

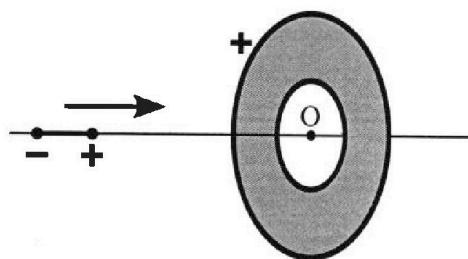
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-01**

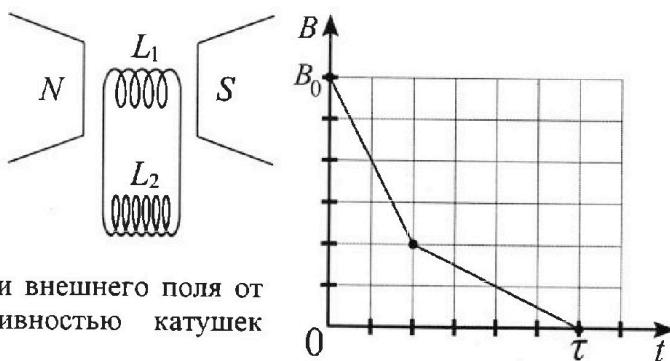
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $2V_0$ .



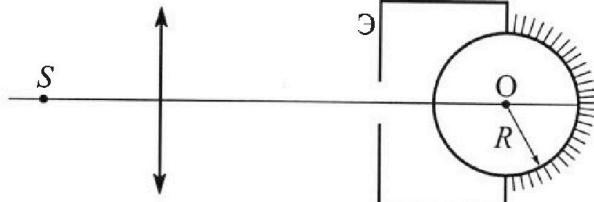
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $t$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



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

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположены центр  $O$  прозрачного шара и точечный источник  $S$ , удалённый от линзы на расстояние  $a = 1,5F$  (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран  $\mathcal{E}$  с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно  $b = 8F/3$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус  $R$  шара.

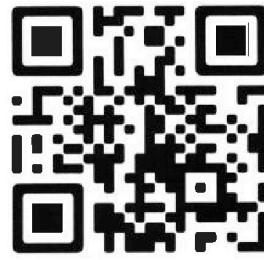
После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на  $\Delta = 2F$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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

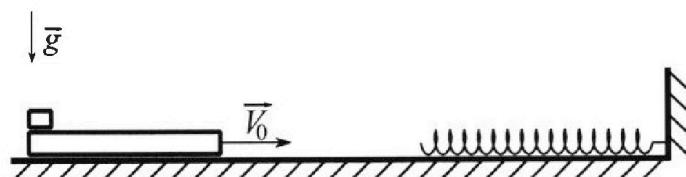
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой  $M = 2$  кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой  $m = 1$  кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью  $V_0 = 2$  м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости  $k = 27$  Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

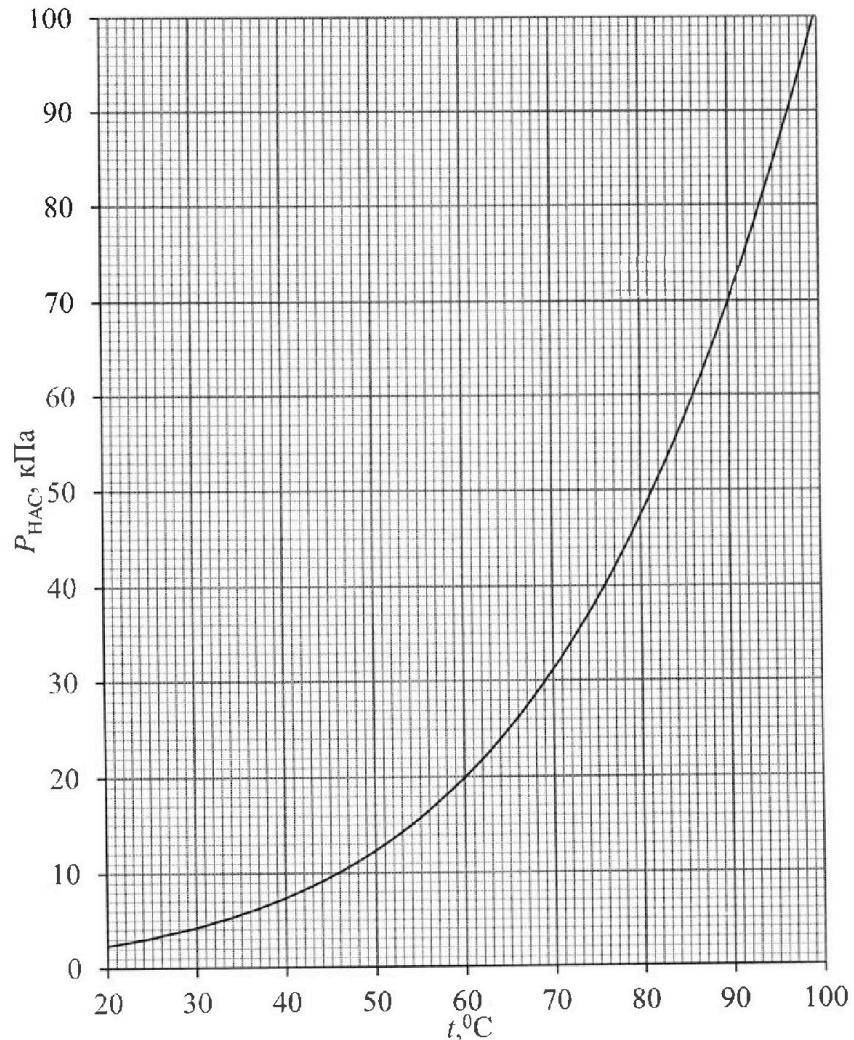


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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

- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 86 °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.

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.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 8

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!

н.5.

Дано:

$$M = 2 \text{ кг};$$

$$m = 1 \text{ кг};$$

$$V_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$k = 27 \frac{\text{Н}}{\text{м}},$$

$$\mu = 0,3;$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$\pi \approx 3;$$

$$1) \Delta x_0 = ?$$

$$2) \Delta t = ?$$

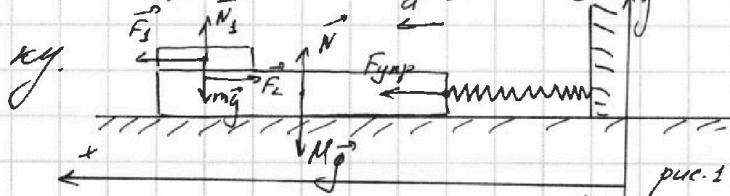
$$3) \alpha_{\text{тр}} = ?$$

1g

Решение

1. До момента, когда начнется относительное движение бруска и доски, они движутся как единое целое, т.е. их ускорение и скорость в любой момент времени до начала этого относительного движения равны.

Рассмотрим силы, действующие на брусков и доску.



где  $F_1$  и  $F_2$  - силы трения, при этом по III закону Ньютона  $F_1 = F_2$

рис.1

Запишем 2ой закон Ньютона для бруска и доски в некоторый момент времени. Приним ускорение в этот момент времени равной  $\alpha$ , деформацию -  $\delta x$ .

$$\text{Тогда } \int m \alpha = \vec{N}_1 + m \vec{g} + \vec{F}_1$$

$$\int M \alpha = \vec{F}_{\text{упр}} + \vec{F}_2 + \vec{N} + M \vec{g}$$

$$\alpha: \int m \alpha = F_1$$

$$\int M \alpha = F_{\text{упр}} - F_2$$

$$F_1 = F_2$$

$$\int m \alpha = F_1$$

$$\int M \alpha = F_{\text{упр}} - F_1$$



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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 8

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!

$$Ma = F_{\text{упр}} - ma$$

$$a(M+m) = F_{\text{упр}}$$

$$F_{\text{упр}} = k_{\text{ск}}$$

$$a(M+m) = k_{\text{ск}}x \Rightarrow a = \frac{k_{\text{ск}}}{M+m};$$

Эта зависимость будет сохраняться до тех момента, когда начнётся относительное движение бруска и груза. Заметим, что при увеличении  $\Delta x$ , увеличиваются и  $a$ . Но из системы  $ma = F_1$ , где  $F_1$  - сила трения бруска о доску. И сила трения  $F_1$  не может увеличиваться бесконечно, она имеет максимальное значение  $\mu N_1$  (при этом  $N_1 = mg$  - из II закона)

Изогнута дуга бруска - проекция закона на  $Oy$  (см. рис. 1).

Тогда максимальное значение ускорения  $a = \frac{\mu N_1}{m} =$

$= \frac{\mu mg}{m} = \mu g$ . Тогда сматне пружину в этот

момент  $\Delta x_0 = \frac{a(M+m)}{k}$  (из формулы, которую мы равнили из системы)

$$\Delta x_0 = \frac{\mu g(M+m)}{k};$$

$$\Delta x_0 = \frac{0,3 \cdot 10 \frac{N}{kg} (2kg + 1kg)}{27 \frac{N}{m}} = \frac{15}{27} \frac{m}{s^2} = \frac{1}{3} m$$



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

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 8

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!

(2.1) Заметим, что пока не началось относительное движение бруска и доски, их можно рассматривать как единое целое (в дальнейшем будем называть это системой "бруск + доска", или просто объект). Тогда в этот отрезок времени объект совершает частные колебания.

$$m_{об} = m + M = 1x_2 + 2x_2 = 3x_2 - \text{масса объекта}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_{об}}{k}} - \text{по формуле физ. маятника}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi \sqrt{\frac{m_{об}}{k}}} = \sqrt{\frac{k}{m_{об}}};$$

$$\text{По формуле колебаний } x = X_m \sin(\omega t)$$

2)  $X_m$  - амплитуда колебаний найдём, если предположим что объект будет колебаться все время так. Тогда по ЗСТ (закону сохранения энергии):

$$\frac{m_{об} v_0^2}{2} = \frac{k X_m^2}{2} \cdot \alpha$$

$$X_m^2 = \frac{m_{об} v_0^2}{k}; X_m = v_0 \sqrt{\frac{m_{об}}{k}}$$

$$X_m = 2 \cdot \frac{m}{C} \cdot \sqrt{\frac{18x_2}{9 \cdot \frac{2x_2}{3} \cdot \alpha}} = \frac{2}{3} m$$

Тогда  $x = \frac{2}{3} \sin(\omega t)$ , если за 0 брать координату

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  
4 ИЗ 8

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!

объекта, когда он только коснулся пружины, а направление оси  $Ox$  на рис. 1 изменяется на противоположное.

3) Мы нашли в п.①  $\Delta x_0 = \frac{1}{3} \text{ м}$ . При этом  $\Delta x_0 = x_1 - 0 = x_1$ , где  $x_1$  - координата в тот момент, когда наступает относительное движение бруска и доски

$x_1 = \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \sin(\omega t)$ , где  $t$  - время, когда наступает относительное движение, при условии, что отсчёт времени начинается в момент начала колебаний/насаждения пружины

Тогда исходное  $\Delta t = t - 0 = t$ ;

$$\sin(\omega t) = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{2}{3}} = \frac{1}{3};$$

$$\omega t = 30^\circ \text{ или } \underline{\omega t = \frac{\pi}{6}} \quad \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2}$$

$\pi \approx 3$  - но упр.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_{05}}} = \sqrt{\frac{27 \text{ Н/м}}{1,8 \text{ кг}}} = 3 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \Rightarrow 3t = \frac{\pi}{2}$$

$$t = \frac{\pi}{6} \text{ с}$$

$$\Delta t = \frac{1}{6} \text{ с}$$

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

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

СТРАНИЦА  
5 ИЗ 8

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) 1) В момент начала относительного движения бруска и доски и в некоторое последующее моменты до момента максимальной деформации пружины, ускорение бруска будет равно  $a = \mu g = 0,3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ . При этом ускорение доски будет только расг. Значит, брускок будет двигаться влево (см. рис. 1). Далее, т.к. ускорение доски будет больше или равно ускорению бруска в любой момент времени до максимальной деформации пружины, доска остановится первее, чем брускок. Так как по условию доска длиннее, то брускок не успеет еще остановиться, а его ускорение так же будет равно  $a = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Рассмотрим, что станет в этот момент с бруском, доской и пружиной.

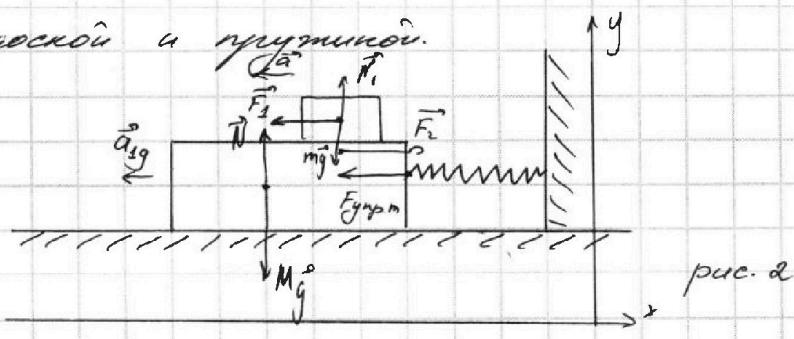


рис. 2

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



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

СТРАНИЦА  
6 ИЗ 8

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) При этом скорость бруска ещё не стала 0.

2) Запишем для закона Ньютона для бруска

4 доски:

$$m\vec{a} = \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_1$$

$$M\vec{a}_{1g} = \vec{N}_2 + M\vec{g} + \vec{F}_2 + \vec{F}_{упр.m}$$

Ox:  $ma = F_1 - \mu mg \Rightarrow a = \mu g$

$$Ma_{1g} = F_{упр.m} - F_2 \Rightarrow Ma_{1g} = kx_m - \mu mg;$$

$$a_{1g} = \frac{kx_m}{M} - \frac{\mu mg}{M} = \frac{kx_m - \mu mg}{M};$$

Нужно найти  $x_m$ .

3) Найдём  $\psi_1$  - скорость в момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски

По формуле колебаний др. маятника:

$$\vartheta = \sqrt{\omega} \sin(\omega t)$$

$$\psi_1 = \frac{\vartheta}{3} \cdot 3 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \left( \frac{\omega}{c} \right)$$

Перейдём в центральную систему отсчёта, связанныю с доской. Тогда в ней найдём относительное ускорение бруска  $a_{rel}$ .

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  
7 ИЗ 8

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

$$m \ddot{a}_{\text{доски}} = m \ddot{a}_{\text{доски}} - F_g \quad (F_g = \mu mg)$$

$$\ddot{a}_{\text{доски}} = \ddot{a}_{\text{доски}} - \mu g;$$

При этом в АСД (в лабораторной системе отсчета)

на доску действует следующий закон Ньютона:

$$M \ddot{a}_{\text{доски}} = \vec{F}_{\text{упр.}} + \vec{F}_2 + M \ddot{g} + \vec{N}$$

От:  $M \ddot{a}_{\text{доски}} = F_{\text{упр.}}$ , где  $\ddot{a}_{\text{доски}}$  - ускорение доски в любой момент времени

$F_{\text{упр.}}$  - сила упругости, действ. в любой момент времени

$$\text{Тогда } M \ddot{a}_{\text{доски}} = k \Delta x_{\text{ном}},$$

или

$$M \ddot{a}_{\text{доски}} = k \Delta x_{\text{ном}}, \quad \Delta x_{\text{ном}} - сдвиг пружины$$

$$\ddot{a}_{\text{доски}} - \frac{k}{M} \Delta x_{\text{ном}} = 0 - \text{ур-е колебаний}$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

Две ~~строки~~ составляют ур-е колебаний ~~x = x\_m \sin(\omega t)~~

~~$$x = x_m \sin(\omega t) + \frac{x_0}{2} \cos(\omega t), \quad \text{где } t = t_4 - t_0$$~~

~~Пуск~~  $t_0$ - начальный колебательный момент времени, т.е. время, нач. колебаний пружинки.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решения 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  
8 ИЗ 8

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

Рассмотрим  $\text{Th}$  при изменении механической энергии: две массы:

$$\frac{m\dot{x}_1^2}{2} - \frac{m\dot{x}_0^2}{2} = |A_{\text{ Th}}|$$

По  $\text{Th}$  при изменении полной механической энергии:

$$\text{две (одна + брусков)}: \frac{(m+M)\dot{x}_1^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx_m^2}{2} = \cancel{\frac{(M-m)\dot{x}_1^2}{2}} = 0;$$

$\Rightarrow$

$$\frac{M\dot{x}_1^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} + \frac{kx_m^2}{2} = \frac{m\dot{x}_1^2}{2} + \frac{m\dot{x}_0^2}{2}$$

По  $\text{Th}$  при изменении полной механической энергии

$$\text{две массы: } \frac{M\dot{x}_1^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx_m^2}{2} = |A_{\text{ Th}}|$$

$$\frac{M\dot{x}_1^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx_m^2}{2} = \frac{m\dot{x}_1^2}{2} - \frac{m\dot{x}_0^2}{2};$$

$$\cancel{\frac{(M-m)\dot{x}_1^2}{2}} + \frac{k}{2}(x_0^2 - x_m^2) = ..$$

Ответ: ①  $x_0 = \frac{1}{3}w$

②  $st = \frac{1}{6}c$

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"/> 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 5

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

Дано:

$$P_0 = 150 \text{ кПа};$$

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

$$\varphi_0 = \frac{2}{3} (66,7\%)$$

$$t = 46^\circ$$

$$1) P_1 = ? \quad 2) t^*$$

$$3) \frac{V}{V_0} = ?$$

Решение

$$\textcircled{1} \quad \varphi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{нас.о}}},$$

$$P_{\text{нас.о}} = P_{\text{нас}} (t_0 = 86^\circ\text{C}) = 60 \text{ кПа} -$$

из упаковки в условии - давление насоса пары при  $t_0 = 86^\circ\text{C}$

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

$$\textcircled{2} \quad 1) P_0 = P_{\text{сух.о}} + P_1, \text{ где } P_1 - \text{парциальное давление водяного пара при } 86^\circ\text{C}$$

$P_{\text{сух.о}}$  - парциальное давление сухого воздуха (т.е. воздуха без водяного пара)

2) Пар, по условию, считаем идеальным газом.

Тогда по ур-ю Менделеева-Клапейрона:

$$P_1 V_1 = n R T_0, \text{ где } V_1 - \text{объем сосуда/объем кот. замещен бутылкой}$$

$n$  - кол-во молей водяного пара

$$T_0 = t_0 + 273 - \text{температура } t_0 \text{ в Кельвинах}$$

3) Конденсация пара настолько когда  $\varphi_2 = 100\%, t_0$ .

$P_2 = P_{\text{нас}} (T)$  - парциальное давление водяного пара равно



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

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 5

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!

насыщенному давлению при температуре, при которой наступает конденсация. При этом, по ур-ю Менделеева-Капеллони:  $p_2 \frac{V_2}{n} = RT$ , где  $V_2$  - объём, который занимает насыщенный пар при  $T$ .

$\frac{V_2}{n}$  - кол-во молей пара  
(останется тем же, так как конденсирует только настолько, и  $n$  ещё не успеет измениться)

$T$  - температура, при которой наступает конденсация, в К (Кельвинах)

$$4) Тогда \frac{p_1 V_2}{p_2 V_2} = \frac{T_0}{T}; \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_0 V_2}{T V_1},$$

5) Сухой воздух также является идеальным газом.

Запишем ур-я Менделеева-Капеллони для сухого воздуха:

$$p_{\text{сух.}1} \frac{V_1}{V_2} = \frac{RT_0}{RT_1}, \text{ где } \frac{V_1}{V_2} - \text{кол-во молей сухого воздуха}$$

$$p_{\text{сух.}2} \frac{V_1}{V_2} = \frac{RT_0}{RT_2}; \quad p_{\text{сух.}2} - \text{давление сухого воздуха при } T$$

$$\frac{p_{\text{сух.}1} V_1}{p_{\text{сух.}2} V_2} = \frac{T_0}{T}; \Rightarrow \frac{p_{\text{сух.}1}}{p_{\text{сух.}2}} = \frac{T_0 V_2}{T V_1};$$

6) Т.к. поршень массивный, давление окружающего цилиндра газа (если его отсутствие) не изменяется, поэтому -



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

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 5

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!

изменение влажного воздуха в цилиндре не

7) Рассчитать давление влажного воздуха в цилиндре при температуре  $T$

$$T_{\text{оригинала}} = T_0; \\ \downarrow$$

$$P_{\text{сух.}2} + P_2 = P_{\text{сух.}0} + P_1;$$

$$8) \text{Рассчитать } \frac{T_0 V_2}{T V_1} = k \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_{\text{сух.}0}}{P_{\text{сух.}2}} = k - \text{из предыдущих} \\ \text{пунктов.}$$

$$P_1 = k P_2; \\ \downarrow \\ P_{\text{сух.}2} + P_2 = k P_{\text{сух.}2} + k P_2;$$

$$P_{\text{сух.}2} + P_2 = k(P_{\text{сух.}2} + P_2) \Rightarrow k = 1 \Rightarrow \frac{T_0 V_2}{T V_1} = 1;$$

$$P_2 = P_{\text{расc}}(T) = k P_1 = 1 \cdot P_1 = P_1$$

$$P_{\text{расc}}(T) = P_1 \quad \Rightarrow \quad P_{\text{расc}}(T) = 40 \text{ кПа} \\ P_1 = 40 \text{ кПа} - \text{из п. ①} \quad \downarrow$$

Найдём по таблице  
температуру  $t^* = 6^\circ\text{C}$

( $T$  у нас было 8 К,  
т.е. это та же температура  
в другом ед. измер.)

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

- из графика в условии

③ 1) После  $t^*$  парциальное давление водяного пара



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

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

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 5

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!

К насыщенному давлению пара при температуре в контейнере не меняться не будет, т.е. оно всегда  $\varphi = 100\%$ , но будет происходить конденсация.

Тогда при  $t = 46^\circ\text{C}$  (или  $T_k = t + 273$  - это же температура, но в К, Кельвина) у нас в сосуде будет давление  $P_3 + p_{\text{сух.}}$ , где  $p_{\text{сух.}}$  - давление сухого воздуха при  $T_k$   
 $P_3$  - давление насыщенного пара при  $T_k$  ( $t$ ).

При этом оно будет равно  $p_0$  (по тем же причинам, что и в п. 6, ②). Т.е.  $p_0 = P_3 + p_{\text{сух.}}$

$$P_3 = p_{\text{нас}}(t = 46^\circ\text{C}) = 10 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{сух.}} = 150 \text{ кПа} - 10 \text{ кПа} = 140 \text{ кПа}$$

$$2) \text{ Из п. 1, ②: } p_0 = p_{\text{сух.}} + p_1 \Rightarrow p_{\text{сух.}} = p_0 - p_1 = \\ = 150 \text{ кПа} - 40 \text{ кПа} = 110 \text{ кПа}$$

$$\frac{p_{\text{сух.}}}{p_{\text{сух.}}} = \frac{110 \text{ кПа}}{140 \text{ кПа}} = \frac{11}{14};$$

Из ур-я Менделеева - Капеллона:

$$\frac{V_{\text{сух.}} R T_0}{V_0} = p_{\text{сух.}}; \quad \frac{V_{\text{сух.}} k T_k}{V} = p_{\text{сух.}}, \text{ где } V - \text{объем} \\ \text{содержимого} \\ \text{в конце остав-} \\ \text{шего}$$

$$\frac{p_{\text{сух.}}}{p_{\text{сух.}}} = \frac{11}{14} = \frac{\frac{V_{\text{сух.}} R T_0}{V_0}}{\frac{V_{\text{сух.}} k T_k}{V}} = \frac{T_0 \cdot V}{V_0 \cdot T_k} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{11 T_k}{14 T_0}$$

Тогда:



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  
5 ИЗ 5

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!

$$T_e = t + 273 = 46 + 273 = 319(K) \quad \begin{array}{r} 273 \\ + 46 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$T_o = t_o + 273 = 86 + 273 = 359(K) \quad \begin{array}{r} 273 \\ + 86 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 319 \\ \times 11 \\ \hline 319 \\ + 319 \\ \hline 3509 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 359 \\ \times 1436 \\ \hline 1436 \\ + 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

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

Ответ: ①  $p_1 = 40 \text{ кПа};$

②  $t^* = 76^\circ\text{C};$

③  $\frac{V}{V_0} = \frac{3509}{5026};$



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

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

№ 3.

Дано:  $V_0$ ;  $2V_0$ ;

Найти: 1)  $V_2 = ?$

$$2) V_{\max} - V_{\min} = ?$$

Решение

① Чтобы прошел, нужно, чтобы  $V_{\text{в.о}} > 0$

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

$$\frac{\frac{m(2V_0)^2}{2}}{d} = A_{\text{сопр}} + \frac{\frac{m}{2}V_2^2}{d}$$

$$\frac{\frac{mV_2^2}{2}}{d} = \frac{\frac{m(2V_0)^2}{2}}{d} - \frac{\frac{mV_0^2}{2}}{d}$$

$$= \frac{m}{2}(4V_0^2 - V_0^2) = \frac{3mV_0^2}{2} \quad | : \frac{m}{2}$$

$$V_2^2 = 3V_0^2$$

$$V_2 = V_0 \sqrt{3};$$

Ответ: ③  $V_2 = V_0 \sqrt{3}$

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 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!

н4.

Рано:

$$L_1 = L_i$$

$$L_2 = 4L_i$$

$$n_i S_1 i \beta_{0i}$$


---


$$\frac{\sigma}{\tau};$$

1)  $I_0 = ?$

2)  $\dot{q}_1 = ?$

Решение

1)

$E_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{n S_1 \Delta B}{\Delta t};$

$|E_i| = |E_{B1}| = \left| -B_0 \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$

$E_{B1} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}; \quad E_{B2} = -4L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$|E_i - E_{B1}| = |E_{B2}|;$

$- \frac{n S_1 (0 - \beta_{0i})}{\tau} - \frac{L (I_0 - 0)}{\tau} = 4L \frac{(I_0 - 0)}{\tau}; \quad / \cdot \tau$

$n S_1 \beta_{0i} - L I_0 = 4L I_0$

$n S_1 \beta_{0i} = 5L I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{n S_1 \beta_{0i}}{5L};$

2) ~~аналогично разобьем график на 2 части: до "переворота" и после.~~  $t_1 = \frac{2}{6}\tau = \frac{\tau}{3}; \quad t_2 = \frac{4\tau}{3}.$

В процессе 1: ~~аналогично п.1~~:

$\frac{n S_1 \left( \frac{2\tau}{3} - \beta_{0i} \right)}{t_1} - \frac{L (I - 0)}{t_1} = 4L \frac{(I - 0)}{t_1} / \cdot t_1$

$\frac{2\beta_{0i} n S_1}{3} - L I = 4L I; \Rightarrow I = \frac{2\beta_{0i} n S_1}{15L};$

$\frac{2\beta_{0i} n S_1}{3} = 5L \cdot \frac{\Delta q_1}{t_1} \Rightarrow \Delta q_1 = \frac{2\beta_{0i} n S_1}{15L} \cdot \frac{2\tau}{3} = \frac{4n\beta_{0i} S_1 \tau}{45L}$

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!

Аналогично с процессом 2:

$$-\frac{nS_1(0 - \frac{2I_0}{6})}{t_2} - \frac{L(\frac{I_0 - I}{6})}{t_2} = 4L\left(\frac{I_0 - I}{t_2}\right) / \delta_2$$

$$\frac{nS_1 h_0}{3} - LI_0 + LI = 4LI_0 - 4LI;$$

$$\frac{nS_1 h_0}{3} = 5(LI_0 - LI) = 5L(I_0 - I);$$

$$\Delta I_2 = I_0 - I = \frac{nS_1 h_0}{5L} - \frac{2h_0 n S_1}{15L} = \frac{h_0 n S_1}{15L};$$

Пишем разность  $I_1$ -е на  $t_2$ :

$$\frac{nS_1 h_0}{3t_2} \frac{nS_1 h_0 t_2}{3} = 5L \Delta g_2$$

$$\Delta g_2 = \frac{nS_1 h_0 t_2}{15L} = \frac{nS_1 h_0 \cdot 2\tau}{45L} = \frac{2\tau n S_1 h_0}{45L}$$

$$g_1 = \Delta g_1 + \Delta g_2 = \frac{4nB_0 S \tau}{45L} + \frac{2\tau n S_1 h_0}{45L} =$$

$$= \frac{2nB_0 S \tau}{45L} = \frac{2B_0 S \tau n}{15L};$$

Ответ: ①  $I_0 = \frac{nS_1 h_0}{5L}$

$$② g_1 = \frac{2B_0 S \tau n}{15L};$$



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

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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  
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!

№5.

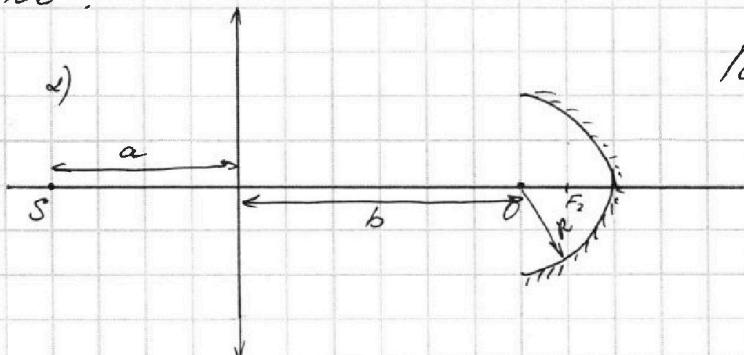
Дано:  $F_1 = 1,5F$ ;  $b = \frac{2F}{3}$ ; ( $b$  п.д.:  $\Delta = 2F$ )

Найти: 1)  $R$  2)  $n_{\text{шара}}$

Решение

① 1) Если  $R$  то в случае сопадения происходит при любом показателе преломления света, то можно принять его равным

1. Тогда отклонение лучей не происходит и мог момен<sup>не</sup> рассматривая <sup>не</sup> систему «шар-шар», а систему «шар-зеркало, возду<sup>щее</sup>».



По формуле тонкой линзы:

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

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \\ &= \frac{1(1,5)}{1,5F} - \frac{1}{1,5F} = \frac{0,5}{1,5F} = \frac{\frac{1}{2}}{3F} = \\ &= \frac{1}{6F} \Rightarrow f = 6F\end{aligned}$$

$$3F > \frac{2F}{3} \Rightarrow f > b$$

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









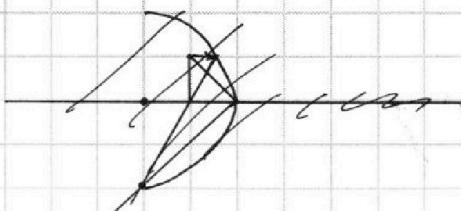


СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

Чтобы изображение после зеркала и после линзы попало обратно в S необходимо, чтобы после зеркала оно вернулось в ту же точку. ~~то есть~~

$$\text{то есть когда } l = b + \frac{R}{2}$$



По формуле сферического зеркала:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = -\frac{1}{R};$$

$$d = b + R - l = R - \frac{F}{3} = \frac{3R - F}{3};$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{2}{R} - \frac{1}{d} = -\frac{2}{R} - \frac{3}{3R - F} = \frac{-6R + 2F - 3R}{(3R - F)R},$$

$$= \frac{2F - 9R}{(3R - F)R} \Rightarrow f = \frac{(3R - F)R}{2F - 9R};$$

$$\frac{1}{f_2} + \frac{1}{45F} = \frac{1}{F} \text{ - по формуле тонкой линзы}$$

$$f_2 = 3F = b - f = \frac{2F}{3} - \frac{(3R - F)R}{2F - 9R};$$

$$16F^2 - 69FR - 9R^2 = 18F^2 - 81FR$$

$$9R^2 + 2F^2 - 12FR = 0; \quad \frac{D}{4} = 36F^2 - 18F^2 = 18F^2 = (9\sqrt{2}F)^2 > 0$$

$$R = \frac{6F \pm 9\sqrt{2}F}{9} = \frac{(2 \pm 3\sqrt{2})F}{3}; \quad \text{берём } +,$$

$$R = \frac{2 + 3\sqrt{2}}{3} F;$$

$$\text{Ответ: } ① R = \frac{2 + 3\sqrt{2}}{3} F$$



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 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!

## ЧЕРНОВИК

~~реш~~

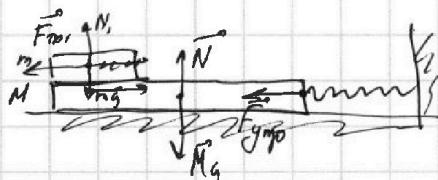
~~$P_{\text{возд}} = P_{\text{атм}} - 40 \text{ кПа} = 110 \text{ кПа}$~~

~~авт. коя~~  
 ~~$\frac{1}{m+M}$~~

~~$P_{\text{возд}} = 150 \text{ кПа} - 40 \text{ кПа} =$~~

~~$\frac{F_{\text{упр}}}{m+M}$~~

~~w1~~



~~$F_{\text{упр}} = \mu mg \Rightarrow ma = F_{\text{упр}} = a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$~~

~~$wt = \frac{\pi}{6}$~~

~~$Ma = F_{\text{упр}} = F_{\text{м2}} = ksa$~~

~~$\frac{1}{3} = \frac{1}{2}$~~

Если прийти в время

~~авт. коя~~

или система, то

~~$Ma = F_{\text{упр}} - F_{\text{м2}} = F_{\text{упр}} - F_{\text{м1}} \Rightarrow F_{\text{упр}} = (m+M)a = ksa; \Rightarrow a = \frac{ksa}{m+M}$~~

~~$(m+M)\omega_0^2 = \frac{(m+M)v_0^2}{a} + ksa^2 / \frac{a}{2} \Rightarrow \frac{m+M}{a} \omega_0^2 = \frac{v_0^2 - ksa^2}{2a} = \frac{v_0^2 - k^2 s^2 a^2}{2a} = \frac{v_0^2 - k^2 s^2 \frac{(m+M)^2}{k^2} a^2}{2a} = \frac{(v_0^2 - k^2 s^2) (m+M)}{2a}$~~

~~$(m+M)\omega_0^2 = (m+M)v_0^2 + ksa^2 / \frac{a}{2} \Rightarrow \frac{m+M}{a} \omega_0^2 = \frac{v_0^2 + ksa^2}{2a} = \frac{v_0^2 + k^2 s^2 a^2}{2a} = \frac{v_0^2 + k^2 s^2 \frac{(m+M)^2}{k^2} a^2}{2a} = \frac{(v_0^2 + k^2 s^2) (m+M)}{2a}$~~

~~$2ksa^2 = ksa^2$~~

~~$T = 2\pi \sqrt{\frac{m+M}{k}} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sqrt{\frac{k}{m+M} \cdot \frac{X_M}{X_M}} = \frac{\sqrt{k} X_M}{\sqrt{m+M} X_M} = \frac{\sqrt{k} X_M}{\sqrt{m+M}}$~~

~~$\omega = 2\pi v = \frac{2\pi}{T}$~~

~~$a + \omega^2 x = 0; x = \frac{(m+M)v_0^2}{k}; X_M = \frac{(m+M)v_0^2}{k}$~~

~~$a = -\frac{k}{m+M} x = -\frac{k}{m+M} \Delta x; \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sqrt{\frac{2\pi}{T}} = \sqrt{\frac{2\pi}{2\pi s}} = \frac{1}{\sqrt{s}}$~~

По моменту  $F_{\text{м1}} = \mu mg \Rightarrow ksa = (m+M) \mu g$

~~$\frac{M \omega^2}{2} + \frac{K X_M^2}{2} = \frac{(m+M) \omega^2}{2} = \frac{(m+M) \mu g}{2} = \frac{3 \cdot 0.3 \cdot 10}{2} = \frac{9}{2} = \frac{9}{2} = \frac{1}{3}$~~

~~$(m+M)v_0^2 = k X_M^2 = 2 X_M = 0$~~



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

СТРАНИЦА  
3 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!

$$16F^2 - 69FR - 9R^2 = 18F^2 - 81FR; \quad \begin{array}{r} 81 \\ - 69 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$9R^2 + 2F^2 - 12FR = 0;$$

$$9R^2 - 12FR + 2F^2 = 0;$$

$$\frac{D}{4} = 36F^2 - 18FR = 18F^2 = (9\sqrt{2}F)^2 > 0;$$

$$R = \frac{6F \pm 9\sqrt{2}F}{9} = \frac{2F \pm 3\sqrt{2}F}{3};$$

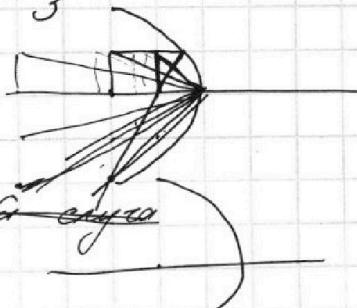
$$R = \frac{(2 - 3\sqrt{2})F}{3} \text{ - не год.}$$

$$R = \frac{(2 + 3\sqrt{2})F}{3};$$

~~2/1 + 2/2 = 1/2~~

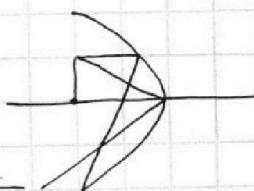
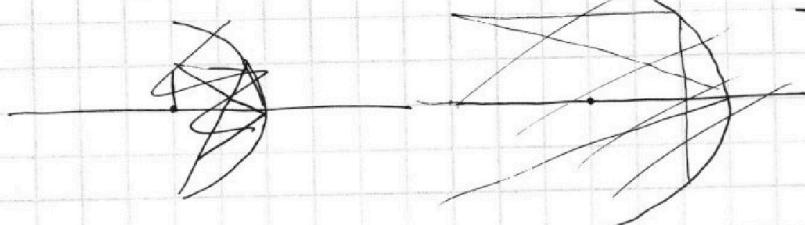
$$\text{II способ} \quad l > b + R \Rightarrow d = l - b - \frac{F}{3}$$

$$-\frac{1}{F} - \frac{1}{f} = -\frac{d}{R}; \quad | \cdot (-1)$$



$$\frac{3}{F} + \frac{1}{f} = \frac{d}{R}; \quad \text{Нашенный способ}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2F - 3R}{RF} \Rightarrow f = \frac{RF}{2F - 3R}$$



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

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!

I случай.  $\ell < b + R$  ЧЕРНОВЫК

По формуле сферического зеркала

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

$$d = b + R - \ell = R - \frac{F}{3} = \frac{3R - F}{3}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{2}{R} - \frac{1}{d} = -\frac{2}{R} - \frac{3k}{3R - F} = \frac{-6k + 2F - 3R}{(3R - F)R} =$$

$$= \frac{2F - 9R}{(3R - F)R} \Rightarrow f = \frac{(3R - F)R}{2F - 9R}$$

По формуле тонкой линзы

У нас у нас нормальное изображение потому что

С, дальше будем использовать изображение зеркала

нормально будем писать, то  $d = 2f_2 = 2 \cdot \frac{R}{2} = R$

$$\frac{1}{f_2} + \frac{1}{-15F} = \frac{1}{R}, \text{ - по формуле тонкой линзы}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{R} - \frac{1}{-15F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{8F - 9R}{(3R - F)R};$$

$$f_2 = 3F$$

$$f_2 = b + R - f = \frac{8F}{3} - \frac{(2F - 9R)(16F^2 - 72FR - 9R^2 + 3FR)}{2F - 9R} =$$

$$= 3F$$

$$16F^2 - 69FR - 9R^2 = 3F(6F - 27R)$$