



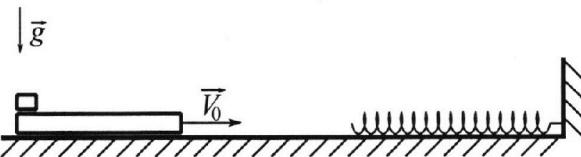
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. ~~Брускок~~ и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

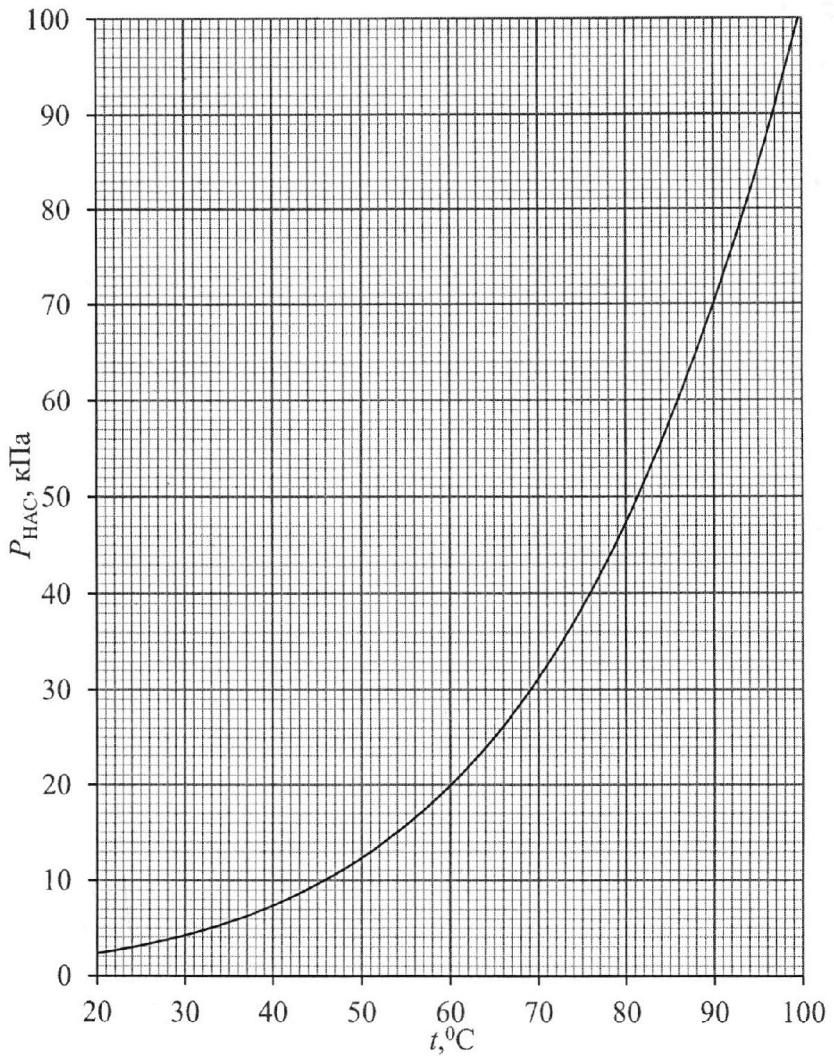


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\phi_0 = 1/3$ (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.

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





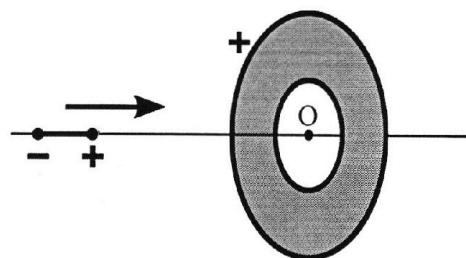
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

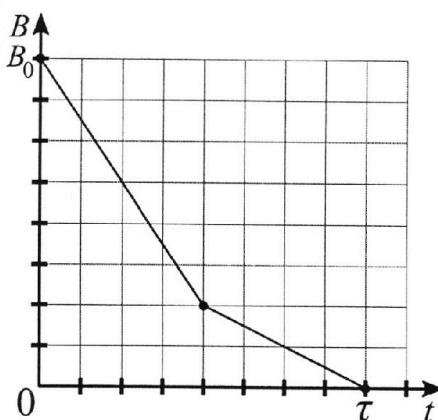
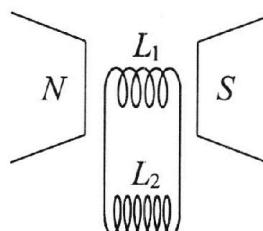
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

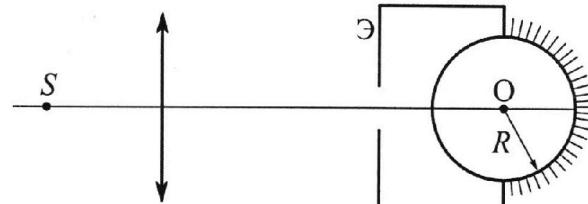
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени 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 $a = 1,1F$ (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 α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

Следует отметить движение с доской. Т.к. почка контактирует с доской движется вместе с доской с ускорением, эта сила не будет инерциальной. Возникает сила инерции $\vec{F}_\text{in} = -m\vec{a}$, где \vec{a} - ускорение доски.

$|\vec{F}_{\text{Tp}}| = |\vec{F}_{\text{f2}}|$ по III з. ф.

По II закону Ньютона:

$$M\vec{a} = \vec{N}_2 + \vec{Mg} + \vec{F}_{\text{упр}} + \vec{F}_{\text{Tp}}$$

$$X: -M\vec{a} = \cancel{-F_{\text{упр}}} + M\vec{a} = \mu Mg - k_1 X \Rightarrow a = \frac{k_1 X - \mu Mg}{M}$$

Одномеральное движение бруска + доски началися тогда, когда сила инерции будет равна по модулю силе трения скольжения бруска:

~~$F_{\text{Tp}} = \mu_1 = \mu Mg = M\vec{a} = \mu_2 \vec{g} = \mu_2 \frac{k_1 X}{M} = \mu_2 \cdot \frac{\mu_1 X}{\mu_2} = \mu_1 X$~~

Но упругая линия имеет зону прикрепления, а ЗСЛ передает начальное сжатие пружины:

$$\mu Mg = \frac{M+m}{M} (k_1 X - \mu Mg) \Rightarrow \Delta X = \frac{\mu Mg + \mu Mg}{k} = \frac{(M+m)\mu g}{k} = \frac{1}{4} \mu$$

По начальному движению бруска одномерально доске доска совершила гармоническое колебание под действием начального сжатия пружины из ЗСЛ:

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 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!

$$\frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{kX^2}{2} \Rightarrow X = V_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \frac{\sqrt{3}}{6} m$$

$$X(t) = X_0 \sin \omega t; \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{1}{2}} \text{ c}^{-1}$$

ибо ω - частота колебаний с начальной амплитудой X_0 , приведенная до начальной амплитуды X .

$$\Rightarrow \omega T = \frac{\pi}{3} \approx 1 \Rightarrow T = \frac{1}{\omega} = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ c}$$

Ускорение доски $a = -\frac{kx}{M} + \frac{1}{2}\mu g \Rightarrow$

$$\Rightarrow \ddot{x} = -\frac{kx}{M} + \frac{1}{2}\mu g = -\frac{k}{M} \left(x - \frac{\mu Mg}{2k}\right) = -\frac{k}{M} x^* \Rightarrow x^* = x - \frac{\mu Mg}{2k}$$

$$\ddot{x}^* = \ddot{x}$$

$$\Rightarrow \ddot{x}^* + \frac{k}{M} x^* = 0 \quad \text{— мы можем рассматривать такой "одинаковый"$$

найденный период V_0 доски в начальном состоянии для начального положения x_0 и начального состояния x^* .

$$\frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \frac{(M+m)V_0^2}{2} \Rightarrow V_0 = \frac{1}{2} \mu/c = \dot{x}_0^* \text{ (здесь можно найти } x_{\max} = X^* + \frac{\mu Mg}{2k} \text{)}$$

в начальном состоянии $\ddot{x}_0^* = a_0 = 3\mu/c^2 = \ddot{x}_0^*; \quad x_0^* = x - \frac{\mu Mg}{2k} = \frac{1}{6} m$

$$\frac{M\ddot{x}_0^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{kX^2}{2} \Rightarrow X^* = \frac{\sqrt{6}}{12} m \Rightarrow x_{\max} = X^* + \frac{\mu Mg}{2k} = \frac{1+\sqrt{6}}{12} m$$

~~Далее~~

$$|\ddot{x}_{\max}| = |\ddot{x}^*| = \frac{k}{M} X^* = \frac{3+3\sqrt{6}}{2} \mu/c^2$$

Ответ: 1) $\Delta x = \frac{1}{4} m$; 2) $T = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ c}$; 3) $a_{\max} = \frac{3+3\sqrt{6}}{2} \mu/c^2$



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!

для максимального пора ΔV , т.е.

$$\frac{V}{V_0} = \frac{V_1'}{V_1}$$

$$\frac{(p_1' + p_0) V_0}{(p_1 + p_0) V_0} = \frac{(V_1' + V_0)}{(V_1 + V_0)} \cdot \frac{RT}{RT_0}$$

Ответ: 1) $p_1 = \frac{91}{3} \text{ кПа}$; 2) $t^* = 60^\circ\text{C}$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

Из задачи известно, что давление насыщенного водяного пара при

$$97^\circ\text{C} \text{ будет равно } p_{97} = 91 \text{ кПа} \Rightarrow p_i = \varphi_0 p_{97} = \frac{91}{3} \text{ кПа}$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$(p_i + p_0)V_0 = (V_i + V_0)RT_0$$

Задано, что сумма парциальных давлений водяного пара и воздуха всегда должна удовлетворять условию атмосферного давления и избыточного давления, создаваемого влагой паром, т.е. $p_i + p_0 = \text{const}$.

Пусть абсолютная температура изменяется в k раз, тогда объем может изменяться в k раз, получим:

$$p_i V_0 = V_i RT_0 \Rightarrow p_i^* V_0 \cdot k = V_i RT_0 \cdot k \Rightarrow p_i^* V_0 = V_i RT_0 = p_i V_0 \Rightarrow p_i^* = p_i = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_0 = \text{const}$$

т.е. пока водяной пар не начнет конденсироваться, его давление останется постоянным.

Это значит, что пар начнет конденсироваться при той же температуре t^* , при которой его парциальное давление p_i сравняется с давлением насыщенного пара p_{97} при температуре t^*

По задаче видно, что $t^* \approx 60^\circ\text{C}$

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**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

В контуре будет создаваться ЭДС индукции $|E_i| = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = S \frac{dB}{dt}$

$= n S_1 \dot{B}$, т.к. контур L_1 , находящийся в **переменном внешнем магнитном поле**.

В контуре будет возникать эл. ток, изменение которого создает ЭДС самоиндукции $E_L = (L+3L) \dot{I} = 4L \dot{I}$ в контурах, тогда $|E_i| = E_L$ (1)

Значит, что т.к. индукция внешнего магнитного поля постоянна, величина E_i будет иметь **постоянный знак**, $E_i < 0$

$$(1) \Rightarrow n S_1 \dot{B} = -n S_1 \dot{B} = 4L \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = -\frac{n S_1 \dot{B}}{4L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \int dI = -\frac{n S_1 dB}{4L} \Rightarrow I = \int_{B_0}^0 -\frac{n S_1}{4L} dB = -\frac{n S_1}{4L} B \Big|_{B_0}^0 = \frac{n S_1 B_0}{4L}$$

Пусть q - заряд, проектирующийся через контур L_1 , с начальной начальной величиной внешнего поля, а Q -заряд, проектирующий за всё время величина.

$$I = \dot{q} \Rightarrow I dt = dq \Rightarrow Q = \int_{I(0)}^Q dq = \int_{I(0)}^T I dt \Rightarrow$$

$$\text{т.к. } I(t) = \int_{B_0}^{B(t)} -\frac{n S_1}{4L} dB = \frac{n S_1 (B_0 - B(t))}{4L}, \text{ то:}$$

$$Q = \frac{n S_1}{4L} \int_{B_0}^T B_0 - B(t) dt = \frac{n S_1 B_0 T}{4L} - \frac{n S_1}{4L} \int_0^T B(t) dt$$

Значит, что $\int_0^T B(t) dt + B_0 T$ должно равен нулю под условием

$B(T)$, тогда:

I-



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!

$$\int_0^T B(t) dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{T}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{8} B_0 \cdot \frac{T}{2} + \frac{2}{8} B_0 \cdot \frac{T}{2} = \left(\frac{3}{16} + \frac{1}{16} + \frac{1}{8} \right) B_0 T = \\ = \frac{3}{8} B_0 T$$

$$Q = \frac{n S_i}{4L} B_0 T \left(1 - \frac{3}{8}\right) = \frac{5 n S_i B_0 T}{32 L}$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{n S_i B_0}{4L}; Q = \frac{5 n S_i B_0 T}{32 L}$$

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.

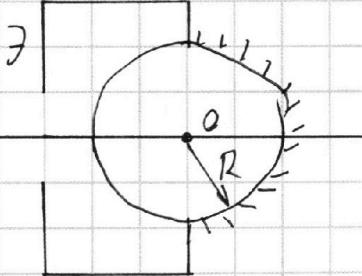
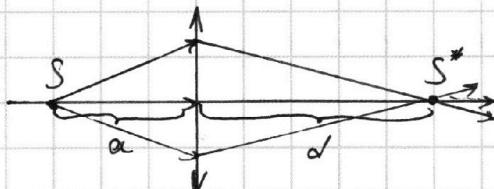
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

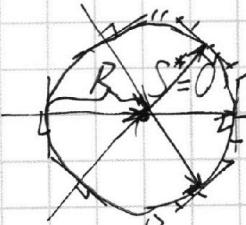
Найдем расстояние от центра шара до обрыва источника S

S^*



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{d} \Rightarrow d = \frac{aF}{a-F} = 11F$$

Если шар расположим на расстоянии $b = 10,5F$ от центра шара, то изображение не будет лежать на продолжении прямой шара. Тогда возможна тогда и малая изога, когда все изоги падают на шар перпендикулярно его поверхности, а в этом случае S^* будет совпадать с O



Изоги будут определяться паданием на зеркало изог изога O , то "развернут" на изог на 180° , после чего они снова пересекутся в S

$$b+R=11F \Rightarrow R=11F - 10,5F = \frac{1}{2}F$$

При малых углах падения света на шар справедливо следующее приближенное выражение Гюйгенса: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \approx \frac{d}{\beta}$, м.н. $\sin \alpha \approx \alpha$, тогда: $\frac{d}{\beta} \approx n$, где n - показатель преломления шара

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**.

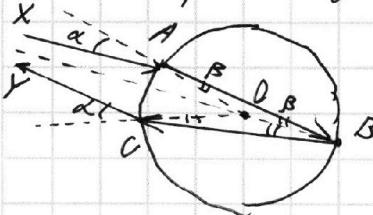


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

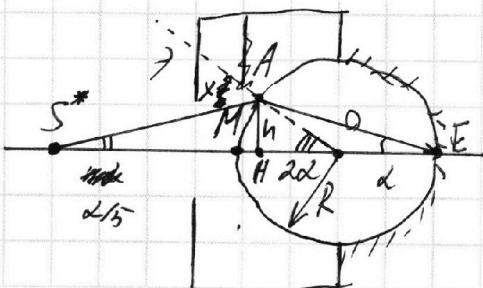
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Рассмотрим ход геометрического угла через шар:



Помним, что ход угла симметричен относительно прямой BO, а значит, что если $XAH \cong YC$, и $XH \neq YC$, то прямые AX и YC пересекутся на прямой OB.

Чтобы доказать изображение совпадло с изложенным, ходовой угол задан пресечением синуса с синусом в S^* , это значит, что все углы, данные нарисованы на зеркале в зеркале единственного путь E - наименее удаленным от центра шара между шаром (здесь и далее речь идет о углах, заданных на шаре под ходом угла).



$$S^*M = b + d - 2\alpha = 16F - MF = 5F$$

Пусть $\angle AEM = \alpha$, тогда $\angle AOM = 2\alpha$

$$\frac{tg\alpha}{2R} \approx \frac{h}{2R} = \frac{h}{F}, \quad tg\alpha \approx \frac{h}{F}, \text{ так как } \alpha \ll 1$$

$$\angle ASH \approx \frac{tg\alpha}{5F} \angle ASH = \frac{h}{5F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \angle ASH \approx \frac{\alpha}{5}$$

$$\angle OAS^* = \pi - 2\alpha - \frac{\alpha}{5}$$

$$x = \pi - \angle OAS^* = 2\alpha + \frac{\alpha}{5} = \frac{11}{5}\alpha$$

$$n = \frac{x}{\alpha} = \frac{11}{5}$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{1}{\alpha}F; \quad n = \frac{11}{5}$$



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



СТРАНИЦА
— ИЗ —

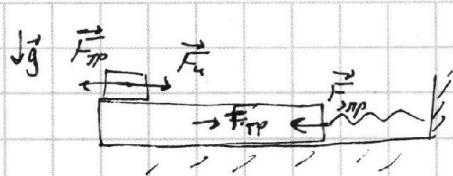
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

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

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



$$\sin \theta = \frac{3}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad F_u = \frac{kax}{M} m$$

$$\mu mg = \frac{m}{M} kax \quad \frac{\sqrt{3}}{6} \sin \theta = \frac{1}{4}$$

$$6B_0 - 6B_0 - \frac{B_0}{T} =$$

$$\frac{9}{1} = \frac{12}{1}$$

$$x = \frac{\mu Mg}{k} = \frac{0.3 \cdot 2 \cdot 10}{36} = \sqrt{\frac{1}{6}} \mu$$

$$A = \frac{\sqrt{3}}{6} \mu$$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0 \quad \frac{T}{144} = \frac{2\sqrt{3}}{12} = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

$$B(t) = \frac{B_0}{2T} \sin(\omega t)$$

$$\frac{2}{9} \frac{H/m}{\mu m} = \frac{1}{C^2}$$

$$a = \frac{kax}{M}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi)$$

$$x = A + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2} \text{ rad/s}$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi)$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\sin(\omega t) = 0$$

$$\omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$t = \frac{\pi}{2\omega} = \sqrt{\frac{1}{4}} \text{ s}$$

$$nS/\Delta B = 4L I$$

$$I_o = \frac{nS B_0}{4L}$$

$$Ma = kax - \mu mg$$

$$Ma = \frac{kax}{M} - \mu \frac{mg}{M}$$

$$\mu g = \frac{kax}{M} - \mu mg$$

$$3 \cdot \frac{1}{18ax} = \frac{1}{M} - \frac{3}{2}$$

$$\frac{9}{2} = 18ax \quad \cancel{ax = \frac{1}{4} \mu}$$

$$\mu mg + \mu mg$$

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

$$E_i = n S \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\frac{9}{16} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{3}{16} + \frac{1}{16} + \frac{2}{16} =$$

$$\cancel{I_i}$$

$$6mc^2 - \frac{1}{2} \mu g = \frac{6mc^2 - \frac{1}{2}}{= \frac{9}{2} mc^2} = \frac{5}{32}$$

$$\Delta B_i = \frac{3B_0}{2T} t = \frac{5}{8}$$