



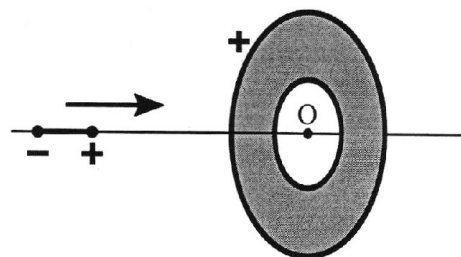
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

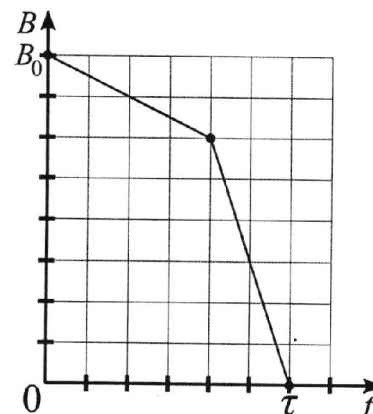
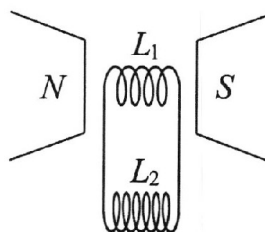


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



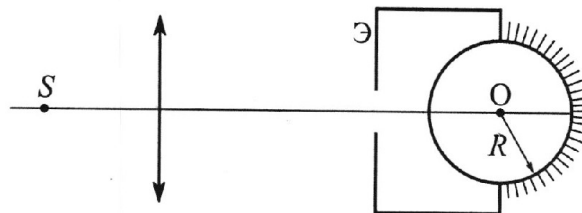
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



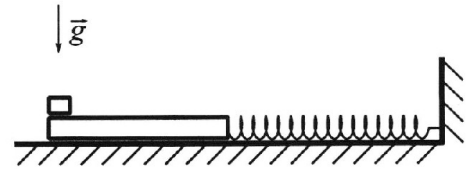
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

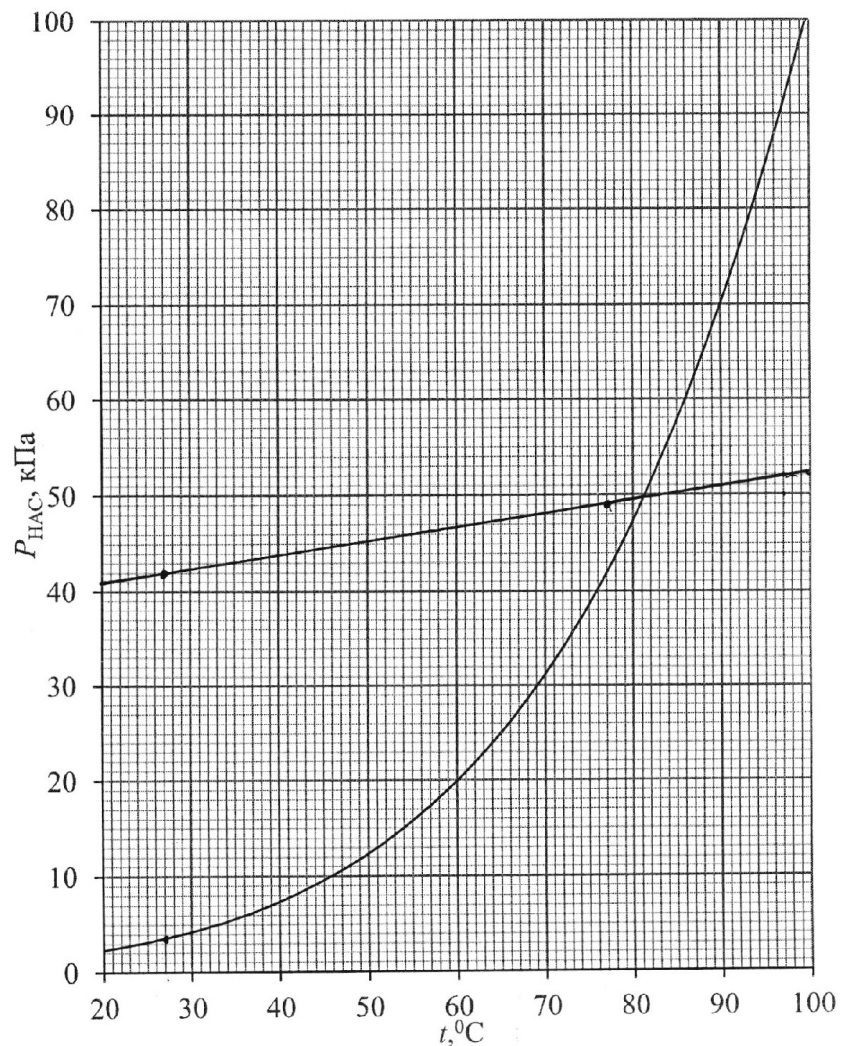


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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, отп. дв. фазы прекр
 $\Rightarrow$ в этот момент брусок и доска движутся как единое целое.

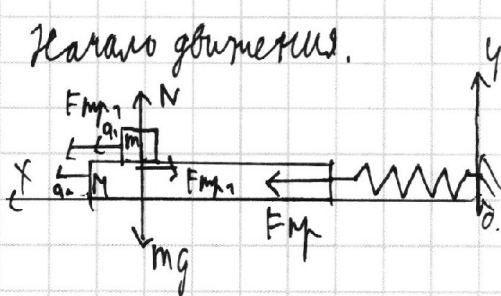
Уск. = 0; единственная внешняя сила на систему брусок-доска.

- 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; брусок;

$mg = N;$

ось x; доска; $ma_1 = F_{m1};$

Доска: ось x: $Ma_2 = F_{\text{пр}} - F_{m1};$

$F_{m1} \leq mg\mu = 10 \cdot 0.1 = 1 \text{ (H)};$

Ври $F_{\text{пр}} = 0$; отп. дв. прекращается $\Rightarrow$ до этого $F_{\text{пр}} = F_{m1}$ считаем.

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

$a_1 = \frac{F_{m1}}{m} = g\mu = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$



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
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!

Гашетик в производной равен 0; ускорение.
от доски от координаты x ; где x_0 - нач. положение, x_k - текущее.
ное. положение пружины; x от параллельного положения;

Δx : $F_{\text{пр}} = k \cdot (x_k - (x + x_0))$

$M a_x = k x_k - k x - m g - k x_0$;
 $M a_x = k(x_k - x_0) - m g$;

параллельно;
 $M a_x + k x = k(x_k - x_0) - m g$; $a_x + \frac{k}{M} x = \frac{k(x_k - x_0)}{M} - \frac{m g}{M}$;
ур. дв. схожее с колебательным движением; $\omega^2 = \frac{k}{M}$;
расширяем дв. от. $x_k = 0$ до $x_k = 0 \rightarrow \frac{1}{4}$ периода колебаний.

$T = \frac{2\pi}{\omega}$; время от начала до $x_k = 0$; T ;
 $T = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{\frac{k}{M}}} = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{50}{50}} \approx \frac{3}{2} \cdot \sqrt{2} \approx \frac{3\sqrt{2}}{2} = \frac{3\sqrt{2}}{2}$;
 ≈ 2.12 (с); 0,1 (с)

Скорость доски = ск друга; который дв. с пост уск; a_1 ;

$V_k = T \cdot a_1 = 0,1 (с) \cdot 3 \frac{a_1}{c^2} = 0,9 \left(\frac{м}{с} \right)$; $\leftarrow a = 0$; θ_1 раз.

доказательство

ЗСЭ: $\frac{M V_k^2}{2} + \frac{m V_k^2}{2} = \frac{k \Delta x_H^2}{2}$; $\Delta x_H = V_k \cdot \sqrt{\frac{M+m}{k}} = V_k \cdot \sqrt{\frac{3}{50}} t$

$\pm$ нач. уск $a_2 = \frac{k \Delta x_H}{M} - \frac{m g}{M} = \frac{k}{M} \cdot V_k \cdot \sqrt{\frac{M+m}{k}} - \frac{m g}{M} = a_2$



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

$$t_0 = 27^\circ\text{C}; \quad p_{\text{нас}0} = p_0 \approx 3,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

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

в начале.

$$m_{\text{ж}0} = 11 m_{\text{пар}0}; \quad m_{\text{ж}} + m_{\text{пар}} = M = 12 m_{\text{пар}0}; \quad m_{\text{пар}0} = \frac{M}{12};$$

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

$$\frac{m_{\text{пар}k}}{m_{\text{пар}0}} = \frac{M}{\frac{M}{12}} = 12;$$

Давл. пар. в начале.

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

$$\text{при макс. } t^* \text{ все вода-пар} \Rightarrow \frac{\nu}{\nu_0} = \frac{m_{\text{пар}k}}{m_{\text{пар}0}}; \quad \nu = 12 \nu_0;$$

каждый грамм пар. в энт. сл:

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

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

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



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
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!

Найти 1ую точку времени: $p_{c\ 60} = 72\ p_0$; $h_k \frac{v}{v_0} = 72$;

$$72 p_0 = 6 \cdot 7\ (кПа) = 42;$$

2. точка, $\Delta t = 50\ (с) = 50\ (к)$; $t_2 = 27 + 50 = 77\ (с)$;

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

$$p_2 = 42 + 7 = 49;$$

построим график через 2 точки.

График пересечения зав. $p_{max}(t)$ при $t = v_1(с)$; $t^* = v_1(с)$;

Давл. при $t = 97^\circ$ $p_k = 52\ (кПа)$;

Давл. макс. нагр. ($t = 97^\circ$) $p_{max} = 91\ (кПа)$;

$$\eta = \frac{p_k}{p_{max}} = \frac{52}{91}$$



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.

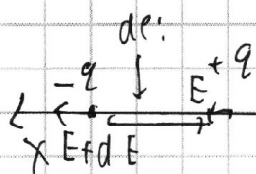
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 мотк. под углом от симметрии, т.к. другие проекции = 0 в связи с симметрией.



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

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

$$dA = F_x dx = qE(-1)dx = -qE dx;$$

$$\Delta A = -q \int dx E_{\parallel};$$

$$\Delta A \sim q;$$

не заб. от q - зарядовое поле = $\int \frac{q}{r^2} dr$ (интегрируем: $\int \frac{1}{r^2} dr = -\frac{1}{r} + C$)

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

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

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

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

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

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

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



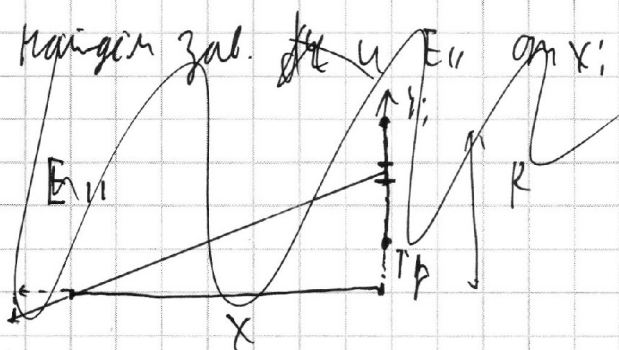
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 $v_k = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$;



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

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

← разность 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.



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!

NY

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

отн. = $\mathcal{E}_{сч1} + \mathcal{E}_{сч2}$;

п.к соед. проводков - малю;

$\mathcal{E}_{сч1} = - \frac{dI}{dt} L_1$; $\mathcal{E}_{сч2} = - \frac{dI}{dt} L_2$;

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{сч1} + \mathcal{E}_{сч2} = 0$;

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

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

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 ;

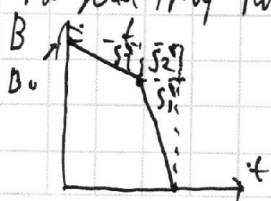
$I = (B_0 - B) \frac{S_1 n}{7L}$; $I = \frac{dq}{dt}$; ← заряд за $\varphi. \tau$

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

над графиком BCT, по оси B_0 ;

находим эту площадь. $S_1 = \frac{1}{4} B_0 \cdot \frac{4}{6} \tau = \frac{B_0 \tau}{12}$; $S_2 = \frac{2}{8} B_0 \cdot \frac{2}{6} \tau = \frac{B_0 \tau}{12}$;

$S_1 = \frac{2}{6} \tau \cdot \frac{6}{8} B_0 = \frac{B_0 \tau}{2}$; $S_1 + S_2 + S_3 = \frac{1}{3} B_0 \tau$





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;

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

$$8R = 2R; \quad 2R - F$$

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

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 входит~~ 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-совн. S ;

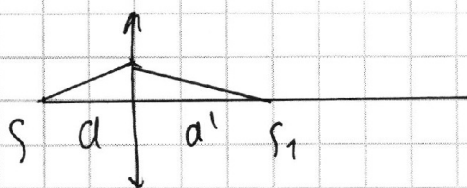
~~изображение в центре зеркала~~ ~~для задачи~~ ~~такая~~.
при $n=1$;

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 изобр. 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 бесконечности;

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

эта изобр. $\Rightarrow$ переходит ~~луч~~ S_2 в ~~луч~~ S_2 после отражения от

центр. зеркала при $n=1$;

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

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 ☐

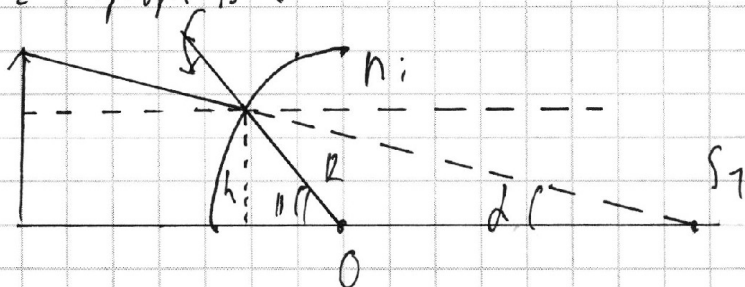
СТРАНИЦА

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 во фр. S_2 - (изобр. S_1 после прел. в шаре) в сам себя $\Rightarrow S_2$ - центр шара.

найдем такое n , что S_1 после прел. в шаре даст S_2 - изобр. в-л:



Угл. $\angle$ - угл. между лучом S_1 и GO :

β - 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
☐

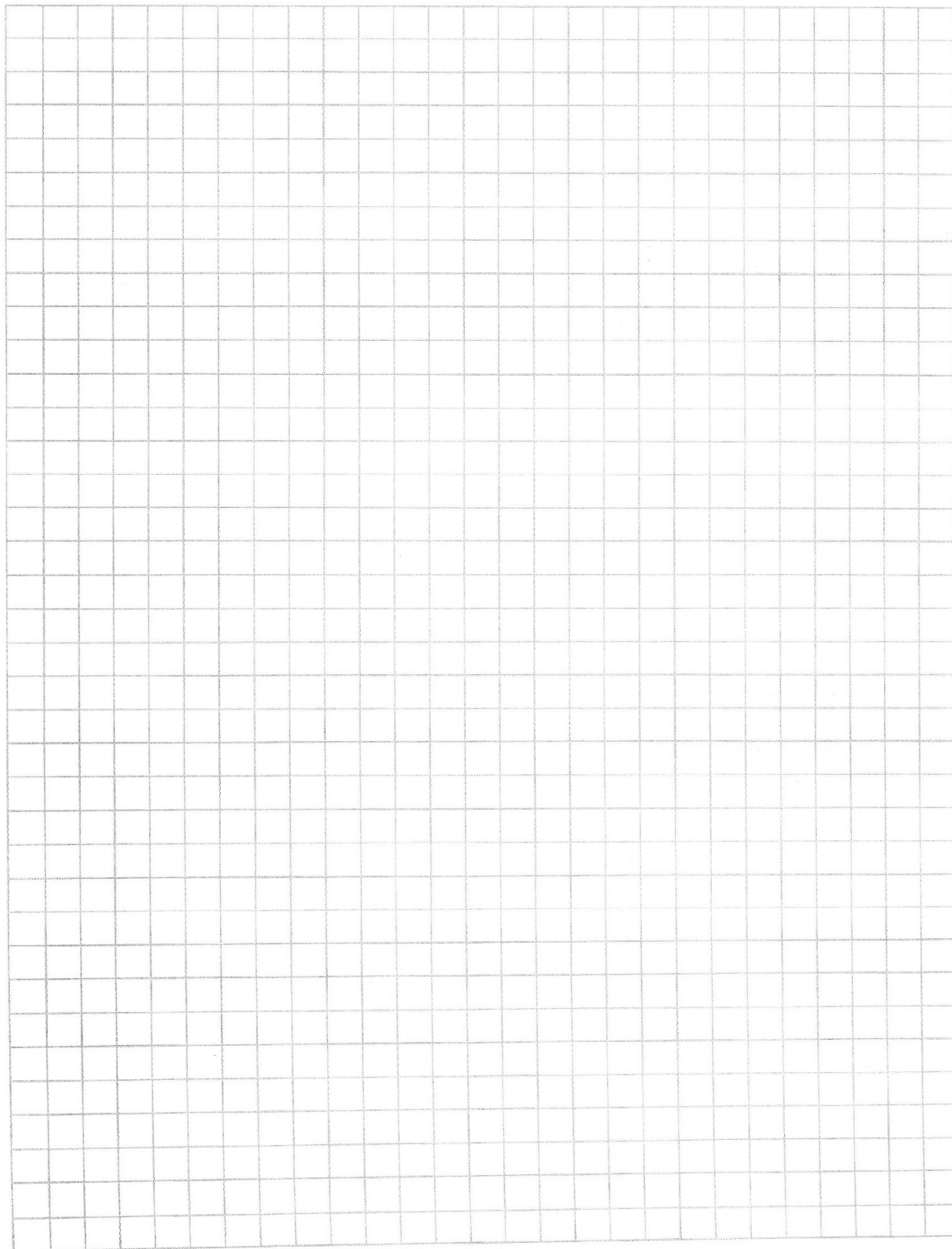
5
☐

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!





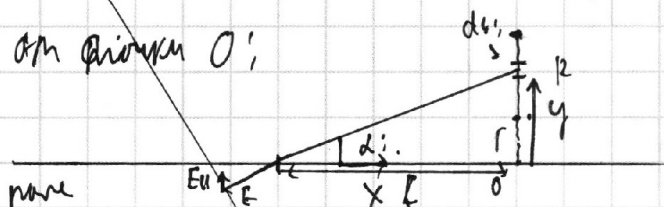
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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. фл. группы d; на точке на расм x;

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

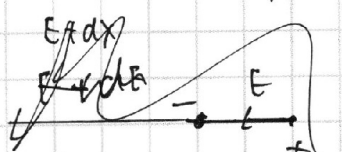
$$S \leftarrow \text{пл. группа}$$

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

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

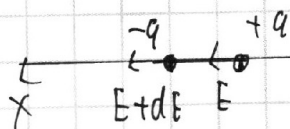
$$dE_{||} = dE \cdot \cos(\beta) = \frac{k dq}{(x^2 + y^2)} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

пл. нап. на группе:



$$F = -E dE q + E q = -dE_x q;$$

$$F_x = -dE_x q$$



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

E - перемещ от 0 на ден до 0 в центре, т.к. проекция на ось x в x=0 - нет; => ск в точке 0 = ск на ден



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. $s'' = s''' \Rightarrow s'' p = s''' p$;

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

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

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



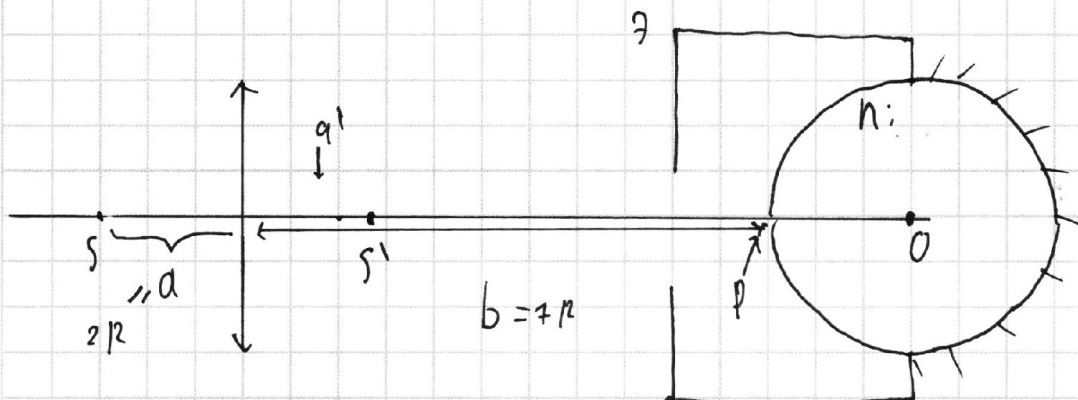
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

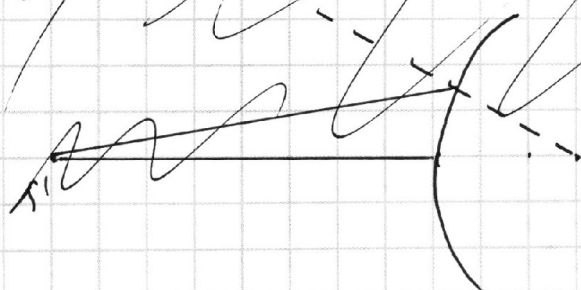
N 5



изобр. пер. в линзе. - S' :

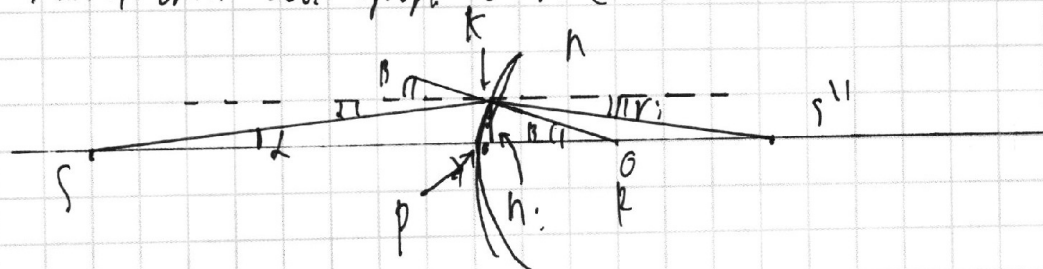
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{a'} = \frac{a-F}{aF}; \quad a' = \frac{aF}{a-F}$$

Взвешивание пер. шар. упр. линз, при открытии линз



найти, что лин. линзы пер. света внутри линзы.

также, что. ел. изобр. соотн. с S' :



определить упр. L - то же упр. S и S'' L - то же упр. S и S''
 γ ; от K S'' с GOO : $(L+B) = h \gamma$



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!

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

$$\frac{50}{25} \cdot \frac{2}{5^2};$$

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

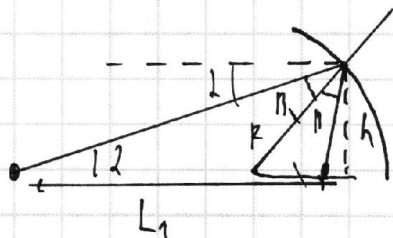
$$\frac{y \, dy}{\sqrt{y^2 + a^2}};$$

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

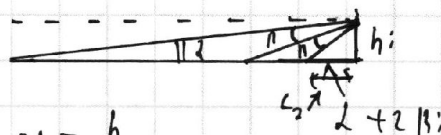
$$y \, dy = d$$

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

$$\frac{2}{12} = \frac{1}{6}; \quad \frac{1}{6} + \frac{1}{9} = \frac{8+6}{9 \cdot 6} = \frac{14}{54} = \frac{7}{27} = \frac{1}{3}$$



$$L = \frac{h}{L_1};$$



$$L = \frac{h}{L_1} \cdot (L + 2R) = \frac{h}{L_2}$$

$$L_1 = \frac{h}{L}; \quad L + 2R = L \cdot \frac{L_1}{L_2};$$

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

