



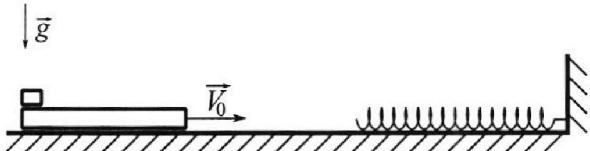
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



## Вариант 11-03

*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  $V_0 = 1$  м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости  $k = 36$  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.

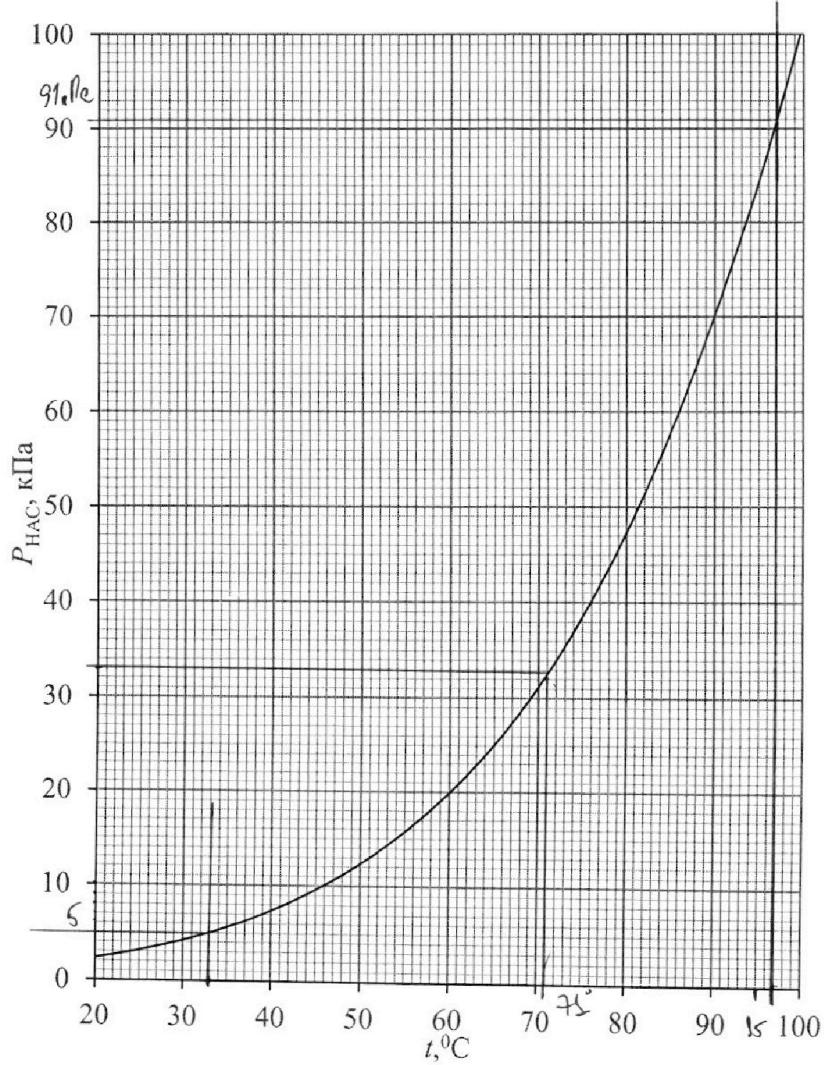


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении  $p_0 = 105$  кПа, температуре  $t_0 = 97$  °C и относительной влажности  $\varphi_0 = 1/3$  (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры  $t = 33$  °C. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 97 °C.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра  $V/V_0$  в конце и в начале остывания.

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



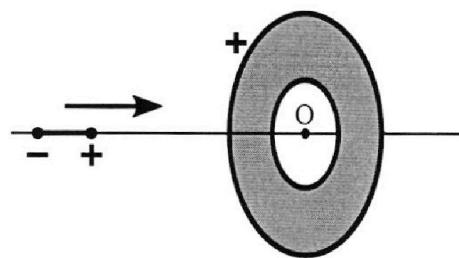


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**  
**Вариант 11-03**



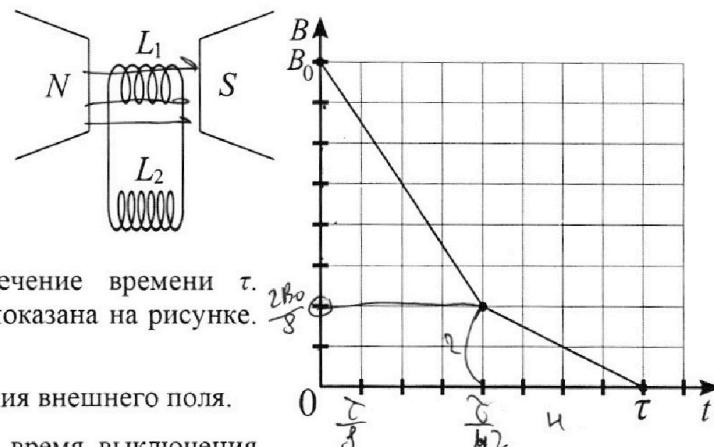
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 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  $\frac{3}{2}V_0$ .



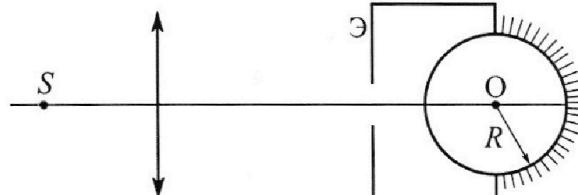
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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  $L_2 = 3L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



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

- 5.** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположены центр  $O$  прозрачного шара и точечный источник  $S$ , удалённый от линзы на расстояние  $a = 1,1F$  (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  $b = 10,5F$ , 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  $\Delta = 5,5F$ , 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  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

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 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!

N2

$$M = 2 \text{ кг}$$

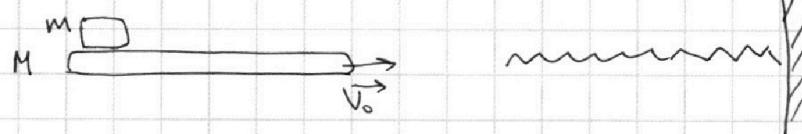
$$m = 1 \text{ кг}$$

$$V_0 = 1 \text{ м/с}$$

$$K = 36 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,8?$$

$$\pi \approx 3$$



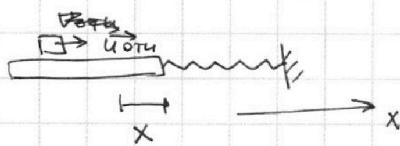
Момент силы отк. движения:  $F_{tr} = \mu N$

II зу и грусле

$$-F_{tr} = ma$$

$$-\mu mg = ma$$

$$-\mu g = a$$



II зу грусле

$$F_{tr} - kx = m a$$

$$\mu mg - kx = Ma$$

$$\mu g(m + M) = kx$$

$$x = \frac{\mu g(M+m)}{k} =$$

$$= \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = 0,25 \text{ м}$$

В начале блок доска движется  
без ускорения. Затем на него  
начинает действовать сила упругости  
и сила трения покоя со стороны  
брюса. Сила даруности и сила  
трения растут и брусков продолжает  
движение брусков и доски  
двигаются с одинаковыми ускорениями  
до тех пор, пока сила fr трения не  
достигнет максимального значения  $\mu mg$   
в момент начала движения бруска =  $\Delta x_{\text{доски}} = a$

Движение этих движений будем рассматривать  
брюсков + доски как одно тело.

$$\frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{kX^2}{2}$$

$$(M+m)V_0^2 = kX^2$$

$$X = \sqrt{\frac{3}{36+1}} = \frac{1}{\sqrt{37}}$$

$$\text{анализируя } \frac{1}{25}$$

$$KX + (M+m)\dot{X} = 0$$

$$\frac{K}{M+m}X + \dot{X} = 0$$

3р-е кинематик:

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M+m}}$$

$$X = X_0 \sin \omega t \quad \frac{1}{25} = \frac{1}{\sqrt{37}} \sin \omega t \Rightarrow \sin \omega t = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$X = \sqrt{\frac{3}{37}} \sin \omega t = \sqrt{\frac{3}{37}} \sin \frac{1}{\sqrt{37}} t = \sqrt{\frac{3}{37}} \sin \frac{1}{\sqrt{37}} t = \sqrt{\frac{3}{37}} \sin \frac{1}{\sqrt{37}} t$$

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

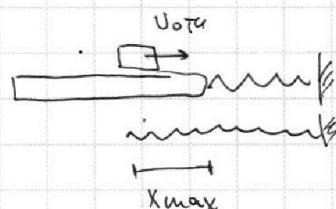
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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!

$$N_1 \text{ Продолжение} \quad \sin \omega t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \quad t = \frac{\pi}{3\omega} = \frac{\pi}{3\sqrt{M+m}} = \frac{1 \cdot \sqrt{3}}{3612} = \frac{1}{216} \text{ с}$$

В момент максимума импульса амплитуда  $V_{\text{досм}} = 0$  в АСО бруска все времена после начала отсч. движение движется с постоянным ускорением. Пусть максимальное смещение амплитуда  $X_{\text{max}}$

Найдем скорость доски и бруска в момент начала относ. движение:



ЗСЭ  $\rightarrow$  П. З

$$\frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{KX^2}{2} + \frac{(M+m)V^2}{2}$$

$$(M+m)V_0^2 - KX^2 = (M+m)V^2 \Rightarrow V^2 = V_0^2 - \frac{KX^2}{M+m} = 1 - \frac{36 \cdot 1}{36 \cdot 3} = \frac{3}{4} \text{ м/с}$$

Найдем скорость бруска, когда доска остановилась. (брюска движется с постоянным ускорением  $(X_{\text{max}} - x) \leftarrow$  глина нутка)

$$S = \frac{V_1^2 - V^2}{2a} \quad a = -\mu g \quad S = X_{\text{max}} - x$$

$$(X_{\text{max}} - x)\mu g = V^2 - V_1^2 \quad V_1^2 = V^2 - (X_{\text{max}} - x)\mu g$$

После начала относ. движение:

$$-\mu mg = m\ddot{x}_B \quad a_B = -\mu g \quad \text{у бруска} \quad F_{\text{тр}} \mu mg - Kx = -M\ddot{x} \quad \uparrow \text{глина доски}$$

А силы трения у бруска и у доски равны

значит

для бруска

$$\frac{M\ddot{x}^2}{2} = \frac{KX_{\text{max}}^2}{2} + F_{\text{тр}} - A_{\text{тр}} \quad \text{доска остановилась}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = F_{\text{тр}}$$

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



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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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

N1 Продолжение

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = A_{tp}$$

$$\cancel{mV^2} \frac{mV^2}{2} = \frac{KX_{max}^2}{2} - A_{tp} \quad A_{tp} = \mu mg \cdot L$$

$$\frac{MV^2}{2} = \frac{KX_{max}^2}{2} -$$

$$\mu mg - KX_{max} = Ma_g g$$

$$v_{0g} \cdot at = \Delta L$$

$$(v_0 - v_g) \cdot t = \Delta L$$

$$(v_0 - v_g)t = \Delta L$$

$$a_g = \frac{Kx - \mu m g}{M}$$

$$a_g = \mu g$$

$$L = \frac{V_i^2 - V_f^2}{2g_2 a} \quad \begin{array}{l} \text{относительное} \\ \text{изд} \end{array}$$

2pm

$$2\mu g = V_2^2 - V_1^2$$

$$V_2^2 = 2\mu g (V^2 - 2\mu g L)$$

$$\frac{m}{2} \cdot 2\mu g L = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$$

Обрати 1)  $0.25 \mu$   
2)  $t = \frac{1}{2\sqrt{3}} c$



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

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

СТРАНИЦА  
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!

N2 Влажный воздух : воздух + вод пар  $\rho = ?$

$$\begin{array}{l} p_0 = 105 \text{ kPa} \\ t_0 = 27^\circ\text{C} \end{array}$$

$$q_0 = \frac{1}{3}$$

$$t = 33^\circ\text{C}$$

$$1) P_1 = P_{\text{нп}}(t_0) \cdot q$$

$$P_1 = 91 \text{ kPa} \cdot \frac{1}{3} =$$

$$= 30,3 \text{ kPa}$$

2) Конденсация пара

начнется когда  $P$  достигнет  $P_{\text{нп}}$

Влажный воздух:

$$pV = \gamma RT$$

$$p_{B2} = p_0 - P_1 = 105 \text{ kPa} - 30,3 \text{ kPa} =$$

$$= 74,7 \text{ kPa}$$

Влажное давление  $\text{const}$   $\Rightarrow p_B + p_{\text{пар}} = \text{const}$

$$\frac{\gamma RT}{V} + p_{\text{пар}} = \text{const} = 105 \text{ kPa}$$

$$\frac{\gamma RT^*}{V_1} + p_{\text{пар}} = \text{const}$$

$$p_{\text{пар}} = P_{\text{нп}}(t^*)$$

$$p_{\text{пар}} = \text{const} \cdot T^*$$

$$P_1 V_0 = \gamma R t_0 T_0$$

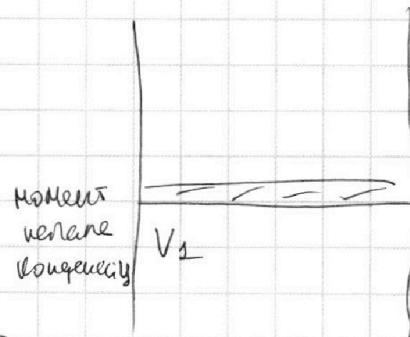
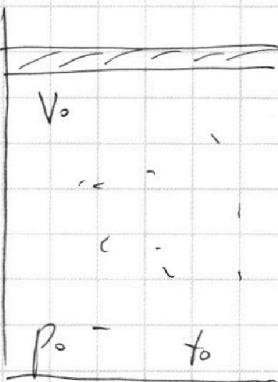
$$P_{\text{нп}}(t^*) \cdot V_1 = \gamma R T^* T^*$$

$$P_{\text{нп}}(t^*) \cdot V_1 = \frac{P_1 V_0}{T_0} \cdot T^*$$

$$P_1 V_0 = \gamma R t_0 T_0$$

$$P_1 V_0 = \gamma R T^* \Rightarrow P_1 V_0 = \frac{P_1 V_0}{T_0} \cdot T^*$$

$$P_{\text{нп}}(t^*) + P_1 V_0 = \text{const} = P_1 \frac{V_0 T^*}{T_0 V_1} + P_1 \frac{V_0 T^*}{T_0 V_1}$$



Любое  $\gamma \neq 0$  и кон. влажности воздуха  
 $t_0 \neq$  кон. влажности



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

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

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

№2 Продолжение:

$$P_n + P_B = P_0$$

$$\frac{P_0}{T} R T$$

P - общее давление

$$P V_0 = \bar{V} R T_0$$

$$P V_2 = \bar{V} R T^*$$

$$\frac{V_0}{V_2} = \frac{T_0}{T^*}$$

↑  
↓  
процесс изотермический

$$P_{B1} = P_{B2} \Rightarrow \text{пара сохраняется} \Leftrightarrow \text{ко побежало } \varphi, \text{ т.к. } T \downarrow$$

↑ б. момент начала конденсации

↓

$T^*$  - температура при которой  $P_{Bn} = P_2$

т.е. всплеск будет равен 0

$$T^* = 73^\circ\text{C}$$

В конце:

$$T = 33^\circ\text{C} \Rightarrow P_{Bn} = 5 \text{ kPa} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{воздуха}} =$$

$$= 105 - 5 \text{ kPa} = 100 \text{ kPa}$$

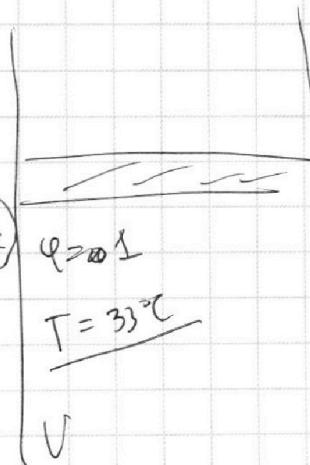
Нарисуйте изотерму

$$\Rightarrow P_{B1} V_0 = \bar{V}_B R T_0$$

$$P_{B2} V_2 = \bar{V}_B R T$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_{B1}}{P_{B2}}$$

$$= \frac{V}{V_0} = \frac{306}{370} \cdot \frac{74,7}{100} \approx \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{82} \approx \frac{5}{8} \approx 0,625$$



$$273 + 97 =$$

$$= 370$$

$$273 + 33 =$$

$$= 306$$

$$\frac{105}{185}$$

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{Обратите} \\ P_1 = 30 \frac{1}{3} \text{ Pa} \text{ kPa} \\ t^* = 71^\circ\text{C} \\ \frac{V}{V_0} \approx \frac{5}{8} 0,625 \end{array}}$$



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 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!

№

$V_0$

$\frac{3}{2}V_0$

3(?)

где  $v_0$  - минимальная  
скорость

$$\frac{m V_0^2}{2} = A_{\text{пол}}$$

$$g \approx \frac{3}{2}V_0$$

$$\frac{m (\frac{1}{2}V_0)^2}{2} = A_{\text{полн}} + \frac{m V^2}{2}$$

$$\frac{m (\frac{3}{2}V_0)^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + \frac{m V^2}{2} \Rightarrow \frac{9}{4}V_0 = V_0^2 + V^2$$

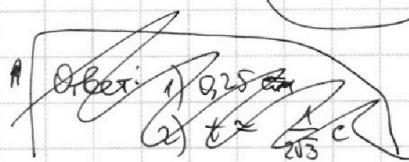
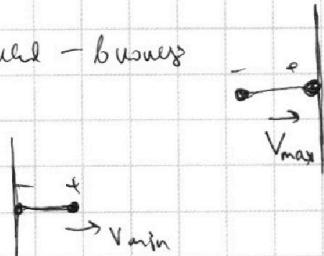
Ко протяжению всего движения  
на гипотезе действует сила, замедляющая его.

$$V^2 = \sum V_i^2$$

$$V = \frac{\sqrt{15}}{2}V_0$$

Максимальная скорость гипотезы  
будет висячее пролета

Максимальный - висячий  
пролет



Решение:

$$V = \left( \frac{\sqrt{15}}{2}V_0 \right) \frac{\sqrt{15}}{2}V_0$$

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

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

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

$$\begin{aligned} & \text{№} \\ & L_1 = L \\ & n, S_1 \\ & B_0 \\ & L_2 = 3L \\ & \left| \begin{aligned} \epsilon_{i1} &= -\frac{d\Phi}{dt} \\ \Phi &= \Phi_{\text{одн}} + \Phi_{\text{внеш}} \\ \Phi_{\text{внеш}} &= nS_1 \cdot B \\ \Phi_{\text{одн.}} &= L_1 I \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

$$\epsilon_{i2} = L_2 I$$

по правилу Кирхгофа

$$\epsilon_{i1} + \epsilon_{i2} = 0$$

$$\frac{d(nS_1 \cdot B + L_1 I)}{dt} = \frac{d(L_2 I)}{dt} \quad \text{6 краинъ может времени}$$

$$nS_1 \cdot \cancel{B} = (L_2 - L_1) \cancel{I} \quad I \text{ в начале ровен нулю}$$

~~И конец тоже~~  $B = 0$

$$nS_1 B_0 = 2L \cdot I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{nS_1 B_0}{2L}$$

$$nS_1 dB \cdot dt + L_1 dI \cdot dt = L_2 dI \cdot dt$$

$$\sum nS_1 dB \cdot dt = \sum (L_2 - L_1) dI \cdot dt \quad \text{Предполагаем}$$

последнее под формулой

члены приравняем

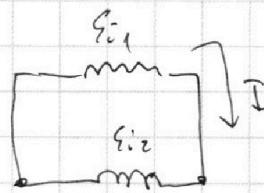
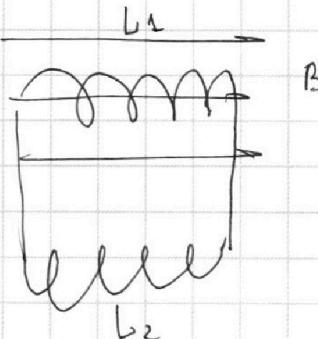
~~$nS_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{B_0}{4} + \frac{B_0}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{B_0}{8} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$~~

$$nS_1 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{B_0}{4} + \frac{B_0}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{B_0}{8} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \right) =$$

$$q = \frac{3nS_1 \cdot B_0}{8 \cdot 2L} =$$

$$= nS_1 \cdot \tilde{B}_0 \left( \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{3}{16} \right) = \frac{6}{16} nS_1 \cdot \tilde{B}_0$$

(Обрати:  $I_0 = \frac{nS_1 B_0}{2L}$ ;  $q = \frac{3nS_1 \cdot B_0}{16 L}$ )



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

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

СТРАНИЦА  
1 из 83

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!

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R - 0,85F} + \frac{1}{2R + 6 + 2}$$

$$R < 0,85F$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R - 0,85F} + \frac{1}{2R + 11,6F}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{2R + 11,6F + 2R - 0,85F}{(2R - 0,85F)(2R + 11,6F)}$$

$$4R^2 - 11,1FR = 2(2R - 0,85F)(2R + 11,6F)$$

$$4R^2 - 11,1FR = 8R^2 + 46,4FR \div 2RF = \frac{11,6}{20,8} F^2$$

$$4R^2 + 55,5FR - 11,6F^2$$

$$40R^2 + 555FR - 116F^2$$

$$R = \frac{-555 + \sqrt{555^2 + 4 \cdot 116 \cdot 40}}{80}$$

$$4 \cdot 11,6$$

$$46,4$$

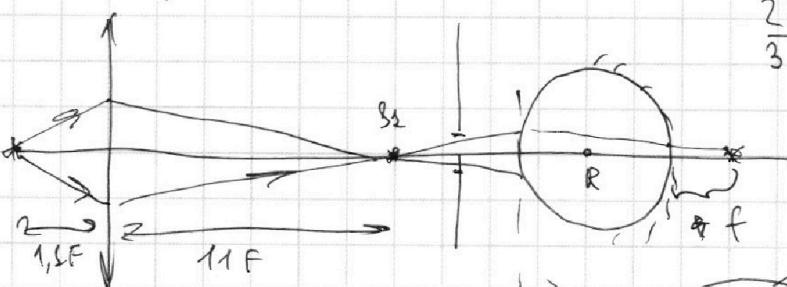
$$11,6 \cdot 2 = 23,2$$

$$46,4 + 11,6$$

$$57,5 - 2 = 55,5$$

$$\begin{array}{r} 555 \\ \times 555 \\ \hline 2775 \\ 2775 \\ \hline 308025 \end{array} \quad \begin{array}{r} 116 \\ \times 116 \\ \hline 160 \\ 000 \\ \hline 126 \\ 2775 \\ \hline 116 \\ \hline 18860 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 308025 \\ \times 18860 \\ \hline 326885 \end{array} \quad (6 \cdot 100)^2 = 360000$$

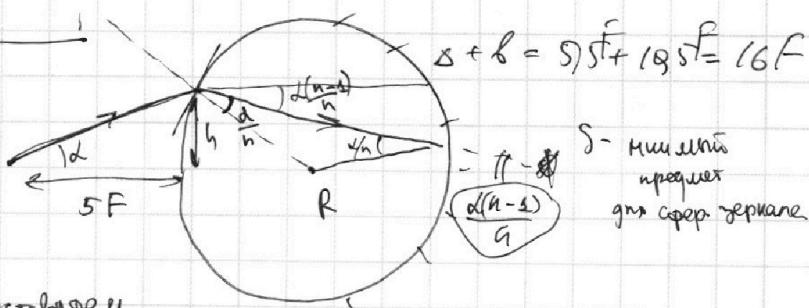


$$\alpha = \frac{k}{5F} = \frac{k \cdot (n-1)}{2R+f} \cdot \frac{16F}{n}$$

$$2R+f = \frac{2kSF(n-1)}{n}$$

$$f = \frac{5F(n-1)}{n} - 2R$$

Представляем  
в формулу сфер. зеркала



$\Delta + f = 5,5F + 1,5F = 16F$   
S - минимальный  
предел  
для сфер. зеркала



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

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 3

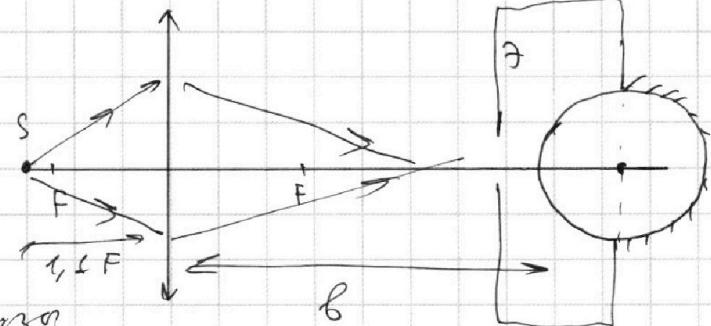
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

№5

$$F$$

$$a = 1,1F$$

$$b = 10,5F$$



Формула тангенциальной силы

$$\frac{l}{F} = \frac{1}{1,1F} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F} - \frac{10}{11F} = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{11R}$$

$$d = 11F - 10,5F = \frac{1}{2}F$$

$$f \text{ ср зеркаль} \quad f = \frac{R}{l}$$

$$b + d = l$$

$$\frac{R}{l} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

если источник решения виден

то это

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \quad f = 2R - 0,5F$$

$$d = 1,1F + 10,5F + 2R$$

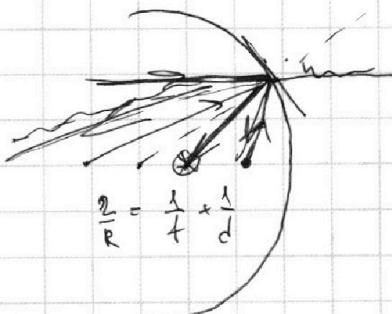
$$f < R$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R - 0,5F} + \frac{1}{11,6F + 2R}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{11,6F + 2R + 2R - 0,5F}{(2R - 0,5F)(11,6F + 2R)}$$

$$2(2R - 0,5F)(11,6F + 2R) = 4R^2 + 11,1F^2R$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$





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 7СТРАНИЦА  
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!

№5 Продолжение

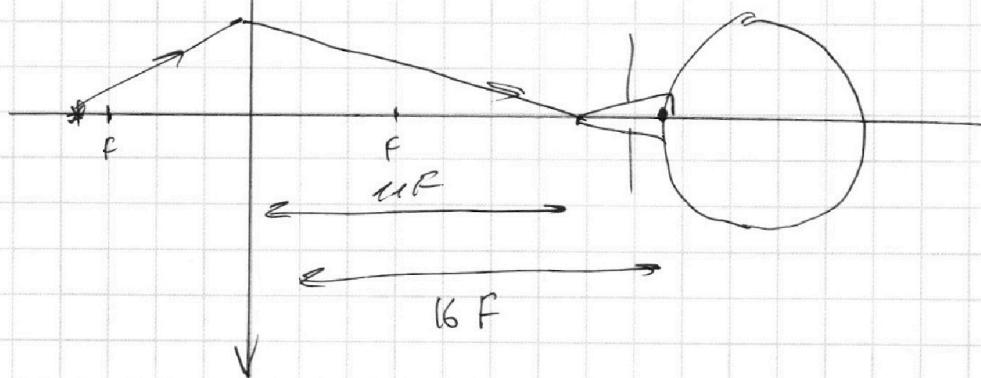
$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R - 85R} + \left( \frac{1}{2R + 16F} \right) \quad \leftarrow \frac{2}{R}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R - 85F} \quad \begin{matrix} \text{↑ преобразован} \\ \text{сокращены} \end{matrix}$$

$$4R - F = R$$

$$3R = F \quad R = \frac{F}{3}$$

n = ?



$$f = \frac{5R(n-1)}{n} - \frac{2}{3}F$$

Очень маленькое значение  $\Rightarrow$  преобразован

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{f} + \left( \frac{1}{16F} \right) \quad \frac{3 \cdot 2}{F} = \frac{1}{f} \quad f = \frac{E}{G} = \frac{5R(n-1)}{n} - \frac{2}{3}F$$

$$\frac{1}{6} + \frac{2}{3} = \frac{5(n-1)}{n}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{n-1}{n}$$

$$n = 6 \cdot 6 - 6$$

$$n = 6$$

$$n = 6$$

$$n = 6$$

$$n = \frac{6}{5}$$

Ответ:  $R = \frac{E}{3}$   
 $n = \frac{6}{5}$



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"/> |

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!

$$\begin{array}{r} 3060 \mid 370 \\ 29 \quad | \\ \hline 1000 \\ - 740 \\ \hline 2600 \\ - 2600 \\ \hline 0 \end{array}$$

883

$$\frac{21}{100} \cdot \frac{3}{\cancel{4}} = \frac{63}{100}$$



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"/> |

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!