



Олимпиада «Физтех» по физике,

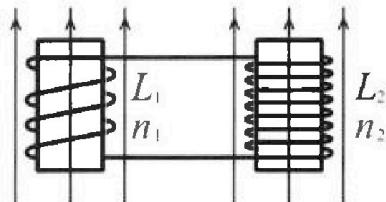
февраль 2024



Вариант 11-02

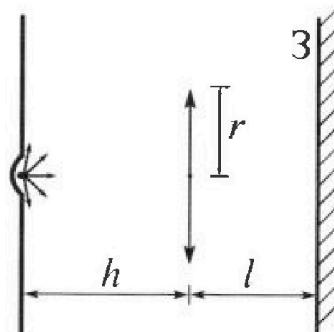
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



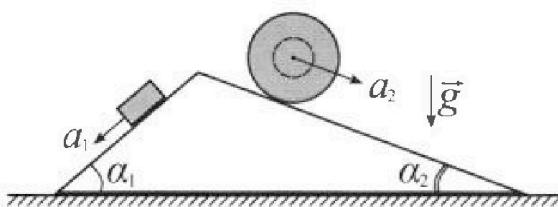
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

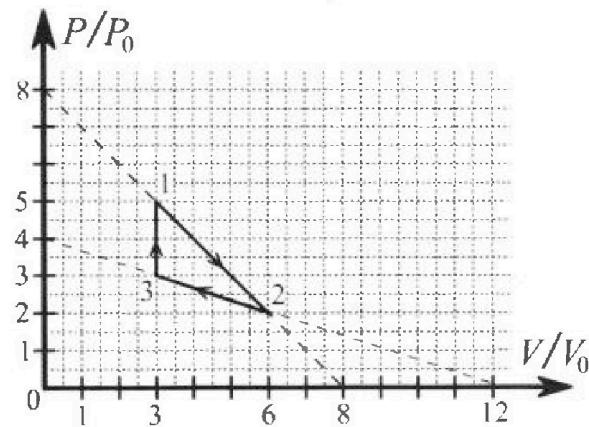


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый из вет 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.

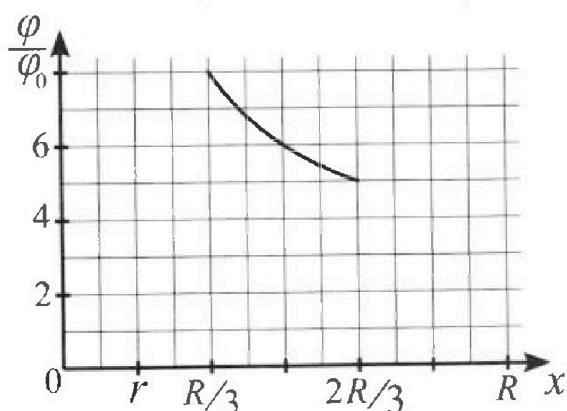
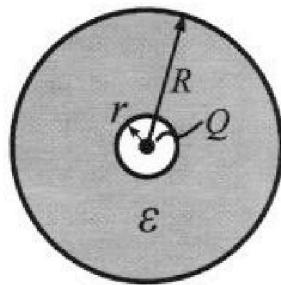
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



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.

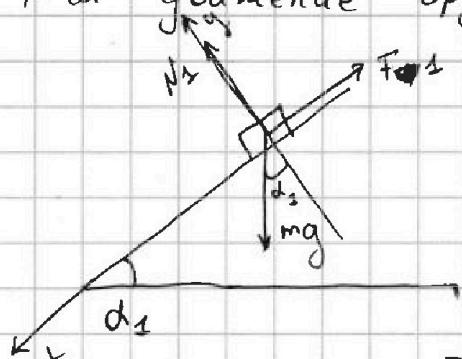
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

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!

Задача 1.

1) Р-и движение бруска:



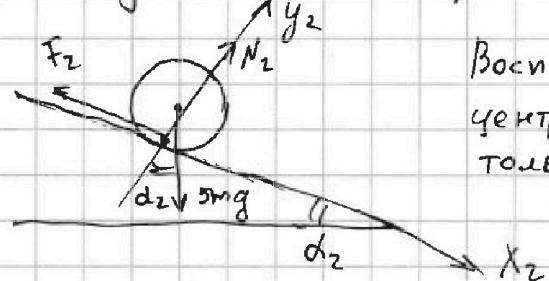
$$\text{ИЗМ: } y: N_1 - mg \cos d_1 = 0 \\ N_1 = mg \cos d_1$$

$$x: mgs \sin d_1 - F_{1x} = ma_x$$

$$F_{1x} = mgs \sin d_1 - ma_x$$

$$F_{1x} = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{7}{17} = \\ = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \left(\frac{51}{85} - \frac{35}{85} \right) = mg \cdot \frac{16}{85}$$

2) Р-и движение шарика:



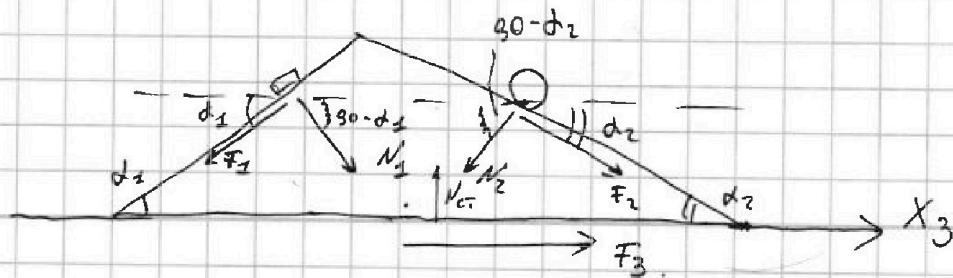
Воспользуемся Th. о движении центра масс и рассмотрим только центр масс шара:

$$\text{ИЗМ: } y: N_2 - 5mg \cos d_2 = 0 \\ N_2 = 5mg \cos d_2 \\ x_2: 5mgs \sin d_2 - F_2 = ma_2$$

$$F_2 = 5mgs \sin d_2 - ma_2$$

$$F_2 = 5mg \cdot \frac{8}{17} - m \cdot \frac{8g}{25} = \frac{40}{17}mg - \frac{8}{25}mg = mg \left(\frac{40}{17} - \frac{8}{25} \right) = mg \\ \cdot \left(\frac{1000}{425} - \frac{136}{425} \right) = \frac{864}{425}mg$$

3) Р-и покоящийся кинк:





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!

Направим вправо ось x_3 и предположим, что сила F_3 действует туда же:

$$\text{ИЗН: } x_3: f_1 \cos d_2 - N_2 \cos(80 - d_2) + N_3 \cos(80 - d_3) - \\ \text{для стоя} - F_3 \cos d_3 + F_3 = 0.$$

$$F_1 \cos d_2 - N_2 \sin d_2 + N_3 \sin d_3 - f_1 \cos d_3 + F_3 = 0.$$

$$F_3 = F_1 \cos d_2 - N_2 \sin d_2 + N_3 \sin d_3 - F_1 \cos d_3,$$

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + 5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{364}{425} mg \cdot \frac{15}{17}$$

$$F_3 = mg \left(\frac{4^3}{5^2 \cdot 17} - \frac{4 \cdot 3}{5^2} + \frac{5^2 \cdot 3 \cdot 8}{17^2} - \frac{864 \cdot 5 \cdot 3}{17 \cdot 5^2 \cdot 17} \right)$$

$$F_3 = mg \left(\frac{1088}{5^2 \cdot 17^2} - \frac{3368}{5^2 \cdot 17^2} + \frac{15000}{17^2 \cdot 5^2} - \frac{12860}{5^2 \cdot 17^2} \right) = \frac{-240}{5^2 \cdot 17^2} = -\frac{240}{7225}$$

$$F_3 = -\frac{48}{1445} \quad F_3 < 0, \Rightarrow \text{мы не угадали с направлением, и сила } F_3 \text{ направлена влево}$$

Направим вправо ось x_3 и предположим, что сила F_3 направлена вправо:

$$\text{Ответ: 1)} F_1 = \frac{16}{85} mg$$

$$2) \frac{864}{425} mg = F_2$$

$$3) F_3 = \frac{48}{1445} mg$$



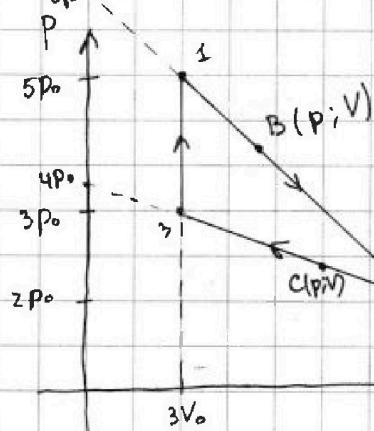
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
1 из 4

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!

Задача № 2.

1) Изобразите процесс в pV -координатах.



P -ий процесс 3-го. $V = \text{const}$,
 $\Rightarrow \partial V = 0 \Rightarrow \delta A_{33} = 0 \Rightarrow A_{33} = 0$.

$$\begin{aligned}\Delta U_{31} &= \frac{i}{2} \cdot R \cdot (T_3 - T_1) = \frac{i}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \\ &= \frac{i}{2} (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0) = \frac{i}{2} (15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) \\ &= \frac{i}{2} \cdot 6p_0 V_0 = i \cdot 3p_0 V_0 \\ i &= 3, \Rightarrow \Delta U_{31} = 3p_0 V_0.\end{aligned}$$

2) $A_{12} = +S_{12} = \frac{1}{2} (5p_0 + 2p_0) (6V_0 - 3V_0) = \frac{21}{2} p_0 V_0$. (здесь S - площадь под графиком)

3) $A_{23} = -S_{23} = -\frac{1}{2} (3p_0 + 2p_0) (6V_0 - 3V_0) = -\frac{15}{2} p_0 V_0$.

4) $A_{\Sigma} = A_{12} + A_{23} = \frac{21}{2} p_0 V_0 - \frac{15}{2} p_0 V_0 = 3p_0 V_0$.

Вопрос 1: $\frac{\Delta U_{31}}{A_{\Sigma}} = \frac{3p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 1$.

5) Зададим ур-ие процесса 1-2: $p(V) = kV + b$.

У3 2p-ка будет, т.к. $b = 3p_0$, $\Rightarrow \textcircled{1} = k \cdot 8V_0 + 3p_0$.

$$k = -\frac{p_0}{V_0}$$

Для процесса 1-2: $p(V) = -\frac{p_0}{V_0}V + 8p_0$ / · V

$$p(V) \cdot V = -\frac{p_0}{V_0}V^2 + 8p_0 V$$

$$\sqrt{R} T(V) = -\frac{p_0}{V_0}V^2 + 8p_0 V$$

$$T(V) = \frac{1}{\sqrt{R}} \left(-\frac{p_0}{V_0}V^2 + 8p_0 V \right)$$

$T(V)$ - квадратичная функция.



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
2 ИЗ 4

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!

Найдём максимум $T(V)$.

$$T'(V) = \frac{1}{\sqrt{R}} \left(-2 \frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 \right) \quad T = T_{\max} \text{ при } T' = 0 \Rightarrow$$

$$-2 \frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 = 0$$

$$V = 4V_0 \Rightarrow T(4V_0) = T_{\max}$$

$$T_{\max} = T(4V_0) = \frac{1}{\sqrt{R}} \left(-\frac{P_0}{V_0} \cdot 16V_0^2 + 8P_0 \cdot 4V_0 \right) = \frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 16P_0V_0.$$

$$T_2 = \frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 2P_0 \cdot 6V_0 = \frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 12P_0V_0.$$

$$\text{Итого } \frac{T_{\max} - T_2}{T_2} = \frac{\frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 16P_0V_0}{\frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 12P_0V_0} = \frac{4}{3} \quad (\text{Вопрос } 2 : \frac{4}{3})$$

Чтобы найти КПД цикла, надо найти все 8 действительности подводимое тепло.

В процессах 1-2 и 2-3 теплота как подводится, так и отводится. Чтобы найти только подведенное тепло, для обоих

процессов надо построить зависимость $\Theta(V)$.

Р-м процесс 1-2. Пусть из торки I и II неприведены в торку B(p; V).

$$p(V) = -\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0 \quad \Theta = \frac{3}{2}(PV - 15P_0V_0) + \frac{1}{2}(5P_0 + P)(V - 3V_0)$$

$$\Theta = \Delta U + A_2 \quad \Theta = \frac{1}{2}(3PV - 45P_0V_0 + 5P_0V - 15P_0V_0 + PV - 3P_0V)$$

$$\Theta = \frac{3}{2}(\sqrt{RT} - \sqrt{RT_2}) + S_{rp} \quad \Theta = \frac{1}{2}(4PV - 60P_0V_0 + 5P_0V - 3P_0V_0)$$



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
3 ИЗ 4

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!

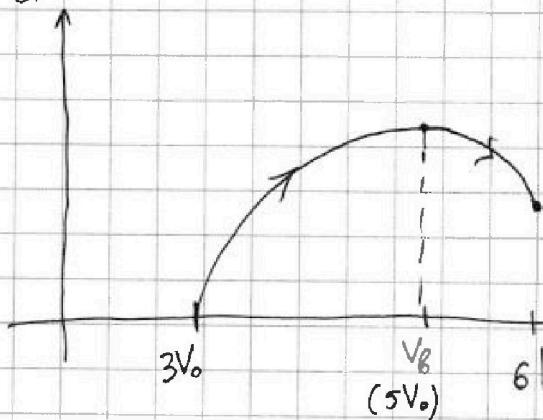
Подставим вместо $p = p(V)$:

$$\Omega = \frac{1}{2} \left(4V \left(-\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 \right) - 60P_0 V_0 + 5P_0 V - 3V_0 \left(-\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 \right) \right)$$

$$\Omega = \frac{1}{2} \left(-4 \frac{P_0}{V_0} V^2 + 32P_0 V - 60P_0 V_0 + 5P_0 V + 3P_0 V - 24P_0 V_0 \right)$$

$$\Omega = \frac{1}{2} \left(-4 \frac{P_0}{V_0} V^2 + 40P_0 V - 84P_0 V_0 \right)$$

$$\Omega = \frac{P_0}{V_0} \left(-2V^2 + 20V_0 \cdot V - 42V_0^2 \right) \quad \text{- зависимость } \Omega(V) \text{ квадратична, бетви направлены вниз.}$$

 Ω 

Получается, искомое кол-во подвесённой теплоты $\Omega_{12} = \Omega(5V_0)$.

$$= \frac{P_0}{V_0} \left(-2 \cdot 25V_0^2 + 20V_0 \cdot 5V_0 - 42V_0^2 \right) =$$

$$= \frac{P_0}{V_0} (100V_0^2 - 82V_0^2) = 8P_0 V_0.$$

Ты же операцию провёдёшь с процессом 2-3:

Для процесса 2-3: $p(V) \cdot kV + b$, $b = 4P_0$ (из графика).

$$\Omega = k \cdot 12V_0 + 4P_0 \Rightarrow k = -\frac{P_0}{3V_0}.$$

$$p(V) = -\frac{P_0}{3V_0} V + 4P_0$$

Возьмём току $C(p; V)$

$$\Omega = \Delta U + A_2$$

$$\Omega = \frac{3}{2} (pV - 12P_0 V_0) - \frac{1}{2} (2P_0 + p)(6V_0 - V)$$

$$\Omega = \frac{3}{2} (pV - 12P_0 V_0) - S_2 p$$

$$\Omega = \frac{1}{2} (3pV - 36P_0 V_0 - 12P_0 V_0 + 2P_0 V - 6P_0 V_0 + 2pV)$$

$$\Omega = \frac{1}{2} (3pV - 48P_0 V_0 + 4P_0 V - 6P_0 V_0)$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
4 ИЗ 4

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!

$$Q(V) = \frac{1}{2} \left(3V \left(-\frac{p_0}{3V_0} V + 4p_0 \right) - 48p_0 V_0 + 4p_0 V - 6V_0 \left(-\frac{p_0}{3V_0} V + 4p_0 \right) \right)$$

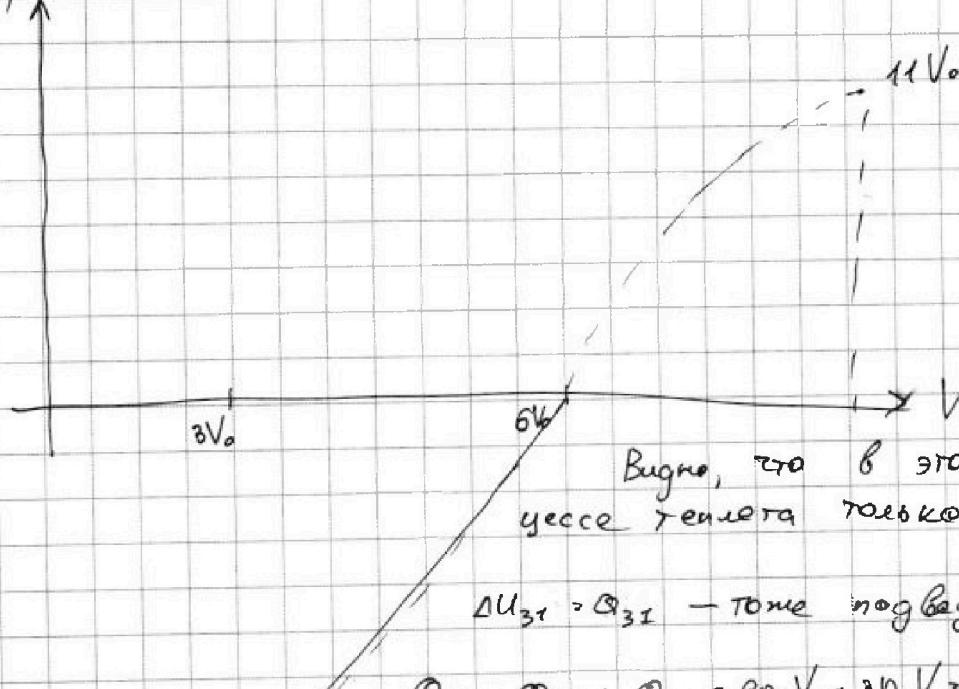
$$Q(V) = \frac{1}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 12p_0 V - 48p_0 V_0 + 4p_0 V + 6p_0 V - 24p_0 V_0 \right)$$

$$Q(V) = \frac{1}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 22p_0 V - 72p_0 V_0 \right)$$

Уравнение $Q(V) = \frac{p_0}{V_0 \cdot 2} (-V^2 + 22V_0 \cdot V - 72V_0^2)$ ветвями вниз.

$$V_B = \frac{-22V_0}{2 \cdot (-1)} = 11V_0.$$

9



Видно, что в это же про-цессе теплосъема только отводится

$\Delta U_{31} = Q_{31}$ — тоже подводится.

$$Q_{\Sigma} = Q_{31} + Q_{22} = 8p_0 V_0 + 3p_0 V = 11p_0 V_0.$$

$$A_{\Sigma} = 3p_0 V_0$$

$$KPD = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}} = \frac{3p_0 V_0}{11p_0 V_0} = \frac{3}{11}.$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{\Delta U_{31}}{A_{\Sigma}} = 3 \quad 2) \frac{T_{\max 12}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

$$3) KPD = \frac{3}{11}$$



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 шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4.

Магнитный поток через левую катушку $\Phi_S = BS \cdot \cos\theta^\circ$.
 $= BS$.

ЭДС индукции, возникающее в одноле битке левой катушки: $E_{iS} = -\Phi'_S = -(BS)' = -S \cdot B' + S \frac{dB}{dt} = Sd\lambda$

В катушке n битков, $\Rightarrow E_{i\pi} = nE_i = dnS$

Из-за возникшей индукции, разность потенциалов на катушке $d\varphi = dnS$ ($E_{i\pi}$)

$$\Delta\varphi = LI', \Rightarrow I' = \frac{dnS}{L_2}$$

Ответ: $I' = \frac{dnS}{L_2}$

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

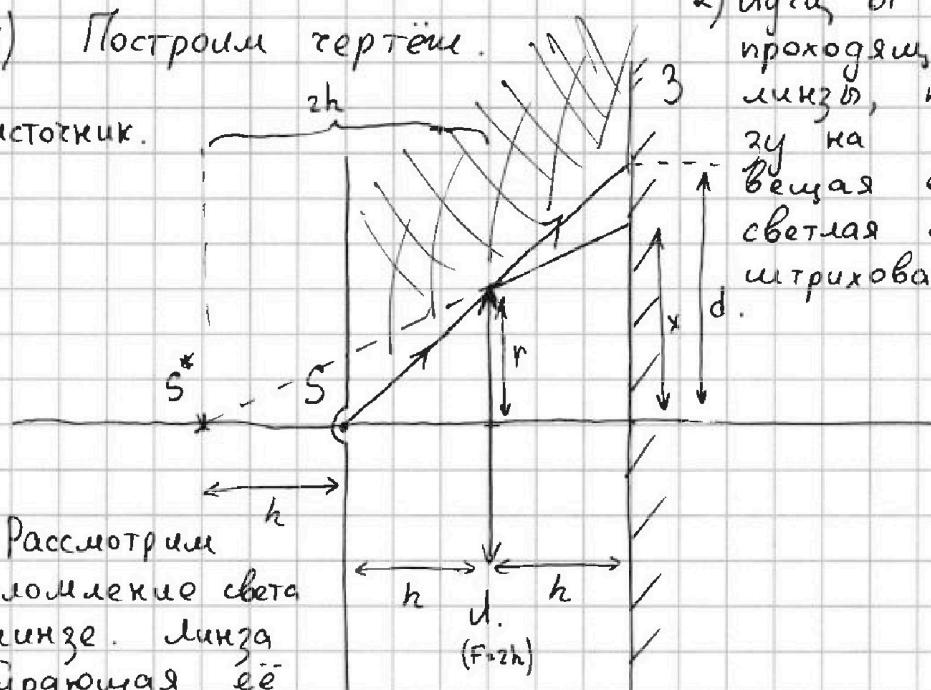
СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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!

Задача № 5. Вопрос 1.

1) Построим лучи от источника S .

S -источник.



3) Рассмотрим преобразление света в линзе. Линза собирающая, её срок службы больше, чем расстояние до источника S ($z \gg h > h$).

2) Лучи от источника S , проходящие через линзу, попадают сразу на зеркало, освещая его. Эта светлая область заштрихована.

\Rightarrow Лучи, идущие через линзу от S , дают минимое изображение слева от линзы (S^*).

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \Rightarrow F = \frac{df}{d-f}, \text{ где } d = h, F = 2h.$$

$$F = \frac{h \cdot 2h}{2h-h} = \frac{2h^2}{h} = 2h.$$

4) Построим луч, исходящий из S на край линзы и преломляющийся в ней. Он преломится так, чтобы его продолжение попало в S^* .



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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!

Область, оказавшаяся ниже края кеги, предположим, будет освещена. Итого, неосвещённой останется кольцо, ограниченное двумя построениями на чертеже кеги. Отметим расстояния d и x найдём через подобие треугольников:

$$\frac{d}{2h} = \frac{r}{h} \Rightarrow d=2r \quad \frac{x}{3h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow x = \frac{3r}{2}$$

Неосвещённая площадь:

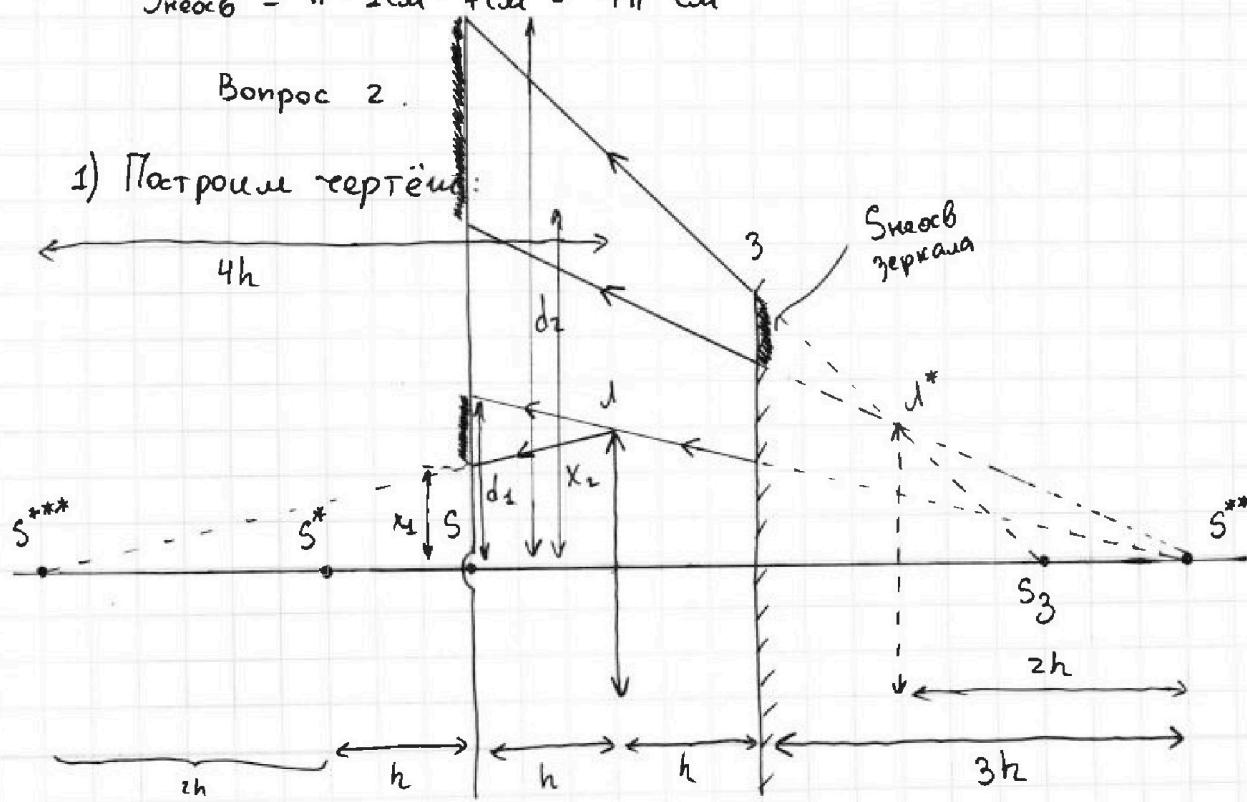
$$S_{\text{неосв}} = \pi d^2 - \pi x^2 = \pi(d-x)(d+x) = \pi \cdot \frac{r}{2} \cdot \frac{7r}{2} = \pi \frac{7r^2}{4}$$

Подставив численные значения $r=2$ см: $d=4$ см; $x=3$ см.

$$S_{\text{неосв}} = \pi \cdot 1 \text{ см} \cdot 7 \text{ см} = 7\pi \text{ см}^2$$

Вопрос 2.

1) Построим чертёж:





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
3 ИЗ 4

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!

Минное изображение S^* предмета S будет действительным предметом для зеркала, и будет создавать своё собственное минное изображение S^{**} .

S^* находится на расстоянии $4h$ от зеркала. $\rightarrow S^{**}$

находится на том же расстоянии но другую

сторону зеркала. То есть, на стеку от зеркала

надает свет, создаваемый минным изображением S^{**} .

Некоторые из этих лучей будут вновь проходят через край минда (или линзы)

и луч, прошедший через край в минде (такое же через край).

Предмет S^{**} - действительный сия линза.

находится на расстоянии $4h$ от неё. $4h = 2F$,

$\Rightarrow S^{**}$ даст в минде действительное изображение S^{***} .

Мы видим, что из-за повторного прохождения света об разуется тёмное пятно (кольцо)

S^{***} находится на расстоянии $2F > 4h$ света от минда.



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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
Ч ИЗ Ч

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 тому же принципу как и в вопросе 1:

$$\frac{r}{4h} = \frac{x_1}{3h} \Rightarrow x_1 = \frac{3}{4}r \quad \frac{d_1}{5h} = \frac{r}{4h} \Rightarrow d_1 = \frac{5}{4}r$$

$$S_{\text{некоcб}} = \pi(d_1^2 - x_1^2) \cdot \pi(d_1 + x_1)(d_1 + x_1) \cdot \pi \cdot \frac{r}{2} \cdot 2r = \pi r^2.$$

Но, на стеке будет ещё одно тёмное кольцо, которое создается из-за тёмного кольца на зеркале.

Пусть S_3 - изображение источника S в зеркале, а S^* - изображение миндо в зеркале. Пустим луч из S_3 и S^{**} на ~~стеко~~ край миндо и продолжим за зеркало на стеку. Это и будет тёмное кольцо на стеке, созданное тёмным кольцом на зеркале.

По тому же принципу как выше:

$$\frac{d_2}{4h} = \frac{r}{h} \Rightarrow d_2 = 4r \quad \frac{x_2}{5h} = \frac{r}{2h} \Rightarrow x_2 = \frac{5}{2}r.$$

$$S_{\text{некоcб}} \text{ стеко}_2 = \pi(d_2 - x_2)(d_2 + x_2) \cdot \pi(4r - \frac{5}{2}r)(4r + \frac{5}{2}r) \cdot \pi \cdot \frac{3}{2}r \cdot \frac{13}{2}r =$$

$$= \frac{39}{4}\pi r^2.$$

$$S_{\text{некоcб}} = S_{\text{некоcб}} \text{ стеко}_1 + S_{\text{некоcб}} \text{ стеко}_2 = \pi r^2 + \frac{39}{4}\pi r^2 = \frac{43}{4}\pi r^2 = 43\pi \text{ см}^2.$$

Ответ: 1) $7\pi \text{ см}^2$ 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.

СТРАНИЦА
— ИЗ —

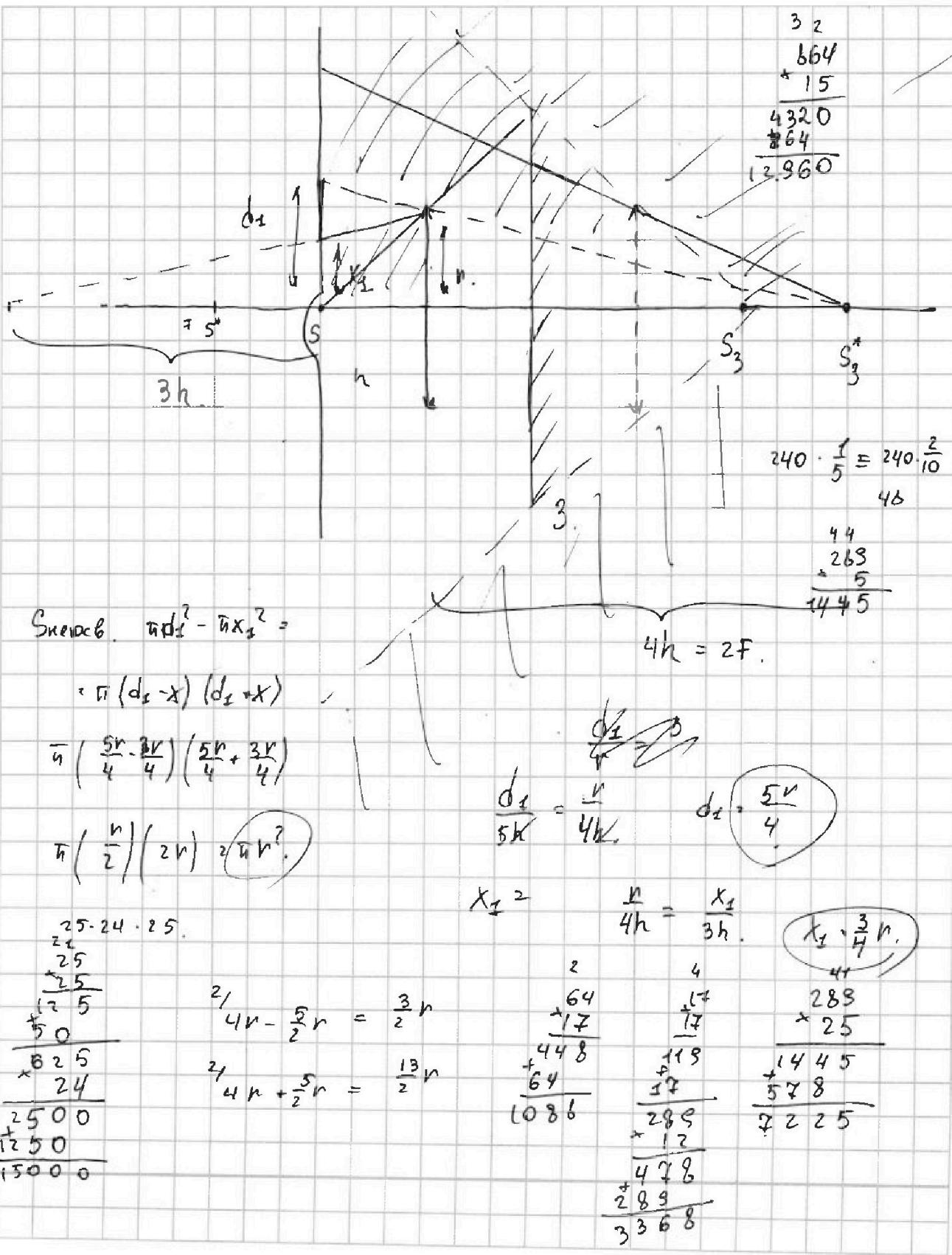
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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.

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.

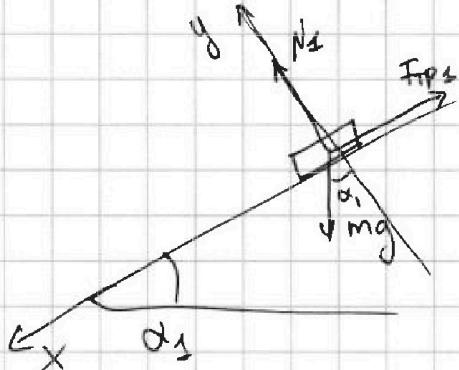
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 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!

$$1-2: A_{12} = \frac{\pi}{2} p_0 V_0.$$

$$\text{Решение: } 5p_0 \cdot 3V_0 > \sqrt{RT_1}, \quad \sqrt{RT_2} = 15p_0 V_0.$$



$$\text{II ЗН: } y: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0.$$

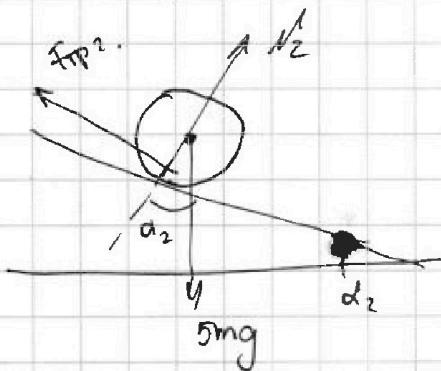
$$x: mg \sin \alpha_1 - f_{TP1} = ma_x.$$

$$F_{TP1} = m g \sin \alpha_1 - m a_x.$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{7g}{17} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right)$$

$$\frac{51 - 35}{5 \cdot 17} = \frac{16}{85}$$

$$\frac{16}{85} mg$$



$$\begin{array}{r} 5 \\ 17 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 40 \\ \hline 1000. \end{array} \quad \begin{array}{r} 15000 \\ 12860 \\ \hline 2140 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 25 \\ \hline 17 \end{array}$$

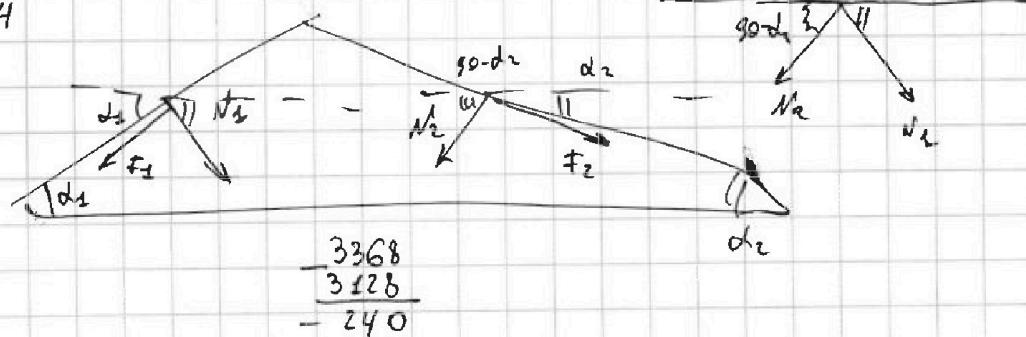
$$\begin{array}{r} 17 \\ 8 \\ \hline 136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2040 \\ 1085 \\ \hline 3128 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3368 \\ 3368 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 175 \\ 25 \\ \hline 425 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ 136 \\ \hline 864 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 3368 \\ 3128 \\ \hline 240 \end{array}$$

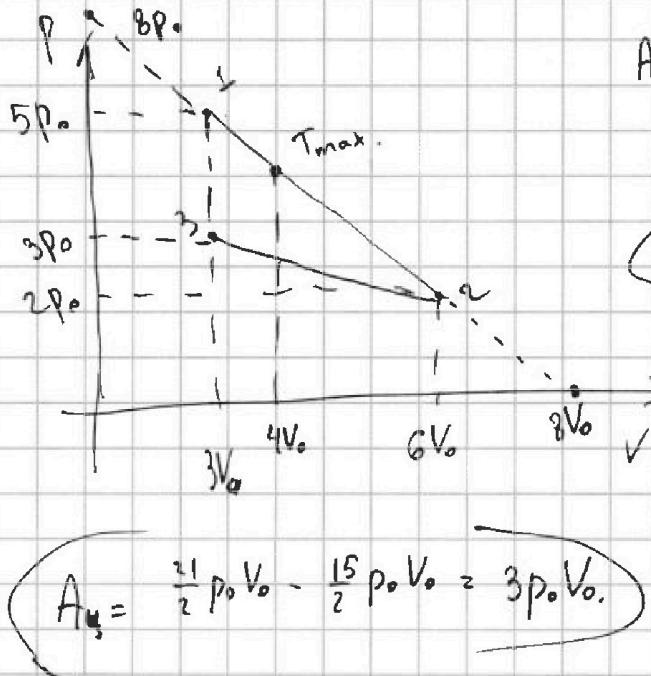


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



$$A_{12} = S_{2p}$$

$$A_{32} = \frac{1}{2} (5p_0 + 2p_0)(6V_0 - 3V_0)$$

$$A_{13} = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 3V_0 = \frac{21}{2} p_0 V_0.$$

$$A_{23} = -S_{2p}$$

$$A_{23} = -\frac{1}{2} (3p_0 + 2p_0)(6V_0 - 3V_0)$$

$$A_{23} = -\frac{1}{2} \cdot 5p_0 \cdot 3V_0 = -\frac{15}{2} p_0 V_0.$$

$$A_{12} = \frac{21}{2} p_0 V_0 - \frac{15}{2} p_0 V_0 = 3p_0 V_0.$$

$$3-1: \Delta U = \frac{1}{2} \nabla R \Delta T = \frac{1}{2} (\nabla R T_1 - \nabla R T_3) = \frac{1}{2} (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0) = \\ = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 V_0 = 9p_0 V_0.$$

$$\textcircled{1} \quad \frac{|\Delta U_{31}|}{A_{12}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3.$$

$$1-2: p = kV + b. \quad \text{1)} \quad \phi = k \cdot 8V_0 + b. \quad \text{2)} \quad 8p_0 = b. \\ b = -8kV_0.$$

$$8p_0 = -8kV_0. \quad k = -\frac{p_0}{V_0}.$$

$$1-2: p = -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0. \quad -\frac{p_0}{V_0} V + 8\frac{p_0}{V_0} V = \frac{8p_0}{V_0} V.$$

$$pV = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 \cdot V$$

$$\nabla R T = -\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 \cdot V$$

$$T = \frac{1}{\nabla R} \left(-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0 \cdot V \right)$$

$$T_{12} = \frac{1}{\nabla R} \left(-\frac{p_0}{V_0} \cdot 2V + 8p_0 \right)$$



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!

$$T'(V) = \frac{1}{R} \left(-2 \frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right)$$

$$T' = 0 : \quad$$

$$-2 \frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 = 0$$

$$V \cdot \frac{2p_0}{V_0} = 8p_0$$

$$V = 4V_0.$$

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

$$p(4V_0) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot 4V_0 + 8p_0$$

$$\sqrt{RT_{\max}} = 4p_0 \cdot 4V_0 = 16p_0 V_0.$$

2)

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

$$\sqrt{RT_2} = 2p_0 \cdot 6V_0 = 12p_0 V_0.$$

$$\left(\frac{4V_0 - 3V_0}{2} \right) / \left(\frac{4V_0 + 3V_0}{2} \right)$$

$$\Delta\varphi = Ed$$

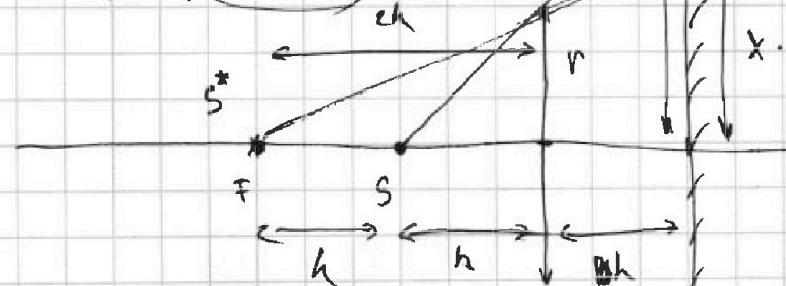
$$q_3 = \frac{k}{r}$$

$$\frac{V}{2} \cdot \frac{7r}{2} = \frac{qr^2}{4}$$

$$S_{\text{rechts}} = \pi d^2 - \pi r^2 = \pi (d-r)(d+r)$$

$$\frac{d}{2h} \cdot \frac{h \cdot 2h}{2h+h} = \frac{2h^2}{h} \cdot 2h.$$

$$\pi (4-3)(4+3) = 7\pi \text{ cm}^2.$$



$$\frac{h}{2h} = \frac{x}{3h}$$

$$x = \frac{3}{2}h.$$

$$f_2 = \frac{df}{F-d}$$

$$k = 3 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{f} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{h}{2h} = \frac{d}{2h}$$

$$d = 2r$$

$$d = 4 \text{ cm}$$



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!

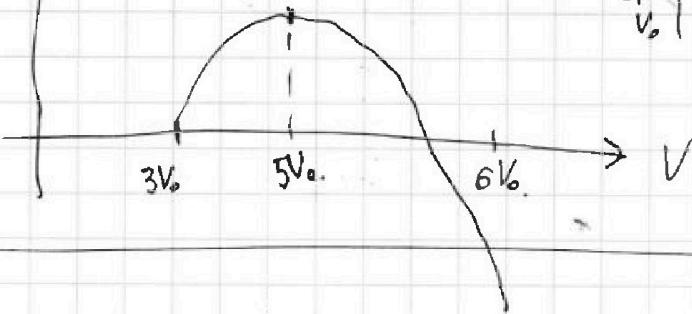
$$Q_{11} = \frac{P_0}{V_0} \left(-2V^2 + 20V_0 V - 42V_0^2 \right) \quad \text{вершина} = \frac{-20V_0}{2 \cdot (-2)} = 5V_0.$$

Q

$$Q_{\text{негат. } 11} = \frac{P_0}{V_0} \left(-2V^2 + 20V_0 V - 5V_0 - 42V_0^2 \right)$$

$$\frac{P_0}{V_0} \left(-50V_0^2 + 100V_0^2 - 42V_0^2 \right)$$

$$8P_0V_0.$$



$$Q = \frac{1}{2} (3PV - 4P_0V_0 + 4P_0V - 6P_0V_0)$$

$$P(V) = -\frac{P_0}{3V_0}V + 4P_0$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

$$\varphi \cdot BS \cos \alpha = BS$$

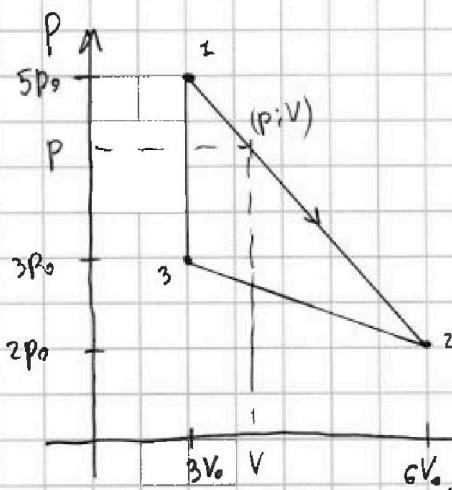
$$B' \cdot \frac{1}{\pi t} \cdot -\alpha$$

$$E_{k\theta} = -\varphi' = -(BS)' \cdot -B'S = \alpha S$$

$$L_{\text{жид}} \frac{V^2}{e} \cdot S$$

$$\frac{1}{4} \Delta \varphi \cdot E_{k\theta} \cdot h = d_n S$$

$$\Delta \varphi = L I' \Rightarrow I' \cdot \frac{\Delta \varphi}{L} = \frac{d_n S}{4} \quad \checkmark$$



$$P(V) = -\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0$$

$$Q = \Delta U + A_2$$

$$Q = \frac{3}{2}(\sqrt{RT} - \sqrt{RT_2}) + S_{1p}$$

$$Q = \frac{3}{2}(pV - 15p_0V_0) +$$

$$S_{1p} = \frac{1}{2}(5p_0 + p)(V - 3V_0) = Q = \frac{1}{2}(3pV - 45p_0V_0 + 5p_0V - 15p_0V_0 + pV - 3pV_0)$$

$$Q = \frac{1}{2}(4pV - 60p_0V_0 + 5p_0V - 3pV_0)$$

$$P = -\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(4\left(-\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0\right)V - 60p_0V_0 + 5p_0V - 3V\left(-\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0\right)\right)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(-4\frac{P_0}{V_0}V^2 + 32p_0V - 60p_0V_0 + 5p_0V + 3\frac{P_0}{V_0}V^2 - 24p_0V\right)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(-\frac{P_0}{V_0}V^2 + 8p_0V\right) \quad Q = \frac{1}{2}\left(4V\left(-\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0\right) - 60p_0V_0 + 5p_0V - 3V_0\left(-\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0\right)\right)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(-4\frac{P_0}{V_0}V^2 + 32p_0V - 60p_0V_0 + 5p_0V + 3p_0V - 24p_0V_0\right)$$

$$Q = \frac{1}{2}\left(-4\frac{P_0}{V_0}V^2 + 40p_0V - 84p_0V_0\right) \quad Q = \frac{P_0}{V_0}\left(-2V^2 + 20V_0 \cdot V - 42V_0^2\right)$$