



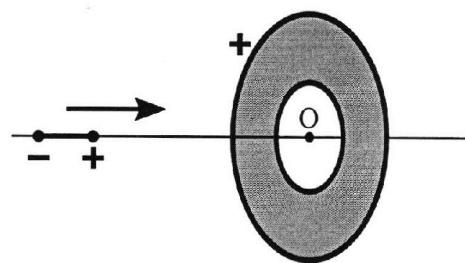
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



## Вариант 11-01

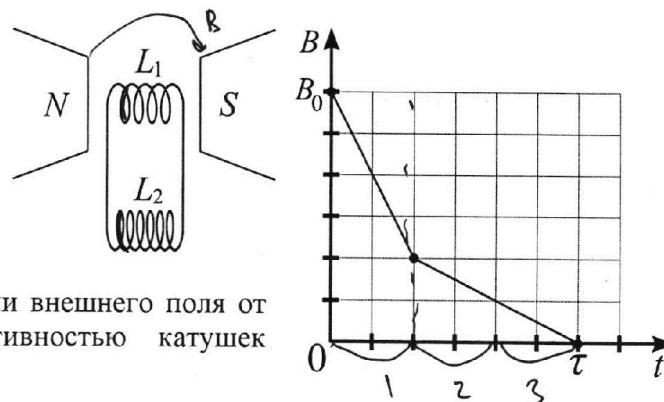
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- ✓ 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  $V_0$ . Диполю сообщают начальную скорость  $2V_0$ .



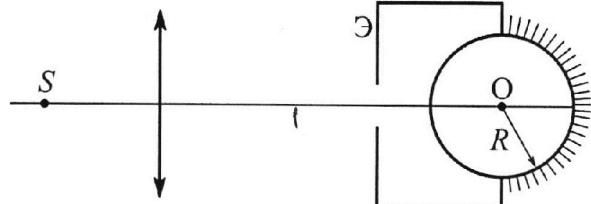
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- ✓ 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  $\tau$ . 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  $S$ , удалённый 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 наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



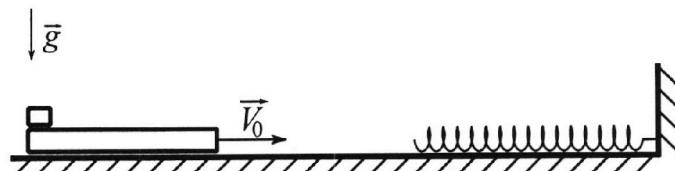
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 11-01**



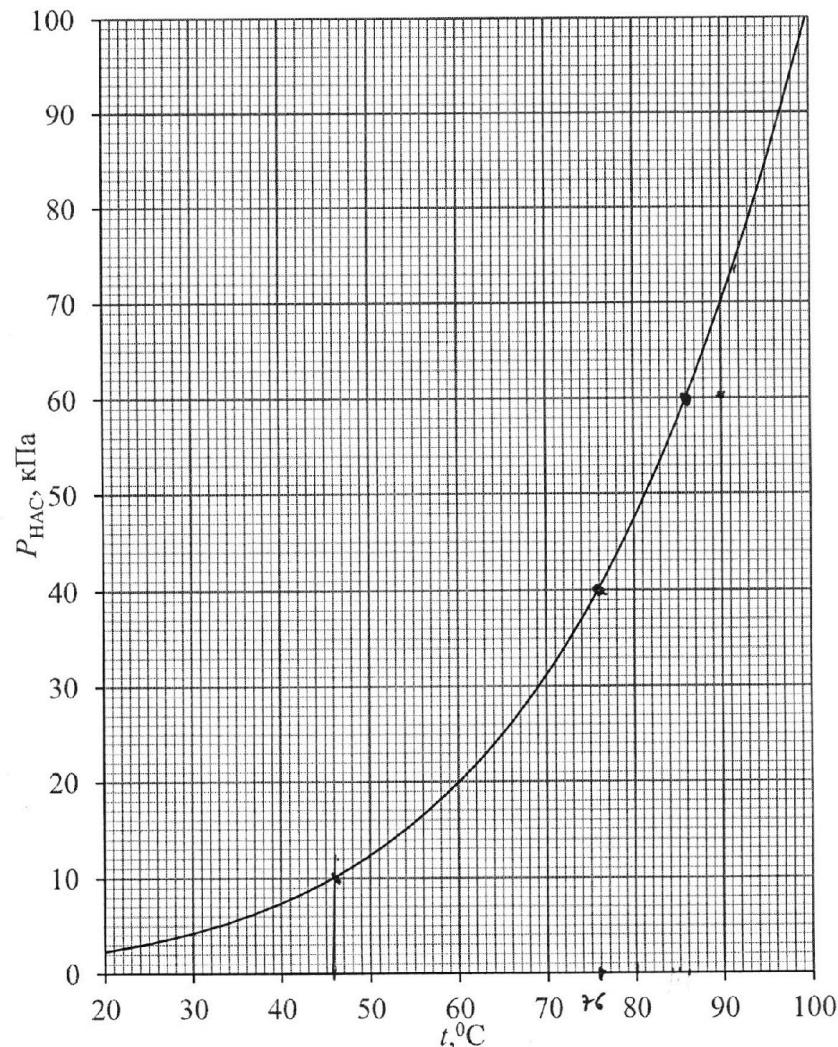
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. Длинная доска массой  $M = 2$  кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок 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 жесткости  $k = 27$  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/с<sup>2</sup>. 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  $\phi_0 = 2/3$  (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.

ЛЯХА

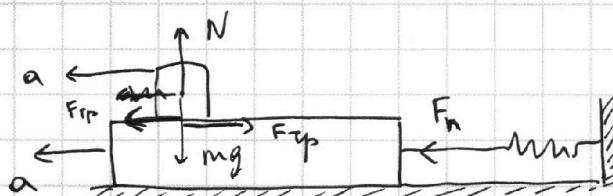
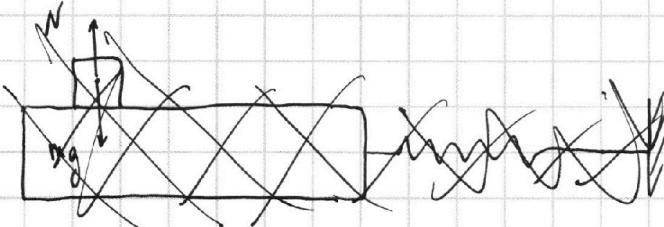


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



когда брускок и доска ~~неподвижны~~ отн. друг к другу у них одноаковое ускорение  $\vec{a}$

$F_n$  - сила упр. пружины  
 $F_{tp}$  - сила трения между бруском и доской

$N$  - сила реакции ~~на~~ доски на брускок

$$23\text{H} \text{ на верт. для бруска: } N = mg$$

$$23\text{H} \text{ на гор. для бруска: } ma = F_{tp}$$

$$23\text{H} \text{ на гор. для системы "брускок + доска":}$$

$$(m+M)a = F_n$$

$$\cancel{F_n = kx} \quad \text{в интересующий момент: } x_0 - \text{сжатие в этот момент}$$

$$\cancel{kx = (m+M)} \quad F_n = kx_0 \quad F_{tp} = \mu N = \mu mg$$

$$\begin{cases} (m+M)a = kx_0 \\ \mu mg = ma \end{cases} \Rightarrow \cancel{\mu mg} \quad \mu g (m+M) = kx_0$$

$$x_0 = \frac{\mu g (m+M)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (2+1)}{27} = \frac{1}{3} \approx 0,33 \text{ (м)}$$

до момента начала отн. движение брускок и доска движутся как одно целое  $\Rightarrow$  ~~то~~ это пружинный маятник с массой груза  $(m+M)$ . Для него:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} - \cancel{x(t)} = \text{циклическая частота}$$

$$x(t) = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$$

зависимость сжатия от времени без учета Н.У.

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

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!

$$\begin{aligned} x(0) = 0 &\Rightarrow \text{поставляем Н.У.:} \\ \dot{x}(0) = V_0 &\Rightarrow C_1 = 0 \\ &\Rightarrow C_2 w = V_0 \end{aligned}$$

$t = 0$  —  
момент начала сжатия

$$x(t) = \frac{V_0}{w} \sin(wt)$$

нам нужен промежуток от  $t=0$  до  $t=t_0$  (<sup>момент начала отн. движ.</sup>)

$$x(t_0) = x_0 = \frac{V_0}{w} \sin(wt_0)$$

$$\begin{aligned} t_0 &= \arcsin \frac{x_0 w}{V_0} \\ t_0 &= \sqrt{\frac{m+M}{k}} \cdot \arcsin \left( \frac{mg(m+M)}{kv_0} \cdot \sqrt{\frac{k}{m+M}} \right) \\ t_0 &= \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arcsin \left( \frac{mg}{kv_0} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} \right) \\ t_0 &= \sqrt{\frac{2+1}{27}} \cdot \arcsin \left( \frac{0,3 \cdot 10}{2} \cdot \sqrt{\frac{3}{27}} \right) = \\ &= \frac{1}{3} \arcsin \left( \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} \right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{18} = \frac{1}{6} \text{ (с)} \end{aligned}$$

после начала отн. движения брускок будет скользить (т.к.  $F_{\text{тр.}}$  и  $F_{\text{норм.}}$  не хотят придать уск. = уск. доски)  $\Rightarrow$   
на доску будет действовать постоянная сила

$$F_{\text{тр.}} = \mu mg \Rightarrow \text{будет действовать}$$

доски будут обычные затухающие колебания

~~$x(t) = x_0 \cos(\omega t)$~~

$$v = V_0 \cos(\omega t_0) = V_0 \cos \left( 3 \cdot \frac{\pi}{6} \right) = \frac{\sqrt{3} V_0}{2}$$

— скорость доски в момент начала затух. колеб.

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

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!

~~26~~ ~~5~~  $E_1 = \frac{kx_0^2}{2} + M \frac{v^2}{2}$  — энергия "доски + пружины в момент нач. затух."

$E_2 = \frac{kx_1^2}{2} + \cancel{F_{\text{уп}}(x_1 - x_0)}$  — энергия доски + пружины в момент max сжатия

~~$E_2 = F_{\text{уп}}(x_1 - x_0)$~~   $\frac{kx_1^2}{2} = M \frac{v^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2}$  — ЗСЭ

$2 \mu mg(x_1 - x_0) + kx_1^2 = M \frac{v^2}{2} + kx_0^2$

получилось квадр. ур. от  $x_1$ . подставим числ. зн.:

$2 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot (x_1 - \frac{1}{3}) + \cancel{27} x_1^2 = 2 \cdot 3 \frac{1}{4} \cdot 4 + 27 \cdot \frac{1}{9}$

$6x_1 - 2 + 27x_1^2 = 2 \cdot 3 + 3$

$27x_1^2 + 6x_1 - \cancel{11} = 0$

Ответ: 1) 0,33 м 2)  $\frac{1}{6}$  (с)



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

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

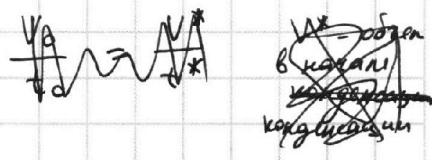
$$\varphi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{нас}}} \quad P_{\text{нас}} - \text{давление при данной температуре } (86^\circ\text{C})$$

$$P_{\text{нас}} = 60^* \text{ кПа} \quad (\text{из графика})$$

$$P_1 = \varphi_0 P_{\text{нас}} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$$

до начала конденсации влажный воздух ведет себя как обычный идеальный газ: (т.к. пар ведет себя так)

$$P = \text{const} = P_0 \quad (\text{использовано, что массовый пар не меняется})$$



~~$P_0 = P_n + P_b$~~

~~$P_n = P_b$~~

до нач. конденсации ур. сост. пара:

~~$P_n V = JRT$~~  — в любое время

~~$P_1 V_0 = JRT_0$~~  — в нач. момента

$P_n$  - давление пара

$$\frac{P_n}{P_1} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \quad \text{— где } \frac{V}{V_0} = \frac{\text{объем пара}}{\text{объема воздуха}} \text{ такое же, как и } \frac{T}{T_0}$$

$$\text{у воздуха } \frac{P_b}{(P_0 - P_1)} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_n}{P_1} = \frac{P_b}{P_0 - P_1} \quad \Rightarrow \frac{P_0 - P_1}{P_1} = \frac{P_b}{P_n} = \text{const}$$

$$\text{при этом } P_0 = P_b + P_n \quad \Rightarrow P_b, P_n = \text{const}$$

(т.к. массовый пар не меняется)

конденс. начнется когда  $P_n = P_{\text{нас}}$  — ~~давление нач. пара при  $t^*$~~

~~$P_n = P_1 = P_{\text{нас}}^* = 40 \text{ кПа} \Rightarrow$  ~~из графика~~~~

~~из графика~~ см. пересечение прямой  $P_n = 40 \text{ кПа}$  с графиком  $P_{\text{нас}}(t) \Rightarrow$

$$\Rightarrow t^* = 76^\circ\text{C}$$



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**.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

оставшиеся  
во всех этапах состоят из 2-х этапов:  
 $p = \text{const} = p_0$

1) влажн. воздух = нг. газ  $t \in [20^\circ\text{C}, t^*]$   
 $\frac{V_0}{t_0} = \frac{V^*}{t^*}$   $V^*$  - объем при нач. конденс.

$$V^* = \frac{t^*}{t_0} V_0$$

2) насыщ. пар + сухой воздух

пишем ур-е конечного состояния воздуха:

$$(p_0 - p_{\text{наст}}) V = \cancel{\gamma R \cdot t} \quad \gamma R t \quad p_{\text{наст}} - \text{давление наст. пара при } t$$

ур-е состояния воздуха вначале:

~~$$(p_0 - p_1) V_0 = \gamma R t_0$$~~

$$\frac{V}{V_0} = \frac{p_0 - p_1}{p_0 - p_{\text{наст}}} \cdot \frac{t}{t_0}$$

$$p_{\text{наст}} = 10 \text{ кПа}$$

(из графика)

$$\frac{V}{V_0} = \frac{150 - 40}{150 - 10} \cdot \frac{46 + 273}{273 + 86} = \frac{11}{14} \cdot \frac{319}{359} = \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359}$$

Ответ: 1)  $76^\circ\text{C} = t^*$  2)  $\frac{3509}{5026} = \frac{V}{V_0}$

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.

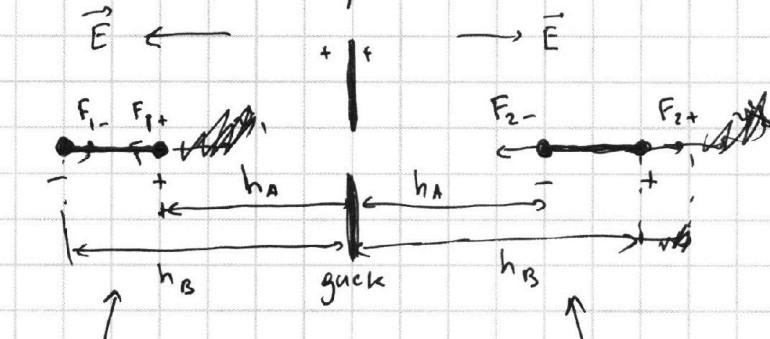


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 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!

рассмотрим 2 симм. положения диполя:



полож. 1

полож. 2

силы действ. т.е.  
заряды:

диполь на  
одинак. расстояниях  
в обоих положениях

~~$F_{1-} = F_{1+} = E_A \cdot q$~~

~~$|E|$  на расст.  $h_A = |E_A|$ .  $|E_B|$  — аналог.~~

$F_{1-}$  — сила на конкретный заряд диполя  
номер положения заряда  
знак  $q$  — модуль заряда  
напишем силы в проекции на  $Ox$ :

$$F_{1-} = (-E_B \cdot q) = E_B q$$

$$F_{1+} = -E_A q \quad F_{2-} = E_A \cdot (-q) = -E_A q$$

$$F_{2+} = E_B \cdot q = E_B q$$

Резулт. силы действ. т.е. диполь в пол. 1 и 2:  
в проекц. на  $Ox$ :

$$F_1 = F_{1-} + F_{1+} = q (E_B - E_A)$$

$$F_2 = F_{2-} + F_{2+} = q (E_B - E_A)$$

$\Rightarrow$  во врем. пролета диполя  
эл. поля до диска = работе  
над диска

$$A_{go} = A_{после} = A$$

в симм. полож.  
результат. силы  $\Rightarrow$   
одинаковы

работа  
над диска



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 checked="" 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!

$$E_0 = m \frac{V_0^2}{2} - \text{некоторая энергия диска в начальне}$$

$m$  - масса диска

ЗСЗ:  $E_0 = A_{go} + A_{носка} = 2A \leftarrow$  при минимальной  
возм. скорости

$$2A = \frac{m}{2} V_0^2 \Rightarrow A = \frac{m}{4} V_0^2$$

1) ~~скорость~~

~~A~~

$|E_B| < |E_A|$  ( $E$  ↓ с

расстоянием)

прим.: ~~none~~

$\downarrow E_{kin}$

т.к.

~~диски~~ быстрее нас  
 $h_B > h_A$ )

$F_x < 0$

~~2) скорость в центре диска~~

$\sqrt{\frac{V_0^2}{5}}$

переходим к ситуации с нач. скр.  $2V_0$ :

1)  $V_y$  - скорость в центре диска

$$m \frac{4V_0^2}{2} = A_{go} + m \frac{V_y^2}{2} = \frac{m}{4} V_0^2 + m \frac{V_y^2}{2}$$

$$2V_0^2 = \frac{V_0^2}{4} + \frac{V_y^2}{2} \quad 4V_0^2 - \frac{1}{2} V_0^2 = V_y^2 = 3,5 V_0^2$$

$$\sqrt{V_y} = \sqrt{3,5} V_0$$

$$V_y = \sqrt{3,5} V_0$$

2) ~~none~~  $\downarrow E_{kin}$  ~~none~~ время  $\downarrow E_{kin} \approx$

$$\Rightarrow V_{max} = 2V_0 \quad (\text{нач. скр.})$$

$$m \frac{4V_0^2}{2} \quad m \cdot m \cdot m$$

для  $V_{min}$ : ЗСЗ:

$$\frac{m}{2} 4V_0^2 = 2A + \frac{m}{2} V_{min}^2 = \frac{m}{2} V_0^2 + \frac{m}{2} V_{min}^2$$

$$4V_0^2 = V_0^2 + V_{min}^2$$

$$V_{min} = \sqrt{3} V_0$$

Ответ: 1)  $V_y = \sqrt{3,5} V_0$  2)  $V_{max} = 2V_0$

3)  $V_{min} = \sqrt{3} V_0$

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**.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

в любой м. времени:

~~Ф<sub>2</sub>~~  $\dot{\Phi}_1 = -\Phi_1$  — 1-я катушка

$\dot{\Phi}_2 = -\Phi_2$  — 2-я катушка

$\dot{\Phi}_1 = \dot{\Phi}_2$  — здесь индукции  $\Phi$  — поток через катушки

$\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = 0 \Rightarrow \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const} = \Phi_0$

~~Ф<sub>2</sub>~~  $\dot{\Phi}_2 = L_2 \frac{dI}{dt}$  ~~Ф<sub>1</sub>~~  $\dot{\Phi}_1 = L_1 \frac{dI}{dt} + S_1 n \dot{B}$

~~L<sub>2</sub>~~  $L_2 \frac{dI}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} + S_1 n \dot{B} = 0 \Rightarrow$

~~L<sub>2</sub>~~  $(L_1 + L_2) \Delta I + S_1 n \Delta B = 0$

~~Ф<sub>0</sub> = B<sub>0</sub>s~~,  $\Rightarrow (L_1 + L_2) \Delta I + S_1 n \Delta B = 0$

$\Delta I_0 = I_0 - 0$   $\Delta B_0 = 0 - B_0$  — в конце выключения

$(L_1 + L_2) I_0 = S_1 n B_0$

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

~~L<sub>2</sub>~~  $\frac{dI}{dt} \neq L_1 \frac{dI}{dt}$   $(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -S_1 n \frac{dB}{dt}$

~~(L<sub>1</sub> + L<sub>2</sub>) ΔI = S<sub>1</sub>n~~

$(L_1 + L_2) \Delta I = -S_1 n \Delta B$  — справедливо в любой момент

$\Delta I = I - I_0$   $\Delta B = B_0 - B_0$  — в любой момент



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!

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{-S_1 n (B - B_0)}{L_1 + L_2} = \frac{S_1 n (B_0 - B)}{L_1 + L_2}$$

$$dq = \frac{S_1 n}{L_1 + L_2} (B_0 - B) dt$$

$$\int_0^T dq = \frac{S_1 n}{L_1 + L_2} \int_0^T B_0 dt - \int_0^T B dt$$

$$q = \frac{S_1 n}{L_1 + L_2} \cdot B_0 t - \int_0^T B dt$$

$\int_0^T B dt$  — площадь под графиком  $B(t)$

$$\int_0^T B dt = \frac{B_0 T}{3}$$

$$q = \frac{S_1 n B_0 T}{L_1 + L_2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2 B_0 T S_1 n}{3 (L_1 + L_2)}$$

подставляем ~~знач.~~ знач.:  $L_1$  и  $L_2$

$$I_0 = \frac{S_1 B_0 n}{L_1 + L_2} = \frac{S_1 B_0 n}{5L}$$

$$q = \frac{2 B_0 T S_1 n}{15L}$$

$$\text{ответ: } I_0 = \frac{S_1 B_0 n}{5L}$$

$$q = \frac{2 B_0 T S_1 n}{15L}$$

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.

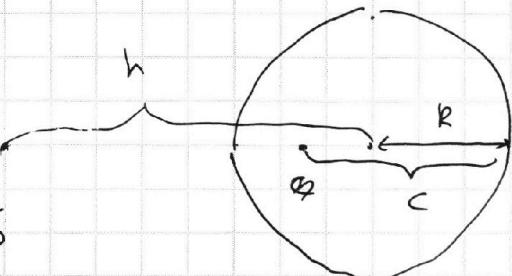
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

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!



S



~~Ф-1~~ Ф-1<sup>2</sup> прелом. сфер. ноб - син.

$$\frac{h_1}{x_1} - \frac{h_2}{x_2} = \frac{n_1 - n_2}{R}$$

$$\frac{n}{2R - c} - \frac{1}{h + R - 2R} = \frac{n-1}{R}$$

$$h = \frac{nR}{2-n}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{h+R} + \frac{1}{c}$$

$$\frac{n}{2R - c} - \frac{1}{h - R} = \frac{n-1}{R}$$

представить  
~~решить~~  $\rightarrow$  си  
систему ~~как~~

R - ~~номер~~ искомая

n - параметр

~~запись условия~~  
решить при условии  
что R не зависит от n

$$h + R = R \left( \frac{n}{2-n} + 1 \right) = R \left( \frac{2+n}{2-n} \right) = \frac{2}{2-n} R$$

$$\frac{2}{R} = \frac{2-n}{2R} + \frac{1}{c} \quad \frac{4 - 2 + n}{2R} = \frac{1}{c} = \frac{2+n}{2R}$$

~~2R - c = 2R \left( 1 - \frac{1}{2+n} \right)~~

$$2R - c = 2R \cdot \frac{1-2-n}{2+n} = 2R \cdot \frac{-(n+1)}{2+n}$$

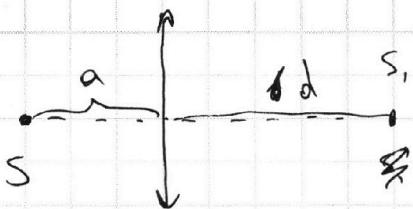
$$h - R = \frac{2}{2-n} R - 2R = 2R \left( \frac{1}{2-n} - 1 \right) = 2R \left( \frac{1-1+n}{1-n} \right)$$

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

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!



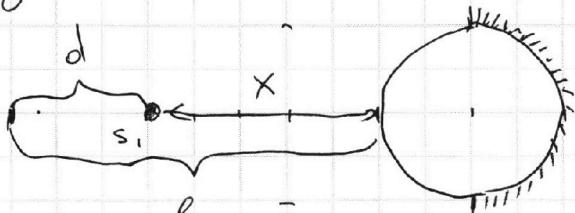
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{ad}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F} = \frac{0,5}{1,5F} = \frac{2}{3F}$$

$$d = 1,5F$$

Чтобы изобр. в системе совпадало с ист. ~~изобр.~~  
достаточно чтобы шар



$$x = b - d \quad - \text{расст. от изобр. ист. от линзы до шара}$$

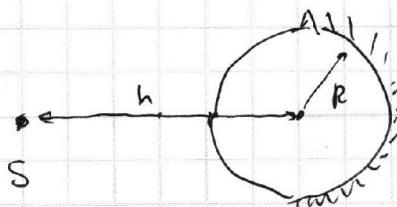
$$x = \left( \frac{8}{3} - \frac{3}{2} \right) F = \frac{16-9}{6} F = \frac{5}{6} F$$

~~изобр. не зависит от показ. прелом.~~  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  ~~изобр. после преломления отражения всех лучей идут к поверхности шара  $\Rightarrow$~~

~~изобр. от этого зеркала получается ближе шара~~

~~но преломл. изобр. не есть +~~  
стекл. шар ~~переворачивает~~ источники ~~на~~ на  
расстояние  $h = \frac{nR}{n-1}$  от ~~себя~~ своего центра



затем зеркало его отражает

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{h+R} + \frac{1}{c}$$

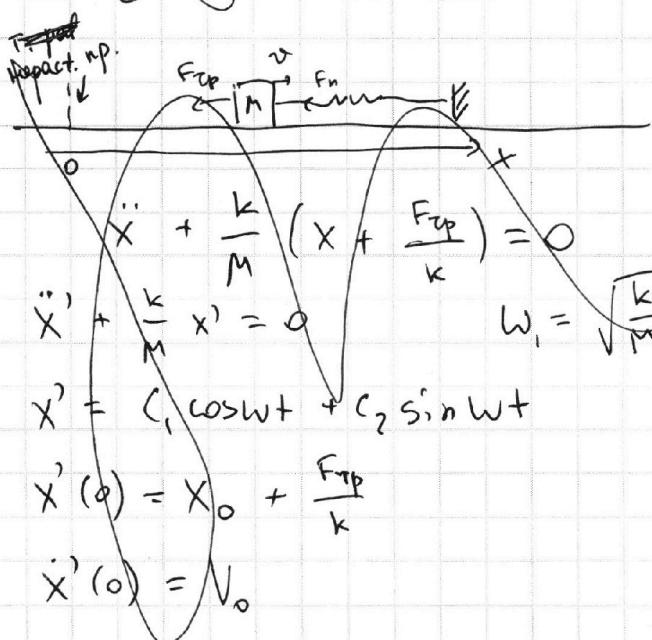
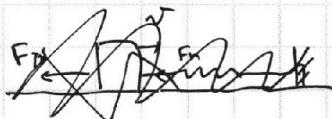
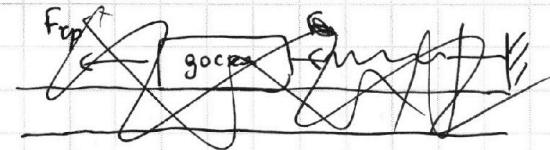
$c$  - изобр. источ. после зеркала



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!



$$-M\ddot{x} = F_{top} + kx$$

$$M\ddot{x} + k(x + \frac{F_{top}}{k}) = 0$$

$$x' = x + \frac{F_{top}}{k}$$

*это замена  
а не производная*

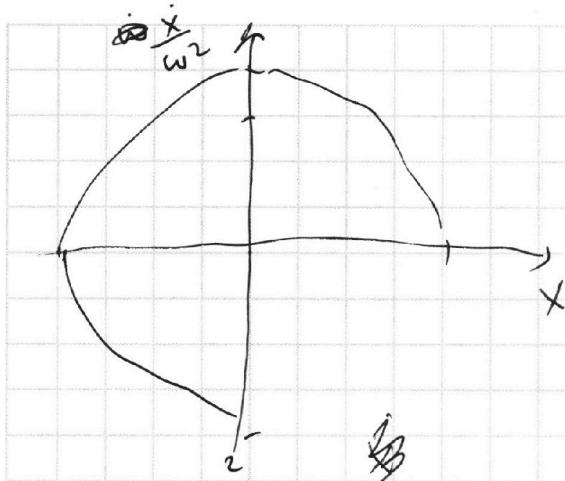


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 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!



$$\ddot{x} + w^2 x = \text{const}$$

~~$$w = f(x)$$~~

$$\dot{x}^2 + \frac{x^2}{w^2} = \text{const}$$

$$+ \frac{319}{319} \\ \hline 3509$$

$$+ \frac{3590}{1436} \\ \hline 5026$$

$$- \frac{360}{1440} \\ \hline 1436 \leftarrow$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{\star R} + \frac{1}{L}$$

5, 5

5



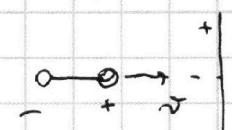
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

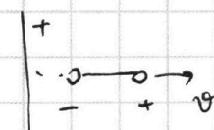
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

чертёжник

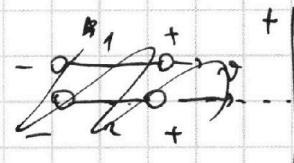


сильно отт.  
слабо прит.



сильно прит.  
слабо отт.

симметрия!



$$A_1 - A_2 = 0$$

$$A_1 = F_{\text{оп}} S$$

из за симм.

$$\vec{F} = \vec{E} q$$

~~46~~

$$49 + 270$$

$$\begin{array}{r} \\ \parallel \\ 7 \cdot 7 \end{array}$$

$$A_1 = A_2$$

$$\begin{array}{r} + 273 \\ 86 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 270 \\ \hline 49 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3R \\ \cancel{R} \\ \hline R \end{array}$$

$$\begin{array}{r} nR \\ \cancel{n} \\ \hline n \end{array}$$

$$\begin{array}{r} nR \\ \cancel{n} \\ \hline n-2 \end{array}$$

$$\frac{nR}{n-2} = 50'$$

знак. сжатие =  $\sigma = 0$

1)  $A_{\text{зар}} F_{\text{оп}} \rightarrow$  Екин друж

$$\cancel{dp = Fdt}$$

\*

на доску дешев. нося силы!!!