



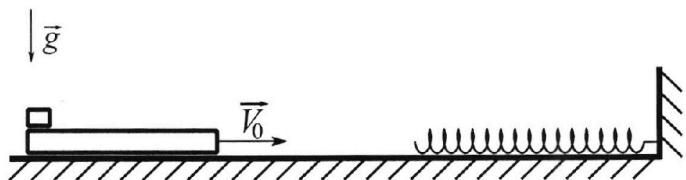
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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.

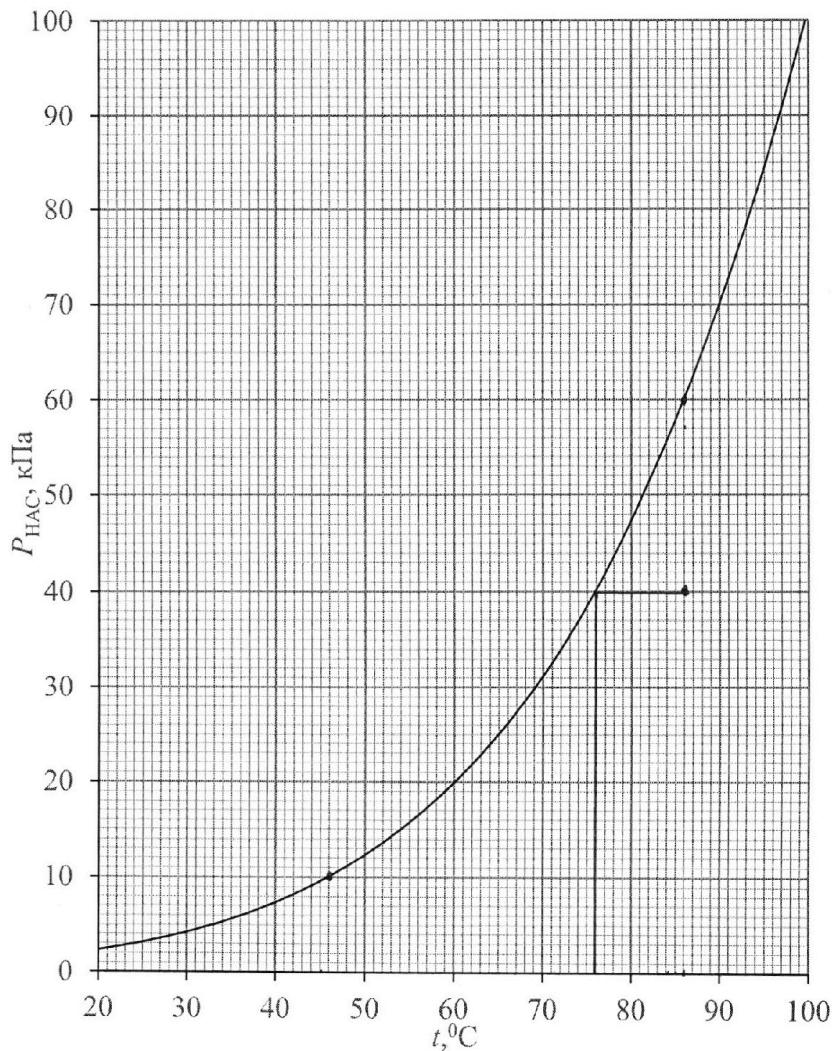


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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





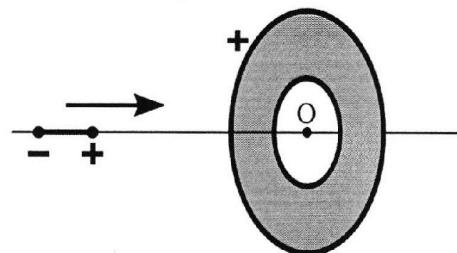
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



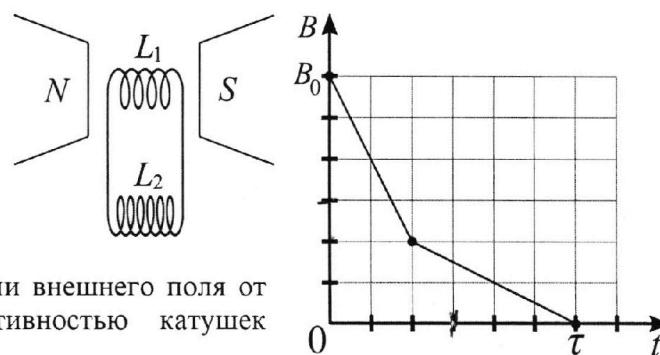
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



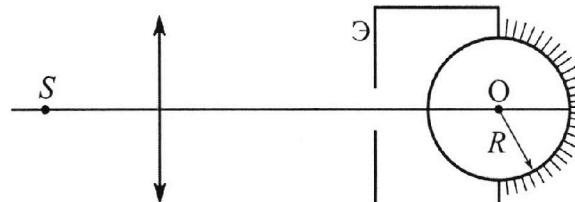
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 о т наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

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



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

$$M(M+m)a = Kx ; a = \mu g.$$

$$\frac{(M+m)\mu g}{K} = x = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{27} = \frac{9}{27} = \frac{1}{3} m.$$

$$\sin \omega t = \frac{\mu g}{v_0 \omega} = \frac{0,3 \cdot 10}{2 \cdot \pi} \frac{\mu g}{v_0} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}} =$$

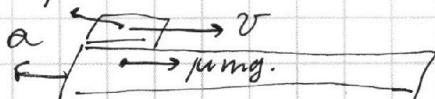
$$= \frac{0,3 \cdot 10}{2} \cdot \sqrt{\frac{1+2}{27}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{2}$$

$$\sin \omega t = \frac{1}{2} ; \omega t = \frac{\pi}{6} ; t_{\text{одн.}} = \frac{\pi}{6 \omega}$$

$$\text{форм. г.} = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}} = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{2+3}{27}} = \frac{\pi}{6} \cdot \frac{1}{3} \approx$$

$$\approx \frac{\pi}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \text{ с}$$

При первом взаимодействии брусков сдвигается



Верхний брусок падает вперед по доске. К земле приложена постоянная сила μmg .

$$Ma = \mu mg - Kx$$

Аналитико = μmg в. момент нач. сопротивление:

$$Ma = \mu mg - \mu mg \cdot (M+m) = -\mu g M ; a = \mu g.$$

Ускорение ① и ② одинаково. Далее ускорение земли будет только увеличиваться. Мы считаем, что брусков не сдвигаем:

$$M\ddot{x} = \mu mg - Kx ; \mu mg = Kx_0$$

$$M\ddot{x} = Kx_0 - Kx = -K(x-x_0) ; z = x-x_0 ; \ddot{z} = \dot{x}$$

$$M\ddot{z} = -Kz ; \ddot{z} = -\frac{K}{M}z ; w = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

$$z(t) = A \sin \omega t + B \cos \omega t ; x(t) = A \sin \omega t + B \cos \omega t + x_0$$

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



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

$$X(0) = X_{\text{ нач }} = \frac{1}{3} M = B \cos \omega t + \underbrace{K}_{\frac{0,3 \cdot 2 \cdot 10}{2 \cdot 2}} = \frac{3}{2} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{1}{3} = B + \frac{1}{9}; \quad B = \frac{1}{3} - \frac{1}{9} = \frac{3}{9} - \frac{1}{9} = \frac{2}{9}$$

$V(0)$ в максимуме из. З. с. 2:

$$\frac{M+m}{k} V_0^2 = \frac{K \cdot x_{\text{ нач }}}{k} + \frac{M+m}{k} V(0)^2$$

$$3 \cdot 2^2 = 27 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^2 + 3 \cdot V(0)^2$$

$$12 - 3 = 3 \cdot V(0)^2; \quad 9 = 3 V(0)^2; \quad V(0) = \sqrt{3}$$

$$V(0) = \sqrt{3} = A \cdot w \cdot \cos \omega t = A \cdot \sqrt{\frac{K}{M}}$$

$$A = \sqrt{3} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} = \sqrt{\frac{3 \cdot M}{k}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 2}{2 \cdot 2}} = \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$X(t) = \frac{\sqrt{2}}{3} \sin \omega t + B \frac{2}{9} \cos \omega t + X_0$$

$$X(t)' = \frac{\sqrt{2}}{3} \omega \cos \omega t - \frac{2}{9} \omega \sin \omega t = 0$$

$$\frac{\sqrt{2}}{3} \cos \omega t = \frac{2}{9} \cdot \sin \omega t; \quad \tan \omega t = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{2}{2} = \frac{3\sqrt{2}}{2}$$

$$1 + \tan^2 \omega t = \frac{1}{\cos^2 \omega t}; \quad 1 + \frac{9 \cdot 2}{4} = \frac{1}{\cos^2 \omega t} \quad \cos^2 \omega t = \frac{2}{11}$$

$$X_{\text{ макс }} a(t) = -\frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \omega^2 \sin \omega t - \frac{2}{9} \omega^2 \cdot \cos \omega t = -\frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{3}{\sqrt{11}} =$$

$$= -\frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{K}{M} \cdot \sqrt{\frac{9}{11}} - \frac{2}{9} \cdot \frac{K}{M} \cdot \sqrt{\frac{2}{11}} = -\frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{2K}{2} \cdot \frac{3}{\sqrt{11}} -$$

$$-\frac{2}{9} \cdot \frac{2K^3}{2} \cdot \sqrt{\frac{2}{11}} = -\sqrt{\frac{2}{11}} \left(\frac{27}{2} + 3 \right) = -\sqrt{\frac{2}{11}} \cdot \frac{33}{2} =$$

$$= -\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 3 \cdot \sqrt{11} = -\frac{3}{2} \sqrt{22} \text{ m/c}^2$$

Ответ: $\frac{1}{3} \text{ м}; \frac{1}{6} \text{ с}; \frac{3}{2} \sqrt{22} \text{ м/c}^2$

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



1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!

$$P_{\text{возд. к}} + P_n = P_0$$

$$P_{\text{возд. к}} \cdot \frac{V_0}{T_0} \cdot \frac{T_K}{V_K} + P_n = P_0$$

$$\frac{V_0}{V_K} = (P_0 - P_n) \cdot \frac{T_0}{T_K} \cdot \frac{1}{P_{\text{возд. к}}}$$

$$\frac{V_K}{V_0} = \frac{P_{\text{возд. к}}}{P_0 - P_n} \cdot \frac{T_K}{T_0} = \frac{110}{150 - 10} \cdot \frac{46 + 273}{86 + 273} =$$

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

$$= \frac{3509}{5026}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ 11 \\ \hline 319 \\ 319 \\ \hline 3509 \\ + 14 \\ \hline 3509 \\ + 36 \\ \hline 5026 \end{array} \approx 0,7$$

Ответ: ~~0,7~~ $\frac{3509}{5026}$

$$\frac{3509}{5026} \approx 0,698$$

7. к. недельной объем
воды сантехническо-
вым можно считать,

что $V_K \approx V_0$
тогда $\frac{V_K}{V_0} \approx 0,7$

с округлением:

Ответ: 0,7

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
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!

Dано:
 $P_0 = 150 \text{ кПа}$
 $t_0 = 86^\circ\text{C}$
 $\varphi_0 = \frac{2}{3}$
 $t = 46^\circ\text{C}$

- 1) $P_1(\text{сж}) - ?$
 2) $t^* - ? \text{ конденс.}$
 3) $V_{\text{вр}} - ?$

$\boxed{\begin{array}{c} M \\ P_0 \end{array}}$; $P_0 = P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{s} = \text{const}$

Все процессы изobarные.

$$P_1 = P_H(86^\circ\text{C}) \cdot \frac{t}{t_0} \cdot \varphi_0 =$$

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

До начала изобарии давление сажи и паро-водяной смеси в рабочем объеме не меняется.
 Конденсацию начнется, когда $P_{\text{пара}}$ станет равна P_H :

$$P_{\text{пара}} = \frac{JR T}{V} ; JR = \text{const}$$

$$P_{\text{базис}} = \frac{J' R T}{V} ; J' R = \text{const}$$

$$P_{\text{базис}} + P_{\text{пара}} = P_0$$

gne начальное соотр.: $P_{\text{базис}} = P_0 - P_{\text{пара}} = 130 - 40 = 90 \text{ кПа}$

$$J' = \frac{11}{4} J$$

$$\frac{P_{\text{базис}}}{P_{\text{пара}}} = \frac{J'}{J} = \frac{11}{4} = \frac{11}{4} ; P_{\text{пара}} = \frac{4}{15} P_{\text{базис}} ; J = \frac{4}{11} J'$$

$$P_{\text{пара}} + P_{\text{базис}} = P_0 ; \frac{JR T}{V} + \frac{J' R T}{V} = P_0 ; \frac{R T}{V} \left(J + \frac{4}{11} \frac{11}{4} J \right) =$$

$$= \frac{R T}{V} \cdot \frac{15}{4} J = P_0 ; P_0 \cdot \frac{15}{4} = P_0 ; P_0 = \text{const}$$

Тогда изобразим зависимость от P_1 изобарии. Она пересекает график $P_H - P_H(t)$ при $t = 76^\circ\text{C}$.

$\Rightarrow t^* = 76^\circ\text{C}$. далее изобарии начнется конденсации.

$$P_H(76^\circ\text{C}) = 10 \text{ кПа} \quad P_{\text{базис}} = \frac{V' R T}{V_0} ; P_{\text{базис}} = \frac{V' R P_0}{V_0}$$

$$V' R = P_{\text{базис}} \cdot V_0 / T_0 = P_{\text{базис}} \cdot V_0 / T_0$$

$$P_{\text{базис}} = P_{\text{базис}} \cdot \frac{V_0}{T_0} \cdot \frac{T_0}{V_0}$$



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**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
Ч из Ч

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!

Тогда $V_{max} - V_{min} = V_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$

Ответ: $2V_0$; $V_0(\sqrt{5} - \sqrt{3})$.

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



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

$$2) \frac{\sin d_1}{\sin d_2} = \frac{\sin d_1'}{\sin d_2'} ; \quad \sin d_i = \frac{v_i}{\sqrt{r_i^2 + e^2}}$$

$$\frac{r_1 \sqrt{r_2^2 + e^2}}{\sqrt{r_1^2 + e^2} \cdot r_2} = \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{\sqrt{r_2^2 + (e+sl)^2}}{\sqrt{r_1^2 + (e+sl)^2}}$$

$$(r_2^2 + e^2)(r_1^2 + (e+sl)^2) = (r_2^2 + (e+sl)^2)(r_1^2 + e^2)$$

$$r_2^2 r_1^2 + r_2^2 l^2 + e^2 r_1^2 + e^2 l^2 = r_2^2 r_1^2 + r_1^2 e^2 + l^2 r_1^2 + l^2 e^2$$

$$l^2(r_2^2 - r_1^2) = e^2(r_2^2 - r_1^2)$$

$$(l-e)(l+e) = 0$$

$$l = e - \text{расстояние}$$

$l = -e$ - положение ф. центра.

то положение ф. центра или супарас ^{дво} направлена в одну сторону.

2) (эл.) критическое положение:

$$E_{K0} = E_n + E_{K0} ; \text{ все } E_{K0} \rightarrow 0$$

В некоторой точке $E_{nmax} = E_{K0} = \frac{m_2 v_0^2}{2}$
тогда если заместить систему со скользящей.

$$2 v_0 : 3-C.3 ; \quad \frac{m_2 (2 v_0)^2}{2} = \underbrace{m_2 v_0^2}_{E_{K0}} + \frac{m_2 V_x^2}{2}$$

$$4 v_0^2 = v_0^2 + V_x^2$$

$$V_x^2 = 3 v_0^2 ; \quad V_x = \sqrt{3} v_0 - \text{Vmin}$$

А v_{max} при $E_n = \frac{m_2 v_0^2}{2} - E_{nmax} = -\frac{m_2 v_0^2}{2}$
такое положение существует, т.к. система
симметрична! $\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{Enmax} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{En min} \end{array}$

3-C.2 :

$$\frac{m_2 (2 v_0)^2}{2} = -\frac{m_2 v_0^2}{2} + \frac{m_2 v_0^2}{2} \quad V_{max} = \sqrt{5} v_0$$

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

$$\cos \alpha_1 = \frac{e}{\sqrt{e^2 + r_1^2}} ; \quad \cos \alpha_2 = \frac{e}{\sqrt{e^2 + r_2^2}}$$

$$W = (2\pi Kq \delta) \cdot \left(\frac{\sqrt{e^2 + r_2^2}}{\sqrt{e^2 + r_1^2}} - \frac{\sqrt{e^2 + r_1^2}}{\sqrt{e^2 + r_2^2}} \right)$$

$$W_2 = \delta \left(\sqrt{e^2 + r_2^2} - \sqrt{e^2 + r_1^2} - \sqrt{(e+se)^2 + r_2^2} + \sqrt{(e+se)^2 + r_1^2} \right)$$

$$W_{\Sigma e} = \delta \left(2 \frac{\frac{1}{2} \cdot 2e}{\sqrt{e^2 + r_2^2}} - \frac{2e}{2\sqrt{e^2 + r_1^2}} - \frac{2(e+se)}{2\sqrt{(e+se)^2 + r_2^2}} + \frac{2(e+se)}{2\sqrt{(e+se)^2 + r_1^2}} \right) = 0$$

$$\frac{e}{\sqrt{e^2 + r_2^2}} = \frac{e+se}{\sqrt{(e+se)^2 + r_2^2}} = \frac{e}{\sqrt{e^2 + r_1^2}} = \frac{e+se}{\sqrt{(e+se)^2 + r_1^2}}$$

3) при прохождении через центр. $W_{\Sigma e} = 0$, т.к.
система симметрична, но симметрия и слева
и справа одинаковая.

$$E_{k0} = W_{\Sigma e} + E_{kk} ; \Rightarrow \forall V_y = V_0 = 2V_0$$

Найдем положение равновесия:

$$F_1 = F_2$$

$$dF = \frac{Kq}{R^2} dQ ; \quad dQ = 6 \cdot 2\pi n \cdot dr$$

$$dF = \frac{Kq}{e^2} \cdot \cos \alpha \cdot 6 \cdot 2\pi \cdot R \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{d\alpha}{\sin^2 \alpha} \cdot dr =$$

$$= (2\pi Kq \delta) \operatorname{tg} \alpha \cdot dr$$

$$F = a \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \operatorname{tg} \alpha \cdot dr = a / \left| \begin{array}{l} y = \cos \alpha \\ dy = -\sin \alpha d\alpha \\ d\alpha = \frac{dy}{-\sin \alpha} \end{array} \right| = a \int_{\sin \alpha_2}^{\sin \alpha_1} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{dy}{-\sin \alpha} =$$

$$= a \int_{\sin \alpha_2}^{\sin \alpha_1} \frac{y}{\sin^2 \alpha} dy = -a \ln \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1}$$



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 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!

Dано:

$V_{min} = V_0$

$V_0 = 2V_0$

$V_g - ?$

$V_{max} - V_{min} - ?$

Задача 3

Задача 3

Задача 2:

m

$\nabla E_k = E_k' + E_n$; где приращение энергии $E_k' \rightarrow 0$; наимен E_n макс.

$E_n = W$; $dW = \frac{KgQ}{\pi}$

$W = \frac{KgQ}{\sqrt{R^2 + n^2}} = \frac{KgQ}{l} \cdot \cos \alpha$

One disk:

$dW = \frac{Kg}{\ell} \cdot \cos \alpha \cdot \sigma \cdot \pi r^2 n \cdot dr$

$\tg \alpha = \frac{n}{\ell}$; $n = \tg \alpha \cdot \ell$; $dr = \ell \cdot \frac{1}{\cos \alpha} d\alpha$

$dW = \frac{Kg}{\ell} \cdot \cos \alpha \cdot \sigma \cdot \pi r^2 n \cdot \ell \cdot \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha}$

$dW = Kg \sigma \ell \cdot \pi r^2 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha}$

$dW = \sqrt{\pi} Kg \sigma \ell \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot d\alpha = \frac{1}{\cos \alpha} = y$

$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\cos \alpha \cdot n}{\cos^2 \alpha}$

$\frac{dy}{y^2} = - \frac{\sin \alpha \cdot d\alpha}{\cos^2 \alpha}$

$\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{dy}{y^2} = - \alpha_1 \frac{dy}{y^2} = - \alpha_1 \cdot - \frac{1}{y} \Big|_{\alpha_1}^{\alpha_2} = \alpha_2 \left(\frac{1}{\cos \alpha_2} - \frac{1}{\cos \alpha_1} \right)$



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"/> 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!

Dано:
 $L_1 = L$; $L_2 = 4L$
 $n, S_1, B_0, \tilde{\tau}$
 $I_o = 0$
 $B(\tilde{\tau})$ - на графике
 I_o вспомог - ?
 $\dot{q}_1 - ?$ за $\tilde{\tau}$

N4

$$E_{\text{ind}} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{n \cdot S_1 \cdot dB}{dt}$$

Прич $dB/dt = \beta$ - наклон на графике.

$|E_{\text{ind}}| = n \cdot S_1 \cdot \beta$.

Запон. Кирзюрова:

$$E_{\text{ind}} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \cdot \frac{dI}{dt} = \frac{dI}{dt} \cdot (L_1 + L_2)$$

$$\frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) = n S_1 \cdot \frac{dB}{dt}$$

Гипотеза = I_o

$$\Delta I (L_1 + L_2) = n S_1 \cdot \beta; I_{\text{нар}} = 0; B_{\text{нар}} = B_0; B_{\text{внут}} = \beta$$

$$I_o (L_1 + L_2) = n \cdot S_1 \cdot B_0; I_o = \frac{n \cdot S_1 \cdot B_0}{L_1 + L_2} = \text{Реш. 0.}$$

$$\dot{q}^o (L_1 + L_2) = n \cdot S_1 \cdot \beta; \text{ на первом участке}$$

$$\dot{q}^o_1 = \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} \cdot \beta_1; \dot{q}^o_2 = \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} \cdot \beta_2 \quad \beta = \beta_1 \text{ на 1-м } \beta_2 = \beta_2$$

~~$$\dot{q}^o = \frac{\dot{q}^o_1 + \dot{q}^o_2}{2}; \text{ Равнение} = \frac{R}{2} \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} (B_1 \tilde{\tau}_1^2 + B_2 \tilde{\tau}_2^2)$$~~

$$\beta_1 = B_0 \cdot \frac{1}{6} / \tilde{\tau} \cdot \frac{2}{6} = \frac{4B_0}{2\tilde{\tau}} = 2 \frac{B_0}{\tilde{\tau}}; \tilde{\tau}_1 = \frac{1}{3} \tilde{\tau}$$

$$\beta_2 = B_0 \cdot \frac{2}{6} / \tilde{\tau} \cdot \frac{4}{6} = \frac{2B_0}{4\tilde{\tau}} = \frac{B_0}{2\tilde{\tau}}; \tilde{\tau}_2 = \frac{2}{3} \tilde{\tau}$$

$$\begin{aligned} \text{Числен} &= \frac{1}{2} \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} \left(2 \frac{B_0}{\tilde{\tau}} \cdot \frac{1}{3^2} + \frac{B_0}{2\tilde{\tau}} \cdot \frac{4}{3^2} \right) = \\ &= \frac{1}{2} \frac{n \cdot S_1 \cdot B_0 \cdot \tilde{\tau}}{L_1 + L_2} \cdot \frac{2}{3^2} \cdot 2 = \frac{2}{9} \frac{n \cdot S_1 \cdot B_0 \cdot \tilde{\tau}}{L_1 + L_2} \end{aligned}$$

$$\dot{q}_1 = \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} \cdot \frac{\dot{q}^o_1}{2} \cdot \tilde{\tau}_1^2; I_1 = \dot{q}_1 \cdot \tilde{\tau}_1$$

$$\dot{q}_2 = \dot{q}_1 \tilde{\tau}_1 \cdot \tilde{\tau}_2 + \frac{1}{2} \dot{q}^o_2 \tilde{\tau}_2^2$$

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



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$\begin{aligned}
 \text{Уполяр} &= \vec{q}_1^* \left(\frac{1}{2} \tilde{l}_1^2 + \tilde{l}_1 \tilde{l}_2 \right) + \vec{q}_2^* \frac{1}{2} \tilde{l}_2^2 = \\
 &= \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} \left(\beta_1 \left(\frac{1}{2} \tilde{l}_1^2 + \tilde{l}_1 \tilde{l}_2 \right) + \beta_2 \cdot \frac{1}{2} \tilde{l}_2^2 \right) = \\
 &= \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} \left(2 \frac{\beta_0}{\tilde{l}} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\tilde{l}^2}{9} + \frac{2}{9} \tilde{l}^2 \right) + \frac{\beta_0}{2 \tilde{l}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{9} \tilde{l}^2 \right) \\
 &= \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} \cdot \beta_0 \tilde{l} \left(\frac{1}{9} + \frac{4}{9} + \frac{1}{9} \right) = \frac{2}{3} \frac{n S_1 \beta_0 \tilde{l}}{L_1 + L_2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Отвектр. } &\cancel{\frac{2}{3} \cdot \frac{n \cdot S_1 \cdot \beta_0 \tilde{l}}{L_1 + L_2}} \quad l_1 = L; \quad l_2 = 4L \\
 &= \frac{2}{3} \cdot \frac{n \cdot S_1 \cdot \beta_0 \tilde{l}}{5L} = \frac{2}{15} \cdot \frac{n \cdot S_1 \cdot \beta_0 \tilde{l}}{L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Итог: } &\cancel{\frac{2}{15} \cdot \frac{n \cdot S_1 \cdot \beta_0 \tilde{l}}{L}} \quad \cancel{\frac{2 n S_1 \beta_0 \tilde{l}}{15 \cdot L}}, \\
 &\frac{n S_1 \beta_0}{L_1 + L_2} \cdot I_0
 \end{aligned}$$

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 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!

$$8 - \frac{R}{f} = 8 - \frac{d}{R} \quad \frac{R}{f} = \frac{d}{R} ; R^2 = d \cdot f$$

Если $f=d$, то $R^2 = d^2$; $d=R$; $f=R$.

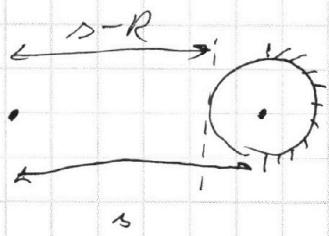
\Rightarrow изображение от линзы нацело в центре шара. $3F = d + R$

$$3F = \frac{8}{3}F + R; \left(R = \frac{F}{3} \right)$$

Следит ли изображение о поверхности шара, т.к. все углы \angle поверхности.

v) Изображение получено при $s=2F$.

Теперь рассмотрим от изображение (источника за шаром) в центре шара S .



$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$R_2 \rightarrow \infty$ (lens); $R_1 = S$

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

бесконечн. углы.

Чтобы видеть ноги как на экране
нужен дополнительный предмет поменять свое
направление. \Rightarrow изображение в
центре шара.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} ; (n-1) \cdot \frac{1}{R} = \frac{1}{S-R} + \frac{1}{R}$$

$$n-1 = \frac{R+S-R}{R(S-R)} \cdot R ; n-1 + \frac{S}{S-R} =$$

$$= \frac{S-R+S}{S-R} = \frac{2S-R}{S-R} = \frac{4F - \frac{1}{3}F}{2F - \frac{1}{3}F} = \frac{11/3}{5/3} = \frac{11}{5} =$$

$(= 2,2)$

Ответ: 2,2.



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

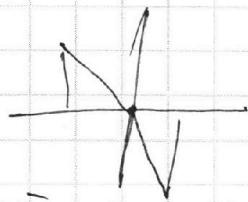
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

Лучше членами.

Они выходят из. на более тонкой
строки.



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

$$x = s \cdot n$$

\Rightarrow они проходят параллельно.

$$(n-s) \cdot \frac{1}{R} = \frac{1}{s-R} \neq \frac{1}{Rn}$$

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

$$n^2 - nh = \frac{R}{s-R} n + s$$

$$n^2 - n\left(s + \frac{R}{s-R}\right) - s =$$

$$n^2 - n\left(\frac{s}{s-R}\right) - s = 0$$

$$n^2 - n \frac{6}{5} - s = 0$$

$$D_1 = \left(\frac{3}{5}\right)^2 + 8 = \frac{9}{25} + s = \frac{34}{25}$$

$$n_{1,2} = \frac{\frac{3}{5} \pm \sqrt{\frac{34}{25}}}{2} = \frac{\frac{3}{5} \pm \sqrt{\frac{34}{25}}}{2} \approx \pm \frac{3}{5} = \frac{3}{5}$$



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

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!

~~Проверим зачатое време октане вити
більше відху.~~

$$P_0 = 110$$

$$P_K = 100$$

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_K \cdot V_K}{T_K}$$

$$225 + 66 =$$

$$= 27946 = 319$$

$$\frac{V_K}{V_0} = \frac{P_0}{P_K} \cdot \frac{T_K}{T_0} = \frac{11}{14} \cdot \frac{319}{359}$$

$$\begin{array}{r}
 250 - 350 \times 15026 \\
 \hline
 - 0 \\
 \hline
 35026 \\
 - 30156 \\
 \hline
 49340 \\
 - 4208 \\
 \hline
 75234 \\
 - 42060 \\
 \hline
 40208 \\
 - 08520
 \end{array}$$

Лучше прописи



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!