



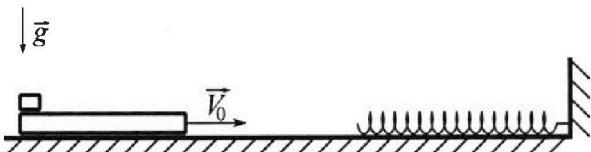
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-03



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

1. Длинная доска массой  $M = 2$  кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой  $m = 1$  кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью  $V_0 = 1$  м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости  $k = 36$  Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

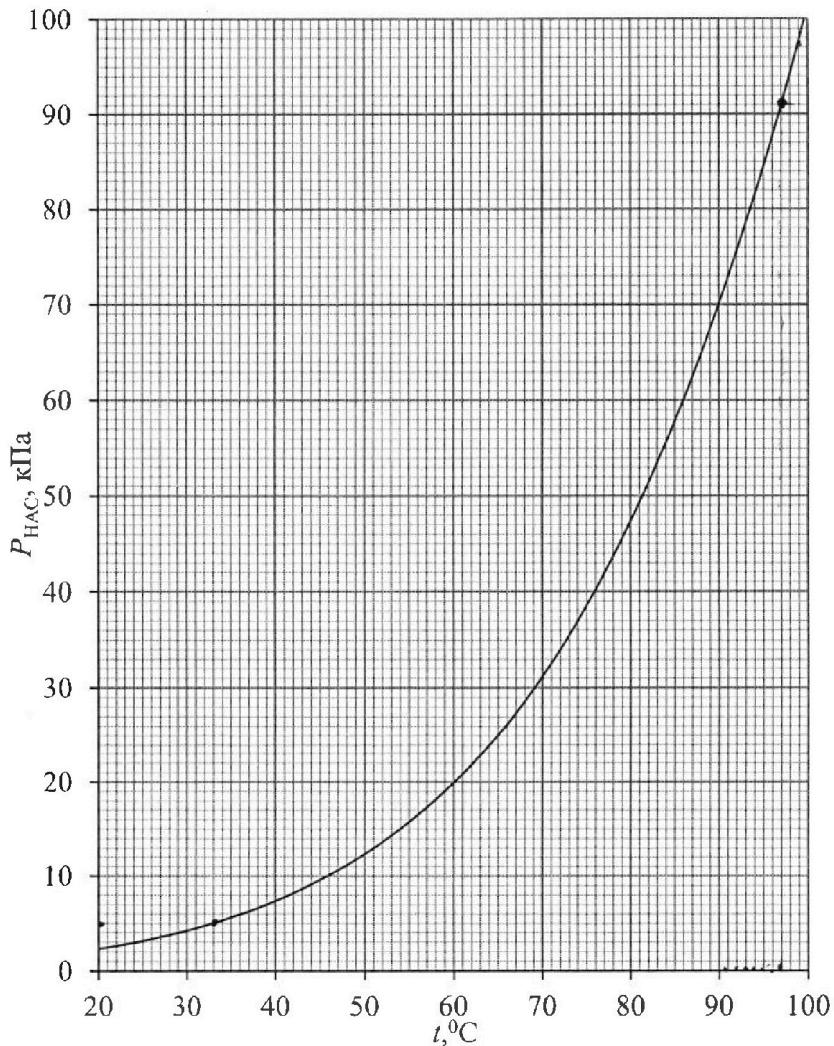


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении  $p_0 = 105$  кПа, температуре  $t_0 = 97$  °С и относительной влажности  $\phi_0 = 1/3$  (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры  $t = 33$  °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 97 °С.
- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра  $V/V_0$  в конце и в начале остывания.

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



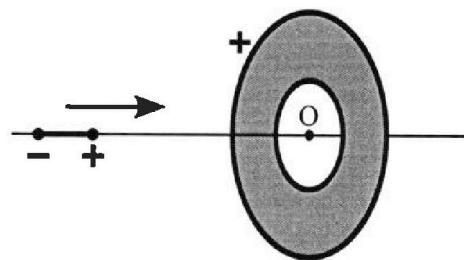


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**  
**Вариант 11-03**



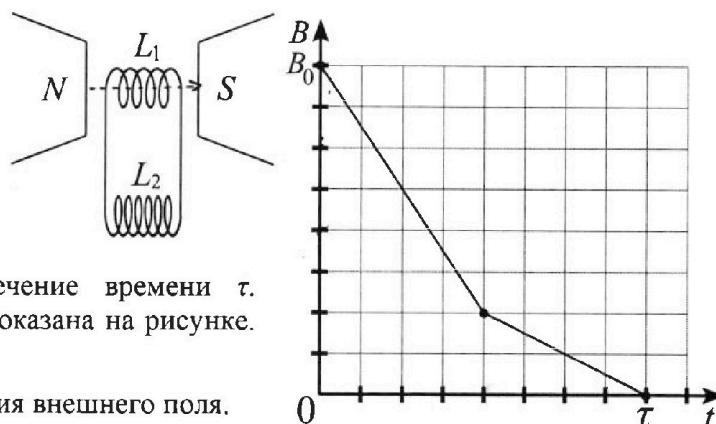
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

**3.** В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна  $V_0$ . Диполю сообщают начальную скорость  $\frac{3}{2}V_0$ .



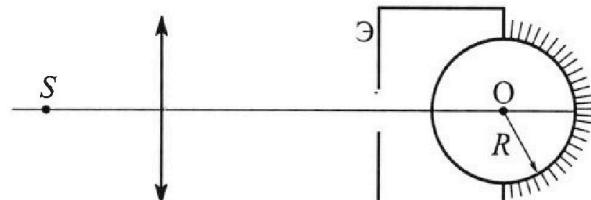
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

**4.** Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 3L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



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

**5.** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположены центр  $O$  прозрачного шара и точечный источник  $S$ , удалённый от линзы на расстояние  $a = 1,1F$  (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран  $\mathcal{E}$  с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно  $b = 10,5F$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус  $R$  шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на  $\Delta = 5,5F$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



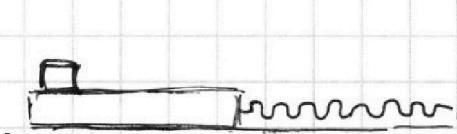
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

### Задача 1

  
 В момент  $t=0$ , когда доска с бруском  
 касается пружины, движение считать влево  
 колебательным (аналогично горизонтальному  
 пружинному маятнику) движ.

→ соединены как одна система,  
 пока ускорение бруска = ускорению доски

$$1) \text{ Т.к. } x \neq 0 \Rightarrow 0 \text{ (координата) } \text{др-е колебаний } x = A \sin \omega t$$

$$\vec{F}_{\text{н}} + \vec{m} = M \vec{a}$$

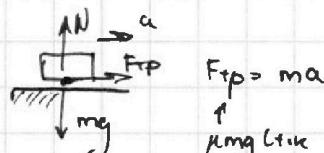
$$V = A \omega \cos \omega t$$

$$V_0 \Rightarrow V_0 = A \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$\Rightarrow A = V_0 \cdot \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$a = A \omega^2 \sin \omega t$$

ДЗИ на брусков  $\ddot{x}$



$$F_p > ma$$

$\mu mg$  (т.к. земля проскальзывает)

$$\Rightarrow \mu mg = m \cdot \ddot{x} / -A \omega^2 \sin \omega t$$

$$\mu g = V_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}} \cdot \sin \omega t \Rightarrow \sin \omega t = \frac{\mu g}{V_0} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \frac{\mu g}{V_0} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}} \cdot \frac{K g}{V_0} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}}$$

$$\Rightarrow x = \underbrace{\mu g \cdot \left( \frac{M+m}{K} \right)}_{\text{Order: } 0,25 \text{ M}} \cdot \underbrace{0,3 \cdot 10 \cdot \frac{(3+1)}{36}}_{= 0,25 \text{ M}} = \frac{1}{4}$$

или

$$2) \sin \omega t = \frac{\mu g}{V_0} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}}$$

$$= \frac{0,3 \cdot 10}{1} \cdot \sqrt{\frac{2+1}{36}} = 3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \sin \omega t = \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3}$$

$$t = \frac{\pi}{3} \cdot \omega = \underbrace{\frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}}}_{= 1 \text{ (т.к. } t-\text{макс)}} = \frac{3}{3} \cdot \sqrt{\frac{36}{2+1}} =$$

$$= \frac{2\sqrt{3}}{3} \cdot \epsilon \quad \text{Order: } \frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ c } 1$$

$$3) \text{ Т.к. доска слишком считаем, что брусков скользят все успев } \Rightarrow \text{Всё выше},  
 одна система колеблется \Rightarrow a = -A \omega^2 \sin \omega t = -A \omega^2 = -V_0 \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}} \cdot \sqrt{\frac{K}{M+m}} =$$

$$= \underbrace{-V_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{M+m}}}_{= -1 \cdot \sqrt{\frac{36}{2+1}} = \sqrt{12} = 2\sqrt{3}} \text{ м/с}^2$$

$$\text{Order: } 2\sqrt{3} \text{ м/с}^2$$



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

СТРАНИЦА  
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!

### Задача 2

$$1) \varphi_0 = \frac{P_{\text{пара}}}{P_{\text{н.н.}}(t)} \Rightarrow P_{\text{пара}} = \underbrace{\varphi_0 \cdot P_{\text{н.н.}}(t)}_{= \frac{1}{3} \cdot 91} = 30,33 \text{ кПа}$$

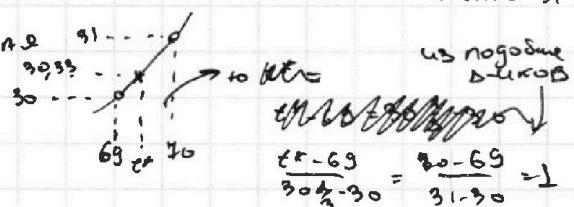
$$\text{Отв.: } 30,33 \text{ кПа}$$

из графика  $\rightarrow P_{\text{н.н.}}(37^\circ\text{C}) = 91 \text{ кПа}$

2) конденсацию пара начинает при  $t^*$  таком, что  $P_{\text{пара}} = P_{\text{н.н.}}(t^*)$

из графика явно видно, что при  $t^* = 69^\circ\text{C}$   $P_{\text{н.н.}} = 30 \text{ кПа}$ , а при  $t^* = 40^\circ\text{C}$   $P_{\text{н.н.}} = 31 \text{ кПа}$

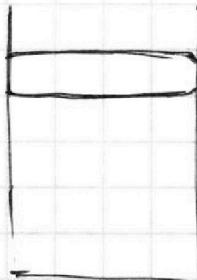
т.к. на малом отрезке график это прямая



$$\Rightarrow t^* = \frac{1}{3} + 69 = 69 \frac{1}{3}^\circ\text{C}$$

$$\text{Отв.: } 69 \frac{1}{3}^\circ\text{C}$$

3)



тк поршень с обр. стороны открыт в атмосферу

$$P = \text{const} > P_0$$

таким образом в сосуде есть открытие в атмосферу

пар

в начале

$$P_1 = 30,33 \text{ кПа}$$

предыдущее  
затем паро

в

конце:

$$P_2 = 5 \text{ кПа}$$

(из  
графика)

тк парообраз

конденсировав

$\rightarrow$  сю прощеобраз  
будет начинаться

$$P_B = P_0 - P_1 = \frac{\Delta RT_1}{V_0} - \text{ущес} \text{ М-К}$$

$$P_B = P_0 - P_2 = \frac{\Delta RT_2}{V}$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{\Delta RT_1}{P_0 - P_1}$$

$$V = \frac{\Delta RT_2}{P_0 - P_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{\Delta RT_2}{P_0 - P_2} \cdot \frac{P_0 - P_1}{\Delta RT_1} = \frac{T_2(P_0 - P_1)}{T_1(P_0 - P_2)} \Big| = \frac{306 \text{ К}}{340 \text{ К}} \cdot \frac{305 - \frac{91}{3}}{285 - 5} = \frac{2856}{4625} \Big|$$

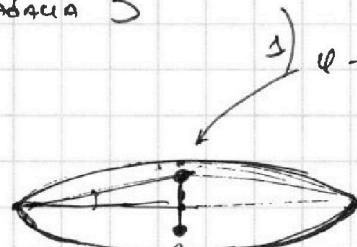


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 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!

Задача 3



3)  $\varphi$  - потенциал на оси  
окружности  
 $\Rightarrow \exists \varphi$  весь зарядов окр вдоль той же

$$\Delta \varphi = \frac{\Delta Q}{\pi R^2 L^2}$$

\*  $\min V \Rightarrow$  при погните в диску?

3С1:

$$\left(0 - \frac{m v^2}{2}\right) + (E_{n2} - E_{n1}) = 0$$

при  $v = (\frac{3}{2} u)$

3С2:

~~$$\frac{m v^2}{2} + (E_{n2} - E_{n1}) = 0$$~~

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{m (\frac{3}{2} u)^2}{2} + (E_{n2} - E_{n1}) = 0$$

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{9 m u^2}{8} + \frac{m u^2}{2} = 0$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{5}{8} m u^2 | \cdot 2/m \Rightarrow v^2 = \frac{5}{4} u^2$$

$$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{5}}{2} u$$

Ответ:  $\frac{\sqrt{5}}{2} u$

3)  $V_{\text{max}} = \frac{\sqrt{3}}{2} u$  - ~~наименьшее~~  $\min$  т.к. в дальнейшем  
диск разогрев гипотеза

$$\Rightarrow \text{коэф-тн } V_{\text{max}} = \frac{3}{2} u$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} u / \frac{\sqrt{5}}{2} u = \frac{3}{\sqrt{5}} u \Rightarrow \frac{3\sqrt{5}}{5}$$

Ответ:  $\frac{3\sqrt{5}}{5}$



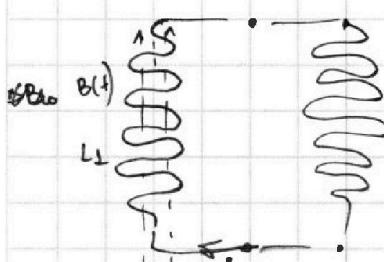
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

## Saga 4



1) З-и Оно & З-и ЗМ-Фарадеи:

$$\epsilon_{\text{aug}} + \epsilon_{\text{err1}} - \epsilon_{\text{err2}} = 0$$

$$2 \quad \frac{d\Phi}{dt} = L \left( \frac{dI}{dt} + \frac{dI_2}{dt} \right) = 0 \quad | \text{ at } t=0$$

Сторонами,  $\delta\Phi = (L - \delta L) \cdot \delta I$  | $\delta$  no screen  
 вторая компонента  $\nabla S_1(B_k - B_d) = -2L \cdot (I_k - I_d)$   
 изменилась на  $I_d$

$$-B \cdot n \cdot S_3 = -2L \cdot I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{B n S_3}{2L}$$

$$2) \quad \Delta \Phi = (L - S) \cdot \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$\text{Bsp: } \sin(\omega B) = 0.1 \cdot \frac{\Delta q}{\Delta z} \quad | \quad \Rightarrow \quad \sin^{-1} \left( 0.1 \cdot \frac{\Delta q}{\Delta z} \right)$$

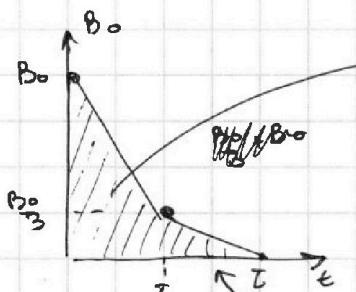
$$S_3 \cdot n \cdot \Delta B = -2L \cdot \frac{\Delta g}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

получают под графиком

$$S_2 \cdot n \Delta B \cdot \Delta t = -2L \cdot \Delta q \quad | \cancel{S_2}$$

$$S_{1,n} \sum \Delta B \Delta t = 2L(q_k - q_u) / \text{magnetic field}$$

11 11 Площадь  $\geq 0$   
90 0  $\therefore$  отсечки 3Н



$$-\frac{S_1 \cdot n \cdot \sum p B_{\Delta t}}{2L} = q_o$$

$$\frac{S_3 \cdot h \cdot \frac{\pi}{12} \cdot T \cdot p_0}{21} = q$$

$$q_0 = \frac{1}{24} \cdot \frac{S \cdot n \cdot z \cdot B_0}{L}$$

$$\left( \frac{B_0}{3} + B_0 \right) \cdot \frac{T}{2} = \frac{\tau B_0}{3}$$



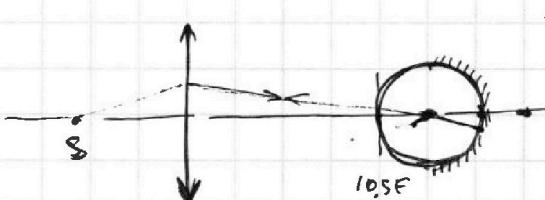
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

### Задача 5



1) Преломление в сине

ФЛ:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1/f - 1}{1,5f} = \frac{0,1}{1,5f}$$

$$\Rightarrow b = 11f$$

$\Rightarrow$  УК Все зависимости от показателя преломления

шара лучи длины вернутые в точку S они должны пройти  
~~также путь по которому прошли (так как не преломляясь).~~

$\Rightarrow$  лучи проходят через зеркало шара

по тому же пути по которому пришли и те лучи пропадающие через  
центр шара не преломляются то они идеально подходит

$\Rightarrow$  6 симметрии с зеркалом шара (потом лучи отражены в зеркале

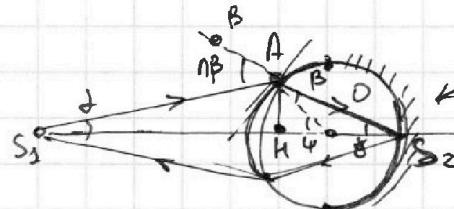
лишь так же не преломляясь и попадут в S

$$\Rightarrow R = f - 10,5f = 0,5f$$

Ответ:  $0,5f$

2)  $S_1$  - рефлексы

$\Rightarrow f = 11f$  от линзы (справа)



из-за того что лучи  
они прошли  
тем же путем  $\Rightarrow$  изображение  
от преломления на сфере  
получилось и попадёт в дальнем  
небесном свете

$$\angle AS_1H = \alpha; \angle ASO = \beta; \angle AOH = \gamma; \angle SAO = \delta$$

$$\angle BAS_1 = n\beta$$

теорема о внешнем  $\Rightarrow \triangle AOS : \beta + \delta = \gamma$   $\text{ln } \beta$

чтобы выразить где

$$\triangle AS_1 : \gamma + \delta = n\beta$$

$\ominus$

$$\alpha + \gamma = (n-1)\beta$$

$\frac{\alpha}{AS_1} \frac{\gamma}{AS_1} \frac{\beta}{RS}$  (тогда же)

$$\Rightarrow \frac{\alpha}{AS_1} + \frac{\gamma}{RS} = \frac{n-1}{R}$$

$$b + l = f - \frac{R}{2}$$

$$\frac{1}{S_1} + \frac{1}{RS} = \frac{n}{f} + \frac{1}{0,5f}$$

$$\frac{1}{S_1} = \frac{3n}{10f} \Rightarrow n = \frac{11}{15}$$

Ответ:  $\frac{11}{15}$



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.

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**.

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.

1

2

3

4

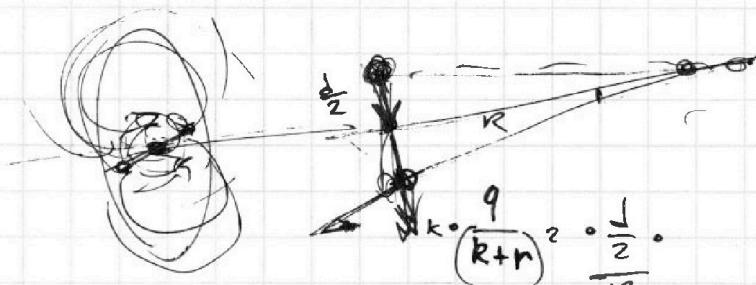
5

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!



$$k \cdot \frac{q}{(k+r)^2} \cdot \frac{1}{R}$$

1

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_0 - P_1}{P_0 - P_2} = \frac{10S - 91}{100 - S} = \frac{3D6}{370}$$

3  
56.  
56  
760  
856

$$\frac{224}{100} = \frac{102}{370} = \frac{794 - 51}{14985}$$

41  
185  
183  
925  
370  
4625



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

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

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

$R_x - F_{rp} =$   
 $K_r = (m + M) \cdot a$   
 $\mu mg = \frac{R_x}{m}$

$\frac{3 \cdot 3}{36} > \frac{9}{36}$

$$Y_0 = \frac{1}{B} \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{B} = \frac{2}{R}$$

The figure shows a beam of length  $L$  under a central load  $P$ . The beam is supported by two springs with stiffnesses  $k_1$  and  $k_2$ , which are attached to a rigid frame. The beam's deflection is denoted by  $\delta$ . A free body diagram indicates the reaction forces at the supports. Below the beam, several deflection curves are shown, representing different modes of vibration. The equation  $\frac{F \delta}{L} + \frac{\delta}{c} = \frac{\delta}{k}$  is written, where  $F$  is the total force,  $c$  is the center of gravity, and  $k$  is the equivalent spring constant.

$$\frac{0,1}{1,1F^2} = \frac{0,1}{F^2} \quad \frac{\partial P}{\partial F} + 2c_{m2} = 2c_{m1} 2$$

$\frac{1}{843}$

$$(p+\gamma) = n\beta$$

$$\delta + \beta = \gamma \Rightarrow \beta = \delta - \gamma \quad p + \gamma = n\delta - n\gamma$$

$$3 + \frac{2}{R} \cdot \sin \beta = 5.6$$

$$\frac{306}{340} \cdot \frac{224}{100} = \frac{1}{a} + \frac{n}{R} = \frac{n-1}{+R}$$

$$\frac{306}{340} \cdot \frac{224}{100} = \frac{2(n-1)}{R} = \frac{346}{224} \cdot \frac{19}{8}$$

$$\frac{306}{340} \cdot \frac{224}{100} = \frac{2(n-1)}{R} = \frac{346}{224} \cdot \frac{19}{8} = 0.07$$

$$\begin{array}{r}
 42 \\
 \times 165 \\
 \hline
 252 \\
 165 \\
 \hline
 7025
 \end{array}$$

$$24 \overline{)137}$$

37

25-185

$$774 \cdot 8 = 600$$

$$\frac{229}{400} \cdot \frac{162}{340}$$

$$\frac{96}{20} \frac{51}{185}$$

25-185

25-1