



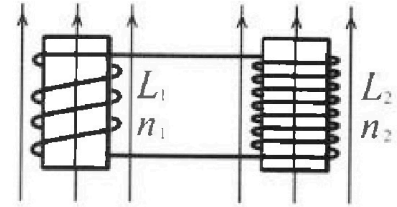
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02



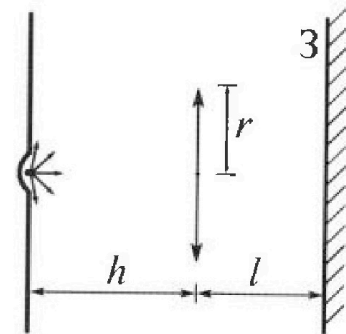
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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 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  $F = 2h$ . 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



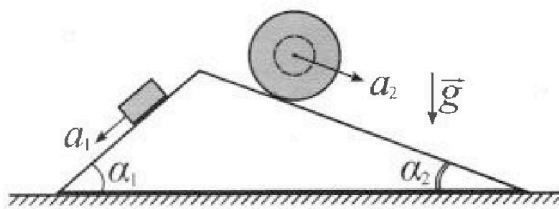
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок 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.

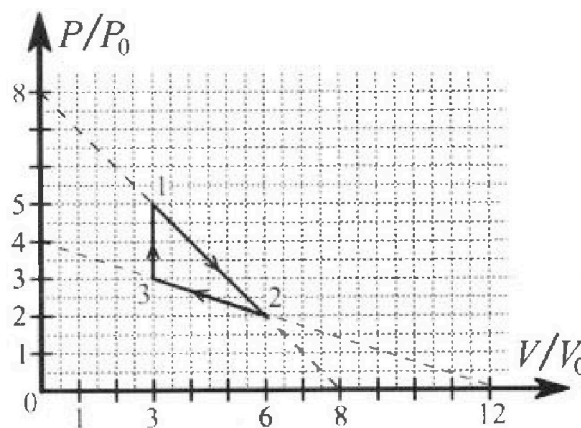


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

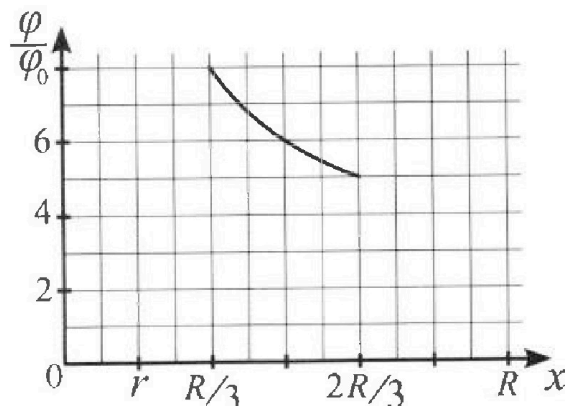
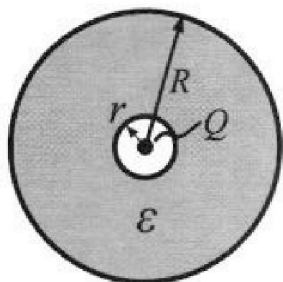
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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.

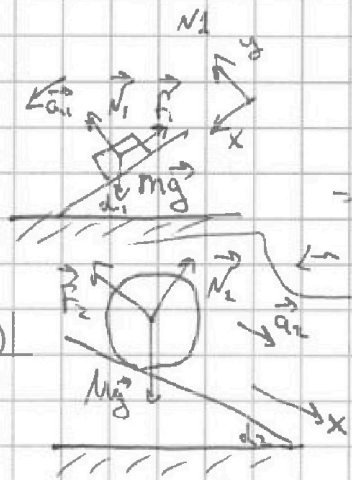
1  2  3  4  5  6  7

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!

Дано:  $a_1 = \frac{7g}{25}$   
 $a_2 = \frac{8g}{25}$   
 $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$   
 $\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$   
 $M = 5m$

- 1 а)  $F_{P_1}$ ?  $F_{F_1}$ ?  
 2 б)  $F_2$ ?  
 3 в)  $F_3$ ?



$$\vec{N}_1 + \vec{F}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}_1 \Rightarrow$$

$$\rightarrow \text{в } x: 0 - F_1 + \sin \alpha_1 mg = ma_1$$

$$\Rightarrow F_1 = m(\sin \alpha_1 g - a_1)$$

$$\vec{N}_2 + \vec{F}_2 + M\vec{g} = M\vec{a}_2 \Rightarrow$$

$$\rightarrow \text{в } x: -F_2 + \sin \alpha_2 Mg = Ma_2 \Leftrightarrow$$

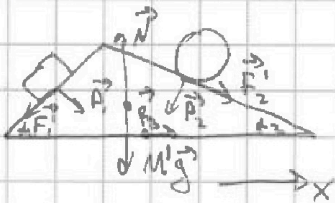
$$\leftarrow F_2 = M(g \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= 5m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$\vec{a}_1$  и  $\vec{a}_2$  направлены параллельно соотв. поверхностям вниз и т.д. или пополам.

3) (см. рис. из п. 1) в y:  $N_1 - \cos \alpha_1 mg = 0 \Leftrightarrow N_1 = \cos \alpha_1 mg$

(см. рис. из п. 2) в y:  $N_2 - \cos \alpha_2 Mg = 0 \Leftrightarrow N_2 = 5m \cos \alpha_2 g$



$M'$  - масса клина  
 $P_1, P_2$  - веса бруска и сферы  
 $(P_1 = N_1, P_2 = N_2 \text{ по III з. Ньютона})$   
 $F_1, F_2$  - силы трения со стороны бруска и сферы  
 $(F_1 = F, F_2 = F_2 \text{ по III з. Ньютона})$

$$\vec{F}_1 + \vec{P}_1 + \vec{F}_2 + \vec{P}_2 + \vec{N} + M\vec{g} + \vec{F}_3 = \vec{0} \Rightarrow \text{в } x: -F_1 \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - \sin \alpha_2 P_2 + F_3 = 0$$

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

$$= 5 \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 mg - \cos \alpha_2 \cdot 5m(g \sin \alpha_2 - a_2) - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 mg + \cos \alpha_1 m(\sin \alpha_1 g - a_1) =$$

$$= \cos \alpha_2 5m a_2 - \cos \alpha_1 m a_1 = m(5 \cos \alpha_2 a_2 - \cos \alpha_1 a_1)$$

$F_3$  может быть направлена в др. сторону и её проекция будет и тоже другой знак, но по модулю она останется такой же.  
 $F_3 = |m(5 \cos \alpha_2 a_2 - \cos \alpha_1 a_1)|$

Ответ: 1)  $F_1 = m(\sin \alpha_1 g - a_1) = \frac{16}{25} mg$   
 $F_2 = 5m(\sin \alpha_2 g - a_2) = \frac{64}{85} mg$   
 $F_3 = |m(5 \cos \alpha_2 a_2 - \cos \alpha_1 a_1)| = \frac{92}{85} mg$

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.



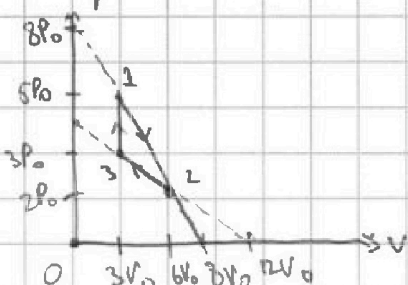
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

N/2

График из условия можно переписать в координатах P(V):



$$1) \Delta U_{21} = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - \dots)$$

$$\Delta U_{21} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (5P_0 \cdot 3V_0 - 3V_0 \cdot 3P_0) =$$

$= 9P_0 V_0$  - приращение внутр. энергии

Работа газа равна площади графика в координатах P(V).

$$A = \frac{1}{2} (5P_0 - 3P_0) \cdot (6V_0 - 3V_0) = \frac{1}{2} (5P_0 - 3P_0) (6V_0 - 3V_0) = 9P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{21}}{A} = \frac{9P_0 V_0}{9P_0 V_0} = 1$$

2.) Процесс 1 → 2 - прямой ⇒  $P = k \cdot V + b$

$$\begin{cases} P_1 = k \cdot V_1 + b \\ P_2 = k \cdot V_2 + b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 5P_0 = k \cdot 3V_0 + b \\ 0 = k \cdot 4V_0 + b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} b = 3P_0 \\ k = -\frac{P_0}{V_0} \end{cases}$$

$$P = -\frac{P_0}{V_0} \cdot V + 3P_0$$

Макс. темп. газ на участке 1 → 2 достигается при PV-макс. (из уравнения Менделеева)

$$PV = \left(-\frac{P_0}{V_0} V + 3P_0\right) \cdot V = -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 3P_0 V$$

$$\frac{d(PV)}{dV} = -\frac{2P_0 V}{V_0} + 3P_0 = 0 \Leftrightarrow \frac{V}{V_0} + 4 = 0 \Leftrightarrow V = 4V_0 - \text{точка максимальной температуры (} 4V_0 \in [3V_0; 6V_0] \text{)}$$

PV(V) - парабола с ветвями вниз ⇒ экстремум = максимум

D-кольцо газа в центре.

$$V_{\max} \cdot P_{\max} = \nu R T_{\max} \Leftrightarrow 4V_0 \cdot 4P_0 = \nu R T_{\max} \Leftrightarrow T_{\max} = \frac{16P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_1} \Leftrightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{3P_0 \cdot 3V_0} = \frac{4P_0 V_0}{3P_0 V_0} = \frac{4}{3}$$

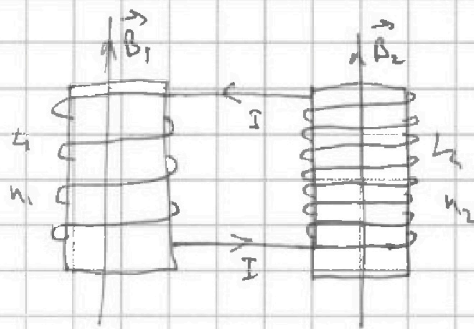
$$\frac{T_{\max}}{T_2} = 2$$

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

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!



N4

1)  $B_{1c}, B_{2c}$  - магнитные поля, создаваемые катушками

$$B_{1c} = L_1 I$$

$$B_{2c} = L_2 I$$

$$\Phi_1 = B_1 S \cdot n_1 + B_{1c} S \cdot n_1 = S n_1 (B_1 + B_{1c}) - \text{магнитный поток через катушку}$$

$$\Phi_2 = B_2 S n_2 + B_{2c} S n_2 = S n_2 (B_2 + B_{2c})$$

$$\Phi_1 = S n_1 (B_1 + L_1 I)$$

$$\Phi_2 = S n_2 (B_2 + L_2 I)$$

$R$  - сопротивление цепи

$$IR = -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} \quad \text{по 3-му закону Кирхгофа} \Leftrightarrow IR = -S n_1 \left( \frac{dB_1}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} \right) - S n_2 \left( \frac{dB_2}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} \right)$$

$$\Leftrightarrow IR = S n_1 d - S n_1 L_1 \frac{dI}{dt} - 0 - L_2 S n_2 \frac{dI}{dt} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{dI}{dt} (S n_1 L_1 + S n_2 L_2) + IR - S n_1 d = 0$$

~~$$I = \frac{S n_1 d}{R} + \frac{S n_1 L_1 + S n_2 L_2}{R} \frac{dI}{dt}$$~~

В нач. момент времени  $I=0$

$$\frac{dI}{dt} (S n_1 L_1 + S n_2 L_2) + 0 - S n_1 d = 0 \Leftrightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{d n_1}{L_1 n_1 + L_2 n_2} = \frac{d n}{28 L n} = \frac{d}{28 L}$$

Ответ:  $\frac{dI}{dt} = \frac{d}{28 L}$

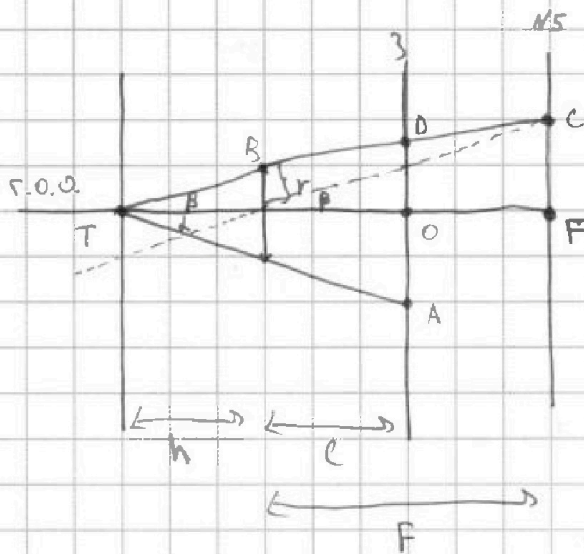


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1.) Рассмотрим лучи идущие мимо линзы. Чем больше угол  $\alpha$ , тем дальше от точки O она падает. Возьмем предельное положение луча, который проходит у края линзы, A - точка падения на зеркало.  
 $2 = h \rightarrow r$  - средняя линия  $\triangle OAT$   
 $OA = 2r$  т.е. вся область, лежащая за пределами круга с рад.  $2r$  не освещена.  
 В точке O освещена.

Возьмем поперечный луч, не проходящий через линзу (ТВ)

Дополним рисунок фокальной плоскостью. (справа с краем).

Поперечный лучок света, сонаправленный с ТВ соберется в фокусе после прохождения линзы, и той же линзой на фокальной плоскости.  $\Rightarrow$  луч идущий через центр линзы и преломленный луч ТВ пересекутся на фокальной плоскости.

$$\tan \beta = \frac{r}{h} \Rightarrow FC = \tan \beta \cdot F = \frac{r}{h} \cdot 2h = 2r$$

OD - сред. линия в трапеции с основаниями  $2r$  и  $r \rightarrow$

$$\Rightarrow OD = \frac{3r}{2}$$

Лучи, идущие под углом  $\alpha$  полностью освещают круг с рад.  $\frac{3r}{2}$ . Тогда неосвещенным остаётся кольцо, ограниченное окружностями с рад.  $2r$  и  $\frac{3r}{2}$

$$S = S_{2r} - S_{\frac{3r}{2}} = (2r)^2 \pi - \left(\frac{3r}{2}\right)^2 \pi = \frac{7}{4} \pi r^2$$

2.) На стене будет образовано 2 неосвещенных концентрических кольца. Найдем поочередно площади первого и второго (большого и меньшего).

см. след. стр.

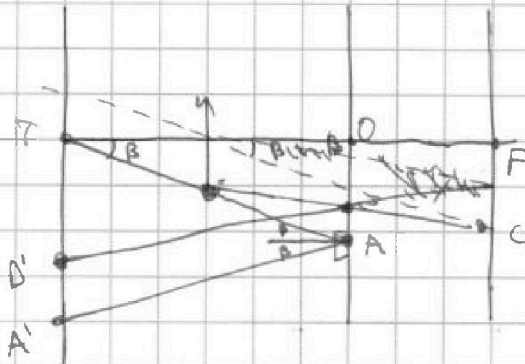


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Рассматриваем тот же луч что в первом случае.

Если он не преломится, то падает на зеркало под углом  $\beta$ .

$OA = 2r$  и  $\perp$

$A'T = 2OA$  (АА'Т-пр)  $\rightarrow A'T = 4r$

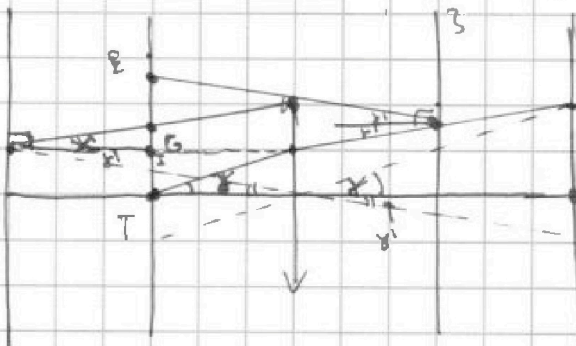
$FC = 2r$  и  $\perp$   $\tan \beta' = \frac{FC-r}{F} = \frac{2r-r}{2h} = \frac{r}{2h} = \frac{r}{2h} = \frac{r}{2h}$

Тангенс угла наклона преломленного луча к Г.О.О.

$$TO' = r + l \cdot \tan \alpha' + (l+h) \tan \beta' = r + 3h \cdot \frac{r}{2h} = \frac{5r}{2}$$

$$S_1 = \pi (FA')^2 - \pi (TO')^2 = \pi \left( 16r^2 - \frac{25r^2}{4} \right) = \pi \cdot \frac{39}{4} r^2 - \text{площадь большого круга}$$

Далее рассм. предельный случай когда отражённый луч вновь проходит через линзу.



Добавим фиктивную плоскость света. Преломленный единичный луч будет иметь угол  $\alpha'$ , такой что  $\tan \alpha' = \frac{1}{2} \tan \alpha$  (аналогично углу  $\beta$  выше)

$$\text{Или } \tan \alpha \cdot h + 2 \tan \alpha' \cdot h = r \leftarrow$$

$$\leftarrow \tan \alpha = \frac{r}{2h}, \tan \alpha' = \frac{r}{4h}$$

$$ET = \tan \alpha \cdot h + \tan \alpha' \cdot h + 2h \cdot \tan \alpha' = \frac{r}{2} + \frac{r}{4} + \frac{r}{2} = \frac{5r}{4}$$

Рассм. преломленный двукратный луч. Он пересекается с лучом, идущим через Г.О.О. под таким же углом (до преломления) на фокальной плоскости света.

$$TI = \tan \alpha' \cdot 2h = \frac{r}{2}, GI - \text{средняя линия в } \Delta \text{ (GI || линза и делит сторону пополам)}$$

$$GI = GI + TI = \frac{r}{4} + \frac{r}{2} = \frac{3r}{4} \text{ Всё, что лежит в пределах круга } \frac{3r}{4} \text{ будет обесцвено.}$$

$$S_2 = \pi (ET)^2 - \pi (GI)^2 = \pi \left( \frac{5r}{4} \right)^2 - \pi \left( \frac{3r}{4} \right)^2 = \pi \cdot r^2$$

$$S_1 + S_2 = \pi \frac{43}{38} r^2 \text{ и } \frac{43}{4} r^2 \text{ Ответ: 1.) } 7\pi \text{ см}^2 \text{ 2.) } 43\pi \text{ см}^2$$



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.

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!

3)  $1 \rightarrow 2$ :  $A_{12} = \frac{P_2 + P_1}{2} \cdot (V_2 - V_1)$  - работа (площадь под графиком  $1 \rightarrow 2$ )

$$A_{12} = \frac{P_0}{2} \cdot \frac{7P_0}{2} \cdot 3V_0 = \frac{21P_0V_0}{2}$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = \frac{3}{2} (P_{\max} V_{\max} - P_0 P_1 V_1) \quad (\text{см. п. 2}) - \text{изм. внутр. энергии газа при получении тепла.}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (16P_0V_0 - 15P_0V_0) = \frac{3P_0V_0}{2}$$

$$\Delta Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 12P_0V_0$$

После точки  $V_{\max} = 4V_0$  внутр. энергия газа перестает расти  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  на это не уходит энергия.

$2 \rightarrow 3$ :  $P = kV + b$

$$\begin{cases} 4P_0 = k \cdot 0 + b \\ 0 = k \cdot 2V_0 + b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} b = 4P_0 \\ k = -\frac{P_0}{2V_0} \end{cases}$$

$$P = -\frac{P_0}{2V_0}V + 4P_0 \Rightarrow PV = \left(-\frac{P_0}{2V_0}V + 4P_0\right)V = -\frac{P_0}{2V_0}V^2 + 4P_0V$$

$$\frac{d(PV)}{dV} = -\frac{2P_0V}{2V_0} + 4P_0 \stackrel{!}{=} 0 \Leftrightarrow -V + 2V_0 = 0 \Leftrightarrow V = 2V_0 = V_2 \Rightarrow \text{макс.}$$

Темп. на уг.  $2 \rightarrow 3$  растет в точке 2. т.е. в процессе  $1 \rightarrow 2$  газ соверш. отриц. раб. и его внутр. энергия уменьшается.

Тогда  $\Delta Q_{23} = 0$

$3 \rightarrow 1$ :  $A_{31} = 0$  т.к.  $V = \text{const}$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_{31}} = 3 \quad \text{из п. 1}$$

$$\Delta Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \Delta U_{31}$$

$$\eta = \frac{A}{\Delta Q_{12} + \Delta Q_{23} + \Delta Q_{31}} = \frac{A}{\Delta Q_{12} + \Delta Q_{31}} = \frac{1}{\frac{\Delta Q_{12}}{A} + \frac{\Delta Q_{31}}{A}} = \frac{1}{\frac{12P_0V_0}{3P_0V_0} + \frac{\Delta U_{31}}{A}} =$$

$$= \frac{1}{4+3} = \frac{1}{7} \quad (A_{31} = 0)$$

Ответ: 1)  $\frac{\Delta U_{31}}{A} = 3$

2)  $\frac{V_{\max}}{P_2} = 2$

3)  $\eta = \frac{1}{7}$



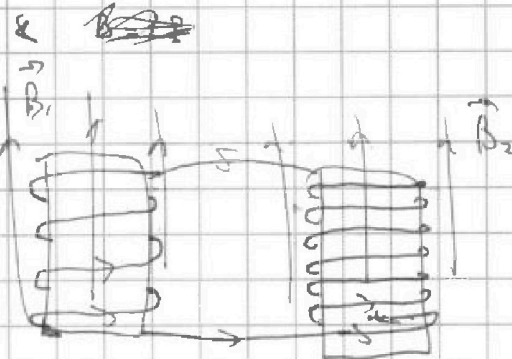
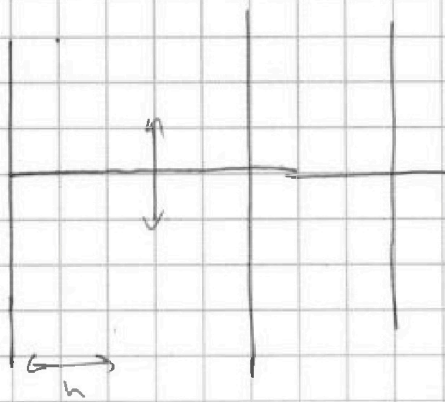


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



R

$$\Phi = B \cdot S \cdot n_1$$

~~$$\Phi = B \cdot S \cdot n_1$$~~

$$\mathcal{E}_1 = \frac{d\Phi}{dt}$$

~~$$\mathcal{E}_1 = L_1 \frac{dI}{dt}$$~~

~~$$\mathcal{E}_2 = L_2 \frac{dI}{dt}$$~~

I

$$IR = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = n_1 S n_1 \frac{dB}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = -L_2 S n_2 \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi_{12} =$$

$$S n_1 n_2 = (L_1 S n_1 + L_2 S n_2) \frac{dI}{dt} = IR \Leftrightarrow$$

$$C e^{\frac{dt}{\tau}} + C_0$$

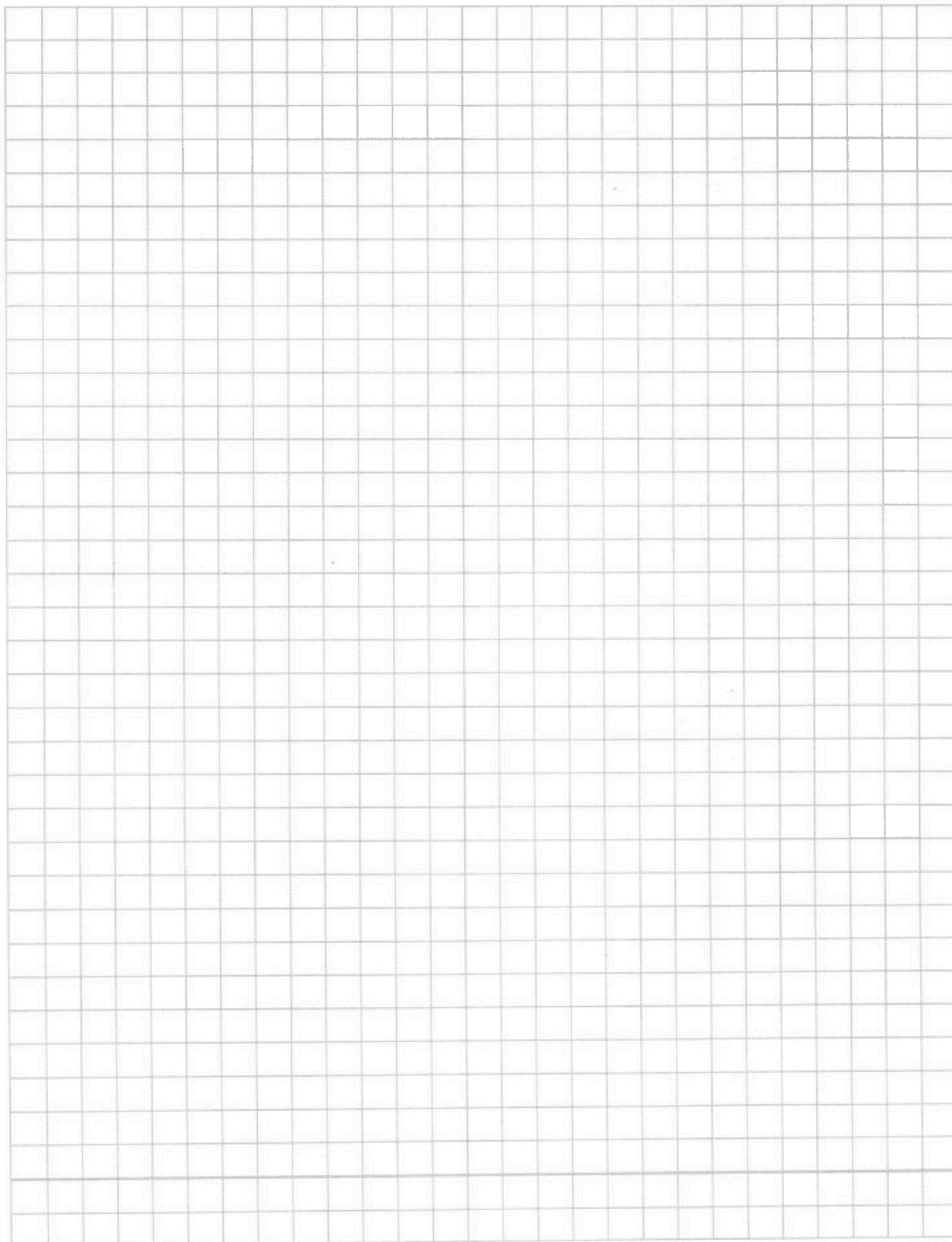


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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





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!

$$A = \frac{3P_0 \cdot 3V_0}{2} = \frac{9}{2} V_0 P_0$$

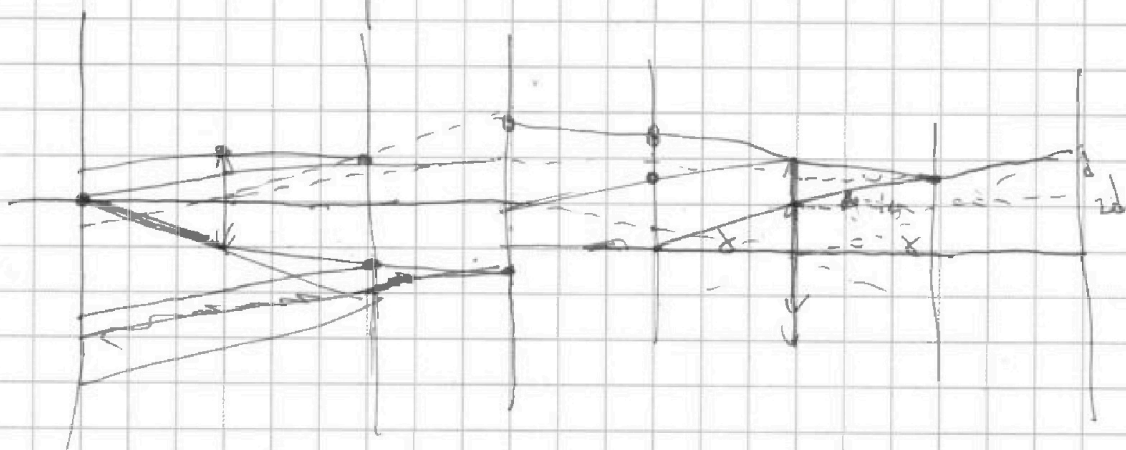
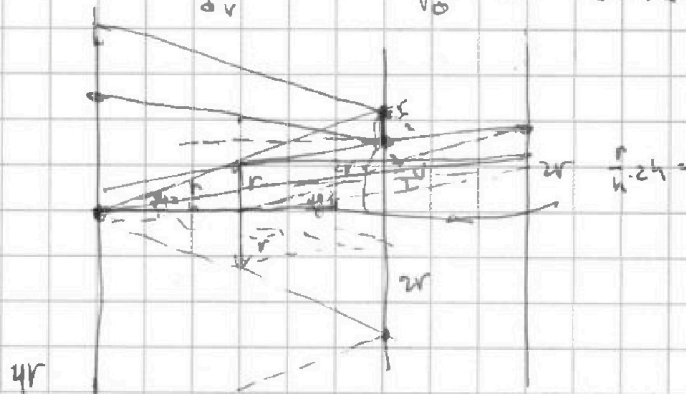
$$P_0 \frac{P}{P_0} = k \frac{V}{V_0} + b \quad \frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} + b \quad \leftarrow P V_0 = -P_0 V + P_0 V_0$$

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

$$PV = \left( -\frac{P_0}{V_0} \cdot V + P_0 \right) \cdot V = \left( -\frac{P_0}{V_0} \cdot V^2 + P_0 V \right) \quad -\frac{2V}{V_0} + 1 = 0$$

$$\frac{d}{dV} = -2 \frac{P_0}{V_0} V + P_0 = 0 \Rightarrow V = \frac{V_0}{2}$$

$$A = \int \omega_{12} + \delta \omega_{23} + \delta \omega_{34}$$



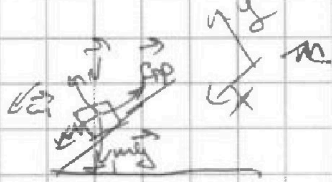


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

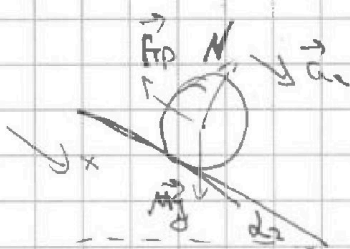
1  2  3  4  5  6  7

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!



$$\begin{cases} \sin \alpha_1 mg - \mu N = ma_1 \\ N - \cos \alpha_1 mg = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} N = \cos \alpha_1 mg \\ g(\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1) = a_1 \end{cases}$$

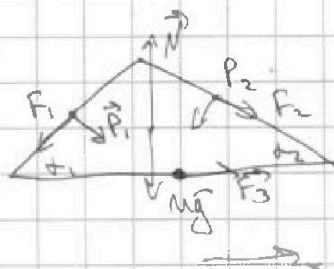


$$\mu = \frac{a_1}{g \sin \alpha_1 - a_1} = \frac{3}{5} \Rightarrow \mu = 0.6$$

$$F_{\text{тр}} = (g \sin \alpha_1 - a_1) m$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \frac{N}{R}$$

$$-F_{\text{тр}} + \sin \alpha_2 mg = ma_2 \Leftrightarrow F_{\text{тр}} = 2$$



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{N} + \vec{Mg} + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

$$-\cos \alpha_1 F_1 + \sin \alpha_1 P_1 - \sin \alpha_2 P_2 + \cos \alpha_2 F_2 + F_3 = 0$$

$$m \left( \frac{3}{5}g - \frac{7}{17}g \right) = m \left( \frac{51 - 85}{85} g \right) = m \left( \frac{16}{85} g \right)$$

$$5 \cdot m \left( \frac{3}{17}g - \frac{8g}{25} \right) = \frac{40}{17}mg - \frac{8}{5}mg = \frac{200 - 136}{85}mg = \frac{64}{85}mg$$

$$m \left( \frac{51}{85} \cdot \frac{8g}{25} - \frac{4}{5} \cdot \frac{8g}{17} \right) = \frac{mg}{85} (5 \cdot 3 \cdot 8 - 4 \cdot 7) = \frac{mg}{85} \cdot 92$$

$$\frac{P_1}{P_0} = 3 \quad \frac{V_3}{V_0} = 3 \quad \begin{cases} P_3 = 3P_0 \\ P_2 = 2P_0 \end{cases} \quad V_1 = V_2 = 3V_0$$

$$\frac{P_1}{P_0} = 5 \quad \frac{V_1}{V_0} = 3 \quad \frac{3}{2} P_1 V_1 - \frac{3}{2} P_3 V_3 = \frac{3}{2} \cdot 3P_0 \cdot 2P_0 = 9P_0 V_0$$