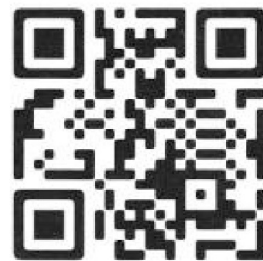




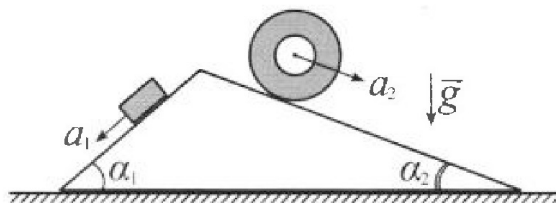
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



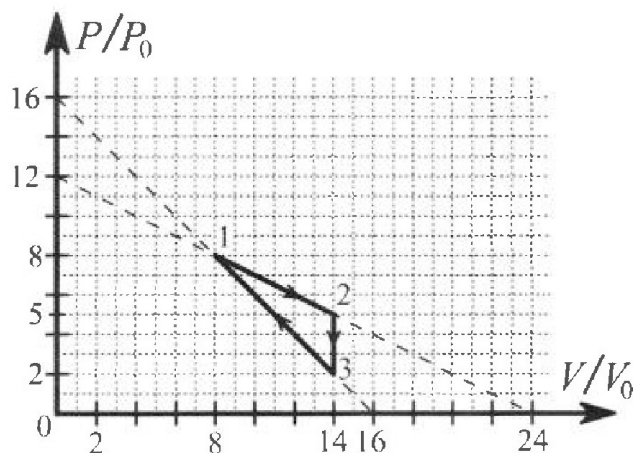
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

К каждому ответу 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.

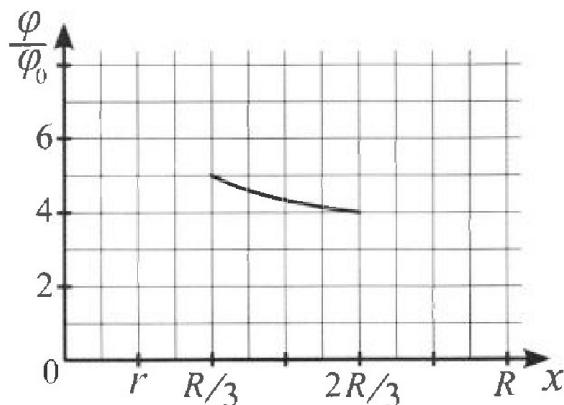
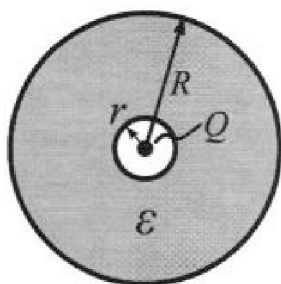


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



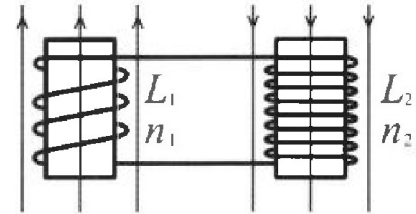
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

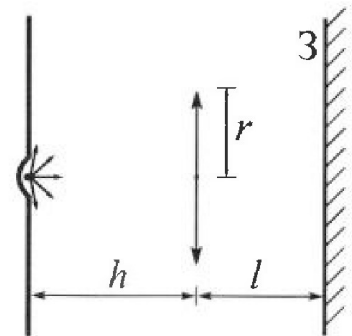


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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

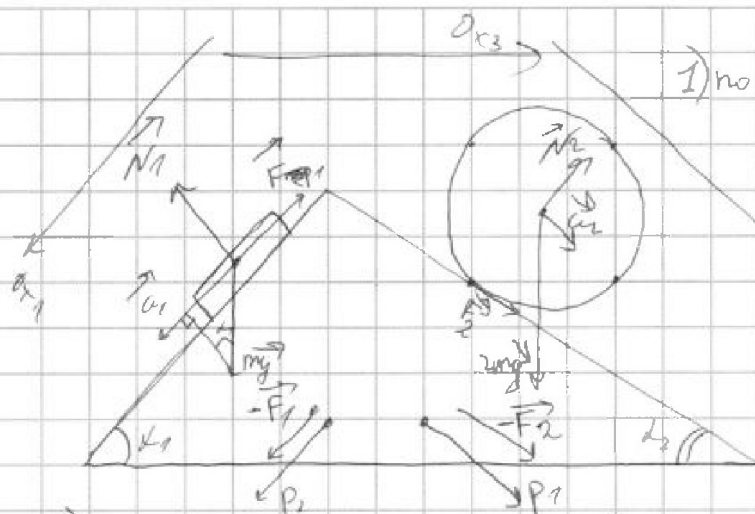


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) по II 3-му закону Ньютона на ось Ox_1 , где блок:

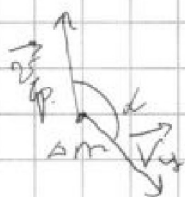
$$ma_1 = mg \sin \alpha - F_1 \quad (2)$$

$$(2) F_1 = m(g \sin \alpha - a_1)^2$$

$$= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{5} \right)^2$$

$$= \frac{7}{25} mg = \frac{9}{65} mg$$

2) рассчитаем энергию колеса (кинетич). Пусть мы взяли участок с $m' = \Delta m$, нарисуем векторы скорости колеса, тогда для диаметрально противоположно $\vec{v}_{cp}$ будет вращательная скорость.



$$E_{k \Delta m} = \frac{\Delta m v^2}{2} = \frac{\Delta m}{2} (v_{cp}^2 + v_k^2 - 2 v_{cp} v_k \cos \alpha)$$

для противоположных углов, $E_{k \Delta m} = \frac{\Delta m}{2} (v_{cp}^2 + v_k^2 + 2 v_{cp} v_k \cos \alpha)$ (так $\alpha = -\cos(\alpha - \alpha)$, противоположные углы имеют косинус равный косинусу между направлениями), тогда $E_{k \Delta m_1} + E_{k \Delta m_2} = \frac{\Delta m}{2} (2v_{cp}^2 + 2v_k^2) = \Delta m (v_{cp}^2 + v_k^2)$

3) $v_k = v_{cp}$, так как радиусы без проскальзывания колеса, $\sum E_{k \Delta m_i} = \frac{\Delta m}{2} \cdot 2 v_{cp}^2 = \Delta m v_{cp}^2$

выберем колесо соприкасающееся на h на Ox_2 , тогда по 3СЭ:

$$\left(\begin{aligned} 2m v_{cp}^2 + 2mg h \sin \alpha &= 2m (v_{cp} + a_{cp} t)^2 + F_2 \cdot h \quad (2) \\ h &= v_{cp} t + \frac{a_{cp} t^2}{2} \end{aligned} \right.$$

$$(2) \quad 2m v_{cp}^2 + 2mg v_{cp} t \sin \alpha + 2mg \frac{a_{cp}^2 t^2}{2} = 2m v_{cp}^2 + 4m v_{cp} a_{cp} t + a_{cp}^2 t^2 \cdot 2m + F_2 \cdot h \quad (2)$$

$$(2) \quad F_2 = 2mg \sin \alpha \left(\frac{v_{cp} t + a_{cp} t^2}{2} \right) - 4m a_{cp} \left(\frac{v_{cp} t + a_{cp} t^2}{2} \right)$$

$$= \frac{2m \left(\frac{5g}{75} - \frac{8g}{2} \right)}{26} = -\frac{6mg}{26}$$

$$v_{cp} t + \frac{a_{cp} t^2}{2} \quad m \cdot F_2 \uparrow \text{ по } Ox_2$$



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) 9) по II 3-ю Уголота для клина и его друга/колла

на клин действуют три же силы, это же сила, что в грани-
боломного стороны.

Считаем рисунок, $N_2 = P_2 = 2mg \cos \alpha_2$, $N_1 = P_1 = mg \cos \alpha_1$;
 $|\vec{F}_2| = |\vec{F}_1| = \frac{3mg}{13}$, $|\vec{F}_2| = |\vec{F}_1| = \frac{9mg}{65}$.

тогда проекции сил на горизонт-но ось будут равны

$P_1 \sin \alpha_1$, $F_2 \sin \alpha_2$, $F_1 \cos \alpha_1$, $P_2 \sin \alpha_2$.

$$F_{mp} = P_1 \sin \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2 = F_1 \cos \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 = \frac{9mg}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{2mg \cdot 12 \cdot 5}{23 \cdot 13} = \frac{12}{25} mg + \frac{36}{169} mg - \frac{12}{13 \cdot 25} mg - \frac{120}{169} mg =$$

$$= \frac{12 \cdot 169 mg + 36 \cdot 25 mg - 36 \cdot 13 mg - 120 \cdot 25 mg}{25 \cdot 169} = \frac{-540}{25 \cdot 169} mg = \frac{-540}{4475} mg$$

Ответ: 1) $\frac{9mg}{65}$ 2) $\frac{3mg}{13}$ 3) $\frac{-540}{4475} mg$

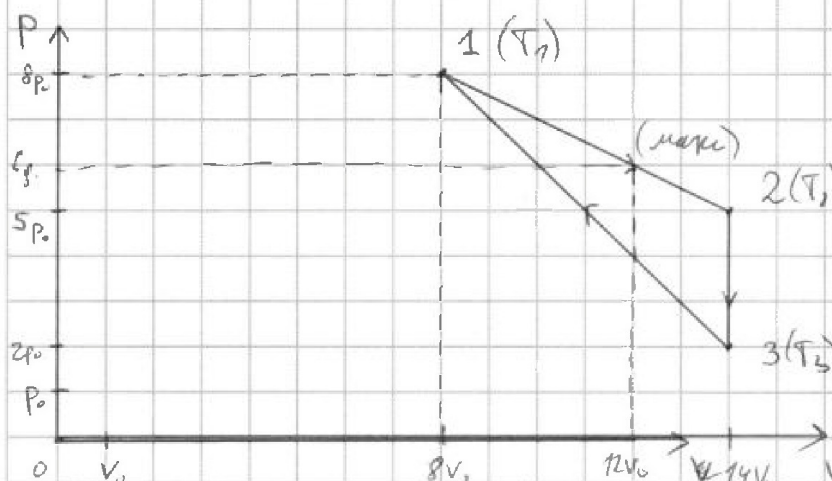


1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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) так как $P(V)$ линейно убывает, то на графике $P \sim V$ P — прямая линия, $P_0(V_0)$ отрезки будут представлены прямыми аналогично, V — прямая линия. тогда перенесем:



$$\text{тогда } A_{\text{изл}} = S_{123} = \frac{6V_0 \cdot 3P_0}{2} = 9V_0 P_0$$

в идею перевернуть, из уравнения состояния газа:

$$\begin{cases} 8P_0 \cdot 8V_0 = 2RT_1 \\ 5P_0 \cdot 14V_0 = 2RT_2 \\ U_1 = \frac{3}{2} 2RT_1 \\ U_2 = \frac{3}{2} 2RT_2 \end{cases}$$

то т.е. $\Delta U = U_2 - U_1 = 3(2RT_2 - 2RT_1)$, то подставляя, получаем:

$$\Delta U = \frac{3}{2} (70P_0V_0 - 64P_0V_0) = 9P_0V_0 \text{ отсюда Ответ: 1.}$$

2) пусть $P(V)$ на 1-2 выражается как: $P = KV + 6$. тогда:

$$\begin{cases} 8P_0 = K \cdot 8V_0 + 6 \\ 5P_0 = K \cdot 14V_0 + 6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \\ 6 = 12P_0 \end{cases} \text{ отсюда, } PV \text{ выражается как } PV = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 12P_0V_0$$

это выражение с вершиной в $V_0 = -\frac{12P_0}{-1P_0/V_0} = 12V_0$, отсюда, $P_0 = 6P_0$, следовательно, т.е. $\left(\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}\right) < 0$, то в вершине макс-с значения, т.е. $\max(PV) = \max(2RT) = 72P_0V_0$ из уравнения состояния газа, $72P_0V_0 = 2RT_{\text{max}} \Rightarrow \frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$

3) адиабатную сжимающую закон — это $P(V)$ проведем его отрезок на 1-3, получим $P(V): P = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 16P_0$. тогда кривая параболы $P(V)$ будет в $V_0 = 8V_0 \Rightarrow$ в точке V_0 ① максимальная темп-ра на 1-3.

тогда на отрезке КПД $\eta = \frac{A}{Q_{\text{з-т}}}$ тогда $Q_{\text{з-т}} = Q_{3-1} + Q_{1-\text{max}}$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{3-1} = \frac{2P_0 + 8P_0}{2} \cdot 6V_0 + \frac{3}{2} (64P_0V_0 - 2P_0V_0) = 30P_0V_0 + 54P_0V_0 = 84P_0V_0$$

$$Q_{1-\text{max}} = A_{1-\text{max}} + \Delta U_{1-\text{max}} = \frac{6P_0 + 8P_0}{2} \cdot 4V_0 + \frac{3}{2} (72P_0V_0 - 64P_0V_0) = 40P_0V_0$$



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
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!

$$\text{масса } \eta = \frac{18 \cdot 9}{124 \cdot 16} = \frac{9}{124}$$

Ответы: 1) 1, 2) 18/7, 3) 9/124.



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!

пусть $q_0 = \frac{kQ}{x_0} + C$, $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon R_i} + C$ тогда из задачи: $\frac{q_0}{\varphi} = \frac{\epsilon R_i}{x_0}$

$$\frac{q_0}{\varphi} = \frac{x_0(kQ + Cx_0)}{\epsilon R_i(kQ + C\epsilon R_i)}$$

при $R_i = R/3$: $\frac{3x_0(kQ + Cx_0)}{\epsilon R(kQ + \frac{C\epsilon R}{3})} = 5$ (1)

при $R_i = 2R/3$: $\frac{3x_0(kQ + Cx_0)}{\frac{2}{3}\epsilon R(kQ + \frac{2C\epsilon R}{3})} = 4$ (2)

при $R_i = 5R/6$: $\frac{6x_0(kQ + Cx_0)}{5\epsilon R(kQ + \frac{5C\epsilon R}{6})} = ?$

(1) $3x_0 kQ + 3Cx_0^2 = 5\epsilon R kQ + \frac{5C\epsilon^2 R^2}{3}$

(2) $3kQx_0 + 3Cx_0^2 = 8\epsilon R kQ + \frac{8C\epsilon^2 R^2}{3}$

$\frac{kQ}{x_0} = \frac{kQ}{\epsilon R_i} + C$ $\frac{x_0}{\epsilon R_i} = 5$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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) по определению, $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \frac{d\Phi}{dt}$, где $\frac{d\Phi}{dt}$ — изменение потока.
по определению производной, $\dot{I}$ — показатель скорости ~~тока~~ ^{изм-я} тока.

тогда, $\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(BS)}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S$, т.к. площадь контура и катушки

тогда $\frac{dB}{dt} S_1 = L_1 \dot{I}_1 = L_2 \dot{I}_2$ тогда $(L_1 + L_2) \dot{I} = L_2 \dot{I}_2 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow \dot{I} = \frac{L_2 \dot{I}_2}{L_1 + L_2} = \frac{L_2 \dot{I}_2}{17L_1}$$

$$2) \mathcal{E}(L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I}) = \mathcal{E} \frac{d\Phi}{dt} = \Delta BS_1 + \Delta BS_2 = -\frac{2}{3} B_0 \mu S + \frac{3}{4} B_0 \mu S = \frac{7}{3} B_0 \mu S.$$

$(L_1 + L_2) \cdot \dot{I}$,
так как $I_{\text{изм. с } 0}$ как-то упр.

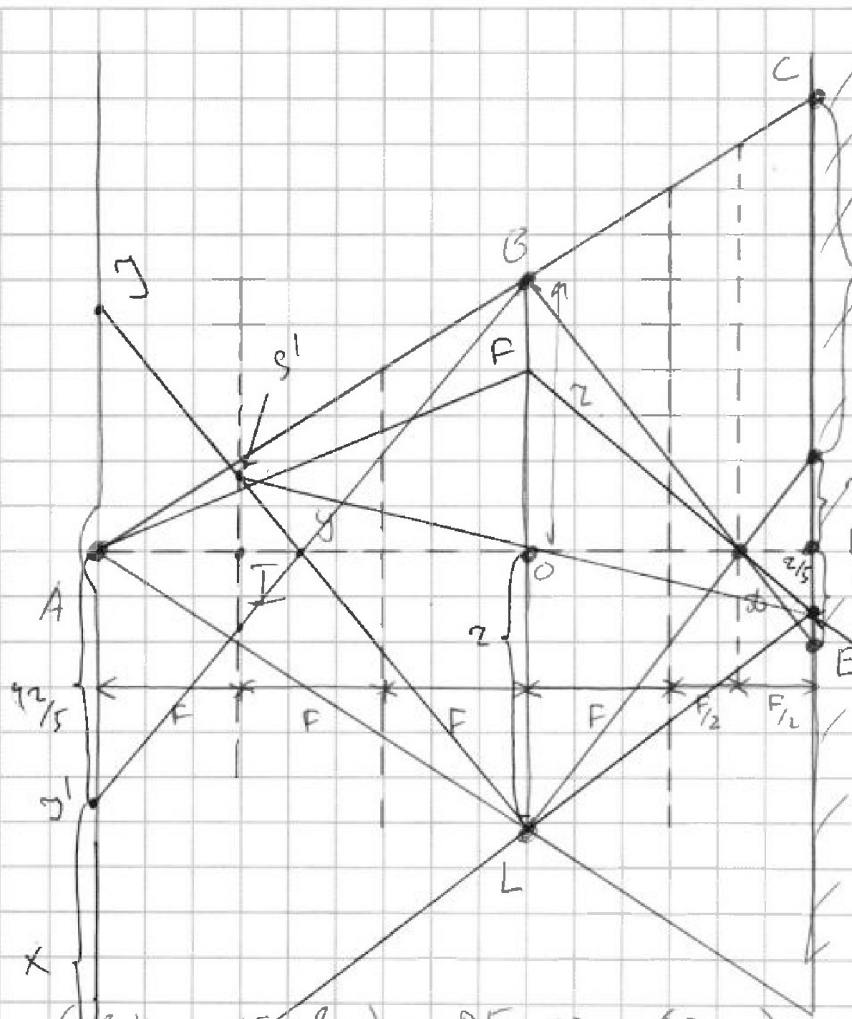
$$\text{отсюда, } I = \frac{7 B_0 \mu S}{L_1 + L_2} = \frac{7 B_0 \mu S}{17 L_1}$$

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) переводим в расчеты
в F : $h = 3F$, $l = 2F$

2) рассмотрим
42 угловых случая,
3 т.е. луч AB проходит
по границе линзы.
тогда (см. рис-а)
вс-продолжения
зеркала, а BE -
прямой луч.

3) пусть D - изображение
точ. A тогда
 $\frac{1}{OA} + \frac{1}{OD} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{3F} + \frac{1}{OD} = \frac{1}{F}$
 $\Rightarrow \frac{1}{OD} = \frac{1}{F} - \frac{1}{3F} = \frac{2}{3F}$
 $\Rightarrow OD = \frac{3}{2}F$

4) $\triangle OBD \sim \triangle ORE \Rightarrow$
 $(OB \parallel RE, BE - \text{общ.}) \Rightarrow \frac{RE}{OB} = \frac{DR}{OD} = \frac{(2F - OD)}{OD} = \frac{0.5F}{1.5F} = \frac{1}{3} \Rightarrow RE = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{2}F = F$

Вспомогат. так как картинка сим-на луч AL преломится в
 L так, что $RK = \frac{2}{3}$ тогда CA - косев-я об-т. так
как остальные лучи будут преломляться между границ-
ками, т.е. не попадут в косев-ю об-т. $\Rightarrow$ $S_{\text{косев}} = \frac{\pi}{3}(R^2 - r^2)$
а CR из подобия $\triangle AOB$ и $\triangle OLR$ (1 пр-к) $= \frac{5}{3}r$. отсюда,
 $S_{\text{косев}} = \frac{\pi}{3} \left(\frac{25r^2}{9} - \frac{r^2}{9} \right) = \frac{16\pi r^2}{9} \cdot \frac{8}{3} = \frac{128\pi r^2}{27}$

5) рассмотрим случай, что луч AF после преломления
направлен перпенд. к границе линзы, т.е. $FO \perp a$, но $SR \geq a$
тогда $AF \perp BE \Rightarrow \frac{4}{3}$ при отражении проекция L на зеркало
равна проекции F на зеркало, т.е. $\frac{4a}{3}$. тогда $OL = \frac{4}{3}$ проекция DS на зеркало
 RS + проекция $LS = \frac{5a}{3}$.



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

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!

Отсюда, $S_A = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{5}$ Отсюда, $R_S = \frac{2}{5}$ так как

S находится на расстоянии $2F$ от линзы, и с ее перемещением S_L пройдет через двойной фокус и S_0 окажется так как картинка симметрична относительно S_0 и S'_0 они равны, и равны $2/5$. Из этого S' можно найти $L S'$ и экран - 3 . тогда находим IA .

а) $\Delta S' I Y \sim \Delta Y O L$ (т.к. I - точка пересечения фокусов, $Y = L S' \cap OL$)

$$\Rightarrow \frac{S' I}{O L} = \frac{I Y}{Y O} = \frac{2/5}{2} = \frac{1}{5} \Rightarrow I Y = \frac{2F}{6} \text{ (т.к. } I Y + Y O = I O = 2F) \\ = \frac{F}{3}$$

$$\delta) \Delta I A Y \sim \Delta S' I Y \text{ (по к.т.)} \Rightarrow \frac{I A}{S' I} = \frac{A Y}{I Y} = \frac{4F/3}{F/3} = \frac{4}{1} \Rightarrow I A = \frac{4F}{5}$$

тогда IA всегда одна и та же величина.

получим, когда S_L не проходит, пусть он пройдет экран

в $2F$ пусть из подобных треугольников, $\frac{2-x}{5} = \frac{2}{5} \Rightarrow$

$$2x - \frac{2x}{5} = \frac{5x - 2}{5} \Rightarrow 2x = \frac{22}{5} \Rightarrow x = \frac{11}{5}$$

$$\text{то тогда } S_{\text{крас}} = \pi (x^2 - (4x)^2) = \pi \left(\frac{121}{25} - \frac{16}{25} \right) = \frac{21\pi}{5}$$

или отступить из S пересечь

экран, то он выскочит на A и OL отрезок $2/5$, изобразит

из 2 подобных треугольников с катетами $2F$, $4F - 2/5$ и $5F$, $x = 2/5$.

Ответ: 1) $\frac{200\pi}{3}$ 2) 105π .

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
☐

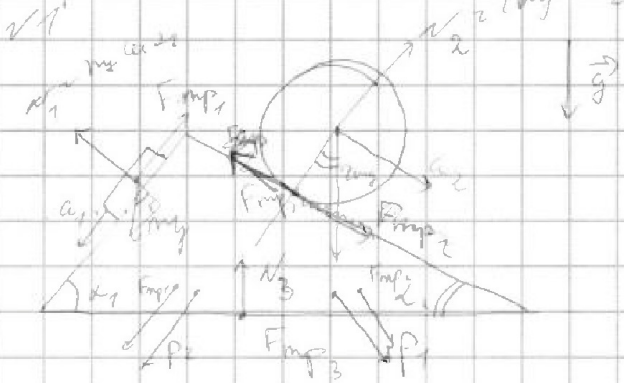
7
☐

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!



Черновики



$$\begin{aligned} m a_1 &= m g \sin \alpha + F_{mp1} \\ 2 m a_2 &= 2 m g \sin \alpha - F_{mp2} \Rightarrow \\ 2 m a_2 &= 2 m g \tan \alpha + F_{mp1} \\ \Rightarrow F_{mp1} &= m (g \tan \alpha - a_1) \\ F_{mp2} &= 2 m (a_2 - g \tan \alpha) \\ \frac{2}{4} - \frac{5g}{13} &= -\frac{7}{52} g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{y1} &= V_{y2} \Rightarrow \Delta V_y = \Delta V_{y2} \\ &= \int 2 (m_j \cdot \vec{V}_{y1}) = 2 m V_y \\ &= 2 m g \sin \alpha - F_{mp2} \quad E_{kin} = 2 m V_y^2 \end{aligned}$$

$$2 m V_{y1}^2 + 2 m g S \sin \alpha = 2 m (V_{y2} + a_2 t)^2 + F_{mp} S$$

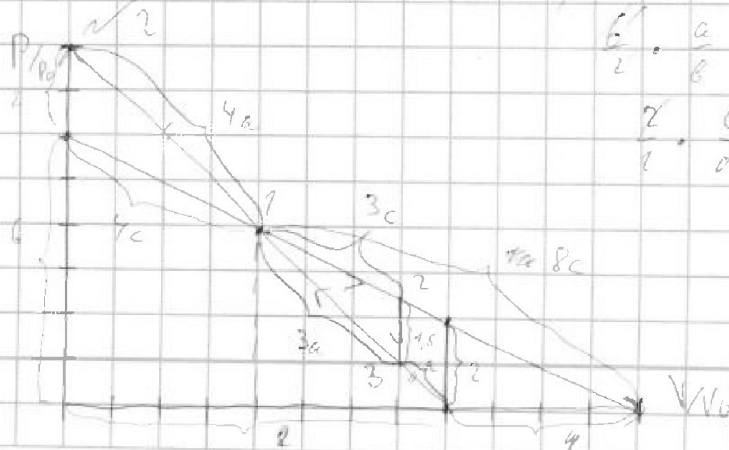
$$S = V_y t + \frac{a_2 t^2}{2} \quad 2 m V_y^2 + 2 m g V_y t + m g a_2 t^2 =$$

$$\begin{aligned} F_{mp} &= 2 m a_2 (2 g V_y t \sin \alpha + g t^2 \sin \alpha - 4 V_y t - 2 a_2 t^2) = \\ &= m a_2 \left(\frac{2 g \sin \alpha (V_y + a_2 t)}{2} - 4 (V_y + a_2 t) \right)^2 = \\ &= m a_2 \left(\frac{2 g \sin \alpha}{a_2} - 4 \right)^2 \end{aligned}$$

$$= m \cdot \frac{g}{4} \left(\frac{2g}{g/4} \cdot \frac{52}{13} - 4 \right) = m \cdot \frac{g}{4} \left(\frac{40}{13} - 4 \right) = m \cdot \frac{g}{4} \cdot \frac{-12}{13}$$

$$\frac{c}{2} = \frac{a}{8} = \frac{1}{3} = 1 \Rightarrow \frac{a}{2} = 1$$

$$\begin{aligned} \frac{2}{1} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{2}{e} &= 1 \Rightarrow \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \\ \frac{P_1}{P_2} &= \frac{2}{3}, \quad \frac{V_1}{V_2} = 8 \\ \frac{P_2}{P_3} &= 2, \quad \frac{V_3}{V_2} = 14 \end{aligned}$$





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
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!

Handwritten solution on grid paper for a thermodynamics problem involving a piston-cylinder system with two chambers and a heat exchanger.

Diagram: A schematic of a piston-cylinder system. The cylinder is divided into two chambers by a piston. The left chamber has volume V_1 and pressure p_1 . The right chamber has volume V_2 and pressure p_2 . A heat exchanger is located between the two chambers, with heat transfer Q_{12} . The piston is at a height h from the bottom. The total height of the cylinder is L . The piston is connected to a spring with stiffness k . The initial state is labeled 1, and the final state is labeled 2. The piston is at a height h from the bottom. The total height of the cylinder is L . The piston is connected to a spring with stiffness k .

Equations and Calculations:

$$1) A = \frac{3p_0 \cdot 4V_0}{2} = 6p_0 V_0$$

$$64p_0 V_0 = 2RT_1$$

$$70p_0 V_0 = 2RT_2$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} 2RT_2 - \frac{3}{2} 2RT_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 6p_0 V_0 = 9p_0 V_0$$

$$h = 1$$

$$2) \Delta R T_{max} = p_i V_i$$

$$p_0 = 8V_0 \cdot k + 6$$

$$115p_0 = 114V_0 \cdot k + 6$$

$$k = \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \quad B = 12p_0$$

$$p_i = \frac{1}{2} \frac{V_i}{V_0} \frac{p_0}{V_0} + 12p_0$$

$$p_i V_i = -\frac{V_i}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} + 12p_0 V_i$$

$$p_i V_i = -\frac{114V_0}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} + 114p_0 V_0 = 72p_0 V_0$$

$$72p_0 V_0 = 2RT_{max}$$

$$\frac{T_{max}}{T_0} = \frac{72 \cdot 36}{114} = \frac{18}{7}$$

$$18p_0 V_0 = 2RT_2$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_1}$$

$$Q_{12} = A_{12} + Q_{12} = 6p_0 + 8p_0 \cdot 4V_0 + \frac{3}{2} \frac{(72p_0 V_0 - 64p_0 V_0)}{8p_0 V_0}$$

$$= 28p_0 V_0 + 12p_0 V_0 = 40p_0 V_0$$

$$Q_{21} = \frac{2p_0 + 8p_0}{2} \cdot \frac{1}{6V_0} + \frac{3}{2} \frac{(64p_0 V_0 - 72p_0 V_0)}{8p_0 V_0} = 20p_0 V_0 + 54p_0 V_0 = 74p_0 V_0$$

$$Q_{12} = 124p_0 V_0 \rightarrow \eta = \frac{9}{74}$$

logarithmическая функция $f(x) = \frac{k}{x}$

$1/2 \leq R/x$



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!

$$\phi_0 = \frac{K \cdot P}{X_0}$$

$$5 = \frac{3 \cdot X_0}{\epsilon R}$$

$$\phi_i = \frac{R \cdot K \cdot Q}{\epsilon R_i}$$

$$4 = \frac{3 \cdot X_0}{2 \epsilon R}$$

$$\frac{\phi_i}{\phi_0} = \frac{R_i \cdot X_0}{X_0 \cdot \epsilon R_i}$$

$$\begin{cases} p_p = K \cdot p \cdot V_0 + 6 \\ p_p = K \cdot 10 \cdot V_0 + 6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} K = -1 \frac{5}{6} \\ 6 = 10 p_p \end{cases}$$

$$\begin{aligned} p V_0 &= -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 10 p_0 V_0 \\ V_0 &= 8 V_0 \\ p V_0 &= \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 469 \\ \times 11 \\ \hline 338 \\ 469 \\ \hline 2028 \\ + 900 \\ \hline 2928 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 13 \\ \hline 108 \\ 36 \\ \hline 468 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ \times 25 \\ \hline 60 \\ 24 \\ \hline 3000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 25 \\ \hline 845 \\ 338 \\ \hline 4195 \end{array}$$

$$3468 - 2928 = 540$$

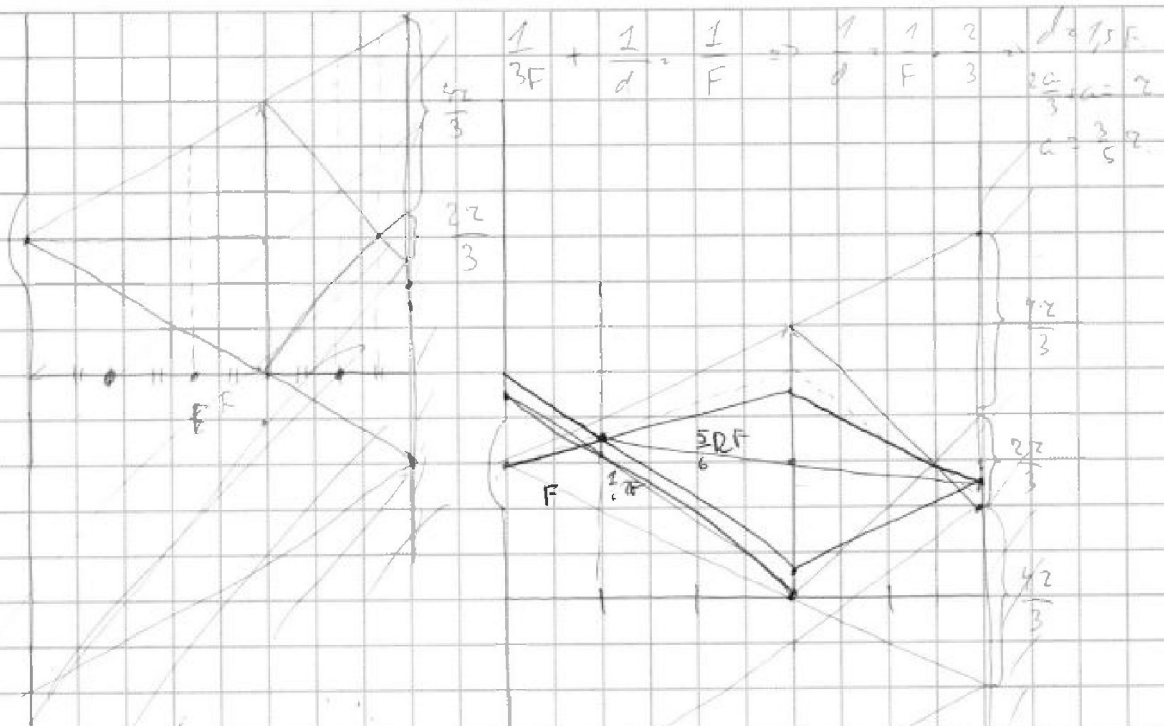


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\mathcal{E} = \frac{\partial \Phi}{\partial t} = \frac{\partial B \cdot S}{\partial t} = a n_1 S$$

$$L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = a n_1 S$$

$$\dot{I} = \frac{a n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{a n_1 S}{17 L}$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{\partial \Phi}{\partial t} = \frac{-2 B_0 n S}{3 \tau}$$

$$= -\frac{2 B_0 n S}{3 \tau}$$

$$(L_1 + L_2) \dot{I} = \frac{11 B_0 n S}{3 \tau}$$

$$17 L \dot{I} = \frac{11 B_0 n S}{3 \tau} \Rightarrow \dot{I} = \frac{11 B_0 n S}{17 \tau L}$$

$$\mathcal{E}_2 = -\frac{3 B_0 n S}{4 \tau} \quad (L_1 + L_2) \dot{I} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = -17 B_0 n S$$

$$17 L \dot{I} = -\frac{3 B_0 n S}{4 \tau} - \frac{3 B_0 n S}{\tau}$$

$$(L_1 + L_2) \dot{I} = \mathcal{E}$$