгн.

Ответ: $V_1 = \frac{3}{2} V_0$.



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.



СТРАНИЦА
4. 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!

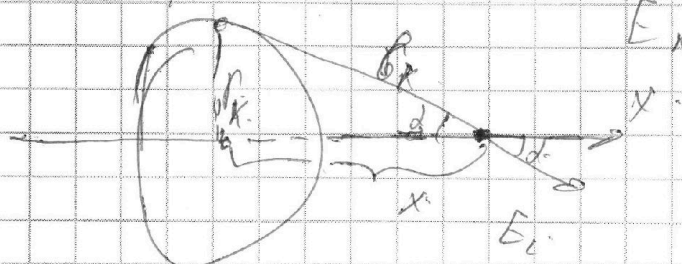
Теперь преобразуем Γ по отношению ко всей Γ не будет, ведь именно из-за разности расстояний сила будет ускоренно.

По сравнению с мертвым, носитель нейтральности под диска.

У кольца:

$q_i > 0$

$E(x)$ из симметрии $\vec{E}_x \uparrow \uparrow OX$.



$$E_k = \sum_{kx} E_i \cos(\alpha) = \sum \frac{k q_i}{r_k^2 + x^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{r_k^2 + x^2}}$$

$$E_x = \frac{kx}{(\sqrt{r_k^2 + x^2})^3} \sum q_i = k q_k \cdot \frac{1}{(r_k^2 + x^2)^{3/2}}$$

У диска: