



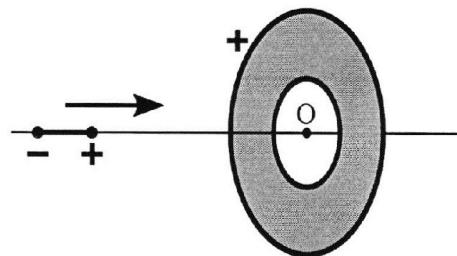
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

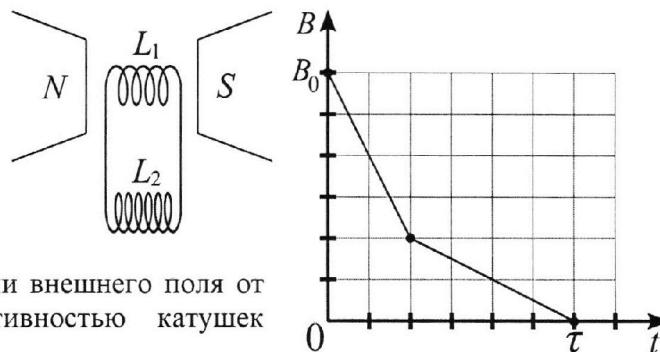
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 $2V_0$.



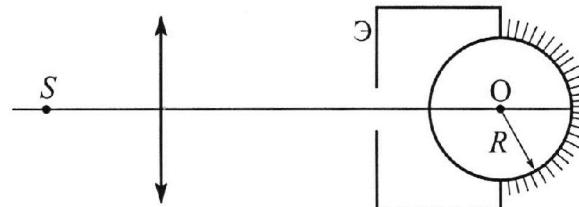
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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 τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

- 5.** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , 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 α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



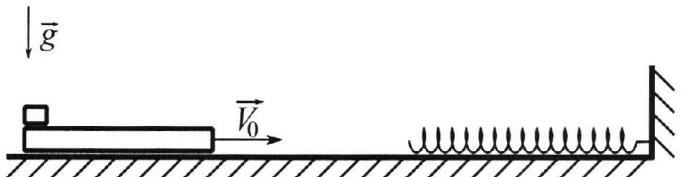
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



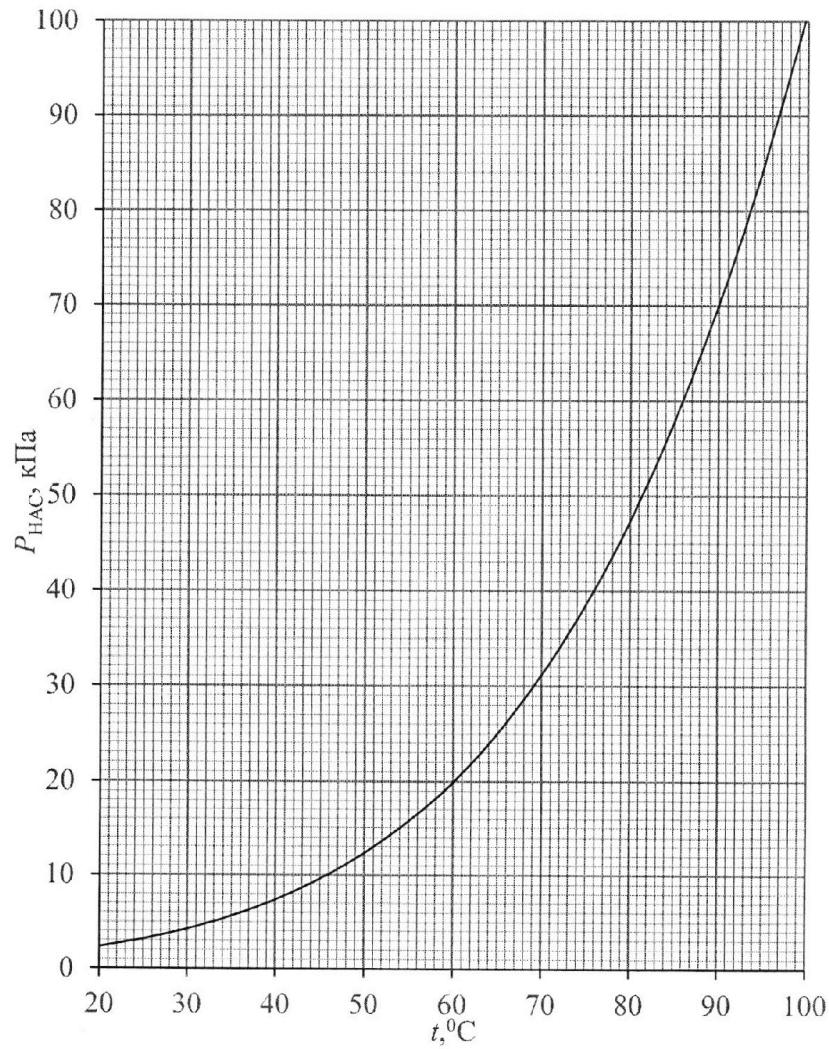
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 жёсткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.



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

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.



- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.



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
ЧИЗЧ

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!

$$a_2 = \frac{v_f}{2} \sqrt{\frac{2R}{8\lambda}} = \frac{v_f^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{g\lambda}}{\lambda} = \boxed{\frac{3\sqrt{2R}}{2} \text{ м/с}^2}$$

Решение: $\Delta x_1 = \mu g \cdot \frac{m+m}{k} = \frac{1}{2} m$

$$t_1 = \sqrt{\frac{m+m}{k}} \arccos(\frac{\mu g}{\mu g} \sqrt{\frac{m+m}{k}}) = \frac{1}{6} \text{ с}$$

$$a_2 = \frac{k}{m} \sqrt{(v_0^2 \frac{M}{k} \left(1 - \left(\frac{\mu g}{\mu g}\right)^2 \cdot \frac{m+m}{k}\right) + \left(\frac{\mu mg}{k}\right)^2} = \frac{3\sqrt{m}}{2} \text{ м/с}^2$$

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**.



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

СТРАНИЦА
3 из 4

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!

u) И.у. $\Delta x_2(0) \rightarrow$ момент нач. эти. движ.

$$\Delta x_1 = \mu g \cdot \frac{M+m}{k}$$

$$\mu g \cdot \frac{M+m}{k} = \frac{\mu M g}{k} + C \cancel{\cos \alpha} \cdot 1$$

$$C = \frac{\mu M g}{k}$$

$$\Delta x_2(0) = A \omega_0 \cos(\omega_0 t)$$

|| $\omega_0 t < \pi/2$

$$U_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \cdot \sqrt{1 - \sin^2(\omega_0 t)}$$

$$U_0 \sqrt{1 - \left(\frac{\mu g}{U_0}\right)^2 \cdot \frac{M+m}{k}}$$

$$U_0 \cdot U_0 \sqrt{1 - \left(\frac{\mu g}{U_0}\right)^2 \frac{M+m}{k}} = B \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$\ddot{x}_2 = +B \overset{\omega_0^2}{\sin}(\omega_0 t) + C \overset{\omega_0^2}{\cos}(\omega_0 t) \quad B = U_0 \sqrt{\frac{M}{k}} \sqrt{1 - \left(\frac{\mu g}{U_0}\right)^2 \frac{M+m}{k}}$$

~~запись для вычисления~~

выс. с \Rightarrow выс. Δx_2

$$\dot{x}_2 = B \overset{\omega_0}{\cos}(\omega_0 t) - C \overset{\omega_0}{\sin}(\omega_0 t) = 0$$



$$\tan(\omega_0 t) = \frac{B}{C}$$

известно

$$\cos(\omega_0 t) = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2(\omega_0 t)}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{B^2}{C^2} + 1}} = \frac{C}{\sqrt{B^2 + C^2}}$$

$$\sin(\omega_0 t) = \frac{B}{\sqrt{B^2 + C^2}}$$

последнем:

$$a_2 = \omega_0^2 \left(\frac{B^2}{\sqrt{B^2 + C^2}} + \frac{C^2}{\sqrt{B^2 + C^2}} \right) = \omega_0^2 \cdot \sqrt{B^2 + C^2}$$

$$a_2 = \frac{k}{M} \sqrt{U_0^2 \frac{M}{k} \left(1 - \left(\frac{\mu g}{U_0} \right)^2 \frac{M+m}{k} \right) + \left(\frac{\mu M g}{k} \right)^2} = \frac{27}{2} \cdot \sqrt{2^2 \cdot \frac{2}{27} \left(1 - \left(\frac{0.3 \cdot 10}{2} \right)^2 \frac{27}{27} \right) + \left(\frac{0.3 \cdot 10}{27g} \right)^2}$$

$$a_2 = \frac{27}{2} \sqrt{\frac{8}{27} \left(1 - \frac{4}{81} \right) + \frac{4}{81}} = \frac{27}{2} \sqrt{\frac{25}{9} + \frac{4}{81}}$$

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 4

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!

$$\Delta x_1 = \mu g \cdot \frac{m+m}{k} \quad \text{Q3.10. } \frac{2+1}{27} = \frac{3}{27} = \boxed{\frac{1}{3} \text{ м}}$$

2) Вертикально к $\sin(\omega_0 t_1) = \frac{\mu g}{\omega_0} \sqrt{\frac{m+m}{k}}$

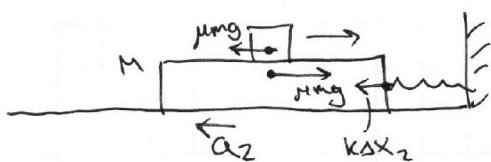
$$\sqrt{\frac{k}{m+m}} t_1 = \arcsin\left(\frac{\mu g}{\omega_0} \sqrt{\frac{m+m}{k}}\right)$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{m+m}{k}} \arcsin\left(\frac{\mu g}{\omega_0} \sqrt{\frac{m+m}{k}}\right)$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2+1}{27}} \cdot \arcsin\left(\frac{0.3 \cdot 10}{2}\right) \cdot \sqrt{\frac{2+1}{27}}$$

$$t_1 = \frac{1}{3} \text{ с.} \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{3} \text{ с.} \frac{\pi^{2/3}}{6} = \boxed{\frac{1}{6} \text{ с}}$$

3) Равн. колебл. от. физ. массы пружины точно увел., поэтому
недоф. силы трения где поддерх. и вост. собр. движ. должна быть
тоже больше, но у Fsp есть норм. натягий где они трогают
постоянную удлинени. сущ. до макс. и первая пружина
при движ. от. диска вправо бросает \Rightarrow силы пр. μmg , сист.
на диску будет напр. вправо



$$M_{\Delta x_2} = k \Delta x_2 - \mu mg$$

$$M_{\Delta x_2}^{\ddot{x}} = -k \Delta x_2 + \mu mg$$

$$\ddot{\Delta x}_2 + \left(\frac{k}{m} \left(\Delta x_2 - \frac{\mu mg}{k} \right) \right) = 0$$

Урие норм.

$$\Delta x_2 = \frac{\mu mg}{k} + B \sin(\omega_1 t) + C \cos(\omega_1 t)$$

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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
Дано:

$$\begin{aligned} M &= 2 \text{ кг} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ v_0 &= 2 \text{ м/с} \\ k &= 27 \text{ Н/м} \\ \mu &= 0.3 \\ g &= 10 \text{ м/с}^2 \\ \pi &\approx 3 \end{aligned}$$

$$\Delta x_1 = ?$$

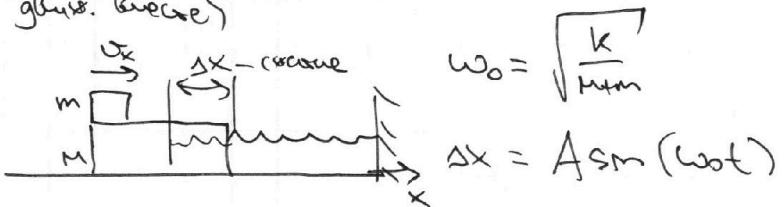
$$t_1 = ?$$

$$v_1 = ?$$

$$a_2$$

Решение:

1) По началу откос. движ. бруска и диска система превращает собой пружин. маятник с жесткостью k и массой $M+m$ (по энгл. движ.весы)



$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$\Delta x = A \sin(\omega_0 t)$$

$$\Delta x = v_x t$$

$$A \omega_0 \cos(\omega_0 t) = v_x \rightarrow \text{в нач. врем. } t=0$$

$$v_x = a_x \quad A \sqrt{\frac{k}{M+m}} \cdot 1 = v_0$$

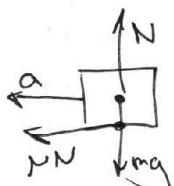
$$a_x = -A \omega_0^2 \sin(\omega_0 t) \quad A = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

В начале a направ. влево

$$a = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \cdot \frac{k}{M+m} \sin(\omega_0 t)$$

$$a = v_0 \sqrt{\frac{k}{M+m}} \sin(\omega_0 t)$$

Приемы уск. у бруска и диска одинак.



II видим угл. уск. кот. отн. глб?

$$\mu N = ma, \quad N = mg$$

$$\mu mg = v_0 \sqrt{\frac{k}{M+m}} \sin(\omega_0 t)$$

$$\sin(\omega_0 t) = \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$\Rightarrow \Delta x_1 = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \cdot \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \mu g \cdot \frac{M+m}{k}$$

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



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

$$P_{\text{н1}} \left(1 + \frac{P_{\text{б2}}}{P_{\text{н1}}} \right) = P_0$$

4) т.е. конд. кипитение подогр.

$$P_{\text{н1}} \left(1 + \frac{P_0 - P_{\text{н1}}}{P_{\text{н1}}} \right) = P_0$$

по сравнению с ~~с~~ рис (t*)

$$P_{\text{н1}} \cdot \frac{P_0}{P_{\text{н1}}} = P_0$$

$$P_{\text{рас}}(t^*) = P_0 \approx 40 \text{ кПа}$$

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

(из греки)

P_{н1} = P₀ — вершина до конд.

5) давление пар будет оставаться насыщ., при температуре t=46°C

у него будет давление P₂ = P_{рас}(t) = 10 кПа (из греки)

Тогда у оставш. сух.в-ка: P_{б2} = P₀ - P₂

Балансировочное изобарии (БИ) — одна вершина и одна конд. конд. (греческ.)

$$\frac{V_0}{V} = \frac{T_0 P_{\text{б2}}}{T P_{\text{б2}}} \Rightarrow \boxed{\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_{\text{б2}}}{P_{\text{б2}}} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_0 - P_1}{P_0 - P_2}}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{46+273}{46+273} \cdot \frac{100-10}{100-46} = \frac{319}{359} \cdot \frac{11}{14} = \boxed{\frac{319 \cdot 11}{359 \cdot 14}}$$

~~БИ~~

$$\begin{aligned} & \frac{319}{359} \cdot \frac{11}{14} = \frac{86}{106} \\ & = \frac{64}{63} \end{aligned}$$

Ответ: P₁ = P₀ · P_{рас}(t₀) = 40 кПа

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

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_0 - P_1}{P_0 - P_2} = \frac{319}{359} \cdot \frac{11}{14} \approx \frac{44}{63}$$

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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

1 из 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!



Ner

Dано:

$$t_0 = 86^\circ\text{C}$$

$$p_0 = 150 \text{ кПа}$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3}$$

$$t = 46^\circ\text{C}$$

Нужна $p_{\text{расc}}(t)$

$$P_1 = ?$$

$$t^* = ?$$

$$\frac{V_0}{V_1} = ?$$

Решение:

$$1) \varphi_0 = \frac{p_{\text{н.}}}{p_{\text{н.н}}} = \frac{P_1}{p_{\text{н.н}}(t_0)}$$

$$P_1 = \varphi_0 \cdot p_{\text{н.н}}(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ кПа} = 40 \text{ кПа}$$

(использовано)

20

2) когда изотермически охлаждают газ, давление (сумм.) не меняется, т.к. он не теряет массы. ~~изотермически~~
запишем $\rightarrow P_{\text{н.н}} + P_{\text{возд}} = p_0$, $P_{\text{н.н}} + P_{\text{возд}} = P_0$
для сух. влаж. газа получим:

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{возд}} V_0 = P_{\text{возд}} R T_0 \\ P_{\text{возд}} V_1 = P_{\text{возд}} R T_1 \end{array} \right\} P_{\text{возд}} = \text{const}$$

$$\frac{P_{\text{возд}} V_0}{P_{\text{возд}} V_1} = \frac{T_0}{T_1} \Rightarrow \frac{V_0}{V_1} = \frac{T_0 P_{\text{возд}}}{T_1 P_{\text{возд}}} \quad (*)$$

Две пары go ког. конг:

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{н.н.}} = P_{\text{н.н.}} R T_0 \\ P_{\text{н.н.}} V_1 = P_{\text{н.н.}} R T_1 \end{array} \right\} P_{\text{н.н.}} = \text{const}$$

$$\frac{P_{\text{н.н.}} V_0}{P_{\text{н.н.}} V_1} = \frac{T_0}{T_1} \Rightarrow \frac{P_{\text{н.н.}}}{P_{\text{н.н.}}} \cdot \frac{T_0 P_{\text{возд}}}{T_1 P_{\text{возд}}} = \frac{T_0}{T_1}$$

$$\frac{P_{\text{н.н.}}}{P_{\text{н.н.}}} = \frac{P_{\text{возд}}}{P_{\text{возд}}} \Rightarrow P_{\text{н.н.}} = P_{\text{н.н.}} \cdot \frac{P_{\text{возд}}}{P_{\text{возд}}}$$

$$3) \text{т.о. } P_{\text{н.н.}} + P_{\text{возд}} \cdot \frac{P_{\text{н.н.}}}{P_{\text{н.н.}}} = P_0$$



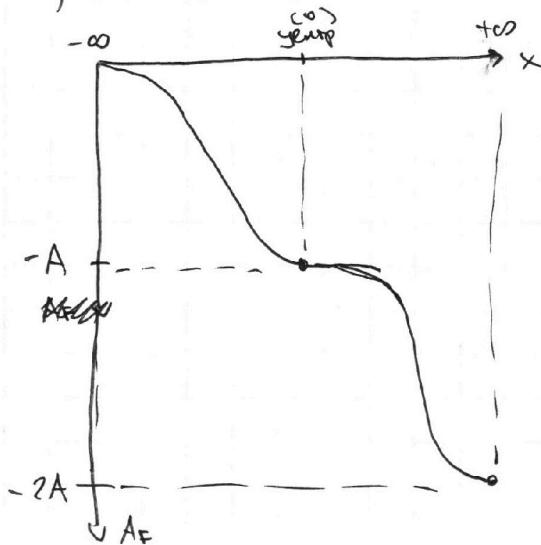
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" 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!

2) (кем. физ.) A_F :



Задача решалась с **без учета**:

$$E_{\text{kinемат.}} = 2A$$

$$\frac{mU_0^2}{2} = 2A$$

$$\underline{mU_0^2 = 4A} \quad \Rightarrow \quad 2A = \frac{mU^2}{2}$$

Задача решалась с **учетом** (под угл. кин. энергии):

$$E_{\text{кин.}} + A_F \neq E_{\text{кин.}}$$

$$\underline{m\frac{(2U_0)^2}{2} + A_F} \neq \frac{mU^2}{2}$$

$$4mU_0^2 + 2A_F = mU^2$$

$$16A + 2A_F = mU^2$$

Видно, что
max U на $- \infty$,
min U на $+ \infty$
($\propto A_F \downarrow$)

3) где **установка**: $A_F = -A$

$$mU_y^2 = 16A - 2A = 14A$$

$$\sqrt{U_y^2} = \sqrt{7 \cdot \frac{mU_0^2}{2}}$$

$$\underline{U_y = U_0 \sqrt{\frac{7}{2}}}$$

$$\text{Orbit: } U_y = U_0 \frac{\sqrt{14}}{2}$$

$$U_{\max} - U_{\min} = (2 - \sqrt{3})U_0$$

$$\text{где } -\infty: U = 2U_0 = U_{\max}$$

$$\text{где } +\infty: A_F = -2A$$

$$mU_{\min}^2 = 16A - 4A = 12A$$

$$\sqrt{U_{\min}^2} = 3\sqrt{mU_0^2}$$

$$U_{\min} = U_0 \sqrt{3}$$

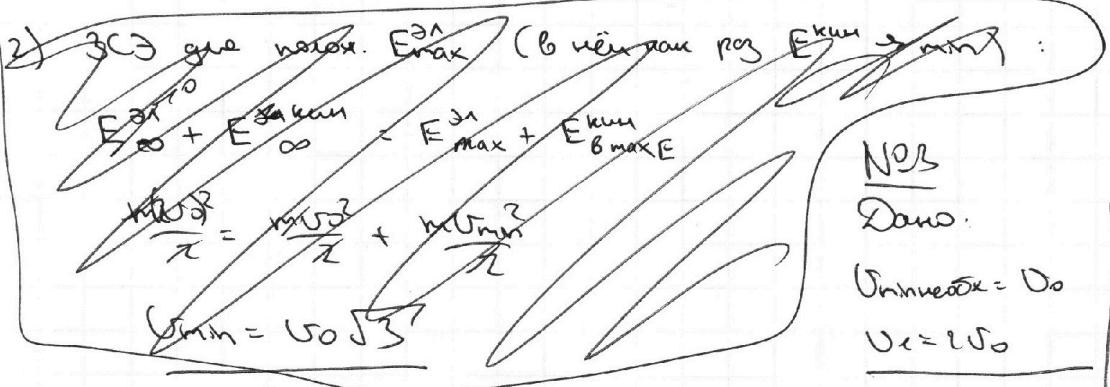
$$\boxed{U_{\max} - U_{\min} = (2 - \sqrt{3})U_0}$$

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!



Решение:

NB

Дано:

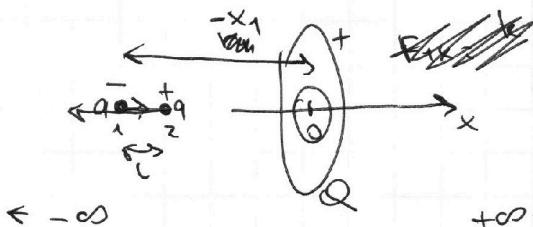
$$Q_{\text{кольцо}} = Q_0$$

$$V_0 = 2V_0$$

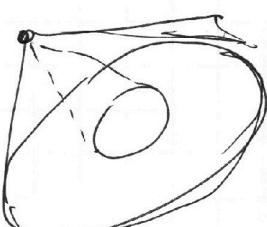
$$V_0 = ?$$

$$U_{\text{max}} - U_{\text{min}} = ?$$

1) Заметим, что \sum сил, действ. со стороны колца на единицу длины всегда напр. Влево, ~~заряды~~ теряют ед. ~~зарядов~~



Компактную форму для \vec{F} силы электр. между зарядами и колцом можно получить через гауссовский т.о. \Rightarrow Учт. что потенциал виден колцом из точки заряда: $E_L = kTQ$



One заряда, который расп. Давле $S \rightarrow F \rightarrow F \rightarrow$

В центре, когда единица ширины сила напр. влево. В центре, когда единица ширины сила напр. вправо

Единиц. шириной, когда F однозначно — центр колца, где гауссовы силы где \oplus и где \ominus равны.

$$|A_F|_{\text{нейтраль}} =$$

Причем те конструкции сим. отн. того колца, то ~~заряда~~ этой силы при движении из $-\infty$ к центру и при движении из центра в $+\infty$ — равны (причем и по значку тоже)



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!

4) Т.о.

$$q = \frac{ns_1}{SL} \cdot \frac{2}{3} B_0 \bar{c}$$

Orts: $I_o = \frac{ns_1 B_0}{SL}$,

$$q = \frac{ns_1}{SL} \cdot \frac{2}{3} B_0 \bar{c}$$

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

No 4

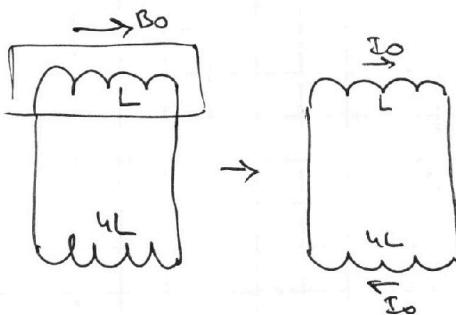
Dано:

$$\begin{aligned}L_1 &= L \\n_1, S_1, B_0, t \\L_2 &= 4L \\q_{\text{нк}} &= B_0 \cdot t\end{aligned}$$

$$I_0 = ?$$

$$q_{\text{нк}} = ?$$

Решение:



$$\begin{aligned}1) \text{ Запишем закр. магн. потока в сверху.} \\ \text{ контуре:} \\ \frac{\Phi_0}{nS_1B_0} = \frac{q_1}{I_0L} + \frac{q_2}{I_0 \cdot 4L}\end{aligned}$$

(так выше было. В науки единицы, тк они след. последовательно)

$$\begin{aligned}S_1 I_0 L &= nS_1 B_0 \\I_0 &= \frac{nS_1 B_0}{S_1 L}\end{aligned}$$

2) Для определения момента времени этот зам.сохр. тоже выполняется:

$$nS_1 B_0 = IL + I \cdot 4L + nS_1 B$$

$$S_1 I L = nS_1 (B_0 - B)$$

$$S_1 \frac{dI}{dt} L = nS_1 (B_0 - B)$$

$$dq = \frac{nS_1}{S_1 L} (B_0 - B) dt \quad \int$$

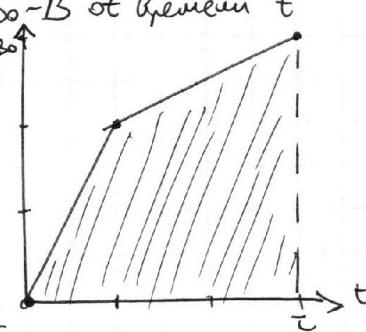
$$q = \frac{nS_1}{S_1 L} \int (B_0 - B) dt \quad \leftarrow \text{интеграл под кривой } B_0 - B \text{ от времени } t$$

3) График $B_0 - B$: (изотропиком)

находим под кривой — $\frac{1}{2}(t_1 + t_2) \cdot h$.
"зкн."

$$\Sigma \text{ площадей} = 36 \text{ см.} = B_0 \tilde{t}$$

$$\Rightarrow \int (B_0 - B) dt = \frac{2t_1^2}{36} B_0 \tilde{t} = \frac{2}{3} B_0 \tilde{t}$$





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
7 ИЗ 7

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!

Аналогично изобр. нужно поменять в левом ряду видимые

$$C = R = \frac{F}{6}$$

$$C = 2R = \frac{F}{3}$$

$$\frac{30n}{30n-33} = \frac{F}{6}$$

$$\frac{30n}{30n-33} = \frac{F}{3}$$

$$30n = 30n - 33$$

$$15n = 30n - 33$$

$$0 \cdot n = 33$$

$$15n = 33$$

$n \in \phi$

$$\boxed{n = \frac{11}{5}}$$

Ответ:

$$R = \frac{F}{3} \quad \begin{cases} n = \frac{270}{22n} \\ n = \frac{270}{22} \end{cases}$$

$$R = \frac{F}{6} \rightarrow n = \frac{11}{5}$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

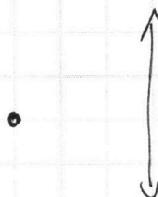
СТРАНИЦА
5 ИЗ 7

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!

→) Теперь, когда мы знаем R , можем найти центральный угол n

$$\text{так } R = F/B.$$

изобр. выше 1 без учета центр. на сфере



для пр. на сфер. получим:

$$\frac{1}{R} + \frac{n}{C} = \frac{n-1}{F/B}$$

после решения

$$\frac{C}{C} = \frac{F}{F/B}$$

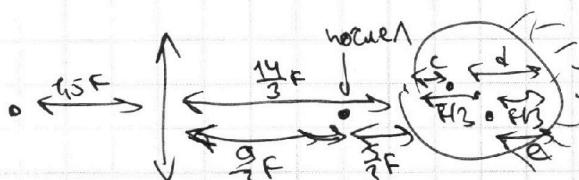
$$C = F/B \quad (\text{также!})$$

и после сфер. 3-ка будет там же (тк. центр)

и после выхода из шара там же (тк. центр и не проходит)

↓
получаем Δn (зачем?)

$$\text{переведем на } \Delta = 2F: \quad \Delta = \frac{B}{3}F + 2F^{\frac{3}{2}} = \frac{14}{3}F$$



для пр. на сфер. получим:

$$\frac{1}{\frac{2}{3}F} + \frac{n}{C} = \frac{n-1}{F/B}$$

$$d = 2R - C = \frac{2F}{3} - \frac{5F}{n}(15n-18) = \\ = \frac{2F}{3} - 25F^{\frac{3}{2}} + \frac{90F}{n} = \left(-\frac{73}{3} + \frac{90}{n}\right)F$$

$$\frac{3}{5F} + \frac{n}{C} = \frac{15n-18}{5F}$$

$$\frac{n}{C} = \frac{15n-18}{5F}$$

сфер. 3-ка:

$$C = \frac{5F}{n}(15n-18)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{e} = \frac{2}{\frac{5F}{n}(15n-18)} = \frac{6}{F}$$

$$\frac{1}{de} = \frac{6}{F} - \frac{1}{F\left(-\frac{73}{3} + \frac{90}{n}\right)}$$

~~Чтобы $C = 2R$ для каждого угла~~
~~Чт. центр~~

И изобр. C должно попасть в изобр.
 $C \rightarrow$ это и.б. только в 2-х случаях



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
6 ИЗ 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Когда с попадает в центр шара это когда с попадет на

св. поб-го шара

(I)

$$C = \cancel{R} R = \frac{F}{3}$$

$$\frac{5F}{n}(15n - 30) = \cancel{F}$$

$$75n - 90 = \frac{n}{3}$$

$$75n + \cancel{\frac{n}{3}} = 90 \quad | \cdot 3$$

~~$$225n = 270$$~~

$$\boxed{n = \frac{270}{225}}$$

(II)

$$C = 2R = \frac{2F}{3}$$

$$\frac{5F}{n}(15n - 30) = \frac{2F}{3}$$

$$75n - 90 = \frac{2}{3}n$$

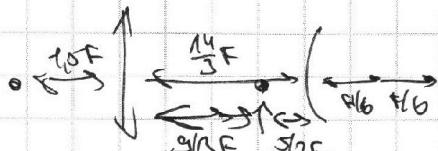
$$225n = 270$$

$$\boxed{n = \frac{270}{225}}$$

До верно, тк если подр. нач. в какой то
точке, а нечет в другой, то это нех.
поменять их местами и ничего не произойдет
 \Rightarrow получим ту же ~~неч~~ нет \Rightarrow нех \rightarrow ср. поб-го
и нет \Rightarrow нех \rightarrow ср. поб-го \rightarrow ср. з-го
и подр. делится нац. единицами. \therefore верно

6) Дана $R = F/6$:

д-р. ср. поб-го



$$\frac{1}{3F} + \frac{n}{C} = \frac{n-1}{F/6}$$

$$\frac{3}{3F} + \frac{n}{C} = \frac{30n-30}{5F}$$

$$\frac{n}{C} = \frac{30n-33}{5F}$$

$$C = \frac{5Fn}{30n-33}$$

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.



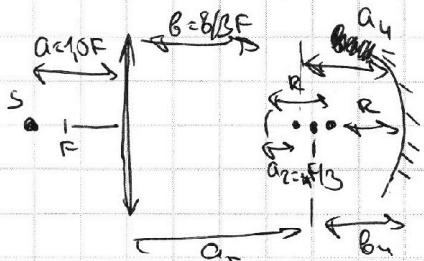
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
ЧИЗ 7

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!

~~Задачи на сдвиги~~

4) Тр. изображение симм. с источниками при модем n, то
давайте для простоты будем n=1 (шага как быть нет)



$$A_n = 2R - \frac{F}{3}$$

аэ. соч. 3-я

$$\frac{1}{A_n} + \frac{1}{B_4} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{B_4} = \frac{\frac{2}{R} - \frac{F}{3}}{2R - \frac{F}{3}} = \frac{4R - \frac{2F}{3}}{R(2R - F/3)}$$

$$B_n = \frac{R(2R - F/3)}{3R - 2F/3}$$

$$a_S = \frac{\frac{8}{3}F + 2R - B_n}{3R - 2F/3} = \frac{\frac{8}{3}F + 2R - \frac{R(2R - F/3)}{3R - 2F/3}}{3R - 2F/3} = \frac{8FR + 6R^2 - \frac{16}{9}F^2 - \frac{4FR}{3}}{3R - 2F/3} -$$

$$a_S = \frac{7FR + 4R^2 - \frac{16}{9}F^2}{3R - 2F/3}$$

п.р.н. (b_S = a = 1,5F, тк ~~изображение симм. с шагом~~) :

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

$$\frac{3R - 2F/3}{7FR + 4R^2 - \frac{16}{9}F^2} + \frac{2}{3F} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{3R - 2F/3}{7FR + 4R^2 - \frac{16}{9}F^2} = \frac{1}{3F}$$

$$9FR - 2F^2 = 7FR + 4R^2 - \frac{16}{9}F^2$$

$$4R^2 - 2FR + \frac{2}{9}F^2 = 0$$

$$\Delta_1 = 16R^2 F^2 - \frac{4}{9}F^2 = \frac{F^2}{9}$$

$$R = \frac{F \pm \sqrt{\frac{F^2}{9}}}{4}$$

$$\boxed{R = \frac{4F}{3}}$$

$$\boxed{R = \frac{4F}{6}}$$

Оба корня подходит

R=F/3 дает наименьший
шаг в центре шага > шагов
всех само в себе у физ. лин

R=4F/6 дает шаг R на новом
шаге, но все само в себе
переворачивает

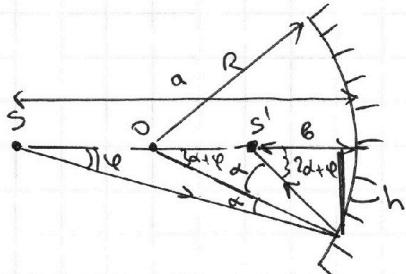
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 7

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) Выведем формулу сфер. З-ка: (см. в 8-ом рабоч. прибл.)



$$h = B(2d + \varphi)$$

$$h = R(a + \varphi)$$

$$h = a(\varphi)$$

$$\Rightarrow R(a + \varphi) = a\varphi$$

$$\varphi = \frac{R\alpha}{a - R}$$

$$a\varphi = B \cdot 2d + B \cdot \varphi$$

$$(a - B)\varphi = B \cdot 2d$$

$$(a - B) \cdot \frac{R\alpha}{a - R} = B \cdot \cancel{2d}$$

$$Ra - RB = 2Ba - 2BR$$

$$\frac{Ra + RB}{B} = 2Ba \quad | : RaB$$

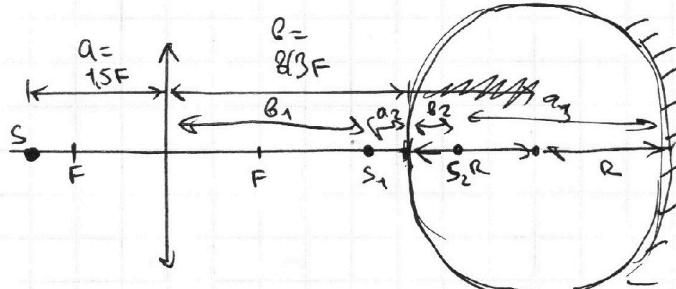
$$\frac{1}{B} + \frac{1}{a} = \frac{2}{R}$$

аналогично для системы D₃:

$$a = \infty: \frac{1}{F} = \frac{2}{R}$$

$$D_3 = \frac{2}{R}$$

3) Теперь к задаче:



Решение:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{1.5F} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{a_2} = \frac{3}{3F} - \frac{2}{3F}$$

$$a_2 = \cancel{F} \quad b_1 - b_2 = \frac{8}{3}F - 3F = -F/3$$

Дл. пр. на ср. Гюб:

$$\frac{1}{a_2} + \frac{n}{b_2} = \frac{n-1}{R}$$

$$-\frac{3}{F} + \frac{n}{b_2} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow b_2 = \frac{n}{\frac{n-1}{R} + \frac{3}{F}}$$

$$b_1 = \cancel{3F}$$

~~Быстро~~



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
2 ИЗ 7

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!

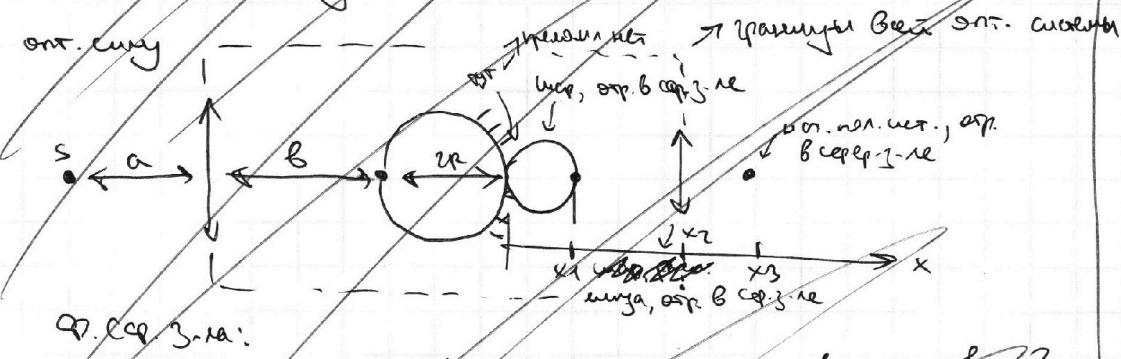
4) Так как все силы параллельны и система расположена на одной оси, мы можем просто сложить все отс. силы от системы, через которую проходит линия от центра.

$$A_3 = 2R - b_2 = 2R - \frac{n \cdot RF}{\frac{n-1}{R} + \frac{B}{F}} = 2R - \frac{nRF}{(n-1)F + 3R} = \frac{2RF(n-1) + 6R^2 - nRF}{(n-1)F + 3R}$$

$$A_3 = \frac{RF(n-2) + 6R^2}{(n-1)F + 3R}$$

УЧАС...

5) Так все силы параллельны и система расположена на одной оси, мы можем представить её две независимые части: линия + шир., когда линия + шир, ~~переворачиваемые~~ симметричные, и далее сложить их отс. силы, получив общую отс. силу.



Q1. линия 3-го:

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{x_1} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{x_1} = \frac{2R^2}{R} - \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{x_1} = \frac{3}{4R}$$

$$x_1 = \frac{2R}{3}$$

новый радиус шир.

$$\frac{1}{2R+b} + \frac{1}{x_2} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{x_2} = \frac{2R(R+b) - R}{R(2R+b)}$$

$$\frac{1}{x_2} = \frac{Rb + 2R - R}{R(2R+b)}$$

$$x_2 = \frac{R(R+b)}{3R+2b}$$

$$\frac{1}{2R+a+b} + \frac{l}{x_3} = \frac{2}{R}$$

$$x_3 = \frac{R(2R+a+b)}{3R+2a+2b}$$

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 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5

Дано:

$$a = 1.5F$$

$$b = \frac{8F}{3}$$

$$\Delta = 2F$$

$$R = ?$$

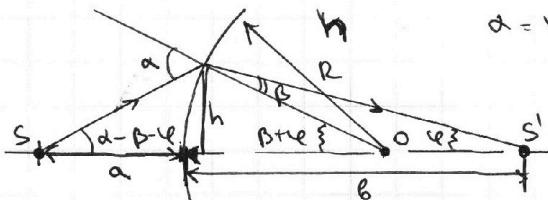
$$n = ?$$

Решение:

1) Выберем схему проекции на сферу новую:

3-й Евклида: $\cos\alpha = \cos\beta$, тк $\alpha, \beta \leq 1$:

$$\alpha = n\beta \quad (\text{нареч. прибл.})$$



$$h = a \cdot (\alpha - \beta - \epsilon) \quad (\text{т.к. } \cos\alpha = \cos\beta)$$

$$h = R(\beta + \epsilon) \uparrow$$

$$h = b\varphi \quad \Rightarrow \quad b\varphi = R\beta + R\epsilon$$

$$\varphi = \frac{R}{B-R} \beta$$

$$B\varphi = a\alpha - a\beta - a\epsilon$$

$$(B+a)\varphi = a\alpha - a\beta$$

$$\frac{R}{B-R}(B+a)\beta = a\alpha - a\beta$$

$$\frac{R}{B-R}(B+a) \cdot a\beta = n\beta \cdot a - a\beta$$

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

$$RB + Ra = (ab - aR)(n-1)$$

$$RB + Ra = (ab - aR)n - ab + aR$$

$$RB + ab(n-1) = -aR \cdot n \quad | :(-Ra)$$

$$-\frac{1}{a} + \frac{n}{B}(n-1) = -\frac{n}{B} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{a} + \frac{n}{B} = \frac{n-1}{R}}$$

онт.силы такой системы
в пр.сторону: $a = \infty$

$$D_1 = \frac{n}{F_1} = \frac{n-1}{R}$$

$$D_1 = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{R}$$

в обрат.сторону: $b = \infty$

$$D_2 = \frac{1}{F_2} = \frac{n-1}{R}$$

$$D_2 = \frac{n-1}{R}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решением 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!

Черновик

$$\begin{array}{r} -319 \\ \times 29 \\ \hline 99 \\ 638 \\ \hline 11 \end{array}$$

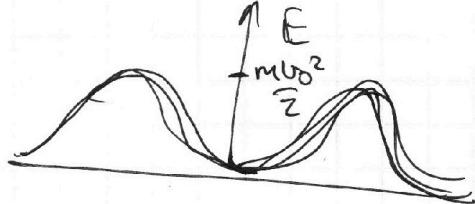
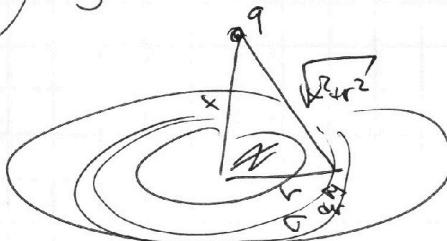
$$\text{Задача } 3! = 13$$

$$\begin{array}{r} -359 \\ \times 25 \\ \hline 1795 \\ 70 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$B = \frac{2\pi k}{2} \cdot \frac{1}{3}$$



$$(R^2 - x^2) (x + r^2)^{3/2} = (R^2 - x^2) (x + R)^{3/2}$$



$$\varphi = \frac{k\sigma \cdot 2\pi r dr}{\sqrt{x^2+r^2}}$$

$$\varphi = \int \frac{k\sigma \cdot 2\pi r dr}{\sqrt{x^2+r^2}} = k\sigma \pi \int \frac{d(r^2)x}{\sqrt{x^2+r^2}}$$

$$\varphi = 2k\sigma \pi \int \frac{1}{\sqrt{x^2+r^2}} \Big|_{r_1}^{r_2}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = E_{\text{нен}}$$

$$\varphi = 2k\sigma \pi \left(\sqrt{x_2^2+r_2^2} - \sqrt{x_1^2+r_1^2} \right)$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = 2k\sigma \pi \left(\frac{1}{\sqrt{x^2+r_2^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2+r_1^2}} \right) \cdot 2x = 2k\sigma \pi \cdot x \left(\frac{1}{\sqrt{x^2+r_2^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2+r_1^2}} \right) \rightarrow 0$$

$$E_{\text{нен}} = 2k\sigma \pi qL \cdot \left(\frac{x}{\sqrt{x^2+r_2^2}} - \frac{x}{\sqrt{x^2+r_1^2}} \right) \rightarrow \max$$

$$E_{\text{нен}}' = 2k\sigma \pi qL \left(\frac{\sqrt{x^2+r_2^2} - x \frac{1}{\sqrt{x^2+r_2^2}} \cdot 2x}{x^2+r_2^2} - \frac{\sqrt{x^2+r_1^2} - x \frac{1}{\sqrt{x^2+r_1^2}} \cdot 2x}{x^2+r_1^2} \right)$$

F/3

F/6

$$\frac{x^2+r_2^2 - 2x^2}{(x^2+r_2^2)^{3/2}} - \frac{x^2+r_1^2 - 2x^2}{(x^2+r_1^2)^{3/2}} = 0$$

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.



- 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!

№3

Дано:

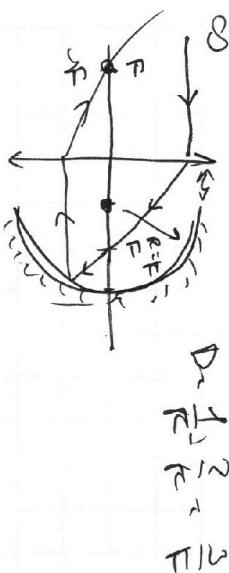
$$U_{mn} = U_0$$

$$U_1 = 2U_0$$

$$U_y = ?$$

$$U_{max} = 15U_0 = ?$$

anax



Решение:

- 1) На большем удалении от ~~кольца~~ энергия должна (Эл.) равна 0, тк нач. там чисто кин. энр.

В центре кольца ~~энергия~~ должна тоже равна 0:



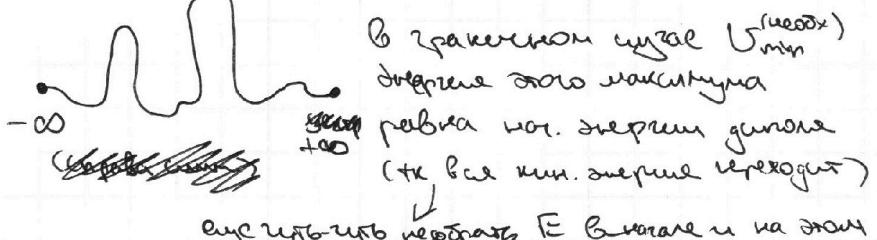
+ и - заряды расп. симм. оси.

кольца \Rightarrow по модулю их энергии одинаковы, но они

согодят с различными знаками, поэтому убирают друг друга и дают 0

След., между этими двумя (с симм. ос.) генами — 0 и центром кольца есть хотя бы один максимум энергии, тк $U_{mn}^{(чест.)} > 0$

Возьмем этот



если приблизить кольцо Е вначале и на этом макс. спиналь развернется

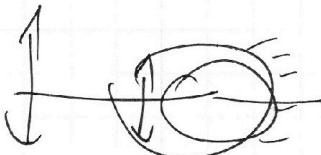
Позже тк Е в начале = 0 (на ∞), то

$$E_{max} = \frac{mU_0^2}{2}$$

ЗСД:

$$E_{y0}^0 + E_{kin,y} = E_{y0}^0 + E_{kin}$$

$$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} \Rightarrow U_y = U_0$$





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**.

10

2

3
1

7

1

СТРАНИЦА
— ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



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

1

2

3

4

5

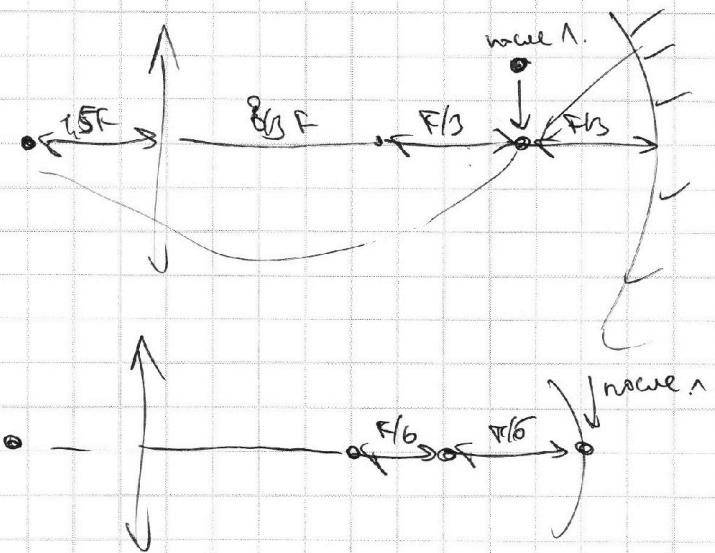
6

7

СТРАНИЦА
_ из _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик





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!