

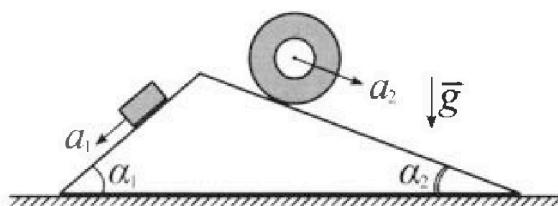


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**
Вариант 11-01



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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзываания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

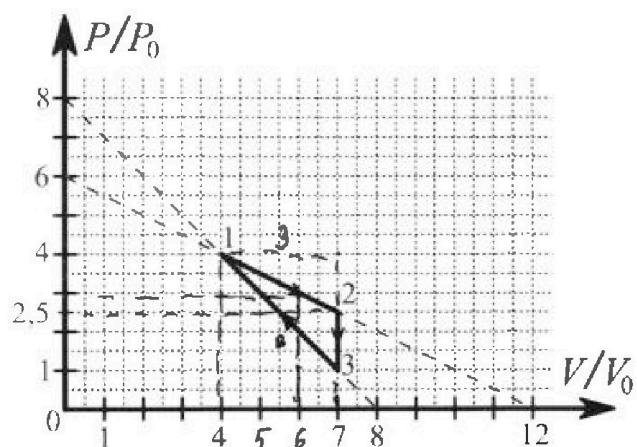


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

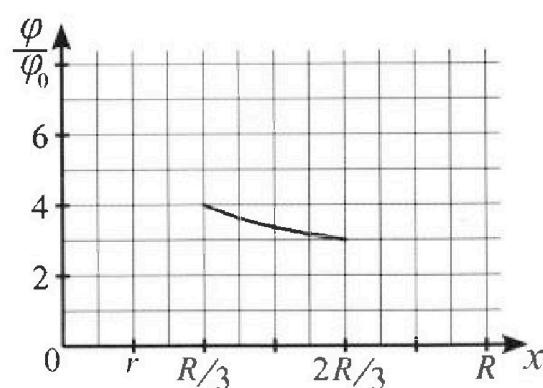
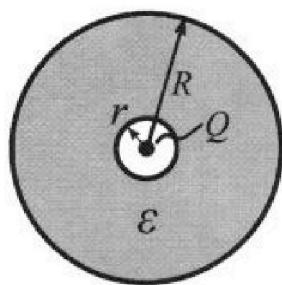
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



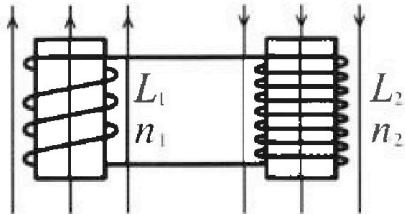
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



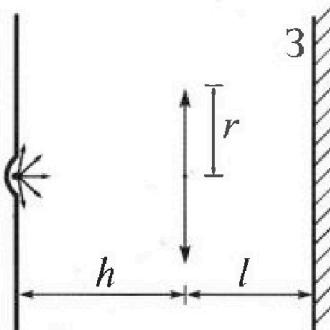
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha$ ($\alpha > 0$), а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

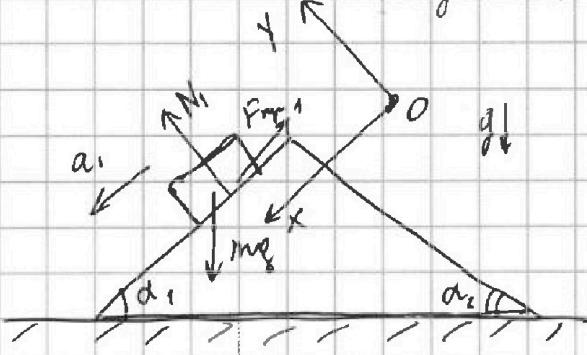
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 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!

Задача №1



1) Рассмотрим только
одинокое тело с массой m

ДДО 2 ЗИ:

$$X: -F_{mp1} + mg \sin \alpha_1 = ma_1$$

$$Y: [N_1 = mg \cos \alpha_1]$$

Решение №1:

$$F_{mp1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1 =$$

$$= mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5g}{13} = m \left(\frac{39}{65} - \frac{25}{65} \right) =$$

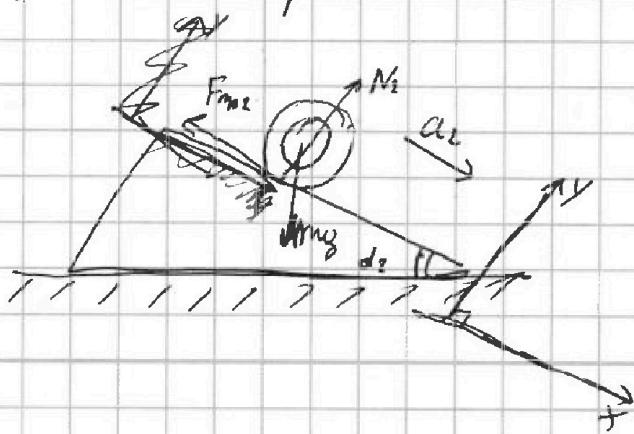
~~$$\cancel{mg(\frac{39}{65} - \frac{25}{65})} = \cancel{mg(\frac{24}{65})} =$$~~

$$= mg \left(\frac{39}{65} - \frac{25}{65} \right) = mg \cdot \frac{14}{65}$$

~~$$F_{mp1} = \frac{14}{65} mg$$~~

$$\boxed{F_{mp1} = \frac{14}{65} mg}$$

2) Рассмотрим только цилиндр с массой $4m$



ДДО 2 ЗИ:

$$Y: [N_2 = 4mg \cos \alpha_2]$$

$$X: -F_{mp2} + 4mg \sin \alpha_2 = 4ma_2$$

$$F_{mp2} = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2$$



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
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!

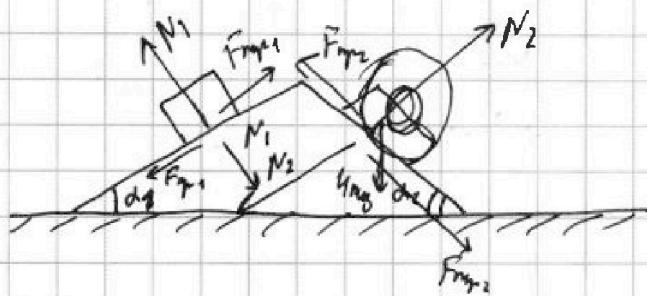
$$F_{\text{нр},2} = 4mg \sin d_2 - 4mg \cdot \frac{5}{24} = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = \\ = 4mg \left(\frac{120 - 65}{312} \right) = 4mg \cdot \frac{55}{312} = \frac{55}{78} mg$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ + 75 \\ \hline 96 \\ - 72 \\ \hline 24 \\ - 24 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11219 \\ - 2878 \\ \hline 8341 \end{array}$$

$$F_{\text{нр},2} = \frac{55}{78} mg$$

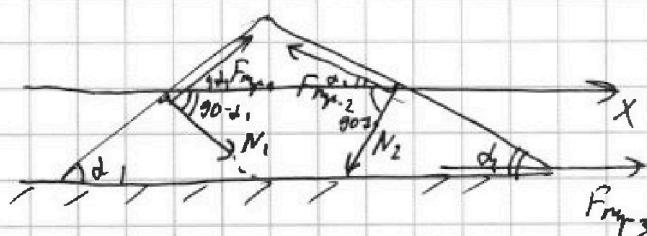
3) Рассмотрим колесо



На колесо действуют силы реакции и тяжести от тела на колесо.

Сделаем рисунок колеса без тела на колесо, но с действующими от тела силами.

Колесо на колесо действует сила тяжести от стены



ДО 2 ЗМ!

$$x: F_{\text{нр},3} - N_2 \cos(90 - d_1) - \\ - F_{\text{нр},2} \cos d_1 + F_{\text{нр},1} \cos d_1 + \\ + N_1 \cos(90 - d_1) = 0$$

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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!

$$N_1 = mg \cos d_1$$

$$N_2 = mg \cos d_2$$

$$\begin{array}{r} 19 \\ 12 \\ 36 \\ \hline 13 \\ 156 \end{array} \quad \begin{array}{r} 55 \\ 12 \\ 110 \\ \hline 55 \\ 660 \end{array}$$

$$F_{\text{нр}3} = mg \cos d_2 \sin d_2 + F_{\text{нр}2} \cos d_2 - F_{\text{нр}1} \cos d_1 \neq -mg \cos d_1 \sin d_1$$

$$F_{\text{нр}3} = mg \cdot \frac{60}{169} + \frac{55}{78} mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{16}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{12}{25} =$$

$$= mg \left(\frac{60}{169} + \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} - \frac{12}{25} \right) = mg \left(\frac{60}{169} + \frac{55 \cdot 12}{78 \cdot 13} - \frac{56}{13 \cdot 5^2} - \frac{156}{13 \cdot 5^2} \right)$$

$$= mg \left(\frac{60}{13^2} + \frac{660}{13^2 \cdot 6} - \frac{212}{13 \cdot 5^2} \right) = mg \left(\frac{360 + 660}{13^2 \cdot 6} - \frac{212}{13 \cdot 5^2} \right) = mg \left(\frac{190}{13^2} - \frac{212}{13 \cdot 5^2} \right)$$

$$= mg \left(\frac{170 \cdot 25}{13^2 \cdot 5^2} - \frac{212 \cdot 13}{13^2 \cdot 5^2} \right) = \left(\frac{4250 - 2786}{13^2 \cdot 5^2} \right) mg = \left(\frac{1464}{13^2 \cdot 5^2} \right) mg = \frac{1464}{4225} mg$$

$$\begin{array}{r} 170 \\ 125 \\ \hline 185 \\ 34 \\ \hline 4250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 212 \\ 13 \\ \hline 636 \\ 212 \\ \hline 2786 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 610 \\ 4250 \\ \hline 1786 \\ 1464 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1464 \\ 13 \\ \hline 16 \\ 13 \\ \hline 34 \\ 34 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ 125 \\ \hline 895 \\ 333 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$F_{\text{нр}3} = \frac{1464}{4225} mg$$

$$\text{Ответ: 1)} F_{\text{нр}1} = \frac{16}{65} mg$$

$$2) F_{\text{нр}2} = \frac{55}{78} mg$$

$$3) F_{\text{нр}3} = \frac{1464}{4225} mg$$

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
1 ИЗ 1

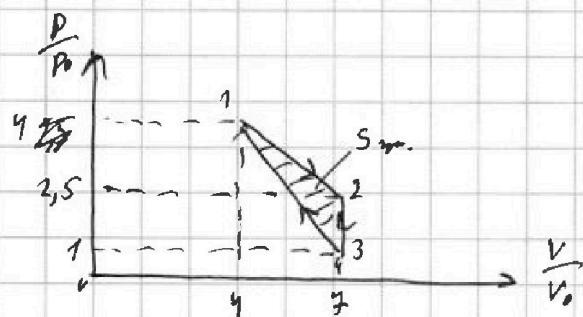
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №2

Кон-бо маленький газ в камере может временно находиться вспомогательным \rightarrow сплаведица формула Капиларона - Ченделева.

$$pV = JRT$$

1) Задача газа за что это процесс вну-
ри цилиндра $S_{\text{ш}}$



$$\begin{aligned} A_{\Sigma} = +S_{\text{ш}} &= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} \right) (3 \frac{V_0}{V_0}) - \\ &= \cancel{\frac{9}{4} \frac{p_0 V}{p_0 V_0}} \quad \frac{9}{4} p_0 V_0 \end{aligned}$$

Посчитаем приращение внутренней энергии
газа в процессе 2-3:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{3}{2} J R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta(pV) = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} (7V_0 p_0 - 7p_0 V_0 \cdot 2.5) = \\ &= -\frac{3}{2} (7p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}) = -\frac{9}{4} \cdot 7p_0 V_0 = \cancel{4} \end{aligned}$$

$$\frac{|\Delta U|}{A_{\Sigma}} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 7p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = 7$$

$$\boxed{\frac{|\Delta U|}{A_{\Sigma}} = 7}$$

2) Процессы 1-2 - прямая с отрицательными накло-
мами: задаётся формула $V = V_0 k \varepsilon + b$

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
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!

Выведем зависимость

$$\begin{aligned} 4V_0 &= kV_0 + b \\ 2,5V_0 &= kV_0 + b \end{aligned}$$

$$1,5V_0 = -2k$$

$$V = kp + b$$

$$\begin{aligned} 4V_0 &= kp_0 + b \\ 2,5V_0 &= kp_0 + b \end{aligned}$$

$$1,5V_0 = -3kp_0$$

$$k = -\frac{1}{2}\frac{V_0}{p_0}$$

$$4V_0 = -\frac{1}{2}\frac{V_0}{p_0} \cdot 4p_0 + b$$

$$4V_0 = -2V_0 + b$$

$$b = 6V_0$$

$$V = -\frac{1}{2}\frac{V_0}{p_0}p + 6V_0$$

для линии можем заметить

$$pV = \text{const}$$

$$-\frac{1}{2}\frac{V_0}{p_0}p^2 + 6V_0p = \text{const}$$

находит максимум
этой функции

$$\left(-\frac{1}{2}\frac{V_0}{p_0}p^2 + 6V_0p\right)' = \text{const}'$$

$$-\frac{V_0}{p_0}p + 6V_0 = 0$$

$$6V_0 = \frac{V_0}{p_0}p$$

$$\frac{p}{p_0} = 6$$

$p = 6p_0$ значит при максимуме давления в этом произошел максимальная температура

$$pV = JR T$$

$$T = \frac{pV}{JR}$$



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
3 ИЗ 7

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!

$$4V_0 = k \cdot 4p_0 + b$$

$$-3V_0 = k \cdot 1,5p_0$$

$$7V_0 = k \cdot 2,5p_0 + b$$

$$k = -2 \frac{V_0}{p_0}$$

$$4V_0 = -2 \frac{V_0}{p_0} 4p_0 + b$$

$$4V_0 = -8V_0 + b \quad b = 12V_0$$

$$pV = \text{const}$$

$$V_2 = -2 \frac{V_0}{p_0} p + 12V_0$$

$$p \left(-2 \frac{V_0}{p_0} p + 12V_0 \right) = -2 \frac{V_0}{p_0} p^2 + 12V_0 p$$

$$\left(-2 \frac{V_0}{p_0} p^2 + 12V_0 p \right)' = \cancel{\left(\text{const} \right)' 0}$$

$$-4 \frac{V_0}{p_0} p + 12V_0 = 0$$

$$4 \frac{V_0}{p_0} p = 12V_0$$

$$\frac{V_0}{p_0} p = 3V_0$$

$$\frac{p}{p_0} = 3 \quad p = p_0 \cdot 3$$

и т.к. $pV = \text{const}$, то при максимальном значении pV будет максимальная температура.

$\Rightarrow T_{\max}$ будет при $p = 3p_0$

$$T = \frac{pV}{JR}$$

$$T_{\max} = \frac{18p_0V_0}{JR}$$

$$T_1 = \frac{16p_0V_0}{JR}$$

$$\frac{T_{1-2 \max}}{T_1} = \frac{18p_0V_0}{16p_0V_0} = \frac{9}{8}$$

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!

$$3) \eta = \frac{A\varepsilon}{Qn}$$

зат направляем в процесс 1-2 до T_{1-2} max и

в процессе 3-1 до T_{3-1} max

Найдём зависимости 2 граней (процесс 3-1)

$$V = kp + b$$

$$\begin{aligned} \eta V_0 &= k p_0 + b \\ -3k &= 3k p_0 \\ 7V_0 &= k p_0 + b \end{aligned}$$

$$k = -\frac{V_0}{p_0}$$

$$4V_0 = -4 \frac{V_0}{p_0} p_0 + b$$

$$b = 8V_0$$

$$V = -\frac{V_0}{p_0} P + 8V_0$$

$$pV = p \left(-\frac{V_0}{p_0} P + 8V_0 \right) = -\frac{V_0}{p_0} P^2 + 8V_0 p = \text{const}$$

$$\left(-\frac{V_0}{p_0} P^2 + 8V_0 p \right)' = 0$$

$$-2 \frac{V_0}{p_0} P + 8V_0 = 0 \quad +2 \frac{V_0}{p_0} P = 8V_0$$

$$\frac{P}{p_0} = 4 \quad P = 4p_0$$

- значит максимум температура в процессе 1-3 был достигнут ~~в~~ при давлении $P = 4p_0$

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.

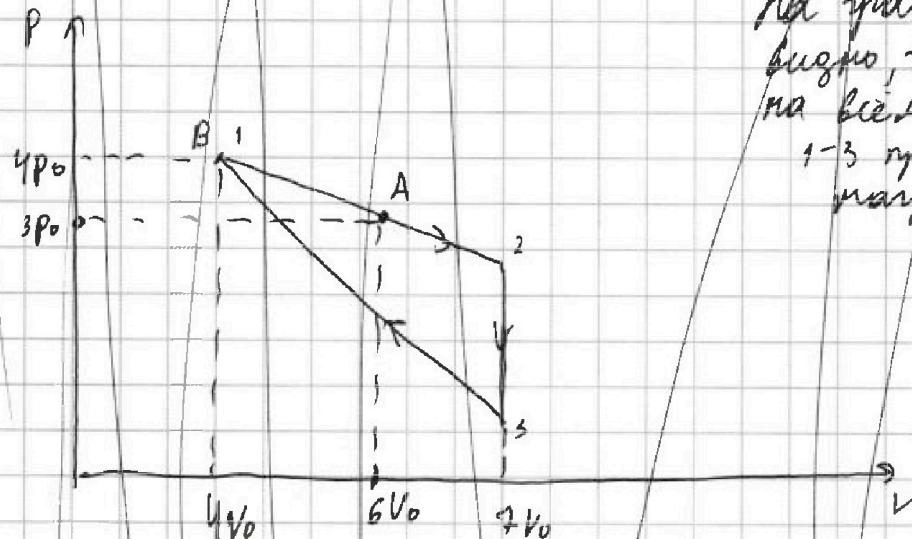


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
5 из 7

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!

До угадину находим ΔQ



На угадине видно, что на весь процесс 1-3 происходит нагрев

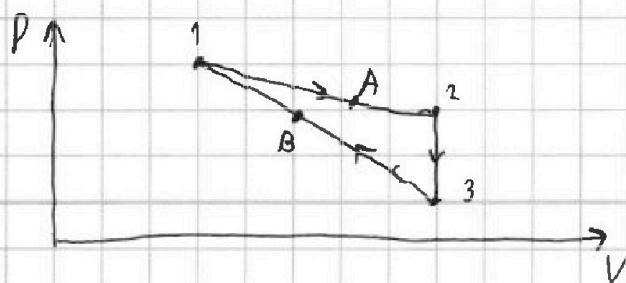
$$\Delta Q = Q_{1-A} + Q_{31} =$$

$$Q_{1-A} = \frac{3}{2} D(pV) + A_{1-A} = \frac{3}{2} (18p_0V_0 - 16p_0V_0) + 2V_6 + \frac{7p_0}{2} = \\ = \frac{3}{2} \cdot 2p_0V_0 + 2p_0V_0 = 10p_0V_0$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} D(pV) + A_{31}$$

Выразим кол-во теплоты для процесса

1-A (на угадине показан)



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
6 ИЗ 7

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!

$$Q_{1-A} = \frac{3}{2} D(pV) + A_{1-A} = \frac{3}{2} \left(p \left(-2 \frac{p_0}{V_0} P + 12 V_0 \right) + \frac{4p_0 + P}{2} \cdot (V_A - V_0) \right) =$$

$$= -3 \frac{V_0}{p_0} P^2 + 16 p_0 V_0 + \left(2p_0 + \frac{P}{2} \right) \left(-2 \frac{V_0}{p_0} P + 12 V_0 \right) = 24 p_0 V_0$$

$$= -\frac{3}{p_0} P^2 + 16 p_0 V_0 + -4V_0 p - \frac{V_0}{p_0} P^2 + 24 p_0 V_0 + 6 p_0 V_0 =$$

$$= -4 \frac{V_0}{p_0} P^2 + 18 p_0 V_0$$

Найдем максимальную работу

$$-8 \frac{V_0}{p_0} P + 18 V_0 = 0$$

$$8 \frac{V_0}{p_0} P = 18 V_0 \quad P = \frac{9}{4} p_0$$

$$Q_{1-A} = -4 \cdot \frac{V_0}{p_0} \cdot \frac{81}{16} p_0^2 + 18 \cdot \frac{9}{4} p_0 V_0 + 24 p_0 V_0 = -\frac{81}{4} p_0 V_0 + 82 p_0 V_0 =$$

$$= 142 p_0 V_0 - 20,25 p_0 V_0 = 121,75 p_0 V_0 \quad \text{2} Q_{1-A} \text{ оказалось в промежуточном } B$$

$$Q_{1-A} = 20,25 p_0 V_0 + 40,5 p_0 V_0 = 60,75 p_0 V_0$$

Q_{3-B} - Возвращение в промежуточке 3-1

$$Q_{3-B} = \frac{3}{2} (DpV) + A_{3-B} = \frac{3}{2} \left(p \left(-\frac{V_0}{p_0} P + 8 V_0 \right) - 7 p_0 V_0 \right) = -\frac{P + p_0}{2} \cdot$$

$$\cdot (7 V_0 - V) = -\frac{3}{2} \frac{V_0}{p_0} P^2 + 12 p_0 V_0 - 10,5 p_0 V_0 - \left(\frac{P}{2} + \frac{p_0}{2} \right) \left(7 V_0 + \frac{V_0}{p_0} P - 8 V_0 \right)$$

$$= -\frac{3}{2} \frac{V_0}{p_0} P^2 + 12 p_0 V_0 - 10,5 p_0 V_0 - \left(37,5 - \frac{P V_0}{2} + \frac{1}{2} \frac{V_0}{p_0} P^2 + -\frac{p_0 V_0}{2} + \frac{p_0 V_0}{2} \right) =$$

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
7 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!

$$= -2 \frac{V_0}{p_0 P}^2 + 12 p_0 V_0 - 16 p_0 V_0$$

Найдем максимум кол-ва теплоты на эжекционном устройстве

$$-4 \frac{V_0}{p_0 P} + 12 V_0 = 0$$

$$\frac{V_0}{p_0 P} = 3$$

$$p = 3 p_0$$

$$Q_{3-5} = -2 \frac{V_0}{p_0} \cdot 9 p_0^2 + 12 \cdot 3 p_0 V_0 = 36 p_0 V_0 - 18 p_0 V_0 = 18 p_0 V_0$$

$$Q_H = Q_{2-3} + Q_{1-A} = 18 p_0 V_0 + 20,25 p_0 V_0 = 38,25 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_\varepsilon}{Q_H} = \frac{2,25 p_0 V_0}{38,25 p_0 V_0} = \frac{9}{153}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{100\%}{A_\varepsilon} = 7$$

$$2) \frac{T_{1-2 \text{ макс}}}{T_1} = \frac{9}{8}$$

$$3) \eta = \frac{9}{153}$$



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.

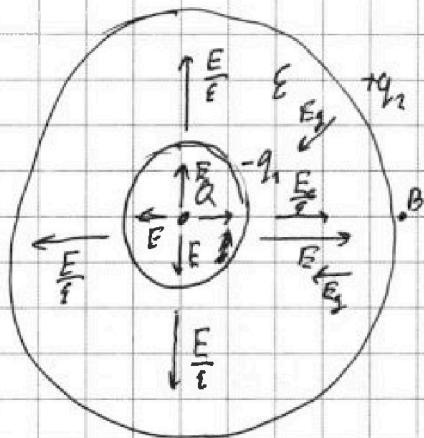
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
1 из 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!

Задача №3

Помечены минимум две напряженности полей.



Напряженность внутри шара выражается по формуле

$$E_{\text{ш}} = \frac{E}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon R^2}$$

Потенциал на краю сферы диаметрической (в внутренней сфере и в зоне внешней сферы) в точке B.

$$\varphi_B = \frac{kQ}{R}$$

1) Вычислим потенциал на расстоянии $x = \frac{R}{4}$ от центра сферы

$\varphi = Ed$ т.к. $x = \frac{R}{4}$ находится в зоне диаметрической, то

$$E = E_{\text{ш}} = \frac{kQ}{x^2 \epsilon}$$

$$\varphi_x = \frac{kQ}{x^2 \epsilon} \cdot x = \frac{kQ}{x \epsilon} = \frac{4kQ}{R \epsilon}$$

$$\boxed{\varphi_x = \frac{4kQ}{R \epsilon}}$$

значение при

$$\frac{R}{4} > r$$

при

$$R < r$$

$$\varphi_x = \frac{4kQ}{R}$$

2) Потянуть до границы ϵ



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
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!

м-ж. все зазаряженные находятся в диполеметрии
но вспомним принципиальную схему

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon E}$$

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \varphi_0 \left(\frac{3kQ}{RE} \right)$$

$$\varphi_{\frac{2R}{3}} = \left(\frac{3kQ}{2RE} \right) \varphi_0$$

$$\frac{\varphi_{\frac{R}{3}}}{\varphi_0} = q \rightarrow \frac{3kQ}{RE} = q$$

$$\frac{\varphi_{\frac{2R}{3}}}{\varphi_0} = 3 - \frac{3kQ}{2RE} = 3$$

При этом эти же нужно помнить заряды, находящиеся образовавшиеся на краю диполеметрии

$$\frac{E}{\epsilon} \rightarrow E - E_s$$

$$E_g = E - \frac{E}{\epsilon} = \frac{E(\epsilon-1)}{\epsilon}$$

$$E = kQ \quad \text{здесь } Q - \text{поверхностная} \\ \text{плотность заряда } \left(\frac{q}{S} \right)$$

$$S = \pi R^2 \quad D = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$E_g = \frac{kq}{4\pi\epsilon_0 R^2} \frac{(\epsilon-1)}{\epsilon}$$

$$E_g = \frac{E(\epsilon-1)}{\epsilon} \quad (1)$$

$$E = \frac{kQ}{R^2}$$

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{4kQ}{R} - \frac{4q}{R} + \frac{kq}{R}$$

$$\text{ДДЗ: } q_1 + q_2 = 0$$

$$q_1 = q_2 = -q_2 \rightarrow \text{за сферой}$$

они создают равные потенциалы \Rightarrow за сферой они выходят не внесут

$$|q_1| = |q_2| = q$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте креcтиком 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
3 из 3

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

$$\varphi_{\text{внутр}} = \frac{\varphi_{\text{на границе}}}{\varepsilon}$$

при $r < x < R$:

$$\varphi_x = \frac{kQ}{R} - \frac{kq}{\varepsilon x} + \frac{kq}{R} \Rightarrow$$

~~$\frac{kq(\varepsilon-1)}{x}$~~ из (1)

$$\frac{kq}{x^2} = \frac{KQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon}$$

$$q = \frac{Q(\varepsilon-1)}{\varepsilon}$$

$$\varphi_x = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon^2 x} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R}$$

$$\text{при } x = \frac{R}{4}$$

$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{4kQ}{R} - \frac{4kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon^2 R} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R}$$

$$\text{Ответ: i) } \varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{4kQ}{R} - \frac{4kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon^2 R} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R}$$

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.

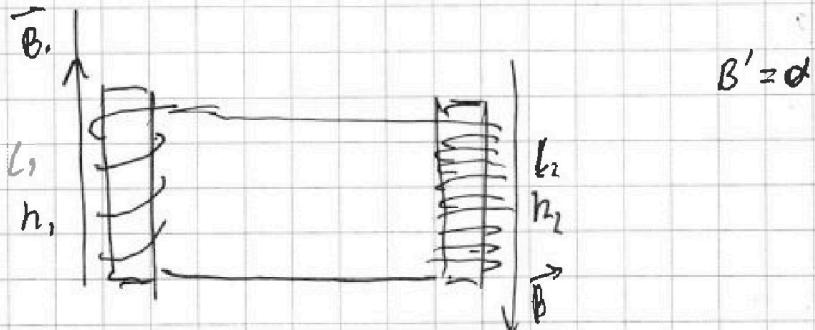


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 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!

Задача №4



В следствии изменения магнитного поля в катушке возникает E_i :

$$E_i = \Phi' n = \Phi n$$

$$= B' S n = d S n$$

$$E_i = B' d S n = d S n$$

и.к. Сумма полей напряжений равна сумме зон, то

$$E_{i1} = U_{K1}, \quad U_K = L \gamma' \quad U_{K1} = q L \gamma' =$$

$$d S n = q L \gamma'$$

$$\boxed{\gamma' = \frac{d S n}{q L}}$$

2) Найдем сопро E_i в катушке

$$E_{i1} = \Phi'_1 n_1 = \frac{\partial B_1}{\partial t} S n_1,$$

$$E_{i2} = \Phi'_2 n_2 = \frac{\partial B_2}{\partial t} S n_2$$

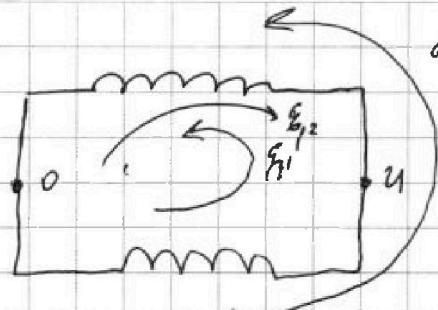


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



на катушках всегда симметричные напряжения и токи образуют пары.

~~Изображение~~ ~~Изображение~~ ~~Изображение~~

Сумма подсчитанных напряжений равна суммарному

$$E_{i_1} + E_{i_2} = \cancel{U_{k_1}} + \cancel{U_{k_2}}$$

при любых возможных полях обе катушки представляют его ~~в~~ симметричными по току временно. Следовательно, токи убывают, то напротивоположны в пограничные структуры, то:

$$E_{i_1} - E_{i_2} = U_{k_1} + U_{k_2}$$

$$\frac{\partial B_1}{\partial t} S_{n_1} - \frac{\partial B_2}{\partial t} S_{n_2} = L' + qL' \quad | \cdot 0 +$$

$$\partial B_1 S_{n_1} - \partial B_2 S_{n_2} = 5L \quad (*)$$

Дорассчитываем (*):

$$\sum \partial B_i S_{n_i} - \sum \partial B_j S_{n_j} = 5L \quad ?$$

$$S_{n_1} \sum \partial B_i - S_{n_2} \sum \partial B_j = 5L \quad ?$$

$$S_{n_1} \left(\frac{B_0}{2} - B_0 \right) - S_{n_2} \left(\frac{2}{3} B_0 - 2 B_0 \right) = 5L \quad ?$$



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
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!

$$-\frac{S_n B_0}{2} + 2S_n \cdot \frac{4}{3} B_0 = 5LJ$$

$$\frac{8}{3} B_0 S_n h - \frac{B_0 S_n}{2} = 5LJ$$

$$\frac{16}{6} B_0 S_n h - \frac{3 B_0 S_n}{6} = 5LJ$$

$$\frac{13}{6} B_0 S_n h = 5LJ \quad y = \frac{13 B_0 S_n}{30L}$$

$$\text{Omlösung: 1) } J' = \frac{\alpha S_n}{4L}$$

$$2) \quad J = \frac{13 B_0 S_n}{30L}$$



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 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!

$$= 7,5 \text{ см}$$

$$R_1 = 7,5 \text{ см}$$

$$R_2 = \frac{(l-F) \cdot \frac{1}{3} \cdot 2}{2F} = \frac{\left(\frac{4F}{3} - F\right) \cdot l}{2F} = \frac{\frac{1}{3}F}{2F} \cdot 3 \text{ см} = 0,5 \text{ см}$$

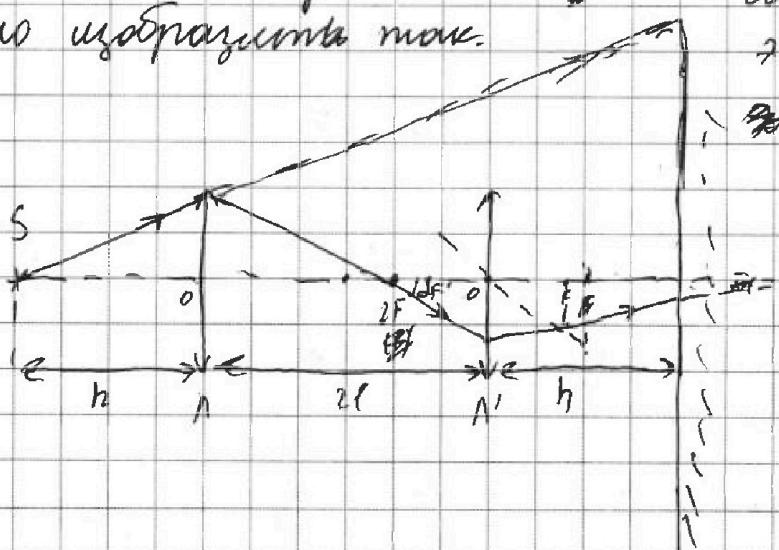
$$R_2 = 0,5 \text{ см}$$

$$\text{Смешанное трение на зеркале} = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi (R_1^2 - R_2^2) =$$

$$= \pi (R_1 - R_2)(R_1 + R_2) = \pi (7 \cdot 8) \text{ см}^2 = 56 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Смешанное трение на зеркале} = 56 \pi \text{ см}^2$$

2) при н. к. зеркало отрывается вдоль всей толщины
одинаково то съезжает доля скользя, потому что система кон-
ечно не изобретает тока.





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!

Найдём угол между в этой системе

У этого в отражении также не ход геометрических
что и у ~~на~~ данной задачи

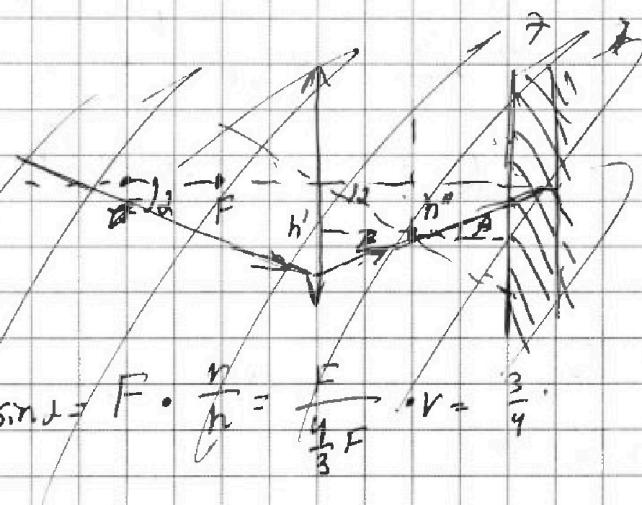
источника света как расстояние $2F$ от F ,
значит луч пойдёт через $2F$ за линзу.

$$2P = \frac{4h}{3} = \frac{8F}{3}$$

Найдём высоту луча относительно ГОЧ h'

$$h' = (2P - 2F) \sin \angle = \frac{2}{3} F \cdot \frac{3\pi}{2F} = 1 \text{ м} \quad (\text{луч опадает за } F \text{ по } N')$$

Найдём расстояние на котором будет луч
от ГОЧ выше того как оно было на рассто-
янии F от линзы (h'')



$$h'' = F \sin \alpha = F \cdot \frac{r}{h} = \frac{F}{\frac{4}{3} F} \cdot r = \frac{3}{4} \cdot r$$

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!

