



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

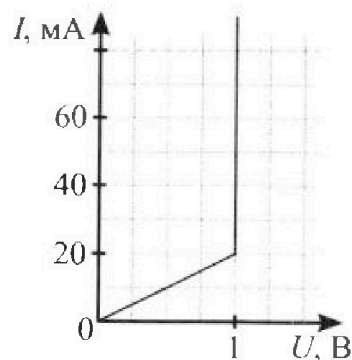
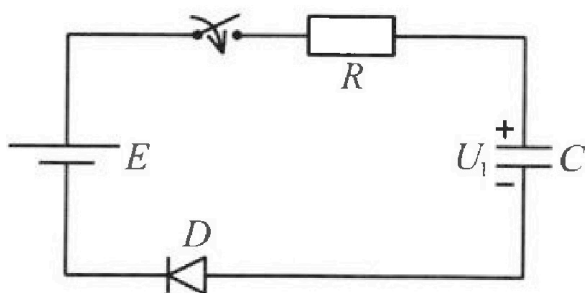
Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



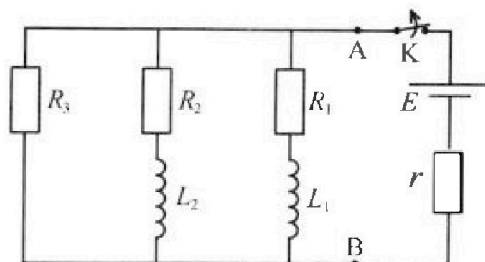
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 9$ В, $R = 100$ Ом, $C = 60$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 3$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

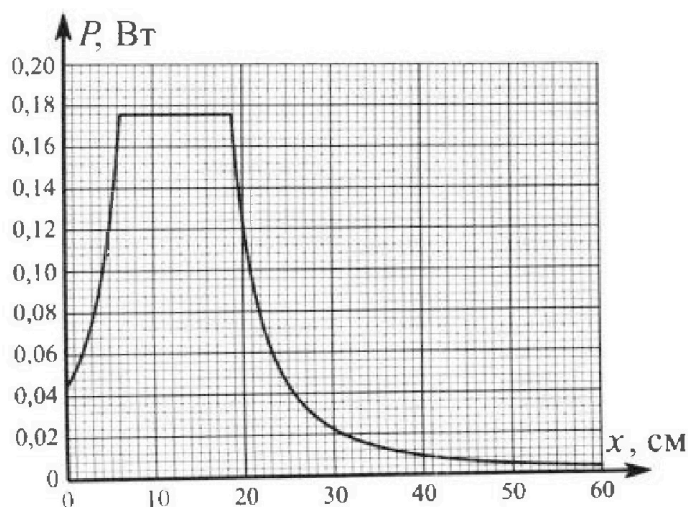
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_1 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



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.



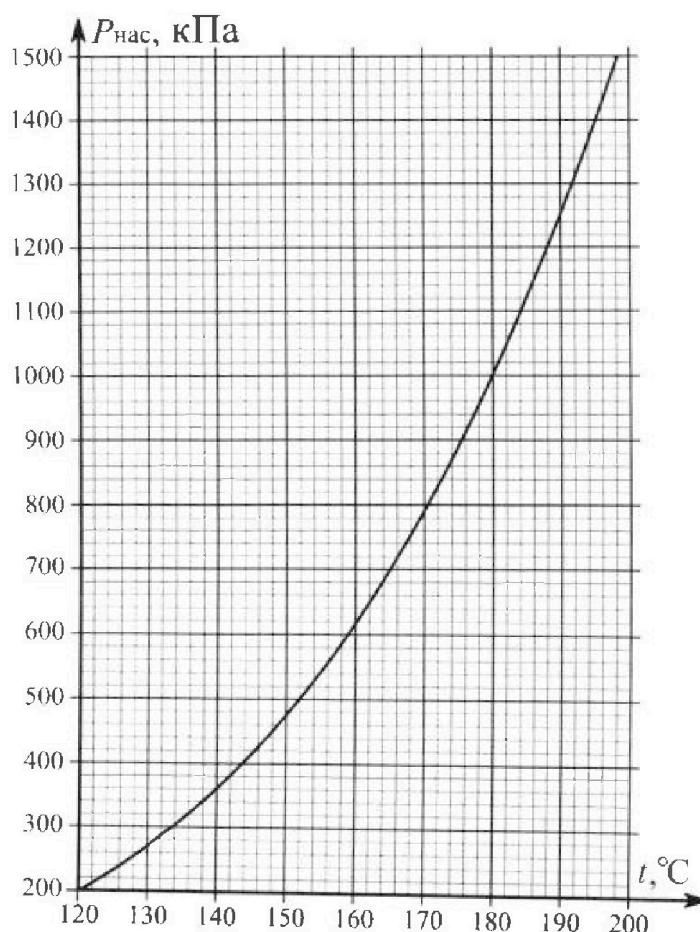
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/3$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, 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 $C_{V1} = 5R/2$ (сухой воздух), $C_{V2} = 3R$ (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.

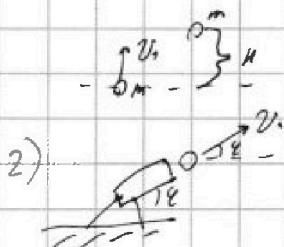
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

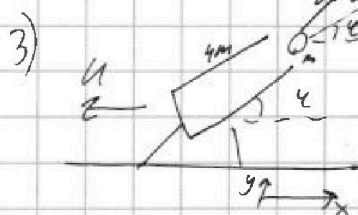
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Закон сохр. энерг.: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = mgh \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$



2) Закон ЗСЭ: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2$ - скорости во время торможения.

$\tau = \frac{2v_0 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$
 $S_2 = v_0 \cos \alpha \cdot \tau = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos^2 \alpha}{g} = 4H \sin \alpha \cos^2 \alpha = 4 \cdot \frac{13}{3} \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{13}}\right)^2 = 8H$



3) $mg \perp O_x$ - условием бн. сила $\Rightarrow$ ЗСЭ ОО:

$4mu = m(v_{0x} \cos \alpha - u) = mv_x$

$v_x = 4u$

$v_{0x} = \frac{5u}{\cos \alpha}$

$v_y = v_{0x} \sin \alpha = 5u \tan \alpha$

Зак. сохр. энерг.: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{4mu^2}{2} + \frac{m(4u)^2}{2} + \frac{m(5u \tan \alpha)^2}{2}$

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

$u = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{280}} v = \frac{3}{\sqrt{140}} \sqrt{9H}$

$\tau' = \frac{2 \cdot 5u \tan \alpha}{g} = \frac{10u \tan \alpha}{g}$

$S_3 = \tau' \cdot 4u + \frac{40u^2 \tan^2 \alpha}{g} = \frac{3 \cdot 40}{140} H \tan^2 \alpha = \frac{6 \cdot 40}{7 \cdot 140} H = \frac{24}{7} H = \frac{12}{7} \cdot \frac{13}{3} =$

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

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



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: $\begin{array}{c} \uparrow P_1 \\ \downarrow P \end{array}$ $\text{Зак. Кнн.}: P_1 S = 1 \Rightarrow P_1 = \frac{P}{S} = 2.5 P_0$

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

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

$P_0 V = N_0 k T_1$

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

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

3) Π .к. $\text{состояние мембраны}$ $Q = \Delta U + A = 0$; $A_r = -A_{n.r.}$

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

$- 2.25 P_0 \Delta V = P_0 \Delta T \left(\frac{1}{3} C_{v1} + \frac{2}{3} C_{v2} \right) = P_0 \Delta T \cdot \frac{17}{6} R = \frac{17}{6} (2.25 P_0 V_2 - 1.5 P_0 V_1)$

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

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

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

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

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

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

$\frac{17}{45} P_0 T_1 = \frac{17}{6} P_0 (T_2 - T_1)$

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

$\frac{26}{25} T_1 = T_2 = \frac{26}{25} \cdot 373 \approx 421.2 K$; $t_2 = 148 K$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{25}$

$P'_{n,1} = 450 \text{ kPa}$
м.к. график

4) $\frac{P_0 V_1}{T_1} = \frac{P_{n,0} \cdot \frac{52}{69} V_1 \cdot \frac{26}{25}}{T_1 \cdot \frac{26}{25}} = \frac{2}{3} P'_{n,0} \frac{V_1}{T_1}$

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

$P'_{n,1} = 4.5 P_0 = \frac{9}{2} P_0$

$\eta_2 = \frac{P_{n,0}}{P_{n,1}} = \frac{2}{9}$

Ответ: $\frac{P_1}{P_0} = \frac{3}{2}$; $\frac{N_2}{N_1} = 2$; $\frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{25}$; $\eta_2 = \frac{1}{3}$



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.

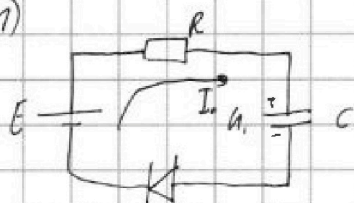
1
☐2
☐3
☒4
☐5
☐6
☐7
☐

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, $U_0 = 7\text{ В}$

Д. Заг. Кирхгоф: $E = I_1 R + U_c + U_0$

$$I_1 = \frac{1}{R} (E - U_c - U_0) = 0,01 \cdot (9 - 3 - 1) = 0,01 \cdot 5 = 50 \text{ мА} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ предр. верно т.к. $I = I_1$ и $U_0 = 7\text{ В}$ на графике.

2) $I_2 = 20 \text{ мА} \Rightarrow U_0 = 7\text{ В}$

Д. Заг. Кирхгоф: $E = I_2 R + U_c + U_0$

$$U_c U_0 = E - I_2 R - U_0 = 9 - 2 - 1 = 6\text{ В}$$

3) Ток не перестанет вытекать, когда погрузит ток.

Расчитываем заряд от момента замык. кл. до момента $I = I_2$:

$$\Delta q = C U_c - C U_0 = C (U_c - U_0)$$

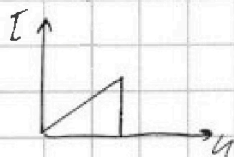
$$3C7: \int \Delta q + \frac{C U_c^2}{2} = Q_1 + \frac{C U_c^2}{2} + U_0 \Delta q$$

$$Q_1 = C(E - U_0)(U_c - U_0) + \frac{C}{2}(U_c^2 - U_0^2) = C \left((E - U_0)(U_c - U_0) + \frac{1}{2}(U_c^2 - U_0^2) \right) =$$

$$= 60 \left((9 - 1)(6 - 3) + \frac{1}{2}(9 - 36) \right) = 60(24 - \frac{1}{2} \cdot 27) = 60 \cdot 24 - 30 \cdot 27 =$$

$$= 30(48 - 27) = 30 \cdot 21 = 630 \text{ мДж}$$

Т-н заряд от мом $I = I_2$ до $U_c = E$ ($I = 0 \Rightarrow U_c = 0; U_0 = 0$)



В этот момент диод закрыт, напряжение на конденсаторе равно 6 В.

При этом сила тока диод берет себя как

$$\text{резистор сопротивлением } R_1 = \frac{U}{I} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = \frac{1000}{20} =$$

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

$$3C7: \frac{C U_c^2}{2} + E \Delta q_2 = Q_2 + \frac{C E^2}{2}$$

$$Q_2 = \frac{C}{2}(U_c^2 - E^2) + C(E - U_c) = C \left((E - U_c) - \frac{1}{2}(U_c^2 - E^2) \right) = 60 \cdot \left(3 - \frac{1}{2}(81 - 36) \right) =$$

$$= 60(27 - \frac{1}{2} \cdot 45) = 30(54 - 45) = 30 \cdot 9 = 270 \text{ мДж}$$

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

$$Q_{R_1} = 2Q_R; Q_{R_1} = \frac{1}{2} Q_{R_2} = 180 \text{ мДж} \quad (Q_{R_2} = Q_{R_1} + Q_{R_2})$$

$$Q = Q_1 + Q_{R_1} = 630 + 180 = 810 \text{ мДж}$$

Ответ: $I_1 = 50 \text{ мА}$

$$U_2 = U_c = 6\text{ В}$$

$$Q = 810 \text{ мДж}$$



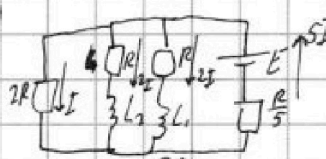
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

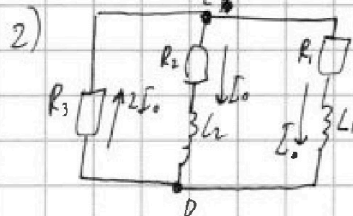
СТРАНИЦА

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 токн сопр. прот. сопр. // ветвей (в узл. пот. напр. на катушке = 0)

• II Зак. Кирхгофа: $E = 5I \frac{R}{5} + 2IR = 3IR$
 $I_0 = 2I = \frac{2E}{3R}$ (контур E, R, L_1)



Узловольтажа

• Токн через катушки не учитываются из-за нуль. разности напряжений ключа.

• II Зак. Кирхгофа (контур R_1, L_1, R_3):
 $I_0 R_1 + 2I_0 R_3 = L \dot{I}$, где $\dot{I}$ - искомая величина.
 $\dot{I} = \frac{I_0}{L} (R_1 + 2R_3) = \frac{2E}{3RL} (R + 4R) = \frac{10E}{3L}$

- 3) I Зак. Кирхгофа (контур R_1, L_1, L_2, R_2) (ветви L_1, L_2 параллельны)
 $I_1 R_1 + L_1 \dot{I}_1 = L_2 \dot{I}_2 + I_2 R_2$

II Зак. Кирхгофа (контур R_1, L_1, R_2, R_3):

$I_1 R_1 + L_1 \dot{I}_1 = I_2 R_2 + L_2 \dot{I}_2$
 $\dot{I}_1 = 2\dot{I}_2 + (I_2 - \dot{I}_1) R \cdot \frac{1}{L}$

или $\Delta \dot{I}_1 = 2\dot{I}_2 + (q_2 - q_1) \frac{R}{L}$
 $q_2 - q_1 = (I_1 + 2I_2) \frac{R}{L} = L_0 \dot{I}_0$

III Зак. Кирхгофа (контур R_1, L_1, R_3):

II Зак. Кирхгофа: $(R_1, L_1, R_3): L_1 \dot{I}_1 + (I_1 + I_2) R_3 = L_1 \dot{I}_1$
 $(R_2, L_2, R_3): I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R_3 = L_2 \dot{I}_2$ } просчитаем с уч. того, что через катушки ток равен 0.

$q_1 R_1 + (q_1 + q_2) R_3 = L_1 \dot{I}_0$
 $q_2 R_2 + (q_1 + q_2) R_3 = L_2 \dot{I}_0$
 $3Rq_1 + 2Rq_2 = L_1 \dot{I}_0 \quad | \cdot 3$
 $3Rq_2 + 2Rq_1 = 2L_2 \dot{I}_0 \quad | \cdot 2$

$5Rq_1 = -L_2 \dot{I}_0$
 $q_1 = -\frac{L_2 \dot{I}_0}{5R}$
 $q_2 = \frac{4L_2 \dot{I}_0}{5R}$
 $q_3 = q_1 + q_2 = \frac{3L_2 \dot{I}_0}{5R} = \frac{2E}{5L} \frac{L_2}{R} = \frac{2E}{5} \frac{EL}{R^2}$
 $= \frac{2E}{5R} \frac{3L}{5R} = \frac{2}{5} \frac{EL}{R^2}$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{2E}{3R}$
 2) $\dot{I} = \frac{10E}{3L}$
 3) $q_3 = \frac{2}{5} \frac{EL}{R^2}$



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!

- 1)
- 2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$
 b - радиус го шара (от линзы), око те $R_{\text{ш}} - \text{центр шара, где } P = P_{\text{max}}$
 $b_{\text{ш}} = \frac{a+b}{2} = \frac{25}{2} \text{ см}$
 $F = \left(\frac{a+b}{ab}\right)^{-1} = \frac{ab}{a+b} = \frac{25 \cdot 32}{25+32} = \frac{25 \cdot 32}{57} = \frac{25 \cdot 32}{57} \approx 0,159 \cdot 25 \approx 4 \text{ см}$
- 3) $P \sim S_{\text{пер}} = S^k$ - S^k - $\text{площадь шара, на кот. падает свет}$
 $P(0) = P_{\text{max}} \cdot \frac{S_{\text{пер}}}{S_{\text{ш}}} = P_{\text{max}} \cdot \frac{r^2}{R^2}$
 $r^2 = R^2 \cdot \frac{P(0)}{P_{\text{max}}} = R^2 \cdot \frac{0,176}{1,776} = \frac{4}{10} R^2 \cdot \frac{176}{1776}$
 $r = R \sqrt{\frac{176}{1776}} = R \cdot \frac{1}{2} = 4 \text{ см}$
- 4)
- $P_0 = P_{\text{max}} \cdot \frac{1}{\pi R^2} \cdot \frac{4}{9} \pi R^2 = P_{\text{max}} \cdot \frac{4}{9}$
 $= 0,176 \cdot \frac{4 \cdot 32}{9} = 0,176 \cdot 14,22 \approx 2,5 \text{ Вт}$

м.к. широчина светит равномерно (одинак. по всей шир.)

Ответ: $r = 4 \text{ см}$
 $F = 4 \text{ см}$
 $P_0 = 2,5 \text{ Вт}$



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.

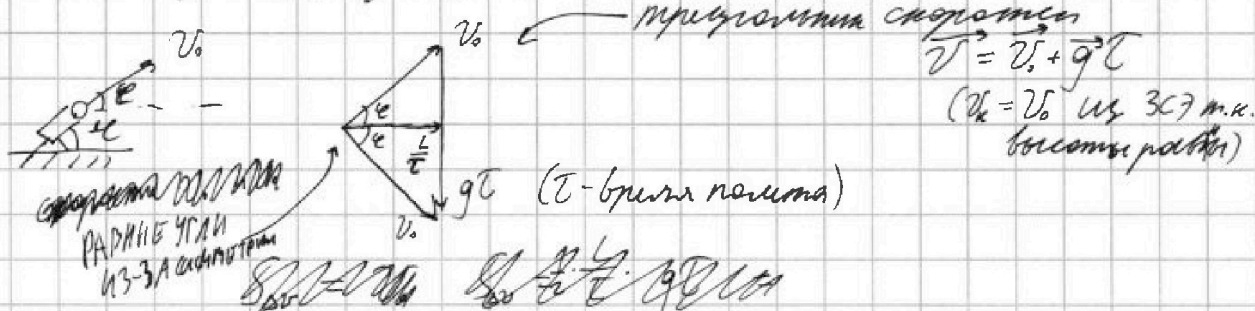
1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

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) $\left. \begin{matrix} v_0 \\ m \end{matrix} \right\} \text{Закон сохр. эмерг.: } \frac{k^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} = mgh \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$

2) $\text{Путь } \text{пути}$ $\text{Закон сохр. эмерг.: } \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_0$



$gT = 2v_0 \sin \theta$
 $\frac{L}{T} = v_0 \cos \theta$
 $\Rightarrow T = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$

$S_2 = 4H \sin \theta \cos \theta$

$S_2 = L = v_0 T \cos \theta = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
 $S_2 = \frac{2 \sqrt{2gh} \cdot \sin \theta \cos \theta}{g} = \frac{2 \sqrt{2} \sqrt{gh} \sin \theta \cos \theta}{g}$
 $= \frac{2 \sqrt{2} \sqrt{gh}}{g} \sin \theta \cos \theta$

3) При разл. пути выталкивает закон сохр. энергии (нет сил в пр. на α) в пр. на α :

$0 = -4mU + mv_x$
 $4U = v_{0H} \cos \theta - U$
 $v_{0H} \cos \theta = 5U$
 $v_x = v_{0H} \cos \theta - U = 4U$
 $v_y = v_{0H} \sin \theta = \frac{5U}{\cos \theta} \sin \theta = 5U \tan \theta$
 $3 \text{ЗЭ: } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{4mU^2}{2} + \frac{m \cdot (5U \tan \theta)^2}{2} + \frac{m \cdot (5U \tan \theta)^2}{2}$

$gH = 10U^2 + \frac{25}{2} U^2 \tan^2 \theta = 10U^2 + \frac{25}{2} U^2 \cdot \frac{4}{9} = 10U^2 + \frac{50}{9} U^2 = \frac{140}{9} U^2$
 $U = \sqrt{\frac{9gH}{140}} = \frac{3}{\sqrt{140}} \sqrt{gH}$

$v_y = 5U \tan \theta = \frac{5 \cdot 3 \sqrt{gH}}{\sqrt{140}} \cdot \frac{4}{3} = \frac{20}{\sqrt{140}} \sqrt{gH}$

$v_x = 4U = \frac{12 \sqrt{gH}}{\sqrt{140}} = \frac{12}{\sqrt{140}} \sqrt{gH}$

$T' = \frac{2v_y}{g}$

$S_3 = v_x T' = \frac{2v_x v_y}{g} = \frac{2 \cdot \frac{12}{\sqrt{140}} \sqrt{gH} \cdot \frac{20}{\sqrt{140}} \sqrt{gH}}{g} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 20}{140} \frac{gH}{g} = \frac{24}{7} H = 7.4 \text{ м}$

Ответ: $S_2 = 8 \text{ м}$; $S_3 = 7.4 \text{ м}$



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
☐

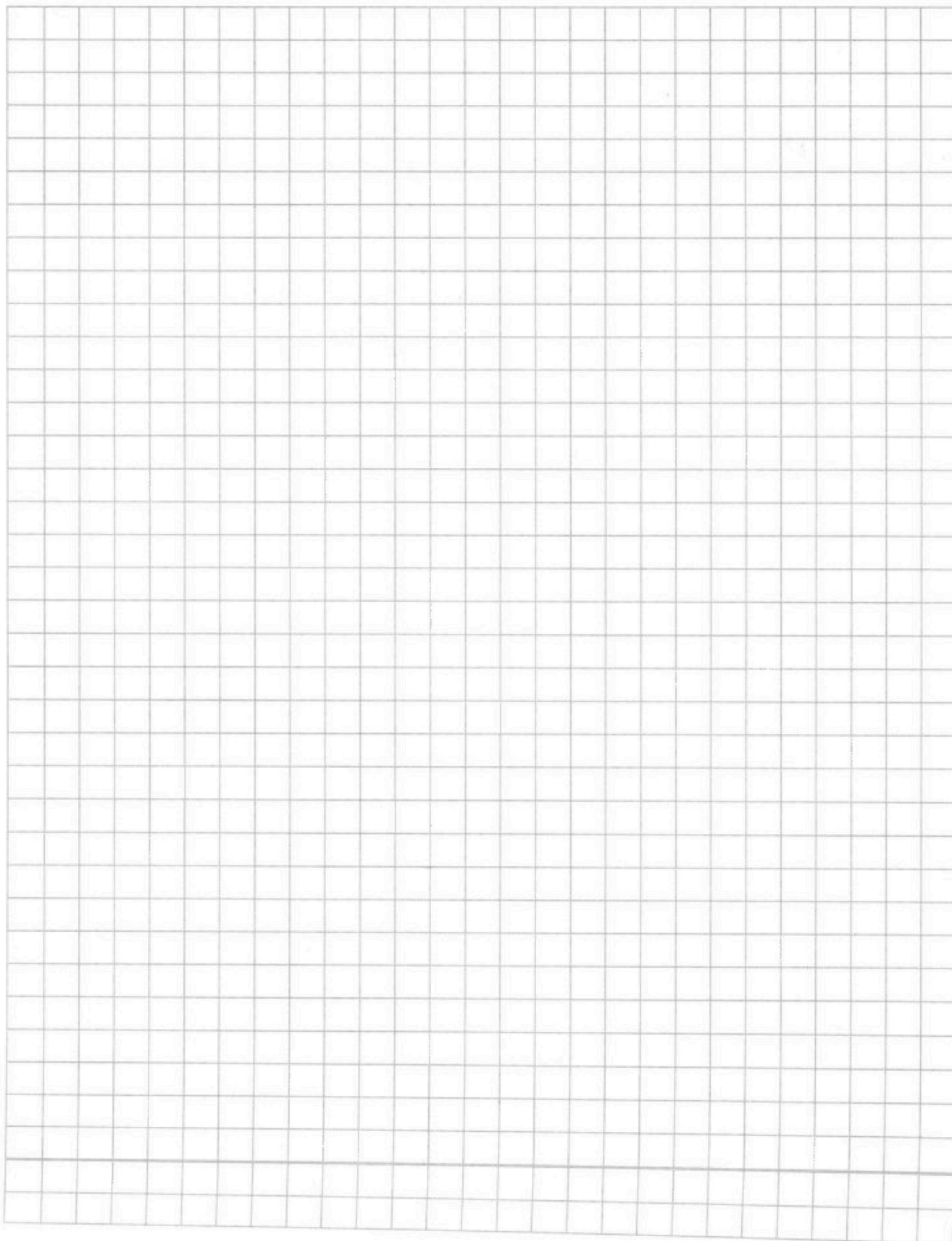
5
☐

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.



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!

$$I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_2 = L_1 \dot{I}_1$$
$$q_1 R_1 + (q_1 + q_2) R_3 = L_1 \dot{I}_1$$

$$I_1 L_1 = I_2 L_2$$

$$C_p = C_v + R$$

$$\frac{3}{2} F \Delta U = \nu \Delta T (C_p + \frac{3}{2} C_v)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{2 \cdot 12}{14} = \frac{12}{7}$$
$$\frac{13}{3} = \frac{13}{3}$$
$$\frac{156}{21}$$

$$\begin{array}{r} 16,2 \\ - 2,6 \\ \hline 13,6 \\ - 13,8 \\ \hline -0,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ - 16 \\ \hline 138 \\ - 138 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,2 \\ - 2,6 \\ \hline 13,6 \\ - 13,8 \\ \hline -0,2 \end{array}$$

$$\frac{24}{14}$$

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

$$10 \cdot \frac{13}{3} = 10 \times 2 + 25 \times \frac{1}{3} = 20 + \frac{25}{3} = \frac{40}{3} + \frac{25}{3} = \frac{65}{3}$$



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
__ 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



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

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

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

$$2 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{13} \cdot \frac{1}{3} \cdot 6 = 12 \sqrt{\frac{2}{390}} = \sqrt{\frac{288}{390}} = \sqrt{\frac{24}{32.5}} = \frac{12}{\sqrt{195}}$$

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

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

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

$$L = V_0 \cos \epsilon \cdot t = 2V_0^2$$

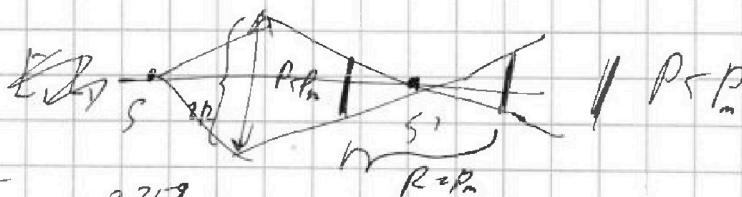
$$\frac{2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot \frac{23}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{13}}{10} = 8 \text{ м}$$

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

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

$$= 12 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^2 \cdot 13}{195 \cdot 3}} = 12 \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{3}$$

5



$$\begin{array}{r} 320 \overline{) 25} \\ 16 \quad 2 \quad 359 \\ - 16 \quad 30 \\ \hline 49 \\ - 44 \\ \hline 50 \\ - 48 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.359 \\ 25 \overline{) 5} \\ - 25 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.36 \\ 25 \overline{) 9} \\ - 75 \\ \hline 150 \\ - 150 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$2.5 \cdot 2.5 = 7.2 + 7.8$$

$$\frac{99}{176} = \frac{27}{44} = \frac{1}{4}$$

$$0.36 \cdot 2.5 = 0.72 + 0.18 = 0.9$$

$$\begin{array}{r} 0.176 \\ 1024 \overline{) 176} \\ - 1024 \\ \hline 704 \\ - 704 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$36 - 5 = 27$$

$$D \text{ кН} = \text{кН}$$



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) Рассчитать ^{нормаль} поршень:



II Заг. Норм.: $P.S = F$

$P = P.S -$
- закон
Дальтона

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

2) При t_1 , $P_{h,1} = P_0 \Rightarrow$ м.к. $\eta = 100\%$ $P_{h,0} = P_0 \Rightarrow P_2 = P_1 - P_{h,0} = 0,5 P_0$ (Закон Дальтона)

$$P_{h,0} V = \nu_{h,0} R T = N_{h,0} k T$$

$$P_2 V = \nu_2 R T = N_2 k T$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{P_{h,0}}{P_0} = \frac{1}{0,5} = 2$$

4) ~~$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$~~ ~~$P_2 V_2 = \nu_2 R T_2$~~ ~~$P_3 V_3 = \nu_3 R T_3$~~

$$C_p = C_v + R$$
$$C_p = \frac{5}{2} R$$
$$C_v = \frac{3}{2} R$$

$$P_1 V_1 = \nu_1 k T_1$$

$$1,5 P_0 V_1 = \nu_1 k T_1$$

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{1,5}{1} = 1,5$$

$$3) \Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = C_p \nu \Delta T + C_v \nu \Delta T$$
$$\frac{5}{2} \frac{P_1}{P_0} V_1 \left(\frac{2}{3} \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) = \left(\frac{5}{2} C_p + \frac{5}{2} C_v \right) \nu \Delta T$$
$$\frac{5}{2} \frac{P_1}{P_0} V_1 \left(\frac{2}{3} \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{2}{3} \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$$

$$P_1 V_1 = \nu k T_1$$

$$\frac{5}{2} P_0 V_1 = \nu k T_1$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{3}{2} \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{3 T_2}{2 T_1}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v}$$
$$C_v = \frac{1}{\gamma - 1} \left(\nu_1 \frac{P_0}{3} \Delta T + \nu_2 \frac{2 P_0}{3} \Delta T \right) = \frac{C_{v1}}{3} + \frac{2 C_{v2}}{3} = \frac{5}{6} R + 2 R = \frac{17}{6} R$$

$$\gamma = 1 + \frac{17}{15} = \frac{23}{15}$$

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma} \quad \text{м.к. закон сохранения энергии}$$

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{3}{2} \frac{T_1}{T_2} \right)^{\gamma-1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{3}{2} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{23}{15}-1} = \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{8}{15}} = \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{8}{15}} \approx 1,27$$
$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{8}{15}} = \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{8}{15}} \approx 1,27$$