



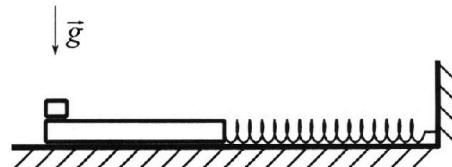
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

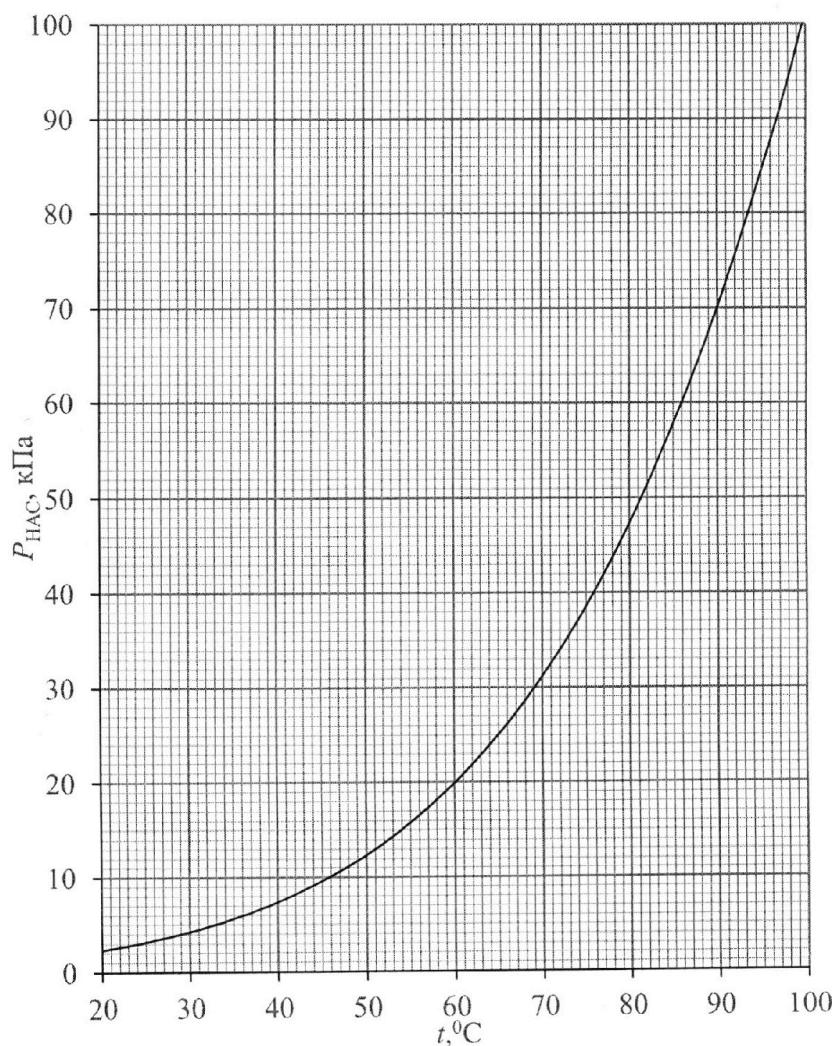


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидккая 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.





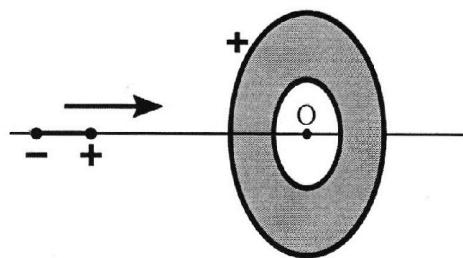
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

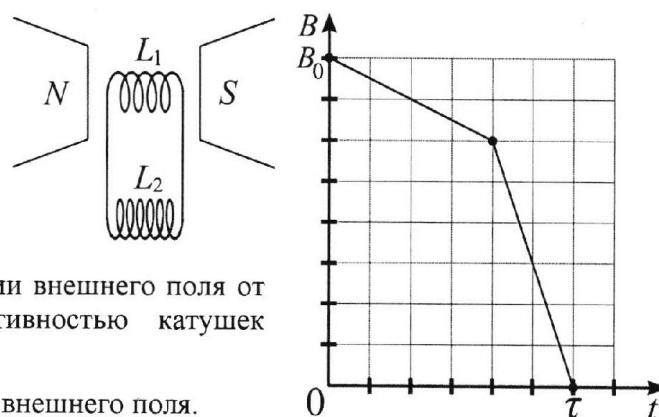
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 .



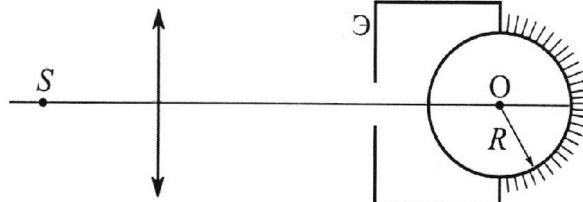
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

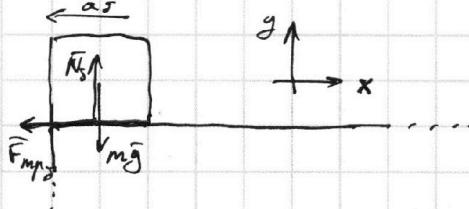
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

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**.

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!

Рассмотрим силы, действующие на брусков:



$$m\bar{g} + \bar{N}_g + \bar{F}_{mpr_g} = m\bar{a}_g \quad - II \text{ ЗН}$$

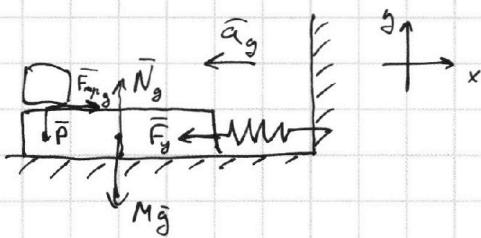
$$\text{"y": } N_g - mg = 0$$

$$\text{"x": } - F_{mpr_g} = - m\bar{a}_g$$

$$\Rightarrow -\mu N_g = -ma_g \Rightarrow \mu mg = ma_g \Rightarrow a_g = \mu g$$

ускорение бруска

Рассмотрим силы, действующие на доску:



$$M\bar{g} + \bar{N}_g + \bar{P} + \bar{F}_{mpr_g} + \bar{F}_y = M\bar{a}_g - II \text{ ЗН}$$

$$\text{"y": } -Mg + N_g - P = 0 \Rightarrow N_g = Mg + mg = 3mg$$

$$\text{"x": } F_{mpr_g} + F_{y_x} = +Ma_{gx}$$

$$\Rightarrow \mu P - kx = Ma_{gx}$$

$$\Rightarrow -\mu mg + kx + M\ddot{x} = 0$$

(x – координата точки крепления доски к пружине, σ в погон. негдеформированной пружине)

1) Рассмотрим движущий момент времени:

$$a_g = \dot{a}_g = -\ddot{a}_{gx} = \ddot{x} (\bar{a}_g \text{ параллельно } x) \Rightarrow$$

$$-\mu mg + kx + M\ddot{x} = -\mu mg + kx - Ma_g = -\mu mg + kx - \mu Mg = -3\mu mg + kx = 0 \Rightarrow x = \frac{3\mu mg}{k} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10 \text{ мс}^2}{50 \text{ Н/м}} = 0,18 \text{ м} \quad - \text{сжатие пружины в движущем моменте}$$

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



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

СТРАНИЦА
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!

Введём ось X , направившую вдоль движущего диска,

диск расположим в o по оси X .

Рассмотрим потенциальную энергию диска U :

$$U = U_+ + U_- \quad (U_+, U_- - потенциальные энергии пакетов)$$

и ариф. зарядов (эл. взаимодействие с диском)

Рассмотрим $U(x)$ на гёткасту / несимметрия: (x -коорд. центра)

$U(-x)$ - энергия в координате $-x$, соответствует энергии в случае, если бы заряды поменяли знаки

в координате x . U пропорциональна заряду, поэтому

$$U(-x) = -U(x)$$

$$\Rightarrow U(0) = 0 = U(\infty)$$

1) \dot{v}_1 - скорость диска при прохождении через центр диска.

$$\frac{m\dot{v}_0^2}{2} + U(\infty) = \frac{m\dot{v}_1^2}{2} + U(0) \quad (\text{м - масса диска})$$

$$\Rightarrow \frac{m\dot{v}_0^2}{2} = \frac{m\dot{v}_1^2}{2} \Rightarrow \dot{v}_1 = \boxed{\dot{v}_0}$$

2) Рассмотрим положение диска, в котором U макс.:

Чтобы преодолеть это положение пакета механическая энергия в начале должна быть больше U_{MAX} .

Если v - начальная скорость, то:

$$\frac{m\dot{v}^2}{2} + U(\infty) > U_{MAX} \Rightarrow \frac{m\dot{v}^2}{2} > U_{MAX}$$

П.к. \dot{v}_0 - макс. начальная скорость, то:

$$\frac{m\dot{v}_0^2}{2} = U_{MAX}$$

До этого мы рассматривали случай до того, как заряды уменьшили в 2 раза но могли.

Рассмотрим случай, когда заряды уменьшили:

$$U \sim q \Rightarrow U_M = \frac{1}{2} U_{MAX} \quad (U_M - новая максимальная энергия)$$

ЗСД:

$$\frac{m\dot{v}_0^2}{2} + U(0) = \frac{m\dot{v}_M^2}{2} + U_M = \frac{m\dot{v}_M^2}{2} - U_M \Rightarrow \begin{cases} \frac{m\dot{v}_M^2}{2} = \frac{m\dot{v}_0^2}{2} \\ \frac{m\dot{v}_M^2}{2} = \frac{3m\dot{v}_0^2}{4} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{v}_M = \frac{1}{\sqrt{2}} \dot{v}_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} \dot{v}_0 \\ \dot{v}_M = \sqrt{\frac{3}{2}} \dot{v}_0 = \frac{\sqrt{6}}{2} \dot{v}_0 \end{cases} \Rightarrow \dot{v}_M - \dot{v}_m = \boxed{\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{2} \dot{v}_0}$$

Ответ: 1) $\dot{v}_1 = \dot{v}_0$; 2) $\dot{v}_M - \dot{v}_m = \frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{2} \dot{v}_0$



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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

$$\Phi_{ba} = BnS - \text{поток внешнего поля через } L_1 \\ (\text{B - и.и.н. в момент } t)$$

$$\Phi_1 = L_1 I - \text{собственный поток } L_1$$

$$\Phi_2 = L_2 I - \text{собственный поток } L_2$$

$$U_1 = \frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_{ba}}{dt} = L_1 \cdot \frac{dI}{dt} + nS \cdot \frac{dB}{dt} \quad | \Rightarrow \\ U_1 = -U_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$L_1 I' + nSB' = -L_2 I' \Rightarrow nSB' = -\mathcal{Z}LI'$$

$$\Rightarrow I' = -\frac{nSB'}{\mathcal{Z}L}$$

$$1) I_o = \int_0^t I' dt =$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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

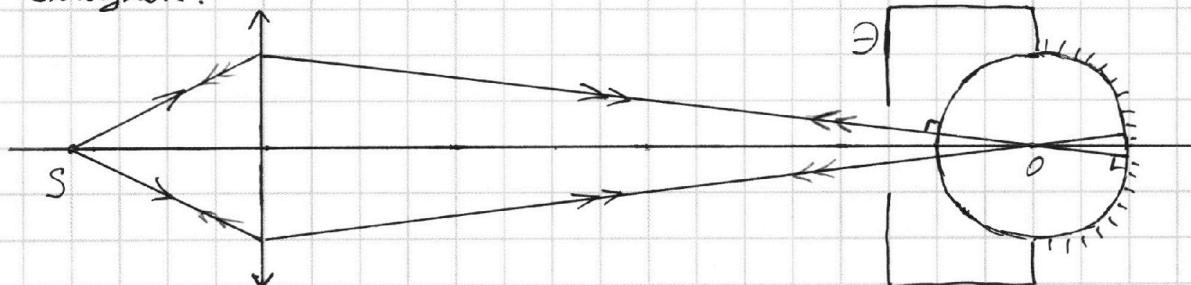
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой** из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Рассмотрим закон преломления для лучей, падающих на шар: (для одного луча из них)
 $\sin \alpha = n \sin \beta$, где α, β - углы падения, преломления соотв.,
 n - коэффициент преломления
 $\Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} \Rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n}$

По условию изображение источника совпадает с самим источником. Это означает, что тонка, в которой пересекаются лучи, исходящие от источника после преломления в шаре совпадает с тонкой, в которой пересекаются продолжения лучей, исходящих от шара. Значит, что последняя тонка зависит от угла преломления лучей, входящих в шар, т.к. от него зависит угол лучей в шаре. Это значит, что β не зависит от n , тогда:

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta = \frac{\alpha}{n} \\ \beta(n) = \text{const} \end{array} \right. \Rightarrow \beta = \alpha = 0, \text{ т.е. лучи падают на шар под } 90^\circ \text{ углом.}$$

Рисунок:



Луч проходит через центр шара O , после отражения идет обратным ходом.

Уравнение тонкой линзы: (f - расст. от линзы до изобр.)
 $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{af}{a+f} = \frac{2R \cdot (7R+R)}{2R+7R+R} = 16R$ - фокусное расстояние линзы

Задачник, что это тонкая линза изображение источника в системе "линза-шар" совпадало с источником, лучи после отражения движутся по траекториям обратным ходам, то есть лучи движутся назад на зеркало под углом 0 . Это значит, что лучи проходят через центр шара O .

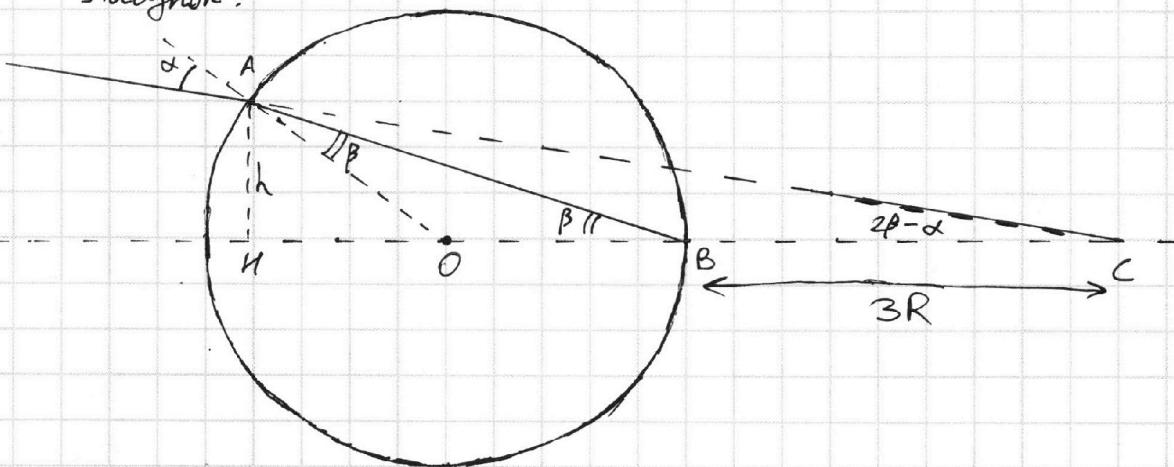
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

2) Для того, чтобы изображение источника совпало с самим источником, после отражения лучи должны идти либо обратными ходами (по себе), либо ~~лишь~~ идти симметрично себе относительно. Г.о. В первом случае лучи проходят через центр шара, но тогда $\alpha = \beta = 0$ (α, β - углы падения и преломления лучей, выходящих в шар), но $\alpha \neq 0$ - противоречие. Поэтому лучи отражаются симметрично Г.о., т.е. они проходят через точку зеркала, лежащую за сферой.

Рисунок:



$$\beta = \operatorname{tg} \beta = \frac{h}{2R} \quad (BH = 2R, \text{м.к. } h \ll R) \quad | \Rightarrow \alpha = \frac{4h}{5R}$$

$$\angle ACH = \angle AOH - \angle OAC = 2\beta - \alpha = \operatorname{tg} \angle ACH = \frac{h}{5R}$$

$$\sin \alpha = n \sin \beta \Rightarrow \alpha = n\beta \Rightarrow n = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{4/5}{1/2} = 8/5 = 1,6$$

Ответ: 1) $F = 1,6 R$; 2) $n = 1,6$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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



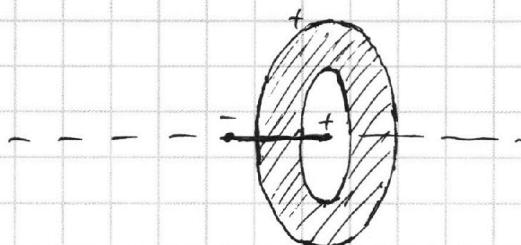
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

Рассмотрим момент, когда потенциальная Энергия Эл. взаимодействия диска с кольцом будет наибольшей:



Этот момент потенциальной энергии диска проходит

E_{\max} - нач. потенциальная энергия
 m - масса диска

Если начальная потенциальная энергия диска больше E_{\max} , то диск проходит это положение, в противном случае - нет. Если v_0 - начальная скорость:

$$\frac{mv_0^2}{2} > E_{\max} \quad (\text{т.к. потенциальная энергия в начале равна нулю})$$

т.к. v_0 - минимальная скорость, при которой диск преодолеет барьер, то:

$$\frac{mv_0^2}{2} = E_{\max}$$

$E_{\max} \sim q$, где q - положительный заряд диска.

Рассмотрим случай, когда заряды изменяются в разы:

$$1) \frac{mv_0^2}{2} = \frac{1}{2}E_{\max} + \frac{mv_1^2}{2} - 3C$$

$$\Rightarrow v_1^2 = \frac{E_{\max}}{m} = \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v_1 = \left[\frac{1}{\sqrt{2}} v_0 \right] - \text{скорость диска при прохождении через центр диска.}$$

2) В процессе прохождения найденная скорость

~~$\alpha_s = \frac{F_{\max}}{m} = \frac{mg}{m}$~~

$$\Phi_{\text{кос}} = L_1 I$$

$$\Phi_{\text{вн}} = B n S$$

$$U_{L_1} = \Phi_{\text{кос}}' + \Phi_{\text{вн}}' = - U_{L_2} = - \Phi_{\text{кос}}'$$

$$\Rightarrow L_1 I' + nS \cdot B' = - L_2 I' \Rightarrow nS B' = - 7L I'$$

$$\Rightarrow I' = - \frac{nS B'}{7L}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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



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!

~~$E_n = E_{n1} + G_{n2}$~~

$$E = -\frac{d\varphi}{dt} = \pi S \cdot \frac{dB}{dt}$$

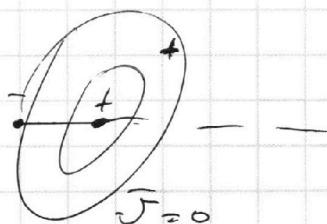
~~$E_{n1} + m\omega_0^2 = E_{n2}$~~

~~$-\frac{kqQ}{r} + \frac{kqQ}{r+l} + \frac{m\omega_0^2}{2} = +\frac{kqQ}{r} - \frac{kqQ}{r+l} \Leftrightarrow$~~

~~$2kqQ\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+l}\right) = \frac{m\omega_0^2}{2} \Rightarrow 2kqQ \cancel{\frac{1}{r(r+l)}} \frac{l}{r(r+l)} = \frac{m\omega_0^2}{2}$~~

~~$m\omega_0^2 = 1$~~

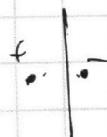
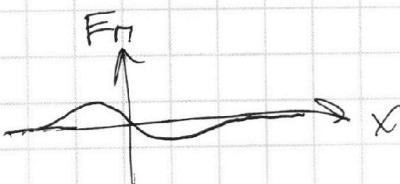
~~ω_0~~



$$\frac{m\omega_0^2}{2} = E_{MAX} \quad E_{MAX} \sim q \Rightarrow E_{MAX} = \alpha q$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{1}{2}E_{MAX} + \frac{m\omega_1^2}{2} \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{E_{MAX}}{m} = \frac{\omega_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\omega_0$$



~~$E_n = E_{qd_1} + E_{qd_2}$~~

$$E_n = Eq(d_2 - d_1)$$

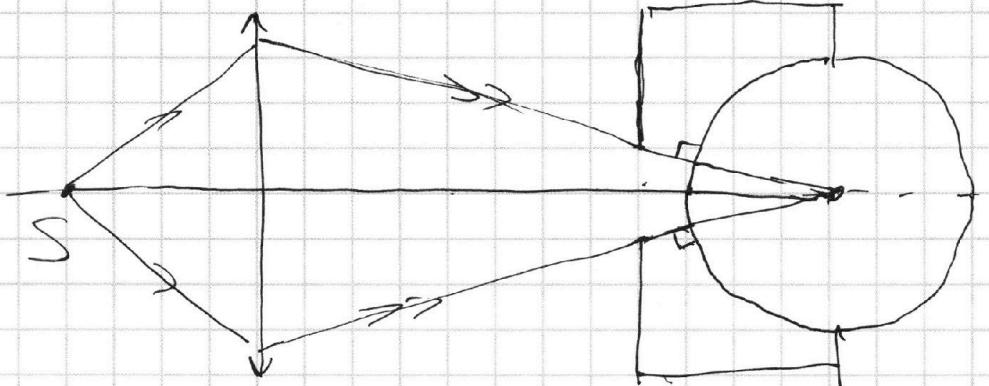


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

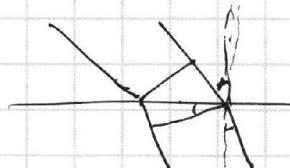


$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{df}{d+f} = \frac{2R \cdot 8R}{2R+8R} = [16R]$$

■■■

$$[wL] = \alpha n$$

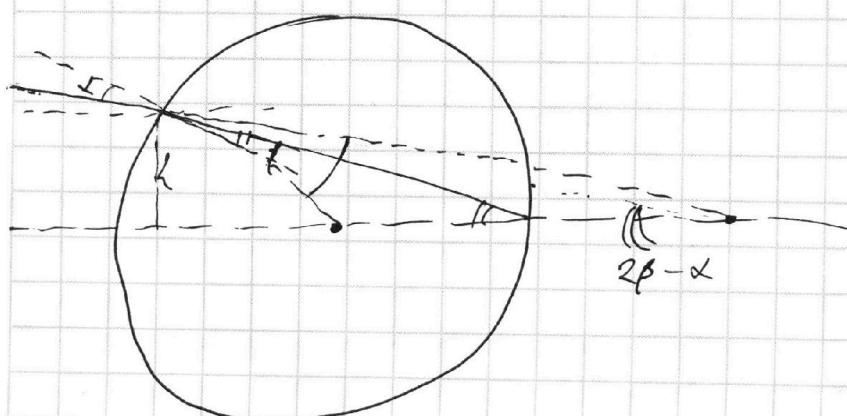
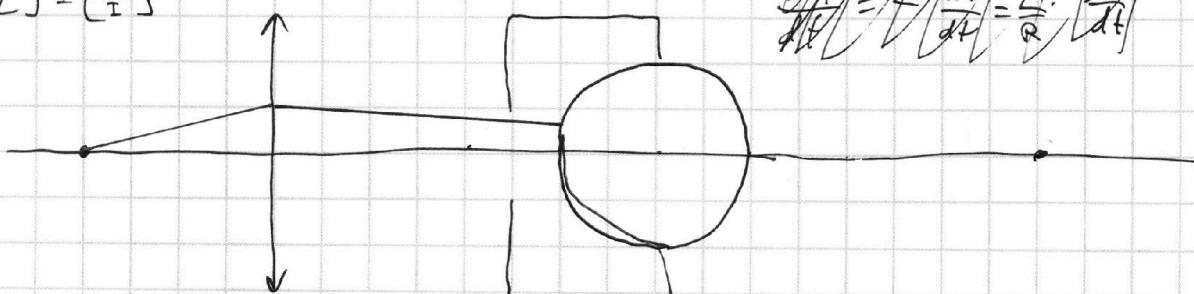
$$\varphi = LI$$



$$\varphi = BnS = LZ$$

$$\Rightarrow L = \frac{BnS}{I}$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = I \left(\frac{dI}{dt} \right) = L \cdot \left(\frac{dE}{dt} \right)$$



$$\beta = \frac{h}{2R}$$

$$2\beta - \alpha = \frac{h}{5R}$$

$$\alpha = \frac{h}{2} - \frac{h}{5R} = \frac{4h}{5R}$$

$$n = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{4h}{10h} = \frac{2}{5}$$