



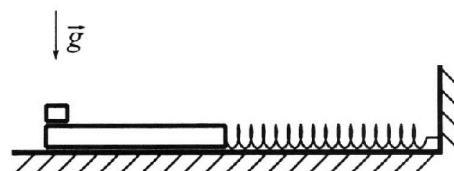
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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 жесткостью  $k = 50$  Н/м, прикрепленная к стенке. Коеффициент 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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

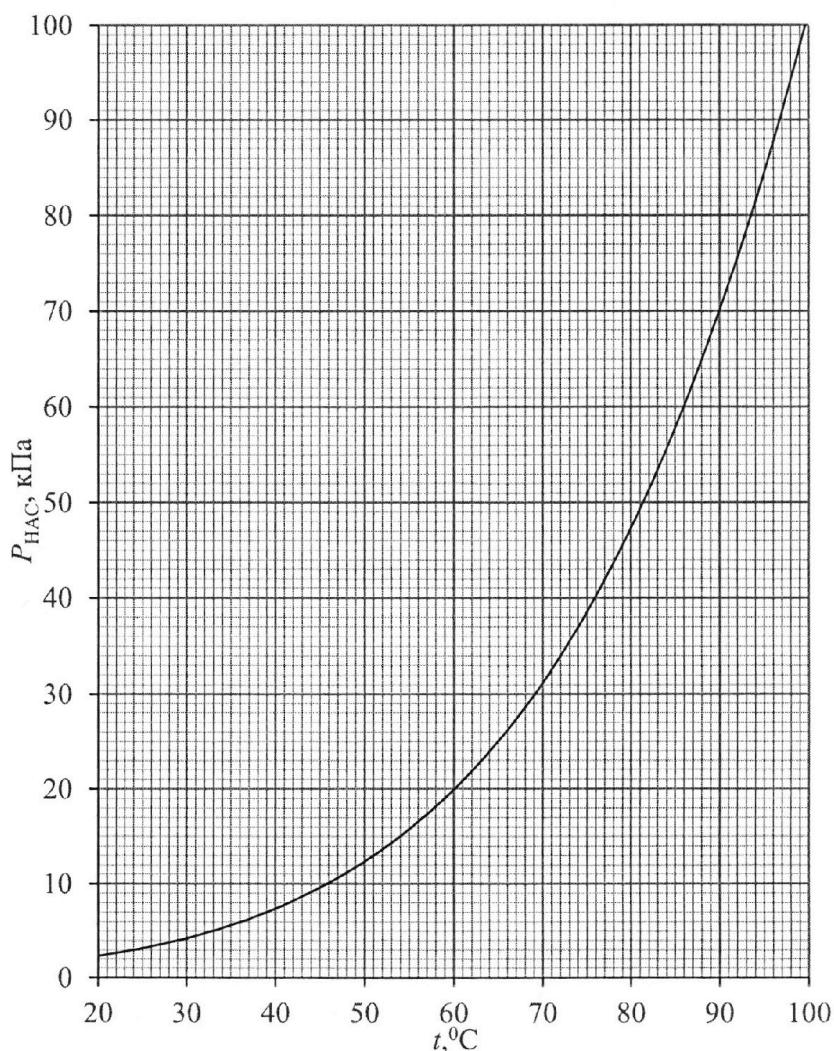


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °C и жидкую воду. 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  $\phi$  в конце нагревания.

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





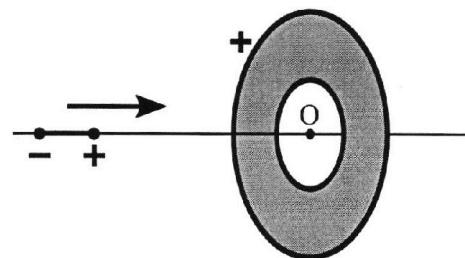
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-02**

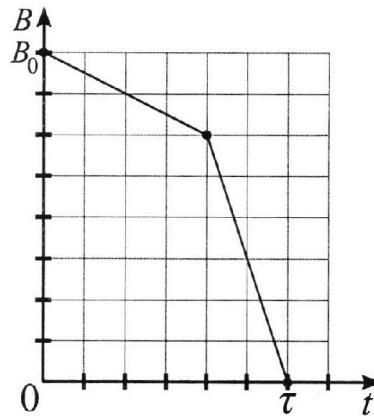
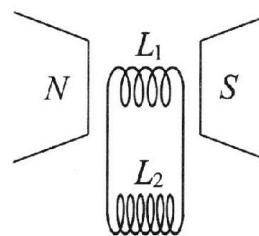
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

**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  $V_0$ .



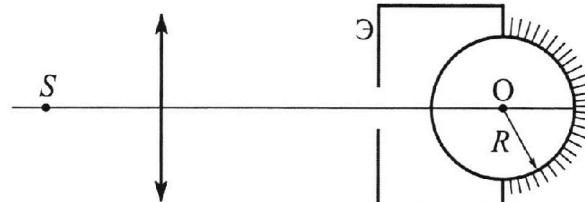
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

**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  $\tau$ . 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  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

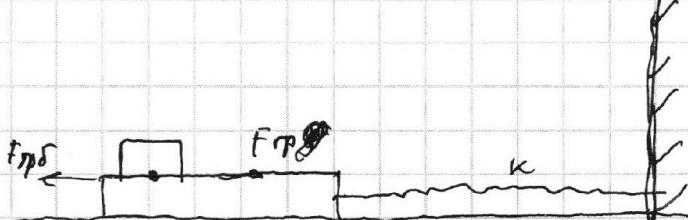
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" 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!



1) т.к. ускорение бруска то g

1) ~~1)~~

1) Ускорение бруска равно

$$a = \mu g \Rightarrow F_{pp} = \mu mg -$$

2) Ускорение гостя :=

$$\text{тк } K \Delta X \rightarrow F_{ppg} = K \Delta X - F_{pp} = 2 \mu mg.$$

$$2 \mu mg = a = \mu g$$

$$K \Delta X - F_{pp} = ma$$

$$K \Delta X = F_{pp} + Ma = \mu mg + \mu M g$$

$$\Delta X = \frac{\mu(m+M)g}{K} = \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 10}{50} = \frac{9}{50} = 0,18 \text{ м}$$

Ответ: 1) 0,18 м.

2)  $v = \mu g \cdot t$ ; t - время

90 охолода тела при соприкосновении

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!

1) ~~T.k = 6~~ Пусть масса пара при  $t = 27^\circ\text{C}$  равна  $m$ ; то

1) Пусть масса пара в начале нагревания равна  $m$ ; тогда масса жидкости воды равна  $11m$ . Т.к. в процессе нагревания вся вода превращается в пар, то масса пара в конце нагревания равна  $11m+m=12m$

$$\frac{12m}{m} = 12$$

2)  $pV = \cancel{J}RT$   
 $pV = \cancel{p} \cdot RT$   
 $\cancel{p} = \cancel{\frac{p \cdot R \cdot T}{V}}.$

$pV = \cancel{J}RF.$   
Когда испарение прекратится:  
 $p = \cancel{\frac{JRT}{V}} = p_{\text{рас.}}$

2) Пусть в начале было нагревание было  $J$ -моль газа, тогда к концу нагревания будет  $12J$ -моль газа.

$$T_0 = (27 + 273) = 300\text{ K}$$

$p_0$  - давление в начале.  
 $p_0 \approx 3,5\text{ kPa}$

$p^*$  - давление при котором прекратится испарение воды.

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  
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!

Torga:)

$$\cancel{P^* T^* = 12 J R T}$$

$$\cancel{P_0 T_0 =}$$

$$P^* \cdot V = 12 J R T^* \quad | \quad V - \text{объем сосуда.}$$

$$P_0 V = J R T_0$$

$$\frac{P^*}{T^*} = 12 \quad \frac{P_0}{T_0} = 12 \cdot \frac{\frac{3,5 \cdot 10^3}{300}}{300} = \frac{42 \cdot 10^3}{300} = \underline{0,14140}$$

У3 графика находил:)

$$P^* = 50 \text{ kPa.}$$

$$T^* = 354 \text{ K.} = 81^\circ\text{C.}$$

$$3) P^* V = 12 J R T^*$$

$$P_0 V = 12 J R T_0; \quad T_0 = 97^\circ\text{C} = \underline{370 \text{ K}}$$

$$\cancel{P = 91 \text{ kPa.}}$$

$$\frac{P^*}{P} = \frac{T^*}{T}$$

$$P = P^* \cdot \frac{T}{T^*} = 50 \cdot \frac{370}{354} \text{ kPa} = \frac{18500}{354} \text{ kPa} \approx 52 \text{ kPa}$$

Давление начального газа при температуре

$$97^\circ\text{C} \text{ равна } 91 \text{ kPa} = P'$$

$$\text{Torga} \quad q = \frac{P'}{P} \cdot 100\% = \frac{52}{91} \cdot 100\% = 57\%$$

Orber: 1) 12:1 2)  $81^\circ\text{C}$  3) 57 %.

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**.





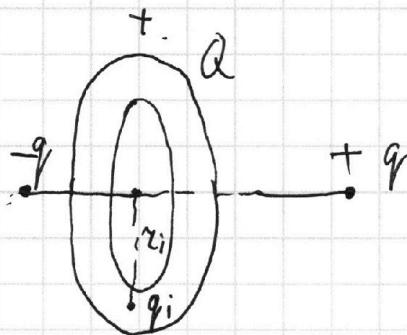




СТРАНИЦА  
1 из 9

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)



Пусть заряд шариков dipole  $-q$  и  $+q$ ,  
а заряд круг диска равен  $Q > 0$ .

Пусть длина dipole  $l$ . Разобьем наци  
диск на много маленьких зарядов  $q_i$   
а расстояние между <sup>от</sup> заря  $q_i$  и заряда  $q_0$  го  
центра диска  $r_i$ ; тогда.

Но потенциальная энергия между шариком  
 $-q$  и диском равна  

$$W_{qa} = - \int_0^{\infty} \frac{k(-q) \cdot q_i}{\sqrt{r_i^2 + \frac{l^2}{4}}} = \int_0^{\infty} \frac{kq \cdot q_i}{\sqrt{r_i^2 + \frac{l^2}{4}}}$$
+ потенциальная энергия между шариком  
 $+q$  и диском равна

$$W_{qa} = - \int_0^{\infty} \frac{kq \cdot q_i}{\sqrt{r_i^2 + \frac{l^2}{4}}} = - \int_0^{\infty} \frac{kq \cdot q_i}{\sqrt{r_i^2 + \frac{l^2}{4}}}$$

потенциальная энергия  

$$W_{qa} + W_{qa} = 0$$
 когда диполь и диск  
пролегают через

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  
2 из 4

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!

Учимся отверстие равна:)

$$W_{-q} + W_{q} = 0.$$

При потенциальной энергии диполя и диска при бесконечном удалении диполя от диска равна 0.

Тогда кинетическая и потенциальная энергия диполя сокращаются, поэтому:)

$$\begin{aligned} -\frac{kq(-q)}{r} + 0 + \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} &= -\frac{kq(-q)}{r} + W_{q} + W_{-q} + mV_1 \\ -\cancel{\frac{kq(-q)}{r}} + 0 + \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} &= -\cancel{\frac{kq(-q)}{r}} + \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} + W_{q} + W_{-q} \end{aligned}$$

$W_{q} + W_{-q} = 0$ . где  $V_1$  - скорость диполя при прохождении через учимся диска.

$$V_0 = V_1.$$

Т. к. заряд диполя прошел через диск, то

$$V_0 \uparrow \uparrow V_1$$

$$2) -\cancel{\frac{kq(-q)}{r}} + 0 + \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = -\cancel{\frac{kq(-q)}{r}} + W + \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$W = m(V_0^2 - V_1^2)$$

$W$  - потенциальная энергия между диском и диполем

$$W = -\int \frac{kq q_1}{r_i} \sim q - \text{т. е. потенциальная}$$

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  
3 из 4

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!

Энергия между диполем и диском прямопропорциональна заряду диполя.

В 1 случае

$$W_{\max} = m(V_0^2 - V_1^2) = mV_0^2 - \text{ где } m - \text{ масса}$$

матрица диполя

Значит после уменьшения заряда матриц

в 2 раза.

$$W'_{\max} = \frac{1}{2} mV_0^2,$$

В силу аммегрии системы относительно центра масс

$$W_{\min} = -W_{\max} = -\frac{1}{2} mV_0^2.$$

Когда потенциальная энергия между диполем и диском минимальна, скорость диполя максимальна.

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} + 0 = \frac{mV_{\min}^2}{2} + \frac{mV_{\max}^2}{2} + W_{\max}$$

$$mV_{\min}^2 = mV_0^2 - W_{\max} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$V_{\min} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0$ . — минимальная скорость диполя при полете.

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} + 0 = \frac{mV_{\max}^2}{2} + \frac{mV_{\min}^2}{2} + W_{\min}$$

$$mV_{\max}^2 = mV_0^2 - W_{\min} = \frac{3mV_0^2}{2}$$

$V_{\max} = \frac{V_0\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$  — максимальная скорость диполя при полете.



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  
4 ИЗ 4

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!

$$\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} V_0}{\frac{1}{\sqrt{2}} V_0} = \sqrt{3}. \quad ; \quad V_{\max} - V_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} V_0 - \frac{1}{\sqrt{2}} V_0 = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} V_0$$

Orfer: 1)  ~~$\vec{V}_0 = \vec{V}_1$~~ ; 2)

Orfer: 1)  $\vec{V}_1 = \vec{V}_0$ ; 2)  $\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} V_0 = V_{\max} - V_{\min}$ .



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  
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!

$$\Phi_n \approx 1) B_0 \cdot S_1 \cdot n = (L_1 + L_2) \cdot I_0$$

$$I_0 = \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{7L}$$

$$2) \cancel{B_0 \cdot B_0 S_1 \cdot n = (L_1 + L_2)}$$

$$2) (\cancel{B_0} - B)$$

$$2) (B - B_0) \cdot S_1 \cdot n + (L_1 + L_2) \cdot I = 0.$$

$$\frac{dB \cdot S_1 \cdot n}{dt} + \frac{7L \cdot dI}{dt} = 0. \quad | -dt.$$

$$(B \cdot S_1 \cdot n + 7LdI) = 0.$$

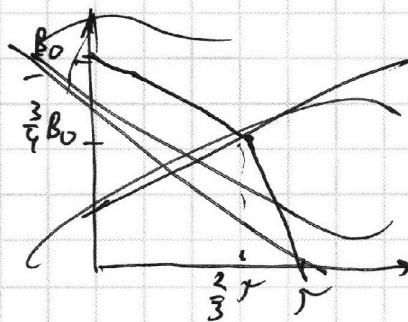
$$dI = -\frac{dB \cdot S_1 \cdot n}{7L}$$

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

$$dq = Idt = -\frac{(B - B_0) \cdot S_1 \cdot n}{7L} = -\frac{B dt \cdot S_1 \cdot n}{7L} + \frac{B_0 S_1 \cdot n dt}{7L}$$

$$dq = -\frac{B dt \cdot S_1 \cdot n}{7L} + \frac{B_0 dt \cdot S_1 \cdot n}{7L}$$

$$\int dq = \int \frac{B_0 dt \cdot S_1 \cdot n}{7L} - \int \frac{B dt \cdot S_1 \cdot n}{7L} = \frac{B_0 T \cdot S_1 \cdot n}{7L} - \frac{S_1 \cdot n}{7L} \cdot \int B dt.$$



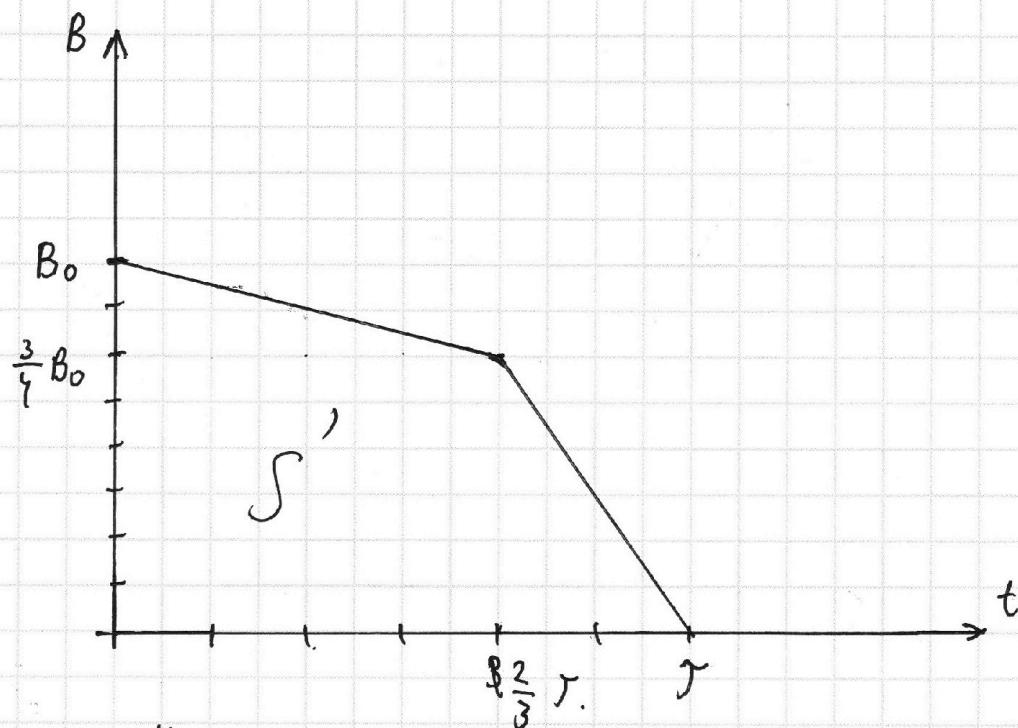


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$S' = \frac{B_0 + \frac{3}{4}B_0}{2} \cdot \frac{2}{3}T + \frac{3}{4}B_0 \cdot \frac{T}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{7}{12}B_0T + \frac{B_0T}{8}$$

$$= \frac{17}{24}B_0T = \int B dt.$$

$$\int dq = \frac{B_0 T \cdot S_1 \cdot n}{7L} - \frac{S_1 \cdot n}{7L} \int B dt = \frac{B_0 T \cdot S_1 \cdot n}{7L} - \frac{S_1 \cdot n}{7L}.$$

$$= \frac{B_0 T \cdot S_1 \cdot n}{7L} - \frac{S_1 \cdot n}{7L} \cdot \frac{17}{24} B_0 T = \frac{B_0 T \cdot S_1 \cdot n}{7L} \left(1 - \frac{17}{24}\right)$$

$$= \frac{B_0 T \cdot S_1 \cdot n}{24L}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_0 = \frac{B_0 S_1 \cdot n}{7L}; \quad 2) q = \frac{B_0 T \cdot S_1 \cdot n}{24L} = \frac{B_0 T S_1 \cdot n}{24L}.$$

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

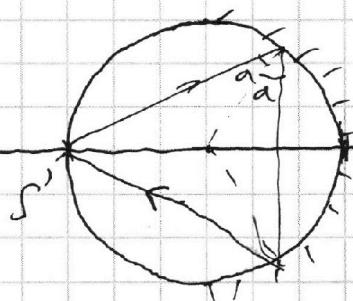
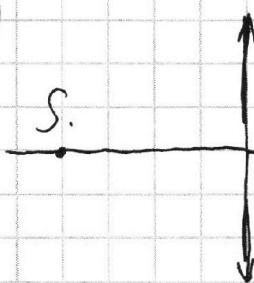
7

СТРАНИЦА

1 ИЗ 4

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)



Чтобы изображение источника в симметрическом зеркале - шаре совпадало с самим источником нужно чтобы излучение из источника изображение источника после прохождения зеркала шара было симметрическим зеркалу и шара. Тогда изображение источника в зеркале совпадало с ближайшей точкой зеркала шара.)

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{7R} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{9}{14R} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{14R}{9}$$



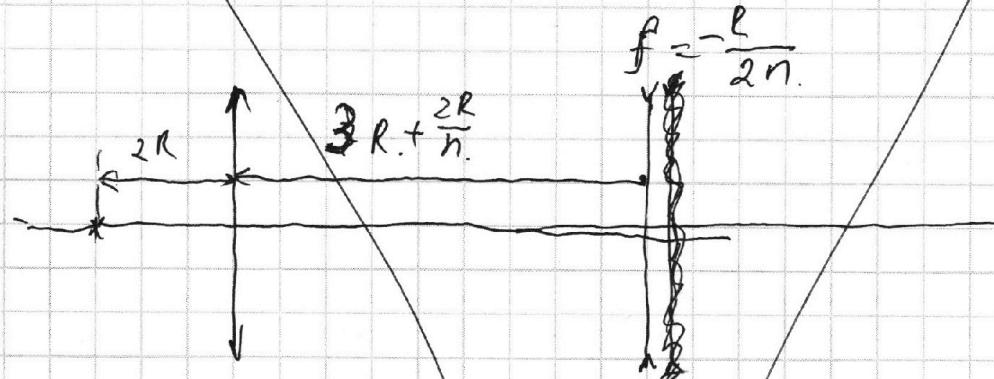
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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  
2 из 4

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!

Нашу систему можно заменить на эквивалентную:



т.к. мы 2 раза

после зеркала

расстояние первого зеркала равно  $F =$

т.к. углы падения на сферу малы, то

шар мы можем заменить на вогнутый радиус  $R = \frac{R}{n}$ ; т.к. мы в зер

расстояние первого зеркала равно

$F = -\frac{R}{2}$  — поглощущее зеркало может

представлять в виде рассеивающей линзы

с  $F = -\frac{R}{2}$ ; а так как это сколько из-за

стеклянной шар мы заменили на вогнутый, то  $F = -\frac{R}{2n}$ .

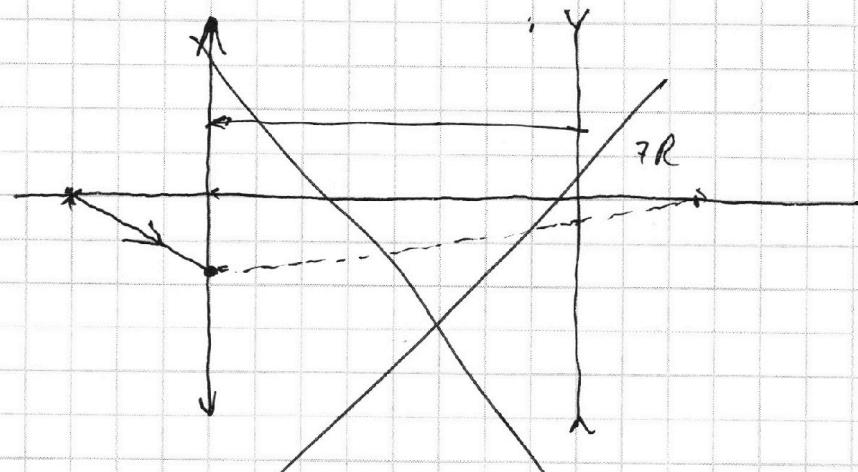


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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  
3 из 4

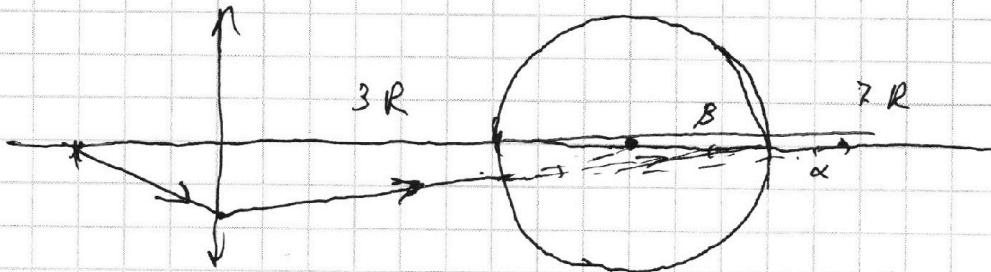
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Рассмотрим чеонг между равно

$$3R + \frac{2R}{n}$$

2) ~~Доказано~~, чтобы изображение было совпадло с источником надо, чтобы все лучи, проходящие из своего излуча и скользя между сферами вспомогательной на задней грани сферы, т.к. когда ограниченный луч подает изображение ГОО

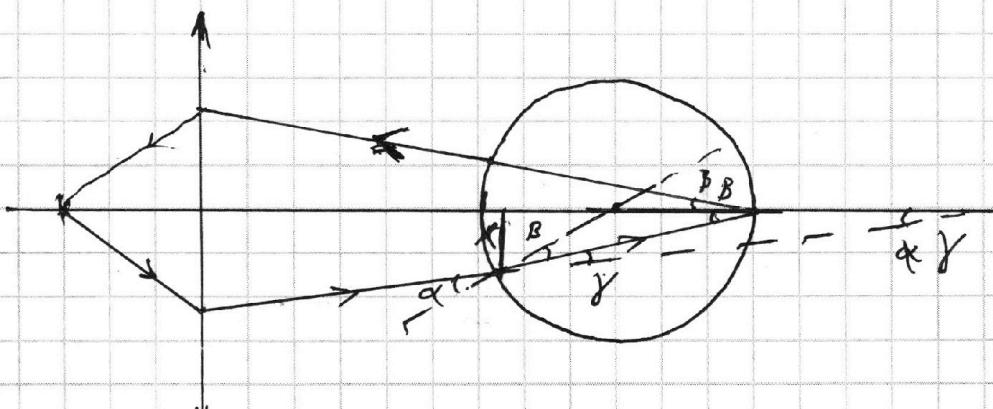


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 4

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!



$$\alpha = \beta + \gamma.$$

$$\alpha = n \beta.$$

$$\gamma = \frac{x}{\sqrt{R^2 - x^2}} = \frac{x}{\sqrt{4R^2 - x^2}}$$

$$\beta = \frac{x}{2R}.$$

$$\beta + \gamma = n \beta$$

$$n = 1 + \frac{\gamma}{\beta} = 1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}.$$

Ober: 1)  $\frac{14R}{g} = F$  2)  $n = \frac{3}{2}$ .



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**.

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!

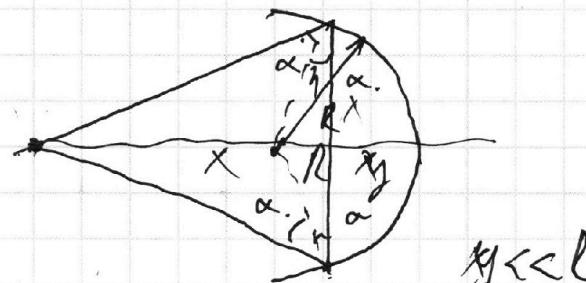
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

4

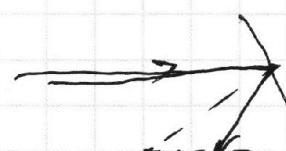
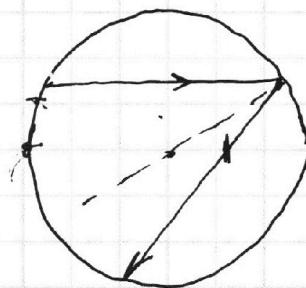


$$\alpha = \alpha R = \alpha h$$

$$\alpha(x + R) =$$

$$2\alpha h = \alpha h = R$$

$$2\alpha h = x + R = 2R$$



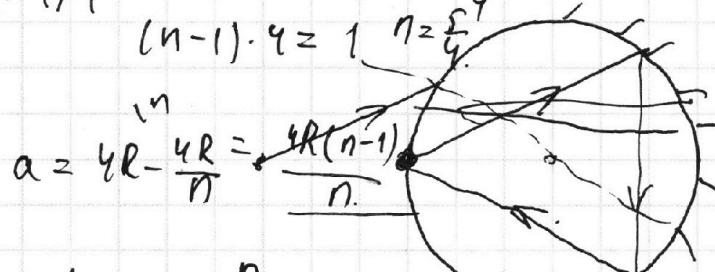
$$\frac{1}{7R}$$

$$-\frac{n}{4R(n-1)} \Rightarrow \frac{n}{4l(n-1)} = -\frac{1}{R} \frac{\frac{n}{2}}{R} \frac{n}{R}$$

$$x \quad x \quad x$$

$$-\frac{n}{(n-1) \cdot 4} = -n \cdot \frac{1}{a} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$

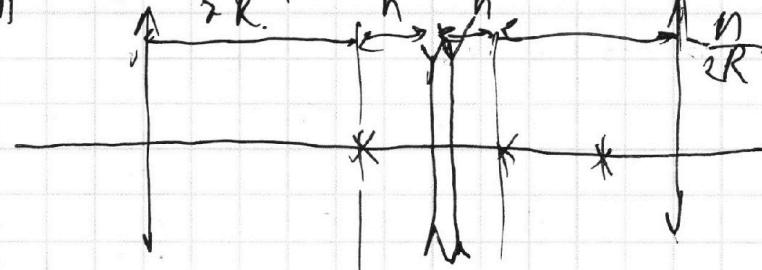
$$\frac{R}{2n} \frac{2n}{R} + \frac{2n}{R}$$



$$a = 4R - \frac{4R}{n} = \frac{4R(n-1)}{n}$$

$$-\frac{1}{2R} \frac{1}{F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$$

$$-\frac{1}{a} = -\frac{n}{4R(n-1)} = -\frac{2R}{n} \frac{2R}{n} \frac{2R}{7R} F' = \frac{F}{2} = \frac{R}{7R}$$





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  
\_ 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!

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{4}{7} \approx 0,$$

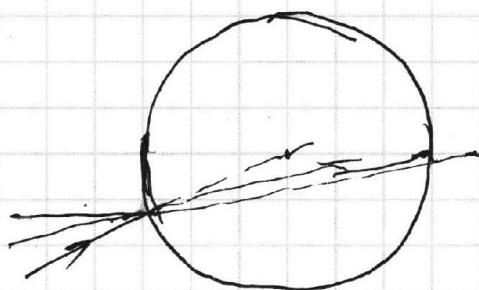
$\frac{1}{2R}$   $\frac{1}{F}$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{F} = \frac{1}{R}.$$

$$\frac{1}{F} = \frac{g}{14R} \Rightarrow F = \frac{14R}{g}.$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{B} = \frac{1}{F}.$$

$$\frac{1}{B} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2R} = \frac{g}{14R} - \frac{1}{2R} = \frac{2}{14R}^2 \frac{1}{R}$$



$$\frac{60}{86+273} = \frac{1}{6}$$

$$86+273=360$$

$$\frac{50}{81+273} = \frac{50}{354}.$$

$$\begin{array}{r} 18500 | 354 \\ - 1850 \\ \hline 1770 \\ - 1770 \\ \hline 0 \\ - 800 \\ \hline 208 \\ - 208 \\ \hline 0 \\ \end{array} \quad 0,5226 \approx 0,523$$