

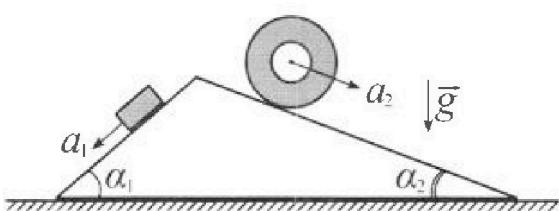
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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 $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

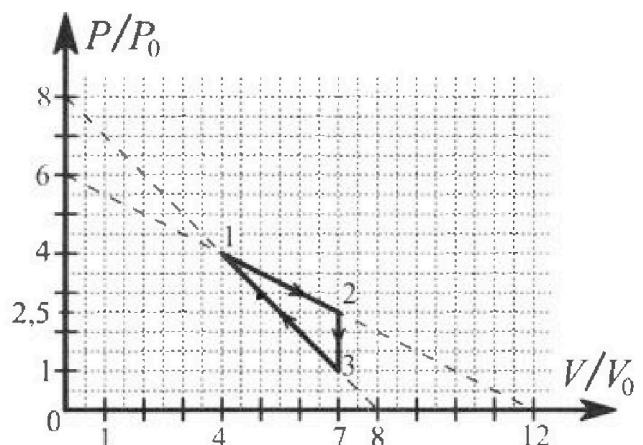


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

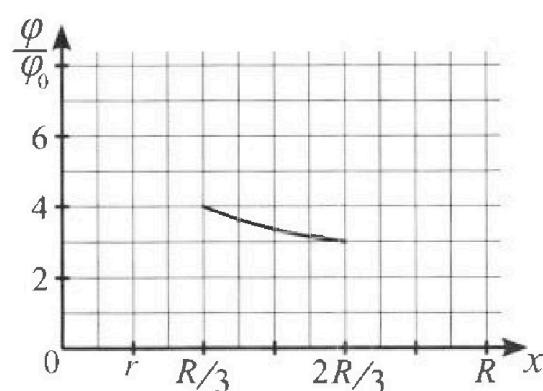
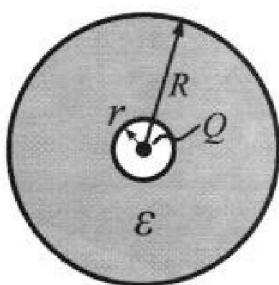
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





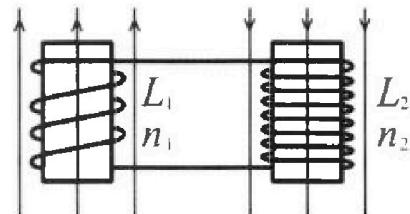
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-01

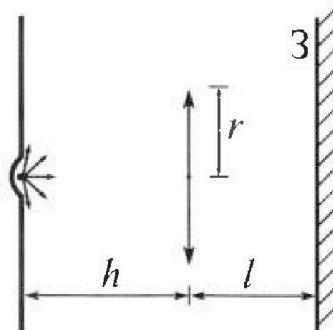
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/2$. 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 З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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

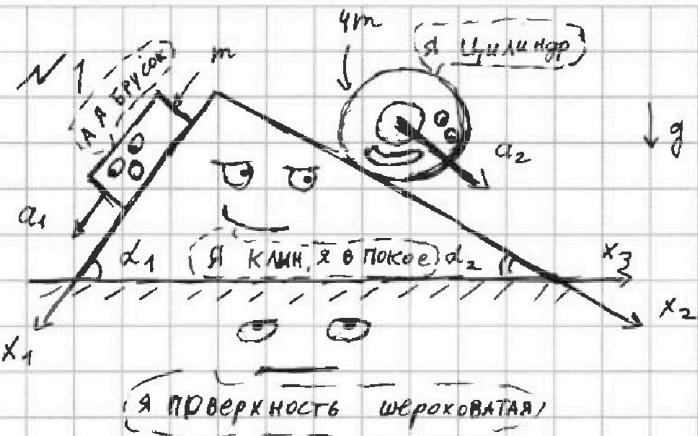


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2.

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



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

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$g_1 = \frac{5}{13} g$$

$$a_2 = \frac{5}{24} g$$

1) Запишем II Закон Ньютона для труса в проекции

на ось x_1 (вдоль поверхности клина).

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



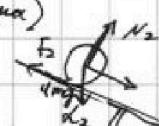
$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) =$$

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

2) Запишем II Закон Ньютона для цилиндра в проекции

на ось x_2 (вдоль вектора поверхности клина).

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$



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

3) Ит. н. клик лежит, то перпендикулярно оси x_1 и x_2

Ч труса и цилиндра совпадают вертикально и не скользят, т.е.

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{50}{13} mg$$



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

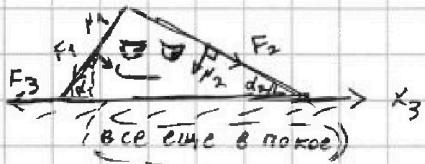
На книж со спиралью обложка и цепь действуют как F_1, F_2 так и N_1, N_2 . Продолжая все силы, действующие на книжку верх гравитационного столца ($z \in x_3$), получим:

$$M_{K \cdot O} = 0 = F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - F_3$$

шеста книжка

$$F_3 = mg \left(\frac{55}{78} \cdot \frac{13}{13} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

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



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.

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

СТРАНИЦА
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) Дана за цикл A есть площадь внутри цикла n.e.

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_0 + 3 v_0 \right) = \frac{9}{4} p_0 v_0$$

$$| \Delta U_{23} | = \left| \frac{3}{2} \left(4 p_0 v_0 - 7 p_0 \cdot \frac{5}{2} v_0 \right) \right| = 7 \cdot \frac{9}{4} p_0 v_0.$$

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

отсюда: $k_1 = 7$

2) Известно, что в процесах $p(v) = p' - \alpha v =$

максимальная температура

$$\text{достигается при } v = \frac{v_1}{2}$$

$$p = \frac{p_1}{2}$$

$$(\text{Дано: } \gamma R T = p V = p' \left(1 - \frac{V}{V_1} \right) V)$$

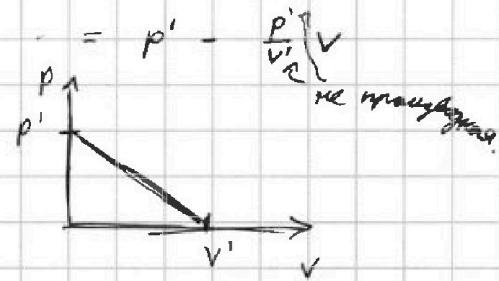
$$T(v) = \frac{p_1}{\gamma R} \left(V - \frac{V^2}{V_1} \right) \quad \leftarrow \text{максимум.}$$

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

$$\text{т.е. } 1 - \frac{2V}{V_1} = 0$$

$$V = \frac{V_1}{2}$$

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



$$\text{Значит } T_{\max 12} = T \left(V = \frac{6V_0}{3} \right) = \frac{18 p_0 v_0}{\gamma R}$$

$$T_1 = \frac{4 p_0 9 v_0}{\gamma R} = \frac{16 p_0 v_0}{\gamma R}$$

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

$$\text{Отсюда: } k_2 = \frac{9}{8}.$$

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.

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

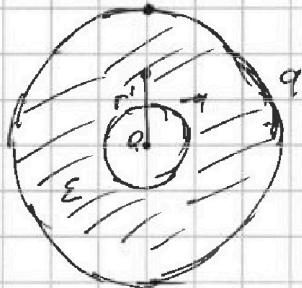
СТРАНИЦА
1 из 1

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



№3

q - ~~изолированные~~ заряды, диэлектрик.



1) На расстоянии r' между

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

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

При $r < \frac{R}{4}$

$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{\frac{R}{4}} - \frac{kq}{\frac{R}{4}} + \frac{kq}{R} = \frac{k}{R} (4Q - 3q) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 + \frac{3}{\epsilon} \right)$$

Если $r < \frac{R}{4}$.

и

$$\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{\frac{R}{4}} - \frac{kq}{r} + \frac{kq}{R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{5-\frac{1}{\epsilon}}{R} - \frac{(1-\frac{1}{\epsilon})}{r} \right)$$

Если $r > \frac{R}{4}$.

Видим: $\varphi_{\frac{R}{4}} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\epsilon} \right)$ при $r \leq \frac{R}{4}$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\epsilon = 4$$

Видим: $\epsilon = 4$.

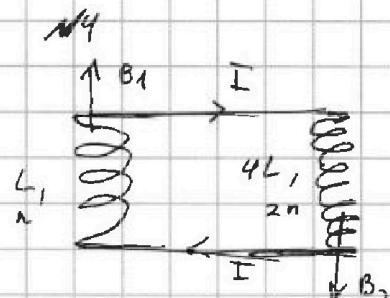


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1.

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



По закону Фарadays $\dot{\Phi} = -\dot{E}_{i1}$

На рисунке получим равенство так, чтобы при прохождении тока I они создавали магнитный поток, направленный в одну и ту же сторону.

1) Многа № 3. Уравнение для L_1 :

$$(B_1 S_n + L_1 I) = \dot{E}_{i1} = B_1 S_n + L_1 I \quad (1)$$

для L_2 :

$$(B_2 S_{2n} - 4L_1 I) = -\dot{E}_{i2} = -4L_1 I \quad (2)$$



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

Отваживаясь: $B_1 S_n - 3L_1 I = 0$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \dot{I} = \frac{B_1 S_n}{3L} = \frac{\alpha S_n}{3L}$$

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

2) Аналогично с пунктом 1:

$$\begin{cases} -\dot{E}_{i1} = B_1 S_n + L_1 I \\ \dot{E}_{i2} = B_2 S_{2n} - 4L_1 I \\ \dot{E}_{i1} - \dot{E}_{i2} = 0 \end{cases}$$

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

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

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!

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

$$\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\varepsilon} \right) = 440.$$

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

$$4\varepsilon + 6 = 3\varepsilon + 9 \cdot 3$$

$$\underline{\varepsilon = 3}$$

$$\frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} + \frac{3}{2\varepsilon} \right) q_L I = \dot{\epsilon}_i$$

$$\dot{B}_1 S_n + L \dot{I} = \dot{B}_2 S_{2n} + 4L \dot{I}$$

$$\dot{\phi} = \dot{\epsilon}_i \quad \leftarrow F$$

$$\dot{B} S_n + L \dot{I} = \dot{\epsilon}_i$$

$$\dot{B} S_n + L \dot{I} = \dot{\epsilon}_i$$

$$(1) \dot{B}_1 S_n + L \dot{I} = -\dot{\epsilon}_i$$

$$(2) -\dot{B}_2 S_{2n} + 4L \dot{I} = -\dot{\epsilon}_i$$

$$3L \Delta \dot{I} = s_n \left(2 \Delta B_2 + \Delta B_1 \right)$$

$$= \frac{4}{3} B_0 \cdot \frac{1}{2} \Delta \alpha_0$$

$$J \frac{\alpha_2}{R} = F_2 R$$

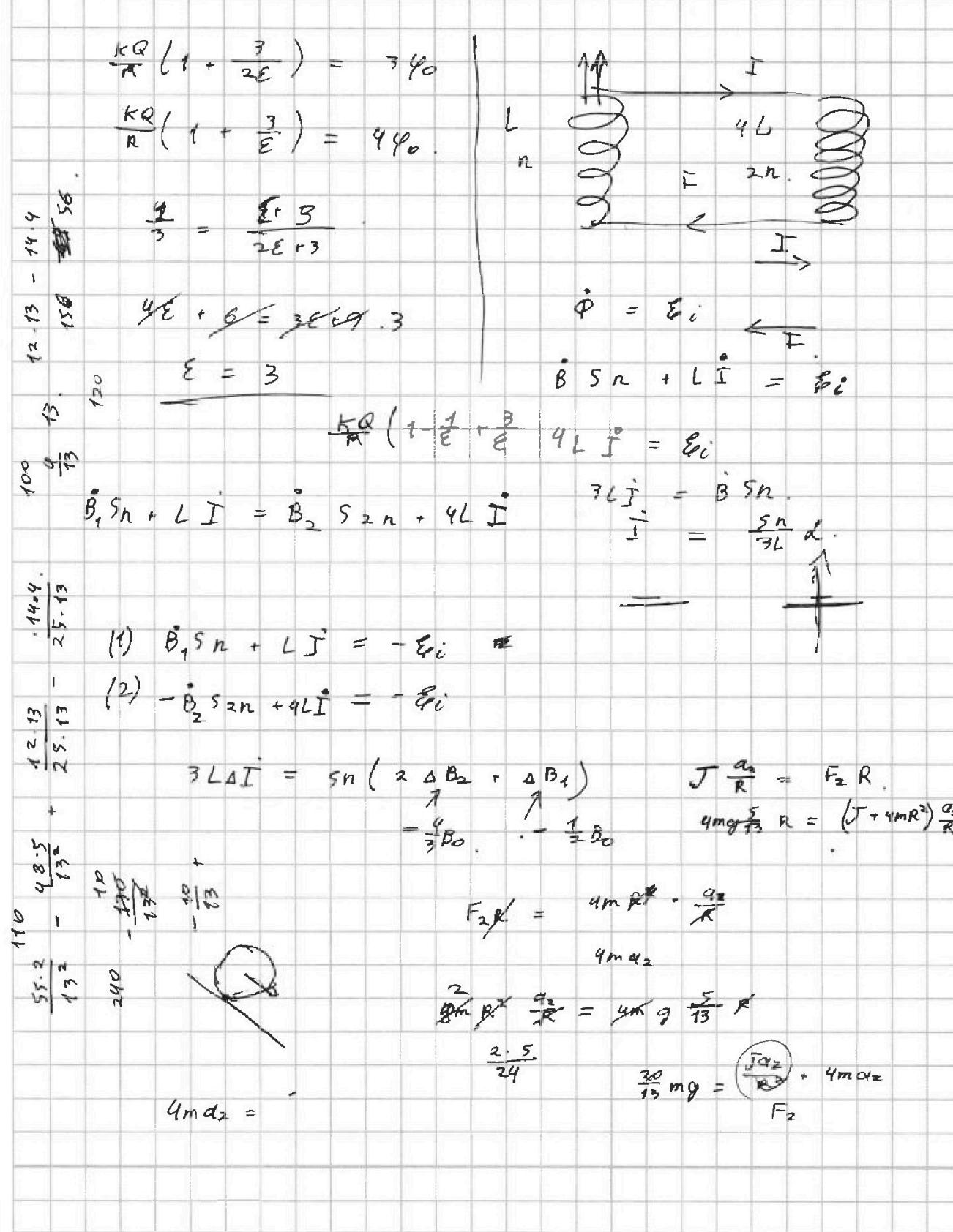
$$4m g \frac{\alpha_2}{R} R = (J + 4mR^2) \frac{\alpha_2}{R}$$

$$F_2 R = 4m g \frac{\alpha_2}{R}$$

$$\frac{2}{3} m g^2 \frac{\alpha_2}{R} = 4m g \frac{\alpha_2}{R} R$$

$$\frac{2}{3} \frac{5}{24} m g = \frac{j \alpha_2}{R} \cdot 4m \alpha_2$$

$$4m \alpha_2 =$$



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



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$3) \quad U_3 \text{ пустила } 1 \quad A_{\text{чайка}} = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

Посчитали Q_H — тепло, выдыхаемое нагревателем.

В процессах $p = p' (1 - \frac{V}{V'})$ температура с процесса вычитает большей кучи при $V < \frac{1}{f+1} V' = \frac{i+2}{2i+2} V' = \frac{5}{8} V'$ и, соответственно, меньшей кучи при $V > \frac{5}{8} V'$ (В тоже $V = \frac{5}{8} V'$ происходит касание $p(v)$ и $a(v)$)

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

1-2 происходит в гидравлике $(4 - \gamma) V_0$, то на всем процессе тепло будет подводиться

$$Q_{H_{1-2}} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (7 \cdot \frac{5}{2} p_0 V_0 - 16 p_0 V_0) + \frac{1}{2} (4 p_0 + \frac{5}{2} p_0) \cdot 3 V_0 = \\ = \frac{4}{9} p_0 V_0 + \frac{39}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0.$$

В процессе 2-3 тепло можно отобрать ($A_{2-3}=0 \Delta U_{23}<0$).

В процессе 3-1 $V_{kp} = \frac{5}{3} \cdot 3 V_0 = 5 V_0$. И значит в гидравлике $4 V_0 - 5 V_0 \quad C > 0$
 $5 V_0 - 4 V_0 \quad C < 0$, а.к. Но идет в "сторону" (не 1-3, а 3-1, а.к. $dV < 0$) то

$dQ > 0$ при $(5 V_0 - 4 V_0)$

$$Q_{H_{31}} = Q_{H_{31}-54} = \frac{3}{2} (15 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0) - \frac{1}{2} (p_0 + 3 p_0) (2 V_0) = \\ = 12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0 = 8 p_0 V_0$$

$$Q_H = Q_{H_{31}} + Q_{H_{12}} = 20 p_0 V_0$$

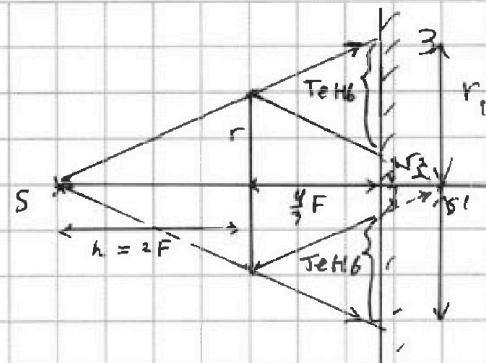
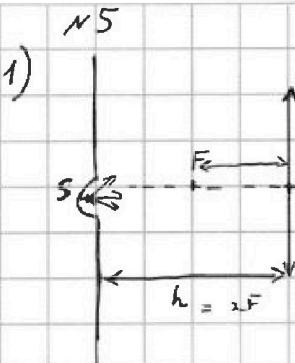
$$\eta = \frac{A_{\text{чайка}}}{Q_H} = \frac{9}{80} \quad \text{Ответ: } \eta = \frac{9}{80}.$$

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

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

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!



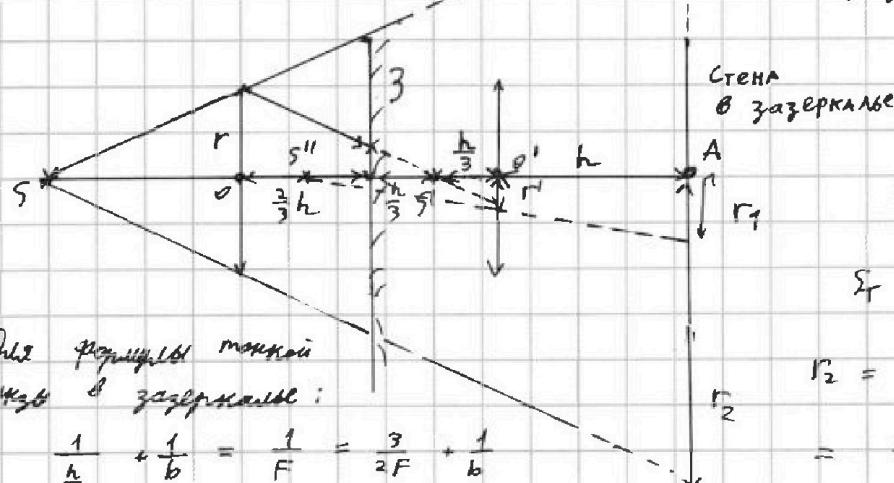
П.к. центр находиться на расстоянии $2F$ от стены, то его изображение тоже будет на расстоянии $2F$ (см. рис.) выше

Погоди из подобных треугольников задача таки свидетельствует как $S_T = \pi (r_1^2 - r_2^2) = \pi \left(\frac{(r+h+l)^2}{h} - \frac{(r+h-l)^2}{h} \right) =$

$$= \pi r^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{8}{3} r^2 \pi = 24 \pi \text{ см}^2$$

Ответ: $S_T = 24 \pi \text{ см}^2$

2) Измерим площадь тени на стене через "зазеркалье".



$$S_T = \pi (r_2^2 - r_1^2)$$

$$r_2 = \frac{r}{h} \cdot (2(h+l)) = \frac{10}{3} r = 10 \text{ см.}$$

Одно из свойств теней:
шаг в зазеркалье:

$$\frac{1}{\frac{h}{3}} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} = \frac{3}{2F} + \frac{1}{b}$$

$$b = -2F = -h.$$

$$\frac{h}{3} = r' O'$$

$$b = S'' O'$$



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

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!

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{r}{OS'} = \frac{r'}{S'O'} \\ \frac{r'}{S''O'} = \frac{r_1}{S''A} \end{array} \right. \quad \begin{aligned} OS' &= h \\ O'S' &= \frac{h}{3} \\ O'S'' &= h \\ S''A &= 2h \end{aligned}$$
$$r_1 = r \cdot \frac{S''A \cdot S'O'}{OS' \cdot S''O'} = \frac{2}{3} r = 2 \text{ см.}$$

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

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

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.

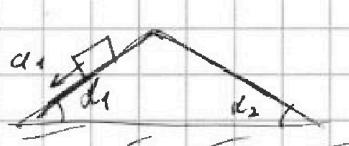
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

СТРАНИЦА
ИЗ



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

$$-\frac{3}{2} > \frac{1}{1 + \frac{V}{P} \frac{dP}{dV}} - \frac{3}{2} \left(1 - \frac{P'}{V}\right) > 1. \quad C = \frac{i}{2} R, \quad \frac{R}{1 + \frac{V}{P} \frac{dP}{dV}} < 0$$



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

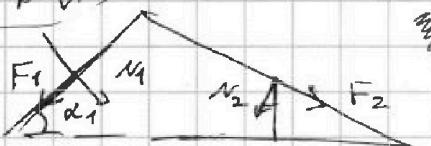
$$4m \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) f = F_2. \quad \frac{8}{5} V = v^1$$

~~$$\frac{5}{2} - \frac{3}{2} \frac{V}{P} \frac{P'}{V}$$~~



~~$$\frac{39 - 25}{65} \frac{14}{65} m = F_1, \quad P = \frac{3}{5} \frac{P'}{V} V$$~~

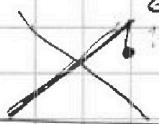
~~$$(1 - \frac{V}{P} \frac{P'}{V})$$~~



~~$$\frac{12V - 65}{13 \cdot 29} = \frac{55 \cdot 4}{13 \cdot 246} m \quad P' (V - \frac{V}{P})$$~~

~~$$\frac{55}{78} m = F_2.$$~~

~~$$1 - \frac{V}{P} \frac{P'}{V} < 0$$~~



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

~~$$\frac{P}{V} < \frac{P'}{V}$$~~

$$60 - 110$$

~~$$\frac{3 \cdot 6 p_0 V_0}{4 \cdot 4 p_0 V_0}$$~~



~~$$\frac{P}{V} < \frac{3}{5} \frac{P'}{V}$$~~

~~$$4 \cdot 4 p_0 V_0$$~~

$$\frac{1,5 p_0 \cdot 3 V_0}{2} = \frac{9}{4} p_0 V_0 = A.$$

$$\frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$$

~~$$\frac{i+2}{2i+2}$$~~

~~$$\frac{5}{8} \cdot \frac{3}{2}$$~~

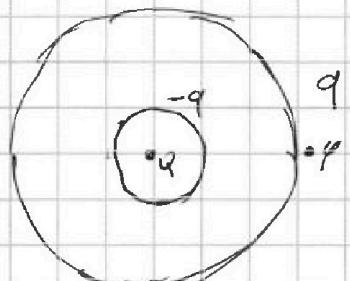
~~$$\frac{15}{2}$$~~

~~$$E \rightarrow \frac{r_i}{\varepsilon}$$~~

~~$$\frac{kQ}{\varepsilon r^2} = E.$$~~

~~$$5.$$~~

~~$$\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\varepsilon} \right) = q.$$~~



$$k \frac{q-q}{r^2} = \frac{kQ}{\varepsilon r^2}$$

$$kQ$$

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



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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$\frac{1}{2} (pdV)$ $\frac{1}{2} \cdot 1$ $20 - \frac{63}{4} - 2$
 $\frac{5}{2} pdV + \frac{3}{2}$ $dV > 0$ $20 - \frac{63}{4} + \frac{3}{2} = \frac{7}{2}$
 $5pd(1 - \frac{V_0}{V})dV + 3 \frac{V_0}{V^2} dV < V_0$ $16 - 15$
 $\frac{95}{13} \cdot \frac{2}{13} + \frac{4}{5} \frac{3}{5} - 5 - 8 \frac{V_0}{V} < V_0$ $13 - \frac{63}{4}$
 $- \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{5 \cdot 12 \cdot 4}{13^2} < V$ $20 - \frac{63}{4} - \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 7$

 $\frac{kQ}{r'^2}$ $\frac{kQ}{R^2}$ $\frac{kQ}{\frac{R^2}{2}} - \frac{kQ}{\frac{R^2}{2}} = \frac{kQ}{\frac{R^2}{2}}$
 $110 - \frac{240}{13}$ 156 $dQ \neq = Q(1 - \frac{1}{E})$
 $- \frac{10}{13} + \frac{12 \cdot 13}{25 \cdot 13} - \frac{56}{13 \cdot 25}$
 $\frac{4}{13}$. $\frac{3kQ}{ER} + \frac{kQ(1 - \frac{1}{E})}{R}$
 $\frac{9}{E} - \frac{2}{E} \cdot 1$
 $\frac{3kQ}{2ER} + \frac{kQ(1 - \frac{1}{E})}{R}$ $4 + \frac{5}{2}$ $\frac{75}{2} - \frac{32}{2}$
 $\frac{13}{4} \cdot 3$ $\frac{39}{4} + \frac{9}{4}$
 $15 - 7$ 8 $12 - 2 \cdot 2$
 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.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

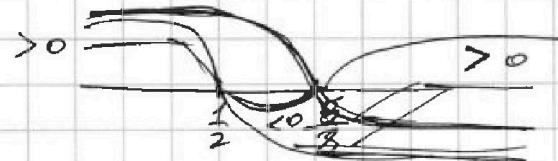
$$\frac{1}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{P} \frac{dP}{dV}} = P = P' \left(1 - \frac{V}{V'}\right)$$

$$\frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \frac{P'}{V} \frac{V}{V'(V-V')}} = \frac{V^1 - 2V}{V^1 - V}$$

$$\frac{5}{2} = \frac{V^1 - 2V}{V^1 - V}$$

$$\frac{3V^1 - 3V + V^1 - V}{2V^1 - 2V} > 0$$

$$\frac{4V^1 - 4V}{2V^1 - 2V} > 0$$



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

$\frac{3}{2}$

$$\cancel{P' dV} \vee \cancel{\frac{3}{2} (P' dV + V dP)}$$

$$- \cancel{\frac{1}{2} P' dV} \vee 3$$

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

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

$$\frac{4V}{V'} \vee 1 \vee V \frac{V}{4}$$