



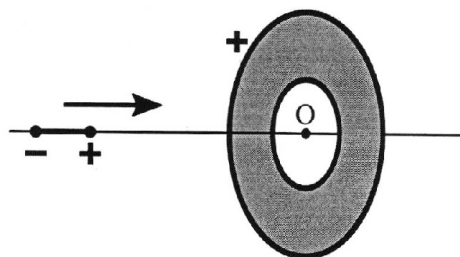
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

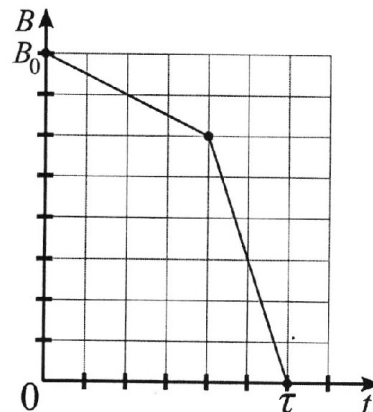
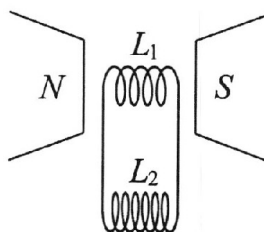


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



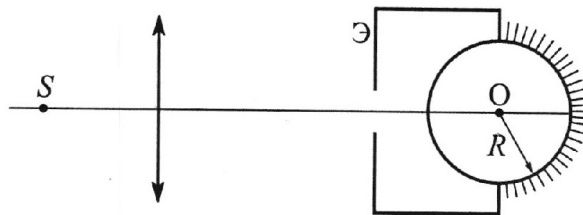
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 6L$ 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_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. 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 $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



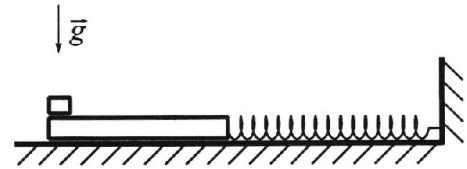
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. 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.

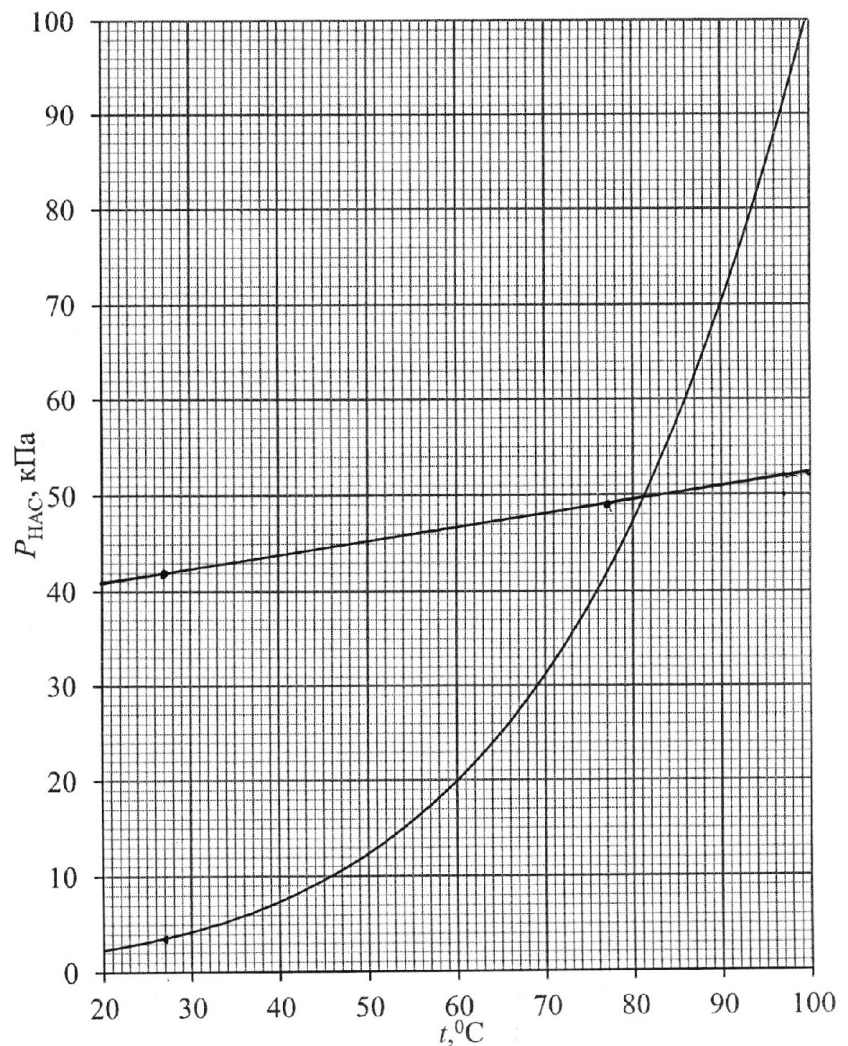


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность φ в конце нагревания.

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





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!

$\sqrt{1}$
Ускорение доски почти достигает 0, отпр. дв. фрикц. прекр
 $\Rightarrow$ в этот момент брусок и доска движутся как единое целое.

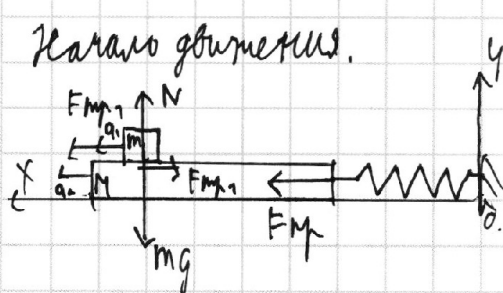
Уск. = 0; единственная внешняя сила на систему брусок-доска.

- сила тяжести (не сдвигает уравновеш. норм. реакц. опоры), норм. реакция опоры, и сила пружины.

$a = 0 \Rightarrow F_{\text{пр}} = 0 \Rightarrow$ в этот момент пружина не растянута, не сжата.

1) $F_{\text{пр}} = 0$

Начало движения.



ось y; фрикц.

$mg = N;$

ось x: фрикц; $ma_1 = F_{\text{пр}1};$

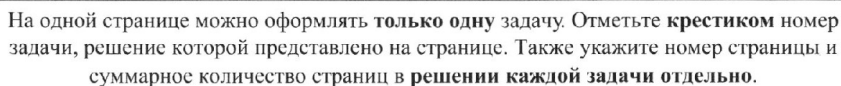
Доска: ось x: $Ma_2 = F_{\text{пр}} - F_{\text{пр}1};$

$F_{\text{пр}1} \leq mg\mu = 10 \cdot 0.1 = 1 \text{ (Н)};$

Ври $F_{\text{пр}} = 0$; отпр. дв. прекращается $\Rightarrow$ до этого $F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}}$ считаем.

$\Rightarrow$ до момента $F_{\text{пр}} = 0$; на брусок действует постр. ускорение a_1 :

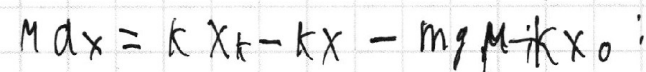
$a_1 = \frac{F_{\text{пр}1}}{m} = g\mu = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$



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!**

OX: $F_{\text{mg}} = K \cdot (x_k - (x + x_0))$



$$Mdx = k(x_k - x_0) - mgM;$$

начальный цикл;

$$M a_x + kx = k(x - x_0) - mg; \quad a_x + \frac{k}{M} x = \frac{k}{M} x - \frac{mg}{M}$$

ур. дв схожие с колебательным движением;

рассмотрим д.в. от. $\sigma_k = 0$ до $\psi_k = 0 \rightarrow \frac{1}{4}$ периода колебаний.

$$I = \frac{27}{11}; \text{ Время на начало до. } R=0; T;$$

$$\tau = \frac{T}{\omega} = \frac{\pi}{2\omega} = 2 \cdot \frac{\pi}{\sqrt{k}} = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{30}{50}} \approx \frac{3}{2} \cdot \sqrt{25} = \frac{35}{10} =$$

$$= \# \{C_i : \sigma_i(C) \neq \emptyset\}$$

Скорость роста = СК фрункции, который до с рост уек; α_1 ;

$$V_k = T \cdot d_1 = 0,11 \cdot (1 \cdot 3 \frac{A}{C^2} = 0,9 \frac{(\mu}{C}) ; \leftarrow a=0; b_1 \text{ pay.}$$

402041 452 (452-454)

$$3 \text{ c) } M \frac{v_k^2}{2} + \frac{m v_k^2}{2} = \frac{k \Delta x_H^2}{2}; \quad \Delta x_H = v_k \cdot \sqrt{\frac{M+m}{k}} = v_k \cdot \sqrt{\frac{3}{50}} \text{ t}$$

$$\text{Kor. } g_{\text{eff}} = a_2 = \frac{k \cdot x_H}{m} - \frac{m \cdot g}{m} = \frac{k}{m} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot h}{k}} - \frac{m \cdot g}{m} = a_2$$



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!

N2 общий сосуд - const

равновесие влажн. возд и жидкая вода $\Rightarrow$ давление паров насыщенный

$$t_0 = 27^\circ\text{C}; \quad p_{\text{жид}} = p_0 \approx 3,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

всего M - масса воды и ^{пар} в сосуде.

в начале.

$$m_{\text{жид}} = 11 m_{\text{пар}}; \quad m_{\text{жид}} + m_{\text{пар}} = M = 12 m_{\text{пар}}; \quad m_{\text{пар}} = \frac{M}{12};$$

в конце все вода-пар. $m_{\text{пар}} = M;$

$$\frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{пар}_0}} = \frac{M}{\frac{M}{12}} = 12;$$

Давл. пар. в начале.

$$p_0 V = \nu_0 R t_0; \quad \nu_0 = \frac{p_0 V}{R t_0}; \quad p_0 \frac{\nu_0 R}{V} = \frac{p_0}{t_0};$$

$$\text{при миним. } t^* \text{ все вода-пар} \Rightarrow \frac{\nu}{\nu_0} = \frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{пар}_0}}; \quad \nu = 12 \nu_0;$$

каждый грамм пар. в энт. сл:

$$p_{\text{пар}} = \frac{12 \nu_0 R t^*}{V}; \quad p \sim T \text{ есм. } \gamma = \text{const}; \text{ каждый гр пар. гр. } V = 12 V_0;$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{12 \nu_0 R}{V} = \frac{12 p_0}{t_0}; \quad t_0 = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K};$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{12 p_0}{300} = \frac{4 p_0}{100};$$



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!

Найдя 1-ую точку давления: $p_{с\text{т}0} = 72 \text{ Па}$; $\text{н.к. } \frac{p}{p_0} = 72$;

$$72 p_0 = 6 \cdot 7 (\text{кПа}) = 42$$

2. точка, $\Delta t = 50^\circ \text{C}$; $t_2 = 27 + 50 = 77^\circ \text{C}$;

$$\Delta p_2 = \frac{4 p_0}{700} \cdot \Delta t = 2 p_0 = 7 (\text{кПа})$$

$$p_2 = 42 + 7 = 49$$

построим график через 2 точки.

График пересечения зав. $p_{\text{мк}}(t)$ при $t = 91^\circ \text{C}$; $t^* = 91^\circ \text{C}$;

Давл. при $t = 97^\circ \text{C}$ $p_{\text{к}} = 52 (\text{кПа})$;

Давл. на к. паре ($t = 97^\circ \text{C}$) $p_{\text{на к}} = 91 (\text{кПа})$;

$$\eta = \frac{p_{\text{к}}}{p_{\text{на к}}} = \frac{52}{91}$$



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.

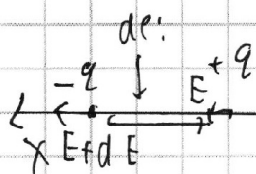
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
14 из 14

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

найдем силу, действующую на заряд с ос. для проекции мож. восп. формулу симметрии, т.к. другие проекции = 0 в связи с симметрией.



$$F_x = -q(E+dE) + qE = -qE dE;$$

найдем проекцию E на ось на расм. x от центра, работа вычисл. по dx!

$$dA = F_x dx = qE \cdot (-1) dE dx = -qE dE dx;$$

$$\Delta A = -q \int dE E dx;$$

$$\Delta A \sim q;$$

не заб. от q - зарядовое поле. $\Delta A \sim q$ - зарядовое поле. $\Delta A \sim q$ - зарядовое поле.

СК - минимальна в той же точке, что и у 1-го приближения;

$$\text{В 1-м сл. } \Delta A = 0; \Rightarrow \Delta A = \frac{mv_0^2}{2};$$

$$\text{В 2-м сл. } \Delta A_1 = \Delta A \cdot \frac{q_1}{q_2} = \left\{ q_1 = \frac{q}{2} \right\} = \frac{\Delta A}{2};$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} + \frac{\Delta A}{2}; \quad v_0^2 = v_k^2 + \frac{v_0^2}{2};$$

$$v_k^2 = v_0^2 \cdot \frac{1}{2};$$

$$v_k = v_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}; \quad v_k \text{ - мин. СК в 2-м сл.}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \Delta A; \quad \frac{2\Delta A}{m} = v_0^2$$



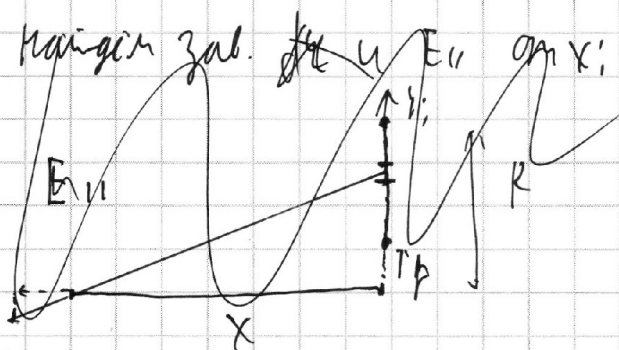
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
21 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!

Мин ск в 2 промме $v_k = \frac{v_0}{\sqrt{2}};$



$$v_0 - v_k = v_0 \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = v_0 \cdot \left(\frac{2 - \sqrt{2}}{2}\right) = v_0 \cdot \left(\frac{2 - \sqrt{2}}{2}\right);$$

$$= \boxed{v_0 \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)} = \Delta v;$$

← разница мин и макс. скоростей;

потенциал Клоуна на дуге в центре = φ ;

$$\varphi - \text{на отв. заряда} \Rightarrow \text{энергия } u = \varphi q + \varphi \cdot (-q) =$$

$$= 0;$$

Энергия равна φ_k на дуге; φ_n , так же на дуге = 0

$\Rightarrow$ скорость дуги в центре круга = СК на дуге;

СК в центре $\boxed{v_y = v_0};$



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
8 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!

NY

имеет магн. соед. являясь; $\mathcal{E} = \frac{d\varphi}{dt} = - \frac{dB}{dt} S_1 n$;

$$\mathcal{E}_{\text{сум}} = \mathcal{E}_{\text{с1}} + \mathcal{E}_{\text{с2}};$$

п.к. соед. проводков - малю;

$$\mathcal{E}_{\text{с1}} = - \frac{dI}{dt} L_1; \quad \mathcal{E}_{\text{с2}} = - \frac{dI}{dt} L_2;$$

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{\text{с1}} + \mathcal{E}_{\text{с2}} = 0;$$

$$- \frac{dB}{dt} S_1 n = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2); \quad -dB S_1 n = dI (L_1 + L_2);$$

за $\varphi. \tau$: $\Delta B = 0 - B_0$; $-dB = B_0$; $\Delta I = I_0$;

п.к. ток через обе катушки - равен, п.к. соединены последовательно.

$$I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S_1 n}{7L};$$

ищем момент φ_1 ;

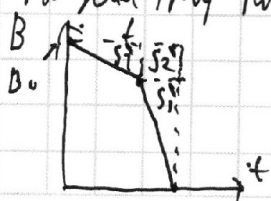
$$I = (B_0 - B) \frac{S_1 n}{7L}; \quad I = \frac{dq}{dt}; \quad \leftarrow \text{заряд за } \varphi. \tau$$

$$dq = dt \cdot (B_0 - B) \cdot \frac{S_1 n}{7L}; \quad \int_0^{\tau} dt (B_0 - B) \leftarrow \text{поиск}$$

над графиком BCT, по пог B_0 ;

найдём эту площадь. $S_1 = \frac{1}{4} B_0 \cdot \frac{4}{6} \tau = \frac{B_0 \tau}{12}$; $S_2 = \frac{2}{6} B_0 \cdot \frac{2}{6} \tau = \frac{B_0 \tau}{12}$;

$$S_1 = \frac{2}{6} \tau \cdot \frac{6}{6} B_0 = \frac{B_0 \tau}{2}; \quad S_1 + S_2 + S_3 = \frac{1}{3} B_0 \tau$$





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
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!

$$q = (s_1 + s_2 + s_3) \frac{s_1 h}{7L} = \frac{1}{7} \cdot B_0 \tau \cdot \frac{s_1 h}{7L} = \frac{B_0 s_1 \tau h}{21L}$$



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
 28 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!

~~$\Rightarrow$ лучи из центра S_1 проходят через~~

$\Rightarrow S_2$ центр шара, т.к. его изображение в зеркале не имеет.

лучи выходящие из центра.

$S_1 = S_2$; т.к. лучи из S_1 , при прохождении к S_2 не имеют;

S_1 — центр шара;

$a' = b + R$; т.к. b — расстояние от центра до дим. пов. шара;

$$a' = 8R; \quad 8R = \frac{2R \cdot F}{2R - F}; \quad 16R^2 - 8FR = 2FR;$$

$$8R = 2R; \quad \cancel{8R} = \cancel{2R};$$

$$10F = 16R; \quad \boxed{F = 1.6R};$$

перемещение. центра шара.

$$b' = b - 4R = 3R;$$

изображение S_1 в центре шара; после выходящих из центра лучи возвращаются

в $S_1 \Rightarrow$ проходят через S_1 ; т.к. т. изображение имеет диаметрально

противоположные точки;

~~Изображение центра шара в центре шара.~~

лучи входят и выходят через S_1 ; $\Rightarrow$ зеркало возвращает

изображение S_1 в шаре. В само-себя ~~не попадает~~ S_1 в шаре оно.



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 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!

№5.

изображение. S в центре. Линза зеркало-conv. S ;

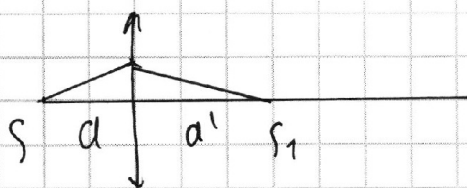
~~изображение в центре зеркала~~ ~~для задачи~~ ~~такая~~.
при $n=1$;

n -моды $\Rightarrow$ лучи не преломляются, проходят через линзу;

2 вар: 1: изобр. на пов. линзы. 2: изобр. в центре линзы.

проверим. для $n \neq 1$;

найдем положение мнимого изр S_1 ; - изобр S в линзе.



$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{a'} = \frac{a-F}{aF};$$

при $a=F$; a' на беск;

найдем изобр. источника S_1^* в линзе. и S_1^* в линзе.

эта изобр. $\&$ переходит ~~луч~~ в ~~луч~~ после отражения от

сфер. зеркала при $n=1$;

n -моды $\Rightarrow$ лучи не прел. при прохождении линзы;

2 в: 1 изобр. на пов. линзы; 2: изобр. в центре.

изобр. на пов. линзы не даст изобр. на пов. после отражения, в линзе. $\Rightarrow$ не подходит.

изобр. в центре - подходит, т.к. при отл. в зеркале перейдет в самовсеи; $\Rightarrow S_2$ - центр линзы.



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
☐

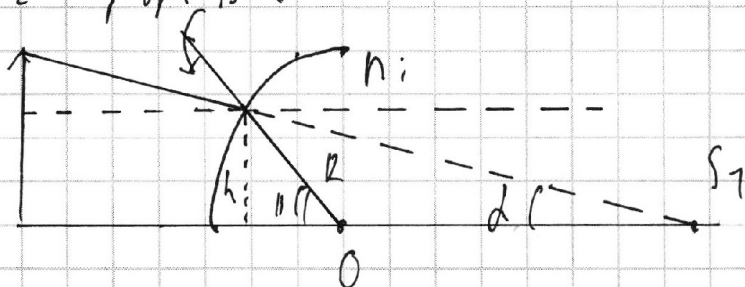
СТРАНИЦА

9 из 9

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!

Зеркало вопр S_2 - (изобр. S_1 после прел в шаре) в
сам себе $\Rightarrow S_2$ - центр шара.

найдём такое n , что S_1 после прел в шаре даст
 S_2 - изобр. $B-L$:



Угл. L - угл. между лучом S_1 и GO :

B - между GO и лучом от O в пересек. луча S_1 с поверхн.



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
☐

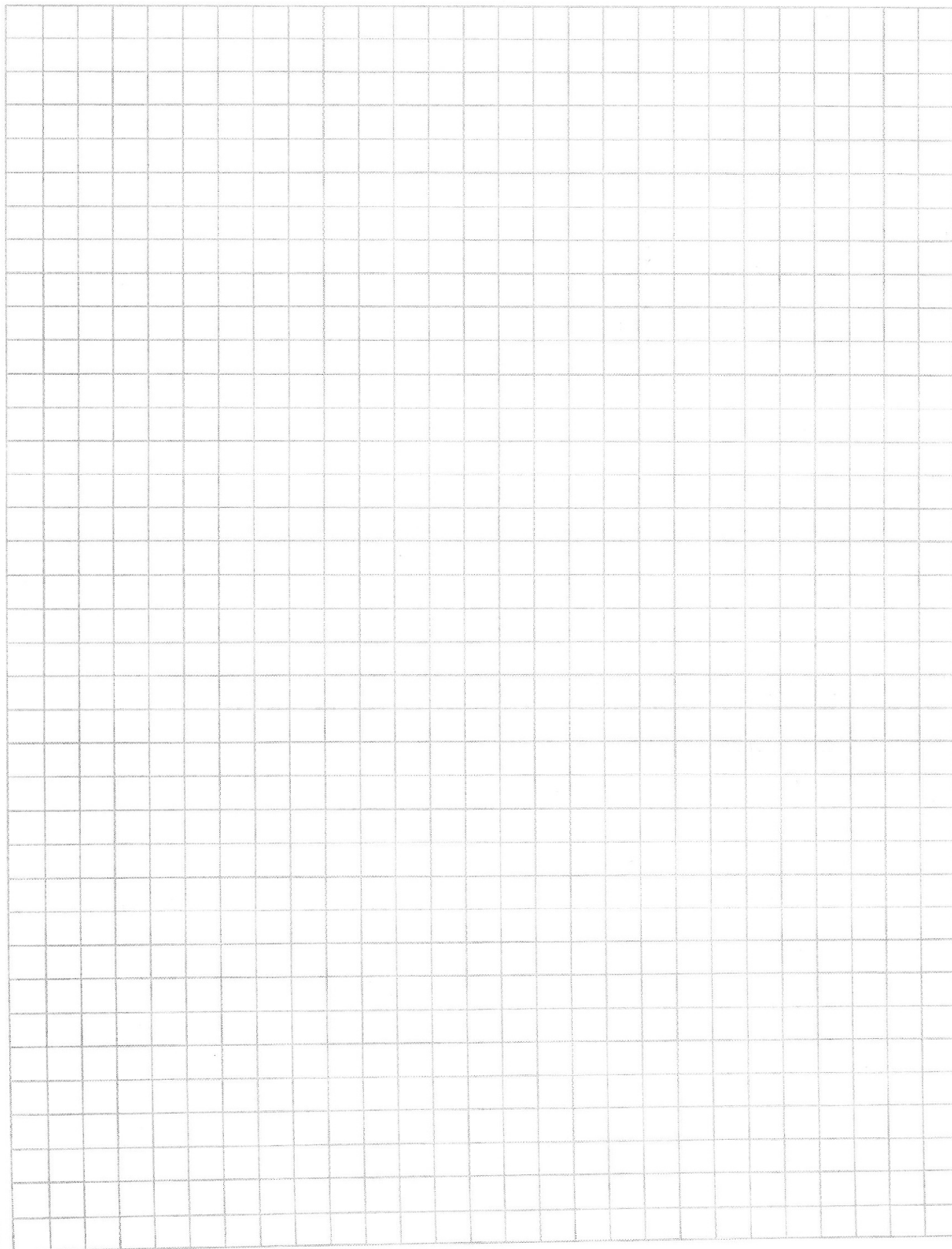
5
☐

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!





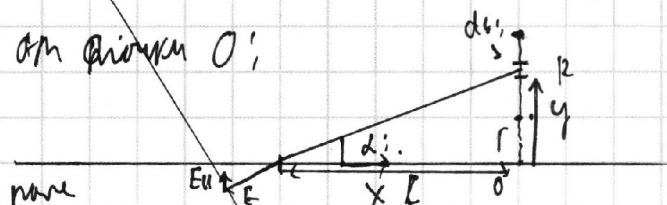
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

N3 полр. вычисл. ОХ
найти потенциал в точке, созд. группой на расстоянии от плоскости O';



кон. сопл. окр. нап. ф-у. группы d; на точке на расм x;

$$d\varphi = k \frac{dq}{\sqrt{y^2 + x^2}}, \quad dq = \lambda \cdot 2\pi y dy; \quad \text{где } \lambda = \frac{Q}{S} \leftarrow \text{пл. зап. тр.}$$

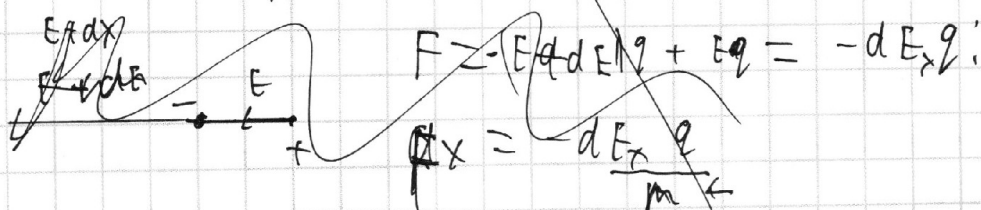
$$S \leftarrow \text{пл. группа}$$

$$2\pi y^2 - 2\pi (y+dy)^2;$$

$$d\varphi = k \lambda 2\pi \frac{y dy}{\sqrt{y^2 + x^2}};$$

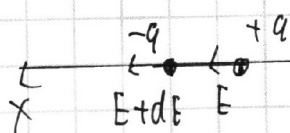
$$dE_{||} = dE \cdot \cos(\beta) = \frac{k dq}{(x^2 + y^2)} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

пл. нап. на группе:



$$F = -E \cdot dE \cdot q + E \cdot q = -dE \cdot q;$$

$$F_x = -\frac{dE \cdot q}{m}$$



$$F_x = -q \cdot (E + dE) + q \cdot E = -q dE;$$

E - перемещ от O на д-м до O в центре, т.к. проекция на ось X в X=0 - нет; $\Rightarrow$ тк в точке O = тк на д-м



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!

$$L = \frac{h}{s_p}; \quad B = \frac{h}{R}; \quad \gamma = R \frac{h}{R s''};$$

$$(L+B) = h \gamma; \quad \frac{1}{s_p} + \frac{1}{R} = \frac{1}{s''}; \quad p s'' = \frac{s_p \cdot R \cdot h}{s_p + R};$$

$$s'' p = a+b = 9R; \quad p s'' = \frac{9}{10} h R;$$

~~Изобразим точку в зеркале;~~

аналогично найдем s''' - для азов. s' в шаре.

$$s'' p = \frac{s' p \cdot R \cdot h}{s' p + R}; \quad \left\{ \begin{array}{l} s' b = (b - a'); \end{array} \right\} = \frac{R \cdot 2R \cdot F}{2R - F}$$

точка s'' и s''' ~~находятся~~ ~~даны~~ ~~дана~~ точка s'' после отр. в зеркале!

изображение - точка. Это возможно, только:

или обе точки лежат на поверхности зеркала,

или одна из точек на ос. от зеркала.

$$\text{т.е. } \gamma = 0 \Rightarrow \frac{1}{s} + \frac{1}{R} = 0 \Rightarrow s' \text{ внутри линзы};$$

т.е. h после сложения упрощ. соотн. (или, то: s' - пересечение в центре. = 1 в центре. $s'' = s''' \Rightarrow s'' p = s''' p$;

$$\frac{s' p \cdot R \cdot h}{s' p + R} = \frac{9}{10} h R;$$

$$s' p \cdot 10 = 9 s' R + 9 R;$$

$$s' p = 9R = b - a'; \quad a' = -2R;$$



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!

$$\sqrt{\frac{3}{50}} \cdot 0,9 \cdot 50 = 0,3 \cdot 10 \cdot 7$$

$$\frac{50}{25} \cdot 2$$

$$\frac{5 \cdot 2 \cdot 10}{4 \cdot 5 \cdot 5} = \frac{10}{10} = 1$$

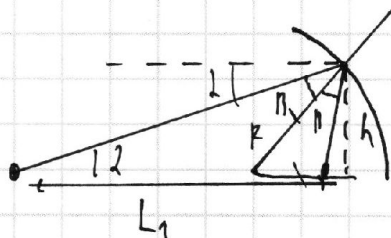
$$\frac{y dy}{\sqrt{y^2 + a^2}}$$

$$d\sqrt{y^2 + a^2} = \frac{1}{2} \sqrt{y^2 + a^2} \cdot 2y = y \sqrt{y^2 + a^2} dy$$

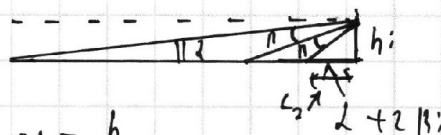
$$y dy = d$$

$$dE_{11} = dE_4 \cos \theta = \frac{k \cdot \lambda \cdot 2\pi \cdot y dy}{\sqrt{(x^2 + y^2)^3}}$$

$$\frac{2}{12} = \frac{1}{6}; \quad \frac{1}{6} + \frac{1}{9} = \frac{8+6}{9 \cdot 6} = \frac{14}{54} = \frac{7}{27}$$



$$L = \frac{h}{\sin \theta}$$



$$L = \frac{h}{\sin \theta} \Rightarrow (L + 2R) = \frac{h}{\sin \theta}$$

$$L_1 = \frac{h}{\sin \theta}; \quad L + 2R = \frac{L_1}{\sin \theta}$$

$$L \cdot \left(\frac{L_2 - L_1}{L_2} \right) = 2R$$

