



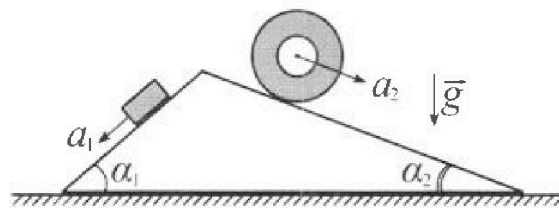
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

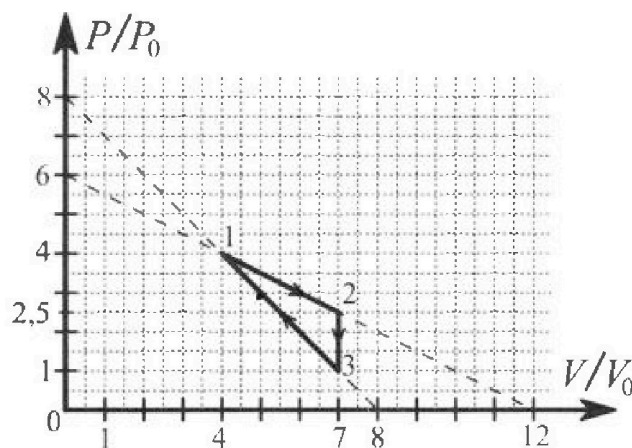


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

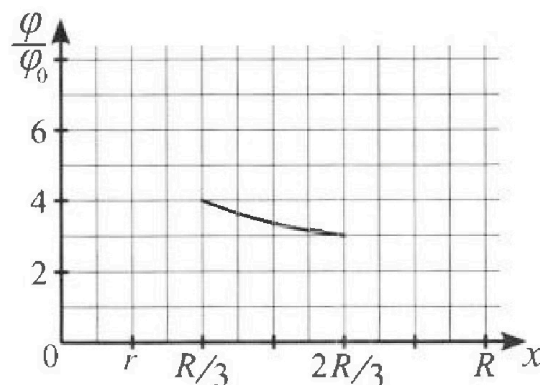
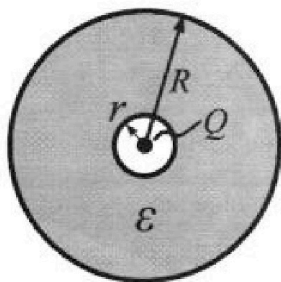
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



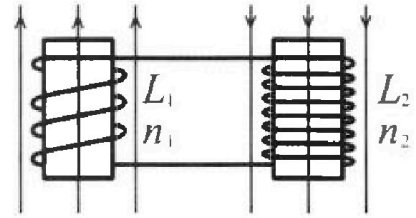
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

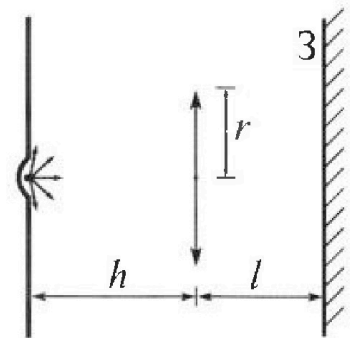


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках 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.



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

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

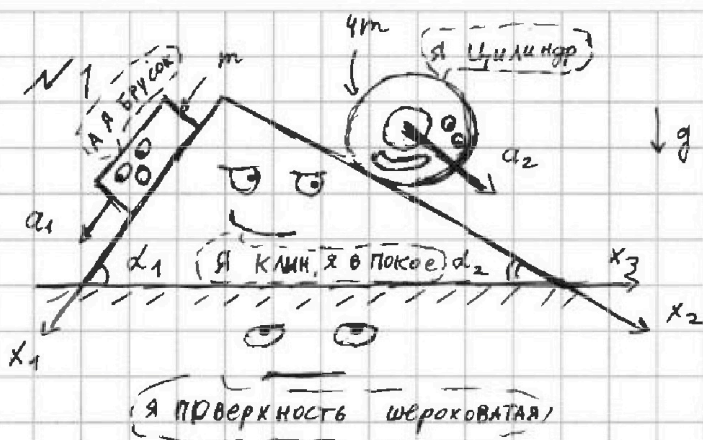


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{aligned} \sin \alpha_1 &= \frac{3}{5} \\ \sin \alpha_2 &= \frac{5}{13} \\ a_1 &= \frac{5}{13} g \\ a_2 &= \frac{5}{24} g \end{aligned}$$

- 1) Запишем II Закон Ньютона для блока в проекции на ось x_1 (вдоль поверхности клина).

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

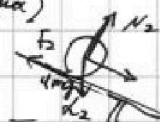
$$\begin{aligned} F_1 &= m (g \sin \alpha_1 - a_1) = m g \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \\ &= \frac{14}{65} m g \end{aligned}$$



- 2) Запишем II Закон Ньютона для цилиндра в проекции на ось x_2 (тоже вдоль поверхности клина)

$$4m a_2 = 4m g \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 4m (g \sin \alpha_2 - a_2) = 4m g \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = \frac{55}{78} m g$$



- 3) По к. клин покоится, то перпендикулярно осям x_1 и x_2 у блока и цилиндра соответственно нет ускорений, т.е.

$$\begin{aligned} N_1 &= m g \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} m g \\ N_2 &= 4 m g \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} m g \end{aligned}$$

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
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!

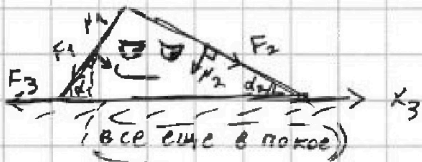
На клин со стороны сферика и цилиндра действуют как F_1, F_2 так и N_1, N_2 . Проецируя все силы, действующие на клин вдоль горизонтального стола (ось x_3), получим:

$$M_K \cdot 0 = 0 = F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - F_3$$

↑
масса клина

$$F_3 = mg \left(\frac{55}{78} \cdot \frac{13}{13} + \frac{9}{5} \cdot \frac{7}{5} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$= -\frac{6}{13} mg \quad (\text{направлена влево}).$$



Ответ:
$$\begin{cases} F_1 = \frac{14}{65} mg \\ F_2 = \frac{55}{78} mg \\ F_3 = \frac{6}{13} mg \end{cases}$$

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

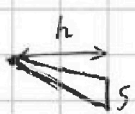
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2.

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!

N2

1) Работа за цикл А есть площадь внутри цикла т.е.

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_0 \cdot 3V_0 \right) = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

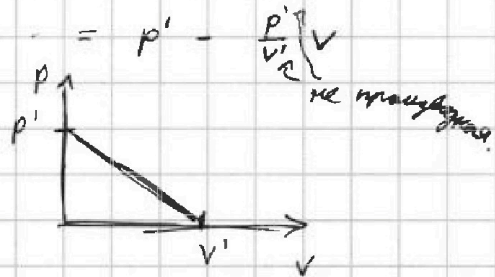


$$|\Delta U_{23}| = \left| \frac{3}{2} (7 p_0 V_0 - 7 p_0 \cdot \frac{5}{2} V_0) \right| = 7 \cdot \frac{9}{4} p_0 V_0.$$

$$k_1 = \frac{|\Delta U_{23}|}{A} = 7$$

Ответ: $k_1 = 7$

2) Известно, что в процессах $p(V) = p' - \alpha V =$
максимальная температура
достигается при $V = \frac{V'}{2}$
 $p = \frac{p'}{2}$



(Дано: $2RT = pV = p' \left(1 - \frac{V}{V'}\right) V$

$$T(V) = \frac{p'}{2R} \left(V - \frac{V^2}{V'} \right)$$

$T \rightarrow T_{max}$ при $(T(V))' = 0$

т.е. $1 - \frac{2V}{V'} = 0$

$$V = \frac{V'}{2}$$

$$p = p' \left(1 - \frac{1}{2} \right) = \frac{p'}{2}$$

значит $T_{max 12} = T \left(\begin{matrix} V = 6V_0 \\ p = 3p_0 \end{matrix} \right) = \frac{18 p_0 V_0}{2R}$

$$T_1 = \frac{4 p_0 V_0}{2R} = \frac{16 p_0 V_0}{2R}$$

$$k_2 = \frac{T_{max 12}}{T_1} = \frac{9}{8}$$

Ответ: $k_2 = \frac{9}{8}$.



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

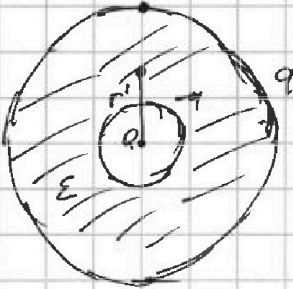
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

№3

индуцированные
q - ~~позитивный~~ заряд. Электрика.



1) На расстоянии r найти

$$\frac{kQ}{r^2} - \frac{kq}{r^2} = \frac{1}{\epsilon} \frac{kQ}{r^2}$$

$$q = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

Тогда
$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{\frac{R}{4}} - \frac{kq}{\frac{R}{4}} + \frac{kq}{R} = \frac{k}{R} (4Q - 3q) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{3}{\epsilon}\right) \quad \text{Если } r < \frac{R}{4}.$$

и
$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{\frac{R}{4}} - \frac{kq}{r} + \frac{kq}{R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{4}{R} - \frac{(1-\frac{1}{\epsilon})}{r}\right)$$

Если $r > \frac{R}{4}$.

Итак:
$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{3}{\epsilon}\right) \quad \text{при } r \leq \frac{R}{4}$$

$$\varphi_{\frac{R}{4}} = kQ \left(\frac{5\epsilon - 1}{\epsilon R} - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon r}\right) \quad \text{при } r > \frac{R}{4}$$

2) Из графика $r < \frac{R}{3}$. Тогда

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{\frac{R}{3}} - \frac{kq}{\frac{R}{3}} + \frac{kq}{R} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\epsilon R} + \frac{(1-\frac{1}{\epsilon})}{R}\right)$$

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{\epsilon} + 1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right) = 4\varphi_0$$

$$\varphi_{\frac{2}{3}R} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{2\epsilon} + 1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right) = 3\varphi_0.$$

$$\frac{4}{3} = \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}}$$

$$4 + \frac{2}{\epsilon} = 3 + \frac{6}{\epsilon}$$

$$\frac{4}{\epsilon} = 1$$

$$\epsilon = 4$$

Итак: $\epsilon = 4$.

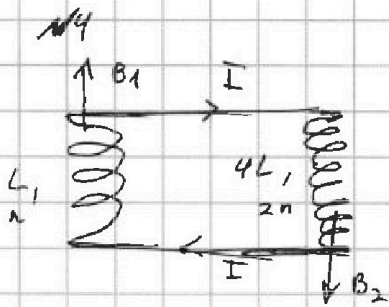
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



По закону Фарадея $\dot{\Phi} = -\dot{\mathcal{E}}_i$

На рисунке показаны катушки так, чтобы при протекании ток I они создавали магнитный поток, направленный в одну и ту же сторону.

1) Тогда по 3. Фарадея для L_1 :

$$(\dot{B}_1 S_n + LI) = \dot{\mathcal{E}}_{i1} = \dot{B}_1 S_n + LI \quad (1)$$

для L_2 :

$$(\dot{B}_2 S_{2n} - 4LI) = -\dot{\mathcal{E}}_{i2} =$$

$$= -4LI \quad (2)$$



$$\mathcal{E}_{i1} - \mathcal{E}_{i2} = 0 \quad (3)$$

Объединяя: $\dot{B}_1 S_n - 3LI = 0$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \dot{I} = \frac{\dot{B}_1 S_n}{3L} = \frac{\alpha S_n}{3L}$$

Ответ: $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\alpha S_n}{3L}$

2) Аналогично с пунктом 1:

$$\begin{cases} -\dot{\mathcal{E}}_{i1} = \dot{B}_1 S_n + LI \\ \dot{\mathcal{E}}_{i2} = \dot{B}_2 S_{2n} - 4LI \\ \dot{\mathcal{E}}_{i1} - \dot{\mathcal{E}}_{i2} = 0 \end{cases}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \dot{I} = \frac{S_n (2\dot{B}_2 + \dot{B}_1)}{3L} = \frac{S_n}{3L} \left(2 \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + \frac{\Delta B_1}{\Delta t} \right)$$

$$\Delta I = \frac{S_n}{3L} (2\Delta B_2 + \Delta B_1) = \frac{S_n}{3L} \left(-\frac{8}{3} B_0 + \frac{1}{2} B_0 \right) = -\frac{19}{18} \frac{S_n B_0}{L}$$

Ответ: $I = \frac{19}{18} \frac{S_n B_0}{L}$



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
_ 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!

$$\frac{KR}{R} \left(1 + \frac{3}{2E}\right) = 340$$

$$\frac{KR}{R} \left(1 + \frac{3}{E}\right) = 440$$

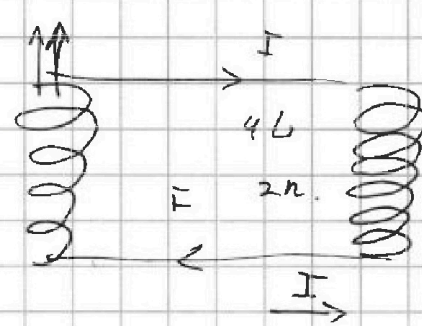
$$\frac{4}{3} = \frac{E+3}{2E+3}$$

$$4E + 6 = 3E + 9$$

$$E = 3$$

$$\frac{KR}{R} \left(1 + \frac{1}{E} + \frac{3}{E}\right) = 440$$

$$\dot{B}_1 S_1 + L \dot{I} = \dot{B}_2 S_2 + 4L \dot{I}$$



$$\dot{\Phi} = \dot{E} i$$

$$\dot{B} S_1 + L \dot{I} = \dot{\Phi} i$$

$$3L \dot{I} = \dot{B} S_1$$

$$\dot{I} = \frac{S_1}{3L} \dot{B}$$

$$(1) \dot{B}_1 S_1 + L \dot{I} = -\dot{E} i$$

$$(2) -\dot{B}_2 S_2 + 4L \dot{I} = -\dot{E} i$$

$$3L \Delta I = S_1 \left(2 \Delta B_2 + \Delta B_1 \right)$$

$$-\frac{4}{3} B_0 \quad -\frac{1}{2} B_0$$

$$J \frac{a_2}{R} = F_2 R$$

$$4mg \frac{5}{13} R = (J + 4mR^2) \frac{a_2}{R}$$

$$F_2 R = 4mR^2 \cdot \frac{a_2}{R}$$

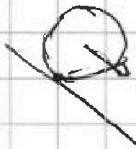
$$4m a_2$$

$$\frac{2}{9m} R^2 \frac{a_2}{R} = 4m g \frac{5}{13} R$$

$$\frac{2 \cdot 5}{24}$$

$$\frac{20}{13} mg = \frac{J a_2}{R^2} + 4m a_2$$

$$4m a_2 =$$



14.4
12.13 - 14.4
150
13
120
100
9/13
14.4
25.13
12.13
25.13
48.5
13
110
55.2
13
240
10
170
13
10
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
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) Из пункта 1 $A_{цикла} = \frac{9}{4} p_0 V_0$

Посчитаем Q_H — тепло, отданное нагревателем.

В процессах $p = p' \left(1 - \frac{V}{V'}\right)$ теплоемкость C процесса является большей нуля при $V < \frac{d}{d+1} V' = \frac{2+2}{2 \cdot 2+2} V' = \frac{5}{8} V'$
и, соответственно, меньшей нуля при $V > \frac{5}{8} V'$

(В точке $V = \frac{5}{8} V'$ происходит касание $p(V)$ и $q(V)$)

В процессе 1-2 $V_{кр} = \frac{5}{8} V' = \frac{15}{2} V_0 = 7,5 V_0$, а м.к.

1-2 происходит в квадригане $(4-7) V_0$, то на всех процессах тепло будет поглощаться

$$Q_{H,1-2} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \left(7 \cdot \frac{5}{2} p_0 V_0 - 1 p_0 V_0 \right) + \frac{1}{2} \left(4 p_0 \cdot \frac{5}{2} p_0 \right) \cdot 3 V_0 =$$

$$= \frac{4}{4} p_0 V_0 + \frac{39}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0.$$

В процессе 2-3 тепло только отводится ($A_{2-3} = 0$, $\Delta U_{2-3} < 0$).

В процессе 3-1 $V_{кр} = \frac{5}{8} \cdot 8 V_0 = 5 V_0$. Это значит в квадригане $4 V_0 - 5 V_0$ $C > 0$
 $5 V_0 - 7 V_0$ $C < 0$, то, м.к. Мы идем в "обратную"

сторону (не 1-3, а 3-1, м.к. $dV < 0$) то

$dQ > 0$ при $(5 V_0 - 7 V_0)$

$$Q_{H,3-1} = Q_{H,7V_0-5V_0} = \frac{3}{2} (15 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) - \frac{1}{2} (p_0 + 3 p_0) (2 V_0) =$$

$$= 12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0 = 8 p_0 V_0$$

$$Q_H = Q_{H,3-1} + Q_{H,1-2} = 20 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{цикла}}{Q_H} = \frac{9}{20}$$

Ответ: $\eta = \frac{9}{20}$.



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!

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{r}{O S'} = \frac{r_1}{S' O'} \\ \frac{r_1}{S'' O'} = \frac{r_2}{S'' A} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} O S' = h \\ O' S' = \frac{h}{3} \\ O' S'' = h \\ S'' A = 2h \end{array}$$

$$r_1 = r \frac{S'' A S' O'}{O S' S'' O'} = \frac{2}{3} r = 2 \text{ см.}$$

$$S_T = \pi (r_2^2 - r_1^2) = 96 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: } S_T = 96 \pi \text{ см}^2$$



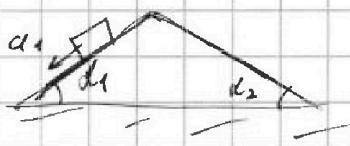
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

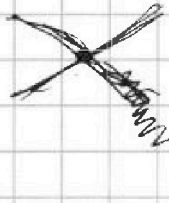
$$-\frac{3}{2} > \frac{1}{1 + \frac{v}{p} \frac{dp}{dv} - \frac{p'}{v}} \quad -\frac{3}{2} (1 - \frac{p'}{v}) > 1. \quad C = \frac{c}{2} R, \quad \frac{R}{1 + \frac{v}{p} \frac{dp}{dv}} < 0$$



$$m \left(\frac{3}{5} g - \frac{5}{13} g \right) = F_1$$

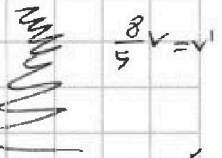
$$4m \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) g = F_2$$

$$\frac{5}{2} - \frac{5}{2} \frac{v}{p} \frac{p'}{v}$$



$$\frac{39 - 25}{65}$$

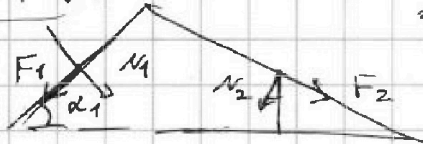
$$\frac{14}{65} m = F_1$$



$$\frac{8}{5} v = v'$$

$$p = \frac{3}{5} p'$$

$$1 - \frac{v}{p} \frac{p'}{v}$$



$$\frac{v}{p} = \frac{v'}{p'} \\ \frac{p}{v} = \frac{p'}{v'}$$

$$\frac{120 - 65}{13 \cdot 24} = \frac{55 \cdot 4}{13 \cdot 246} mg$$

$$p' (v' - v)$$

$$\frac{55}{78} mg = F_2$$

$$1 - \frac{v}{p} \frac{p'}{v}$$



$$\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{5 \cdot 12}{13^2} = \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{3 \cdot 4}{25} 4$$

$$60 - 110$$

$$\frac{3 \cdot 6 p_0 v_0}{4 \cdot 4 p_0 v_0}$$



$$\frac{p}{v} v = \frac{3}{5} \frac{p'}{v'}$$

$$\frac{1,5 p_0 \cdot 3 v_0}{2} = \frac{9}{4} p_0 v_0 = A$$

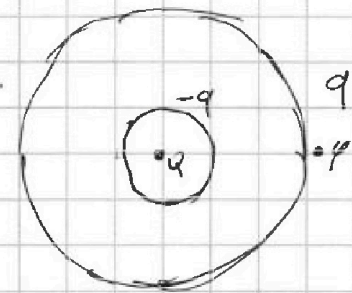
$$\frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{3}{\epsilon}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \left(-\frac{3}{2} p_0 v_0 \right) = -\frac{9}{4} p_0 v_0 \cdot \tau$$

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

$$\frac{i+2}{2i+2} \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{12}{2} = \frac{15}{2} \cdot E \rightarrow \frac{E}{\epsilon}$$

$$\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\epsilon} \right) = \varphi$$



$$R \frac{Q-Q}{r^2} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$

$$1 = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$



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

1 2 3 4 5 6 7

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 mathematical work on a grid background. The work includes several equations and diagrams:

- At the top left, there is a differential equation: $\frac{3}{2} (p \dot{v})$ and $\frac{3}{2} \cdot 1$.
- Below it, another equation: $\int \frac{3}{2} p dv + \frac{3}{2}$.
- In the center, a differential equation: $5 p (1 - \frac{v}{11}) dv - 3 \frac{v p}{v^2} dv < 0$.
- To the right of this, there are calculations: $20 - \frac{63}{4} - 2$, $20 - \frac{63}{4} + \frac{3}{2} - \frac{7}{2}$, $16 - 15$, $18 - \frac{63}{4}$.
- Below the central equation, there is a diagram of a circle with radius r' and a horizontal line through its center. To the right of the circle, there are calculations: $5 - 8 \frac{v}{v^2} < 0$, $110 - \frac{240}{13}$, 156 , $\frac{KQ^2}{R^2}$, $20 - \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 7$, $-\frac{63}{4} -$, $\frac{72 - 63}{4} - \frac{9}{4}$.
- At the bottom, there are more equations: $110 - \frac{240}{13}$, $-\frac{10}{15} + \frac{12 \cdot 13}{25 \cdot 13} - \frac{56}{13 \cdot 25}$, $\frac{4}{13}$, $\frac{3KQ}{ER} + \frac{KQ(1 - \frac{1}{e})}{R}$, $\frac{3KQ}{2ER} + \frac{KQ(1 - \frac{1}{e})}{R}$, $4 + \frac{5}{2}$, $\frac{35}{2} - \frac{32}{2}$, $\frac{17}{4} + 3$, $\frac{39}{4} + \frac{9}{4}$, $15 - 7$, 8 , $12 - 2 \cdot 2$.



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
_ 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!

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{P} \frac{dP}{dV}} \quad P = P' \left(1 - \frac{V}{V'}\right)$$

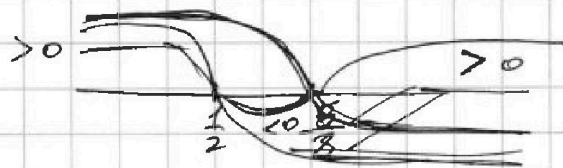
$$\frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \frac{P'}{V} \frac{V}{P' \left(1 - \frac{V}{V'}\right)}} \quad \frac{V' - 3V}{V' - V}$$

$$\frac{3}{2} + \frac{V' - V}{2V' - 2V}$$

$$\frac{5}{2} \left(\frac{V}{V' - V} \right)$$

$$\frac{3V' - \frac{3}{2}V + V' - V}{2V' - 2V} > 0$$

$$\frac{\frac{4}{2}V' - \frac{5}{2}V}{2V' - 2V} > 0$$



$$P' \left(1 - \frac{V}{V'}\right) dV \quad V \quad \frac{1}{2} P' dV +$$

$$P dV \quad V \quad \frac{3}{2} (P dV + V dP)$$

$$- \frac{1}{2} P dV < 3$$

$$- P' dV \left(1 - \frac{V}{V'}\right) \quad V - 3V \frac{P'}{V'} dV$$

$$\frac{V}{V'} - 1 \quad V - 3 \frac{V}{V'}$$

$$\frac{4V}{V'} \quad V > 1 \quad V > \frac{V'}{4}$$