



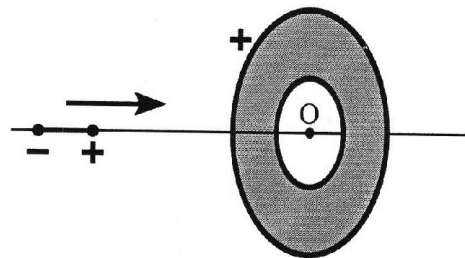
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



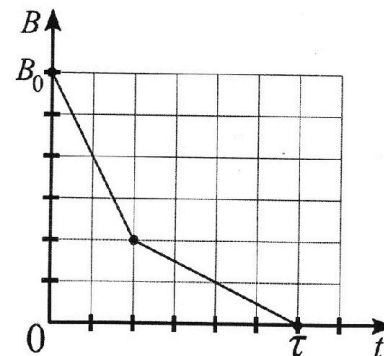
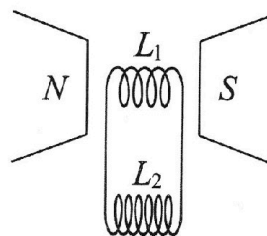
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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

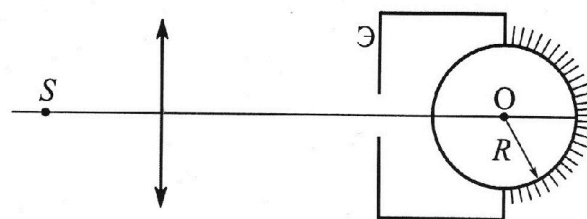
4. Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 4L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . 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  $S$ , 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 наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



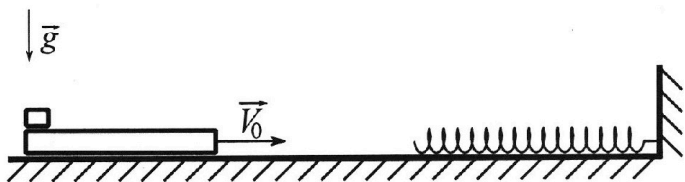
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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 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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

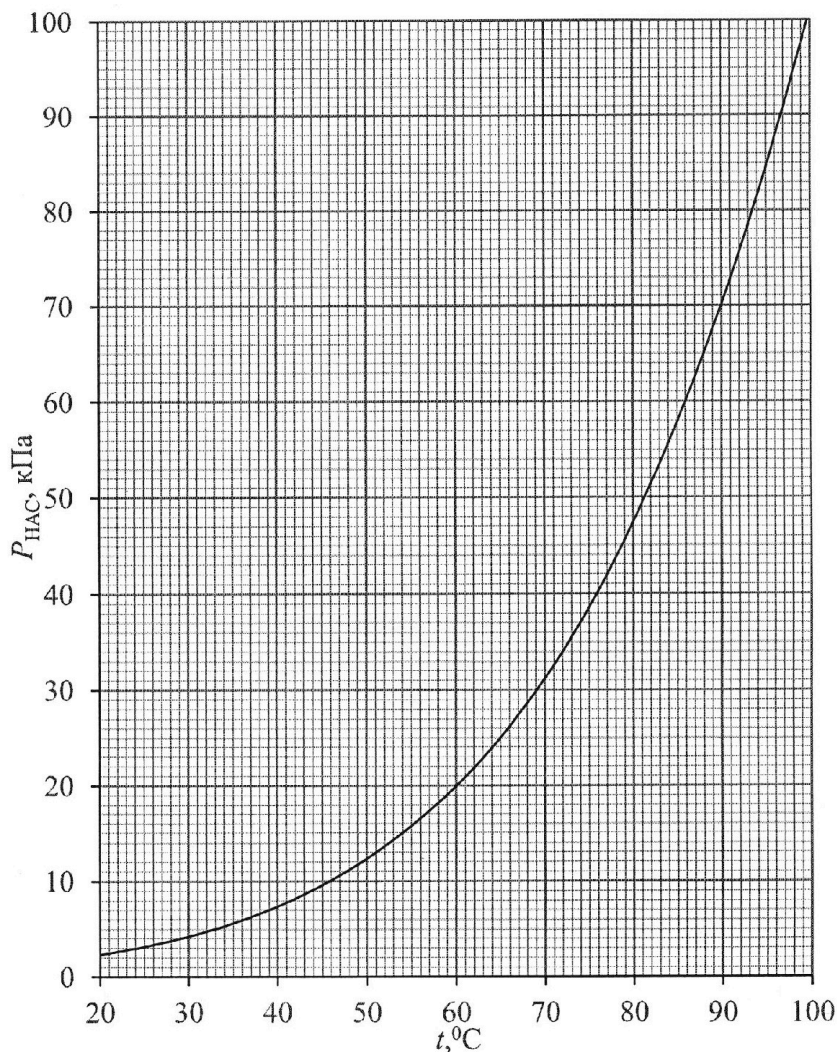


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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  $\varphi_0 = 2/3$  (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.



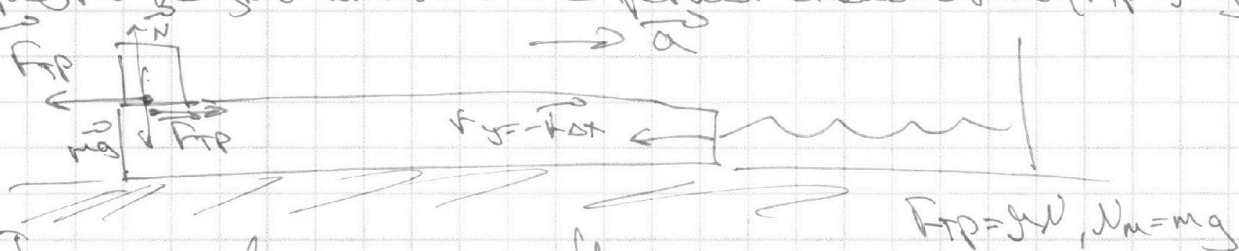


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  
☒2  
☐3  
☐4  
☐5  
☐6  
☐7  
☐СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

1) В момент начала относительного движения ещё можно считать, что они движутся как одно целое ( $a_1 = a_2 = a$ ) (т.к. это произошло только что), относительное движение начнётся, когда сила трения покоя, действующая на брусок, станет равна по модулю силе трения скольжения ( $F_{тр} = \mu mg$ )



Тогда по второму закону Ньютона:

$$\begin{cases} ma_1 = -F_{тр} \\ Ma_2 = F_{тр} - k \Delta x \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} ma = -\mu mg \\ Ma = \mu mg - k \Delta x \end{cases} \quad (1)$$

$$\frac{M}{m} = \frac{\mu mg - k \Delta x}{-\mu mg} \quad \text{или} \quad \mu mg - k \Delta x = -\mu Mg \Rightarrow$$

$$k \Delta x = \mu (M + m) g, \quad \Delta x = \frac{\mu (M + m) g}{k}; \quad \Delta x = \frac{0,3(2+1) \cdot 10}{20} =$$

$= \frac{1}{3} \text{ м}$ . — спадание пружины в момент начала относительного движения.

2) Т.к. до начала относительного движения, система брусок-доска движется как одно целое, справедлива формула:  $(M + m)a = -k \Delta x$  или  $(M + m)a + k \Delta x = 0$  — уравнение гармонических колебаний (т.е. до начала относительного движения совершается гармоническое колебание)

$$(M + m)a + k \Delta x = 0 \quad \text{— уравнение гармонических колебаний}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M + m} \Delta x = 0 \Rightarrow$$



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 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!

где  $\omega$  — угловая частота  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m+m}}$ , тогда:

$$x = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t), \text{ при } t=0 \quad x=0, \text{ где}$$

$O$  — расположена вправо кружком с начальной координат в точке свободного конца кружков, когда она еще не раскручена,  $\varphi_0$  — произвольная.



Тогда  $x = \Delta x = x_0 \sin(\omega t)$

$$v = \underbrace{x_0 \omega}_{v_0} \cos(\omega t) \Rightarrow \frac{\Delta x}{v} = \frac{\tan(\omega t)}{\omega_0}$$

$$a = -\underbrace{x_0 \omega^2}_{a_0} \sin(\omega t) \quad \tan(\omega t) = \frac{\Delta x \omega_0}{v}$$

Значим ЗСЭ в момент начала от-в движения, т.к. система только-только начала от-в движения можно принять  $v_1 = v_2 = v$ , тогда:

$$\frac{(m+m)v^2}{2} = \frac{(m+m)v^2}{2} + \frac{kx^2}{2} \Rightarrow$$

или  $\Delta x$  — энергия  $x(0)=0$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{kx^2}{(m+m)}} = \sqrt{4 - \frac{27 \cdot (\frac{1}{3})^2}{3}} = \sqrt{4-1} = \sqrt{3} \text{ м/с}$$

а-то система в момент начала от-в движения

Тогда  $\tan(\omega t) = \frac{\Delta x \omega_0}{v} = \frac{\frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{27}{3}}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$$\Rightarrow \omega t = \arctg\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{\pi}{6\omega_0} = \frac{\pi}{6 \cdot 3} = \frac{\pi}{18} \text{ с}$$

— время от начала раскрутки до начала от-в движения системы.





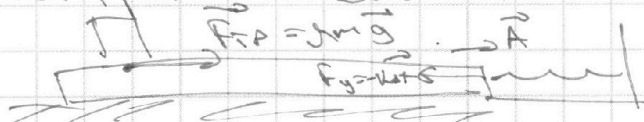
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!

3) Вследствие того, как брусок начнет двигаться вдоль доски на доску будет действовать пост. сила трения скольжения бруска



Тогда для доски по II-зак!

$$MA = mg - k \Delta x \quad \text{или} \quad MA + k \Delta x = mg = \text{const}$$

Мы имеем гармонич. ур-е гармонич. колебаний (так как пост. действ. силы), но ур-е расст. от-и и ускор. не помнят, так как  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{28}{2}} = 3.74$

Тогда если новая точка начала координат будет точка начала от-и движения, то для доски справедливы ур-и:

$$x_m = A_m \sin(\omega t + \varphi), \quad \text{где } \varphi \text{ нач. фаза}$$

$$v_m = A_m \omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a_m = A_m \omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{т.к. } \sin^2(\omega t + \varphi) + \cos^2(\omega t + \varphi) = 1, \text{ то}$$

$$\left(-\frac{a_m}{A_m \omega^2}\right)^2 + \left(\frac{v_m}{A_m \omega}\right)^2 = 1. \text{ Запишем эти 2 ур-ия}$$

для случая нач. от-и движения ( $a_m = a = 9.8$ ,  $v = 0$ ) и для случая макс. скорости ( $a_m = 0$ ,  $v = v_{\text{max}}$ )

$$\begin{cases} \left(\frac{9.8}{\omega^2}\right)^2 + \left(\frac{v_{\text{max}}}{\omega}\right)^2 = A_m^2 \\ \left(\frac{a_{\text{max}}}{\omega^2}\right)^2 + 0 = A_m^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{a_{\text{max}}^2}{\omega^4} = \frac{9.8^2}{\omega^4} + \frac{v_{\text{max}}^2}{\omega^2} \Rightarrow a_{\text{max}} = \sqrt{9.8^2 + v_{\text{max}}^2}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{1}{3} \text{ м; } 2) \frac{1}{6} \text{ с; } 3) \frac{9.8}{2} \text{ м/с}^2$$



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

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

1) Т.к.  $\varphi_0 = \frac{2}{3} = \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{нас}}}$ , то  $P_{\text{пар}} = P_{\text{нас}} \cdot \varphi_0$ , где  $P_{\text{нас}}(t_0)$  по графику  $\Rightarrow P_{\text{нас}}(t_0) = 60 \text{ кПа} \Rightarrow$   
 $P_{\text{пар}} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$ .

2) Т.к. содержимое цилиндра нагревается постепенно, те поршень опускается без скачков, то давление в цилиндре (общее) можно считать постоянным и равным  $P_0 = 150 \text{ кПа}$   
 Пусть,  $P_v$  - давление воздуха в нем,  $P_{\text{пар}}$  - давление пара, тогда  $P_{\text{пар}} + P_v = \text{const} = P_0$   
 В нем начнется конденсация (испарение процесс) и до начала конденсации  
 $P_{\text{пар}} = P_{\text{пар}}^{\text{нас}} = 40 \text{ кПа}$ ;  $P_v = P_v^{\text{нас}} = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$

Конденсация ~~не~~ начнется, когда наш пар станет насыщенным при какой-то температуре  $t^*$ , т.е.  
 $P_{\text{пар}} = P_{\text{нас}}(t^*) = 40 \text{ кПа}$   
 по графику  $t^*$  при  $P_{\text{нас}} = 40 \text{ кПа}$   
 $t^* = 46^\circ \text{C}$ .

3) Перед началом конденсации, упр. Менделеева-Клапейрона применим. т.к. АВ масса остывания  $t_k = 46^\circ \text{C}$

$$P_{\text{пар}0} V = V_{\text{пар}0} R T^*$$

$$P_{\text{пар}k} V_k = V_{\text{пар}k} R T_k$$

$$P_{\text{воз}0} V = V_{\text{воз}0} R T^*$$

$$P_{\text{воз}k} V_k = V_{\text{воз}k} R T_k$$

$$\frac{P_{\text{пар}0}}{P_{\text{воз}0}} = \frac{V_{\text{пар}0}}{V_{\text{воз}0}}$$

$$\frac{P_{\text{пар}k}}{P_{\text{воз}k}} = \frac{V_{\text{пар}k}}{V_{\text{воз}k}}$$

$$P_{\text{пар}k} = P_{\text{нас}}(t_k = 46^\circ \text{C}) = 40 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{воз}k} = P_0 - P_{\text{пар}k} = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$$

$$\frac{40 \text{ кПа}}{110 \text{ кПа}} = \frac{1}{11} \Rightarrow V_{\text{пар}0} = \frac{1}{11} V_{\text{воз}}$$

$$\frac{V_{\text{пар}k}}{V_{\text{воз}}} = \frac{40 \text{ кПа}}{110 \text{ кПа}} = \frac{1}{11}, \text{ или}$$

$$V_{\text{пар}k} = \frac{1}{11} V_{\text{воз}}$$



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!

В момент перед началом конденсации:  $P_0 V = \nu R T^*$ ,

где  $T^* = 349 \text{ K}$  ( $t^* = 46^\circ \text{C}$ ), тогда

$$V = \left( \frac{P_0}{(\nu_B + \nu_{\text{пар}}) R T^*} \right)^{-1}, \text{ и к } \nu_{\text{пар}} = \frac{1}{15} \nu_B \Rightarrow V = \left( \frac{11 P_0}{15 \nu_B R T^*} \right)^{-1}$$

Тогда в начале остывания, в начале:

$$V_0 = \left( \frac{11 P_0}{15 \nu_B R T_0} \right)^{-1} = \frac{15 \nu_B R T_0}{11 P_0}, \text{ где } T_0 = 359 \text{ K} (t_0 = 86^\circ \text{C})$$

$$V_k = \frac{\nu_{\text{пар}} \cdot R T_k}{P_{\text{пар}}}, \text{ где } \nu_{\text{пар}} = \frac{1}{15} \nu_B; T_k = 319 \text{ K} (t_k = 46^\circ \text{C}).$$

$P_{\text{пар}} = 10 \text{ kPa}$  (по таблице при  $t_k = 46^\circ \text{C}$ ), тогда

$$\frac{V_k}{V_0} = \frac{\frac{1}{15} \nu_B \cdot R T_k}{P_{\text{пар}}} \cdot \frac{11 P_0}{15 \nu_B R T_0} = \frac{319}{14 \cdot 10000} \cdot \frac{11 \cdot 150000}{15 \cdot 359} =$$

$$= \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359} = \frac{3509}{5026}$$

Ответ: 1)  $10 \text{ kPa}$ ; 2)  $46^\circ \text{C}$ ; 3)  $\frac{3509}{5026}$ .



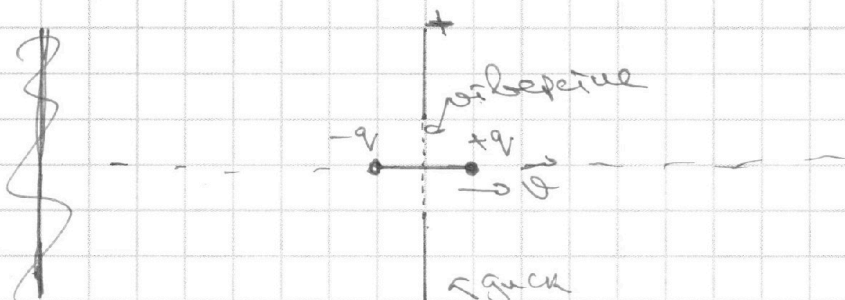
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

1) Посмотрим на ситуацию пролета диода через центр диска сбоку.



Заметим, что потенциалы колесит-ю и отрицат-ю зарядов равны!! , т.к они расположены абсолютно симметрично отню диска. Тогда энергия взаимодействия колесит-ю заряда равна  $\Pi^+ = \varphi_d \cdot q$ , а отрицательного  $\Pi^- = \varphi_d \cdot (-q)$ , где  $\varphi_d$  - тот самый потенциал, создаваемый диском на колесит-ю заряде. Пусть, общая масса этих частиц равна  $m$ . Тогда запишем ЗСЭ при движении бесконечно удаленной точки и при пролете центра диска центром диода:

$$\Pi_1^+ = \frac{m \cdot (2V_0)^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \Pi_2^+ + \Pi^+ + \Pi^-, \quad \Pi_1 = \Pi_2^+ - \text{энергия}$$

взаимодействия самих частиц (сорт, т.к расстояние между ними не меняется)

$$\text{Т.к } \Pi^+ = -\Pi^-, \text{ то } \frac{m(2V_0)^2}{2} = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = 2V_0, \text{ т.е.}$$

при пролете центра диска центр диода, диод имеет начальную скорость.

2) Разберём две крайние ситуации, когда диод ~~входит~~ начинает входить в отверстие диска, и когда начинает выходить.

(1) начинает входить:





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 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!

Заметим, что до этого момента замедляется, т.к. диск заряжен положит-во, и ближе к диску заряды-ся положит заряд, чем отрицательный. Из 3-го закона можно сделать вывод, что до входа в диск отверстие в диск сила отталкивания (связанная с взаимод положит заряда с диском), больше чем сила притяжения (связанная с взаимод отриц зарядов с диском). Т.к. расстояние между положит зарядом и диском меньше расстояния между диском и отриц-ным (~~отриц-ным~~).

7.2 до входа в диск диск замедляется

(2) Аналогично, после выхода из отверстия диска марки тоже будет замедляться. Тенев, сила притяжения будет больше силы отталкивания, т.к. положит заряд будет расположен от диска дальше отриц-ательного.

После выхода из отверстия диск замедляется.

~~Но, когда диск будет~~ Но между (1) и (2) ситуация марки разойдется!

Действительно, диск будет отталкивать положит заряд слева и притягивать отриц слева, т.е. разогнать диск.

В итоге, можно сделать вывод, что марки ск-ть, есть ск-ть диска в

ситуации (1) и марки в ситуации (2), т.к. в начале и в конце на бес-ти у диска будут ~~одинаковые~~ одинаковые скорости (равные начальной). То ск-ти ск-тей выглядят так:

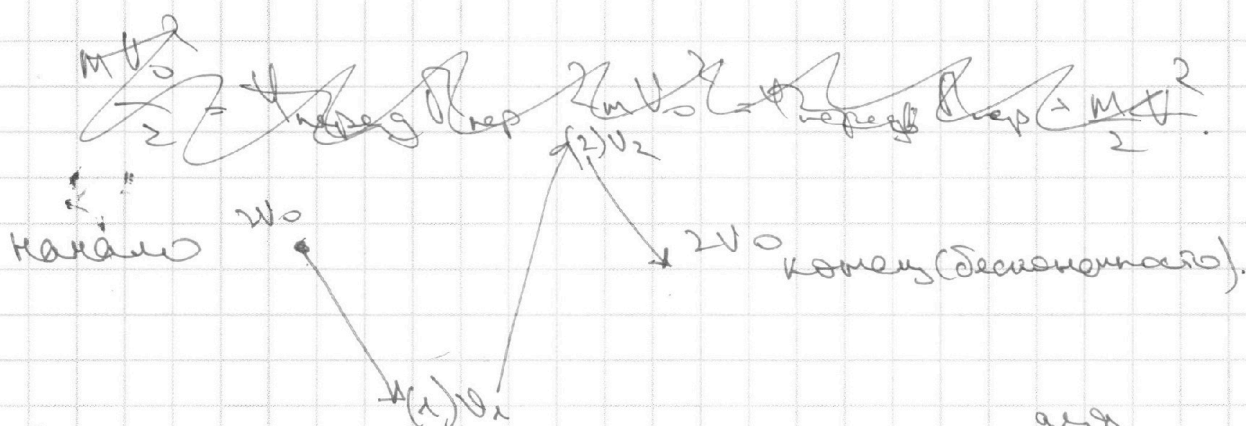


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!



Опишем, теперь т.к. по условию миним. ск-ть ~~равна~~  $V_0$  и проекта равна  $V_0$  Запишем ЗСЭ для ситуации (1) при условии минимума  $V_1 \neq 0$  (при макс-ти  $V_{\min} = V_0$ )  $\Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = \Pi^+ + \Pi^-$ , где

$\Pi_0^+$  - энергия взаимод. зарядов с зарядом  $b(1)$

$\Pi_1^-$  - энергия отн. заряда и диска  $b(1)$

Заметим, что  $\Pi_0^- = \Pi_1^+$ , где  $\Pi_0^-$  - энергия взаим. отн. заряда и диска  $b(2)$ , и  $\Pi_1^+ = \Pi_2^-$ , где  $\Pi_1^+$  - энергия взаим. зарядов и диска  $b(2)$

$\Rightarrow$  это вытекает из симметрии.

Можно заметить, что  $\Pi_0^- + \Pi_1^+ = (\Pi_0^+ + \Pi_1^-) = -\Pi^+$

Тогда  $\frac{mV_0^2}{2} = \Pi^+$

Из ЗСЭ в ситуации (1) и (2) при макс-ти  $V_{\min} = 2V_0$  получаем:

$$(1): \frac{mV_1^2}{2} + \frac{m(2V_0)^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \Pi^+ + \Pi^- \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = 2mV_0^2 - \Pi^+ = 2mV_0^2 - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3mV_0^2}{2} \Rightarrow V_1^2 = 3V_0^2 \text{ или } V_1 = \sqrt{3}V_0 = V_{\min}$$

$$(2): \frac{mV_2^2}{2} + \frac{m(2V_0)^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} - \Pi^+ + \Pi^- \Rightarrow \frac{mV_2^2}{2} = 2mV_0^2 + \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V_2^2 = 5V_0^2, V_2 = \sqrt{5}V_0$$

$V_2^2 = 5V_0^2, V_2 = \sqrt{5}V_0$  Ответ: 1)  $2V_0$ ; 2)  $\sqrt{3}V_0, \sqrt{5}V_0$   
 $V_{\min}$   $(V_{\min})$   $(V_{\max})$



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!

По закону Фарадея:  $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$ , т.к.  $S_1 = \text{const}$   
 То  $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S_1 \right|$

В то же время  $\mathcal{E}_{\text{инд}} = L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

В промежутке  $\tau \in [0; \frac{\tau}{3}]$ :  $\left( \frac{\Delta B}{\Delta t} \right)_1 = \frac{2B_0}{\frac{\tau}{3}} = -\frac{2B_0}{\frac{\tau}{3}} \Rightarrow$   
 $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \frac{2B_0}{\frac{\tau}{3}} S_1 = L_1 \frac{\Delta I_1}{\frac{\tau}{3}} \Rightarrow \Delta I_1 = \frac{2B_0 S_1}{3L_1}$

Т.к.  $I_{\text{вн}} = 0$ , то  $I_1 = \frac{2B_0 S_1}{3L_1}$

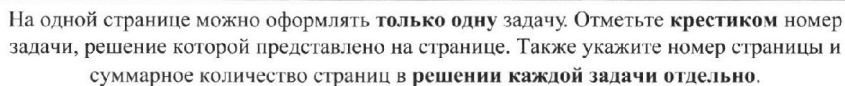
А в  $\tau \in [\frac{\tau}{3}; \tau]$ :  $\left( \frac{\Delta B}{\Delta t} \right)_2 = \frac{B_0}{\frac{\tau}{3}} = -\frac{B_0}{\frac{\tau}{3}} \Rightarrow$

$\mathcal{E}_{\text{инд}} = \frac{B_0 S_1}{\frac{\tau}{3}} = L_1 \frac{\Delta I_2}{\frac{\tau}{3}} \Rightarrow \Delta I_2 = \frac{B_0 S_1}{3L_1} = I_0 - I_1$

или  $I_0 = I_1 + \frac{B_0 S_1}{3L_1} = \frac{2}{3} B_0 S_1 \frac{1}{L_1} + \frac{B_0 S_1}{3L_1} = B_0 S_1 \frac{1}{L_1}$

4) Если линии тока идут из  $S$  в  $S$  и являются  
линейными, то для источника с его изображением  
необходимо чтобы линии проходили симметрично  
сегменту перпендикуляр  $AB$ , а это возможно только  
если при пропускании тока  $O$ -касающая дуга  
и внешнего шара, т.к. линии будут проходить только  
в шарах (при пропускании ит), тогда их можно заме-  
нить дугой с радиусом  $2R$ , т.к. линии падает под малым  
углом и в центр большого шара, т.о. они заменяют  
это  $\perp$  на дуге-те шара, значит линии представляются  
(продолжатся дуги шара в дуге шара "прямой")  $\Rightarrow$





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!

$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$   
 $P_0 V_0 = nRT$   
 $M a = F_{TP} - k \Delta x$   
 $M a = -F_{TP}$   
 $\frac{M}{m} = \frac{gmg - k \Delta x}{-gmg}$   
 $k \Delta x = g(m+M)g$   
 $P_n \cdot V = n R T$   
 $(M+m)a = -k \Delta x$   
 $(M+m)a + kx = 0$   
 $\omega^2 = \frac{k}{m+m}$   
 $x = x_0 \sin(\omega t)$   
 $a = -a_0 \sin(\omega t)$   
 $x = \Delta x = 1 \text{ m}$   
 $x = \frac{v}{\omega}$   
 $(m+m) \frac{v^2}{2} + k \Delta x^2 = (m+m) \frac{v_0^2}{2}$   
 $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{k \Delta x^2}{m+m}}$



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

$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{b'}$   $b' = 3F$

$\mathcal{E} = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = S_1 \frac{\Delta B}{\Delta t}$

$L_1 \Delta I = S_1 \Delta B$   
 $L_1 \Delta I_0 = S_1 \Delta B_0$   
 $\Delta I_0 = \frac{S_1}{L_1} \Delta B_0$

$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E} \frac{B_0}{20/3} = \frac{B_0 S_1 L_1 \Delta I_2}{20/3} = \frac{6 S_1 \Delta B_0}{L_1}$   $I_1 = \frac{6 S_1 \Delta B_0}{L_1}$

$\mathcal{E} = S_1 R_1 = S_1 \frac{2 B_0}{L_1} = L_1 \frac{S_1}{L_1}$

$S \sin \alpha$   
 $B = n \alpha$   $\alpha = 2\alpha$   
 $\delta = n \alpha$   
 $2\alpha \cdot B = n \alpha$

$R = \frac{F}{G}$

$2d = \lambda \cdot n$   
 $n = 2$

$B = n \alpha$   
 $B = 2\alpha \cdot \delta$   
 $\delta = \frac{\lambda}{8R}$

$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B S}{\Delta t}$

$\mathcal{E} = L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S_1$   
 $\mathcal{E} = L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$