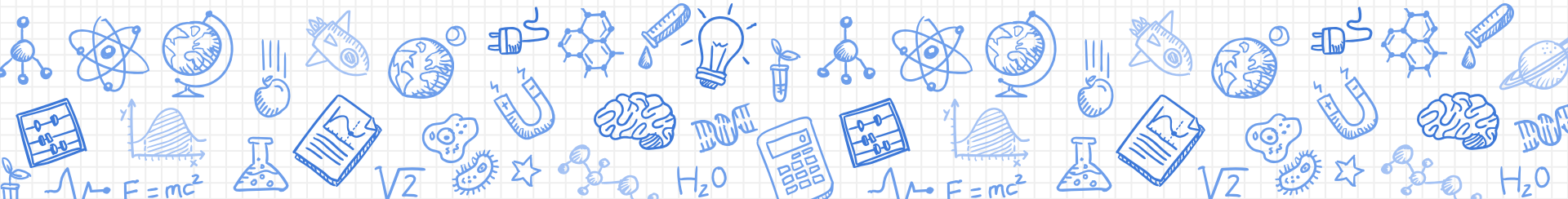


ELEMENTARNA FIZIKA

dr Miloš Marjanović

kabinet 327

milos.marjanovic@elfak.ni.ac.rs



TOPILOTA I TEMPERATURA

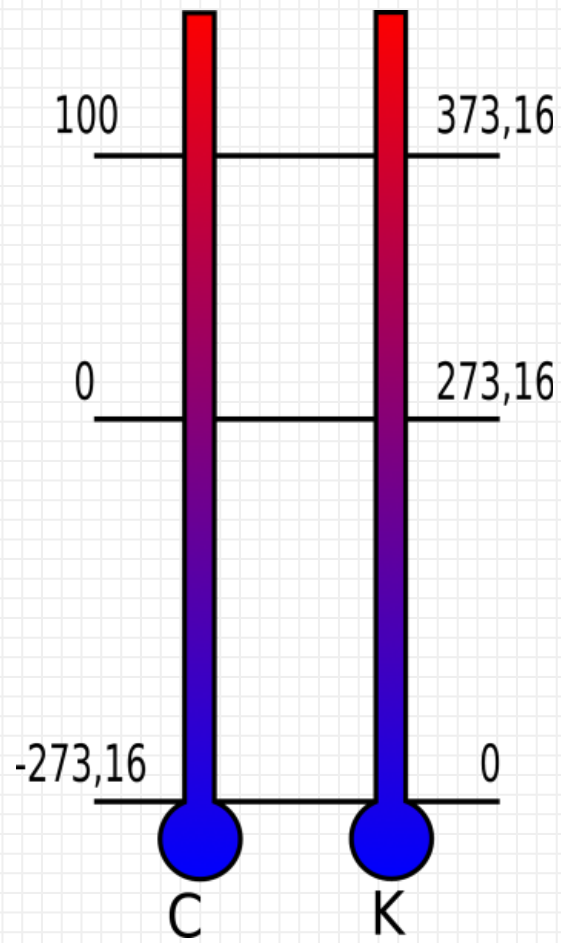


-

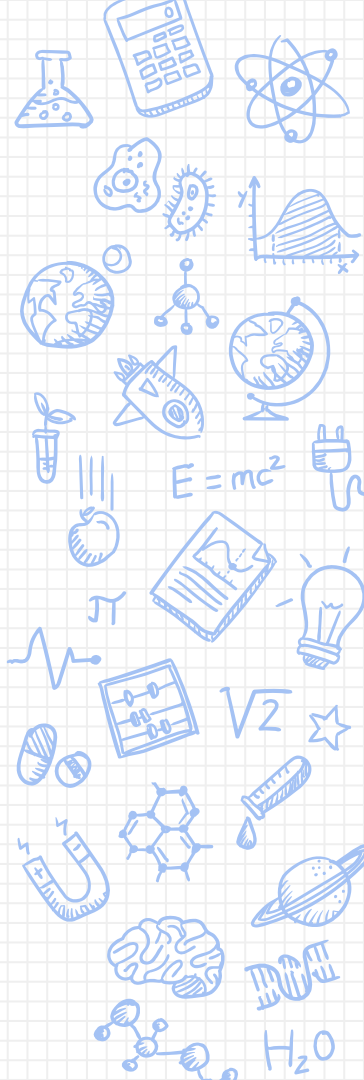
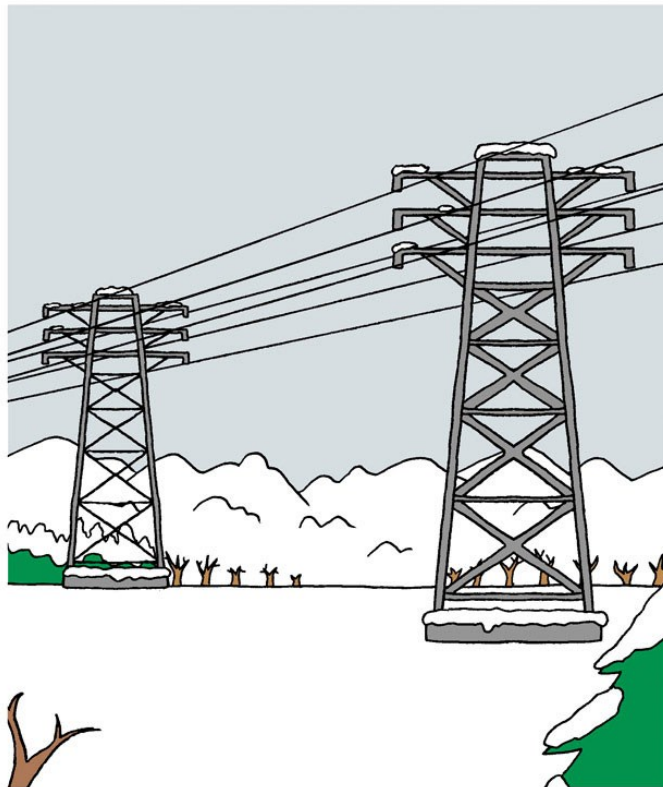
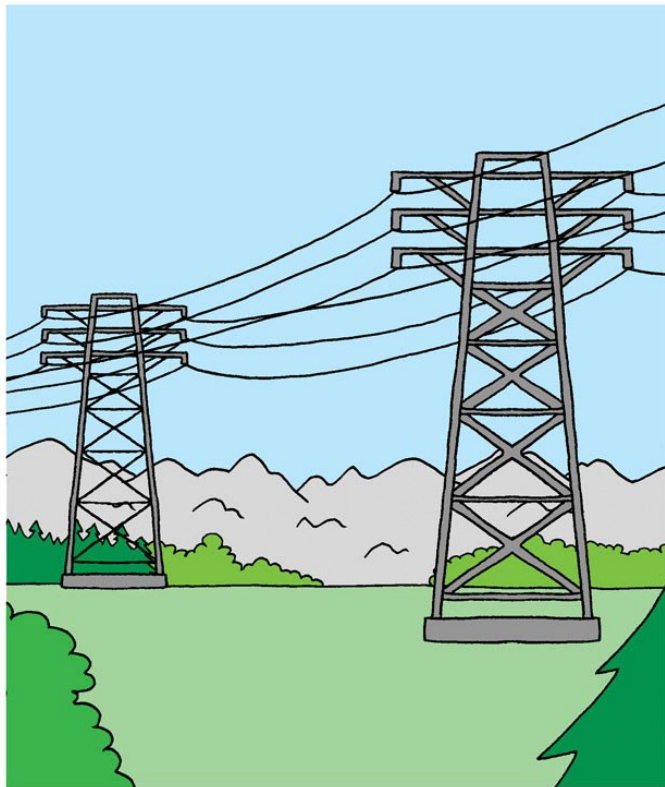
TOPLOTA I TEMPERATURA

- X** Toplota se ne prenosi sa jednog tela na drugo, ako su tela u toplotnoj ravnoteži, tj. ako tela imaju istu temperaturu.
- X** Toplota se prenosi sa tela više na telo niže temperature.
- X** **Temperatura je stepen zagrejanosti nekog tela.**





TOPLOTNO ŠIRENJE



Rešenje:

$$l_1 = 1 \text{ m}$$

$$t_1 = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta l = ?$$

Linearno širenje čvrstih tela izražava se sledećom relacijom:

$$l_2 = l_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$$

$$l_2 = 1 \cdot [1 + 1.2 \cdot 10^{-5} (238.15 - 288.15)] = 0.9994 \text{ m}$$

Dužina šipke se smanjila za 0.0006 m.

ŠIRENJE TELA PRI ZAGREVANJU

$$S = S_0(1 + \beta\Delta t), \Delta t = t - t_0$$

$$\beta = 2\alpha$$

β - termički koeficijent površinskog širenja

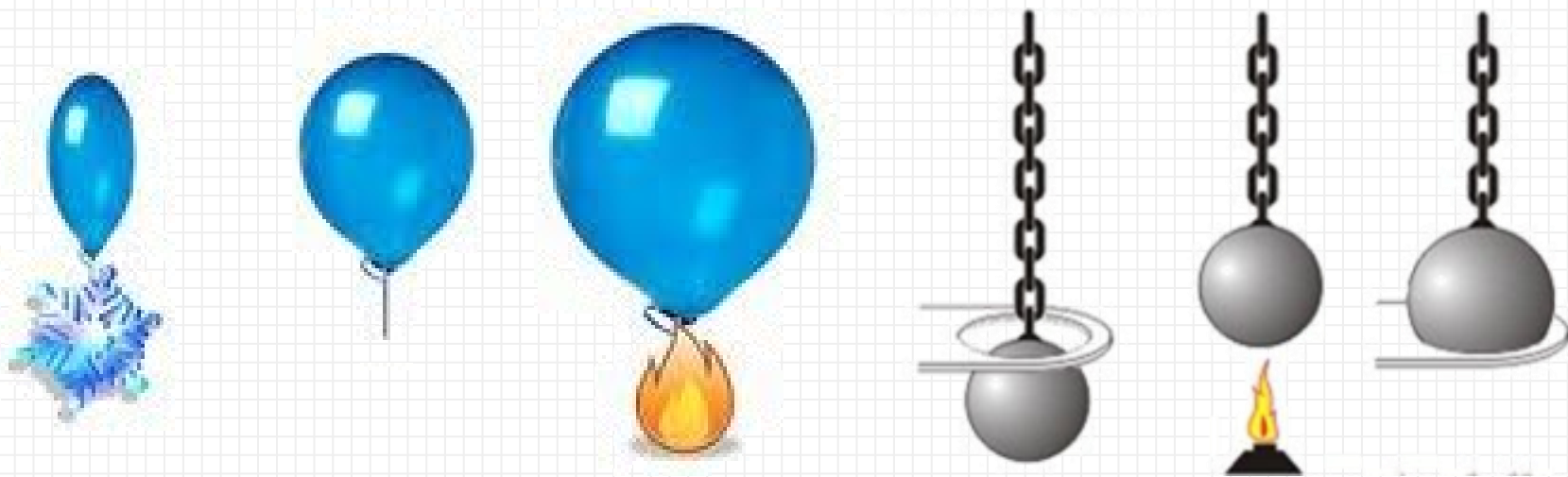
$$V = V_0(1 + \gamma\Delta t), \Delta t = t - t_0$$

$$\gamma = 3\alpha$$

γ - termički koeficijent zapreminskog širenja



Širenje kugle usled zagrevanja je zapreminsko širenje, jer se kugla podjednako širi u svim pravcima.



Promena temperature tela je ista, bez obzira da li je izražena u Celzijusovoj ili Kelvinovoj skali!

$$\Delta t(^{\circ}\text{C}) = \Delta T(K)$$

ZADATAK 2

Masa špiritusa, zapremine 500 cm^3 , pri 0°C iznosi 400g .
Odrediti gustinu špiritusa na 15°C . Koeficijent
zapreminskog širenja špiritusa je $11 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.



Rešenje:

$$V = 500 \text{ cm}^3$$

$$t_1 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m = 400 \text{ g}$$

$$t_2 = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Zapreminsko širenje izražava se sledećom relacijom:

$$V_2 = V_1 [1 + \gamma (t_2 - t_1)]$$

$$V_2 = 500 [1 + 11 \cdot 10^{-4} (288.15 - 273.15)] = 508.25 \text{ cm}^3$$

(15-0)

Gustina se definiše kao: $\rho = \frac{m}{V}$,

$$\text{odnosno: } \rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{400}{508.25} = 0.787 \text{ g/cm}^3$$

$$\underline{\gamma = 11 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}}$$

$$\rho_2 = ?$$

Rešenje:

$$l_a = 79.5 \text{ cm}$$

$$l_g = 80 \text{ cm}$$

$$\alpha_a = 2.3 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$\alpha_g = 1.1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$t_2 = ?$$

Jednačina širenja čvrstih tela: $l_2 = l_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$,

$$\text{odnosno: } l_a' = l_a (1 + \alpha_a \Delta t) \quad l_g' = l_g (1 + \alpha_g \Delta t)$$

Pošto je: $\Delta t = t_2 - t_1 = t - 0 = t$ i $l_a' = l_g'$

sledi da je: $l_a (1 + \alpha_a \Delta t) = l_g (1 + \alpha_g \Delta t)$

$$l_a + l_a \alpha_a \Delta t = l_g + l_g \alpha_g \Delta t$$

$$l_g - l_a = l_a \alpha_a \Delta t - l_g \alpha_g \Delta t$$

$$\text{sledi da je } t: t = \frac{l_g - l_a}{l_a \alpha_a - l_g \alpha_g} = \frac{80 - 79.5}{79.5 \cdot 2.3 \cdot 10^{-5} - 80 \cdot 1.1 \cdot 10^{-5}} = 527.15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ZADATAK 4

Gvozdena ploča ima dužinu $a_1 = 0.5$ m i širinu $b_1 = 0.6$ m na temperaturi $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Za koliko se promeni površina ploče ako se ona zagreje do temperature $t_2 = 600^\circ\text{C}$? Termički koeficijent linearnog širenja gvožđa je $\alpha = 1.7 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.



Rešenje:

$$a_1 = 0.5 \text{ m}$$

$$b_1 = 0.6 \text{ m}$$

$$t_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\underline{\alpha = 1.7 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}}$$

$$S_2 = ?$$

Površina ploče na temperaturi t_1 : $S_1 = a_1 b_1$

Zakon površinskog širenja čvrstih tela definiše se kao:

$$S_2 = S_1 (1 + \beta \Delta t),$$

gde je termički koeficijent površinskog širenja: $\beta = 2\alpha$

Promena površine ploče usled zagrevanja je:

$$\begin{aligned} \Delta S &= S_2 - S_1 = S_1 \beta \Delta t = 2\alpha a_1 b_1 \Delta t = 2\alpha a_1 b_1 (t_2 - t_1) = \\ &= 2 \cdot 1.7 \cdot 10^{-5} \cdot 0.5 \cdot 0.6 \cdot (600 - 20) = 59.16 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

ZAKONI IDEALNIH GASOVA



IDEALNI GASOVI

- X** Molekule gasa zamišljamo kao elastične kuglice, zanemarljive zapremine, čiji su međusobni sudari, kao i sudari sa zidovima suda u kojem se gas nalazi, apsolutno elastični (kinetička energija se ne menja).
- X** Broj molekula u gasu je ogroman, ali se uzajamno delovanje među njima može zanemariti.



IDEALNI GASOVI

X Jednačina stanja idealnog gasa:

$$pV = nRT \qquad n = \frac{m}{M}$$

T – apsolutna temperature

V – zapremina gasa

n – broj molova

R – Univerzalna gasna konstanta

m – masa gasa



ZAKONI IDEALNIH GASOVA

- X Bojl-Mariotov zakon:** $T = \text{const.}$, $n = \text{const.}$, $pV = \text{const.}$
- X Gej-Lisakov zakon:** $p = \text{const.}$, $n = \text{const.}$, $V/T = \text{const.}$
- X Šarlov zakon:** $V = \text{const.}$, $n = \text{const.}$, $p/T = \text{const.}$
- X Daltonov zakon:** Ukupni pritisak gasa u sudu jednak je zbiru parcijalnih pritisaka prisutnih gasova.
- X Avogadrov zakon:** U jednakim zapreminama idealnih gasova, na istoj temperaturi i istom pritisku, nalazi se isti broj molekula (atoma).



Rešenje:

$$V = 1 \text{ cm}^3$$

$$t = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$p = 1.33 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}$$

$$R = 8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$N = ?$$

Jednačina stanja idealnog gasa je: $pV = nRT$

Broj molova n jednak je: $n = \frac{N}{N_A}$,

odakle sledi da je broj molekula: $N = \frac{pV N_A}{RT}$

$$T [\text{K}] = t [^{\circ}\text{C}] + 273.15 = 10 + 273.15 = 283.15 \text{ K}$$

Sada je broj molekula:

$$N = \frac{pV N_A}{RT} = \frac{1.33 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6} \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}{8.3 \cdot 283.15} = 3.4 \cdot 10^8$$

Rešenje:

$$V = 4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

$$p = 15.15 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\underline{\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\Delta p = ?$$

Jednačina stanja idealnih gasova za ovaj slučaj je: $\frac{pV}{T} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$

Pošto je $V = V_1$, i temperature u kelvinima

$$T \text{ [K]} = t \text{ [}^\circ\text{C]} + 273.15 = 273.15 \text{ K}$$

$$T_1 \text{ [K]} = t_1 \text{ [}^\circ\text{C]} + 273.15 = 283.15 \text{ K}$$

$$\text{odavde sledi da je: } p_1 = \frac{p \cdot T_1}{T} = \frac{15.15 \cdot 10^5 \cdot 283.15}{273.15} = 15.7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Promena pritiska je:

$$\Delta p = p_1 - p = 15.7 \cdot 10^5 - 15.15 \cdot 10^5 = 5.5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Rešenje:

$$V = 12 \text{ l}$$

$$m_1 = 1.5 \text{ kg}$$

$$t_1 = 327 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$M = 28 \text{ g mol}^{-1}$$

$$R = 8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$p_1, p_2 = ?$$

$$\text{Iz jednačine stanja idealnog gasa: } p_1 V = \frac{m_1 R T_1}{M},$$

$$\text{dobija se: } p_1 = \frac{m_1 R T_1}{M V} = \frac{1.5 \cdot 8.3 \cdot 600.15}{28 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-3}} = 2.2 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

$$\text{Kako je: } m_2 = m_1 - 35\% m_1 = 0.65 m_1, \quad p_2 V = \frac{m_2 R T_2}{M}$$

$$\text{dobija se da je } p_2: p_2 = \frac{0.65 m_1 R T_2}{M V} = \frac{0.65 \cdot 1.5 \cdot 8.3 \cdot 323.15}{28 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-3}} = 7.7 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

ZADATAK 4

Koliko puta će se promeniti pritisak gasa u cilindru ako se spuštanjem klipa za $\frac{1}{3}$ visine h cilindra smanji zapremina gasa? Temperatura gasa je konstantna.



Rešenje:

$$h_1 = \frac{2h}{3}$$

$T - \text{const.}$

$$p_1 = ?$$

Na osnovu Bojl-Mariotovog zakona sledi: $pV = p_1V_1$

Zapremina cilindra izražava se kao: $V = Sh$, gde je S površina klipa,

odakle sledi: $hSp = \frac{2hSp_1}{3}$, odnosno: $p_1 = \frac{3p}{2} = 1.5 \cdot p$

ZADATAK 5

Pri normalnim uslovima gas zauzima zapreminu $V_o = 1 \text{ m}^3$. Koliku će zapreminu V_1 zauzimati taj gas pri pritisku $p_1 = 4.9 \cdot 10^6 \text{ Pa}$? Temperatura gasa je konstantna. Normalni pritisak gasa je $p_o \approx 10^5 \text{ Pa}$.



Rešenje:

$$V_o = 1 \text{ m}^3$$

$$p_1 = 4.9 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\underline{p_o \approx 10^5 \text{ Pa}}$$

$$V_1 = ?$$

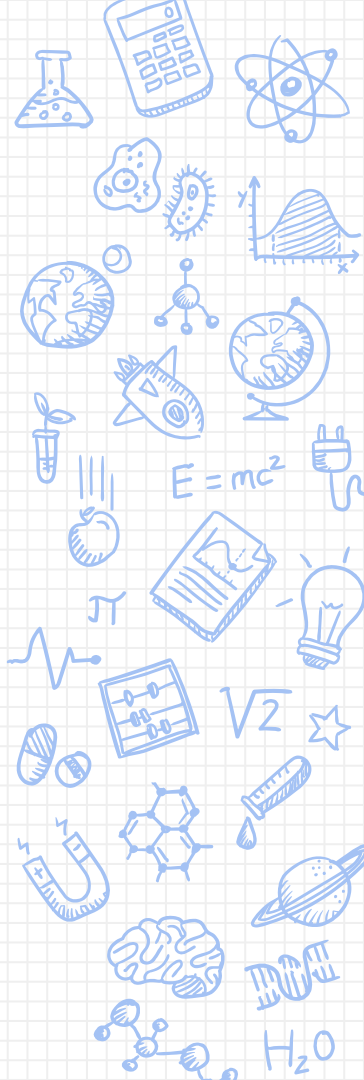
Prema Bojl-Mariotovom zakonu ($T = \text{const.}$) može se napisati:

$p_o V_o = p_1 V_1$, odakle sledi da je:

$$V_1 = \frac{p_o V_o}{p_1} = \frac{10^5 \cdot 1}{4.9 \cdot 10^6} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

ZADATAK 6

Gas se sabije izotermno od zapremine $V_1 = 8$ l do zapremine $V_2 = 6$ l. Pritisak gasa pri tome poraste za $\Delta p = 4$ kPa. Koliki je početni pritisak p_1 gasa?



Rešenje:

$$V_1 = 8 \text{ l}$$

$$V_2 = 6 \text{ l}$$

$$\Delta p = 4 \text{ kPa}$$

$$p_1 = ?$$

Bojl-Mariotov zakon definiše se kao: $p_1 V_1 = p_2 V_2$,

pri čemu je: $p_2 = p_1 + \Delta p$

Prema tome je: $p_1 V_1 = (p_1 + \Delta p) V_2$,

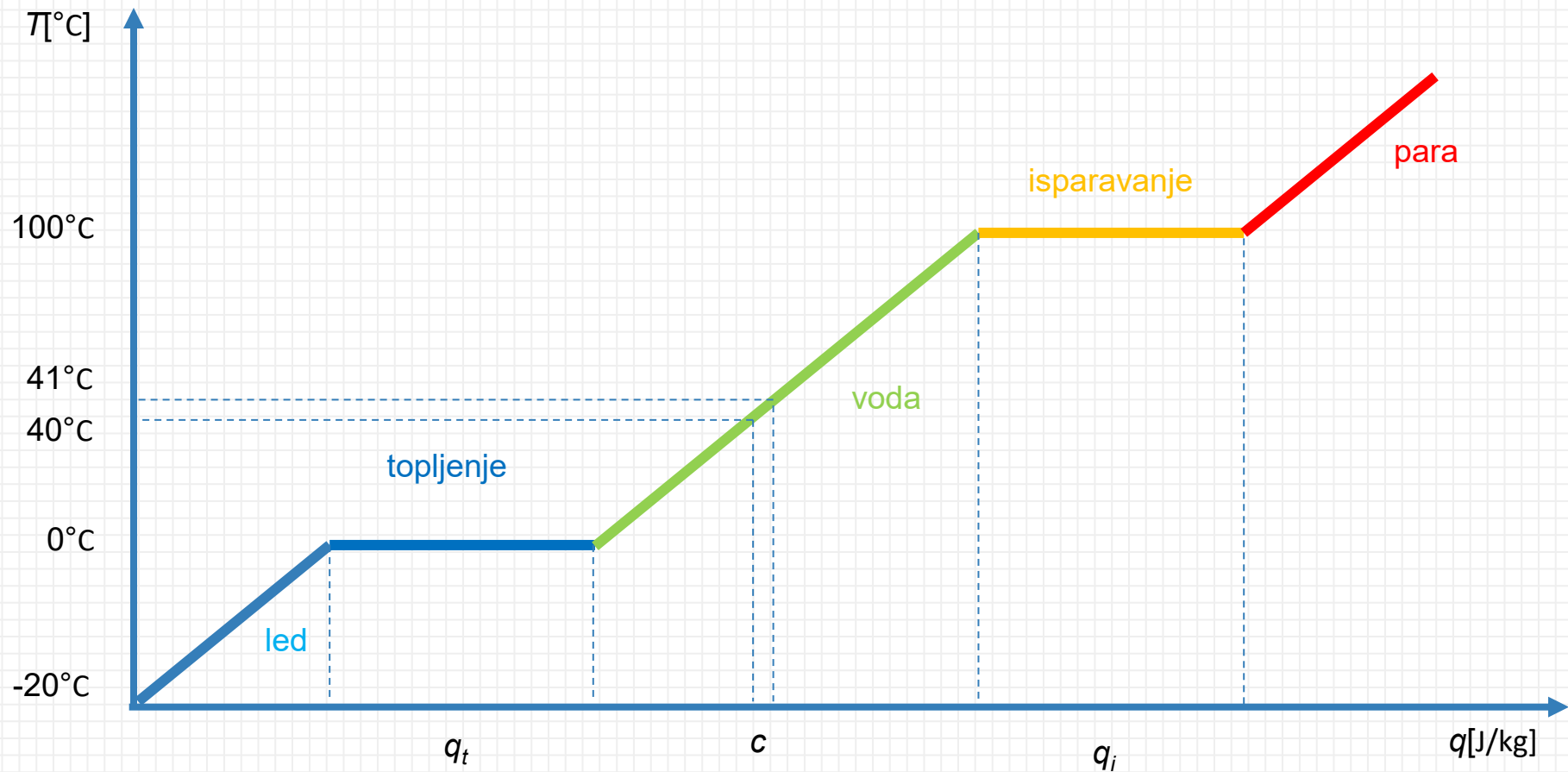
odnosno: $p_1 (V_1 - V_2) = \Delta p V_2$,

odakle se dobija: $p_1 = \frac{\Delta p V_2}{V_1 - V_2} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 6}{8 - 6} = 12 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

KALORIMETRIJA



-



ZADATAK 1

Koliko je vode mase m_1 temperature $t_1 = 10^\circ\text{C}$ potrebno pomešati u sudu mase $m_2=80\text{g}$ vode čija je temperatura $t_2=68^\circ\text{C}$, da bi se dobila voda temperature $t_3=18^\circ\text{C}$? Koliko se dobije mase vode m_3 temperature t_3 ?



Rešenje:

$$t_1 = 10^{\circ}\text{C}$$

U slučaju da se toplota predaje samo vodi važi:

$$m_1 c_v (t_3 - t_1) = m_2 c_v (t_2 - t_3),$$

$$m_2 = 80 \text{ g}$$

$$\text{odakle je: } m_1 = \frac{[m_2 (t_2 - t_3)]}{t_3 - t_1} = \frac{80 \cdot 50}{8} = 500 \text{ g}$$

$$t_2 = 68^{\circ}\text{C}$$

Masa vode temperature t_3 je: $m_3 = m_1 + m_2 = 500 + 80 = 580 \text{ g}$

$$t_3 = 18^{\circ}\text{C}$$

$$m_1, m_3 = ?$$

Rešenje:

$$m = 0.5 \text{ kg}$$

Količina toplote koju treba dovesti vodi može se izraziti na sledeći način:

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$Q = mc (100 - t_1) + mQ_i = 500 \cdot 4.19 \cdot 80 + 500 \cdot 2.26 \cdot 10^3 = 1.3 \text{ MJ}$$

$$c = 4.19 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$Q_i = 2.26 \text{ kJg}^{-1}$$

$$Q = ?$$

HVALA NA PAŽNJI! VIDIMO SE SUTRA.