



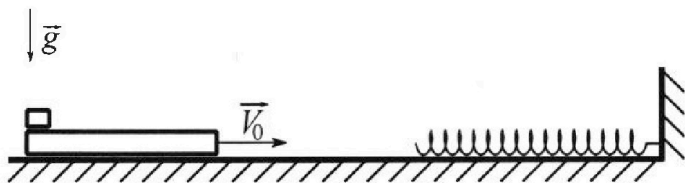
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

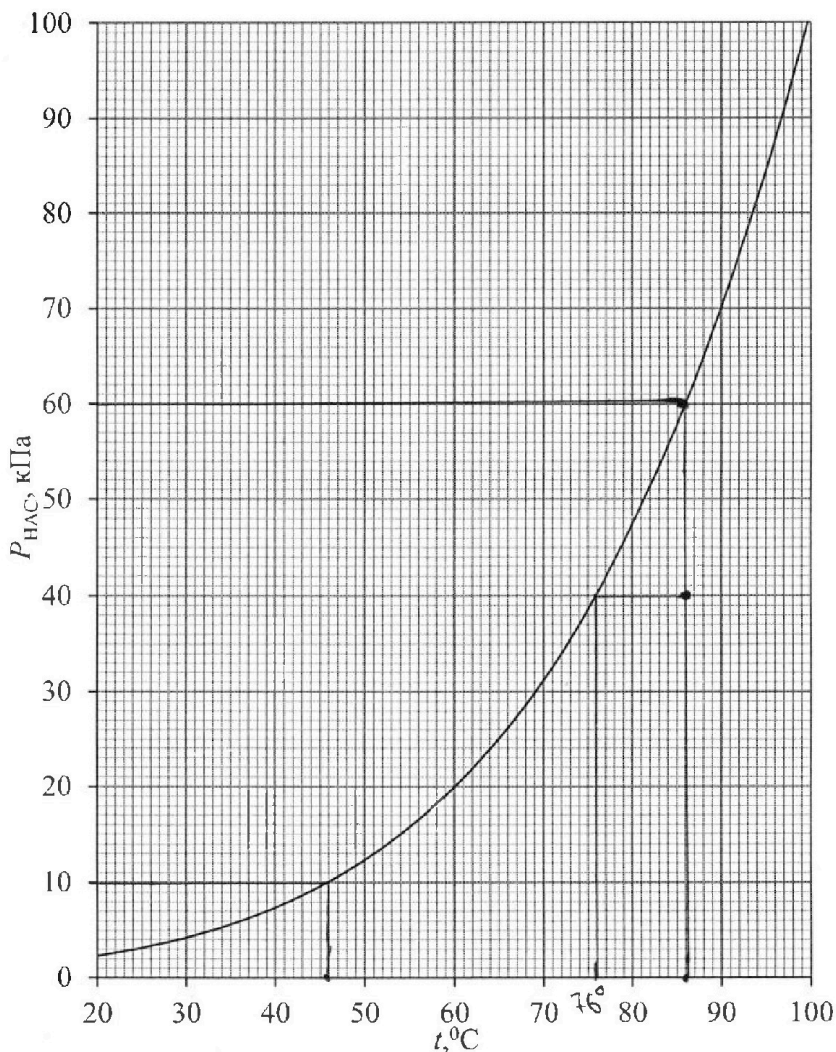


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





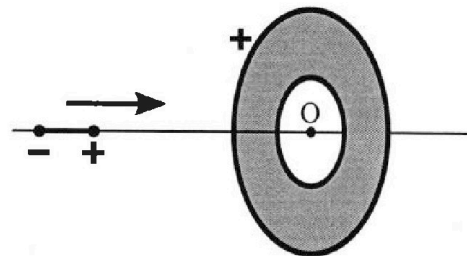
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



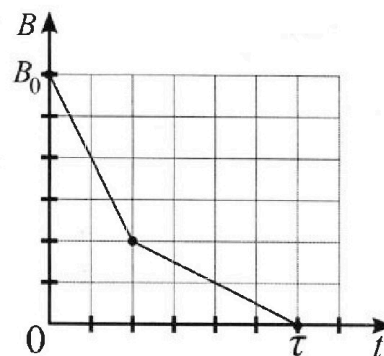
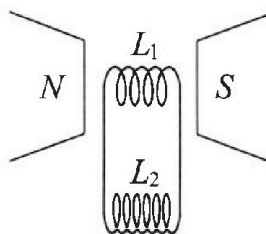
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

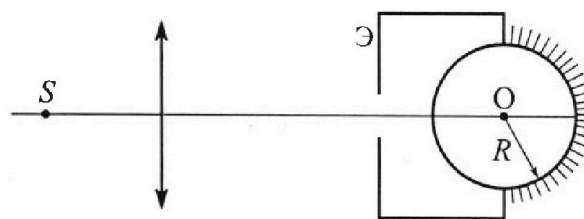
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек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



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!

1) рассмотрим груз и доску как 1 объект; на него действует только F_{π} пружины.

$$\Rightarrow F_{\pi} = \dot{V}_{g+r} (M+m)$$

сила трения покоя $\leq$ сила трения скольжения.

$$\text{Если } m \dot{V}_r = F_{\pi} \leq \mu N = \mu mg.$$

Груз начинает скользить в тот момент, когда $F_{\pi} = m \dot{V}_r = m \dot{V}_{g+r}$.

где $k x_r = F_{\pi} = \dot{V}_{g+r} (M+m) = M \dot{V}_{g+r} + F_{\pi} = M \dot{V}_{g+r} + \mu mg$.

$$\Rightarrow x = \dots$$

$$k x_r = k x_r \left(\frac{M}{M+m} \right) + \mu mg$$

$$\frac{m k x_r}{M+m} = \mu mg; \quad x_r = \frac{(M+m) \mu g}{k}$$

$$x_r = \frac{(2+1) \cdot 0.3 \cdot 10}{27} \quad \mu = \frac{1}{3}$$

2) до начала отн. движения доски и груза конец пружины двигался как по закону $x = x_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow x = x_{\max} \cos\left(t \sqrt{\frac{k}{m}}\right)$$

где $x_{\max}$ - макс. отклонение пружины, $m = m + M$ - масса системы по 3.6.7.

$$E_{x_{\max}} = E_{v_{\max}} \quad \frac{k x_{\max}^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2}; \quad x_{\max} = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x_r = v_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \cdot \cos\left(t_r \sqrt{\frac{k}{m+M}}\right)$$

$$\Rightarrow t_r = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arccos\left(\frac{x_r}{v_0} \sqrt{\frac{k}{m+M}}\right) = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arccos\left(\frac{\mu g}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}}\right)$$

$$t_r = \sqrt{\frac{2+1}{27}} \arccos\left(\frac{0.3 \cdot 10}{2} \cdot \sqrt{\frac{2+1}{27}}\right) = \frac{1}{3} \text{ с} \cdot \frac{\sqrt{2}}{3} \approx \frac{1}{3} \text{ с}$$

3) в момент макс. сжатия пружины груз уже будет скользить по доске оказывая на доску $F_{\pi} = \mu mg$. Пружина будет оказывать силу $F_{\pi} = k x_{\max} = v_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}}$



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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

3) Найдём силу, с которой пружина будет действовать на доску в момент макс. скорости

$$F_{pr2} = kx_2 = k(x_n + x_{n-2}).$$

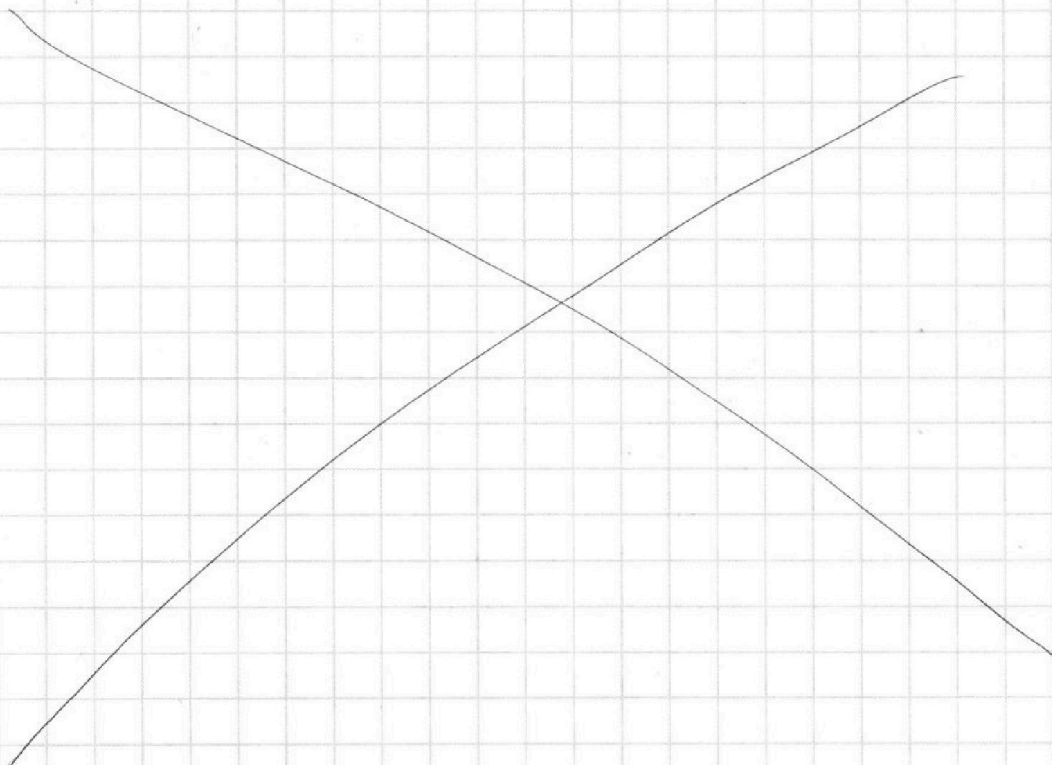
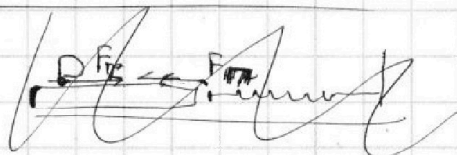
~~Кинематика~~ После разрыва сна

После начала скольжения доска прошла x_{n-2} . За это время на неё действовала постоянная сила $F_{тр} = \mu mg$ и сила пружины. Работа по остановке доски после начала скольжения:

$$E_{к.р.} = \frac{Mv_r^2}{2} = F_{тр} x_{n-2} + \frac{k}{2} (x_n^2 - x_r^2) = F_{тр} x_{n-2} + \frac{k}{2} (x_{n-2}^2 + 2x_n x_{n-2})$$

$$\Rightarrow \frac{k}{2} x_{n-2}^2 + x_n (k x_n + F_{тр}) = \frac{Mv_r^2}{2} = 0$$

$$E_{к.р.} = \frac{Mv_r^2}{2} = A = \frac{k}{2} (x_n^2 - x_r^2) - F_{тр} x_{n-2}$$





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 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!

~~Вопрос~~

всей смеси

- из-за наличия массивного поршня давление P будет оставаться постоянным $P = P_0 = \text{const.}$

- считая газ идеальным, воспользуемся формулой Клапейрона-Менделеева для воздуха и пара:

$$V \cdot P_{\text{возд.}} = \nu_{\text{возд.}} R T ; \quad V \cdot P_{\text{п.}} = \nu_{\text{п.}} R T .$$

- из графика следует, что давл. нас. пари при $t_0 = 86^\circ \text{C}$

$$P_{\text{нас. п.}} = 60 \text{ кПа.}$$

парциальное давление

$$P_1 = P_{\text{нас. п.}} \cdot P_0$$

$$\Rightarrow P_1 = 60 \cdot \frac{2}{3} \text{ кПа} = 40 \text{ кПа.}$$

- Пока не началась конденсация, процесс остается изобарным $\Rightarrow t^*$ — это температура, при которой $P_{\text{нас. п.}} = P_1$ для данного газа $\Rightarrow t^* = 76^\circ \text{C}$ (из графика.)

$$3) P_{\text{возд. конеч.}} + P_{\text{нас. п.}} = P_{\text{возд. нач.}} + P_1 = P_0$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_{\text{возд. нач.}}}{P_{\text{возд. конеч.}}} \cdot \frac{T_{\text{конеч.}}}{T_{\text{нач.}}} = \frac{P_{\text{возд. нач.}}}{P_{\text{возд. конеч.}}} \cdot \frac{t}{t_0}$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{P_0 - P_1}{P_0 - P_{\text{нас. п.}}(t^*)} \cdot \frac{t}{t_0}$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} \approx \frac{150 - 40}{150 - 10} \cdot \frac{(274 + 46) \text{ K}}{(274 + 86) \text{ K}} = \frac{11}{14} \cdot \frac{320}{360} = \frac{11}{14} \cdot \frac{8}{9} = \frac{11}{7} \cdot \frac{4}{9} = \frac{44}{63}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

• Движение диполя поступательное, силы (электростатические) консервативны

$$\Rightarrow E_{\text{механ.}} = K + U = \text{const}$$

где K - кинетическая энергия, U - потенциальная.

• При минимальной скорости диполя, необходимой для полёта, диполь полностью останавливается, когда его середина достигает 0 , а затем снова ускоряется и в точке 0 "на бесконечности".

$$\Rightarrow U_0 = U_{\infty} + K_0; (U_0 - U_{\infty}) = \frac{mV_0^2}{2}$$

где m - масса диполя.

1) По з.и.э. $K_2 = K_0 + \frac{m(2V_0)^2}{2} = (U_0 - U_{\infty})$

кин. э. в 0 во 2м случае

$\Rightarrow$ искомая скорость V_2 :

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{4mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}; V_2^2 = 3V_0^2;$$

$$V_2 = V_0 \sqrt{3}$$

3) $\Rightarrow$ искомая разность $2V_0 - V_2 = V_0(2 - \sqrt{3})$



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!

Из-за малого сопротивления суммарный ток I , проходящий через катушки не изменится:

$$1) B_0 \cdot n \cdot S_1 = \Phi_{01} = \Phi_{k,1} + \Phi_{k,2} = \frac{B_{k,1} L_1}{\mu_0} + \frac{B_{k,2} L_2}{\mu_0}$$

При изменении тока I , протекающего по катушкам, изменяются Φ_1 и Φ_2 :

$$\Delta \Phi_1 = L_1 \Delta I \quad \text{и} \quad \Delta \Phi_2 = L_2 \Delta I$$

$$\Rightarrow \Phi_{k,1} + \Phi_{k,2} = (L_1 + L_2) \Delta I_k$$

$$\Rightarrow I_k = \frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 n S_1}{5L}$$

2) "B" изменялась линейно от 0 до $\frac{5}{3}$ за $\frac{5}{3}$ с, затем линейно до 0 за $\frac{5}{3}$ с.

$$I \sim B_0 \Rightarrow q = \int_0^5 I dt \sim \int_0^5 B dt$$

$$q = \frac{n S_1}{5L} \cdot \int_0^5 B dt = \frac{n S_1}{5L} \cdot \left(\int_0^{\frac{5}{3}} B dt + \int_{\frac{5}{3}}^5 B dt \right) =$$

$$= \frac{n S_1}{5L} \cdot \left(\left(B_0 + \frac{B_0}{3} \right) \cdot \frac{5}{3} + \frac{B_0}{3} \cdot \frac{25}{3} \right) = \frac{n S_1}{5L} \cdot B_0 \cdot 5 \cdot \left(\frac{4}{9} + \frac{5}{9} \right) =$$

$$= \frac{B_0 n S_1 \cdot 5}{15L}$$



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.

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!

1) положение источника не ~~изменяется~~ и ~~соответствует~~ ~~с~~ ~~источником~~ $\Rightarrow$ все лучи падают вертикально на пов-ть шара, преломление не изменяет ход лучей и "разворачивает" $\Rightarrow$ лучи после линзы ~~сходятся~~ в центре шара $\odot$

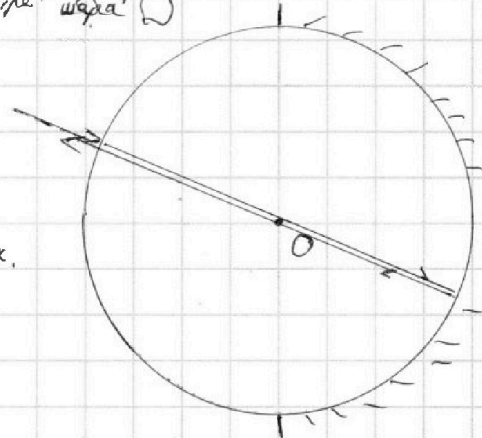
Назовём опт. центр линзы A

$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{AS} + \frac{1}{OS} \quad ; \quad OS = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a} \right)^{-1}$$

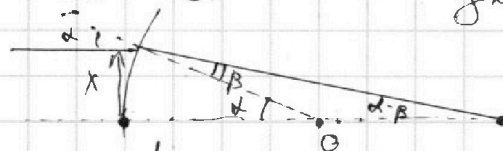
нам также известно расстояние b до линзы, точки шара O от центра линзы

$$\Rightarrow OS = b + R \Rightarrow R = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{a} \right)^{-1} - b$$

$$R = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{15F} \right)^{-1} - \frac{8F}{3} = \left(\frac{3-2}{3F} \right)^{-1} - \frac{8F}{3} = 3F - \frac{8F}{3} = \frac{F}{3}$$



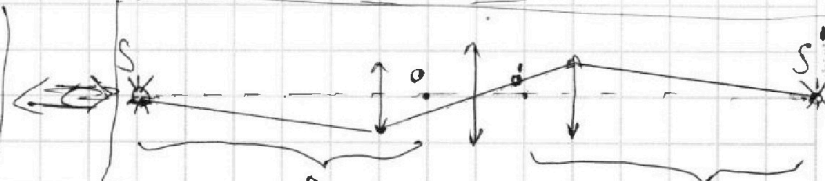
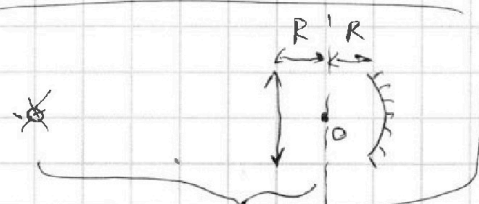
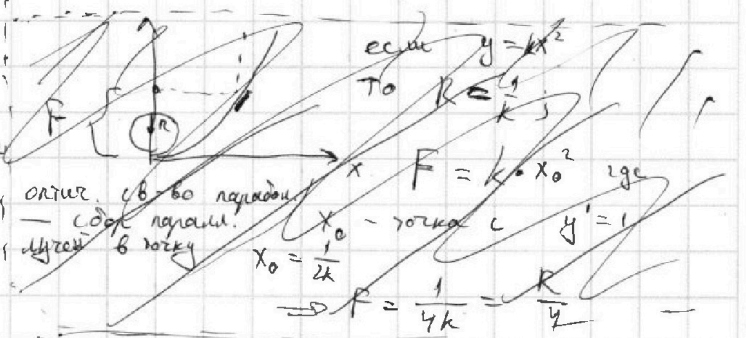
2) ~~Важно считать углы малы~~ ~~из-за малых размеров~~ ~~отверстия~~ ~~шара~~ $\Rightarrow$ тогда фокусное расстояние сферич. зеркала $F \approx \frac{R}{2}$ $\Rightarrow$ $F \approx \frac{R}{4}$ $\Rightarrow$ а фокусное расстояние поверхности шара $F_L \approx R \left(1 - \frac{1}{n} \right)$



$$\beta \approx \frac{x}{R}, \quad \alpha \approx \frac{x}{R}$$

$$F \approx x(\alpha - \beta) = x\alpha \left(1 - \frac{1}{n} \right) = R \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$

• расстояние AO увеличилось на Δ $\Rightarrow$ сфера собирает из-за источника на Δ от своей центра в изображении на том же расстоянии.



$\Rightarrow$ пов-ть шара собирает свет от ист. на $(\Delta - R)$ в изобр. на $(2R)$



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
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!

$$2) \Rightarrow \frac{1}{F_n} = \frac{1}{\Delta - R} + \frac{1}{2R}$$

$$R \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{-1} = \frac{1}{\frac{1}{\Delta - R} + \frac{1}{2R}} ; \quad 1 - \frac{1}{n} = R^{\cancel{2R}} \left(\frac{1}{\Delta - R} + \frac{1}{2R} \right)^{\cancel{2R}} ;$$

$$\frac{1}{n} \cancel{2R} \quad n = \left(1 - R^{\cancel{2R}} \left(\frac{1}{\Delta - R} + \frac{1}{2R} \right)^{\cancel{2R}} \right)^{-1}$$

$$\Rightarrow n = \left(1 - \frac{3}{F} \left(\frac{F}{2 - \frac{1}{3}} + \frac{\cancel{3R}}{2F} \right)^{-1} \right)^{-1} = \left(1 - 3 \left(\frac{3}{5} + \frac{3}{2} \right)^{-1} \right)^{-1} =$$
$$= \left(1 - 3 \cdot \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{2}} \right)^{-1} = \left(1 - \frac{10}{7} \right)^{-1} =$$

$$\Rightarrow n = \left(1 - \left(\frac{3}{F} \right)^{-1} \left(\frac{1}{2F - \frac{F}{3}} + \frac{1}{\frac{2F}{3}} \right)^{-1} \right)^{-1} = \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{3}{5} + \frac{3}{2} \right)^{-1} \right)^{-1} =$$
$$= \left(1 - \frac{7}{10} \right)^{-1} = \frac{10}{3} .$$



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
☐

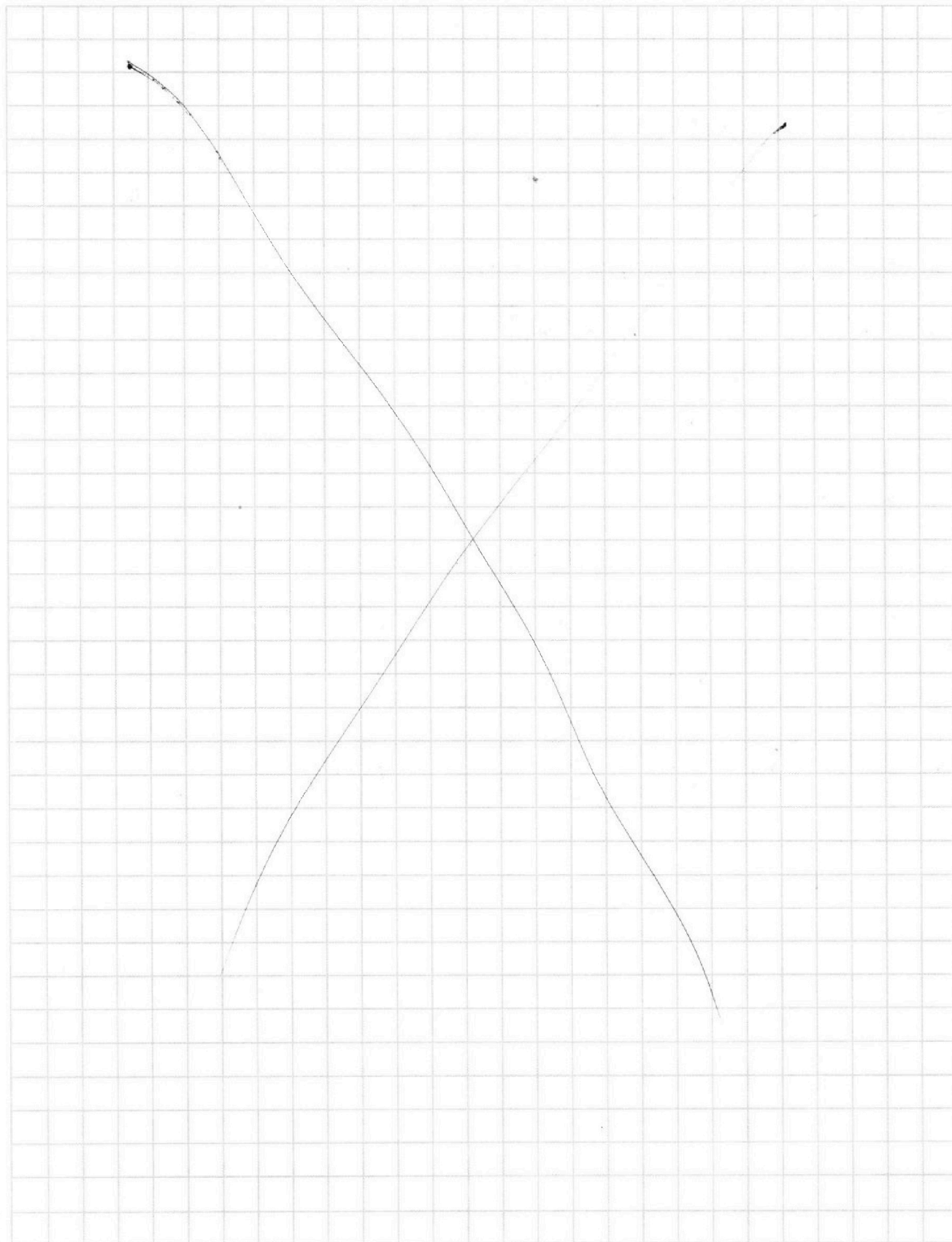
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!

~~длина тела, скорость, масса, не движется, отрицательная, доска, скорость~~
~~а, ускорение, доска~~
 $L = n S \mu_0$

$$F_{np} = k x$$

$$F_{np} = M \dot{v}_g + m \dot{v}_r \quad F_{np} = M \dot{v}_g + m \dot{v}_r =$$

$$m \dot{v}_r = F_{TP} \leq \mu N = \mu mg$$

$$= \dot{v}_g (M + m)$$

$$\text{пока} \quad F_{TP} \geq \dot{v}_g m$$

$$M \dot{v}_g = F_{np} - F_{TP} = F_{np} - m \dot{v}_r$$

$$\varepsilon = L \dot{\varphi} = B n S$$

N3 $I_k =$



$$E_d = \frac{2dq}{R^2 - r^2} \int_0^R \frac{dx}{(d^2 + x^2)} =$$

$$= \int_0^R \frac{2dq}{(R^2 - r^2)} \int_0^R \frac{d(x)}{d^2 + x^2} =$$

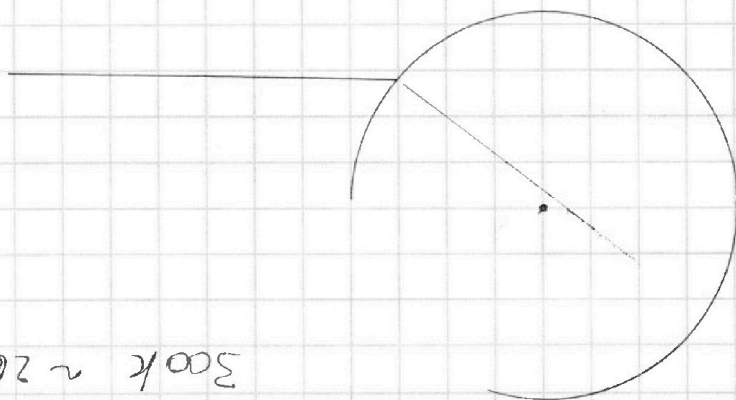
$$\int \frac{dx}{x^2 + 1} = \arctan x = \frac{2q}{(R^2 - r^2)} (\arctan \frac{R}{d})$$

$$= 2dq \frac{\Delta x}{(d^2 + x^2)(R^2 - r^2)}$$

$$f = \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$
$$f = \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{5 \Delta S}{d^2 + x^2} =$$
$$= \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{q \cdot \frac{1}{R^2 - r^2}}{d^2 + x^2}$$

$$= \frac{(x \Delta q)}{(d^2 + x^2)(R^2 - r^2)}$$
$$\cdot \frac{q \cdot \frac{1}{R^2 - r^2}}{d^2 + x^2} =$$

$$= 2dq \frac{\Delta x}{(d^2 + x^2)(R^2 - r^2)}$$



274 + 46 =

300 K ~ 26°C



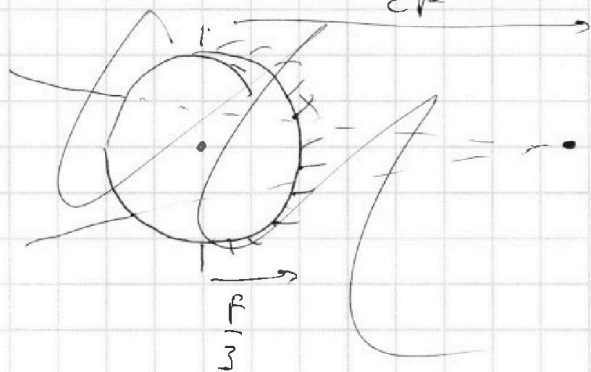
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

N1 $f_{np} = \dot{v}_g M + m \dot{v}_r$
 $\frac{R}{2R} m \dot{v}_r = F_{TP} = \mu N = \mu mg$



$M \dot{v}_{g+r} = F_{np} - F_{TP} =$
 $= kx - \mu mg$

$y = kx^2$
 $y' = 2kx$
 $y' = 1 \Rightarrow x = \frac{1}{2k}$

$\Rightarrow F = \frac{1}{4k} = \frac{R}{4}$

$k = \frac{1}{R}$

$F_3 = \frac{F}{12}$

$L = \mu_0 S n$

уго дыжет в асф.

$L = 3F$

$F = (n+1) R R$

$\mathcal{E}_1 = \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 = \Delta \Phi_2$

N4

~~Решение~~

$L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n S \frac{\Delta B}{\Delta t}$

N3

~~Решение~~

~~Решение~~

$F = R \left(\frac{n}{1-n} - \frac{n}{1-n} \right) = \frac{R}{1-n}$

$R = R - \frac{R}{1-n}$

$\Phi = B \cdot S$

$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \mathcal{E}; \Delta \Phi = \mathcal{E} \Delta t$

$R = (1 - \frac{n}{1-n}) (R+F)$

$\mathcal{E} = \int \mathcal{E} dt = \Delta \Phi$

$R - B \cdot (R+F) = \mathcal{E}$

$R = \frac{n}{1-n}$

$S \sin \alpha = d = \frac{R}{x}$

