

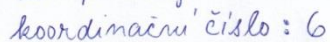
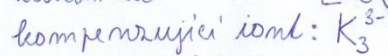
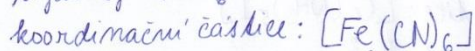
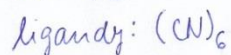
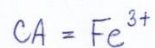
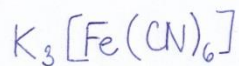
# Koordinační sloučeniny 2 skupenské stavy

FC 3806

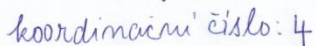
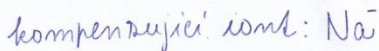
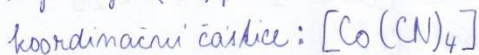
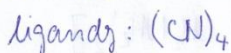
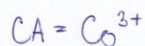
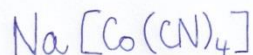
Jaro 2021

1) Označte v níže uvedených sloučeninách centrální atom včetně jeho oxidačního čísla, ligandy, koordinační částici, kompenzující iont a určete koordinační číslo centrálního atomu.

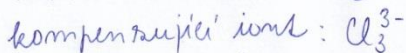
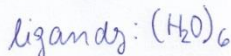
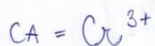
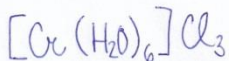
a)



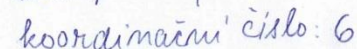
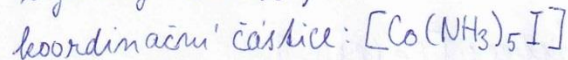
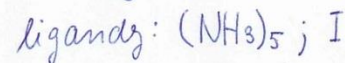
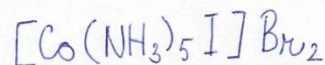
b)



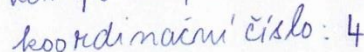
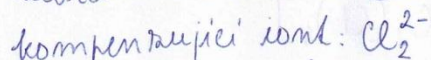
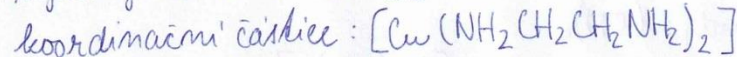
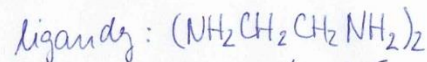
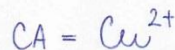
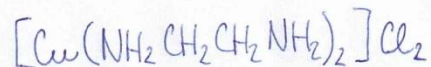
c)



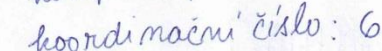
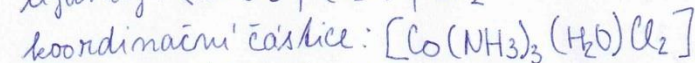
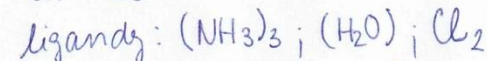
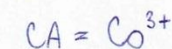
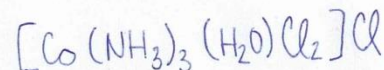
d)



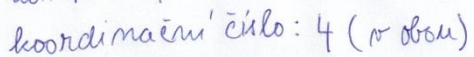
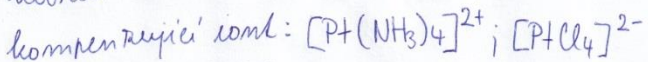
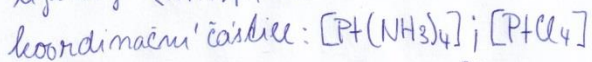
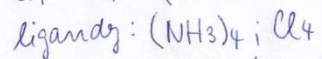
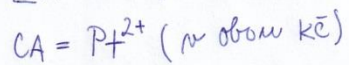
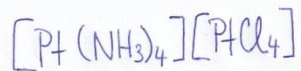
e)



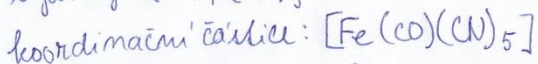
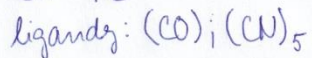
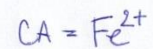
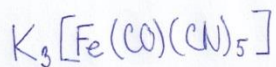
f)



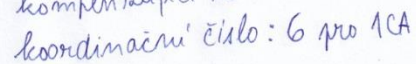
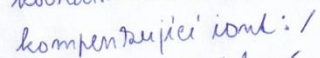
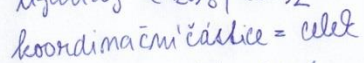
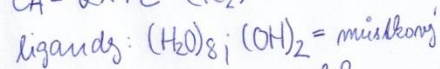
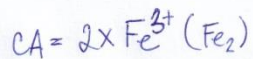
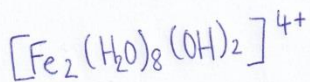
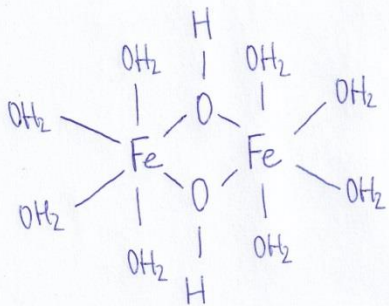
g)



h)



i)



2) Při teplotě  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$  a tlaku  $110,2\text{ kPa}$  je hustota plynu  $2,12\text{ kg m}^{-3}$ .  
 Vypočítejte hustotu tohoto plynu při normálních podmínkách.

$$2, \quad T_1 = -19 + 273,15 = 254,15\text{ K}$$

$$P_1 = 110,2\text{ kPa} = 110,2 \cdot 10^3\text{ Pa} \quad \longrightarrow$$

$$\rho_1 = 2,12\text{ kg m}^{-3}$$

normální podmínky:

$$T_2 = 273,15\text{ K}$$

$$P_2 = 101,325 \cdot 10^3\text{ Pa}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$pV = nRT \rightarrow pV = \frac{m}{M} \cdot RT$$

$$\frac{pM}{RT} = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{pM}{RT}$$

$$M = \frac{\rho \cdot RT}{p}$$

$$\frac{\rho_1 \cdot RT_1}{P_1} = \frac{\rho_2 \cdot RT_2}{P_2}$$

$$\rho_2 = \frac{P_1 T_1 P_2}{P_1 T_2}$$

$$\rho_2 = \frac{2,12 \cdot 254,15 \cdot 101,325 \cdot 10^3}{110,2 \cdot 10^3 \cdot 273,15} = \underline{\underline{1,8134\text{ kg m}^{-3}}}$$

Hustota plynu za normálních podmínek je  $1,8134\text{ kg m}^{-3}$ .  
 (totoho plynu)

3) Kolik m<sup>3</sup> kapalného SO<sub>2</sub> (ρ = 1,46 g cm<sup>-3</sup>) získáme zkapalněním 500 m<sup>3</sup> plynného SO<sub>2</sub> (měřeno při teplotě 15 °C a tlaku 116,52 kPa)?

$$3) V = 500 \text{ m}^3 \quad p = 116520 \text{ Pa}$$

$$T = 288,15 \text{ K}$$

$$pV = nRT$$

$$\frac{pV}{RT} = n = \frac{116520 \cdot 500}{8,314 \cdot 288,15}$$

$$n = 24318,8 \text{ mol}$$

$$m = n \cdot M = 24318,8 \cdot 64,066$$

$$m = 1558008,2 \text{ g}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1558008,2}{1,46}$$

$$V = 1067128,2 \text{ cm}^3 = 1,07 \text{ m}^3$$

4) Při teplotě 18 °C a tlaku 102,0 kPa je hmotnost 1290 cm<sup>3</sup> plynu 1,53 g.  
Vypočítejte jeho relativní molekulovou hmotnost.

$$p = 102,0 \text{ kPa} = 102\,000 \text{ Pa}$$

$$V = 1290 \text{ cm}^3 = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T = 18^\circ\text{C} \triangleq 273,15 + 18 = 291,15 \text{ K}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 1,53 \text{ g}$$

$$M = n \cdot [\text{g/mol}]$$

RELATIVNÍ MOLEKULOVÁ HMOTNOST PLYNU  
JE 28,15 g/mol.

$$pV = \frac{m}{M} RT \quad | \cdot M$$

$$pVM = mRT \quad | : pV$$

$$M = \frac{mRT}{pV}$$

$$M = \frac{1,53 \cdot 8,314 \cdot 291,15}{102\,000 \cdot 1,29 \cdot 10^{-3}}$$

$$M \doteq 28,15 \text{ g/mol}$$

5) Na kolik procent klesne objem vodíku po ochlazení z teploty 25 °C na -80 °C, zůstal-li jeho tlak konstantní?

$$T_1 = 25^\circ\text{C} = 298,15\text{ K}$$

$$T_2 = -80^\circ\text{C} = 193,15\text{ K}$$

$$V_1 = 100\%$$

$$V_2 = ? (\%)$$

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

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

$$V_2 = \frac{100 \cdot 193,15}{298,15}$$

Objem vodíku klesne na 64,78%.

$$V_2 = 64,78\%$$

6) V tlakové láhvi s kyslíkem je při 20 °C tlak 15,0 MPa. Vypočítejte tlak kyslíku v láhvi:

a) ochladí-li se láhev přechováním na mrazu na teplotu -15 °C

b) ohřeje-li se láhev na teplotu 200 °C

$$t_1 = 20^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 293,15 \text{ K}$$

$$p_1 = 15 \text{ MPa} = 15 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$\text{a) } t_2 = -15^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 258,15 \text{ K}$$

$$\text{b) } t_3 = 200^\circ\text{C} \Rightarrow T_3 = 473,15 \text{ K}$$

---

$$\text{a) } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$p_2 = \frac{p_1}{T_1} \cdot T_2$$

$$p_2 = \underline{\underline{13,21 \text{ MPa}}}$$

$$\text{b) } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_3}$$

$$p_3 = \frac{p_1}{T_1} \cdot T_3$$

$$p_3 = \underline{\underline{24,21 \text{ MPa}}}$$



7) Tlak kyslíku, který zaujímá objem 25 litrů, je 115,0 kPa. Na jakou hodnotu poklesne tlak kyslíku po jeho expanzi na objem 30 litrů, zůstane-li teplota nezměněna?

7) expanze = křesovací, rozpínání

$$V_1 = 25 \text{ l} = 0,025 \text{ m}^3 \quad V_2 = 30 \text{ l} = 0,03 \text{ m}^3$$
$$p_1 = 115,0 \text{ kPa} = 115000 \text{ Pa} \quad p_2 = ?$$

$T = \text{nemění}$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$
$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{25 \cdot 115}{30} = \underline{\underline{95,83 \text{ kPa}}}$$

Prevedeno

$$p_2 = \frac{0,025 \cdot 115000}{0,03} = \underline{\underline{95833,3 \text{ Pa}}}$$

Tlak poklesne na 95,83 kPa.

8) 1 g vzduchu má za normálních podmínek objem 774,2 cm<sup>3</sup>. Jaký objem bude mít stejné množství vzduchu při 100 °C a tlaku 101,325 kPa?

1g vzduchu

$$V_1 = 774,2 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = ?$$

$$T_1 = 273,15 \text{ K}$$

$$T_2 = 373,15 \text{ K (100}^\circ\text{C)}$$

$$p = 101,325 \text{ kPa}$$

$$p = 101,325 \text{ kPa}$$

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

$\Rightarrow$

$$\frac{774,2}{273,15} = \frac{V_2}{373,15}$$

$$V_2 = \frac{774,2}{273,15} \cdot 373,15$$

$$\underline{\underline{V_2 = 1057,63 \text{ cm}^3}}$$

9) Plyn zaujímá při teplotě 100 °C a tlaku 95 kPa objem 500 cm<sup>3</sup>. Jak velký je jeho objem při teplotě 0,125 °C a tlaku 101,325 kPa? Předpokládejte, že se plyn chová jako ideální.

$$9. \quad T_1 = 100^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 0,125^\circ\text{C}$$

$$p_1 = 95 \text{ kPa}$$

$$p_2 = 101,325 \text{ kPa}$$

$$V_1 = 500 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = ?$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot p_2} = V_2$$

$$\frac{95000 \cdot 0,5 \cdot 273,275}{373,15 \cdot 101325} = V_2$$

$$\text{Objem je } 0,343 \text{ m}^3.$$

$$V_2 = 0,343 \text{ m}^3$$

- 10) a) Jak se sníží tlak dusíku, zvětší-li se za stálé teploty jeho objem čtyřikrát?  
 b) Jak se změní objem dusíku, sníží-li se jeho tlak za stálé teploty desetkrát?

- Jak se sníží tlak dusíku, zvětší-li se za stálé teploty jeho objem čtyřikrát?
- $V_2 = 4 \cdot V_1$
- 
- $\frac{p_1 V_1}{n_1 R t_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 R t_2}$
- $n, R, t = \text{konst.}$
- $p_1 V_1 = p_2 V_2$
- $p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{p_1 V_1}{4 V_1} = \frac{p_1}{4}$
- 
- Sníží se na čtvrtinu.
- 
- b) Jak se změní objem dusíku, sníží-li se jeho tlak za stálé teploty desetkrát?
- $p_2 = p_1 \cdot 1/10$
- 
- $\frac{p_1 V_1}{n_1 R t_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 R t_2}$
- $n, R, t = \text{konst.}$
- $p_1 V_1 = p_2 V_2$
- $V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{p_1 V_1}{\frac{1}{10} p_1} = 10 \cdot V_1$
- 
- Zvýší se desetkrát.

11) Zjistěte hmotnost 1,5 litru dusíku při standardních podmínkách. Kolik molekul dusíku je obsaženo v tomto objemu?

11.

$$V = 1,5 \text{ l} = 0,0015 \text{ m}^3$$

$$T = 298,15 \text{ K}$$

$$p = 101,325 \text{ kPa} = 101\,325 \text{ Pa}$$

$$M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14,01 = 28,02$$

$$m = n \cdot M$$

$$N = n \cdot N_A$$

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT}$$

$$n = \frac{101\,325 \cdot 0,0015}{8,314 \cdot 298,15}$$

$$\underline{n = 0,0613 \text{ mol}}$$

$$m = n \cdot M$$

$$m = 0,0613 \cdot 28,02$$

$$\underline{\underline{m = 1,718 \text{ g}}}$$

$$N = n \cdot N_A$$

$$N = 0,0613 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$$

$$\underline{\underline{N = 3,69 \cdot 10^{22}}}$$

Dusík má hmotnost 1,718 gramů a je zde obsaženo  $3,69 \cdot 10^{22}$  molekul

12) Tlak atmosféry na měsíci je přibližně roven  $1,3 \cdot 10^{-8}$  Pa. Je-li teplota na Měsíci 100 K, vypočítejte, jaký objem měsíční atmosféry obsahuje

a)  $1,0 \cdot 10^6$  molekul plynu

b)  $1,0 \cdot 10^{-13}$  mol plynu

12. Tlak atmosféry na měsíci je přibližně roven  $1,3 \cdot 10^{-8}$  Pa. Je-li teplota na Měsíci 100 K, vypočítejte, jaký objem měsíční atmosféry obsahuje

a)  $1,0 \cdot 10^6$  molekul plynu

b)  $1,0 \cdot 10^{-13}$  mol plynu

a)  $p = 1,3 \cdot 10^{-8}$  Pa

$T = 100$  K

$N = 1 \cdot 10^6$  molekul

$N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>

$V = ?$

$R = 8,314$  J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>

$$pV = nRT \quad n = \frac{N}{N_A}$$

$$pV = \frac{N}{N_A} RT$$

$$V = \frac{RT \frac{N}{N_A}}{p} = \frac{8,314 \cdot 100 \cdot \frac{10^6}{6,023 \cdot 10^{23}}}{1,3 \cdot 10^{-8}} =$$

$$= \frac{8,314 \cdot 10^8}{1,3 \cdot 10^{-8} \cdot 6,023 \cdot 10^{23}} = 1,06 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 =$$

$$= 0,106 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 0,106 \text{ cm}^3$$

Objem měsíční atmosféry je  $0,106 \text{ cm}^3$ .

b)  $n = 10^{-13}$  mol

$$pV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{p}$$

$$V = \frac{10^{-13} \cdot 8,314 \cdot 100}{1,3 \cdot 10^{-8}} = 6,39 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 6,39 \text{ dm}^3$$

Objem měsíční atmosféry je  $6,39 \text{ dm}^3$ .

13) Zemní plyn obsahuje 75 objemových procent methanu, 15 objemových procent ethanu, 7 objemových procent vodíku a 3 objemová procenta oxidu uhličitého. Vyjádřete složení plynu v hmotnostních procentech a vypočítejte jeho hustotu při teplotě 20 °C a tlaku 101,325 kPa.

Určete průměrnou molární hmotnost tohoto zemního plynu.

$\text{CH}_4$ : $\varphi = 75\%$	$M = 16,042 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	$p = 101,325 \text{ kPa}$ $\Rightarrow 101\,325 \text{ Pa}$	$V = \frac{75 \cdot 1000}{100} = 750 \text{ cm}^3$
$\text{C}_2\text{H}_6$ : $\varphi = 15\%$	$M = 30,068 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	$T = 20^\circ$ $\Rightarrow T = 293,15 \text{ K}$	$V = \frac{15 \cdot 1000}{100} = 150 \text{ cm}^3$
$\text{H}_2$ : $\varphi = 7\%$	$M = 2,016 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	$R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$	$V = \frac{7 \cdot 1000}{100} = 70 \text{ cm}^3$
$\text{CO}_2$ : $\varphi = 3\%$	$M = 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$		$V = \frac{3 \cdot 1000}{100} = 30 \text{ cm}^3$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \rightarrow m = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T}$$

$$\varphi = \frac{V_A}{V_0} \rightarrow V_A = \varphi \cdot V_0 = 1000 \text{ cm}^3$$

1) SLOŽENÍ PLYNU V HMOTNOSTNÍCH PROCENTECH

$$\text{CH}_4: m = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T} = \frac{101\,325 \cdot 750 \cdot 16,042}{8,314 \cdot 293,15} = 500\,191,69 \text{ g} = 500,19 \text{ kg}$$

$$\text{C}_2\text{H}_6: m = \frac{101\,325 \cdot 150 \cdot 30,068}{8,314 \cdot 293,15} = 187\,504,85 \text{ g} = 187,50 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2: m = \frac{101\,325 \cdot 70 \cdot 2,016}{8,314 \cdot 293,15} = 5\,866,85 \text{ g} = 5,87 \text{ kg}$$

$$\text{CO}_2: m = \frac{101\,325 \cdot 30 \cdot 44,01}{8,314 \cdot 293,15} = 54\,889,5 \text{ g} = 54,89 \text{ kg}$$

$$\text{hmotnost celkova: } 500,19 + 187,50 + 5,87 + 54,89 = 748,45 \text{ kg}$$

$$\text{CH}_4: w = \frac{m_A}{m_{\text{v0}}} = \frac{500,19}{748,45} = 0,6683 = 66,83\% \quad \text{C}_2\text{H}_6: w = \frac{187,50}{748,45} = 0,2505 = 25,05\%$$

$$\text{H}_2: w = \frac{5,87}{748,45} = 7,84 \cdot 10^{-3} = 0,78\% \quad \text{CO}_2: w = \frac{54,89}{748,45} = 0,0733 = 7,33\%$$

Složení plynu v hmotnostních procentech je 66,83%  $\text{CH}_4$ ; 25,05%  $\text{C}_2\text{H}_6$ ; 0,78%  $\text{H}_2$  a 7,33%  $\text{CO}_2$ .

② URČETE PRŮMĚRNOU MOLÁRNÍ HMOTNOST ZEMNÍHO PLYNU:

$$M_{\text{prům}} = M_1 \cdot x_1 + M_2 \cdot x_2 + \dots$$

$$M_{\text{pr}} = 16,042 \cdot 0,75 + 30,068 \cdot 0,15 + 2,016 \cdot 0,07 + 44,01 \cdot 0,03 = \underline{\underline{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

Průměrná molární hmotnost zemního plynu je  $18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

③ VYPOČÍTEJTE HUSTOTU:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{\rho \cdot V}{M} \cdot R \cdot T$$

$$\rightarrow \rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} = \frac{101325 \cdot 18}{8,314 \cdot 293,15} = 798,32 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \underline{\underline{0,798 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

Hustota zemního plynu je  $0,798 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .



14) Tlak dusíku v ocelové láhvi o objemu  $40 \text{ dm}^3$  je při  $18^\circ \text{C}$   $15,0 \text{ MPa}$ . Kolik  $\text{m}^3$  dusíku je možné z láhve odebrat při  $18^\circ \text{C}$  a normálním tlaku?

14) Tlak dusíku v ocelové láhvi o objemu  $40 \text{ dm}^3$  je při  $18^\circ \text{C}$   $15,0 \text{ MPa}$ . Kolik  $\text{m}^3$  dusíku je možné z láhve odebrat při  $18^\circ \text{C}$  a normálního tlaku?

$$V_1 = 40 \text{ dm}^3$$

$$P_1 = 15 \text{ MPa} = 15 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$V_2 = ?$$

$$P_2 = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

= BOYLEŮV - MARIOTTEŮV ZÁKON

$$pV = \text{konst.}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

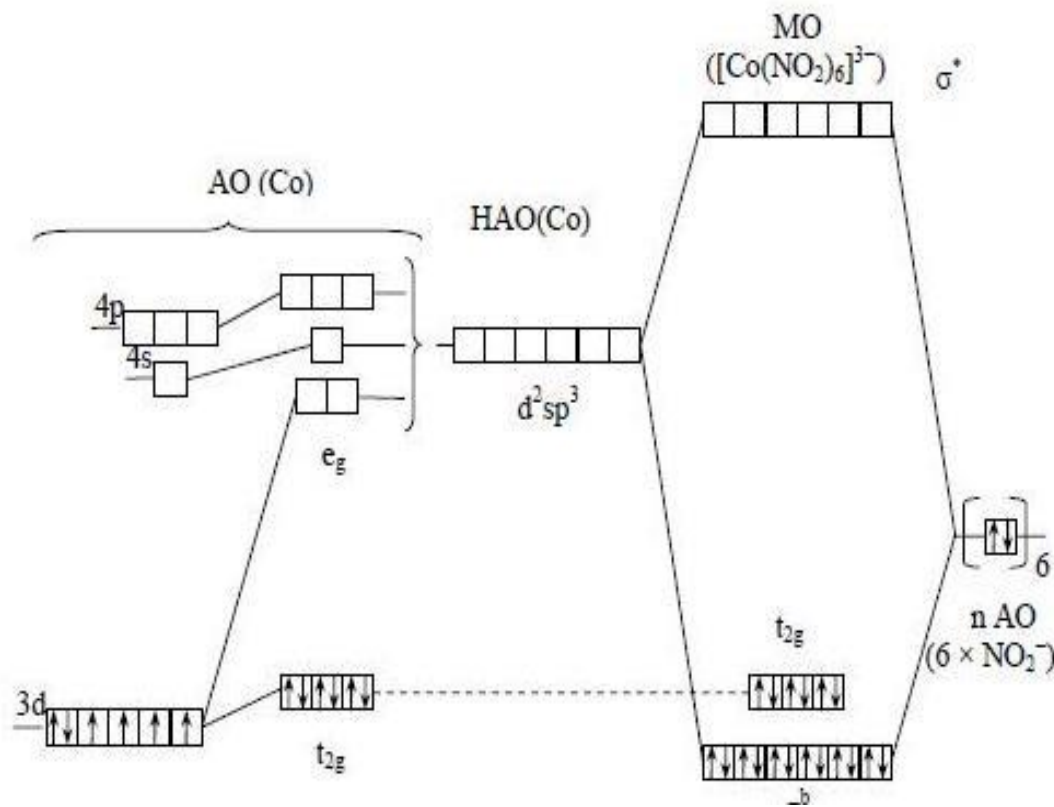
$$15 \cdot 10^6 \cdot 40 = 1,01325 \cdot 10^5 \cdot V_2$$

$$V_2 = 5922 \text{ dm}^3 = 5,922 \text{ m}^3$$

Na základě teorie ligandového pole zjistěte obsazení molekulových orbitalů podílejících se na koordinačně-kovalentní vazbě v těchto koordinačních částicích: a)  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$

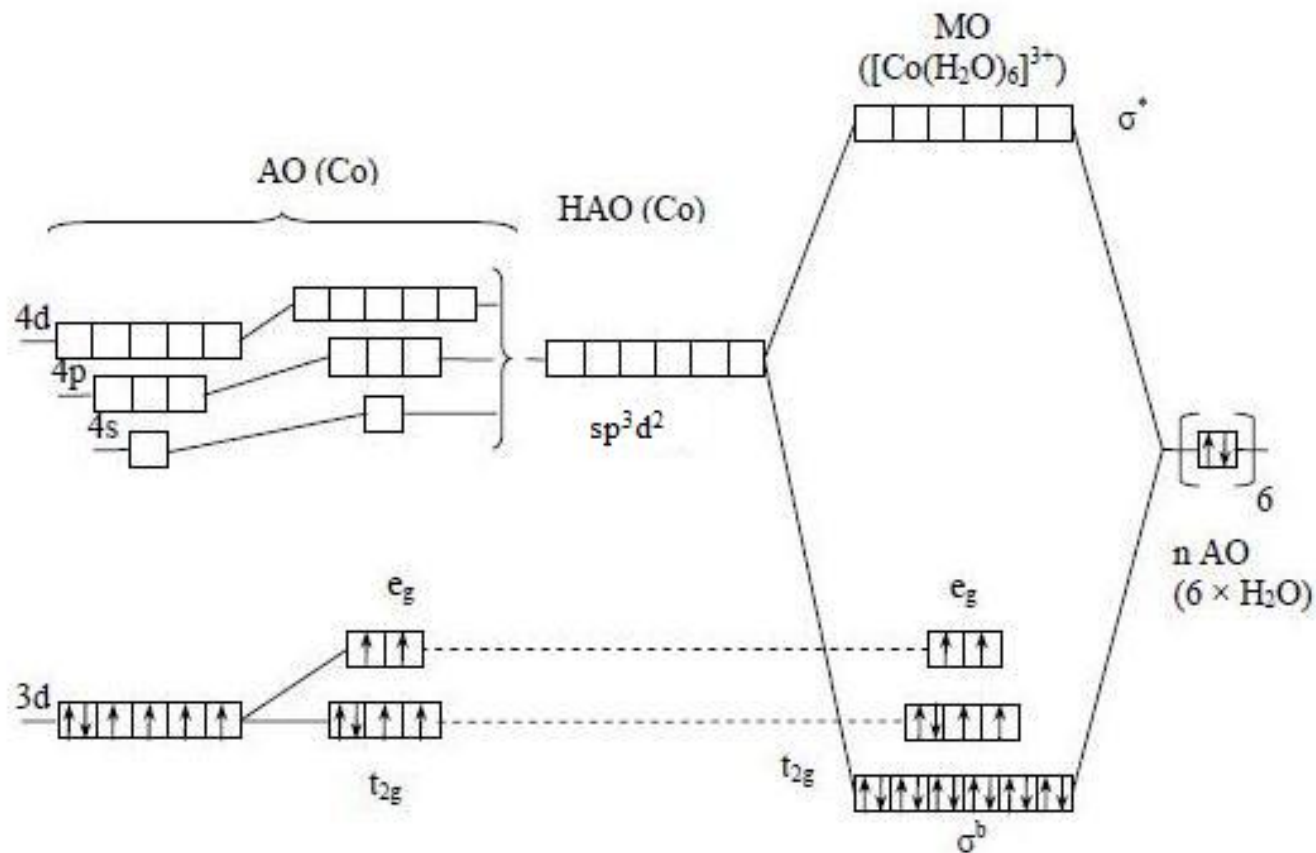
Konfigurace  $\text{Co}^{3+}$ :  $[\text{Ar}] 3d^6 4s^0 4p^0$

Ze spektrochemické řady ligandů zjistíme, že ligandy  $\text{NO}_2^-$  vytvářejí silné ligandové pole. Proto energetické štěpení d-orbitalů na  $t_{2g}$  a  $e_g$  bude velké.



b) Konfigurace  $\text{Co}^{3+}$ :  $[\text{Ar}] 3d^6 4s^0 4p^0$

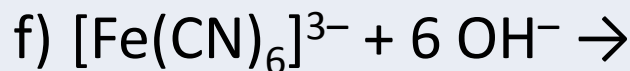
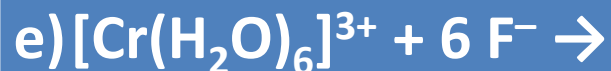
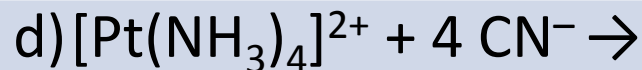
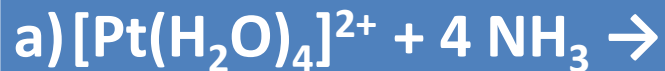
Ze spektrochemické řady ligandů zjistíme, že ligandy  $\text{H}_2\text{O}$  vytvářejí slabé ligandové pole. Proto energetické štěpení d-orbitalů na  $t_{2g}$  a  $e_g$  bude malé.



# Vyřešte:

- Seřadte níže uvedené ligandy od nejslabšího po nejsilnější. Využijte spektrochemickou řadu.  
Ligandy k seřazení:  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_3$
- Čemu je rovno koordinační číslo centrálního atomu?
- Co je to můstkový ligand?

Pomocí pozice ligandů ve spektrochemické řadě rozhodněte, jestli reakce proběhne. Pokud ano, napište produkty.



# Řešení:

- $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CN}^-$
- Počtu donorových atomů vázaných na CA
- Váže se k více centrálním atomům



b) ne



e) ne

f) ne



Vzduch obsahuje přibližně 21 obj. %  
O<sub>2</sub>, 78 obj. % N<sub>2</sub> a 1 obj. % Ar.  
Vypočítejte průměrnou molární  
hmotnost vzduchu.

# Řešení:

- Analogicky jako výpočet průměrné relativní atomové hmotnosti prvku složeného z více izotopů
- $M_{\text{prům}} = M_1 \cdot x_1 + M_2 \cdot x_2 + \dots$
- Objemové zlomky plynů v plynných směsích jsou rovny molárním zlomkům těchto plynů. Dosadíme číselně:
- $M_{\text{prům}} = 32,00 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,21 + 28,02 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,78 + 39,95 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,01$
- $M_{\text{prům}} = 28,98 \text{ g mol}^{-1}$
- Průměrná molární hmotnost je  $28,98 \text{ g mol}^{-1}$ .

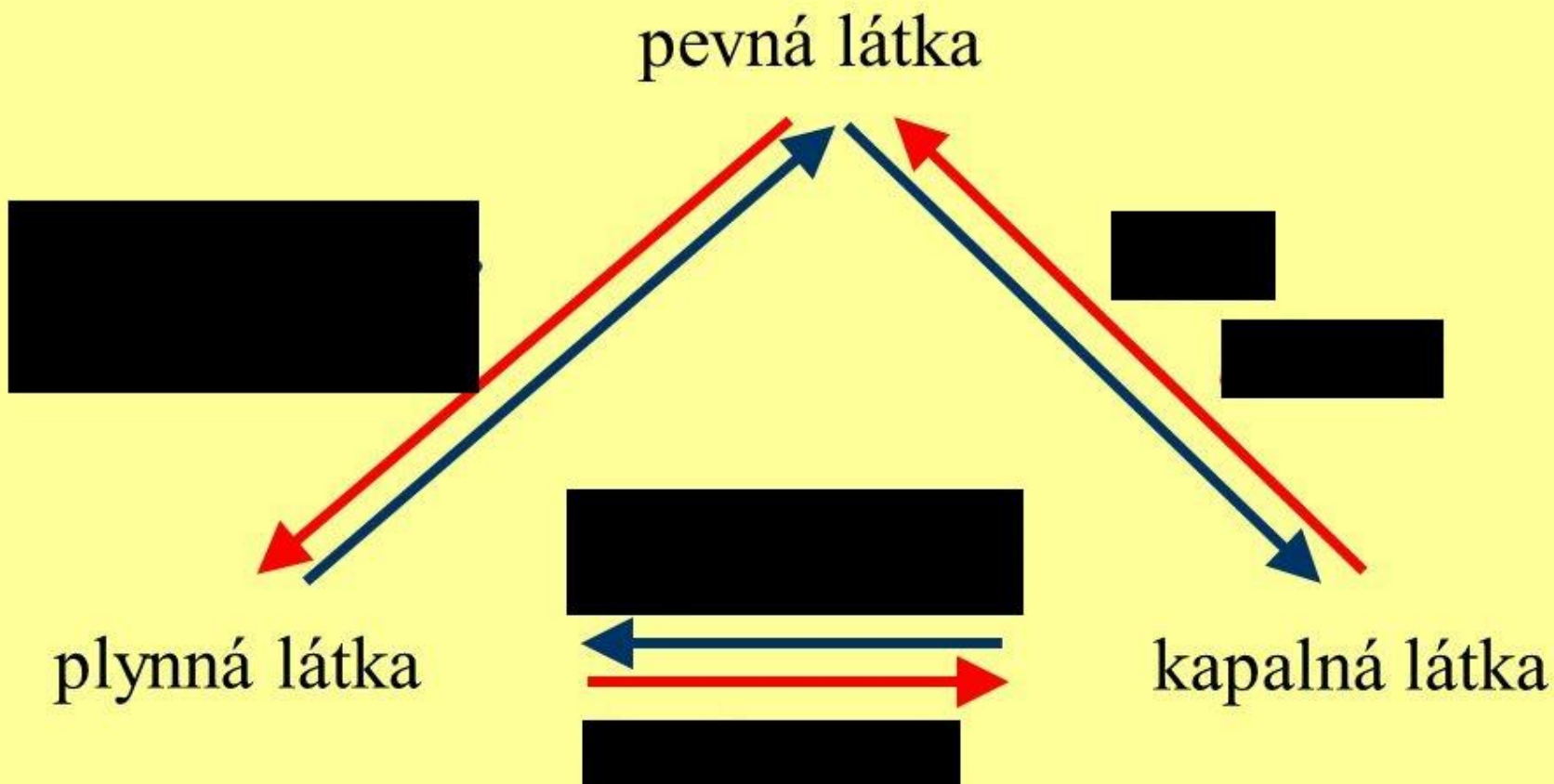


Směs plynů obsahuje 60 obj. %  $O_2$ , 15 obj. %  $CO_2$  a 25 obj. %  $N_2$ . Celkový tlak směsi je 200 kPa. Vypočítejte parciální tlaky plynů ve směsi.

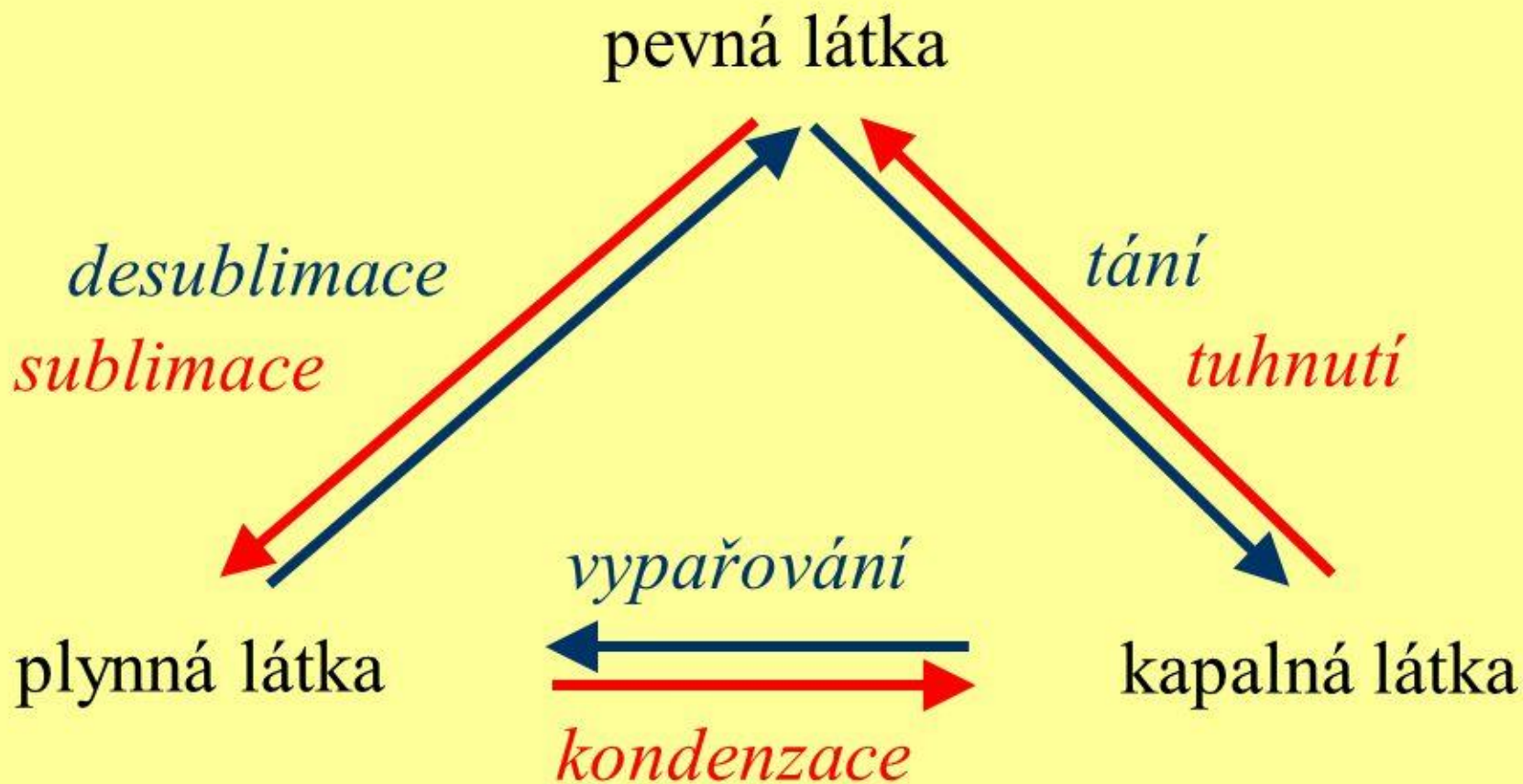
# Řešení:

- Pro parciální tlak platí  $p_i = p_{\text{celk.}} \cdot x_i$
- kde  $p_i$ ...parciální tlak i-tého plynu
- $p_{\text{celk.}}$  celkový tlak směsi
- $x_i$ ...molární zlomek i-té složky směsi.
- Z Avogadrova zákona plyne, že poměr objemů plynů je roven poměru látkových množství plynů. Proto jsou objemové zlomky plynů v plynných směsích rovny molárním zlomkům těchto plynů.
- Proto:  $x_{\text{O}_2} = 0,6$ ;  $x_{\text{CO}_2} = 0,15$ ;  $x_{\text{N}_2} = 0,25$ .
- Pro parciální tlaky potom:
- $p_{\text{O}_2} = p_{\text{celk.}} \cdot x_{\text{O}_2} = 200 \cdot 0,6 \text{ kPa} = 120 \text{ kPa}$
- $p_{\text{CO}_2} = p_{\text{celk.}} \cdot x_{\text{CO}_2} = 200 \cdot 0,15 \text{ kPa} = 30 \text{ kPa}$
- $p_{\text{N}_2} = p_{\text{celk.}} \cdot x_{\text{N}_2} = 200 \cdot 0,25 \text{ kPa} = 50 \text{ kPa}$
- Parciální tlaky  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  a  $\text{CO}_2$  ve směsi jsou 120 kPa, 50 kPa a 30 kPa.

# Skupenské přeměny



# Skupenské přeměny



# Kapaliny

- Z povrchu kapaliny se vždy uvolňují molekuly přecházející do plynné fáze
- Parciální tlak této plynné fáze nad povrchem kondenzované fáze nazýváme **tenze par**
- Teplota, při které tenze par dosáhne vnějšího tlaku = **teplota varu**
- Fyzikální definice teploty varu: Při teplotě varu se kapalina odpařuje z celého objemu

Chlorid uhličitý má při teplotě 50 °C větší tenzi nasycených par než voda.

Vyberte jednu správnou odpověď:

- a) vazby v molekule  $\text{H}_2\text{O}$  jsou polární a mezi jejími molekulami se vytvářejí vodíkové můstky
- b)  $\text{CCl}_4$  je organická sloučenina
- c) voda má větší viskozitu
- d)  $\text{CCl}_4$  má větší molekulovou hmotnost než voda

Vyberte jednu správnou odpověď:

Teplota varu kapaliny je teplota, při které

- a) se tlak nasycených par kapaliny rovná normálnímu tlaku
- b) se tlak nasycených par kapaliny rovná atmosférickému tlaku
- c) se tlak nasycených par kapaliny rovná tlaku nad kapalinou
- d) se tlak nasycených par kapaliny rovná kritickému tlaku, zmenšenému o hodnotu normálního tlaku

# Pevné látky

- Pravidelná krystalická mřížka
- Při zahřívání je tato mřížka narušena, změní se skupenství, teplota soustavy se nemění
- **Fázová rovnováha** nastává v případě termodynamické rovnováhy
- pokud se mění určité množství látky z jedné fáze do druhé, nastává **fázový přechod**



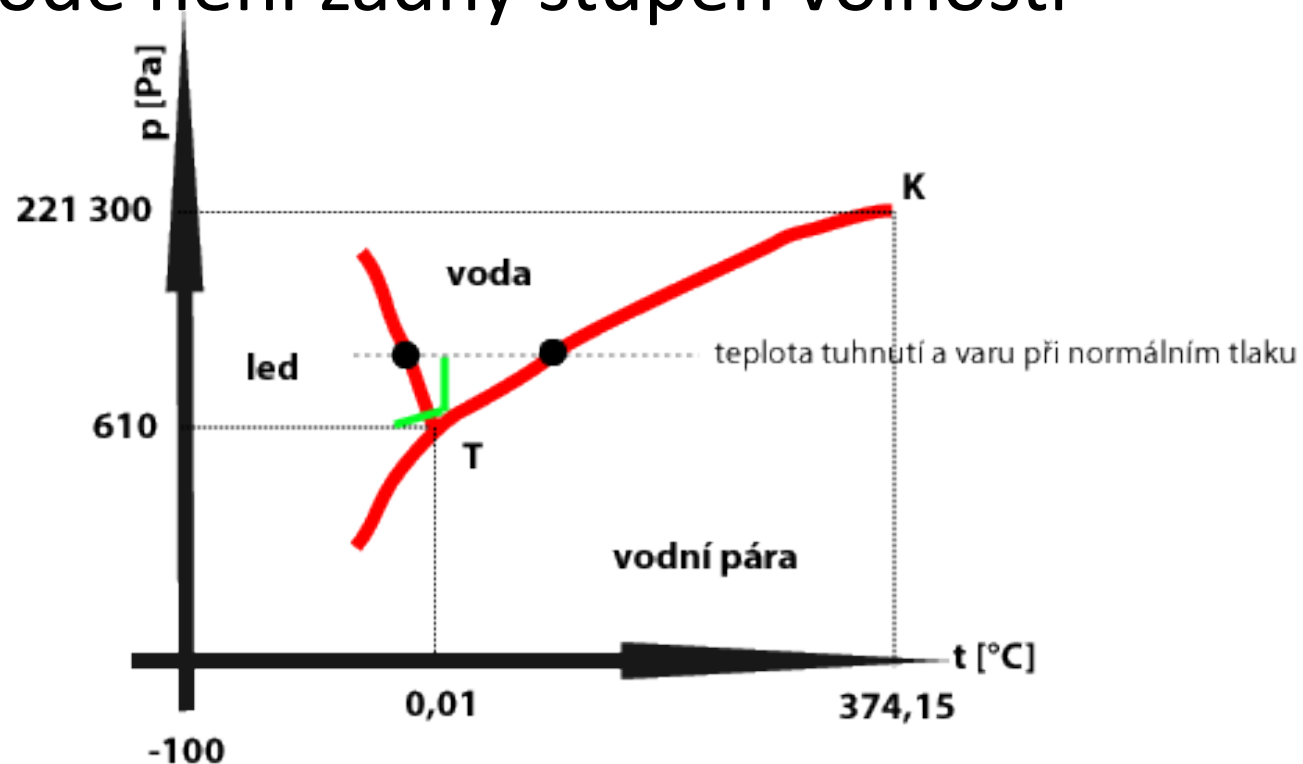
- Fázový přechod 1. druhu = skupenská přeměna
- Fázový přechod 2. druhu = změna krystalové modifikace

# Gibbsův fázový zákon

- Charakterizuje fáze rovnováhy v heterogenních soustavách
- $v + f = s + 2$
- $v$ ...počet stupňů volnosti
- $f$ ...počet fází (pevná látka, kapalina, plyn,...)
- $s$ ...počet složek
- Intenzivní stavová veličina
- Extenzivní stavová veličina
- Soustava invariantní, univariantní, bivariantní,...

# Trojný bod

- Nastala kombinace tlaku a teploty, kdy jsou v rovnováze 3 fáze téže látky
- V trojném bodě není žádný stupeň volnosti



Kolik složek a kolik stupňů volnosti má  
soustava  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} (\text{s}) - \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s})$   
– nasycený vodný roztok  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ?

# Řešení:

- V soustavě jsou celkem tři fáze – dvě tuhé látky a kapalným roztok, a dvě složky – síran sodný a voda. Podle fázového zákona počet stupňů volnosti
- $v = s - f + 2 = 2 - 3 + 2 = 1$
- Uvedená soustava je univariantní.

Určete počet fází, nezávislých složek a stupňů volnosti v rovnovážné soustavě tvořené  $\text{NH}_4\text{Cl}$  a produkty jeho termického rozkladu.

# Řešení:

- Termickou disociací  $\text{NH}_4\text{Cl}$  vyjadřuje rovnice  $\text{NH}_4\text{Cl (s)} \leftrightarrow \text{NH}_3 \text{ (g)} + \text{HCl (g)}$
- V soustavě jsou dvě fáze (tuhá a plynná) a tři chemické látky ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_3$  a  $\text{HCl}$ ). K realizaci soustavy ovšem postačovala pouze jediná látka, a to chlorid amonný. Amoniak a chlorovodík vznikly jeho rozkladem. Počet složek pro účely dosazení do Gibbsova zákona fází je tedy 1.
- Počet stupňů volnosti pak je  $v = s - f + 2 = 1 - 2 + 2 = 1$ , jde se tedy o soustavu univariantní.

- Při teplotě  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  se ustavila rovnováha  $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ . Při této teplotě je tlak nasycené vodní páry nad ledem  $0,476\text{ kPa}$ , hustota ledu  $\rho = 0,917\text{ g cm}^{-3}$ . Jaký důsledek na ustavenou rovnováhu bude mít snížení tlaku v soustavě pod hodnotu  $0,476\text{ kPa}$  při nezměněné teplotě?
- Jaký důsledek na rovnováhu  $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  ustavenou při teplotě  $0^{\circ}\text{C}$  a tlaku  $101,325\text{ kPa}$  bude mít zvýšení tlaku v soustavě nad hodnotu  $101,325\text{ kPa}$  při nezměněné teplotě? Při uvedených podmínkách je hustota ledu menší než hustota kapalně vody.

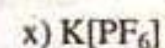
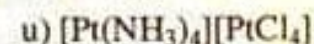
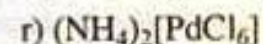
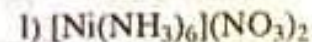
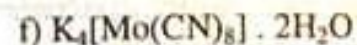
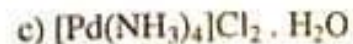
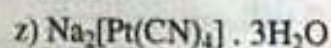
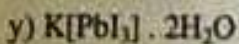
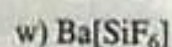
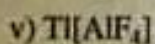
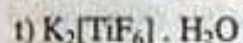
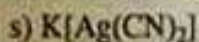
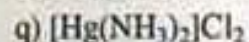
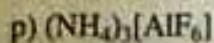
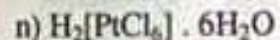
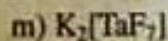
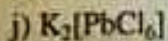
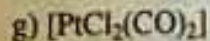
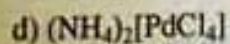
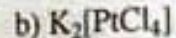
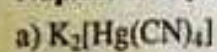


# Řešení:

- Led bude nadále sublimovat
- Bude probíhat tání ledu

# Vytvořte název / vzorec

Napište názvy následujících sloučenin:



Napište vzorce následujících sloučenin:

a) monohydrát chloridu hexaamminplatičitého

c) hexafluorokřemičitan rubidný

e) chlorid pentaammin-chlorochromitý

g) dekahydrát hexakynoželeznatanu sodného

i) trihydrát hexakyanoruthenatanu draselného

k) monohydrát tetrachlorortuťnatanu draselného

m) tetrachloropalladnatan draselný

o) hexafluorokřemičitan draselný

q) tetrafluoronikelnatan draselný

s) hexachloroolovičitan amonný

u) diammin-dichloroplatnatý komplex

w) dihydrát hexachlorothallitanu amonného

y) dihydrát chloridu tetraqua-dichlorochromitého

b) tetrakyanonikelnatan draselný

d) hexafluorohlinitan sodný

f) diammin-dichloropalladnatý komplex

h) hexabromoseleničitan draselný

j) tetrajodozlatitan draselný

l) jodid diamminrtuťnatý

n) chlorid hexaamminnikelnatý

p) chloristan tetraamminměďnatý

r) dihydrát tetrachlorozlatitanu sodného

t) chlorid tetraamminpalladnatý

v) hexabromoplatičitan draselný

x) tetrachlorozlatitan draselný

z) chlorid hexaamminměďnatý

# Řešení:

11. a) tetrakyanortuřnatan draselný  
b) tetrachloroplatnatan draselný  
c) monohydrát chloridu tetraamminpalladnatého  
d) tetrachloropalladnatan amonný  
e) jodid hexaamminnikelnatý  
f) dihydrát oktacyanomolybdeničitanu draselného  
g) dichloro-dikarbonyl platnatý komplex  
h) chlorid hexaamminkobaltnatý  
i) tetrajodortuřnatan draselný  
j) hexachloroolovičitan draselný  
k) trijodortuřnatan draselný  
l) dusičnan hexaamminnikelnatý  
m) heptafluorotantaličnan draselný  
n) hexahydrát kyseliny hexachloroplatičité  
o) hexahydrát hexafluorokřemičitanu zinečnatého  
p) hexafluorohlinitan amonný  
q) chlorid diamminrtuřnatý  
r) hexachloropalladičitan amonný  
s) dikyanostříbrnan draselný  
t) monohydrát hexafluorotitaničitanu draselného  
u) tetrachloroplatnatan tetraamminplatnatý  
v) tetrafluorohlinitan thallný  
w) hexafluorokřemičitan burnatý  
x) hexafluorofosforečnan draselný  
y) dihydrát trijodoolovnatanu draselného  
z) trihydrát tetrakyanoplatnatanu sodného
12. a)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$       b)  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$   
c)  $\text{Ru}_2[\text{SiF}_6]$       d)  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$   
e)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$       f)  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$   
g)  $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$       h)  $\text{K}_2[\text{SeBr}_6]$   
i)  $\text{K}_4[\text{Ru}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$       j)  $\text{K}[\text{AuI}_4]$   
k)  $\text{K}_2[\text{HgCl}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$       l)  $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]\text{I}_2$   
m)  $\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$       n)  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$   
o)  $\text{K}_2[\text{SiF}_6]$       p)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{ClO}_4)_2$   
q)  $\text{K}_3[\text{NiF}_6]$       r)  $\text{Na}[\text{AuCl}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
s)  $(\text{NH}_4)_2[\text{PbCl}_6]$       t)  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$   
u)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$       v)  $\text{Na}_2[\text{PtBr}_6]$   
w)  $(\text{NH}_4)_3[\text{TiCl}_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$       x)  $\text{K}[\text{AuCl}_4]$   
y)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$       z)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$