

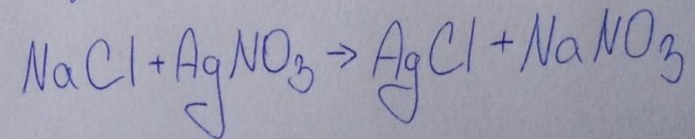
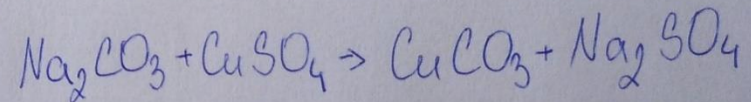
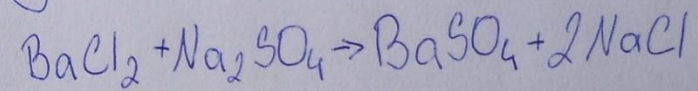
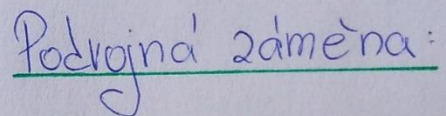
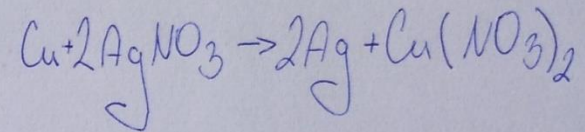
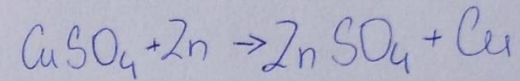
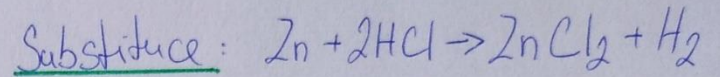
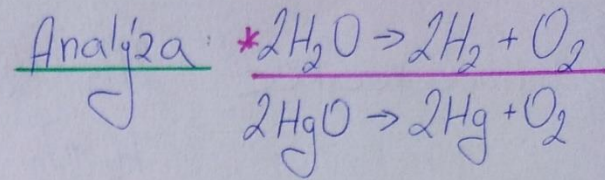
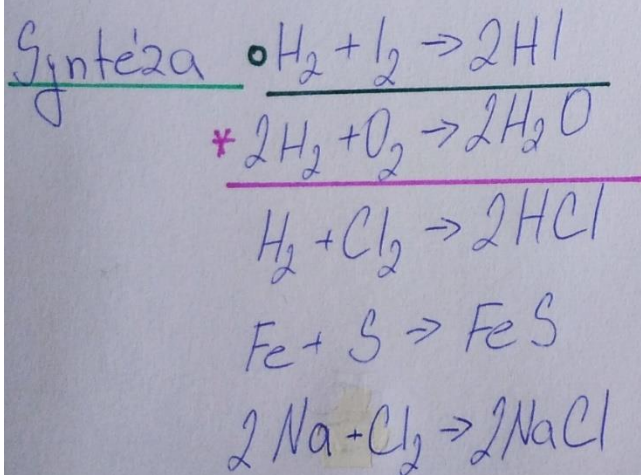
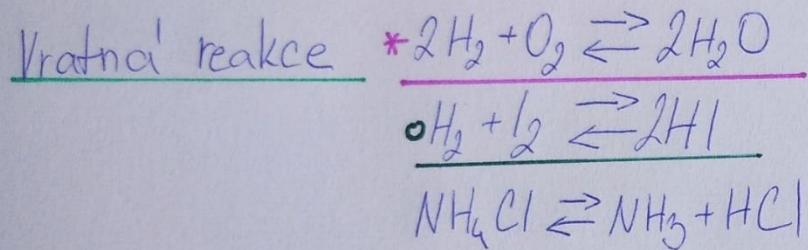
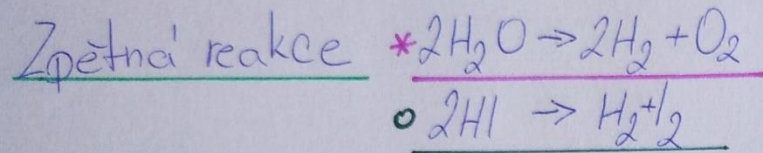
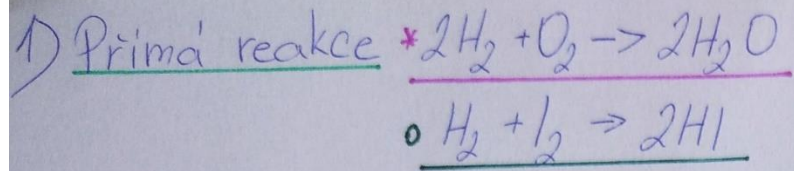
Termodynamika

závěrečné opakování

FC 3806

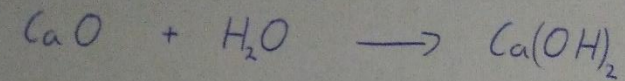
Jaro 2021

1) Uvedte příklad přímé, zpětné a vratné chemické reakce. Dále napište příklad syntézy, analýzy, substituce, podvojně záměny.

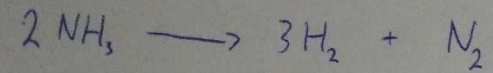


2) Uved'te p'íklad exotermické a endotermické reakce, homogenní a heterogenní reakce, molekulové, iontové a radikálové reakce.

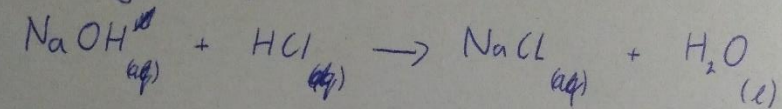
Exotermická r.



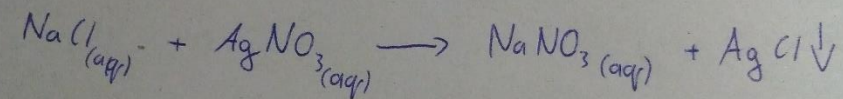
Endotermická r.



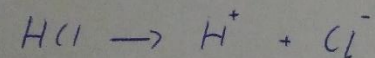
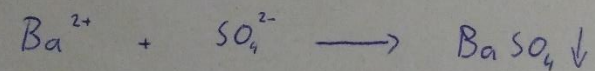
Homogenní r.



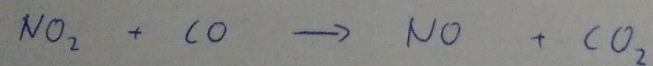
Heterogenní r.



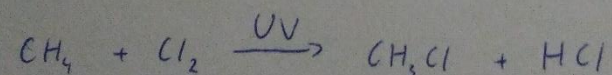
Iontové r.



Molekulové



Radikálové



3) Uvedte příklad oxidačně-redukční, acidobazické, koordinační reakce. Dále příklad adice, eliminace, přesmyku, substituce – elektrofilní, nukleofilní, radikálové a reakce izolované, bočné, následné, řetězové.

1. OXIDAČNĚ-REDUKČNÍ
 $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$

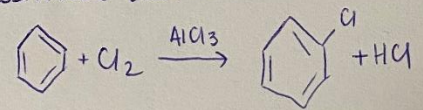
2. ACIDOBAZICKÁ
 $\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

3. KOORDINAČNÍ
 $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

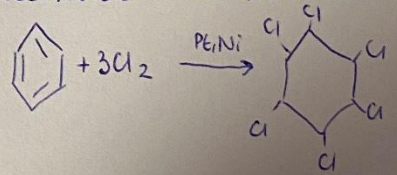
4. ADICE
 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$

5. ELIMINACE
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

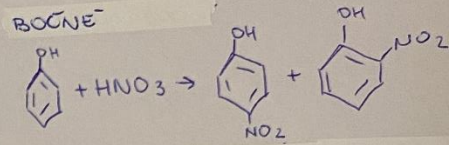
6. PŘESMYK
 $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{OH} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$

7. SUBSTITUCE ELEKTROFIL.


8. SUBSTITUCE NUKLEOFIL.
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$

9. SUBSTITUCE RADIKÁLOVÁ


10. IZOLOVANÁ
 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{CO}_2$

10. BOČNĚ


11. NÁSLEDNĚ
 $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C}$
 mezi následně
 patří řetězově

12. ŘETĚZOVĚ
 iniciace $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^\bullet$

propagace $\text{CH}_4 + \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{CH}_3^\bullet + \text{HCl}$
 $\text{CH}_3^\bullet + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}^\bullet$

terminace $2\text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{Cl}_2$
 $\text{CH}_3^\bullet + \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$
 $2\text{CH}_3^\bullet \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$

4) Uvedte příklady katalýzy a inhibice v chemickém průmyslu a v lidském těle, co nejlépe popište.

KATALÝZA = urychlení chemické reakce katalyzátory (= látka, která urychluje nebo umožňuje chemickou reakci, ale sama se reakcí nemění)

INHIBICE = zpomalení chemické reakce inhibitory (= látka schopná komplexovat nebo změnit účelový děj)

KATALÝZA V CHEMICKÉM PRŮMYSLU:

Průmyslově se kyselina dusičná vyrábí oxidací amoniaku za katalýzy kovovou platinou za vývoje tepla:

$$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$$
$$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$$
$$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$$

-> katalýza se také využívá ve výrobě H_2SO_4 , kvasná výroba vína, piva, ...

KATALÝZA V LIDSKÉM TĚLE

Enzymy = katalyzátory, produkovány žílvou kůstou, pomáhají v organismech uskutečňovat chemické reakce, které jsou podstatou života

Např. Amylasy, pepsin = katalyzující štěpení molekul s vodou. (trávicí enzymy)

-> využívá se ve fotosyntéze, Krebsův cyklus, ...

katalyzátorem
chlorofyl

INHIBICE V CHEM. PRŮMYSLU

Inhibitor koroze je chem. látka, která při přidání do kapaliny nebo plynu snižuje koroziční působení na materiál (typicky kov)

INHIBICE V LIDSKÉM TĚLE

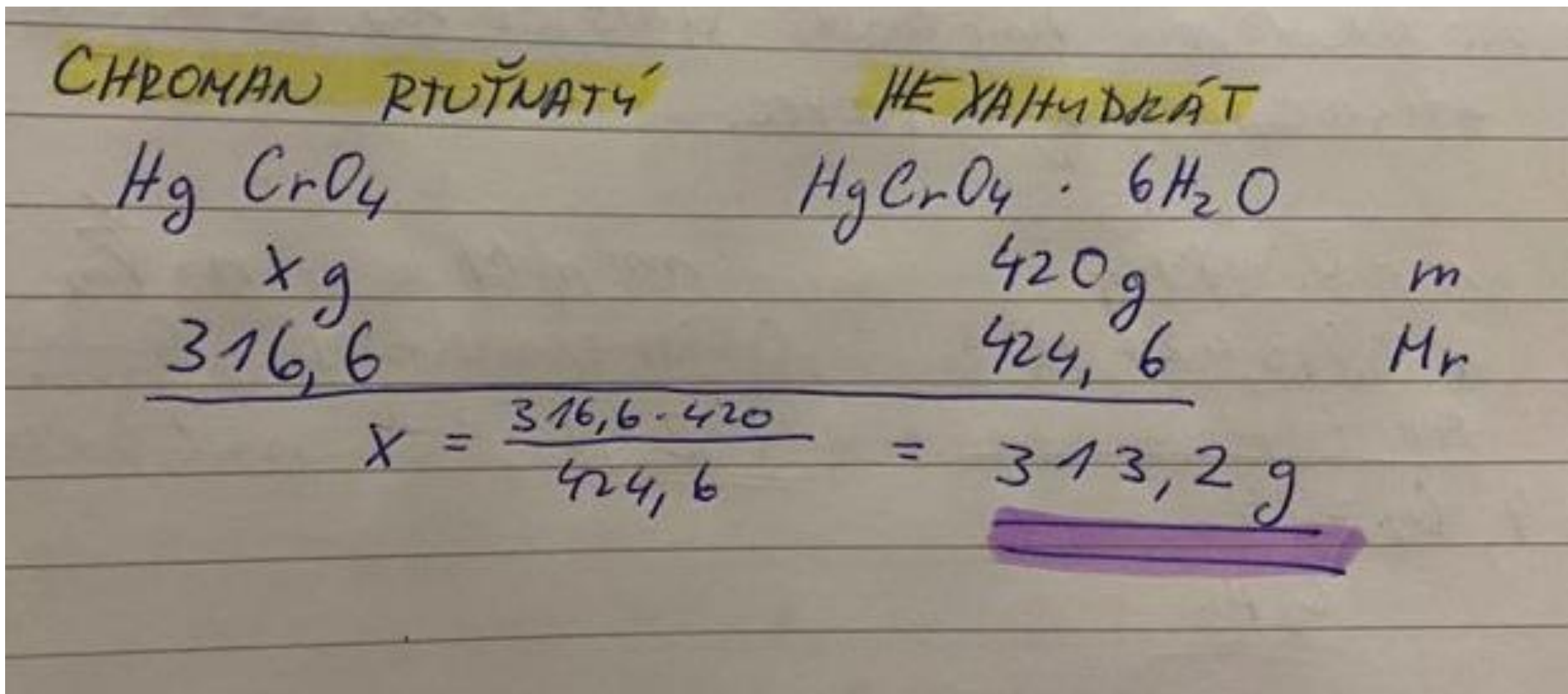
- inhibice enzymů (více druhů)

INHIBICE ENZYMŮ KOMPETITIVNÍ

- inhibitor dostává se vaxbu na enzym se substrátem

- jako kompetitivní inhibitory působí různá léčiva (např. antivirová léčiva)

5) Kolika gramům bezvodého chromanu rtuťnatého odpovídá 0,42 kg jeho hexahydrátu?



6) Kolik kg sodíku obsahuje 50 g telluričitanu sodného?

6, ? kg Na v Na_2TeO_3

$$M_r(\text{Na}_2\text{TeO}_3) = 221,548$$

$$A_r(\text{Na}) = 22,99$$

$$\begin{array}{r} \downarrow 221,548 \dots\dots 100\% \downarrow \\ \downarrow (2 \cdot 22,99) \ 45,98 \dots\dots x\% \downarrow \\ \hline \end{array}$$

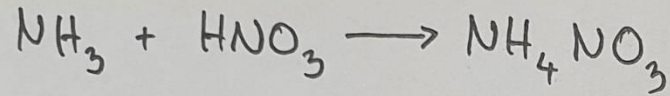
$$x = \frac{45,98 \cdot 100}{221,548} = 20,75\%$$

$$50 \cdot 0,2075 = 10,375 \text{ g} \Rightarrow 0,010375 \text{ kg}$$

50 g Na_2TeO_3 obsahuje 0,010375 kg Na

7) Kolik ml 21% amoniaku je potřeba na přípravu 40,4 gramů dusičnanu amonného neutralizací kyselinou dusičnou? Hustota 21% amoniaku je 0,9224 g/ml.

PR. (7.)



$$V_1 = ?$$

$$m_2 = 40,4 \text{ g}$$

$$\rho_{21\%} = 0,9224 \text{ g/ml}$$

$$M_2 = 80,052 \text{ g/mol}$$

$$M_1 = 17,034 \text{ g/mol}$$

$$n_2 : n_1 = 1 : 1$$

$$n_2 = n_1$$

$$\frac{m_2}{M_2} = \frac{m_1}{M_1}$$

$$\frac{40,4}{80,052} = \frac{m_1}{17,034}$$

$$m_1 = \underline{8,6 \text{ g} \dots 100\%}$$

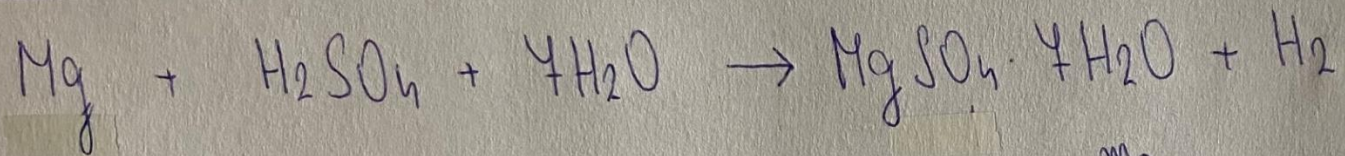
$$\begin{array}{r} \uparrow 8,6 \text{ g} \dots 100\% \\ x \dots 21\% \downarrow \\ \hline x : 8,6 = 100 : 21 \end{array}$$

$$x = \frac{860}{21} = \underline{40,95 \text{ g} \text{ 21\% NH}_3}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{40,95}{0,9224} = \underline{\underline{44,4 \text{ cm}^3 \text{ 21\% NH}_3}}$$

8) Rozpuštěním 42,3 g znečištěného hořčíku ve zředěné kyselině sírové bylo získáno 356 g heptahydrátu síranu hořečnatého. Kolik procent nečistot obsahoval hořčík?

$$\begin{aligned} 8. \quad m_1 &= 42,3 \text{ g} \\ m_2 &= 356 \text{ g} \\ \text{nečistoty} &= ? \% \end{aligned}$$



$$m(\text{Mg}) = m(\text{MgSO}_4) = m(7\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow m = \frac{m_2}{M_2}$$
$$m = \frac{356}{246,365} = 1,45 \text{ mol}$$

$$m_1(\text{Mg}) = m \cdot M$$

$$m_1(\text{Mg}) = 1,45 \cdot 24,305 = 35,24 \text{ g}$$

$$\text{nečistoty} \dots \dots \%(\text{Mg}) = \frac{100 \cdot 35,24}{42,3} = 83,3\%$$

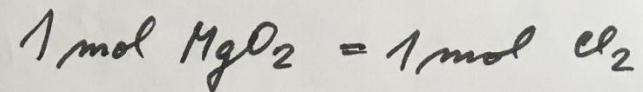
$$100 - 83,3 = \underline{\underline{16,7\%}}$$

Hořčík obsahoval 16,7% nečistot.

9) V prázdné místnosti o rozměrech 14 x 9 x 4 metry zreagovalo 8 gramů oxidu manganičitého s přebytkem kyseliny chlorovodíkové tak, že z jednoho molu burelu vznikl jeden mol chloru. Jaká je okamžitá koncentrace chloru v místnosti v mg/m³?

$$14 \times 9 \times 4 \Rightarrow V = 504 \text{ m}^3$$

$$8 \text{ g MgO}_2$$



$$c(\text{Cl}_2) = ? \text{ mg/m}^3$$

$$n(\text{MgO}_2) = \frac{m(\text{MgO}_2)}{M(\text{MgO}_2)} = \frac{8}{86,9} = 0,092 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} m(\text{Cl}_2) &= M(\text{Cl}_2) \cdot n(\text{MgO}_2) = 35,4 \cdot 2 \cdot 0,092 = 6,5136 \text{ g} \\ &= 6513,6 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$c(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl}_2)}{V} = 12,92 \text{ mg/m}^3$$

10) Jaké látkové koncentraci a jakému látkovému množství odpovídá 5200 mg chlornanu sodného v 1 litru roztoku?

$$c = ? \quad \rightarrow c = \frac{n}{V}$$

$$n = ? \quad \rightarrow n = \frac{m}{M}$$

$$m = 5200 \text{ mg NaClO} \rightarrow 5,2 \text{ g}$$

$$V = 1 \text{ l (0)}$$

$$M_{\text{NaClO}} = 74,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{5,2}{74,44}$$

$$n = 0,07 \text{ mol}$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c = \frac{0,07}{1}$$

$$c = 0,07 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

5 200 mg chlornanu sodného v 1 l. roztoku odpovídá $0,07 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ (látkové koncentrace) a $0,07 \text{ mol}$ (látkového množství).

11) Kolik gramů síranu sodného o 80% čistotě je potřeba na přípravu 200 ml roztoku o koncentraci 0,05 mol/l?

11) $m = ? \text{ g } 80\% \text{ Na}_2\text{SO}_4$

$$V = 0,2 \text{ l}$$

$$c = 0,05 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142,04$$

1. $m = V \cdot c \cdot M$

$$m = 0,2 \cdot 0,05 \cdot 142,04$$

$$m = 1,4204 \text{ g } 100\% \text{ Na}_2\text{SO}_4$$

2. $\begin{array}{ccc} \uparrow & 1,4204 \text{ g} \dots & 100\% \\ & x \text{ g} \dots & 80\% \\ \downarrow & & \end{array}$

$$\underline{\underline{x = 1,7755 \text{ g}}}$$

Na přípravu roztoku je potřeba 1,7755 g Na_2SO_4 .

12) Kolik kg síranu sodného a kolik ml vody je potřeba na přípravu 250 ml 10% roztoku síranu sodného o hustotě 1,0915 g/ml?

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = ? \text{ kg}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = ? \text{ ml}$$

$$V_0 = 250 \text{ ml}$$

$$W = 10\%$$

$$\rho = 1,0915 \text{ g/ml}$$

$$m_0 = V_0 \cdot \rho$$

$$m_0 = 250 \cdot 1,0915$$

$$\underline{m_0 = 272,875 \text{ g}}$$

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = m_0 w_0$$

$$m_1 w_1 + 0 = 272,875 \cdot 0,1$$

$$m_1 = 27,2875 \text{ g}$$

$$\underline{\underline{m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,0273 \text{ kg}}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_0 - m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \underline{245,5875 \text{ g}}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{\rho} = \underline{\underline{245,59 \text{ ml}}}$$

Na přípravu roztoku potřebujeme 0,027 kg Na_2SO_4 a 245,59 ml vody.

13) Bylo-li ke 25 ml ethanolu přidáno 125 ml vody, jaká bude koncentrace ethanolu v objemových procentech?

$$V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 25 \text{ ml}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 125 \text{ ml}$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = ?$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + V(\text{H}_2\text{O})}$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{25}{150} \doteq 0,1667 = 16,67 \%$$

Koncentrace ethanolu v roztoku bude 16,67%.

14) Pokud k půl litru roztoku KI o koncentraci 0,03 g/l přidáme 600 ml 0,002 M roztoku KI, jaká bude výsledná látková koncentrace?

$$\begin{array}{l} \uparrow 0,03 \text{ g} \dots 1 \text{ l} \uparrow \\ m_1 \text{ g} \dots 0,5 \text{ l} \uparrow \end{array}$$

$$m_1 = \frac{0,5}{1} \cdot 0,03 = 0,015 \text{ g}$$

$$C_1 = \frac{m_1}{M_1 \cdot V_1} = \frac{0,015}{166 \cdot 0,5} = 1,807 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = C_3 \cdot V_3$$

$$C_3 = \frac{1,807 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 + 0,002 \cdot 0,6}{1,1}$$

$$C_3 = \underline{\underline{1,173 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}}}$$

15) Kolik ml vody musíme přidat k 10 ml 85% kyseliny trihydrogenfosforečné o hustotě 1,686 g/ml, aby vznikl 3 M roztok?

15

$V_1 = 10 \text{ ml}$ $V_2 = ?$ $c_3 = 3 \text{ M}$
 $w_1 = 85\%$
 $\rho_1 = 1,686 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$

$w = \frac{m_{\text{A}}}{m_{\text{O}}} = \frac{M \cdot V}{\rho \cdot V}$ $w = \frac{c \cdot M}{\rho}$

$\rightarrow c = \frac{\rho \cdot w}{M} = \frac{1,686 \cdot 0,85}{97,994} = 0,15 \frac{\text{mol}}{\text{ml}} = \underline{\underline{15 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}}$

15
3 ← 3 ← 0
3 ← 3 → 12

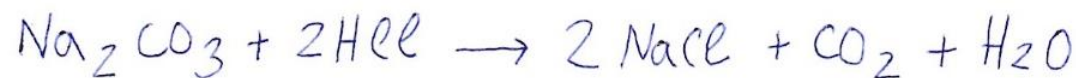
3 díly ... 10 ml
12 díly ... $12 \cdot \frac{10}{3} = \underline{\underline{40 \text{ ml}}}$

musíme přidat 40 ml vody, aby vznikl 3 M roztok.

16) Kolik miligramů uhličitanu sodného se musí navážit, aby se při acidimetrické titraci spotřebovalo 0,0125 litrů 0,800 M roztoku HCl?

$$\begin{aligned} \textcircled{16} \quad m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} &= ? \text{ mg} \\ V_{\text{HCl}} &= 0,0125 \text{ l} \\ c_{\text{HCl}} &= 0,800 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HCl} &= \text{odměrný roztok (OR)} \\ \text{Na}_2\text{CO}_3 &= \text{stanovovaná složka (SS)} \\ f_T &= \frac{\text{SS}}{\text{OR}} = \underline{\underline{\frac{1}{2}}} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} m &= V_{\text{OR}} \cdot c_{\text{OR}} \cdot M_{\text{SS}} \cdot f_T \\ m &= 0,0125 \cdot 0,800 \cdot 105,99 \cdot \frac{1}{2} \\ m &= \underline{\underline{0,52994 \text{ g}}} \\ &\quad \rightarrow \underline{\underline{529,94 \text{ mg}}} \end{aligned}$$

Musí se navážit 529,94 mg Na_2CO_3 .

Bylo smícháno 150ml vodného roztoku HCl o $pH = 3,62$ a 150ml HCl o $pH = 4,7$. Jaké je výledné pH roztoku po smíchání?

Chová se to jako silná kyselina.

Nejprve spočítám koncentraci iontů H^+ v obou roztocích.

$$c[H_3O^+]_1 = 10^{-pH} = 10^{-3,62} = 2,399 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$c[H_3O^+]_2 = 10^{-pH} = 10^{-4,7} = 1,995 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

Výsledná koncentrace:

$$[H_3O^+] = \frac{n_1 + n_2}{V_{celk.}} = \frac{150 \cdot (2,399 \cdot 10^{-4} + 1,995 \cdot 10^{-5})}{300} = 1,299 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$pH = -\log(1,299 \cdot 10^{-4}) = \mathbf{3,89}$$

Výledné pH směsi je **3,89**.

18) Pokud obsahuje 250 ml roztoku 0,07 molu amoniaku, jaké je pH tohoto roztoku.

$$pK_b(\text{NH}_3) = 4,755$$

$$n = v \cdot c \rightarrow c = \frac{n}{v} = \frac{0,07}{0,25} = 0,28 \text{ mol/l}$$

$$pOH = \frac{1}{2} \cdot (pK_b - \log c) = \frac{1}{2} \cdot (4,755 + 0,5528) = 2,65$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2,65 = \underline{\underline{11,35}}$$

19) Kolik ml vody musíme přidat k 19,9 ml 0,01 M kyseliny sírové, aby pH po zředění bylo 2,4?

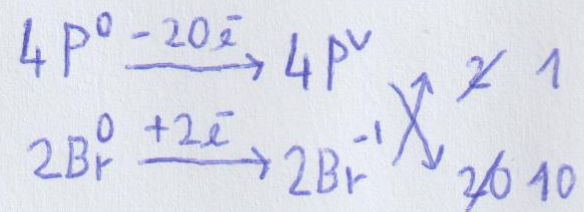
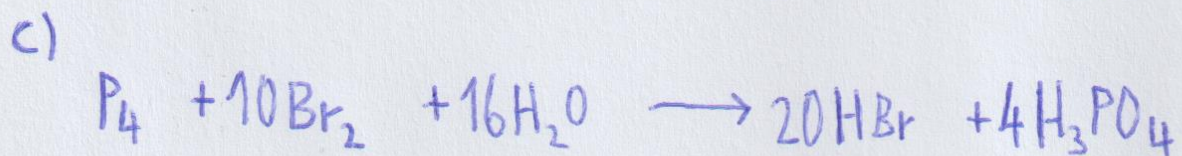
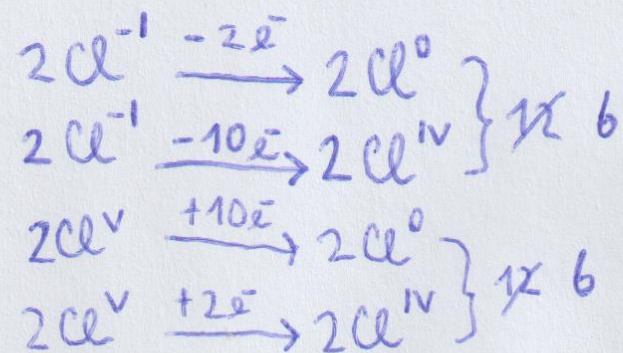
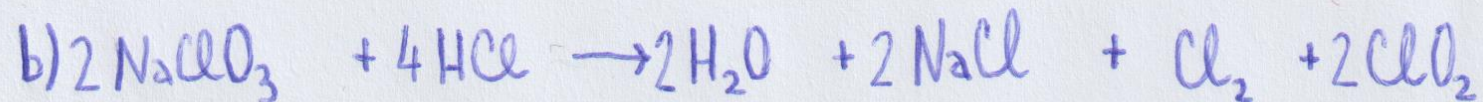
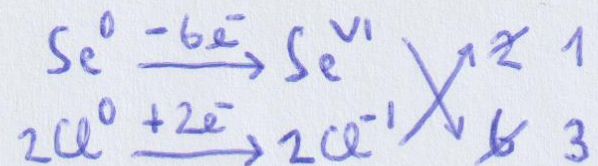
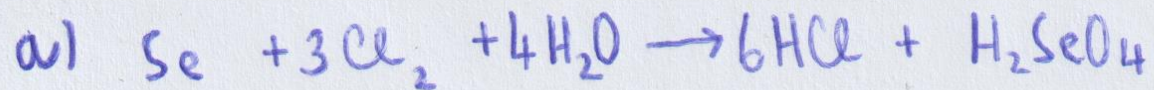
- $c_1 = 0,01 \text{ mol/l}$
- $V_1 = 19,9 \text{ ml}$
- $c_2 = 0$
- $V_2 = ?$
-
- $\text{pH } 2,4 \rightarrow 10^{(-2,4)} = 0,00398$
- $c = 0,00398 \text{ M}$
-
- $2c_1V_1 + c_2V_2 = c(V_1+V_2)$
- $2*0,01*19,9 + 0 = 0,00398*(V_2+19,9)$
- $0,398 = 0,00398V_2+0,079202$
- $V_2 = \frac{0,398-0,079202}{0,00398} = \mathbf{80,1 \text{ ml}}$
-
- Musíme přidat 80,1 ml vody.

20) Napište rovnici, vyrovnejte ji:

a) Selen reaguje s chlorem a vodou za vzniku kyseliny chlorovodíkové a kyseliny selenové

b) chlorečnan sodný reaguje s kyselinou chlorovodíkovou za vzniku vody, chloridu sodného, chloru a oxidu chloričitého.

c) fosfor reaguje s bromem a vodou za vzniku kyseliny bromovodíkové a kyseliny trihydrogen fosforečné



21) Která sloučenina obsahuje nejvíce vody? Zdůvodněte výpočtem: modrá skalice, zelená skalice, bílá skalice.

o modrá skalice $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

$M_r(\text{CuSO}_4)$	159,56 g/mol	}	$159,56 + 90 = 249,56 \text{ g/mol}$
$M_r(5\text{H}_2\text{O})$	90 g/mol		

$w(\text{H}_2\text{O} / \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 90 / 249,56 = 0,36 \Rightarrow 36\%$

zelená skalice $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$M_r(\text{FeSO}_4)$	152,06 g/mol	}	$152,06 + 126 = 278,06 \text{ g/mol}$
$M_r(7\text{H}_2\text{O})$	126 g/mol		

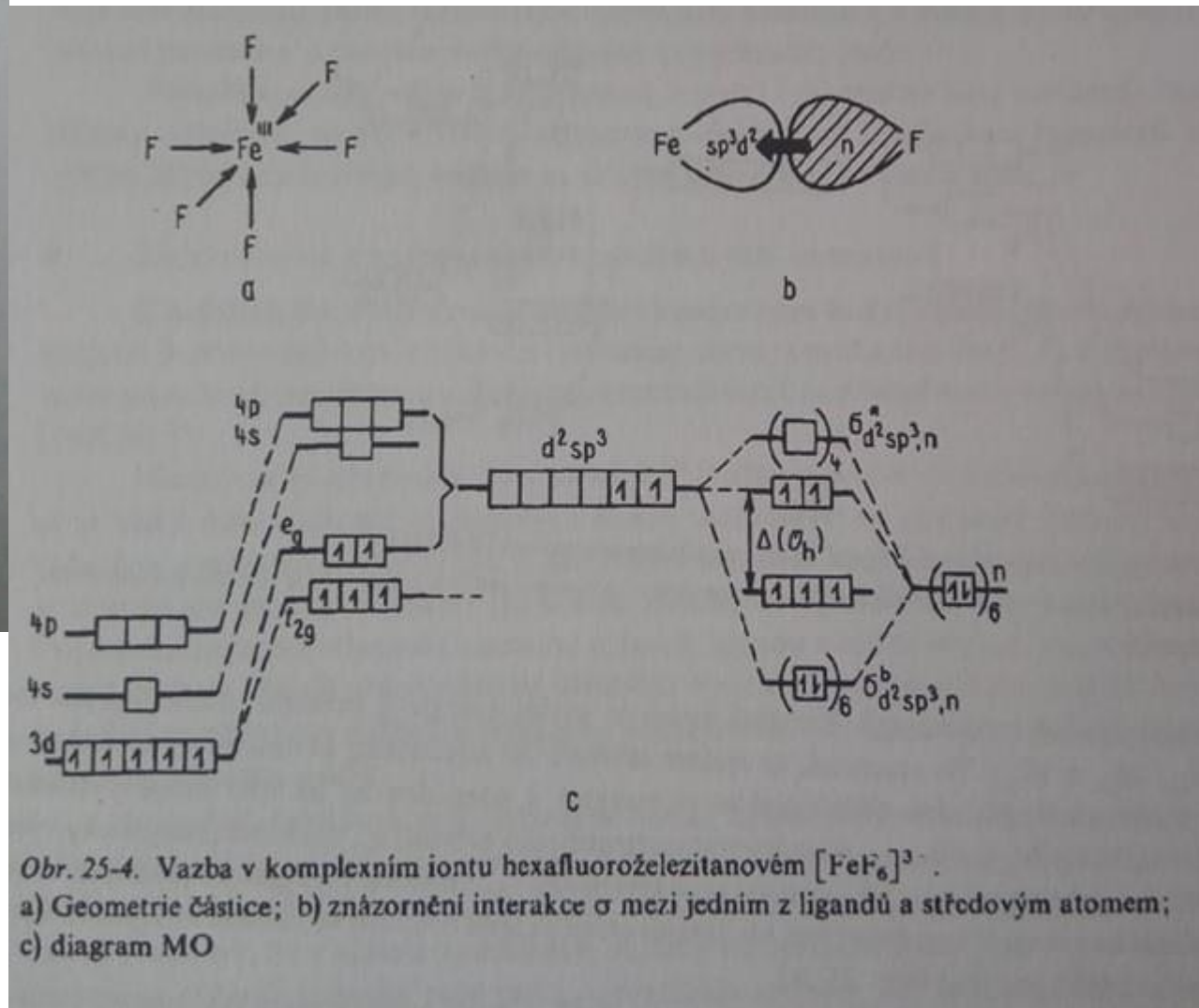
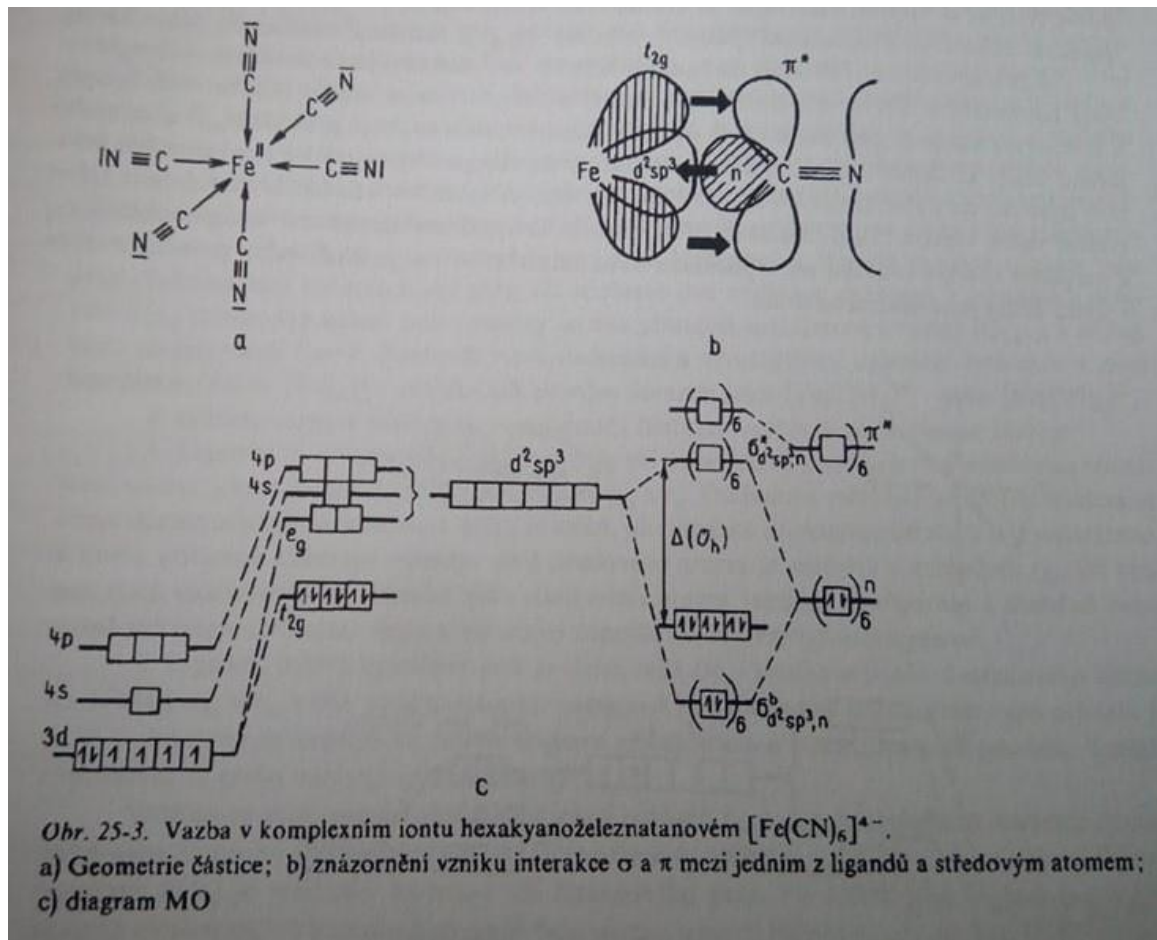
$w(\text{H}_2\text{O} / \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 126 / 278,06 = 0,453 \Rightarrow \underline{45,3\%}$

bílá skalice $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$M_r(\text{ZnSO}_4)$	161,44 g/mol	}	$126 + 161,44 = 287,44 \text{ g/mol}$
$M_r(7\text{H}_2\text{O})$	126 g/mol		

$w(\text{H}_2\text{O} / \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 126 / 287,44 = 0,438 \Rightarrow 43,8\%$

nejvíce vody obsahuje zelená skalice.



Výparné teplo vody při 100 °C je 2258,3 kJ kg⁻¹. Vypočítejte změnu vnitřní energie 1 kg vody při jejím vypaření při 100 °C a konstantním tlaku za předpokladu, že se pára chová jako ideální plyn a že molární objem kapaliny je proti objemu vodní páry zanedbatelný.

Vycházíme z 1. věty termodynamické:

$$U = Q + W, \text{ kde}$$

$U \dots$ přírůstek vnitřní energie soustavy

$Q \dots$ teplo přijaté soustavou

$W \dots$ práce vykonaná vnějšími silami na soustavě

Objemová práce vykonaná vnějšími silami je rovna záporně vzaté objemové práci vykonané soustavou:

$$W = -\bar{W}$$

Objemovou práci vykonanou soustavou lze při konstantním tlaku vypočítat ze vztahu

$$\bar{W} = p \cdot (V_2 - V_1), \text{ kde}$$

$V_1 \dots$ počáteční objem soustavy (v tomto případě objem kapalné vody)

$V_2 \dots$ konečný objem soustavy (v tomto případě objem stejného látkového množství vody ve formě vodní páry)

Podle zadání máme předpokládat, že $V_1 \ll V_2$, proto lze přibližně počítat $V_2 - V_1 \doteq V_2$. Dosazením do (3) pak získáme

$$\bar{W} \doteq p \cdot V_2 \quad (3a)$$

(1) Objem vzniklé vodní páry V_2 lze odhadnout pomocí stavové rovnice ideálního plynu

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (4)$$

Za látkové množství dosadíme

$$n = \frac{m}{M} \quad (5)$$

Objem vzniklé vodní páry pak je

$$V_2 = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot p} \quad (6)$$

Po dosazení (2) do (1) máme: $U = Q - W$, sem dosadíme (3a): $U = Q - p \cdot V_2$. Do tohoto vztahu dosadíme (4):

$$U = Q - p \cdot \frac{mRT}{Mp} \Rightarrow U = Q - \frac{mRT}{M} \quad (7)$$

Teplo Q přijaté vodou při jejím vypaření je rovno

$$Q = Q_{\text{vyp}} \cdot m, \text{ kde} \quad (8)$$

$Q_{\text{vyp}} = 2258,3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ je výparné teplo vody, m je její hmotnost

Po dosazení (8) do (7) získáme $U = Q_{\text{vyp}} \cdot m - \frac{m \cdot R \cdot T}{M}$. Sem dosadíme číselně:

$$U = 2258,3 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot 1 \text{ kg} - \frac{1000 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot (273,15 + 100) \text{ K}}{18,01 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$U \doteq 2086000 \text{ J} = 2,086 \text{ MJ}$$

Při vypaření 1 kg vody při 100 °C vzroste vnitřní energie vody přibližně o 2,086 MJ

- Výparné teplo benzenu při jeho bodu varu ($80,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) a normálním atmosférickém tlaku je $394,15\text{ J g}^{-1}$. Vypočítejte:
 - a) objemovou práci vykonanou benzenem,
 - b) teplo absorbované benzenem,
 - c) změnu enthalpie,
 - d) přírůstek vnitřní energie benzenu při vypaření 100 g benzenu uzavřeného v nádobě s volně pohyblivým pístem při teplotě $80,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Předpokládejte, že benzen v plynném skupenství se chová jako ideální plyn. Předpokládejte také, že objem kapalného benzenu je zanedbatelný vůči objemu stejného látkového množství plynného benzenu.

a) Objemová práce vykonaná benzenem se vypočte pomocí vztahu (3a) odvozeného v předchozím příkladu $\bar{W} \doteq pV_2$, do kterého dosadíme (6) z předchozího příkladu. ¶

$$\text{Dostaneme } \bar{W} = p \cdot V_2 = p \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot p} = \frac{m \cdot R \cdot T}{M} \quad \text{¶}$$

$$\text{Číselně: } \bar{W} = \frac{100 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot (80,1 + 273,15) \text{ K}}{78,113 \text{ g mol}^{-1}} \doteq 3760 \text{ J} \quad \text{¶}$$

Zadané množství benzenu při vypaření vykoná práci 3760 J. ¶

b) Teplo absorbované benzenem při vypaření se spočte pomocí vztahu (8) z minulého příkladu: $Q = Q_{\text{vap}} \cdot m$. Číselně: $Q = 394,15 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot 100 \text{ g} \doteq 39400 \text{ J}$

Při vypaření 100 g benzenu při své normální teplotě varu přijme benzen teplo 39400 J. ¶

c) Enthalpie je teplo přijaté soustavou při izobarickém ději. Proto $\Delta H = 39400 \text{ J}$, viz výsledek bodu b). ¶

d) Přírůstek vnitřní energie benzenu se určí pomocí 1. věty termodynamické, vztah (1) z minulého příkladu: $U = Q + W$, s využitím (2) z minulého příkladu: $U = Q - \bar{W}$. ¶

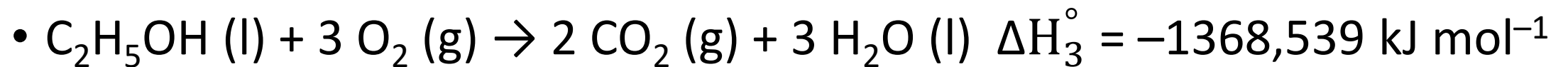
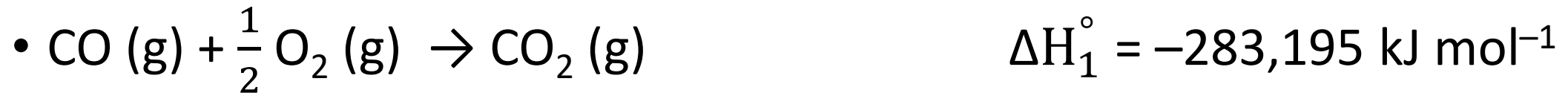
$$Q = 39400 \text{ J (výsledek bodu b)}, \bar{W} = 3760 \text{ J (výsledek bodu a)} \quad \text{¶}$$

$$\text{Pak } U = 39400 - 3760 = 35640 \text{ J} \quad \text{¶}$$

Přírůstek vnitřní energie 100 g benzenu při jeho vypaření při normální teplotě varu je 35640 J. ¶

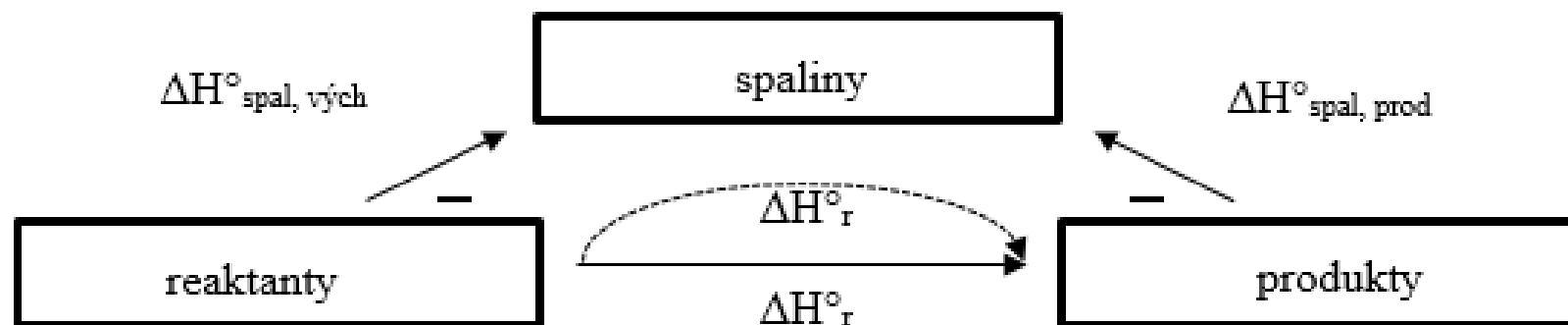
- Vypočítejte reakční teplo ΔH_r° reakce
- $2 \text{CO (g)} + 4 \text{H}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH (l)}$

• Pro výpočet použijte reakční tepla těchto reakcí:



Využijeme termochemické zákony. Reakce se zadanými číselnými hodnotami reakční enthalpie ΔH_1° až ΔH_3° jsou reakcemi látek s kyslíkem za vzniku konečných produktů spalování (oxid uhličitý, voda). Hodnoty ΔH_1° až ΔH_3° jsou tedy standardní spalné enthalpie látek CO (g), H₂ (g) a C₂H₅OH (l).

Využijeme odvozovací trojúhelník se spalnými enthalpiemi:



Podle termochemických zákonů pak platí: $\Delta H^\circ_r = \Delta H^\circ_{\text{spal, vých}} - \Delta H^\circ_{\text{spal, prod}}$

Při dosazování čísel je nutno zohlednit konkrétní látková množství zúčastněných látek:

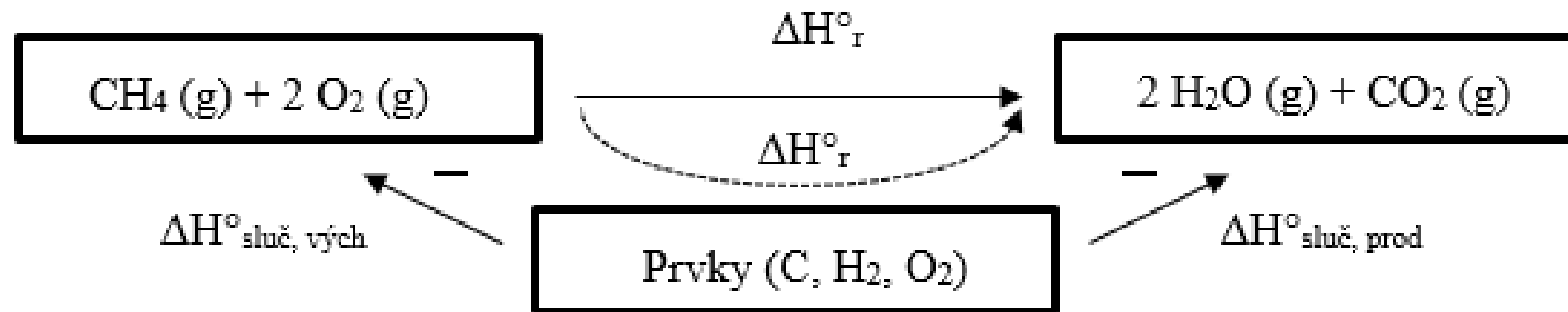
$$\Delta H^\circ_r = (2\Delta H^\circ_{\text{spal, CO}} + 4\Delta H^\circ_{\text{spal, H}_2}) - \Delta H^\circ_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH spal}}$$

$$\text{Číselně: } \Delta H^\circ_r = 2 \cdot (-283,195) + 4 \cdot (-285,960) - (-1368,539) = -341,691 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Reakční teplo zadané reakce je $-341,691 \text{ kJ mol}^{-1}$.

- Vypočítejte, kolik tepla se uvolní spálením 1 m³ methanu (měřeno za normálních podmínek). Slučovací teplo oxidu uhličitého je $-393,97 \text{ kJ mol}^{-1}$, methanu $-76,37 \text{ kJ mol}^{-1}$ a vody $-242,00 \text{ kJ mol}^{-1}$.
- Jak se změní vnitřní energie plynu, přijme-li teplo 10 J tak, že při tom nevykoná žádnou práci?

Řešení:



$$\Delta H^\circ_r = -\Delta H^\circ_{\text{sluč, vých}} + \Delta H^\circ_{\text{sluč, prod}}$$

$$\Delta H^\circ_r = -((-76,37) + 2 \cdot 0) + (2 \cdot (-242,00) + (-393,97)) = -801,60 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Při spálení 1 mol methanu je nutno dodat $-801,60 \text{ kJ}$ tepla, tedy se uvolní $801,60 \text{ kJ}$ tepla.

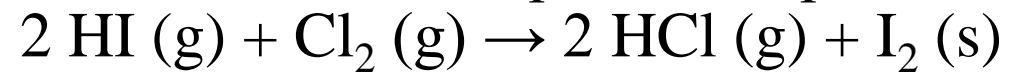
Nyní zjistíme, jaké látkové množství představuje 1 m^3 methanu (měřeno za normálních podmínek, tj. $101\,325 \text{ Pa}$, $273,15 \text{ K}$).

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

$$101\,325 \cdot 1 = n \cdot 8,314 \cdot 273,15, \text{ odtud } n = 44,61 \text{ mol}$$

Při spálení 1 mol methanu se uvolní $801,60 \text{ kJ}$ tepla, při spálení $44,61 \text{ mol}$ methanu se uvolní úměrně více tepla: $801,60 \cdot 44,61 \doteq 35\,759 \text{ kJ} = 35,759 \text{ MJ}$ tepla.

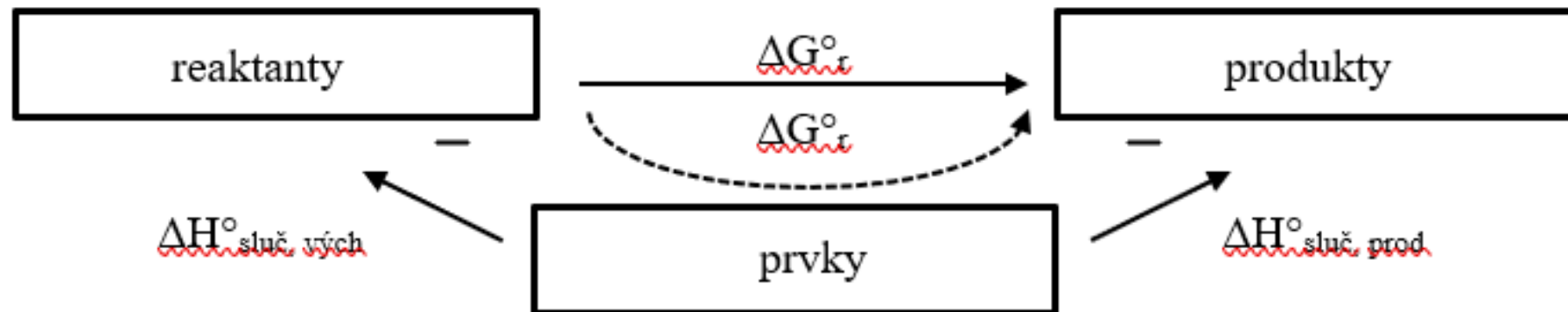
Bude za standardních podmínek probíhat následující reakce?



látka	ΔG (kJ.mol ⁻¹)
HCl	-95,46
HI	1,30

Reakce je za daných podmínek proveditelná, pokud ΔG°_r dané reakce má zápornou hodnotu.

Standardní Gibbsova energie látky je definována jako Gibbsova energie děje, kdy tato látka vzniká z prvků. Standardní Gibbsova energie prvků je nulová. Pro výpočet ΔG°_r platí termochemické zákony stejně jako pro výpočet ΔH°_r



$$\Delta G^\circ_r = - \Delta G^\circ_{\text{sluč. vých}} + \Delta G^\circ_{\text{sluč. prod}}$$

$$\Delta G^\circ_r = - (2 G^\circ_{\text{HI}} + G^\circ_{\text{Cl}_2}) + (2 G^\circ_{\text{HCl}} + G^\circ_{\text{I}_2})$$

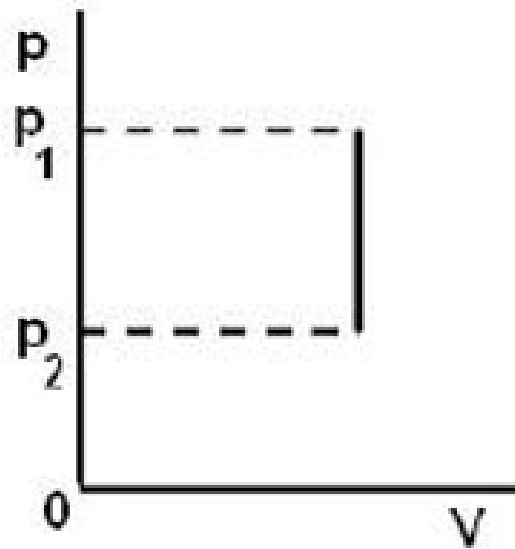
$$\Delta G^\circ_r = - (2 \cdot 1,30 + 0) + (2 \cdot (-95,46) + 0) = - 193,52 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Uvedená reakce je za daných podmínek uskutečnitelná.

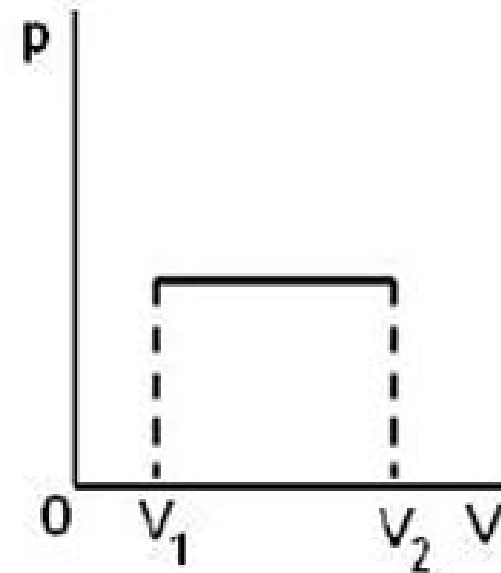
- a) Určete změnu entropie 500 g CO₂, pokud za normálního tlaku a teplotě $-78,48\text{ }^{\circ}\text{C}$ vysublimuje. Za daných podmínek se jedná o rovnovážný děj. Měrné skupenské teplo sublimace CO₂ za daných podmínek je $565,22\text{ J g}^{-1}$.
- b) Jaká je změna entropie při tomto procesu?

- Platí $\Delta S_{\text{subl.}} = \frac{Q_{\text{subl.}}}{T} = \frac{\Delta H_{\text{subl.}}}{T}$
- $\Delta S_{\text{subl}} = \frac{500 \text{ g} \cdot 565,22 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}}{(273,15 - 78,48) \text{ K}}$
- $\Delta S_{\text{subl}} = 1451,74 \text{ J K}^{-1}$
- Změna entropie při sublimaci 500 g suchého ledu je $1451,74 \text{ J K}^{-1}$.
- b) $\Delta G_{\text{subl.}} = \Delta H_{\text{subl.}} - T\Delta S_{\text{subl.}} = \Delta H_{\text{subl.}} - T \frac{\Delta H_{\text{subl.}}}{T} = 0$
- Změna Gibbsovy energie při popsaném ději je nulová. Kontrolou je známý fakt, že změna Gibbsovy energie při rovnovážných dějích má nulovou hodnotu.

Na obrázcích jsou znázorněny p-V diagramy, z nichž lze odvodit velikost práce vykonané soustavou. Určete, které tvrzení správně popisuje děj zobrazený v jednotlivých grafech.



- a) objemová práce se koná
- b) objemová práce se nekoná
- c) objem se mění v závislosti na tlaku



- a) objem je konstantní
- b) objemová práce se nekoná
- c) objemová práce se koná

Která z uvedených výpovědí platí pro samovolně probíhající reakce?

- a) jsou exotermní
- b) změna Gibsovy energie je negativní
- c) probíhají rychle
- d) změna enthalpie je negativní

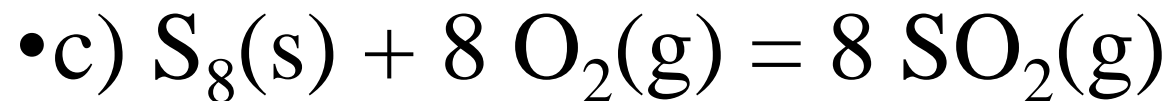
Kdy je změna Gibbsovy energie ΔG při reakci rovna nule?

- a) je-li systém v rovnováze
- b) všechny aktivity jsou jednotkové
- c) teplo není soustavou ani přijímáno, ani vydáváno
- d) $\Delta S = 0$

- Jednotlivé procesy je možno charakterizovat znaménkem hodnot ΔH a ΔS , např. tak, jak je uvedeno v následující tabulce:
- Které z těchto procesů probíhají za konstantního tlaku a teploty určitě samovolně a které by mohly být samovolné?

proces	ΔH	ΔS
a	-	+
b	+	-
c	-	-
d	+	+

K níže uvedeným reakcím definujte rovnovážnou konstantu K_a :



Jedná se o heterogenní rovnováhy, tedy o takové, kterých se účastní látky v různých fázích. Aktivity čistých pevných látek v rovnováze mají hodnotu 1. Výrazy pro rovnovážné konstanty proto budou:

a)	$K_a = \frac{a_{(\text{NaHCO}_3)}}{a_{(\text{CO}_2)} \cdot a_{(\text{NaOH})}} = \frac{1}{a_{(\text{CO}_2)} \cdot 1} = \frac{1}{a_{(\text{CO}_2)}}$
b)	$K_a = \frac{a_{(\text{CaO})} \cdot a_{(\text{CO}_2)}}{a_{(\text{CaCO}_3)}} = \frac{1 \cdot a_{(\text{CO}_2)}}{1} = a_{(\text{CO}_2)}$
c)	$K_a = \frac{a_{(\text{SO}_2)}^8}{a_{(\text{S}_8)} \cdot a_{(\text{O}_2)}^8} = \frac{a_{(\text{SO}_2)}^8}{1 \cdot a_{(\text{O}_2)}^8} = \frac{a_{(\text{SO}_2)}^8}{a_{(\text{O}_2)}^8}$

- Do třílitrové nádoby bylo vpuštěno 5 mol amoniaku a zvýšena teplota. Po ustavení rovnováhy $2 \text{NH}_3 (\text{g}) = 3 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{N}_2 (\text{g})$ směs obsahovala 1 mol NH_3 . Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_c .
- Při teplotě $27 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ je N_2O_4 z 20 % disociován na monomer. Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_p .

	2 NH ₃ (g)	=	3 H ₂ (g)	+	N ₂ (g)
začátek:	5 mol		–		–
rovnováha:	1 mol		$\frac{5-1}{2} \cdot 3 = 6 \text{ mol}$		$\frac{5-1}{2} = 2 \text{ mol}$

$$[\text{NH}_3] = \frac{n(\text{NH}_3)}{V} = \frac{1}{3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{n(\text{H}_2)}{V} = \frac{6}{3} = 2 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{N}_2] = \frac{n(\text{N}_2)}{V} = \frac{2}{3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\bullet K_c = \frac{[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{2^3 \cdot \frac{2}{3}}{\left(\frac{1}{3}\right)^2} = \frac{\frac{16}{3}}{\frac{1}{9}} = 48$$

	N_2O_4	=	2NO_2
začátek (mol)	100		0
rovnováha (mol)	80		$2 \cdot 20 = 40$



$$K_p = \frac{p_{r(\text{NO}_2)}^2}{p_{r(\text{N}_2\text{O}_4)}}$$

	n (mol)	x_i	$p_i = x_i \cdot p_{\text{celk}}$	$p_{r_i} = \frac{p_i}{p_{\text{st}}}$
N_2O_4	80	0,667	66,7 kPa	0,658
NO_2	40	0,333	33,3 kPa	0,329

$$K_p = \frac{0,329^2}{0,658} = 0,1645$$

- Zdánlivý součin rozpustnosti CuBr má hodnotu $4,8 \cdot 10^{-8}$. Určete látkovou koncentraci CuBr v jeho nasyceném vodném roztoku.

- CuBr ve vodném roztoku disociuje a ustaluje se rovnováha:
 - $\text{CuBr (s)} = \text{Cu}^+ \text{(aq)} + \text{Br}^- \text{(aq)}$
 - Zdánlivý součin rozpustnosti CuBr je definován vztahem:
 - $K_s(\text{CuBr}) = [\text{Cu}^+].[\text{Br}^-]$
 - Z rovnice disociace CuBr je zřejmé, že $[\text{Cu}^+] = [\text{Br}^-] = c(\text{CuBr})$. Pak platí:
 - $K_s(\text{CuBr}) = c(\text{CuBr}) \cdot c(\text{CuBr}) = c(\text{CuBr})^2$
 - Po číselném dosazení $4,8 \cdot 10^{-8} = c(\text{CuBr})^2$
 - $c(\text{CuBr}) = \sqrt{4,8 \cdot 10^{-8}} = 2,19 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$
 - Látková koncentrace CuBr v jeho nasyceném vodném roztoku je asi $2,19 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.
-
- Alternativa:
- Při výpočtu je možné si zjednodušit zápis, např. zavedením substituce $c(\text{CuBr}) = x$. Potom:
 - $K_s(\text{CuBr}) = x \cdot x = x^2$
 - Po číselném dosazení $4,8 \cdot 10^{-8} = x^2$
 - $x = \sqrt{4,8 \cdot 10^{-8}} = 2,19 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

Určete zdánlivý součin rozpustnosti Ag_3PO_4 . Rozpustnost této iontové sloučeniny ve vodě je $1,607 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

- Při rozpouštění Ag_3PO_4 ve vodě se ustaluje rovnováha:
- $\text{Ag}_3\text{PO}_4 (\text{s}) = 3\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-} (\text{aq})$
- Z této rovnice je zřejmé, že $[\text{PO}_4^{3-}] = c (\text{Ag}_3\text{PO}_4)$ a také že $[\text{Ag}^+] : [\text{PO}_4^{3-}] = 3 : 1$, neboli $[\text{Ag}^+] = 3 [\text{PO}_4^{3-}]$
- Součin rozpustnosti $K_s (\text{Ag}_3\text{PO}_4)$ je definován vztahem:
- $K_s = [\text{Ag}^+]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]$
- Po dosazení vztahů mezi koncentracemi dostáváme:
- $K_s (\text{Ag}_3\text{PO}_4) = (3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}])^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]$
- $K_s (\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 27 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^4$
- $K_s (\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 27 \cdot (1,607 \cdot 10^{-5})^4$
- $K_s (\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 27 \cdot 6,669 \cdot 10^{-20}$
- $K_s (\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 1,8 \cdot 10^{-18}$
- Zdánlivý součin rozpustnosti Ag_3PO_4 je $1,8 \cdot 10^{-18}$.

Objasněte:

- 1) Jmenujte obory chemie a stručně je popište.
- 2) Kdo z našich vědců obdržel Nobelovu cenu? Kdy a za co to bylo?
- 3) Jaké formy energie znáte? Co platí o jejich přeměnách?
- 4) Definujte elektronvolty.
- 5) Vysvětlete Heisenbergův princip neurčitosti.
- 6) Popište základní chemické zákony.
- 7) Co je to izotop, nuklid, prvek, izobary, izotony.
- 8) Jaké druhy radioaktivity znáte?
- 9) Jaké druhy radioaktivních záření znáte? Popište je, čím je lze odstínit?

- 10) Kolik znáte rozpadových řad, proč tento počet?
- 11) Kde se radioaktivita využívá?
- 12) Definujte postuláty Daltonovy atomové teorie.
- 13) Jaká znáte kvantová čísla? Stručně je popište.
- 14) Co je to Pauliho princip a Hundovo pravidlo?
- 15) Co je to elektronegativita?
- 16) Co je to elektronová afinita?
- 17) Napište současné znění periodického zákona.
- 18) Periodicita vlastností – poloměry atomů, elektronegativita, ionizační energie
- 19) Definujte chemickou vazbu, jaká je její délka?
- 20) Co je to molekulový orbital?

- 21) čím je tvořena jednoduchá, dvojná, trojná vazba, jaké jsou jejich délky a jejich pevnost?
- 22) Co je to řád vazby, co když vyjde např. 1,5?
- 23) Jaké vazby znáte na základě polarity?
- 24) Co je to dipolový moment?
- 25) Co jsou to micely?
- 26) Co je to centrální atom, ligand, koordinační částice, kompenzující ion
- 27) Co je to chelát a chelátový efekt? Kde se využívá?
- 28) Jaké druhy izomerie znáte?
- 29) Co je to Planckova konstanta, kde se využívá, jakou má hodnotu a jednotku?
- 30) Objasněte rozdíl mezi paramagnetismem a diamagnetismem.

- 31) Jak vznikají vodíkové můstky? Na co mají vliv?
- 32) Co je to oxidace, redukce, oxidační a redukční činidlo?
- 33) Jak funguje chladicí směs?
- 34) Kdy jsou ionty nejstabilnější?
- 35) Kde nalezneme vodivostní, valenční a zakázaný pás?
- 36) Co je to ideální plyn a jak je definován?
- 37) Definujte viskozitu a povrchové napětí.
- 38) Co je to trojný bod?
- 39) Jaké znáte krystalové soustavy?
- 40) Co je to polymorfie, alotropie, izomorfie?
- 41) Jaké znáte termodynamické soustavy? Uvádějte příklady.
- 42) Jaký je rozdíl mezi homogenní a heterogenní soustavou?

- 43) Popište extenzivní a intenzivní stavové veličiny, udejte příklady
- 44) Jaké druhy termodynamických dějů znáte?
- 45) Co je to reakční enthalpie?
- 46) Jak zní termochemické zákony? Kdo je formuloval?
- 47) Co je to entropie?
- 48) Jak zní Guldbergův-Waageův zákon?
- 49) Formulujte Le-Chatelierův-Braunův princip.
- 50) Jaký je rozdíl mezi nenasyceným, nasyceným a přesyceným roztokem?
- 51) Jaké druhy rozpouštědel znáte?
- 52) Pro jaké látky použijeme iontovou sílu a aktivitu? A pro jaké součin rozpustnosti?

- 53) Co vše má vliv na rozpustnost látky?
- 54) Popište Arrheniovu, B-Lowryho, Pearsonovu a Lewisovu teorii kyselin a zásad.
- 55) Co je to autoprotolýza, neutralizace, čemu je roven iontový součin vody?
- 56) Jaký je rozdíl mezi „tvrdou a měkkou“ kyselinou?
- 57) Co je to konjugovaný pár?
- 58) Vymyslete takový konjugovaný pár, aby kyselina sírová byla báze.

Doplnění:

- 59) Co popisují Schrodingerovy rovnice?
- 60) Co je to hmotnostní úbytek/defekt?
- 61) Srovnejte hmotnost protonu, elektronu a neutronu.
- 62) Definujte atomovou hmotnostní jednotku
- 63) Co udává Avogadrova konstanta?
- 64) Co jsou to magická čísla?
- 65) Jaký je poslední přírodní prvek?
- 66) Jmenujte chemiky spojené s radioaktivitou.
- 67) Co je to orbital?

- 68) Co je to lanthanoidová kontrakce?
- 69) Čím se lišila první periodická tabulka od dnes známých?
- 70) Jaké jsou podmínky vzniku molekulových orbitalů?
- 71) Proč nemůžou existovat dvouatomové molekuly vzácných plynů?
- 72) Jaké znáte reakce podle typu reakčního mechanismu?
- 73) Jaké fáze radikálových reakcí znáte?
- 74) Jaké druhy reakcí znáte z hlediska termochemie?