



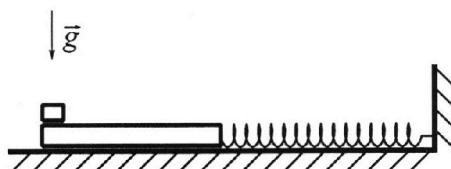
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

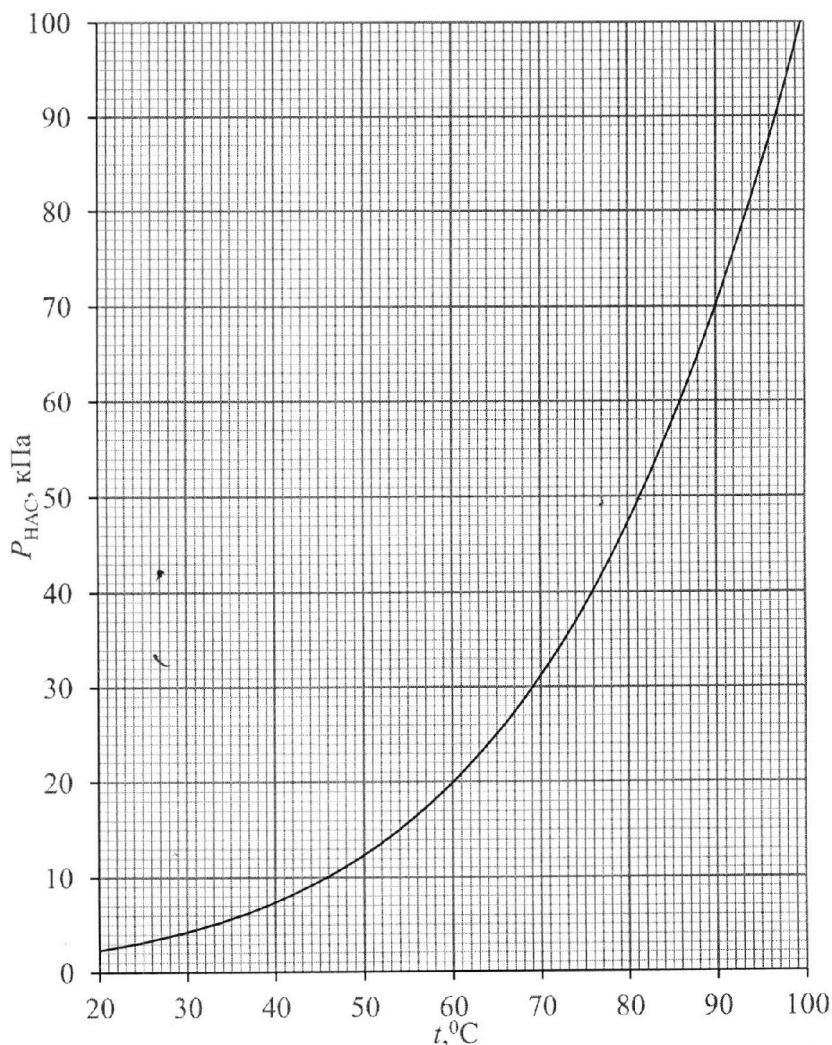


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

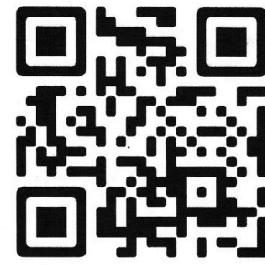
- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

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





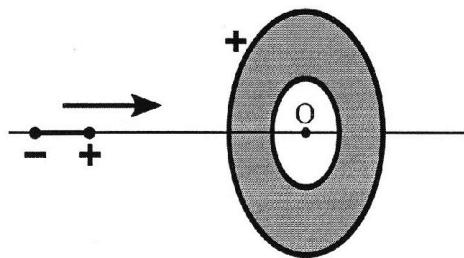
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

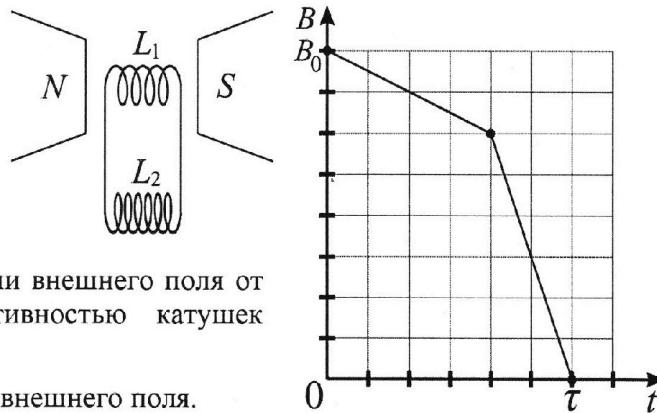
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполю начальную скорость V_0 .



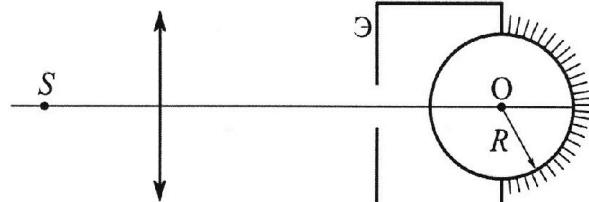
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 6L$ 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_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. 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 $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

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!

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

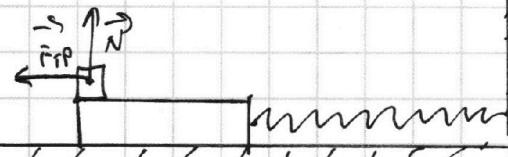
$$\mu = 0,3$$

Найти:

$$\Delta l_1 = ?$$

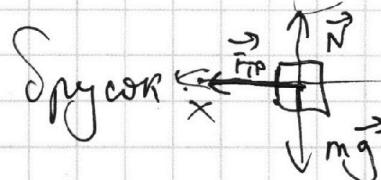
$$a_0 = ?$$

$$v_{\text{бр}} = ?$$



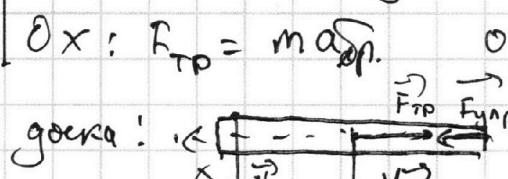
Решение:

$F_{\text{тр}}$ - сила трения, на мс. приложена к центру масс



II зак. Июнтора: $\vec{F} = m \vec{a}$

$N - \text{нормальная сила реакции опоры}$



ОУ: $N - mg = 0 \quad N = mg$

$F_{\text{упр}} - \text{сила упругости}$

действует на доску с силами N и $F_{\text{тр}}$ с противоположными направлениями.

III. Кинетика:

$$Ox: M a_g = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}$$

$$1) \vec{a}_{\text{отн}} - \text{ускорение бруска относительно доски} \quad \vec{a}_{\text{отн}} = \vec{a}_{\text{бр}} - \vec{a}_g \\ a_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow \vec{a}_{\text{бр}} = \vec{a}_g$$

$$a_{\text{бр}} = \frac{F_{\text{упр}}}{m} \quad M \cdot a_g = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} \quad \frac{M}{m} F_{\text{тр}} = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}$$

$F_{\text{упр}} = F_{\text{тр}} (1 + \frac{M}{m})$ т.к. относительно рассмотримого случая не равнодействующий, можно сказать введя, что у бруска есть скользящее движ. доски $\Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N$ (формула для силы трения скольжения)

$$N = mg \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg \quad \Rightarrow k a_{\text{бр}} = \mu mg (1 + \frac{M}{m})$$

$$F_{\text{упр}} = k a_{\text{бр}} - \text{закон Тихона} \quad \Rightarrow a_{\text{бр}} = \frac{\mu mg}{K} (1 + \frac{M}{m})$$

$$\Delta l_1 = \frac{0,3 \cdot 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} \left(1 + \frac{2 \text{ кг}}{1 \text{ кг}} \right) = \frac{0,3 \cdot 0,3}{5} \text{ м} = \frac{0,9}{5} \text{ м} = 18 \text{ см}$$



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 3

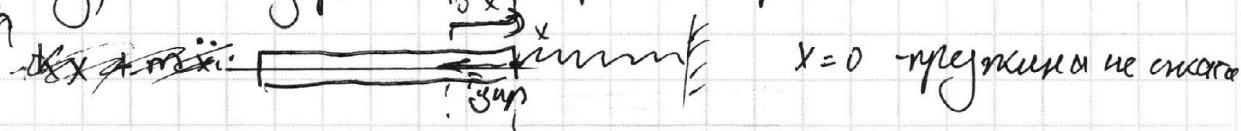
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$2) Ma_0 = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}$$

$$\vec{a}_{\text{отн}} = \vec{a}_{\text{бр}} - \vec{a}_g = \frac{\vec{F}_{\text{тр}}}{m} - \frac{\vec{F}_{\text{упр}}}{m} + \frac{\vec{F}_{\text{тр}}}{m}$$

Последний $a_g = 0$, т.к. движение прекращается силы трения нет, а значит нет силы тяжести $a_{\text{бр}} = 0$, т.к. $a_{\text{бр}} = 0 \Rightarrow a_{\text{отн}} = a_{\text{бр}} - a_{\text{упр}}$
так же $V_{\text{бр}} = V_g$ брусков движется с ускорением $a = \mu g$ всегда когда есть относительное движение.

$\Rightarrow V_{\text{бр}} = \mu g t$, а скорость бруска движется по гармоническому закону, т.к. $F_{\text{упр}} \propto x$ и направлена против силы:



$$M a_0 \ddot{x} = -Kx + F_{\text{тр}}$$

$$M a_0 \ddot{x} + Kx = 0 \quad \omega^2 = \frac{K}{M} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$|a| = |a_0 \cos(\omega t)|$$

$$\text{Из корня } a_g = 0 \quad V_g - \max \Rightarrow V_g = \frac{a_0}{\omega}$$

$$|V| = \frac{a_0}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$V_g = a_0 \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$V_{\text{бр}} > V_g$ т.к. $t = \frac{T}{4}$ - т.к. при ускорении бруска изменяется синусоидальное его положение $t = \frac{T}{4}$

$$V_{\text{бр}} = \frac{V_g T}{4} = V_g$$

$$\frac{\mu g T}{4} = a_0 \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$a_0 = \frac{2\pi \mu g}{4} \quad a_0 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 10}{4} \frac{M}{C^2} =$$

$$\Leftrightarrow \frac{9}{2} \frac{M}{C^2} = 4,5 \frac{M}{C^2}$$



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**.

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

Я рассмотрел два случая, когда $\alpha_{\text{отр}} = 0$, рабочие случаи ток. когда $\alpha_{\text{бр}} = \alpha_0 = \frac{\pi}{2} = 3 \frac{\text{M}}{\text{C}^2}$. Т.к. $3 \frac{\text{M}}{\text{C}^2} < 4,5 \frac{\text{M}}{\text{C}^2}$, но $\frac{3\pi}{C^2} > 0 \frac{\text{M}}{\text{C}^2}$, то ускорение земли убывает со временем

$$a_g = 3 \frac{\text{M}}{\text{C}^2} \quad a_g = a_0 \cos \omega t$$

$$\alpha = \frac{d\theta}{dt} = a = a_0 \cos(\omega t) \quad \omega \sin \omega t = \frac{a_0}{a_0} = \frac{a_g}{a_0}$$

$$\vartheta(t) = a_0 \int \cos \omega t dt = \frac{a_0}{\omega} (\sin(\omega t)) \Big|_0^t = \frac{a_0}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$\sin(\omega t) = \sqrt{1 - \omega^2 \tau^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{a_0}{a_0}\right)^2}$$

$$\vartheta = \frac{a_0}{\omega} \cdot \sin(\omega t) = \frac{a_0}{\omega} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a_0}{a_0}\right)^2} = \sqrt{a_0^2 - a_g^2} \cdot \sqrt{\frac{a_0 M}{K}}$$

$$\vartheta = \sqrt{\frac{a_0 \cdot a_g}{K} (a_0 + a_g)} = \sqrt{\frac{a_0 M}{K} \cdot \sqrt{(a_0 + a_g)(a_0 + a_g)}}$$

$$\vartheta = \sqrt{\frac{2 \frac{M}{C^2}}{50 \frac{M}{\text{kg}}} \cdot \left(\sqrt{1,5 \frac{M}{C^2} + 2,7 \frac{M}{C^2}} \right)^2} = 0,2 \cdot \frac{1}{10} \sqrt{15 \cdot 75} \cdot \frac{M}{C}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{100} \cdot \sqrt{3 \cdot 5 \cdot 25 \cdot 3 \frac{M}{C}} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5}{100} \sqrt{\frac{M}{C}} = \frac{3}{10} \sqrt{5} \frac{M}{C}$$

$$\text{Объем: } V = \frac{1}{6} \pi d^3 h = 18 \text{ см}^3; \quad a_0 = 4,5 \frac{M}{C^2}; \quad \vartheta = \frac{3}{10} \sqrt{5} \frac{M}{C}$$

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

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

Дано:

$$t_0 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$$

$$M = 11\text{ m}$$

$$t = 87^\circ\text{C} = 370\text{K}$$

Найдем:

Коэф?

t^* - ?

φ - ? 2) прик. сосуде начальное + воздух влажности $\varphi = 100\%$
 $P_{\text{нас}}(t_0) = 3,5 \text{ kPa} \equiv P_1$ V - объём сосуда

$$\rho_1 V = \frac{m}{\mu} R t_0 \quad \rho_2 - \text{давление насыщ. паров при } t^*$$

$$\rho_2 V = \frac{12\text{ m}}{\mu} R t^*$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{12 t^*}{t_0} \quad 12 \cdot \frac{\rho_2}{t_0} t^* = \rho_2 \quad \begin{aligned} &\text{проведём прямую на} \\ &\text{графике с одинаковыми} \\ &\text{шагами} \quad \frac{12 \rho_2}{t_0} \text{ с разницей} \end{aligned}$$

$$f = \frac{12 \rho_1}{t_0} = \frac{12 \cdot 3,5 \text{ kPa}}{27^\circ\text{C}} = \frac{4 \cdot 3,5 \text{ kPa}}{8^\circ\text{C}} = \frac{14 \text{ kPa}}{100^\circ\text{C}}$$

Т. перегревания дублет t^* $t^* = 81^\circ\text{C} = 354\text{K}$

$$P_{\text{нас}}(t^*) = 50 \text{ kPa} \equiv P_2$$

Решение: Насл. t^* - водяной пар ведёт себя как идеальная газ, $T \cdot K$, испарение дальше нет

\rightarrow кол-во в-ва пара

$$P_2 V = \lambda R t^*$$

$$P_3 V = \lambda R t \quad \rho_3 = \rho_2 \cdot \frac{t}{t^*}$$

$$P_3 P_{\text{нас}}(t) = 51 \text{ kPa} \equiv P_4$$



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 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!

$$\varphi = \frac{P_d}{P_u} = \frac{P_d \cdot t}{P_u \cdot t^*}$$

$$\varphi = \frac{50 \text{ кПа}}{91 \text{ кПа}} \cdot \cancel{50 \text{ К}} = 370 \text{ К}$$

$$\varphi = \frac{50 \cdot 370}{91 \cdot 354} = \frac{50 \cdot 185}{91 \cdot 177}$$

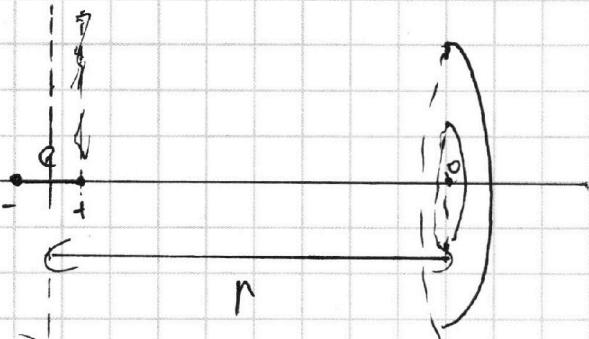
Ответ: $K=12$; $t^*=81^\circ\text{C}$; $\varphi = \frac{50 \cdot 185}{91 \cdot 177}$

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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

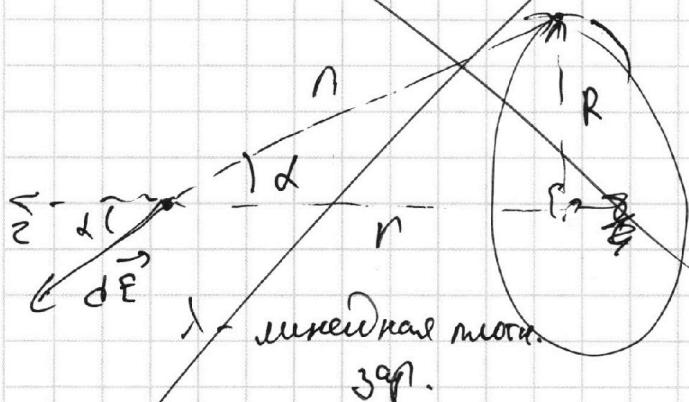
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{kq}{r^2} \cdot \frac{dq}{n} = m v_0^2$$

$$\frac{kq}{r^2} \left(1 - \frac{r}{R}\right) \frac{dq}{n} = m v_0^2$$

~~Q - поверхность. площадь заряда $Q = \pi (R^2 - R_1^2)$~~
 ~~R_1 - радиус большого конуса~~ R_1 - радиус маленького конуса



$$\cos \alpha = \frac{r}{R}$$

$$dE = \frac{k dq}{r^2} = \frac{k dq}{r^2 + R^2}$$

$$dE_2 = dE \cos \alpha = \frac{k dq}{(r^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot r$$

$$dq = \lambda dr$$

$$E_2 = \frac{k r}{(r^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \lambda \cdot 2\pi R$$

$E_2 \sim q \Rightarrow \frac{E_2}{q} = \lambda \cdot \cos \alpha$. α - угол.

q - заряд шарика в диске E_2 - потенциал существо токами диска

Задача:

$$1: \frac{m v_0^2}{2} = E_1 = \lambda q \quad m - суммарная масса диска$$

$$2: \frac{m v_0^2}{2} = E_2 + \frac{m v_1^2}{2} \quad E_2 = \lambda \frac{q}{2} = \frac{m v_0^2}{4}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{4} + \frac{m v_1^2}{2} \quad \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_0^2}{4} \quad v_1^2 = \frac{v_0^2}{2} \quad v_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$



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

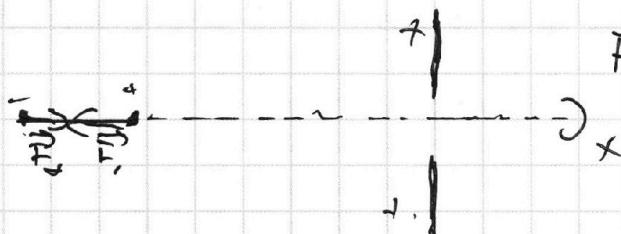
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

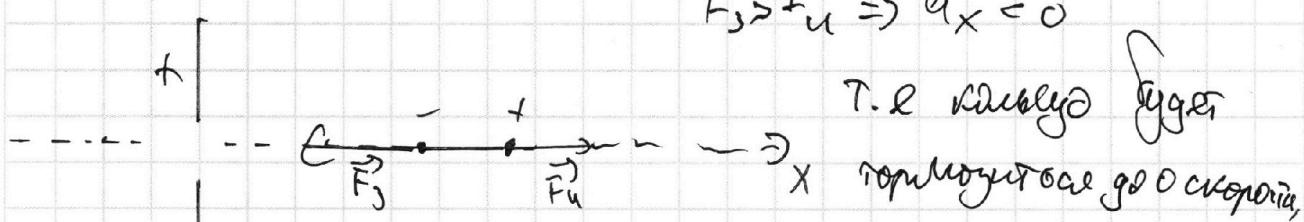
2) Когда диско летит к коньку шарик + ближе к коньку \Rightarrow на него ина действует больше, гравия, " - ". Значит между тормозом, т.к. отталкивавшая ина действует притягивающей, а когда же диско проходит коньку " - " становится ближе к нему \Rightarrow от притягивающей ины становится больше отталкивания, но направление ускорения конька не меняется, и он всё равно будет тормозиться \Rightarrow максимальная скорость равна 0.

А максимальная так и остается v_0

$$\Delta v = v_0 - 0 = v_0$$



$$F_f > F_N \Rightarrow a_x < 0$$



$$F_f > F_N \Rightarrow a_x < 0$$

т.к. коньку будет

тормозиться до 0 скорости

Ответ: $v_1 = \frac{v_0}{2}$ $\Delta v = v_0$
а после падет в грунту спирально, но скорость будет $< v_0$, но закон сохранения энергии

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!

Дано:

$$L_1 = L, n$$

$$S_1, B_0$$

$$L_2 = 6L$$

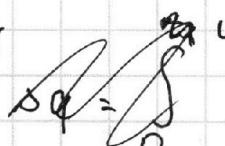
Найти:
 $I_0 - ?$

$$\Delta q_1 = ?$$

$\Delta q_2 = ?$

$$B_0 n S_1 = 7L \cdot y + B_0 n S_1$$

$$y = \frac{(B_0 - B) n S_1}{7L}$$



1) Поток магнита $M\Phi$ через контур изображён

$$\varphi_0^0 = B_0 n \cdot S_1 = \text{const} \Rightarrow \varphi_{\text{пот}}^0 = L \cdot I_0 + 6L \cdot I_0 = 7L I_0$$

$$7L \varphi_0^0 = 7L I_0 \Rightarrow B_0 n S_1 = 7L I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L}$$

$$2) \quad \varphi_0^0 = L \cdot y + 6L \cdot y = 7L \cdot y \quad \varphi_0^0 = \varphi_1^0 + \varphi_2^0$$

3) Ток через контур φ_2^0 — поток от внешней полюс

График можно разделять на 2 участка: $\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_1 = -\frac{B_0}{4 \cdot 2t}$

$$\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_1 = -\frac{3B_0}{8t} \quad \cancel{\text{от 0 до } t} = \frac{dt}{3}$$

$$\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_2 = -\frac{3B_0 \cdot 3}{4 \cdot t} = -\frac{9}{4} \frac{B_0}{t}$$

$$1: B = B_0 - \frac{3B_0}{8t} \cdot t \quad t \in [0; \frac{2\pi}{3}]$$

$$2: B(t) = 0 = B_1 - \frac{3B_0}{4t} \cdot t = 0 \quad B_1 = \frac{3B_0}{4}$$

$$B = \frac{3B_0}{4} - \frac{9B_0}{4t} \cdot t \quad t \in \left(\frac{2\pi}{3}, \infty\right)$$

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 \quad \Delta q_1 = \int_0^{\frac{2\pi}{3}} y dt = \frac{B_0 n S_1}{7L} \cdot \frac{2\pi}{3}.$$

$$y_1 = \frac{\left(B_0 - B_0 + \frac{3B_0}{8t} \cdot t\right) n S_1}{7L} = -\frac{3B_0 n S_1}{56L} \cdot \frac{t}{\tau}$$



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

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

СТРАНИЦА
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!

$$\Delta q_1 = \int_0^{\frac{2\pi}{3}} y_1 dt = \frac{3B_0 n S_1}{56L^2} \int_0^{\frac{2\pi}{3}} t dt = \frac{3B_0 n S_1}{56L^2} \cdot \frac{\pi^2}{2} =$$

$$= \frac{B_0 n S_1 \pi^2}{28L} \cdot \frac{1}{2P \cdot 3} = \frac{1}{84} \frac{B_0 n S_1 \pi^2}{L \cdot Q} = \frac{1}{84} \frac{B_0 n S_1 \pi}{L}$$

$$\Delta q_2 = \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\frac{4\pi}{3}} y_2 dt = \frac{n S_1}{72} \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\frac{4\pi}{3}} (B_0 - \frac{5B_0}{4} + \frac{5B_0}{4}t) dt \quad (1)$$

$$\begin{aligned} (1) & \left. \left(\frac{3B_0}{4L} t + \frac{t^2}{2} \right) \right|_{\frac{2\pi}{3}}^{\frac{4\pi}{3}} + \left. \left(-\frac{5B_0}{4} t \right) \right|_{\frac{2\pi}{3}}^{\frac{4\pi}{3}} = \frac{n S_1}{72} \cdot \left(\frac{9B_0}{8} \cdot \frac{5}{2} \pi^2 + \right. \\ & \left. + \left. \left(-\frac{5B_0}{4} \cdot \frac{\pi}{3} \right) \right) = \frac{n S_1}{72} \left(9 \frac{\pi}{8} B_0 \pi - \frac{5}{12} B_0 \pi \right) = \frac{n S_1 B_0 \pi}{72} \cdot \frac{5}{24} = \right. \\ & = \frac{5}{3} \cdot \frac{n S_1 B_0 \pi}{56L} = \frac{5}{6} \cdot \frac{n S_1 B_0 \pi}{28L} \end{aligned}$$

$$\Delta q = \frac{n S_1 B_0 \pi}{28L} \left(\frac{5}{6} + \frac{1}{3} \right) = \frac{7}{6 \cdot 28} \frac{n S_1 B_0 \pi}{L} = \frac{n S_1 B_0 \pi}{24L}$$

$$\text{Объем: } I_0 = \frac{B_0 n S_1}{72} \quad \Delta q_* = \frac{n S_1 B_0 \pi}{24L}$$



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
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!

Дано:

$$a = 2R$$

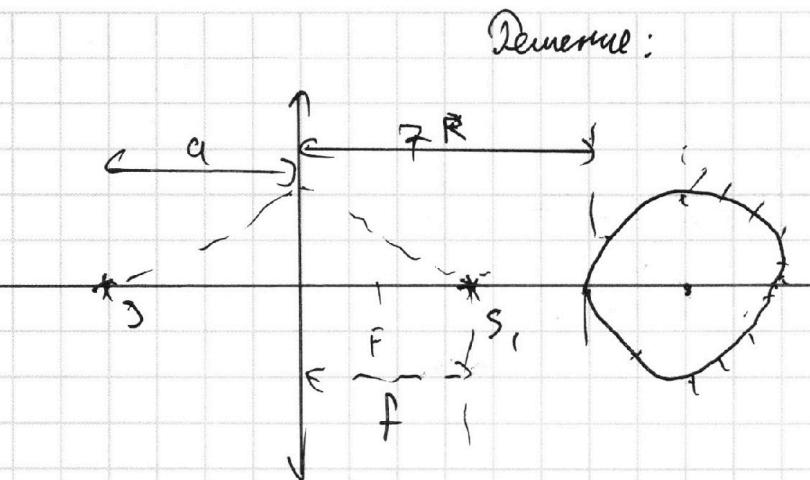
$$b = 7R$$

$$\Delta = 4R$$

Найти:

$$F - ?$$

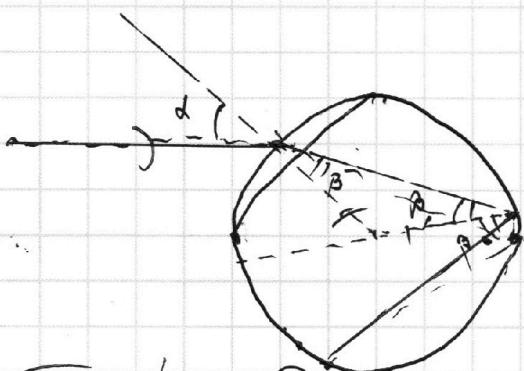
$$n - ?$$



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

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

$$F = \frac{ab}{a-b} = \frac{2R \cdot F}{2R-F}$$



$$d = n \cdot \beta \quad \beta = \frac{d}{n}$$

III. к/ изображение совпадает с истинским луги
~~правильной~~ перед ней.

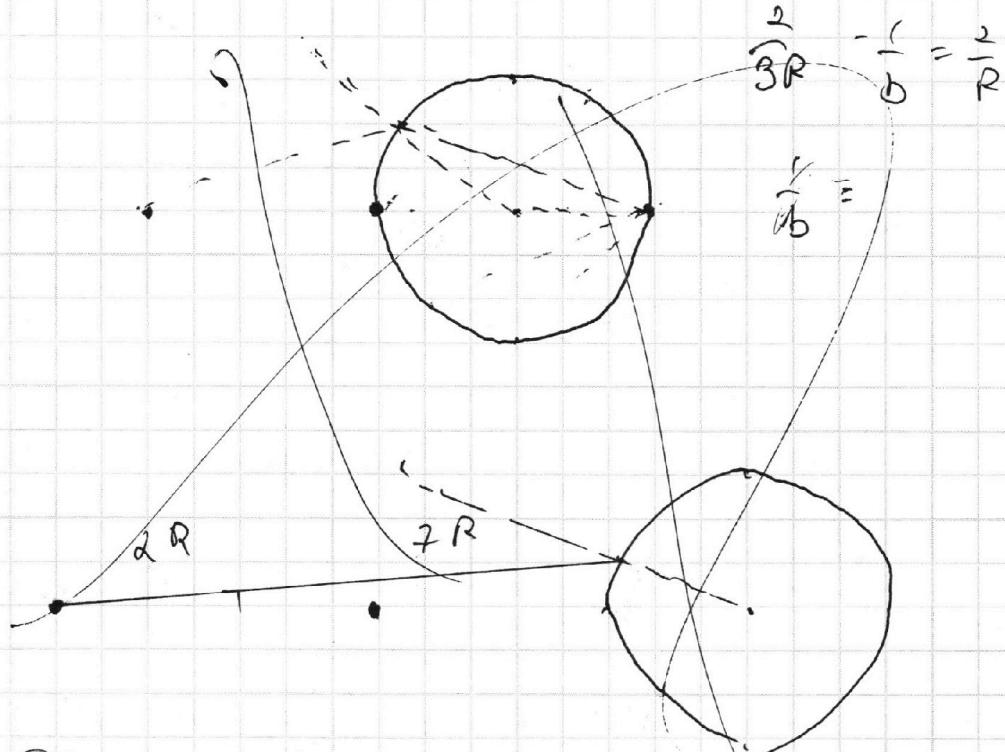
III. к. изображение совпадает с истинским S_2 и S_1 ,
 \Rightarrow луги выходящие из л. воз врашающиеся обратно
после шара

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"/> 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!



Дл. к. п. шару не влечет на изображении, значит лучи выходят в шар проходит через его центр и + поверхности, тогда лучи выходят в том месте в котором засущел \Rightarrow источник совпадает с изображением. В таком случае S_1 (изобрзж. после шара в первый раз) лежит в плоскости изображения:

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{7R+R} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F} \quad \frac{5}{8R} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{8R}{5}$$

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.



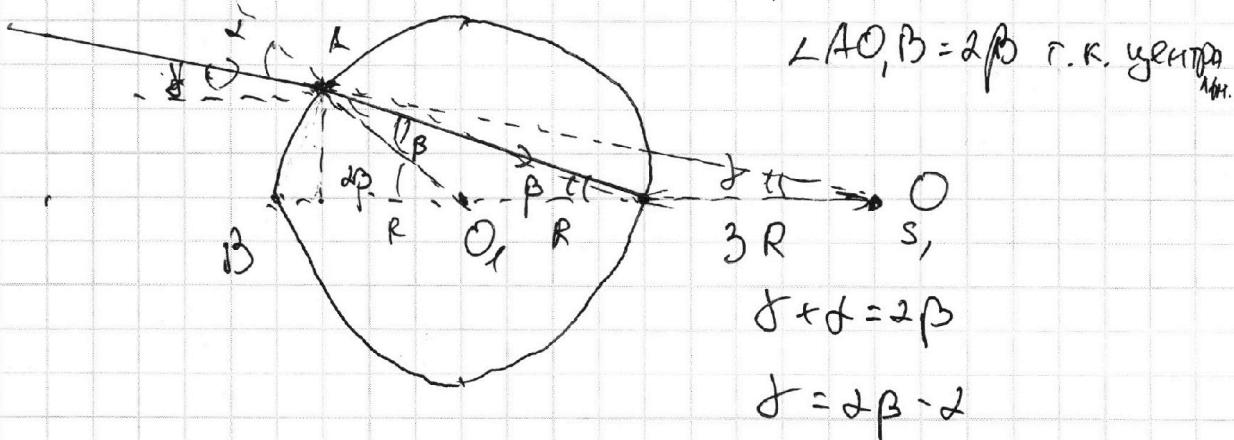
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

2) От перемещения шара S, своё расположение не поменял.

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



$$\angle AOB = 2\beta \text{ г.к. центра}$$

$$\alpha + \beta = 2\beta$$

$$\alpha = 2\beta - \beta$$

$$\beta \cdot 2R = \alpha \cdot 5R$$

$$2\beta = 5(\alpha\beta - \alpha) \quad 5\alpha = 8\beta \quad \frac{\alpha}{\beta} = \frac{8}{5} = n \quad n = 1,6$$

Для этого изображение останется в аксонометрии, луки должны собираться в шаре в самой дальней точке от зеркала, где это способно после отражения от размещённого зеркала лук отражённый совпадет с изображением излучимым лучом, т.к. из-за обратимости световых лучей картина не морщится, т.е. лучи возвращающиеся из шара совпадают с излучимыми за отражением в шар.

$$\text{Объем: } F = \frac{\pi R^2}{5}, n = 1,6$$