



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

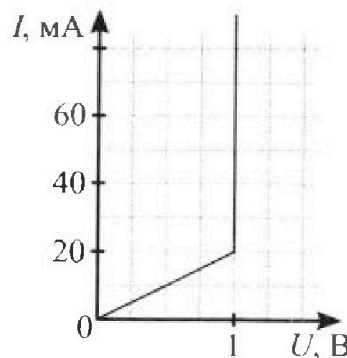
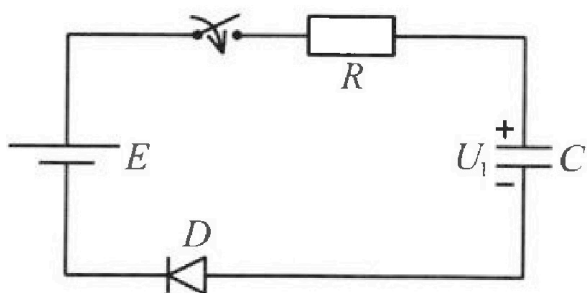
Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

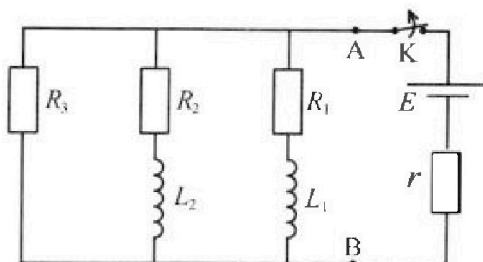
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 9$ В, $R = 100$ Ом, $C = 60$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 3$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_1 в цепи сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение U_2 на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет $I_2 = 20$ мА.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится на резисторе после замыкания ключа?



4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника E , $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 2R$, $r = R/5$, $L_1 = L$, $L_2 = 2L$. Ключ K замкнут, режим в цепи установился.

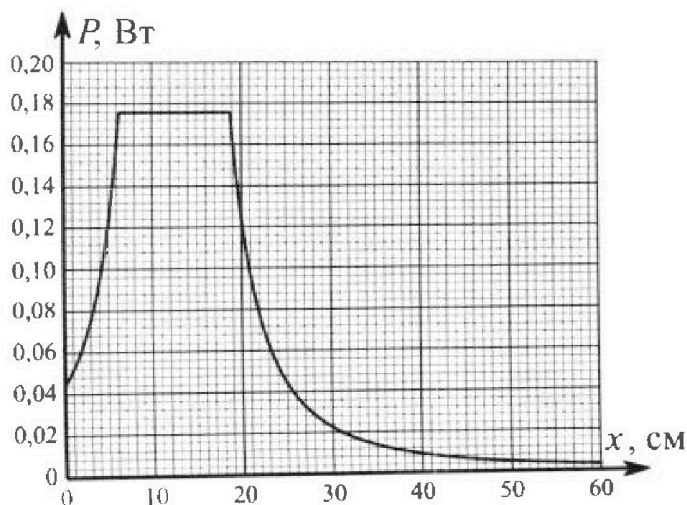
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_1 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



Каждый ответ выразить через E , R , L с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. Точечный источник излучает свет одинаково по всем направлениям. На некотором расстоянии от него расположили датчик в форме диска, регистрирующий мощность P падающего света. Ось симметрии датчика проходит через источник. Между источником и датчиком на фиксированном расстоянии $a = 32$ см от источника расположили тонкую линзу радиусом $R = 2$ см так, что главная оптическая ось линзы совпала с осью симметрии датчика. На рисунке представлен график зависимости показаний датчика от расстояния x между линзой и датчиком.

- 1) Найти радиус датчика r , считая его меньше радиуса линзы.
- 2) Найти фокусное расстояние F линзы.
- 3) Найти мощность источника P_0 , считая $R \ll a$.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-05



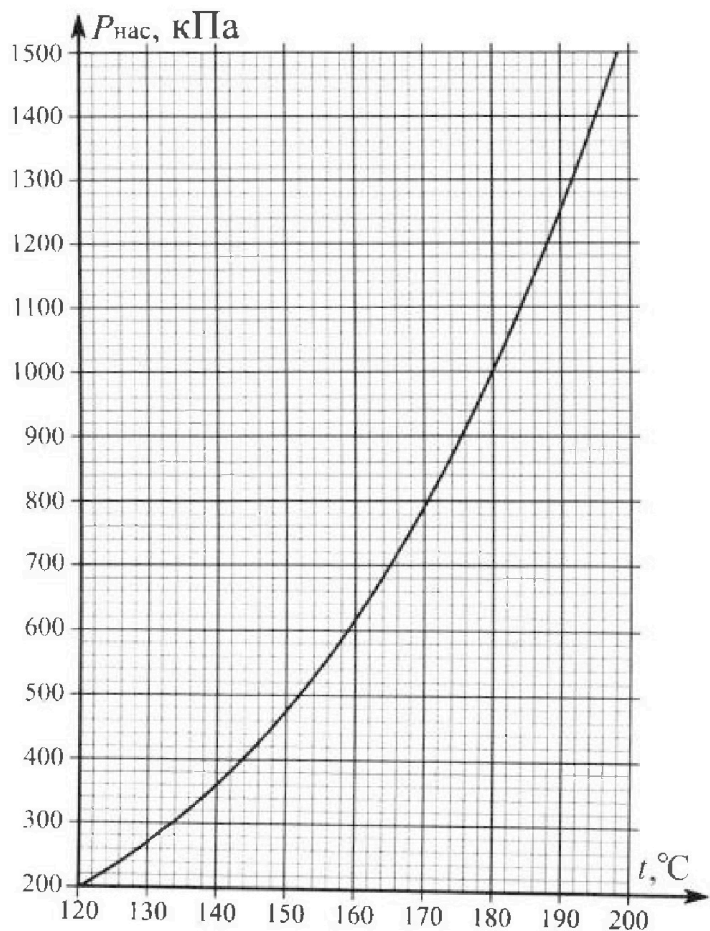
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/3$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом φ ($\operatorname{tg}\varphi = 2/3$) к горизонту и стреляют. Третий раз пушка может скользить по горизонтальной поверхности пола без трения, поступательно, не отрываясь от пола. Ствол при третьем выстреле направлен под углом φ к горизонту.

- 1) Найти дальность полета S_2 снаряда при втором выстреле.
- 2) На каком расстоянии S_3 от места выстрела снаряд упадет на пол при третьем выстреле?

Раз меры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

2. В цилиндрическом теплоизолированном сосуде с площадью основания $S = 10 \text{ см}^2$ под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью $\varphi_1 = 100\%$ при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$. Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой $F = 150 \text{ Н}$, направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной $1,5F$, и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление $P_0 \approx 100 \text{ кПа}$. Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме $C_{11} = 5R/2$ (сухой воздух), $C_{12} = 3R$ (пар). На рисунке представлена зависимость давления насыщенного пара воды от температуры $P_{\text{нас}}(t)$.



- 1) Найти отношение начального равновесного давления P_1 к P_0 .
- 2) Найти в сосуде отношение числа молекул воды N_2 к числу молекул сухого воздуха N_1 .
- 3) Найти отношение температуры T_2 после установления термодинамического равновесия к начальной температуре T_1 . Температуры T_2 и T_1 по шкале Кельвина. Ответ дать в виде обыкновенной дроби.
- 4) Найти относительную влажность воздуха φ_2 в сосуде после установления термодинамического равновесия.



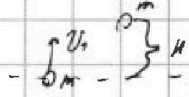
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

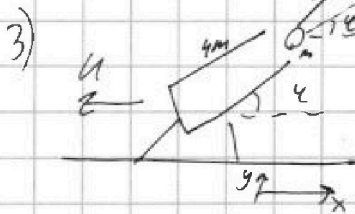
1) Закон сохранения энергии: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} = mgh \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$



2) Закон сохранения энергии: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v_0 = v$ - скорость во время колебаний.



$\tau = \frac{2v_0 \sin \alpha \cdot t}{g}$
 $S_2 = v_0 \cos \alpha \cdot \tau = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = 4H \sin \alpha \cos \alpha = 4 \cdot \frac{13}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{\sqrt{13}} = 8m$



$mg \perp O_x$ - уравнение по направлению \Rightarrow З.С.Э.и.О.и.

$4mU = m(v_0 \cos \alpha - U) = mV_x$

$V_x = 4U$

$v_0 \cos \alpha = \frac{5U}{\cos \alpha}$

$v_y = v_0 \sin \alpha = 5U \tan \alpha$

Закон сохранения энергии:

$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{4mU^2}{2} + \frac{m(4U)^2}{2} + \frac{m(5U \tan \alpha)^2}{2}$

$v_0^2 = 20U^2 + 25U^2 \tan^2 \alpha = 20U^2 + \frac{200}{9}U^2 = \frac{280}{9}U^2$

$U = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{280}} v_0 = \frac{3}{\sqrt{140}} \sqrt{9H}$

$\tau' = \frac{25U \tan \alpha}{g} = \frac{10U \tan \alpha}{g}$

$S_3 = \tau' \cdot 4U = \frac{40U^2 \tan \alpha}{g} = \frac{9 \cdot 40}{140} H \tan \alpha = \frac{6 \cdot 40}{7 \cdot 40} H = \frac{72}{7} H = \frac{12}{7} \cdot \frac{13}{3} =$

$= \frac{756}{21} H$

Ответ: $S_2 = 8m$; $S_3 = \frac{756}{21} H$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

1) J -м процесс: $\frac{P_1 S}{P} \quad \text{Закон Кнута: } P_1 S = 1 \Rightarrow P_1 = \frac{1}{S} = 2.5 P_0$

2) III. к. $\eta = 100\%$ $P_{n,0} = P_{n,1} = P_0$ при $t = t_1 \Rightarrow$

\Rightarrow м.к. $P_1 = P_{n,0} + P_3 \quad P_3 = 0.5 P_0$

$P_0 V = N_0 k T_1$

$P_{n,0} V = N_2 k T_1$

$\frac{N_2}{N_1} = \frac{P_{n,0}}{P_0} = 2$

3) III. к. со сжатым мембраной $Q = \Delta U + A = 0; A_r = -A_{n.c.}$

$0 = +\frac{3}{2} P_0 \Delta V + C_{v1} \Delta T + C_{v2} \Delta T$

$-2.25 P_0 \Delta V = \Delta T \left(\frac{1}{3} C_{v1} + \frac{2}{3} C_{v2} \right) = \Delta T \cdot \frac{17}{6} R = \frac{17}{6} (2.25 P_0 V_2 - 2.5 P_0 V_1)$

$-\Delta V = \frac{17}{6} V_2 - \frac{2}{3} V_1$

$V_2 - V_1 = \frac{17}{6} V_2 - \frac{2}{3} V_1 \cdot \frac{17}{6} = \frac{17}{6} V_2 - \frac{17}{9} V_1$

$\frac{17}{6} V_2 - \frac{17}{9} V_1 = \frac{25}{9} V_1$

$V_2 = \frac{52}{69} V_1 = \frac{52}{69} V_1$

$\Delta V = -\frac{17}{69} V_1 = -\frac{17}{69} V_1$

$\frac{3}{2} P_0 \cdot \frac{17}{69} V_1 = \frac{17}{6} P R (T_2 - T_1)$

$\frac{17}{45} P R T_1 = \frac{17}{6} P R (T_2 - T_1)$

$\frac{3}{25} T_1 = T_2 - T_1$

$\frac{26}{23} T_1 = T_2 = \frac{26}{23} \cdot 373 \approx 421.2 \text{ K}; t_2 = 748 \text{ K}$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{23}$

$P'_{n.c.} = 450 \text{ kPa}$
м.к. процесс

4) $\frac{P_0 V_1}{T_1} = \frac{P_{n,0} \cdot \frac{52}{69} V_1}{\frac{26}{23} T_1} = \frac{2}{3} P'_{n,0} \frac{V_1}{T_1}$

$P'_{n,0} = \frac{3}{2} P_{n,0} = \frac{3}{2} P_0$

$P'_{n.c.} = 4.5 P_0 = \frac{9}{2} P_0$

$\eta_2 = \frac{P_{n,0}}{P_{n.c.}} = \frac{2}{9}$

Ответ: $\frac{P_1}{P_0} = \frac{3}{2}; \quad \frac{N_2}{N_1} = 2; \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{23}; \quad \eta_2 = \frac{1}{3}$

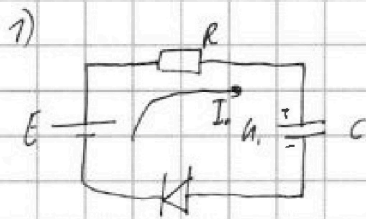


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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



1) Предр. диод полностью открыт, $U_D = 7B$
 Д. Заг. Кирхгоф: $E = I_1 R + U_C + U_D$
 $I_1 = \frac{1}{R} (E - U_C - U_D) = 0,01 \cdot (9 - 3 - 7) = 0,01 \cdot 5 = 50 \mu A \Rightarrow$
 \Rightarrow предр. верно т.к. $I = I_1$ и $U_D = 7B$ на графике.

2) $I_2 = 20 \mu A \Rightarrow U_D = 7B$

Д. Заг. Кирхгоф: $E = I_2 R + U_C + U_D$
 $U_C + U_D = E - I_2 R = 9 - 2 = 7B$

3) Ток не перестанет вытекать, когда подует ток.

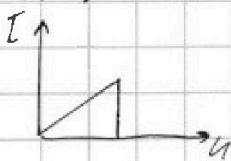
Расчитываем заряд от момента замык. к. до момента $I = I_1$:

~~Заряд~~ $\Delta q = C U_C - C U_{C1} = C (U_C - U_{C1})$

ЗСЭ: $\sum \Delta q_i + \frac{C U_C^2}{2} = Q_{ext} + \frac{C U_C^2}{2} + U_D \Delta q$

$Q_{ext} = C (E - U_D) (U_C - U_{C1}) + \frac{\epsilon}{2} (U_C^2 - U_{C1}^2) = C \left((E - U_D) (U_C - U_{C1}) + \frac{1}{2} (U_C^2 - U_{C1}^2) \right) =$
 $= 60 \left((9 - 7) (6 - 3) + \frac{1}{2} (9 - 36) \right) = 60 \left(24 + \frac{1}{2} \cdot (-27) \right) = 60 \cdot 24 - 30 \cdot 27 =$
 $= 30 (48 - 27) = 30 \cdot 21 = 630 \text{ мкДж}$

I-н заряд от мом $I = I_2$ до $U_C = E$ ($I=0 \Rightarrow U_C=0; U_D=0$)



~~Заряд~~ $\Delta q = C (U_C - U_{C1})$ ~~Заряд~~ $\Delta q = C (U_C - U_{C1})$
 При моме тока 20 мА диод берет себя как

резистор сопротивлением $R_1 = \frac{U}{I} = \frac{7}{20 \cdot 10^{-6}} = \frac{7000}{20}$

$= 50 \text{ Ом}; \Delta q_2 = C (E - U_C)$

ЗСЭ: $\frac{C U_C^2}{2} + \epsilon \Delta q_2 = Q_{ext} + \frac{C U_C^2}{2}$

$Q_{ext} = \frac{\epsilon}{2} (U_C^2 - E^2) + C (E - U_C) = C \left((E - U_C) - \frac{1}{2} (U_C^2 - E^2) \right) = 60 \cdot \left(3 - \frac{1}{2} (81 - 36) \right) =$
 $= 60 (27 - \frac{1}{2} \cdot 45) = 30 (54 - 45) = 30 \cdot 9 = 270 \text{ мкДж}$

Ток в резисторах R_1 и R равен $\Rightarrow U_C: \frac{P}{T} = \frac{I^2 R_1}{I^2 R} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{Q_{R1}}{Q_R} = \frac{1}{2}$

$Q_{R1} = 2Q_R; Q_{R1} = \frac{1}{2} Q_{R2} = 780 \text{ мкДж} \quad (Q_{R2} = Q_{R1} + Q_R)$

$Q = Q_{R1} + Q_{R2} = 630 + 180 = 810 \text{ мкДж}$

Ответ: $I_1 = 50 \mu A$
 $U_2 = U_C = 6B$
 $Q = 810 \text{ мкДж}$

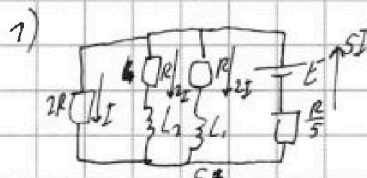


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

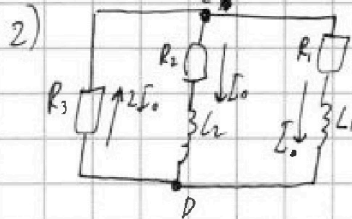
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

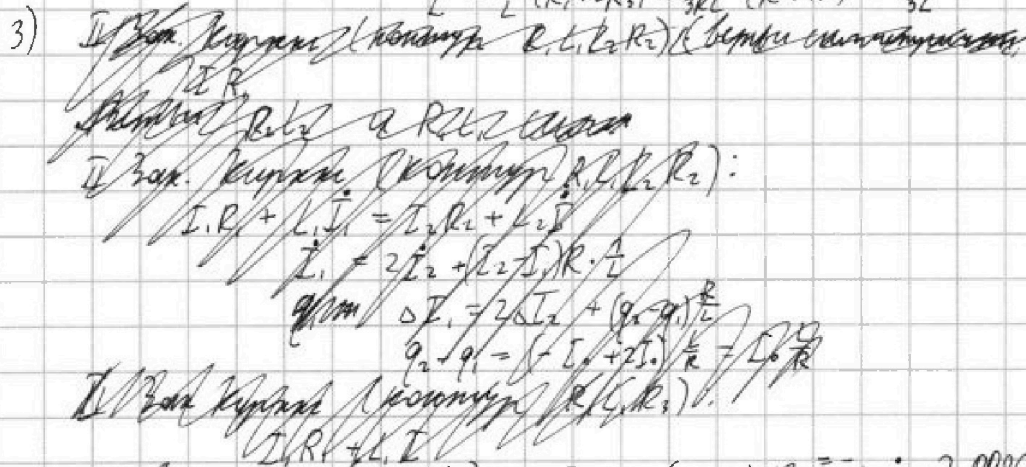
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



- 1) в соотв. с зак. Ома можно обр. прот. сопр. // ветвей (в чет. вет. напр. на катушке = 0)
 • II Зак. Кирхгофа: $E = 5I \frac{R}{5} + 2IR = 3IR$
 $I_0 = 2I = \frac{2E}{3R}$ (контур E, R, L1)



- 2) ~~Угловое правило~~
 • Можно через контуры не учитывать существенные ~~разности~~ разности потенциалов ключа.
 • II Зак. Кирхгофа (контур R1, L1, R3):
 $I_0 R_1 + 2I_0 R_3 = L_1 \dot{I}$, где \dot{I} - искомая величина.
 $\dot{I} = \frac{I_0}{L_1} (R_1 + 2R_3) = \frac{2E}{3L_1} (R + 4R) = \frac{10E}{3L_1}$



- 3) I Зак. Кирхгофа (контур R1, L1, R2, R3) (ветви ~~не~~ ~~учитываются~~)
~~II Зак. Кирхгофа (контур R1, L1, R2, R3):~~
 ~~$I_1 R_1 + L_1 \dot{I}_1 = I_2 R_2 + L_2 \dot{I}_2$~~
 ~~$\dot{I}_1 = 2\dot{I}_2 + (L_2 \dot{I}_2) R_1 \dot{I}_1$~~
~~III Зак. Кирхгофа (контур R1, L1, R3):~~
 ~~$I_1 R_1 + L_1 \dot{I}_1 = I_3 R_3$~~
 II Зак. Кирхгофа: (R1, L1, R3): $L_1 \dot{I}_1 + (I_1 + I_2) R_3 = L_1 \dot{I}_1$
 (R2, L2, R3): $I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R_3 = L_2 \dot{I}_2$ } просчитаем с учетом того, что через контуры ток равен 0.
 $q_1 R_1 + (q_1 + q_2) R_3 = L_1 \dot{I}_0$
 $q_2 R_2 + (q_1 + q_2) R_3 = L_2 \dot{I}_0$
 $3Rq_1 + 2Rq_2 = L_1 \dot{I}_0 \quad | \cdot 3$
 $3Rq_2 + 2Rq_1 = 2L_1 \dot{I}_0 \quad | \cdot 2$
 $5Rq_1 = -L_1 \dot{I}_0$
 $q_1 = -\frac{L_1 \dot{I}_0}{5R}$
 $q_2 = \frac{4L_1 \dot{I}_0}{5R}$
 $q_3 = q_1 + q_2 = \frac{3L_1 \dot{I}_0}{5R} = \frac{2E}{5R} = \frac{2E}{5R}$
 $= \frac{2E}{5R} \frac{3L_1}{5R} = \frac{2}{5} \frac{EL_1}{R^2}$

Ответы:
 1) $I_0 = \frac{2E}{3R}$
 2) $\dot{I} = \frac{10E}{3L_1}$
 3) $q_3 = \frac{2}{5} \frac{EL_1}{R^2}$

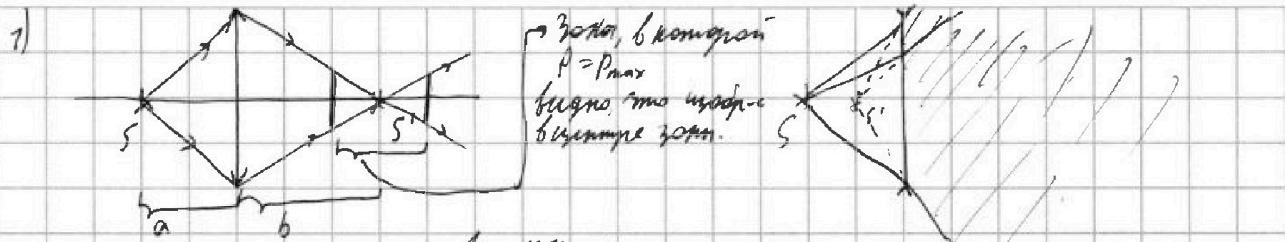


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

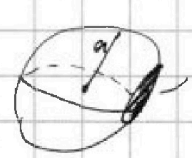


Зона, в которой $P = P_{max}$ будет, это шарик в центре зоны.

У нас \downarrow м.к. \rightarrow P монотонно зависит от радиуса. \rightarrow от центра до центра.

2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$
 b - радиус до шара (от центра), оно же $r_{ш}$ - центр шарика, где $P = P_{max}$
 $b_{ш} = \frac{a+b}{2} = \frac{25}{2} \text{ см}$
 $F = \left(\frac{a+b}{ab}\right)^2 = \frac{ab}{a^2b^2} = \frac{25 \cdot 32}{25^2 \cdot 32^2} = \frac{25 \cdot 32}{64 \cdot 25^2} = \frac{25 \cdot 32}{89} \approx 0,159 \cdot 25 \approx 9 \text{ см}$

3) $P \sim S_{шар} = S^k$ - площадь шара, на кот. падает свет
 $P(r) = P_{max} \cdot \frac{S_{шар}(r)}{S_{шар}(R)} = P_{max} \cdot \frac{r^2}{R^2}$
 $r^2 = R^2 \cdot \frac{P(r)}{P_{max}} = R^2 \cdot \frac{0,176}{0,176} = 4R^2 \cdot \frac{1}{176}$
 $r = R \sqrt{\frac{1}{176}} = R \cdot \frac{1}{13} = 7 \text{ см}$

4)  $P_0 = P_{max} \cdot \frac{1}{\pi R^2} \cdot \frac{4}{3} \pi R^2 = P_{max} \cdot \frac{4R^2}{R^2} =$
 $= 0,176 \cdot \frac{4 \cdot 32}{4} = 0,176 \cdot 32 \approx 180 \text{ Вт}$

м.к. Штоковая светит равномерно (одинак. по всей шаре)

Ответ: $r = 7 \text{ см}$
 $F = 9 \text{ см}$
 $P_0 = 180 \text{ Вт}$



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

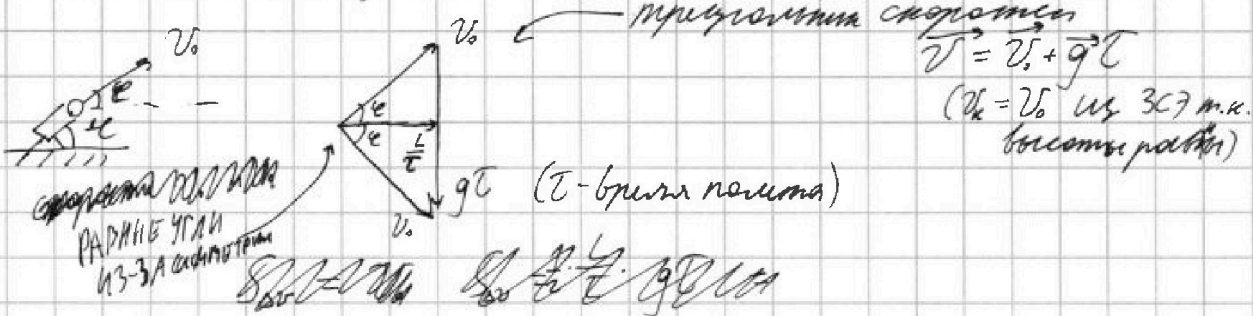
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

1) Δv_m } Закон сохр. эмерг.: $\frac{k^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} = m g H \Rightarrow v_0 = \sqrt{2 g H}$

2) ~~При разрыве нити шарик падает по параболе, нач. скор. сохр.~~
~~Видеть не надо~~ ЗС: $\frac{k v^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_0$

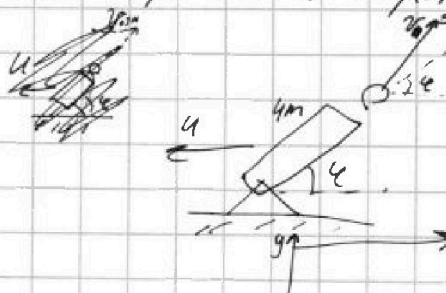


$g t = 2 v_0 \sin \epsilon$
 $\frac{L}{t} = v_0 \cos \epsilon$

$\Rightarrow L = \frac{2 v_0 \sin \epsilon}{g}$

$S_2 = L = v_0 t \cos \epsilon = \frac{2 v_0^2 \sin \epsilon \cos \epsilon}{g}$
 $S_2 = \frac{2 \sqrt{2 g H} \cdot \sin \epsilon \cos \epsilon}{g} = \frac{2 \sqrt{2} \sqrt{g H} \cdot \sin 2 \epsilon}{g}$
 $= \frac{2 \sqrt{2} \sqrt{g H}}{g} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{2 \sqrt{2} \sqrt{g H}}{g \sqrt{2}} = \frac{2 \sqrt{g H}}{g} = \frac{2 \sqrt{10}}{10} = \frac{1}{5} \sqrt{10} \approx 0.63 \text{ м}$

3) При разрыве нити выталкивается закон сохр. импульса (нет сил в пр. на α) в пр. на α : $0 = -4 m u + m v_x$



$4 u = v_{0 \text{ н}} \cos \epsilon - u$
 $v_{0 \text{ н}} \cos \epsilon = 5 u$
 $v_x = v_{0 \text{ н}} \cos \epsilon - u = 4 u$
 $v_y = v_{0 \text{ н}} \sin \epsilon = \frac{5 u}{\cos \epsilon} \sin \epsilon = 5 u \tan \epsilon$

ЗС: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{4 m u^2}{2} + \frac{m \cdot (4 u)^2}{2} + \frac{m \cdot (5 u \tan \epsilon)^2}{2}$

$g H = 70 u^2 + \frac{25}{2} u^2 \tan^2 \epsilon = 70 u^2 + \frac{25}{2} u^2 \cdot \frac{4}{9} = 70 u^2 + \frac{50}{9} u^2 = \frac{710}{9} u^2$

$u = \sqrt{\frac{9 g H}{710}} = \frac{3}{\sqrt{710}} \sqrt{g H}$

$v_x = 4 u = \frac{12 \sqrt{g H}}{\sqrt{710}} = \frac{12}{\sqrt{710}} \sqrt{g H}$
 $T' = \frac{2 v_x}{g}$

$S_3 = v_x T' = \frac{2 v_x^2}{g} = \frac{2 \cdot \frac{144 \cdot g H}{710}}{g} = \frac{288}{710} H = \frac{144}{355} H \approx 0.41 H = 4.1 \text{ м}$

Ответ: $S_2 = 8 \text{ м}$; $S_3 = 4.1 \text{ м}$

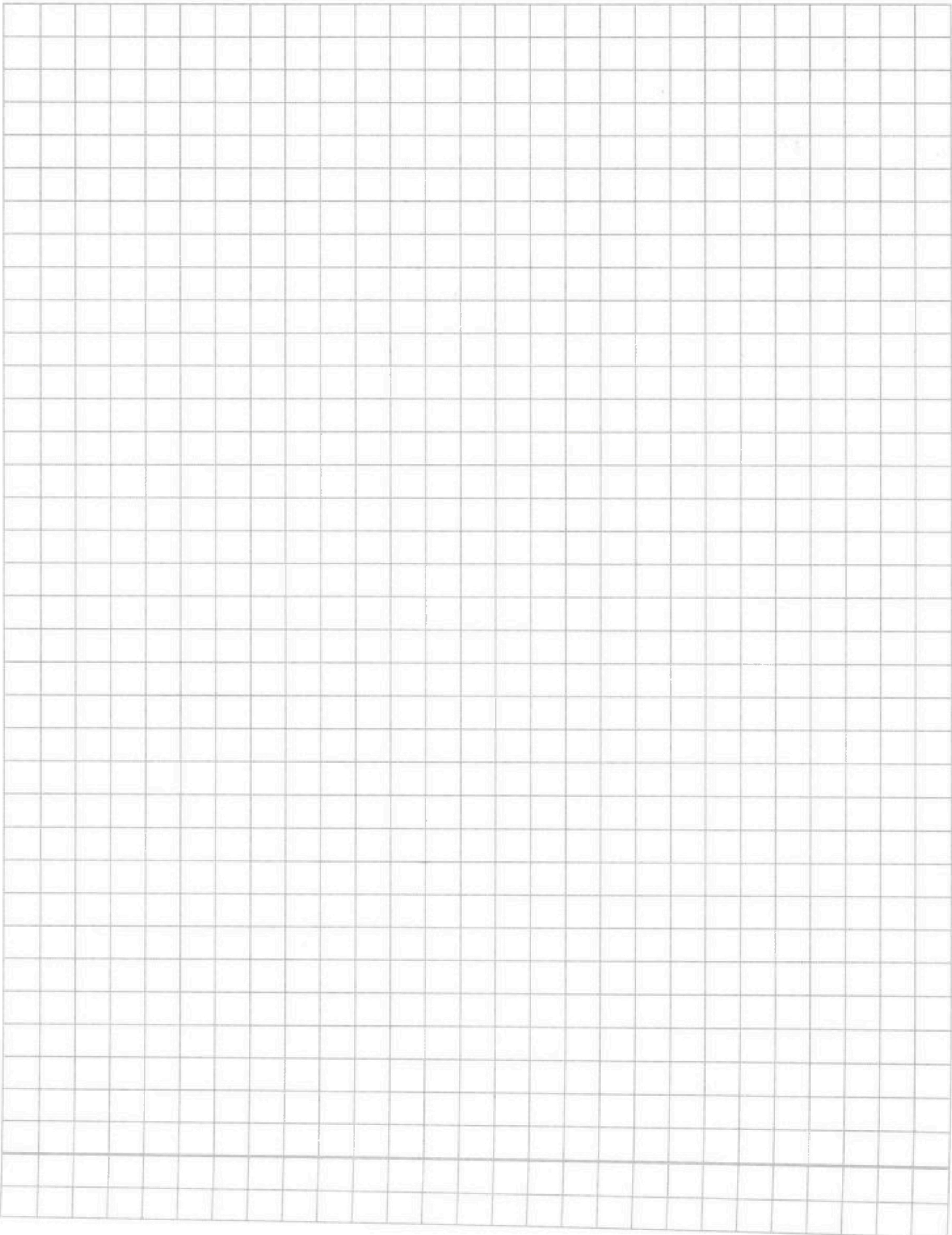


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_2 = L_1 \dot{I}_1$$

$$q_1 R_1 + (q_1 + q_2) R_3 = L_1 \dot{I}_1$$

$$I_1 L_1 = I_0 L_2$$

$$C_p = C_v + R$$

$$\frac{3F}{2S} \Delta V = v_1 \Delta T \left(\frac{3}{2} C_p = \frac{3}{2} C_v \right)$$

$$Q = \Delta U + A = 0 = -\frac{3F}{2S} \Delta V + \Delta W$$

$$\frac{3}{6} + 2 = \frac{17}{6}$$

$$\frac{17}{63} \cdot \frac{3}{2} = \frac{17}{2} \cdot \frac{1}{23} = \frac{17}{2 \cdot 23}$$

$$\begin{array}{r} 373 \quad | \quad 23 \\ - 23 \\ \hline 143 \\ - 138 \\ \hline 50 \\ - 46 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\frac{17}{2 \cdot 23}$$

$$\frac{17}{6}$$

$$\frac{3}{23}$$

$$\frac{2 \cdot 12}{14} = \frac{12}{7}$$

$$\frac{12}{7} \cdot \frac{23}{3} = \frac{2 \cdot 23}{7}$$

$$\frac{156}{21}$$

$$\begin{array}{r} 16,2 \\ - 2,6 \\ \hline 32,4 \\ - 42,18 \\ \hline 19,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ - 26 \\ \hline 138 \\ - 138 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,2 \\ - 2,6 \\ \hline 32,4 \\ - 42,18 \\ \hline 19,8 \end{array}$$

$$\frac{21}{197}$$

$$4 \cdot \frac{17}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{(17 \cdot 2)} = 8$$

$$10 \cdot \frac{23}{3} = 10x^2 + \frac{25}{2}x \cdot \frac{4}{5} = \frac{10x^2}{5} + \frac{100x}{5} = \frac{10x^2 + 100x}{5}$$

$$\begin{array}{r} 156 \quad | \quad 21 \\ - 105 \\ \hline 51 \\ - 42 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$\frac{17}{17} = 1$$

$$\frac{156}{21}$$



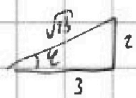
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

7



$$\sin \epsilon = \frac{2}{\sqrt{13}}; \cos \epsilon = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$\frac{2 \cdot \sqrt{20} \cdot \frac{23}{3} \cdot \frac{5}{13}}{10} = \frac{12 \cdot \sqrt{20} \cdot \frac{1}{39}}{10} = 4\sqrt{60}$$

$$\frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 \cdot \frac{23}{3} \cdot \frac{5}{\sqrt{13}} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}}}{10} = \frac{12}{13 \cdot 10} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{13}{3}} = 12 \sqrt{\frac{2}{3 \cdot 13 \cdot 10}}$$

$$2 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{7}{10} \cdot \frac{7}{13} \cdot \frac{7}{3} \cdot 6 = 12 \sqrt{\frac{2}{390}} = \sqrt{\frac{288}{390}} = \sqrt{\frac{288}{195}} = \frac{12}{\sqrt{195}}$$

$195 = 5 \cdot 39 = 5 \cdot 13 \cdot 3$

$$2U \cdot \sin \epsilon = qL$$

$$L = \frac{2U \cdot \sin \epsilon}{q}$$

$$L = U_0 \cos \epsilon \cdot t = 2U_0^2$$

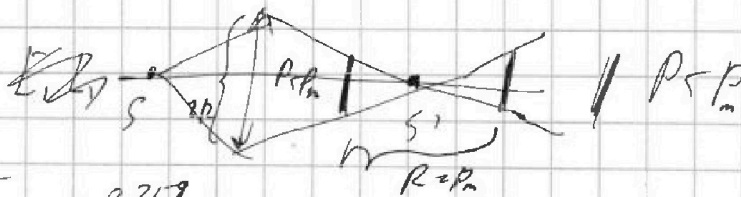
$$\frac{2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot \frac{73}{13} \cdot \frac{2 \cdot 3}{13}}{10} = 8 \text{ м}$$

$$\frac{12}{\sqrt{195}} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{13}{3}} =$$

$$= 12 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^2 \cdot 13}{195 \cdot 33}} = 12 \cdot \frac{2}{18}$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot \frac{23}{3} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}}}{10} =$$

5



$$\begin{array}{r} 320 \overline{) 359} \\ 320 \\ \hline 39 \\ 32 \\ \hline 59 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,359 \\ 25 \overline{) 8,975} \\ 75 \\ \hline 1475 \\ 1250 \\ \hline 2250 \\ 2000 \\ \hline 2500 \\ 2250 \\ \hline 250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,36 \\ 25 \overline{) 10,8} \\ 75 \\ \hline 330 \\ 300 \\ \hline 300 \\ 300 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$38 + 22 = 7,2 + 7,8$$

$$\frac{99}{176} = \frac{9}{16}$$

$$= \frac{9}{16}$$

$$0,36 \cdot 2,5 = 0,72 + 0,18 = 0,9$$

$$\begin{array}{r} 0,176 \\ 1024 \\ \hline 704 \\ 352 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$36 - 9 = 27$$

$$D \text{ кН} = \text{кН}$$

$$\begin{array}{r} 176 \\ \hline 10224 \end{array}$$




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.

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!

1) Давление P_1 поршня:  II Зах. Кром.: $P_1 S = F$ $P = P_0 + \rho g h$ - закон Дальтона

$$P_1 = \frac{F}{S} = \frac{150}{10 \cdot 10^{-2}} = 15 \cdot 10^4 = 1,5 \cdot 10^5 = 1,5 P_0 \Rightarrow \frac{P_1}{P_0} = 1,5$$

2) Типа ζ , $P_{n,0} = P_0 \Rightarrow$ м.к. $\zeta = 100\%$ $P_{n,0} = P_0 \Rightarrow P_n = P_1 - P_{n,0} = 0,5 P_0$

3) $P_{n,0} V = \nu_{n,0} R T = N_{n,0} k T$
 $P_n V = \nu_n R T = N_n k T$
 $\frac{N_n}{N_{n,0}} = \frac{P_n P_0}{P_0 P_n} = \frac{1}{0,5} = 2$

~~$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$
 $1,5 P_0 V_1 = \nu_1 R T_1$
 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{\nu_1 R}{1,5 P_0}$
 $\frac{V_2}{T_2} = \frac{\nu_2 R}{0,5 P_0}$
 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{2}{3} \frac{V_2}{T_2}$
 $\frac{V_2}{T_2} = \frac{3}{2} \frac{V_1}{T_1}$
 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{2} \frac{T_2}{T_1}$
 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{2} \frac{T_2}{T_1}$~~

~~$3) \frac{1}{2} \frac{P}{S} \Delta V = C_{v,1} \nu_1 \Delta T + C_{v,2} \nu_2 \Delta T$
 $\frac{3}{2} \frac{F}{S} V_1 \left(\frac{2}{3} \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) = \left(\frac{2}{3} C_{v,1} + \frac{2}{3} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$
 $\frac{F}{S} V_1 \left(\frac{2}{3} \frac{T_2}{T_1} - \frac{3}{2} \right) = \left(\frac{2}{3} C_{v,1} + \frac{2}{3} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$~~

~~$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$
 $\frac{3}{2} P_0 V_2 = \nu_2 R T_2$
 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{3}{2} \frac{V_2}{V_1}$
 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{2}{3} \frac{T_2}{T_1}$
 $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v}$
 $C_v = \frac{R}{\gamma - 1} \left(\nu_1 \frac{2}{3} \Delta T + \nu_2 \frac{2}{3} \Delta T \right) = \frac{C_v}{3} + \frac{2 C_v}{3} = \frac{5}{6} R + 2R = \frac{17}{6} R$
 $\gamma = 1 + \frac{17}{6} = \frac{23}{6}$~~

~~$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$ м.к. $\gamma = \frac{23}{6}$
 $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$
 $\alpha = \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{3}{2} \frac{T_1}{T_2} \right)^{\gamma-1}$
 $\alpha = \left(\frac{3}{2} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{23}{6}-1} = \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{17}{6}}$~~