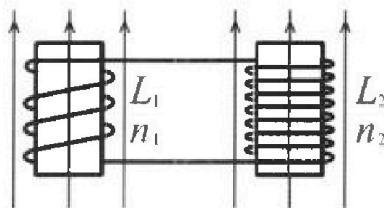


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

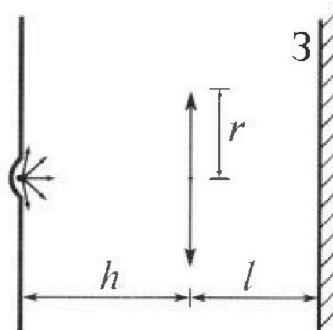
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ 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 уменьшаться 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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.

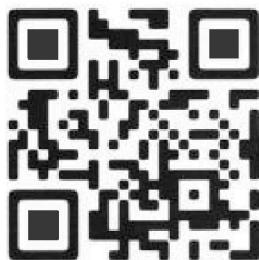
5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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.

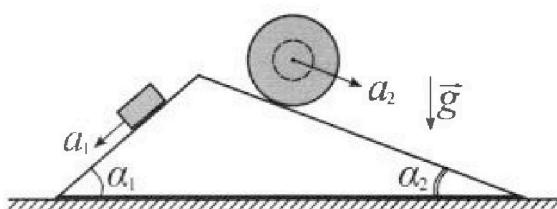
Ответы дайте в [см²] в виде $y\pi$, где y - целое число или простая обыкновенная дробь.

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**
Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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 $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

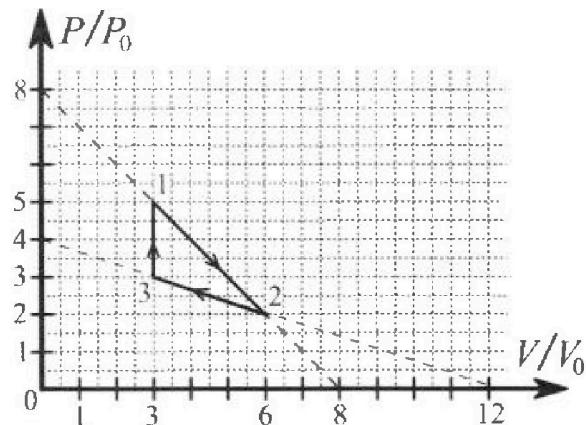


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

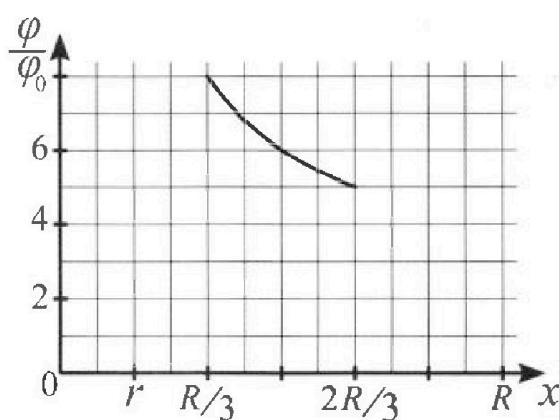
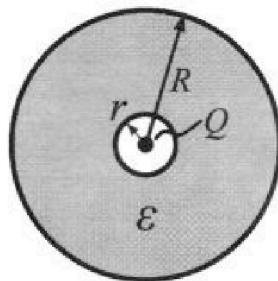
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение 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 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!

$$\frac{64}{17 \cdot 85} mg \cdot \frac{15 \cdot 3}{14} - 5 mg \frac{15 \cdot 8}{14 \cdot 14} + mg \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} = Q F_{T\Gamma 23}$$

$$\frac{64 \cdot 3 - 75 \cdot 8}{17^2} mg + \frac{17 \cdot 4 \cdot 3 - 16 \cdot 4}{25 \cdot 14} = F_{T\Gamma 23}$$

$$- \frac{408}{14 \cdot 14} mg + \frac{140}{25 \cdot 14} mg = F_{T\Gamma 23}$$

$$\left(- \frac{24}{14} + \frac{28}{5 \cdot 14} \right) mg = F_{T\Gamma 23}$$

$$\left(\frac{26 - 24 \cdot 5}{5 \cdot 14} \right) mg = F_{T\Gamma 23}$$

$$- \frac{92}{85} mg = F_{T\Gamma 23}$$

$$\text{Ответ: II } F_{T\Gamma 1} = \frac{16}{85} mg$$

$$\text{II } F_{T\Gamma 2} = \frac{64}{85} mg$$

$$\text{II } F_{T\Gamma 3} = \frac{92}{85} mg.$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 3 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 6 \\ \hline 600 \\ - 192 \\ \hline 408 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 14 \\ \hline 24 \\ + 34 \\ \hline 68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 12 \\ \hline 14 \\ + 17 \\ \hline 204 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 4 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ - 64 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 406 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ + 40 \\ \hline 68 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 140 \\ \times 15 \\ \hline 70 \\ + 14 \\ \hline 210 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 5 \\ \hline 120 \\ + 24 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 92 \\ \times 14 \\ \hline 68 \end{array}$$



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
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!

Задача 1

Дано:

$$a_1 = \frac{4g}{17}, \text{ м}$$

$$a_2 = \frac{8g}{25}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

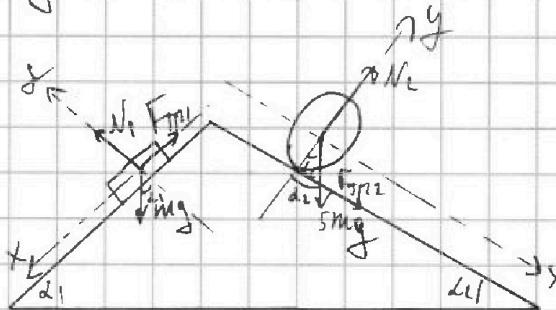
$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$F_{T1} = ?$$

$$F_{T2} = ?$$

$$F_{T3} = ?$$



$$1) mg \sin \alpha_1 - F_{T1} = ma_1; N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$F_{T1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{4}{17} \right) = mg \left(\frac{3 \cdot 17 - 4 \cdot 5}{17 \cdot 5} \right) = mg \left(\frac{51 - 20}{85} \right) = \frac{31}{85} mg$$

$$2) 5mg \sin \alpha_2 + F_{T2} = 5mg a_2; N_2 = 5mg \cos \alpha_2$$

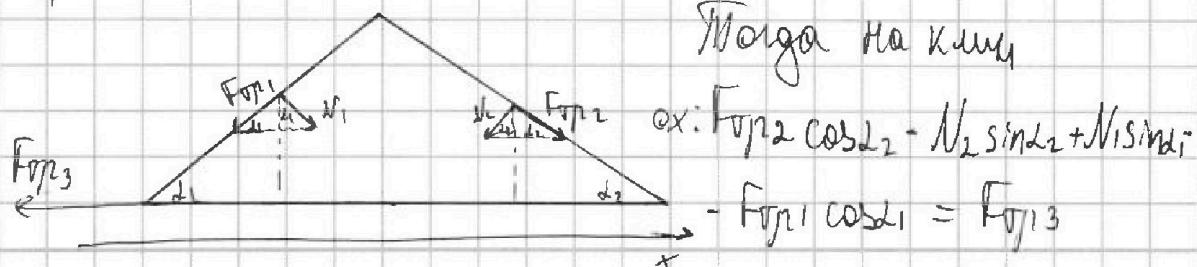
$$F_{T2} = 5mg(a_2 - \sin \alpha_2) =$$

$$= 5mg \left(\frac{8}{25} - \frac{8}{17} \right) = 5mg \cdot 8 \left(\frac{17 - 25}{17 \cdot 25} \right) =$$

$$= 8mg \cdot \frac{-8}{85} = -\frac{64}{85} mg \Rightarrow$$

$\Rightarrow F_{T2}$ в другую
сторону

5)



Многа на камъ

$$\text{от: } F_{T2} \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 =$$

$$- F_{T1} \cos \alpha_1 = F_{T13}$$



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
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!

$$8P_0V - \frac{V^2}{V_0} P_0 = \text{максимальное давление}$$

$$8P_0 - \frac{2V}{V_0} P_0 = 0$$

$$8 - \frac{2V}{V_0} = 0 \Rightarrow V = 4V_0 \Rightarrow P = 4P_0$$

$$\text{Меняется } 2P_0 \cdot 6V_0 = 12PV_2$$

$$4P_0 - 4V_0 = 2R\Gamma_u$$

$$\frac{\Gamma_u}{\Gamma_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

8) В.к. зависит от параметров.

При $Q_{A1} > 0$, а $Q_{A2} < 0$; то есть меняется температура между Γ_1 и Γ_3 .

$$\begin{aligned} Q_{A1} &= \frac{3}{2} \partial K (\Gamma_u - \Gamma_1) + \frac{5P_0 \cdot 5V_0}{2} - \frac{4P_0 \cdot 4V_0}{2} = \\ &= \frac{3}{2} (16P_0V_0 - 12P_0V_0) + \frac{25 - 16}{2} P_0V_0 = \\ &= \left(\frac{3 \cdot 4}{2} + \frac{9}{2} \right) P_0V_0 = \frac{21}{2} P_0V_0. \end{aligned}$$

$$Q_{A3} = \frac{3}{2} \partial K (\Gamma_1 - \Gamma_3) = \frac{3}{2} (15P_0V_0 - 9P_0V_0) = 9P_0V_0$$

Причина для 3-2 изменения знака переменных температур.

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

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

СТРАНИЦА
1 из 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 2

Дано:

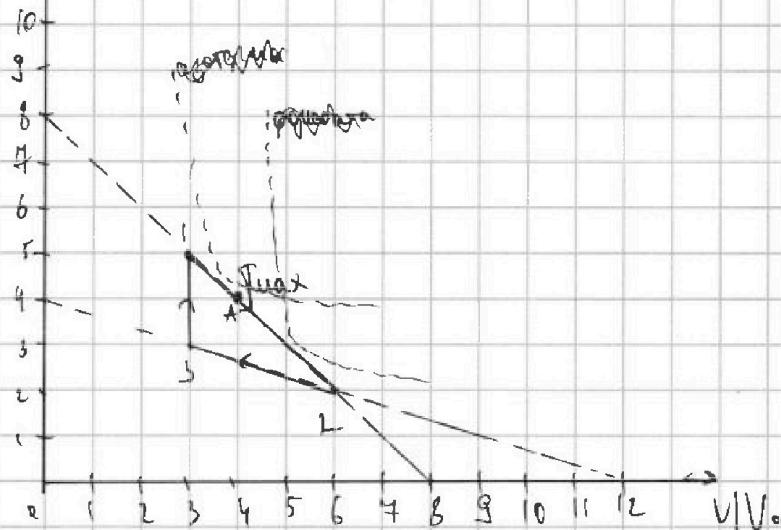
$$P_0 \cdot V_0$$

$$\Delta U_{31} = ?$$

A_g

$$\frac{T_1}{T_2} = ?$$

$$\eta = ?$$



$$1) 5P_0 \cdot 3V_0 = 3kT_1$$

$$2) 2P_0 \cdot 6V_0 = 3kT_2$$

$$3) 3P_0 \cdot 3V_0 = 3kT_3$$

Для 1-3 З (Н первое начало)

$$\partial C_V \Delta T = \frac{3}{2} \partial R \Delta T + 0$$

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \partial R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \partial R \left(\frac{15P_0V_0}{3R} - \frac{9P_0V_0}{3R} \right)$$

$$2) A_g = \frac{3P_0 \cdot 3V_0}{2} - \frac{P_0 \cdot 3V_0}{2} = \frac{9P_0V_0}{2} - \frac{3P_0V_0}{2} = 3P_0V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_{31}}{A_g} = 3$$

δ+ Наш нужно $P \cdot V = \partial kT = \text{ макс}$ $P \cdot V = \text{ макс}$.

$$\text{нужем } \frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0} = 8 \quad P = 8P_0 - \frac{V}{V_0} P_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(8P_0 - \frac{V}{V_0} P_0 \right) \cdot V = \text{ макс}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\partial_2 R \Delta T = \frac{3}{2} \partial R \Delta T + A_f$$

$$\partial_2 R (\bar{T}_u - \bar{T}_1) = \frac{3}{2} \partial R (\bar{T}_u - \bar{T}_1)$$

$$A_f = \frac{15 P_0 V_0}{2} - \frac{P V}{2} = \frac{\partial R \bar{T}_1}{2} - \frac{\partial R \bar{T}_u}{2}$$

$$PV = \partial R \bar{T}_u$$

$$15 P_0 V_0 = \partial R \bar{T}_1$$

$$P = g P_0 - \frac{V_0}{V_0} P_0$$

$$\begin{aligned} dP &= dT \\ dP \cdot V &= dV \cdot P \end{aligned}$$

$$dP = -\frac{P_0}{V_0} dV$$

$$PV = \partial R \bar{T}$$

$$dP \cdot V + V \cdot dP = \partial R \bar{dT}$$

$$dQ = \frac{3}{2} \partial R \bar{dT} + P dV = 0 \text{ - адиабата.}$$

$$\begin{matrix} \frac{3}{2} dV \\ \frac{3}{2} dP \end{matrix}$$

$$\frac{3}{2} dP + P dV = 0.$$

$$\frac{3}{2} dP + \frac{3}{2} dV \cdot P + P dV = 0$$

~~$$\frac{3}{2} dV$$~~

$$\frac{3}{2} dP + \frac{5}{2} P dV = 0$$

$$-\frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} dV \cdot V + \frac{5}{2} dV \left(g P_0 - \frac{V_0}{V_0} P_0 \right) = 0$$

$$-\frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} dV \cdot V + \frac{5}{2} \cdot 8 P_0 dV - \frac{5}{2} \frac{V}{V_0} P_0 dV = 0$$

$$\frac{5}{2} \cdot 8 P_0 dV - \frac{5}{2} \frac{V}{V_0} P_0 dV = 0$$

$$-dP V_0 (20 - 4 \frac{V}{V_0})$$

$$P_0 dV (20 - 4 \frac{V}{V_0}) = 0$$

$$P (20 V_0 - 4 V) = 0$$

$$V = 5 V_0$$



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

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

Дано:
 r, R, Q, ϵ
 $E_H = ?$
 $\epsilon = ?$

Задача 3

$$E = \frac{kQ}{r^2}; E_H = \frac{E}{\epsilon} = \frac{kQ}{R^2}$$

При $R > \frac{R}{6} = r$

$$\begin{aligned} U_T &= \frac{kQ}{r^2} + \frac{kQ}{\epsilon R^2} (R - r) = \\ &= \frac{6kQ}{R} + \frac{\frac{5}{6}kQ}{\epsilon R} = \frac{(36+5)kQ}{6\epsilon R} = \\ &= \frac{41kQ}{6\epsilon R} \end{aligned}$$

$$\text{При } \epsilon = \frac{3R}{4} \Rightarrow U_H = \frac{41kQ}{6\epsilon \cdot \frac{3R}{4}} = \frac{164kQ}{18\epsilon R} = \\ = \frac{82kQ}{9\epsilon R}$$

Ответ

Задача



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

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

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Дано:

$$1) L_1 \dot{I} = N_4 \quad \dot{I} = \frac{-dS}{L}$$

$$L = L_1$$

$$L_2 = 3L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 3n$$

$$\frac{S}{\dot{I}} = ?$$

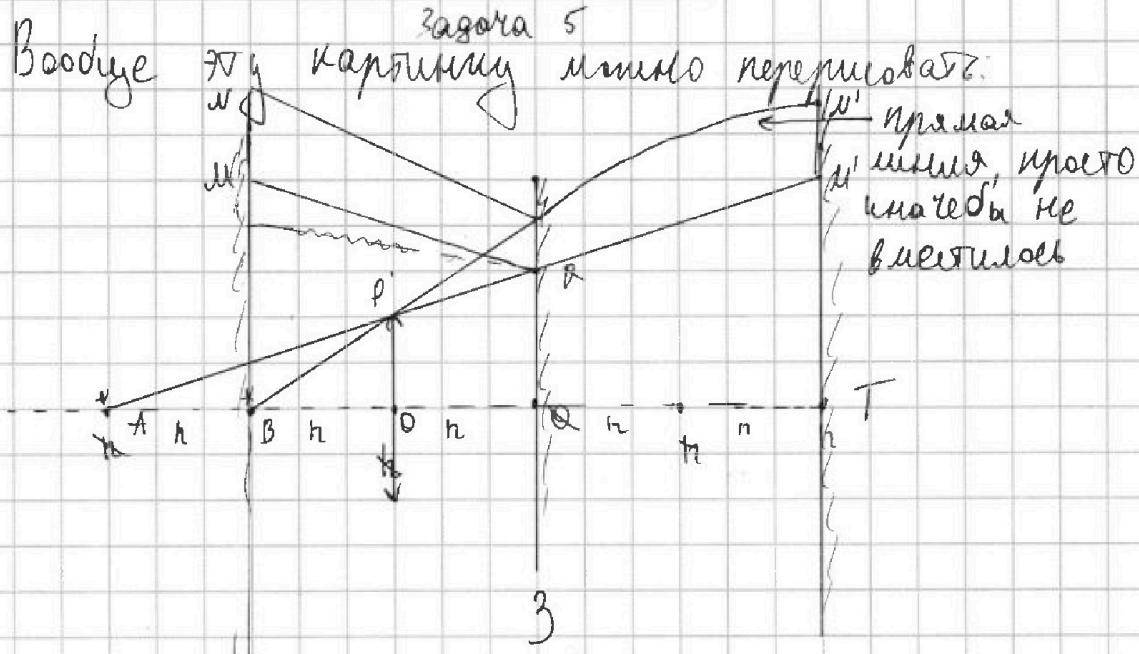


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



При этом то заменим такие подобные фигуры,

$$\triangle BPO \sim \triangle BNT$$

$$\frac{PO}{NT} = \frac{BO}{BT} = \frac{h}{4h} \Rightarrow NT = 4r$$

$$\triangle APO \sim \triangle AM'T$$

$$\frac{PO}{NT} = \frac{AO}{AT} = \frac{2h}{5h} \Rightarrow NT = \frac{5}{2}r$$

$$NT = 4r - \frac{5}{2}r = 8 - 5 = 3 \text{ см} \Rightarrow$$

$$r_{NT} = 1,5 \text{ см} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_{OT} = 2 \cdot \pi r_{NT}^2 = 2 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \pi = 4,5 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_3 = 0,5\pi \text{ см}^2; S_{OT} = 4,5\pi \text{ см}^2$$



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 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
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 5

Дано:

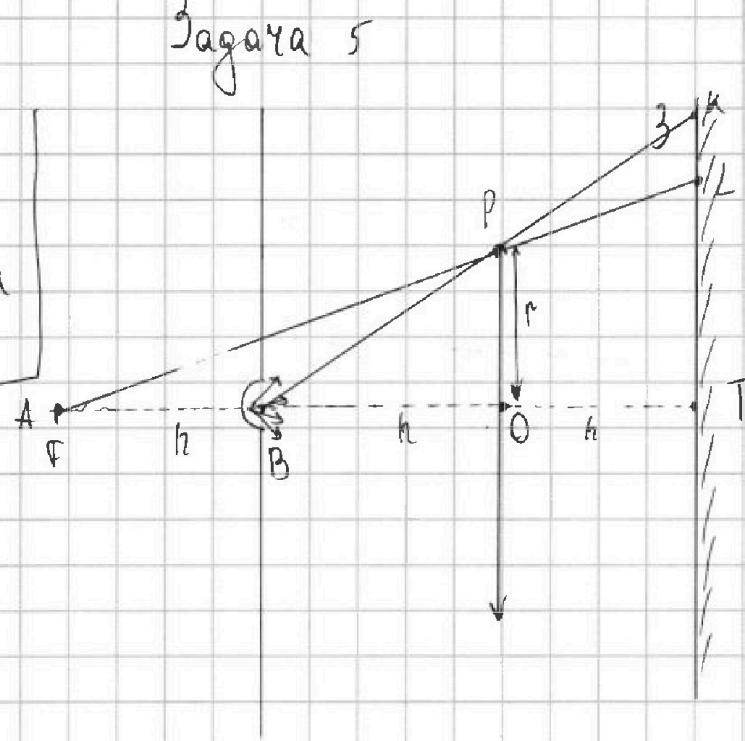
$$F = 2h$$

$$r = 2 \text{ см}$$

$$\ell = h$$

$$S_3 = ?$$

$$S_{\text{ср}} = ?$$



Запишем формулу Гамильтоновой методики:

$$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{h} - \frac{1}{2h} = \frac{1}{2h} \Rightarrow f = 2h$$

В этой задаче находим изобр. предмета, тогда проводим от этой точки (A) линии лучей, который касается зеркала.

И такие проводим от предмета (B) луч, который не сближается вблизи с зеркалом.

Область KL не будет освещена, и таким образом зона -2 (верхняя и нижняя)

$$\text{Учтём что } \triangle APO \sim \triangle ALT: \frac{PO}{LT} = \frac{AO}{AT} = \frac{2h}{3h} \Rightarrow \\ \Rightarrow LT = \frac{3}{2} r = 3 \text{ см}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
1 из 3

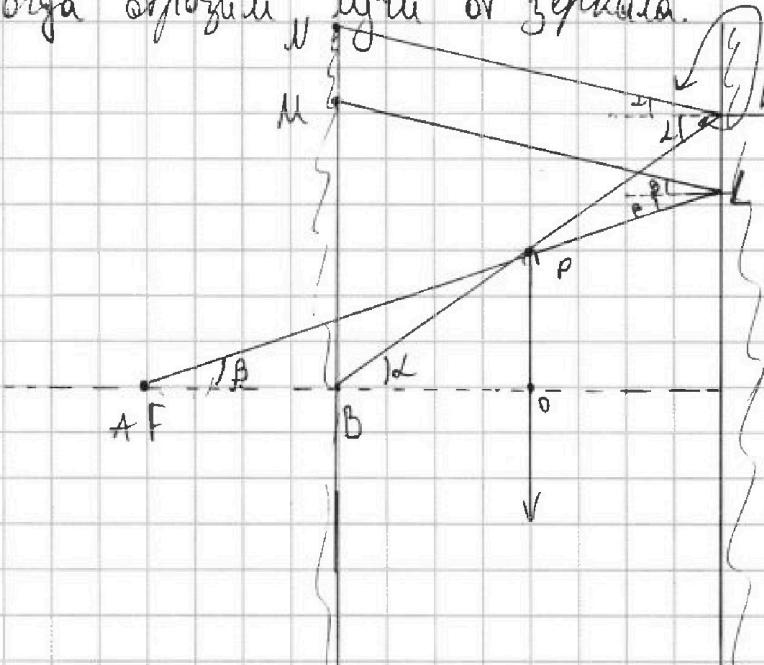
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5
Δ-ии $BPO \sim BK\bar{V}$: $\frac{PO}{KT} = \frac{BO}{BT} = \frac{h}{2h} \Rightarrow KT = 2r = 4 \text{ см}$

$$\Rightarrow KL = 1 \text{ см} \Rightarrow r_{KL} = 0,5 \text{ см} \Rightarrow$$

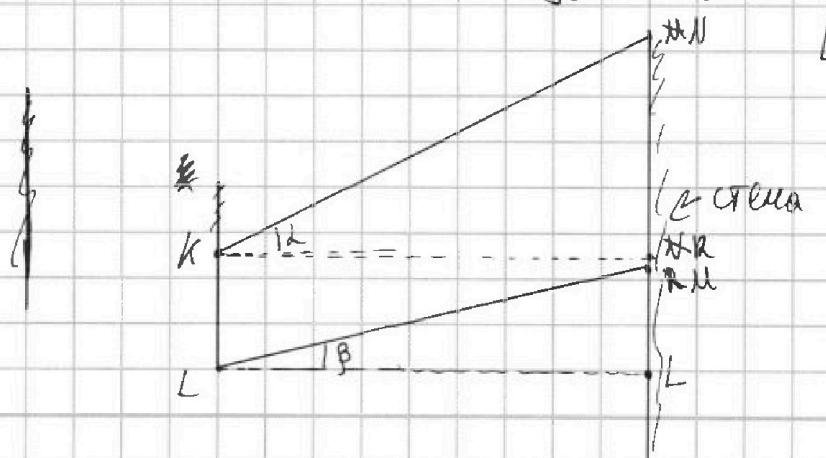
$$\Rightarrow S_3 = 2 \cdot r_{KL}^2 \pi = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \pi = [0,5 \pi \text{ см}^2]$$

Потом отразим MN от зеркала.



$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{r}{h} \\ \tan \beta &= \frac{r}{2h} \end{aligned}$$

Потом исходя из рисунка, на стенае не будет видно MN





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 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!

$$P = 4P_0 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} P_0 \quad \text{Задача 3}$$

$$\Rightarrow \left(4P_0 - \frac{V P_0}{3V_0} \right) V = \text{ макс}$$

$$P \cdot V = \text{ макс}$$

$$4P_0 V = \frac{V^2 P_0}{3V_0} = \text{ макс}$$

$$4P_0 - \frac{2V P_0}{3V_0} = \text{ макс} 0$$

$$4 - \frac{2V}{3V_0} = 0$$

$$12V_0 = 2V \Rightarrow V = 6V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{32} < 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\Omega_3}{\Omega_2} = \frac{A_y}{Q_{32}} = \frac{A_y}{Q_{14} + Q_{32}} = \frac{3P_0V_0}{21P_0V_0 + 9P_0V_0} = \frac{6P_0V_0}{(21+18)P_0V_0} = \frac{6}{39} = \frac{2}{13}$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{\Omega_3}{A_y} = 3$$

$$2) \frac{V_2}{V_1} = \frac{4}{3}$$

$$3) \eta = \frac{2}{13}$$



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

1

2

3

4

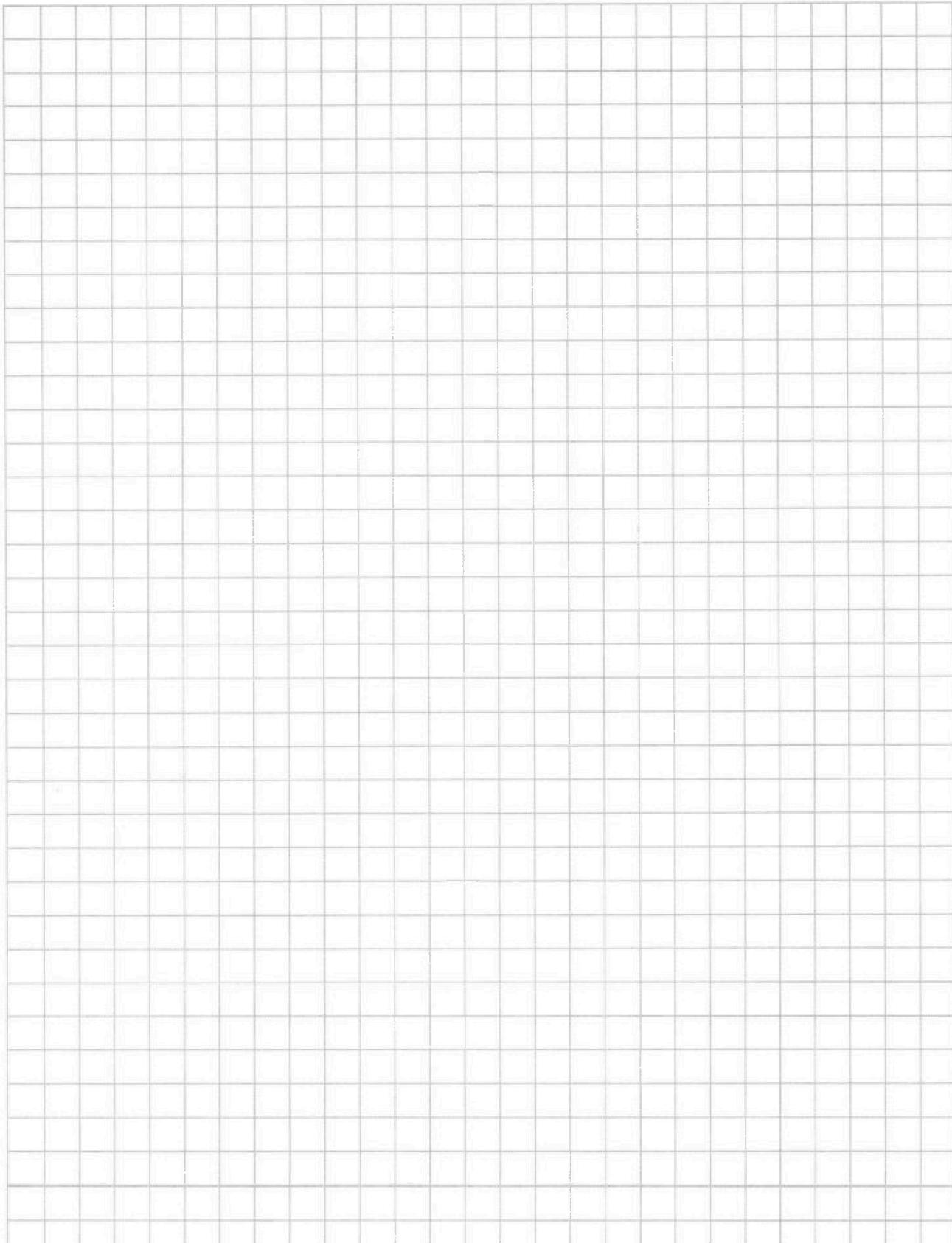
5

6

7

СТРАНИЦА
ИЗ

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





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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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 3

Дано:

r, R, Q, ϵ

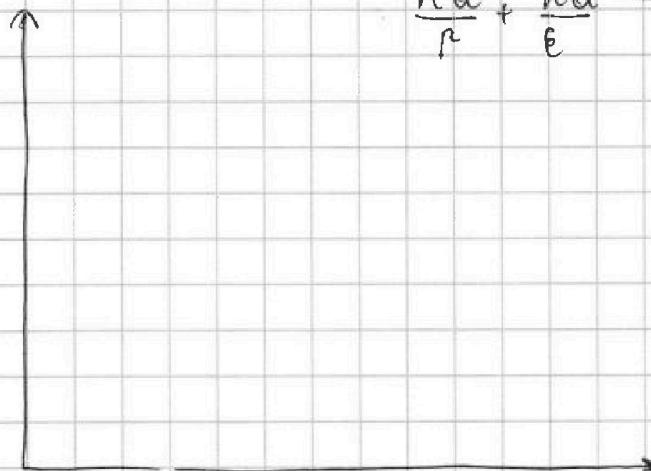
$$\varrho\left(\frac{3R}{4}\right) = ?$$

$$\epsilon = ?$$

$$E = \frac{KQ}{r^2} \Rightarrow \text{Будем считать } E_H = \frac{E}{\epsilon} = \frac{KQ}{\epsilon r^2}$$

$$\text{Б. } E_r = E_H \cdot R + E_H \cdot (R - r) = \Delta \varrho$$

$$\frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{\epsilon}$$



$$\varrho_r = E_H \cdot R -$$

$$\varrho_r = E_r - E_H R = \frac{KQ}{R} - \frac{KQ}{\epsilon R}$$

при $R > r$.

$$\varrho_r = E_r + E_H (R - r) = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{R^2 \epsilon} (R - r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varrho_r = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ(R - r)}{R^2 \epsilon}$$

$$\text{при } R_1 = \frac{3R}{4} \quad \varrho_r = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{R^2 \epsilon} \left(\frac{3R}{4} - r \right) =$$

$$r = \frac{R}{6}$$

$$= \frac{KQ}{R} + \frac{16 KQ \left(\frac{3R}{4} - r \right)}{9R^2 \epsilon} =$$

$$= \frac{8KQ}{R} + \frac{KQ \left(\frac{9R^2}{4} - R - \frac{R}{6} \cdot 16 \right)}{9R^2 \epsilon}.$$



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!



$$B_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot 2\pi R}{R^2} \quad \text{I} \cdot dL \sin \frac{\pi}{2}$$

$$F = K \frac{q}{R^2}$$

$$\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot 2\pi R}{R^2} = B \quad E \Delta x = q$$

$$\oint d\vec{l} = 0$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R} \Rightarrow B_0$$

$$B_0 = \frac{\mu_0 I R}{2R^2}$$

$$E_H = \frac{F}{q}$$

$$\int \frac{d\vec{l}}{dt} \cdot \vec{v} dt =$$

$$E_{\text{наг}} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dBS}{dt} = L \dot{I}$$

$$q = \frac{Kq}{E \frac{3R}{4}} = \frac{4Kq}{3ER}$$

$$q_0 = \frac{Kq}{E \frac{R}{3}} = \frac{q}{q_0} = 8$$

$$\frac{3Kq}{q_0 ER} = 8 \quad \frac{3Kq}{ER} = 8 \times \frac{q_0}{R} \times \frac{Kq}{q_0}$$

$$\frac{3Kq}{2q_0 ER} = 5 \quad \frac{3Kq}{ER} = 5 \times \frac{Kq}{x}$$

$$\frac{28}{3} = \frac{285}{3}$$

$$\begin{aligned} & PV = \text{ макс} \quad \frac{45}{35} \\ & \delta PV + \delta P V = \text{ макс} \quad \frac{135}{225} \\ & x + y = 8 \\ & x \cdot y = \text{ макс} \\ & \frac{x}{3} \quad \frac{2R}{3} \end{aligned}$$

$$\frac{Kq}{x} = q_0$$

$$x = 6 - y \quad (8-y) \frac{y}{8} = \text{ макс} \quad \frac{2R+R}{6} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{t}{R}$$

$$y = K \frac{1}{R} x$$

$$6 = K \frac{2}{R}$$

$$\frac{3Kq}{ER}$$

$$\frac{3Kq}{2ER}$$

$$\frac{2Kq}{ER} = 6q_0 \quad -y^2 + 8y = \text{ макс}$$

$$\frac{3Kq}{ER} = 8q_0 \quad -\frac{b}{2a} = \frac{-8}{2} = -4$$

$$8y - y^2 = \text{ макс}$$

$$8 - y = 0$$

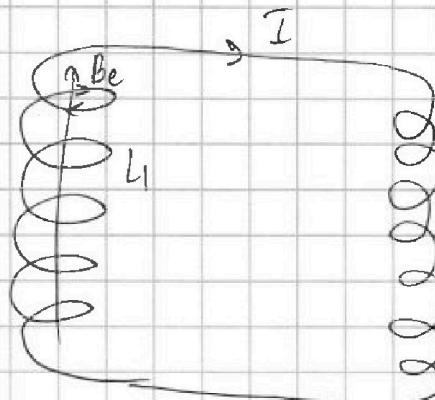


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



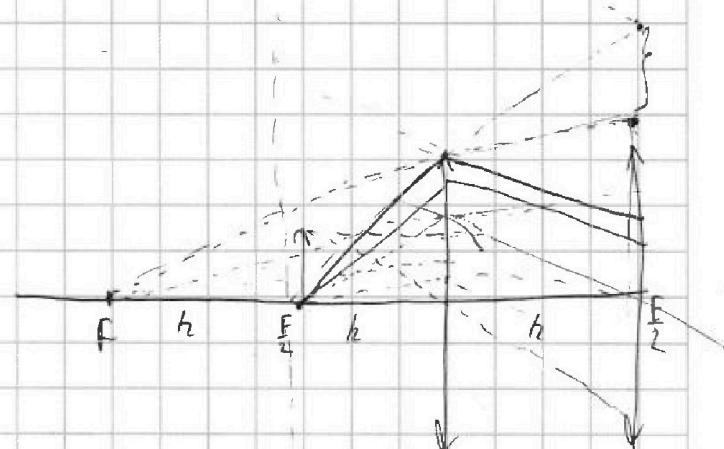
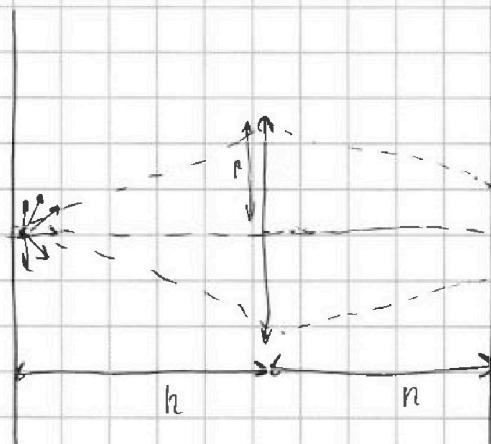
$B_e =$

$$dB_u = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl}{r^2}$$

$$\begin{aligned} B_e &= \frac{\mu_0}{4\pi R} \frac{I \cdot 2\pi R}{R^2} n_1 = \\ &= \frac{\mu_0 I R}{2R} \end{aligned}$$

$$E_{\text{нущ}} = L_1 \dot{I} = \frac{d\Phi}{dt} = S \dot{B}$$

N5



$$\frac{1}{h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} - \frac{1}{F} = \frac{1}{h} \cdot \frac{1}{2h} = \frac{1}{2h}$$

$$f = 2h$$



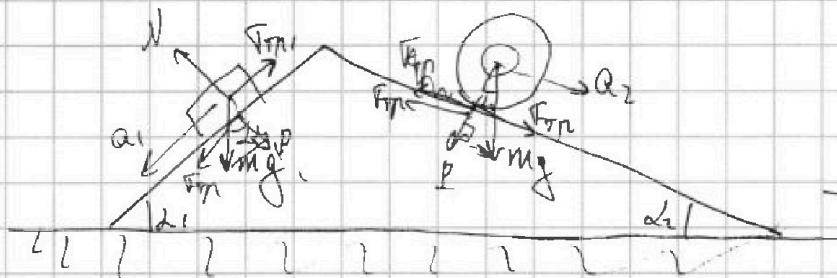
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

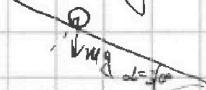
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 1



vmg

$$mg \sin \alpha_2 + F_{fr2} = ma_2$$



$$mg \sin \alpha_1 - F_{fr1} = ma_1$$

$$\begin{aligned} F_{fr1} &= m a_1 \quad mg \sin \alpha_1 - m a_1 = \\ &= m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{7g}{14} \right) = m \left(\frac{14 \cdot 3g - 7 \cdot 5g}{14 \cdot 5} \right) = \\ &= m \left(\frac{42g - 35g}{70} = \frac{16g}{70} \right) \end{aligned}$$

$$5mg \sin \alpha_2 + F_{fr2} = 5ma_2$$

$$F_{fr2} = 5m \cdot \frac{8g}{25} - 5mg \cdot \frac{8}{17}$$

$$5mg \sin \alpha_2 + F_{fr2} = 5ma_2$$

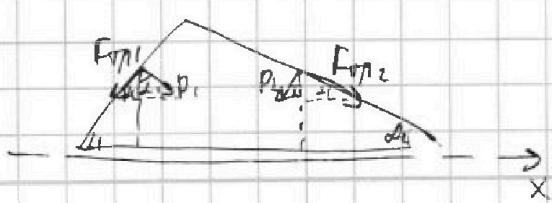
$$F_{fr2} = 5m \left(\frac{8g}{25} - g \cdot \frac{8}{17} \right) = \left(\frac{8 \cdot 17 - 8 \cdot 25}{25 \cdot 17} \right) 5mg =$$

$$= - \frac{64}{25 \cdot 17} mg = - \frac{64}{65} mg$$

$\frac{136}{65}$

$$P_1 = N = mg \cos \alpha_1$$

$$P_2 = mg \cos \alpha_2$$



$$\begin{aligned} F_{fr2} \cos \alpha_2 - P_2 \sin \alpha_2 + P_1 \sin \alpha_1 - \\ - F_{fr1} \cos \alpha_1 = F_{Tn2} \end{aligned}$$



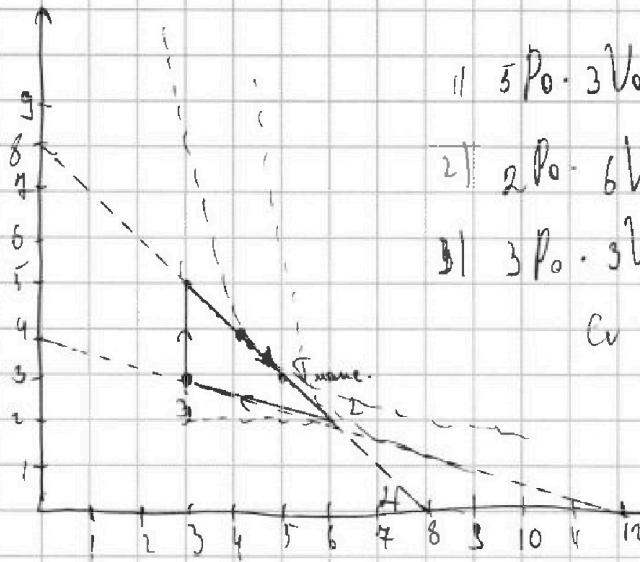
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

N_L



$$PV = gRT \Rightarrow \frac{P}{V} = \frac{gR}{T}$$

$$C = \frac{3}{2}R + \frac{PdV}{dT} = \frac{PdV}{VdT}$$

$$1| 5P_0 \cdot 3V_0 = 3RT_1$$

$$2| 2P_0 \cdot 6V_0 = 3RT_2$$

$$3| 3P_0 \cdot 3V_0 = 3RT_3$$

$$\Delta C_{AT} = \frac{3}{2}gRdT + PdV$$

$$Q = \Delta C_{AT}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$Q = \frac{3}{2}gR(T_1 - T_3)$$

$$\Delta C_{V,AT} = \frac{3}{2}gRdT$$

$$C_V = \frac{3}{2}R$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}gR \left(\frac{15P_0V_0}{JR} - \frac{9P_0V_0}{JR} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{3}{8}P_0V_0 \right) = \frac{9}{16}P_0V_0$$

$$Q = \frac{3}{2}gR(T_{\text{исход}} - T_{\text{кон}}) + \Delta U$$

$$P_0 = \dots$$

$$P = 8P_0 - \frac{V}{V_0}P_0$$

$$dQ = \frac{3}{2}gRdT + PdV \quad \begin{matrix} \text{касание} \\ \text{адиабаты} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \cancel{dQ} = 0 \\ \cancel{dV} = 3 \end{matrix}$$

$$dPV + dVp = gRdT$$

$$P = P_0 \left(8 - \frac{V}{V_0} \right)$$

$$\frac{3}{2}gRdT + PdV = 0$$

$$dPV + dVp = gRdT$$

$$\Delta U = \frac{3P_0 \cdot 3V_0}{2} - \frac{3V_0 \cdot P_0}{2} =$$

$$= \left(\frac{9}{2} - \frac{3}{2} \right) P_0 V_0 = \frac{6}{2} P_0 V_0 = 3P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\frac{dP}{dV} = - \frac{P_0}{V_0} \quad dV = - \frac{dP V_0}{P_0} \quad C = \frac{dV}{dT}$$

$$\frac{3}{2}(dPV + dVp) + PdV = 0$$

$$\frac{3}{2}dPV + \frac{3}{2}dVp + PdV = 0$$

$$\frac{3}{2}Vdp + \frac{3}{2}\frac{5}{2}PdV = 0$$

$$\frac{3}{2}Vdp + \frac{5}{2}p \left(- \frac{dP V_0}{P_0} \right) = 0$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$\frac{3}{2} V dP - \frac{5}{2} \frac{P}{P_0} dPV_0 = 0$$

$$\int P = 8P_0 - \frac{V}{V_0} P_0$$

$$\frac{3}{2} V dP = \frac{5}{2} \frac{dPV}{P_0} (8P_0 - \frac{V}{V_0} P_0) = 0$$

$$0 = \frac{3}{2} \partial R dT$$

$$\frac{3}{2} V dP - \frac{5}{2} \frac{dPV}{P_0} 8 + \frac{5}{2} \frac{dPV}{V_0} \frac{V}{V_0} = 0$$

$$\partial C dT = \frac{3}{2} \partial R dT + P dV$$

$$dP \left(\frac{3}{2} V - \frac{5}{2} V \cdot \frac{4}{8} + \frac{5}{2} \frac{V^2}{V_0} \right) = 0.$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{PdV}{\partial dT}$$

$$dP \left(\frac{5V^2}{2V_0} - \frac{40}{2} V + \frac{3}{2} V \right) = 0.$$

$$Q = \frac{3}{2} \partial R (T' \rightarrow T) / A$$

$$dP \left(\frac{5V}{2V_0} - \frac{37}{2} \right) = 0$$

$$\frac{5P_0 \cdot 3V_0}{2} - \frac{PV}{2}$$

$$\frac{5V}{2V_0} = \frac{37}{2}$$

$$\frac{P}{V} = \frac{dP}{dV} = \frac{\partial Q}{\partial T} =$$

$$V = \frac{37}{5} V_0$$

$$PV = \partial R T^2 \quad Q = \frac{3}{2} \partial R \left(\frac{\partial V}{\partial R} - \frac{15P_0V_0}{\partial R} \right)$$

$$PV = \partial R T$$

$$dQ = \frac{3}{2} \partial R dT$$

$$\frac{dP}{dV} = \frac{1}{V^2} = \frac{P}{P_0}$$

$$+ \frac{15P_0V_0}{2} \cdot \frac{PV}{2}$$

$$dP = dV$$

$$\partial C dT = \frac{3}{2} \partial R dT + P dV$$

$$PV + VdP = \partial R dT$$

$$Q = \frac{3}{2} PV - \frac{45}{2} P_0 V_0 + \frac{15P_0V_0}{2} \cdot \frac{PV}{2} =$$

$$PV + VdP = \partial R dT$$

$$= \frac{1}{2} PV - \frac{30}{2} P_0 V_0 = \frac{1}{2} PV - 15P_0 V_0$$

$$PV + VdP = \partial R dT \Rightarrow$$

$$\frac{5P_0}{P} = \frac{13V_0}{V} = \alpha = 1$$

$$\Rightarrow \frac{PdV + VdP}{\partial R} = dT$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{PdV}{PdV + VdP} \quad R^C = \frac{3}{2} R + \frac{1}{1 + \frac{VdP}{PdV}} R = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R =$$

$$C = 2R$$