



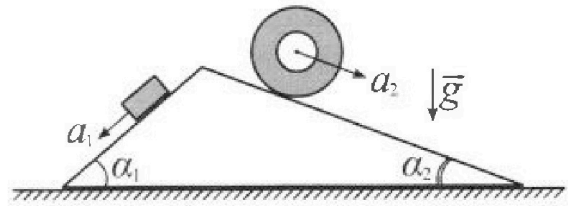
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

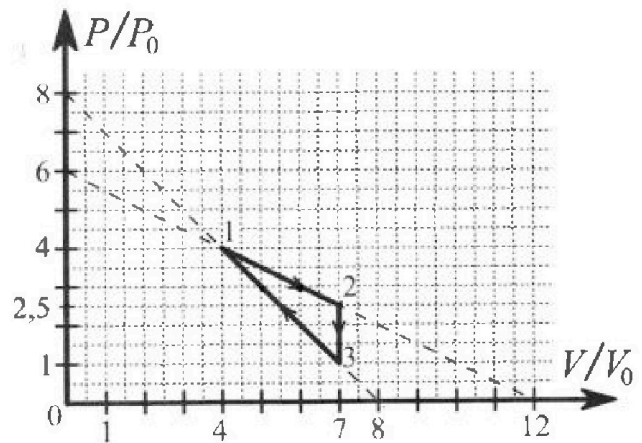


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

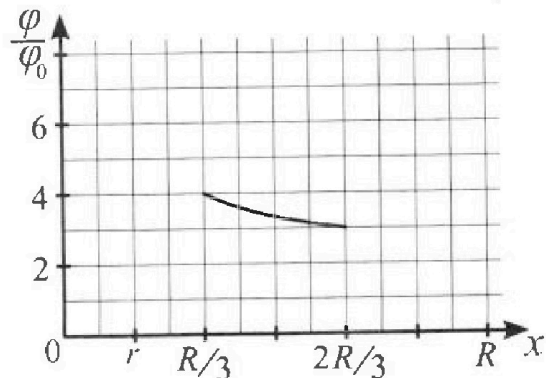
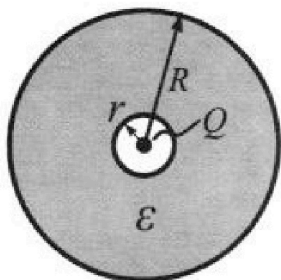
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





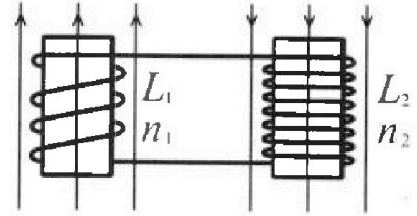
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01



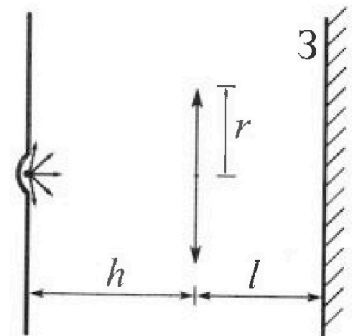
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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) на чет 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 изменялись 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. 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 $[см^2]$ в виде γ , где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

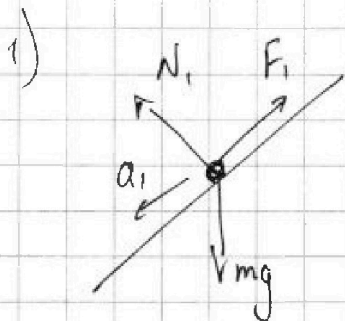
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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



$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

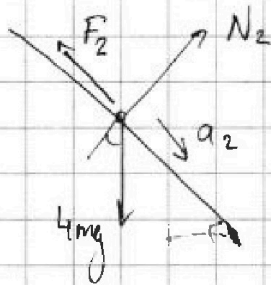
$$F_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m g \frac{5}{13} = \frac{14}{65} m g$$

$$N_1 = m g \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} m g$$

2) Пусть для цилиндра сила трения F_2 направлена вправо.

Тогда $4m a_2 = F_2 + 4m g \frac{5}{13} \Rightarrow F_2 = m g \left(\frac{5}{6} - \frac{20}{13} \right) < 0$.

Значит, F_2 направлена влево.



$$4m a_2 = 4m g \cdot \frac{12}{13} \frac{5}{13} - F_2$$

~~$$F_2 = \frac{5}{6} - \frac{20}{13} m g$$~~

~~$$4m g \frac{20}{13} \frac{5}{13}$$~~

$$F_2 = m g \left(\frac{20}{13} - \frac{5}{6} \right) = \frac{55}{78} m g$$

$$N_2 = 4m g \cdot \cos \alpha_2 = 4m g \frac{68}{13}$$

3) Пусть F_3 направлена влево. Рассмотрим все силы, действующие на клин.

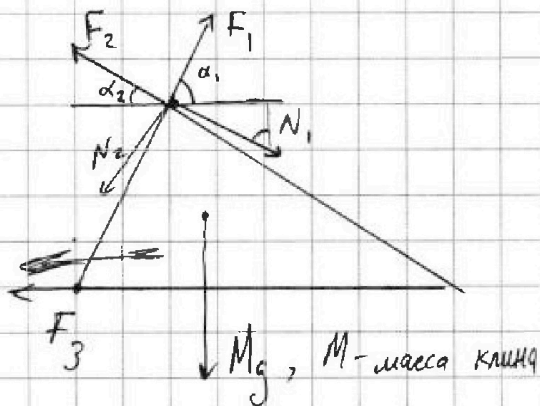
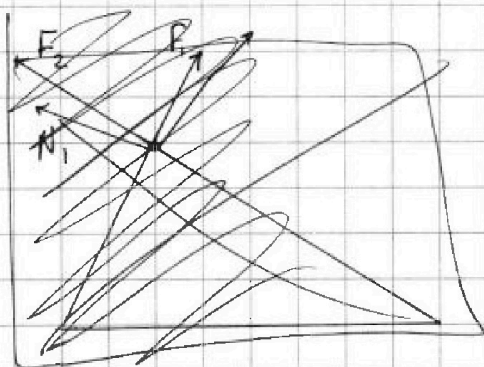


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



Так как клин покоится

$$F_3 + F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 = F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1,$$

$$F_3 = mg \left(\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{55}{13} \cdot \frac{2}{13} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} \right)$$

$$\frac{F_3}{mg} = \frac{4}{25} \left(\frac{14}{13} + \frac{39}{13} \right) - \frac{2}{13} \left(55 - 24.5 \right) = \frac{6006}{4225}$$

$$\Rightarrow F_3 = \frac{6006}{4225} mg$$

Ответ: 1) $\frac{14}{65} mg$

2) $\frac{55}{78} mg$

3) $\frac{6006}{4225} mg$



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.

1 2 3 4 5 6 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!

1) Работу газа за цикл, A , найдем как площадь цикла 1231.

$$A = \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 - \left(\frac{\frac{3}{2} \cdot 3}{2} p_0 V_0 + \frac{3 \cdot 3}{2} p_0 V_0 \right) = \left(9 - 4,5 - 2 \frac{1}{4} \right) p_0 V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

Найдем $|\Delta U_{23}|$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} (2,5 \cdot 7 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) = \frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{9 \cdot 7 \cdot 4}{4 \cdot 9} = 7.$$

2) В состоянии 1: $6 p_0 V_0 = \nu R T_1$, где ν - кол-во газа.

Зависимость $p(V)$ в процессе 1-2: $p = -\frac{p_0}{2V_0} V + 6p_0$.

Запишем закон Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$

$$pV = V \left(-\frac{p_0}{2V_0} V + 6p_0 \right)$$

Проанализируем функцию $f(V) = V \left(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right)$ на максимум.

$$f'(V) = 6p_0 - \frac{p_0}{V_0} V = 0 \Rightarrow 6p_0 = \frac{p_0}{V_0} V \Rightarrow V_m = 6V_0.$$

$$p_m = 3p_0.$$

Максимальная температура равна $18 p_0 V_0 = \nu R T_m$

$$T_m = 18 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

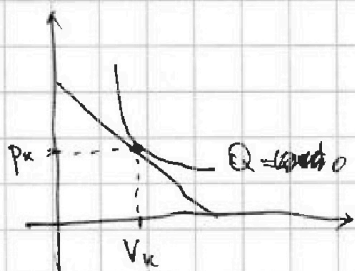
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Некое отношение $\frac{T_m}{T_1} = \frac{18 \frac{p_0 V_0}{pR}}{16 \frac{p_0 V_0}{pR}} = \frac{9}{8} = 1,125$.

3) $\eta = \frac{A}{Q_+}$, где Q_+ - количество полученной газом теплоты за цикл.

Пусть у нас есть линейный процесс в координатах pV , для которого $p(V) = p_1 + kV$, где k - какое-то число.

Найдем координату касания ^{графика} такого процесса с адиабатой.



$$p = p_1 + kV \Rightarrow \frac{dp}{dV} = k$$

$$dQ = 0 = p dV + \frac{3}{2} ((p+dp)(V+dV) - pV)$$

$$0 = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \Rightarrow \frac{dp}{dV} = -\frac{5p}{3V}$$

$$5p dV = -3V dp$$

$$k = -\frac{5p_k}{3V_k}$$

Для процесса 1-2: $\frac{p_0}{2V_0} = \frac{5}{3} \frac{p_{k1}}{V_{k1}} \Rightarrow p_{k1} = \frac{3p_0 V_{k1}}{10V_0}$

Подставляя это в формулу $p(V)$, находим:

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

$$V_{k1} = 7,5V_0$$

$$p_{k1} = \frac{9}{4} p_0$$

Для процесса 3-1: $\frac{p_0}{V_0} = \frac{5}{3} \frac{p_{k2}}{V_{k2}} \Rightarrow p_{k2} = \frac{3p_0}{5V_0} V_{k2}$

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

$$V_{k2} = 5V_0$$

$$p_{k2} = 3p_0$$

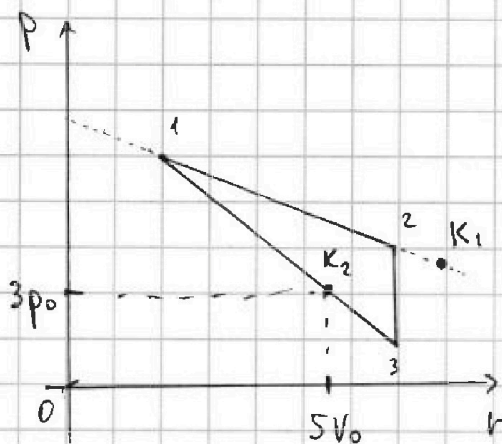
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

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!



На протяжении всего процесса 1-2 к газу подводят тепло.

В процессе 2-3 от газа отводят тепло.

В процессе 3-K₂ к газу подводят тепло; в процессе K₂-1 отводят.

Найдем количество тепла, которое подводится к газу за цикл.

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{2,5+4}{2} 3 p_0 V_0 + \frac{3}{2} \left(\frac{5 \cdot 7}{2} - 16 \right) p_0 V_0 =$$

$$= \frac{6,5 \cdot 3}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 = \left(\frac{39}{4} + \frac{9}{4} \right) p_0 V_0 = \frac{48}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0.$$

$$Q_{3K_2} = A_{3K_2} + \Delta U_{3K_2} = -4 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (15 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) =$$

$$= \left(-4 + \frac{3 \cdot 8}{2} \right) p_0 V_0 = 8 p_0 V_0.$$

Получаем $Q_+ = Q_{12} + Q_{3K_2} = 20 p_0 V_0$

$$A = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9}{4 \cdot 20} = \frac{9}{80}$$

Ответ: 1) 7 3) $\frac{9}{80}$
2) 1,125
~~3) 1,125~~



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 1

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

1) При $0 \leq x \leq r$ $\varphi = \frac{kQ}{x}$ - потенциал электрического поля заряда Q , $E = \frac{kQ}{x^2}$.

Внутри диэлектрика ~~то~~ электрическое поле ~~з~~ будет в ϵ раз меньше поля заряда.

То есть при $r \leq x \leq R$ $E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$ тогда потенциал при $x = \frac{R}{4} \Rightarrow$ ~~$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon R}$~~

~~$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon^2} \cdot r + \frac{kQ}{\epsilon \frac{5}{6} R}$~~

$$\varphi = \underbrace{\frac{kQ}{x^2} \cdot \Delta x_1}_{\text{при } 0 < x < r} + \underbrace{\frac{kQ}{\epsilon x^2} \cdot \Delta x_2}_{\text{при } r \leq x \leq \frac{3}{4} R}, \quad \begin{aligned} \Delta x_1 &= r \\ \Delta x_2 &= \frac{5}{6} R. \end{aligned}$$



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.

1 2 3 4 5 6 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!

1) Поток магнитного поля ^{первую} через катушку $\Phi = L I$

$$\Phi' = L \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} S = \alpha S \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\alpha S}{L}$$

2) Суммарный поток магнитного поля через катушки должен сохраняться

Ответ: 1) $\frac{\alpha S}{L}$



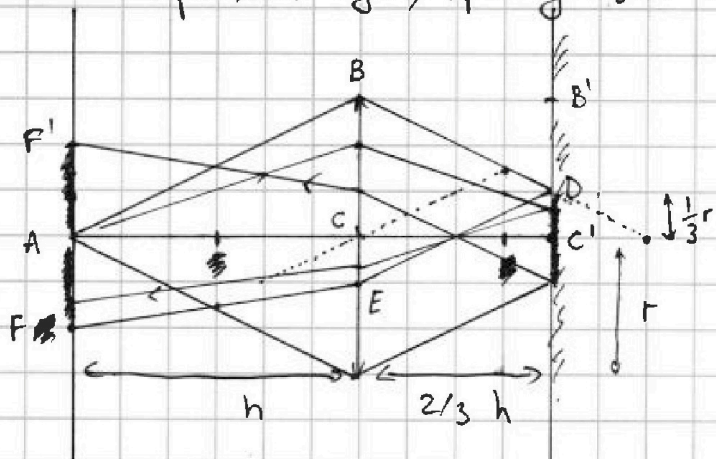
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Рассмотрим лучи, которые будут проходить через линзу.

Крайний луч, проходящий через линзу:



~~$B'D = \frac{r}{h} \Rightarrow B'D = \frac{2}{3} r$~~

$$\frac{B'D}{2h/3} = \frac{r}{h} \Rightarrow B'D = \frac{2}{3} r$$

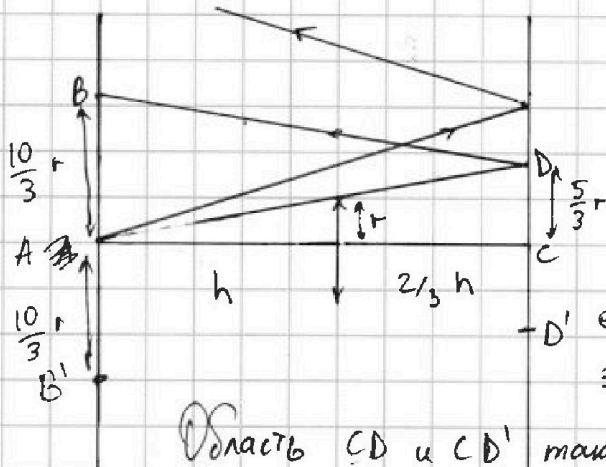
$$DC' = \frac{1}{3} r \Rightarrow CE = \frac{1}{3} r$$

$$AF = 2CE = \frac{2}{3} r$$

Все остальные проходящие через линзу лучи будут попадать на стену внутри области AF или симметричной ей области AF'.

Значит, проходящие через линзу лучи будут образовывать вокруг лампы освещенный круг радиусом $\frac{2}{3} r$.

Рассмотрим лучи, не проходящие через линзу.



$$\frac{r}{h} = \frac{CD}{5/3 h} \Rightarrow CD = \frac{5}{3} r$$

$$AB = 2CD = \frac{10}{3} r.$$

Область AB и симметричная ей AB' будут не освещены этими лучами.

Область CD и CD' также не будут освещены.



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.

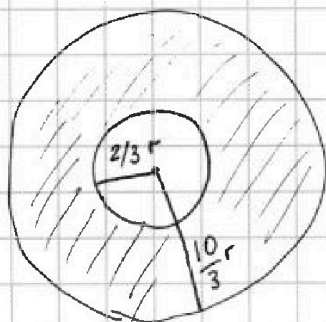
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

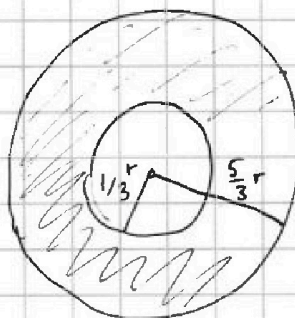
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Получаем, освещенные участки на стене и на
зеркале будут такими:

на стене:



на зеркале:



$$S_c = \pi \left(\frac{10}{3}r\right)^2 - \pi \left(\frac{2}{3}r\right)^2 = \pi \frac{96}{9}r^2 = \pi \frac{32}{3}r^2 = \pi \cdot 32 \cdot 3 \text{ см}^2 = 96\pi \text{ см}^2$$

$$S_3 = \frac{25}{9}\pi r^2 - \frac{1}{9}\pi r^2 = \pi \frac{24}{9} \cdot 9 \text{ см}^2 = 24\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) ~~24π~~ 24π
2) 96π



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!

$$1) \text{ mg} \approx \frac{56 + 480}{320} \text{ mg} = \frac{536}{320} \text{ mg} = \frac{268}{160} \text{ mg} = \frac{144}{80} \text{ mg}$$

$$2) \approx \frac{55}{78} + \frac{36}{75} = \frac{81}{75} \text{ mg}$$

$$55 - 24.5 = 55 - 120 = -65$$

$$14 + 39 = 13 + 40 = 53$$

$$\frac{4 \cdot 53}{25 \cdot 13} + \frac{20 \cdot 65 \cdot 130}{169} = \frac{212}{25 \cdot 13} + \frac{130}{23 \cdot 13} =$$

$$= \frac{1}{13} \left(\frac{212}{25} + \frac{130}{13} \right) = \frac{1}{13} \left(\frac{2756 + 3250}{25 \cdot 169} \right) = \frac{6006}{25 \cdot 169}$$

$$\frac{212}{25} = 2120 + 636 = 2756$$

$$130 \cdot 20 + 130 \cdot 5 = 2750 + 3250 = 6000$$

$$= 2600 + 650 = 3250$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 25 \\ \hline 845 \\ 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$

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.

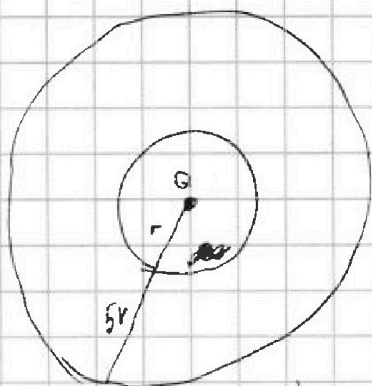


1 2 3 4 5 6 7

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!

3



1)

$$r = r$$

$$R = 6r$$

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{4\pi \epsilon_0 R^2} \cdot \pi R^2$$

$$\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon_0 R^2} \cdot \pi R^2$$

при $0 < R < r$

$$\varphi_2 = \frac{4kQ}{\epsilon_0 R}$$

2)

$$\varphi_1 = 4\varphi = \frac{3kQ}{\epsilon_0 R}$$

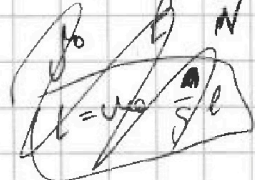
$$\varphi_2 = 3\varphi = \frac{3kQ}{\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_0 = 0$$

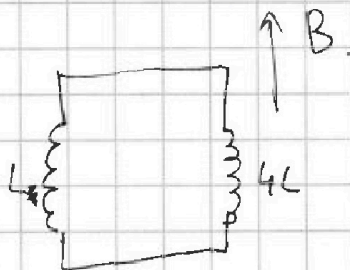
$$\varphi = \frac{dB}{dt} S$$

4

$$BS \rightarrow BS = 2L$$



1)



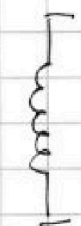
$$\varphi_0 = 0$$

$$dB = \alpha dt$$

$$B \uparrow$$

$$L \frac{dI}{dt} = \epsilon_{\text{инд}} = \left| \frac{d\varphi}{dt} \right|$$

1)



$$B_z$$

$$LI = \varphi$$

$$\varphi = L \frac{dI}{dt} = S \cdot \alpha$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha S}{L}$$

$$\varphi = LI = BS$$

$$\Delta \varphi_1 = LI = \frac{B_0 \cdot S}{2}$$

$$\Delta \varphi_2 = 4LI = 4B_0 \cdot S$$

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.



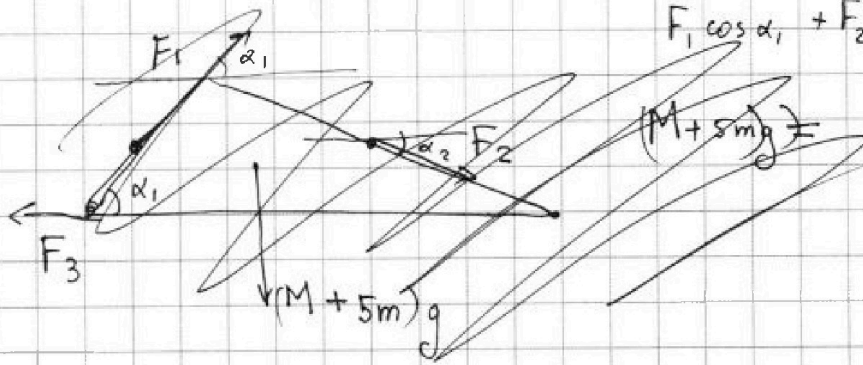
1 2 3 4 5 6 7

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!

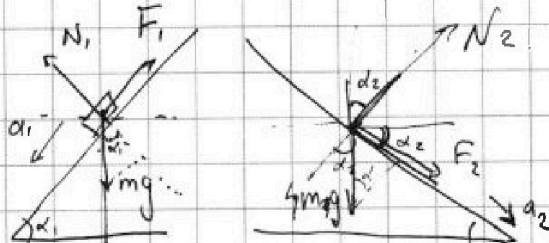
1)

3)



$$F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = F_3$$

1)



$$4ma_2 = F_2 + 4mg \frac{5}{13}$$

$$mg \frac{5}{6} = F_2 + 4mg \frac{20}{13}$$

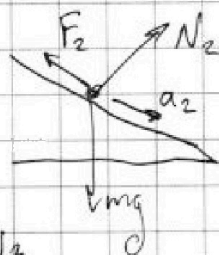
$$F_2 < 0$$

$$ma_1 = mgs \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = \frac{14}{65} mg$$

$$N_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$N_2 = \frac{48}{13} mg$$

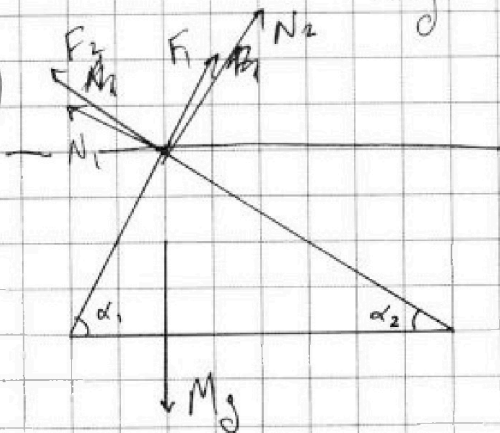


~~m_2 a_2 =~~

$$\frac{5}{6} mg = \frac{20}{13} mg + F_2$$

$$F_2 = \frac{120 - 200}{78} = \frac{55}{78} mg$$

3)



$$1) F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 =$$

$$= \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{48}{13} mg \cdot \frac{5}{13} =$$

$$= mg \left(\frac{56}{325} + \frac{240}{169} \right)$$

$$2) F_2 \cdot \frac{12}{13} + N_1 \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$2 \left(\frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} + \frac{12}{25} \right) mg$$

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.

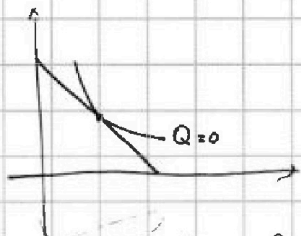


1 2 3 4 5 6 7

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!

3) $\eta = \frac{A}{Q_+}$



$p = \frac{3}{2}kV + b$

$dQ = dA + dU = pdV + \frac{3}{2}(p+dP)(V+dV) - pV = 0$

$pdV + \frac{3}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp = 0$

$5pdV = -3Vdp$

$-\frac{3}{5} \frac{dp}{p} = \frac{dV}{V}$

$\frac{pdV + pVdp + pV = \frac{TdT}{T}}$

$\frac{dV}{V} + \frac{dp}{p} = \frac{dT}{T}$

$\frac{dp}{p} = \frac{dT}{T}$

$pdV = -\frac{3}{2}Vdp$

$pV = \nu RT$

$\frac{dV}{V} = -\frac{3}{2} \frac{dT}{T}$

$p + dp = kV + kdV + b$

$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$

~~$p + dp = kV + kdV + b$~~

~~$\frac{1}{V} + \frac{1}{V} \frac{dV}{V} = \frac{k}{p} + \frac{b}{pV} + \frac{k}{p} \frac{dV}{V}$~~

~~$\frac{k+b}{p} = \frac{1}{V} + \frac{1}{V} \frac{dV}{V} + \frac{k}{p} \frac{dV}{V}$~~

12

$\frac{dp}{dV} = \frac{1}{2} = -\frac{5}{3} \frac{p}{V}$

$\frac{3}{10} V_1 = -\frac{p_1 V_1}{10 p_0} + 6 V_0$

$\frac{8}{10} V_1 = 6 V_0$

$V_1 = \frac{6 \cdot 10}{8} V_0 = \frac{3 \cdot 10}{4} V_0 = \frac{15}{2} V_0 = 7,5 V_0$

$p_{k1} = -\frac{p_0}{2} \cdot \frac{15}{2} V_0 + 6 p_0 = \frac{9}{4} p_0$

~~$0,6 V_{k2} = \frac{p_1 V_{k2}}{p_0} + 8 V_0$~~

~~$V_{k2} = 8 V_0$~~
 ~~$V_{k2} = 5 V_0$~~



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.

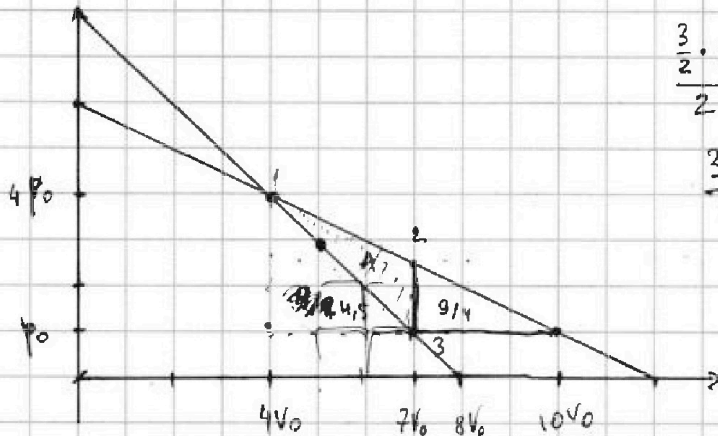
1 2 3 4 5 6 7

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!

2) 1) $\frac{\Delta U_{23}}{A}$

Работа газа за цикл.



$$\frac{\frac{3}{2} \cdot 3}{2} = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\frac{3 \cdot 6}{2} = 9$$

$$9 - 4,5 - \frac{9}{4} \cdot 2,25 = 9 - 6,75 = 2,25.$$

$$A = 2,25 p_0 V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} |(p_3 V_3 - p_2 V_2)| = \frac{3}{2} |(p_0 \cdot 8V_0 - 3p_0 \cdot 7V_0)| = \frac{3}{2} \cdot 7 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}$$

$$= \frac{7 \cdot 9}{4} p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

$$\frac{(\Delta U_{23})}{A} = \frac{63}{4} \cdot \frac{4}{9} = \boxed{7}$$

$$\frac{13 \cdot 3}{2 \cdot 2} = \frac{39}{4}$$

2) $4p_0 \cdot 4V_0 = \nu R T_1$

$$p \cdot V = \nu R T$$

$$f(V) = V \left(6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right) =$$

$$(p \cdot V) \rightarrow \max$$

$$= 6p_0 \cdot V - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V^2$$

$$p = kV + b$$

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

$$f'(V) = 6p_0 - \frac{p_0}{V_0} V = 0$$

$$6p_0 = \frac{p_0 V}{V_0} \Rightarrow V_m = 6V_0$$

$$p_m = 3p_0$$

$$\Rightarrow 18p_0 V_0 = \nu R T_m \Rightarrow T_m = 18 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_m}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8} = \boxed{1,125}$$

$$T_1 = 16 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

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
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!

$$A = -4 \rho_0 V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (15 \rho_0 V_0 - \frac{8 \rho_0 V_0}{3} - \frac{1 \rho_0 V_0}{3}) = 12 \rho_0 V_0$$

$$Q_+ = \frac{8}{3} \rho_0 V_0$$

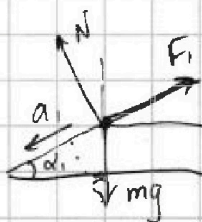
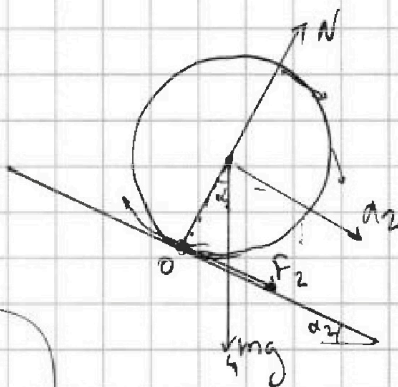
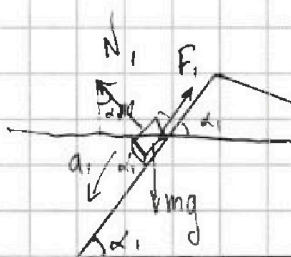
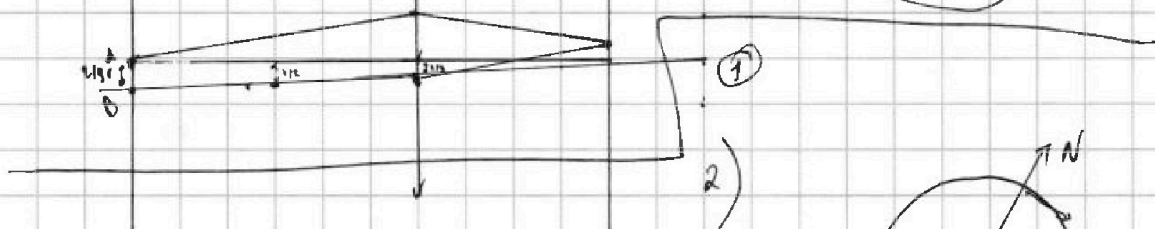
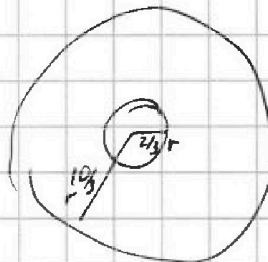
$$A = -3,5 \rho_0 V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (45 - 16) \rho_0 V_0 = -1,5 \rho_0 V_0$$

$$\frac{3W}{r} = \frac{2W}{AB}$$

$$AB = \frac{2}{3} r$$

СТРИКА



$$1) m a_1 = mg \sin \alpha_1 = F_1$$

$$m \frac{5}{13} g = mg \frac{3}{5} = F_1$$

$$F_1 = \frac{61}{65} mg$$

$$F_1 = \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) mg = \left(\frac{39 - 25}{65} \right) mg = \frac{14}{65} mg$$

$$4 m a_2 = F_2 + 4 mg \frac{5}{13}$$

$$F_2 = 4 mg \left(\frac{5}{24} - \frac{5}{13} \right)$$

