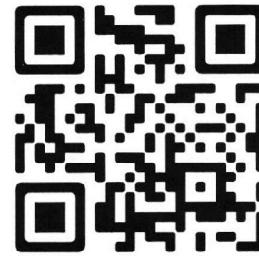




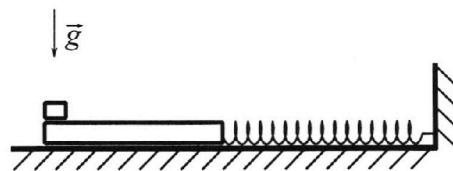
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок 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.

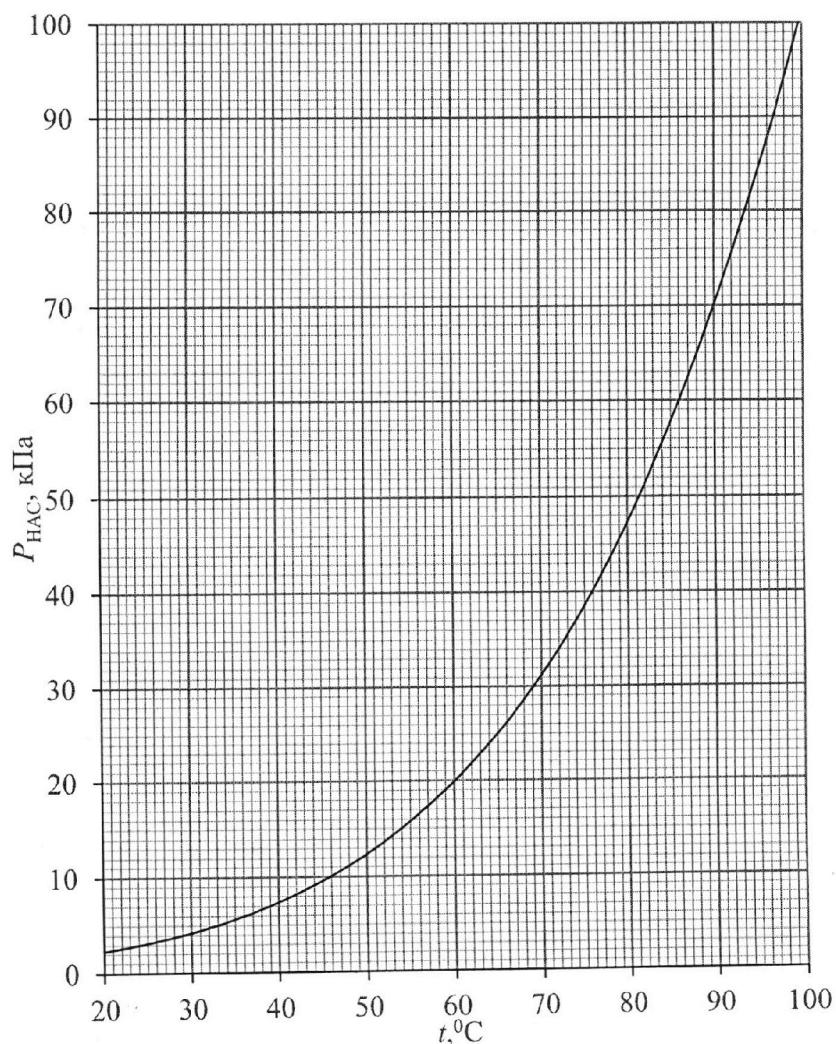


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. 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.





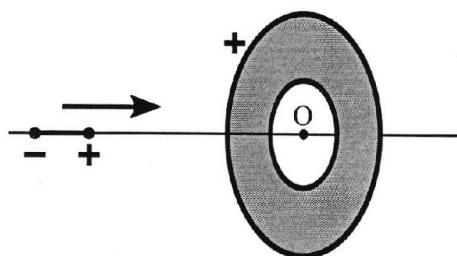
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

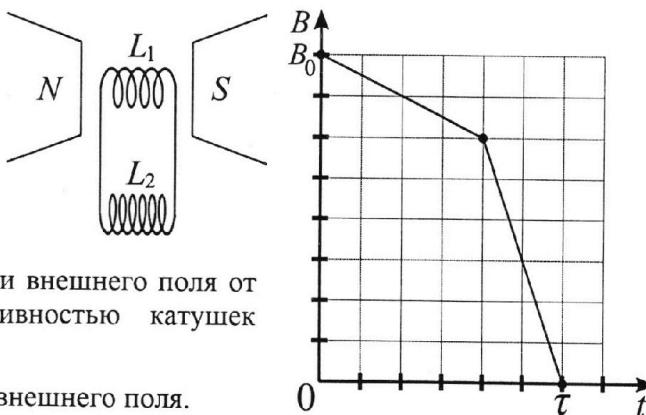
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 диполю начальную скорость V_0 .



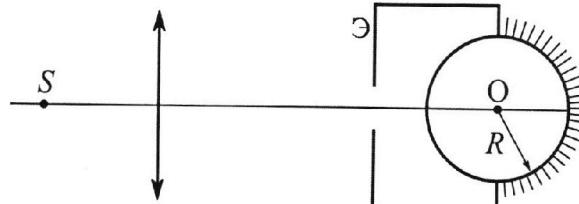
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 t . 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
3 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!

$$kx_0 = \mu mg \rightarrow x_0 = \frac{\mu mg}{k}$$

$$\text{Тогда } a_{g0} = \frac{kx_0}{m} \quad (\text{т.к. трение снизу не}\newline \text{может действовать})$$

$$a_{g0} = \frac{\mu mg}{m} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{2} = 1,5 \text{ м/с}^2.$$

3) Для момента времени, когда $a_{g0}=0$:

3~~Ф~~3 (брюсок + доска):

$$\frac{m v_s^2}{2} + \frac{M V_g^2}{2} + \frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = 0. \quad \downarrow \text{предифференцируем по } t:$$

$$m v_s \ddot{v}_s + M V_g \ddot{V}_g + kx \ddot{x} = 0$$

$$\downarrow a_s = a_g = a$$

$$(m v_s + M V_g) a + kx V_g = 0$$

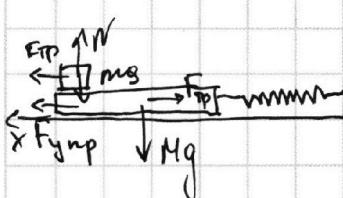


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 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!



2 засл:
Для бруска: $N = mg$
 $F_{\text{Fr}} \leq \mu mg = \mu mg$

Для Если бруска движется отн. доски,
 $m \ddot{x} = \mu mg = \mu mg$
 $m \ddot{a}_{\text{бр}} = \mu mg \rightarrow a_{\text{бр}} = \mu g$.

Для доски:

$$M \ddot{a}_g = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}$$

Если есть отн. движение, то

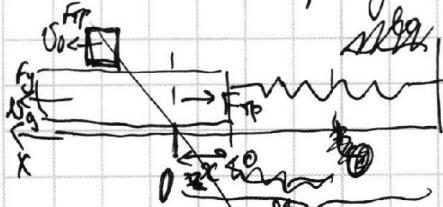
$$M \ddot{a}_g = +kx - \mu mg \rightarrow a_g = \frac{+kx - \mu mg}{M}$$

1) Если $\dot{a}_{\text{дос}} = 0$, то $a_{\text{бр}} = a_g$

$$\mu g = \frac{+kx - \mu mg}{M} \quad kx = \mu Mg + \mu mg$$

$$x = \frac{\mu g (M + m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (12 + 2)}{50} = 18 \text{ см}$$

2) Для произвольного произвольного положения бруска, когда



составляющие вектора силы тяжести

Бруск ~~бруск~~ 3СГ грав. доска + пружина + бруска

$$\frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} + \frac{m \dot{v}_g^2}{2} = -\mu mg(x - x_0)$$

$$\frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} + \frac{m \dot{v}_g^2}{2} \leftarrow \frac{m \dot{v}_g^2}{2} = \text{const}$$

$$kx \cdot \dot{x} + m \cdot \dot{v} \cdot \dot{v} +$$



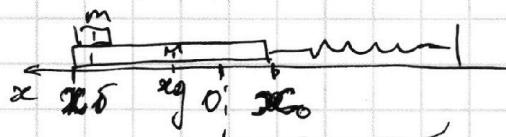
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 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!

2) при системе **тела брусков + доска** происходит гармоническое колебание **бруска левого**.



$$X_{CM} = \frac{mx_0 + Mx_M}{m+M}$$

ЗСД при системе **(брюсок + доска) + пружина**:

$$\mu \frac{V_{CM}}{d} - g + \frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = 0$$

когд. макс. кин. энергия

$\left(\mu = \frac{m}{m+M} \right)$ кин. энергия U_M

Т. о. $\ddot{x}_0 = 0$ при $V_{CM} = 0$ $|x| = |x_0|$

Т.к. в этот момент $\ddot{a}_g = 0$, то

$F_{Tr} = kx_0$ — сила трения в этот момент.

Т.к. в начальном моменте $\ddot{a}_g = 0$ (т.к. фиксирована пружина), пока F_{Tr} возрастает до kx_0

~~если~~ Если в какой-то момент брусков не движутся, то

$$V_{dp} V_g = 0$$

Тогда ЗСД:

$$\frac{(m+M)V^2}{2} = \frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2}$$

↓ проинтегрируем по t :

$$m \cdot \dot{V}_{dp} V_{dp} + M \dot{V}_g V_g = kx \dot{x} = 0$$

$\ddot{a}_g = 0$ именем

$$m \ddot{a}_{dp} V_{dp} = kx \cdot V_{доски} \rightarrow m \ddot{a}_{dp} = kx - \text{в этот момент времени.}$$

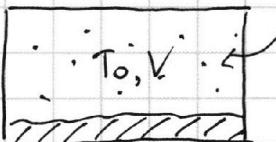


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



сух. воздух \rightarrow T_0, V + вода \rightarrow m - масса пара
 $11m$ - масса воды.

Т.к. в результате нагревания все вода испарилась, то масса пара стала $11m + m = 12m$

$$\frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{воздух}}} = \frac{12m}{m} = 12.$$

Две нач. состояния при температуре - Клаенейроне:

$$p_{\text{воздух}} V = J_{\text{воздух}} R T_0$$

$$p_{\text{пар}} V = J_{\text{пар}} R T_0 = \frac{m}{\mu} R T_0 \quad (1) \quad \text{Т.к. в начале } V \text{ пар неизвестн., есть вода, то}$$

$$p_{\text{пар}} = p_{\text{пар}}(T_0) = 3,5 \text{ кПа}$$

$$T_0 = (273 + 273) \text{ К}$$

~~если~~ T_0 при температуре t^* прекратилось испарение, то в это время t^* это момент:

$$(T^* = (t^* + 273) \text{ К})$$

$$p_{\text{воздух}} V = J_{\text{воздух}} R T^*$$

$$p_{\text{пар}}(T^*) V = J_{\text{пар}} R T^* = \frac{12m}{\mu} R T^* \quad (2)$$

Делим (1) на (2):

$$\frac{p_{\text{пар}}(T_0)}{p_{\text{пар}}(T^*)} = \frac{1 \cdot T_0}{12 T^*} \rightarrow p_{\text{пар}}(T^*) = \frac{p_{\text{пар}}(T_0)}{\frac{T_0}{12}} = 12 p_{\text{пар}}(T_0) / T_0 =$$

$$= 12 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} = \frac{7}{50} \text{ кПа}$$

$$p_{\text{пар}}(T^*) = \frac{7}{50} (T^* + 273) = \frac{7}{50} T^* + \frac{273 \cdot 7}{50}$$

$$\frac{p_{\text{пар}}(T_0)}{p_{\text{пар}}(T^*)} = \frac{273 + T_0}{12(273 + T^*)} \quad \text{Кинк графорика } p_{\text{пар}}(T)$$

$$p_{\text{пар}}(T^*) = \frac{12 p_{\text{пар}}(T_0) \cdot (T^* + 273)}{273 + T_0} = \frac{12 p_{\text{пар}}(T_0)}{273 + T_0} T^* + \frac{273 \cdot 12 p_{\text{пар}}(T_0)}{273 + T_0}$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$p_{\text{ин}}(t^*) = \frac{12 \cdot 3,5}{300} + * + \frac{273 \cdot 12 \cdot 3,5}{300}$$

$$p_{\text{ин}}(t^*) = \frac{7}{50} t^* + \frac{1911}{50} - \text{предложение с книжкой} = \frac{7}{50}$$

В книжке ^{изреве} при $t^* = 8^{\circ}\text{C}$ $p_{\text{ин}} = 49,56 \text{ кПа} - \text{не здорово}$ ^{соответствует} ^{загадкам} ^{дана} ^{уп-ке.}

$$T = t + 273 = 370 \text{ K}$$

$$P_{\text{сух}} V = P_{\text{возд}} V + R T$$

$$(P_{\text{возд}}) V = \frac{12 \text{ m}}{\mu} R T$$

~~написание нюх~~

$$\frac{P_{\text{сух}}''}{P_{\text{сух}}} = \frac{T}{T_0} = \frac{370}{300}$$

$$\frac{P_{\text{возд}}(t)}{P(t_0)} = \frac{12 T}{T_0}$$

$$P_{\text{возд}}(t) = P \frac{(t_0) \cdot 12 T}{T_0} = \frac{3,5 + 2 \cdot 370}{300} = \frac{14 \cdot 37}{100} =$$

$$= 57,8 \text{ кПа}$$

$$\psi = \frac{P_{\text{возд}}(t)}{p_{\text{ин}}(t)} = \frac{57,8}{91} = \frac{578}{910} = \frac{259}{455} = \frac{37}{65}.$$

Ответы! 1) 12

$$2) t^* = 81^{\circ}\text{C}$$

$$3) \psi = 37/65.$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

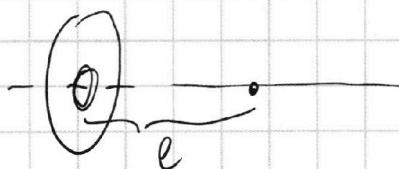
Водяной

$\Psi_\infty = 0$, тогда где диска:



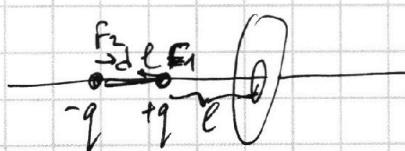
$$\Psi_0 = \int_{R_1}^{R_2} \frac{k \sigma \pi r dr}{r^2} = k \sigma \cdot 2\pi (R_2 - R_1).$$

На оси:



$$\Psi(l) = \int_{R_1}^{R_2} \frac{k \sigma \cdot 2\pi r dr}{\sqrt{r^2 + l^2}}$$

Чтобы диполь пролетел диск ему нужно пролететь тоже, где суммарное поле, действующее на него, неило равна 0.



~~F1~~ ~~F2~~

В этой точке скорость диполя 0, тогда

$$0 - \frac{2mV_0^2}{2} = -q \cdot \Psi(l) + q \cdot \Psi(l) = q d\Psi$$

При пролёте через эту точку при $q' = q/2$:

$$\frac{2mV_1^2}{2} - \frac{2mV_0^2}{2} = \frac{q}{2} d\Psi = - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$2 \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \rightarrow V_1 = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \text{ - мин скорость короткого диполя.}$$

$$\text{Тогда } V_{\max} - V_{\min} = V_0 - \frac{V_0}{\sqrt{2}} = V_0 \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$$

При пролёте центра диполя через центр обмотки $\Psi_E = 0 \rightarrow W = 0$, тогда $B = B_0$. Реш.: 1) B_0 2) $V_0 \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$.

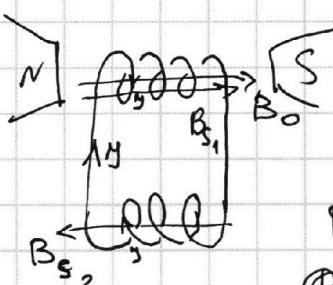


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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) Т.к. $R=0$, то $\mathcal{E}_{\text{сум}} = 0$, тогда

$$d\Phi_{\text{сум}} = 0 \rightarrow \Phi = \text{const.}$$

В начальный момент времени:

$$\Phi = B_0 \cdot n S_1 - \text{только внешн. поток через 1-ую полушар.}$$

В конечный момент времени:

$$\Phi = Y_0 (B_{h_1} + L) = Y_0 (BL + L) = \text{внешн. поток неизм.} \\ = Y_0 7L.$$

Т.к. $\Phi_{\Sigma} = \text{const}$, то

$$B_0 n S'_1 = 7 Y_0 L \rightarrow Y_0 = \frac{B_0 n S'_1}{7 L}$$

$$2) \mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - n S_1 \cdot \frac{dB_0}{dt}$$

Конк. прерывка

$$\mathcal{E}_{S_1} = - L \frac{dy}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{S_1} + \mathcal{E}_{S_2} = 0$$

$$\mathcal{E}_{S_2} = - 6L \cdot \frac{dy}{dt}$$

$$n S_1 \cdot \frac{dB_0}{dt} + L \frac{dy}{dt} = - 6L \frac{dy}{dt}$$

$$\frac{dy}{dt} = - \frac{n S_1}{L} \cdot \frac{dB_0}{dt}$$

$$\text{если } t \leq \frac{2}{3}\tau \quad \frac{dB_0}{dt} = - \frac{\frac{2}{3} \cdot \frac{B_0}{\tau}}{\frac{1}{3}\tau} = - \frac{3}{8} \frac{B_0}{\tau}$$

$$\text{если } t > \frac{2}{3}\tau \quad \frac{dB_0}{dt} = - \frac{\frac{6}{8} \frac{B_0}{\tau}}{\frac{1}{3}\tau} = - \frac{9}{4} \frac{B_0}{\tau}$$

$$\text{Тогда } \mathcal{E}_i = gne \quad \text{если } t \leq \frac{2}{3}\tau \quad \frac{dy}{dt} = \frac{3 n S_1 B_0}{56 L \tau} = k_1$$

$$\text{если } t > \frac{2}{3}\tau \quad \frac{dy}{dt} = \frac{9 n S_1 B_0}{28 L \tau} = k_2$$

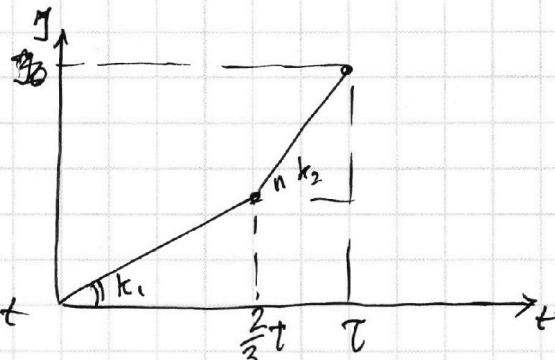
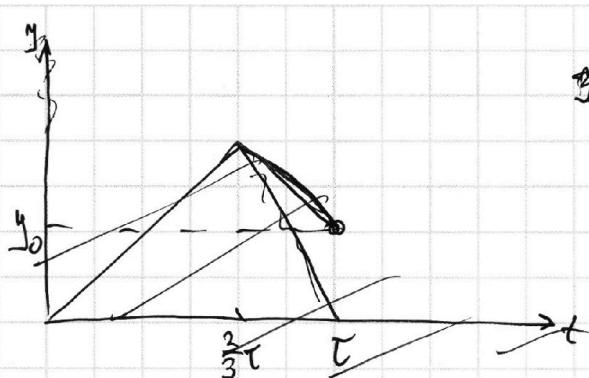


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$k_1 \cdot \frac{2}{3}T + k_2 \cdot \frac{1}{3}T = y_0$$

22 $q = S_{\text{ног}} \text{графика} =$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3}T \cdot k_1 \cdot \frac{2}{3}T + \frac{1}{2} \cdot \left(2k_1 \cdot \frac{2}{3}T + k_2 \cdot \frac{1}{3}T \right) \cdot \frac{1}{3}T = \\ &= \frac{1}{2 \cdot 3}T \left(2 \cdot \frac{2}{3}T \cdot \frac{3nS_1B_0}{56Lx} + \frac{4}{3}T \cdot \frac{3nS_1B_0}{56Lx} + \frac{1}{3}T \cdot \frac{3nS_1B_0}{28Lx} \right) = \\ &= \frac{1}{6}T \left(\frac{nS_1B_0}{14L} \cdot 2 + \frac{3nS_1B_0}{28L} \right) = \frac{1}{6}T \cdot \frac{7}{28} \frac{nS_1B_0}{L} = \\ &= \frac{nS_1B_0T}{24L} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $y_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L}$

2) $q = \frac{nS_1B_0T}{24L}$

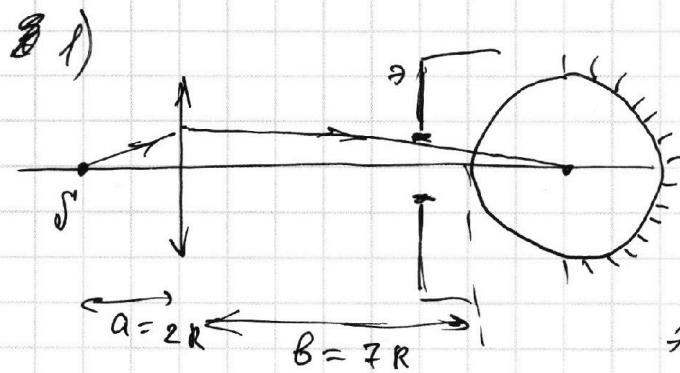


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



Т.к. в данной ситуации ~~есть~~, изображение будет на месте источника для любых $n \neq 1$, т.к.
этот луч дополнен проходит через центр линзы (где бы не находился крепление)

Тогда $d = a = 2R$

$$f = 7R - R = 6R.$$

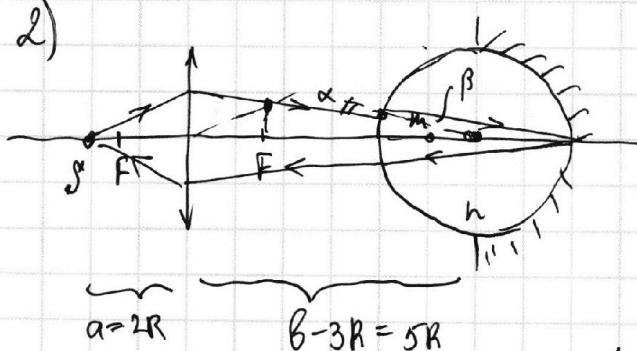
§10 формула тонкой линзы

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

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{6R} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{ab}{a+b} = \frac{2R \cdot 8R}{2R+6R} = \frac{16}{10} R = 1,6R.$$

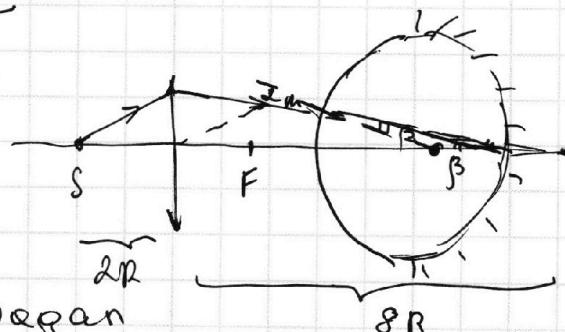
2)



§10 з-ны Снеллиуса:

$$\sin \alpha = n \sin \beta$$

$$\alpha = n \beta.$$



Чтобы луч обогнул обратно, нужно, чтобы после преломления он попал на РО.

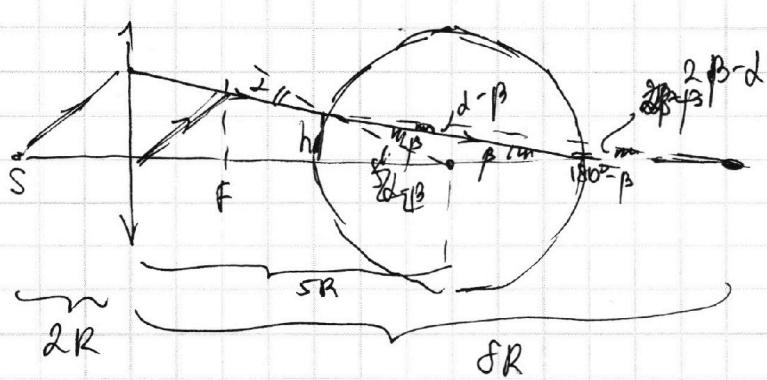


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!



$$h = 2R \cdot \tan \beta$$

$$h = (8R - 5R) \cdot \tan(2\beta - \alpha)$$

$$2R \cdot \beta = 4R \cdot (2\beta - \alpha)$$

$$\begin{aligned} \beta &= 4\beta - 2\alpha \\ 2\alpha &= 3\beta \end{aligned}$$

Тогда $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{n\beta}{\beta}, \text{ т.е. } \alpha = n\beta$

$$n = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{3\beta}{\beta} = 3$$

$$1) F = 1,6R$$

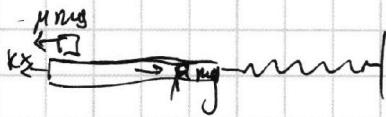
Ответ: $\frac{\alpha}{\beta} = 1,5$.

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**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

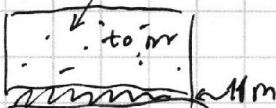


$$m\ddot{x} = -kx - mg$$

$$\ddot{x}_g = -\frac{k}{m}x - \frac{mg}{m} = -g$$

$$M\ddot{x} = -kx - Mg \quad \ddot{x}_g = -\frac{k}{M}x - \frac{Mg}{M} = -g$$

$$\checkmark \quad c_{\text{ых}} + b_n.$$



$$p_n(27) = 3,5 \times 10^6$$

$$p_n(97) = 91 \times 10^6$$

$\frac{T_1}{T_2}$

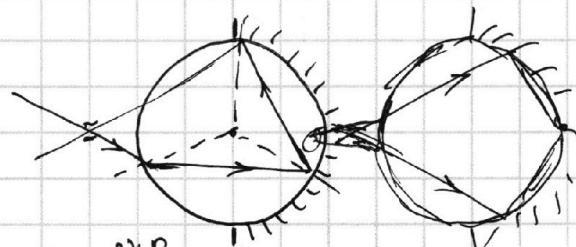
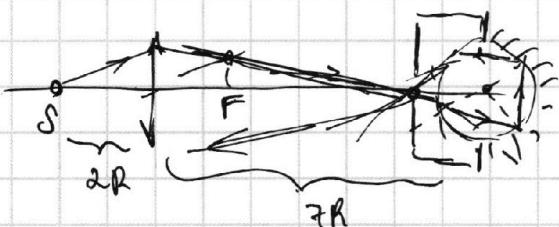
$$P_{\text{он}} \cdot V = J_{\text{он}} R T_0$$

$$P_{\text{он}} V = J R T_0$$

$\frac{T_1}{T_2}$
 $\frac{R_1}{R_2}$

$$P_{\text{он}} V = \frac{R_1}{R_2} R \cdot T_1$$

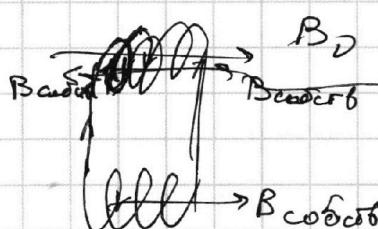
$$P_{\text{он}} V = J R T_1$$



$$R = \infty \rightarrow \Phi_E = \text{const.} \quad E_{\parallel} = \frac{2 \pi p}{r^2}$$

$$L = \frac{\Phi}{J} \rightarrow \Phi = L J$$

$$\Phi = B \cdot r_s \cdot l$$



$$B_0 \cdot nS = M(6l - l)$$

$$y_0 = \frac{B_0 n S}{5l}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ - 273 \\ \hline 27 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1911 \\ - 2191 \\ \hline 72 \end{array} \quad \begin{array}{r} 455 \\ - 42 \\ \hline 35 \end{array}$$

$$E_{\text{int}} = -\frac{d\Phi}{dt} = -n \mu_0 S \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 37 \\ 14 \\ 148 \\ \hline 5180 \end{array} \quad \begin{array}{r} 37 \\ 910 \\ \hline 455 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 259 \\ - 25 \\ \hline 20 \end{array} =$$

$$\begin{array}{r} 518 \\ - 410 \\ \hline 108 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1911 \\ - 150 \\ \hline 1411 \end{array}$$

$$\Phi_{\text{ext}} = -L \frac{dy}{dt}$$

$$\Phi_{\text{ext}} = -B L \frac{dy}{dt}$$

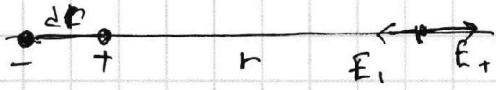


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$E_+ = \frac{kq}{r^2} \quad E_- = -\frac{kq}{(r+dr)^2}$$

$$E_+ + E_- = \frac{kq}{r^2} - \frac{kq}{r^2 + 2rdr} = \frac{2kq r dr}{r^2(r^2 + 2rdr)} > \frac{2kP}{r^3}$$



6 0

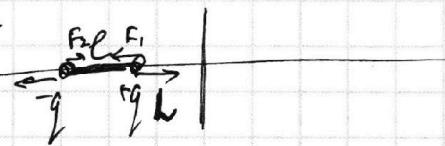
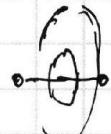


$$\varphi = \frac{kq}{r} \approx kq$$

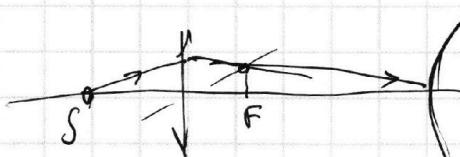
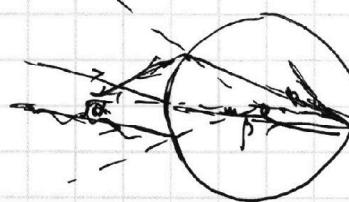
$$d\varphi = \frac{kq}{r^2} d\Omega \cdot 2\pi r dr$$

$$\varphi \approx kq \cdot 2\pi = k \frac{dq}{r} = \frac{k}{r} \cdot 2\pi r dr$$

$$\varphi = 2k\sigma\pi k$$



$$\frac{1911}{750} \left| \frac{50}{411} \right| 38$$



х

$$t^* = 60$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \cdot 82 \\ \hline 574 \end{array}$$

$$574 + 1911 =$$

$$\frac{420 + 1911}{50} = \frac{2331}{50} =$$

$$= 46,62$$

$$567 + 1911 = 4970$$

$$= 2478$$

$$4956$$

$$t^* = 80$$

$$t^* = 90$$

$$\frac{630 + 1911}{50} = \frac{2541}{50} = 50,82$$

$$\frac{560 + 1911}{50} = \frac{2471}{50} = 49,42$$