

Téma 1 Úkol 1

Zadání:

Vyberte možnost, ve které jsou dané naměřené hodnoty seřazeny vzestupně:

- a) $6,204 \cdot 10^8 \mu\text{g}$; $0,793 \text{ kg}$; $962,3 \text{ g}$; $8,634 \cdot 10^2 \text{ mg}$
- b) $8,602 \cdot 10^5 \text{ pm}$; $9,504 \mu\text{m}$; $1,021 \cdot 10^4 \text{ nm}$; $0,763 \text{ mm}$
- c) $5,203 \mu\text{l}$; $8,063 \cdot 10^3 \text{ nl}$; $7,407 \mu\text{l}$; $4,356 \text{ ml}$
- d) $8,642 \cdot 10^3 \text{ kN}$; $2,903 \text{ MN}$; $8,607 \text{ GN}$; $9,602 \text{ TN}$

Správné řešení: b

Řešení:

Nejprve naměřené hodnoty převedeme na jednu vhodně zvolenou stejnou jednotku. K tomu je nutné znát předpony.

Přehled nejdůležitějších předpon:

T	Tera	10^{12}
G	Giga	10^9
M	Mega	10^6
k	kilo	10^3
l		10^0
m	mili	10^{-3}
μ	mikro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	piko	10^{-12}

Konkrétně např. a)

$$6,204 \cdot 10^8 \mu\text{g} = 620,4 \text{ g}$$

$$0,793 \text{ kg} = 793 \text{ g}$$

$$962,3 \text{ g}$$

$$8,634 \cdot 10^2 \text{ mg} = 863,4 \text{ g}$$

Když již převedené hodnoty u možnosti a) porovnáme, zjistíme, že nejsou seřazeny vzestupně.

Podobně postupujeme i u dalších možnostech.

Téma 1 Úkol 2

Zadání:

Vyberte možnost, ve které všechny položky mají právě 4 platné číslice:

- a) 0,005300 m; 0,0034 s; 0,2000 ml
- b) 7,030 10³ N; 0,0206 mg; 3009 s
- c) 3,004 MJ; 0,040070 km; 4,5340 s
- d) 1,900 mm; 0,02087 g; 8,090 mC

Správné řešení: d

Řešení:

Pro určení počtu platných číslic platí následující pravidla:

Nenulové číslice jsou vždy **platné**.

Složitější situace je s **nulami**:

- nuly **před první** nenulovou číslicí **nejsou platné číslice**, např. číslo 0,00**58** má jen 2 platné číslice,
- nuly **mezi** nenulovými číslicemi jsou vždy **platné**, např. číslo 0,00**605** má 3 platné číslice,
- nuly **za poslední** nenulovou číslicí jsou **platné**, pokud číslo obsahuje **desetinnou čárku**, např. číslo 0,00**30170** má 5 platných číslic.

Konkrétně: **Platné** číslice jsou vyznačeny barevně.

- a) 0,00**5300** m; 0,00**34** s; 0,**2000** ml
- b) **7,030** 10³ N; 0,0**206** mg; **3009** s
- c) **3,004** MJ; 0,0**40070** km; **4,5340** s
- d) 1,900** mm; 0,0**2087** g; **8,090** mC

Téma 1 Úkol 3

Zadání:

Správné výsledky A a B u následujících početních operací jsou:

$$8,015 - 19,2 + 26,03 = \mathbf{A}$$

$$55,63 \div 2,3 \times 0,00201 = \mathbf{B}$$

a) $A = 14,8$; $B = 0,049$

b) $A = 14,841$; $B = 0,0486$

c) $A = 14,84$; $B = 0,0486$

d) $A = 14,841$; $B = 0,049$

Správné řešení: a

Řešení:

Pro **sčítání a odčítání** platí, že výsledek má tolik **desetinných** míst jako má číslo v operaci s **nejmenším** počtem **desetinných** míst.

Zde tedy musí mít výsledek 1 desetinné místo: $8,015 - 19,2 + 26,03 = \mathbf{A}$

Výsledek A je tedy 14,8.

Pro **násobení a dělení** pak platí, že výsledek má tolik **platných** číslic jako má číslo s **nejmenším** počtem **platných** číslic.

Zde tedy musí mít výsledek 2 platné číslice: $55,63 \div 2,3 \times 0,00201 = \mathbf{B}$

Výsledek B je tudíž 0,049.

Téma 2 Úkol 1

Zadání:

Určete, jaký objem zaujímá 100,9 g plynného dusíku a kolika molekulami dusíku je tvořen.

a) $V = 153,4 \text{ dm}^3$; $N = 3,94 \cdot 10^{24}$ molekul

b) $V = 161,2 \text{ dm}^3$; $N = 4,34 \cdot 10^{24}$ molekul

c) $V = 108,7 \text{ dm}^3$; $N = 3,63 \cdot 10^{24}$ molekul

d) $V = 80,6 \text{ dm}^3$; $N = 2,17 \cdot 10^{24}$ molekul

Správné řešení: d

Řešení:

Plynný dusík tvoří **dvouatomové** molekuly N_2 .

Nejprve určíme **molární hmotnost** molekul dusíku:

$$M_m(\text{N}_2) = 2 A_r(\text{N})$$

$$M_m(\text{N}_2) = 2 \cdot 14,0 = 28,0 \text{ g mol}^{-1}$$

Poté vypočítáme jejich **látkové množství**:

$$1 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 28,0 \text{ g}$$

$$x \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 100,9 \text{ g}$$

$$\underline{\hspace{10em}} \\ x = 3,60 \text{ mol N}_2$$

Víme, že **1 mol plynu** zaujímá **objem 22,4 dm³**, tedy:

$$1 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 22,4 \text{ dm}^3$$

$$3,60 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots x \text{ dm}^3$$

$$\underline{\hspace{10em}} \\ x = 80,6 \text{ dm}^3 \text{ N}_2$$

Co se týče počtu molekul, **Avogadrova konstanta** N_A nám říká, že v každém molu látky je $6,022 \cdot 10^{23}$ částic (tedy atomů, molekul, iontů atd.), tudíž:

$$1 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 6,022 \cdot 10^{23} \text{ molekul}$$

$$3,6 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots x \text{ molekul}$$

$$\underline{\hspace{10em}} \\ x = 2,17 \cdot 10^{24} \text{ molekul N}_2$$

Téma 2 Úkol 2

Zadání:

Seřad'te následující chemické látky podle vzrůstajícího obsahu uhlíku:

glukóza $C_6H_{12}O_6$

acetaldehyd C_2H_4O

kyselina akrylová $C_3H_4O_2$

- a) glukóza, acetaldehyd, kyselina akrylová
- b) acetaldehyd, glukóza, kyselina akrylová
- c) glukóza, kyselina akrylová, acetaldehyd
- d) kyselina akrylová, glukóza, acetaldehyd

Správné řešení: c

Řešení:

U každé z uvedených látek vypočítáme **hmotnostní zlomek** uhlíku ve sloučenině:

$w(C) = \frac{x \cdot A_r(C)}{M_r}$. Po vynásobení stem dostaneme hodnotu v procentech.

pro glukózu: $M_r(C_6H_{12}O_6) = 180,16$

$$w(C) = \frac{6 \cdot 12,01}{180,16}$$

$$w(C) = 40,0 \%$$

pro acetaldehyd: $M_r(C_2H_4O) = 44,05$

$$w(C) = \frac{2 \cdot 12,01}{44,05}$$

$$w(C) = 54,5 \%$$

pro kyselinu akrylovou: $M_r(C_3H_4O_2) = 72,06$

$$w(C) = \frac{3 \cdot 12,01}{72,06}$$

$$w(C) = 50,0 \%$$

Téma 2 Úkol 3

Zadání:

Sloučenina obsahuje 49,31 % uhlíku, 43,79 % kyslíku a 6,90 % vodíku. Molární hmotnost sloučeniny je $146,16 \text{ g mol}^{-1}$. Určete její empirický a molekulový vzorec.

Empirický vzorec je C__O__H__ a molekulový vzorec je C__O__H__.

Správné řešení: $\text{C}_3\text{O}_2\text{H}_5$, $\text{C}_6\text{O}_4\text{H}_{10}$

Řešení:

Nejprve převedeme hmotnostní procenta na hmotnosti v gramech. Ve 100,00 g sloučeniny je 49,31 g uhlíku, 43,79 g kyslíku a 6,90 g vodíku.

Jednotlivé hmotnosti převedeme na **látkové množství** podle vztahu $n = \frac{m}{M_r}$.

Pro uhlík: $n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{Ar(\text{C})}$
 $n(\text{C}) = \frac{49,31}{12,01}$
 $n(\text{C}) = 4,106 \text{ mol}$

Pro kyslík: $n(\text{O}) = \frac{43,79}{16,00}$
 $n(\text{O}) = 2,237 \text{ mol}$

Pro vodík: $n(\text{H}) = \frac{6,90}{1,01}$
 $n(\text{H}) = 6,832 \text{ mol}$

Všechny hodnoty látkových množství, která představují stechiometrické koeficienty ve vzorci sloučeniny, **vydělíme nejmenší hodnotou** z nich, tedy číslem 2,237, abychom dostali **celá čísla**.

Z poměru látkových množství 4,106 : 2,237 : 6,832 tak dostaneme poměr 1,5 : 1 : 2,5.

Jelikož ani tento poměr není celočíselný, vynásobíme celý poměr dvojkou a dostaneme poměr celých čísel 3 : 2 : 5. **Empirický vzorec** sloučeniny je tedy $\text{C}_3\text{O}_2\text{H}_5$.

Abychom mohli určit také **molekulový vzorec** sloučeniny, musíme porovnat $M_m(\text{C}_3\text{O}_2\text{H}_5)$ s $M_m(\text{slouč})$, tedy s molární hmotností hledané sloučeniny, která je uvedena v zadání.

$$M_m(\text{C}_3\text{O}_2\text{H}_5) = 73,08 \text{ g mol}^{-1}$$
$$M_m(\text{slouč}) = 146,16 \text{ g mol}^{-1}$$

Jelikož je molární hmotnost sloučeniny dvojnásobná, molekulový vzorec sloučeniny bude $(\text{C}_3\text{O}_2\text{H}_5)_2$, tedy $\text{C}_6\text{O}_4\text{H}_{10}$.

Téma 3 Úkol 1

Zadání:

Určete vazebnou energii 1 molu jader nuklidu ${}^{14}_7N$, jestliže hmotnosti protonu, neutronu a elektronu jsou v tomto pořadí $m_p = 1,67262 \cdot 10^{-24}$ g, $m_n = 1,67493 \cdot 10^{-24}$ g a $m_e = 9,10939 \cdot 10^{-28}$ g:

- a) $\Delta E = 1,261 \cdot 10^{15}$ J mol⁻¹
- b) $\Delta E = 9,459 \cdot 10^{12}$ J mol⁻¹
- c) $\Delta E = -1,261 \cdot 10^{15}$ J mol⁻¹
- d) $\Delta E = -9,459 \cdot 10^{12}$ J mol⁻¹

Správné řešení: d

Řešení:

Nejprve musíme spočítat **hmotnostní úbytek** Δm . Ten určíme jako **rozdíl skutečné hmotnosti** jádra nuklidu ${}^{14}_7N$ **a hmotnosti 7 protonů a 7 neutronů**, ze kterých je jádro dusíku složeno.

Z periodické tabulky víme, že 1 mol atomů dusíku má hmotnost 14,01 g, tedy:

$$\begin{array}{l} (1 \text{ mol} \Rightarrow) 6,022 \cdot 10^{23} \text{ atomů} \dots\dots\dots 14,01 \text{ g} \\ \underline{1 \text{ atom dusíku} \dots\dots\dots x \text{ g}} \\ x = 2,32647 \cdot 10^{-23} \text{ g} \end{array}$$

Zjistili jsem tedy hmotnost **celého** jednoho atomu dusíku. **Odečteme tedy hmotnost 7 elektronů** a získáme **skutečnou hmotnost jádra** nuklidu ${}^{14}_7N$ jako $m_j = 2,32583 \cdot 10^{-23}$ g.

Dále vypočítáme **hmotnost 7 protonů a 7 neutronů**, dostaneme tak $m_{p+n} = 2,34329 \cdot 10^{-23}$ g.

Můžeme tedy určit hmotnostní úbytek **připadající na jedno jádro**:

$$\begin{array}{l} \Delta m = m_j - m_{p+n} \\ \Delta m = -1,746 \cdot 10^{-25} \text{ g} \end{array}$$

Hmotnostní úbytek **připadající na 1 mol jader** dostaneme vynásobením Avogardrovou konstantou $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹, dostaneme tak:

$$\Delta m = -0,1051 \text{ g mol}^{-1} = -1,051 \cdot 10^{-4} \text{ kg mol}^{-1}. \text{ (Hmotnostní úbytek je vhodné převést na základní jednotky SI tedy na kg, abychom pak vazebnou energii dostali v rovnou v joulech.)}$$

Pro určení **vazebné energie** použijeme vztah $\Delta E = \Delta m c^2$, kde

c je rychlost světla, tedy $3 \cdot 10^8$ m s⁻¹,

$$\Delta m = -1,051 \cdot 10^{-4} \text{ kg mol}^{-1}.$$

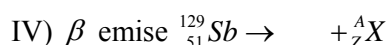
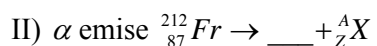
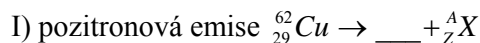
$$\Delta E = -9,459.10^{12} \text{ J mol}^{-1}$$

Záporné znaménko u výsledné energie znamená, že uvedený proces **exotermický**.

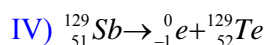
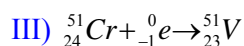
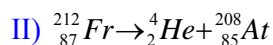
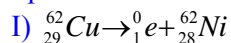
Téma 3 Úkol 2

Zadání:

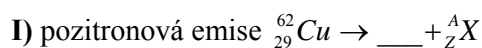
Doplňte následující jaderné reakce:



Správné řešení:

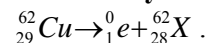


Řešení:

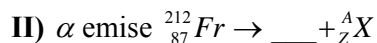
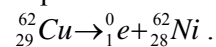


Pozitron zapíšeme takto: ${}_1^0e$. Dostaneme tak ${}_{29}^{62}\text{Cu} \rightarrow {}_1^0e + {}_Z^A\text{X}$.

Nyní dopočítáme protonové číslo Z a nukleonové číslo A tak, aby se součet **protonových** čísel na levé straně **rovnal** součtu protonových čísel na straně pravé a také aby se součet **nukleonových** čísel na levé straně **rovnal** součtu nukleonových čísel na straně pravé, tedy:



V periodické tabulce prvků zjistíme, že protonovému číslu 28 odpovídá prvek nikl Ni:



Alfa částici zapíšeme jako ${}_2^4\text{He}$. Získáme tak rovnici ${}_{87}^{212}\text{Fr} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_Z^A\text{X}$.

Po dopočítání Z a A dostaneme ${}_{87}^{212}\text{Fr} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{85}^{208}\text{At}$.

III) elektronový záchyt ${}_{24}^{51}\text{Cr} + \text{---} \rightarrow {}_Z^A\text{X}$

Elektron vyjádříme jako: ${}_{-1}^0e$. Rovnici si tedy zapíšeme jako ${}_{24}^{51}\text{Cr} + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_Z^A\text{X}$.

Po dopočítání Z a A dostaneme ${}_{24}^{51}\text{Cr} + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_{23}^{51}\text{V}$.

IV) β emise ${}_{51}^{129}\text{Sb} \rightarrow \text{---} + {}_Z^A\text{X}$

Beta částici zapíšeme jako ${}_{-1}^0e$. Získáme tak rovnici ${}_{51}^{129}\text{Sb} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_Z^A\text{X}$.

Po dopočítání Z a A dostaneme ${}_{51}^{129}\text{Sb} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{52}^{129}\text{Te}$.

Téma 3 Úkol 3

Zadání:

Jak dlouho trvá, než se rozloží 90 % izotopu kryptonu ^{74}Kr , jestliže jeho poločas rozpadu je 11,5 min:

- a) $t = 1,7$ min
- b) $t = 20,7$ min
- c) $t = 38,2$ min
- d) $t = 45,9$ min

Správné řešení: c

Řešení:

Nejprve vypočítáme velikost **rozpadové konstanty** λ . Vyjádříme ji z jednoduchého vztahu pro **poločas rozpadu** $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

$$\text{Tedy } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}, \text{ kde } t_{1/2} = 11,5 \text{ min} = 690 \text{ s}$$
$$\lambda = 1,005 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Čas t , za který se rozloží 90 % uvedeného izotopu, vyjádříme z rovnice:

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t, \text{ kde}$$

N_0 je **původní** počet jader (tedy počet jader nuklidu v $t = 0$),
 N je počet **nerozložených** jader v daném čase t .

$$t = -\frac{\ln \frac{N}{N_0}}{\lambda}$$

Ze zadání víme, že se má **rozložit 90 % jader nuklidu**, jinými slovy z každých **původních 100 jader** je v daném čase **90 jader rozloženo** a **10 jader nerozloženo**. Tedy $N_0 = 100$ a $N = 10$.

Nyní již všechny potřebné veličiny známe a můžeme je tedy dosadit do výše uvedeného vztahu pro t :

$$t = -\frac{\ln \frac{10}{100}}{1,005 \cdot 10^{-3}}$$

$$t = 2291 \text{ s} = 38,2 \text{ min}$$

Všimněte si, že hledaný čas jsme dostali v sekundách, jelikož rozpadovou konstantu jsme dosazovali v s^{-1} .

Téma 4 Úkol 1

Zadání:

Určete frekvenci laseru o vlnové délce $7,76 \cdot 10^2$ nm:

- a) $3,87 \cdot 10^{14}$ Hz
- b) 233 Hz
- c) $2,59 \cdot 10^{-15}$ Hz
- d) $3,90 \cdot 10^5$ Hz

Správné řešení: a

Řešení:

Základní charakteristiky vln elektromagnetického záření jsou vlnová délka, frekvence a rychlost. Jsou v jednoduchého vztahu $\lambda \nu = c$, kde

λ je **vlnová délka** v metrech,

ν je **frekvence**, jednotkou je s^{-1} , tedy **hertz**,

c je **rychlost světla**, tedy $c = 3 \cdot 10^8$ m s^{-1} .

Frekvenci ν tedy snadno vyjádříme:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

Vlnovou délku λ převedeme na metry:

$$\lambda = 7,76 \cdot 10^2 \text{ nm} = 7,76 \cdot 10^{-7} \text{ m.}$$

Nyní již všechny potřebné údaje známe a můžeme je do vztahu dosadit.

$$\nu = \frac{3 \cdot 10^8}{7,76 \cdot 10^{-7}}$$

$$\nu = 3,87 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 3,87 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Téma 4 Úkol 2

Zadání:

Určete de Broglieho vlnovou délku elektronu pohybujícího se rychlostí $6 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$.
Hmotnost elektronu je $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

a) $3,62 \cdot 10^{-58} \text{ m}$

b) $1,21 \text{ nm}$

c) $4,71 \cdot 10^{-9} \text{ nm}$

d) $8,25 \cdot 10^8 \text{ m}$

Správné řešení: b

Řešení:

Fyzik **Louis de Broglie** propojil poznatky Plancka a Einsteina.

Planck: $E = h\nu = \frac{h\nu}{\lambda}$

Einstein: $E = mv^2$

Odvodil tak rovnici, která vyjadřuje **vlnové vlastnosti částic**: $\lambda = \frac{h}{mv}$, kde

λ je **vlnová délka**,

h je **Planckova konstanta**, $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$.

Do výše uvedené rovnice dosadíme a dostaneme:

$$\lambda = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1,2 \text{ nm}$$

Téma 4 Úkol 3

Zadání:

Určete, v jakých kvantech je emitována energie u záření s $\lambda = 1,13 \cdot 10^2$ nm:

- a) $1,76 \cdot 10^{-18}$ J
- b) $5,43 \cdot 10^4$ J
- c) $7,49 \cdot 10^{-41}$ J
- d) $3,32 \cdot 10^{-12}$ J

Správné řešení: a

Řešení:

Kvantum energie vypočítáme pomocí rovnice $\Delta E = h \nu$, kde h je **Planckova konstanta**, $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J s, ν je **frekvence**.

Vlnovou délku uvedenou v zadání přepočítáme na potřebnou **frekvenci** pomocí vztahu $\nu = \frac{c}{\lambda}$. Nezapomeňte předtím převést vlnovou délku na metry!

Zjistíme tak, že frekvence $\nu = 2,65 \cdot 10^{15}$ s⁻¹.

Nyní známe již vše potřebné a můžeme tedy zjistit velikost kvanta energie: $\Delta E = 1,76 \cdot 10^{-18}$ J.

Téma 5 Úkol 1

Zadání:

Určete nejvyšší možný počet takových elektronů v atomu, které jsou charakterizovány těmito kvantovými čísly: $n = 4$ a zároveň $m_s = -\frac{1}{2}$.

- a) 8
- b) 25
- c) 32
- d) 16

Správné řešení: d

Řešení:

Nejdříve zjistíme, kolik orbitalů je popsáno kvantovými čísly $n = 4$ a zároveň $m_s = -\frac{1}{2}$.

Obecně pro hodnoty jednotlivých kvantových čísel platí:

hlavní kvantové číslo $n = 1, 2, 3, \dots$

vedlejší kvantové číslo $l = 0, 1, \dots, (n - 1)$

magnetické kvantové číslo $m = -l, \dots, 0, \dots, +l$

Jestliže $n = 4$, pak vedlejší a magnetické kvantové číslo nabývají následujících hodnot:

Hlavní kvantové číslo	Vedlejší kvantové číslo	Magnetické kvantové číslo
$n = 4$	$l = 0$	$m = 0$
	$l = 1$	$m = -1, 0, 1$
	$l = 2$	$m = -2, -1, 0, 1, 2$
	$l = 3$	$m = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$

Jinými slovy, hlavní kvantové číslo $n = 4$ může popsat až **16** různých orbitalů. V každém orbitale mohou být až 2 elektrony. Tedy těchto 16 orbitalů může obsahovat až 32 elektronů.

Jestliže je všech 16 orbitalů zaplněno po dvou elektronech, pak vždy jeden ze dvou elektronů má **spinové kvantové číslo** $m_s = +\frac{1}{2}$ a druhý $m_s = -\frac{1}{2}$. Toto můžeme tvrdit na základě

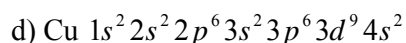
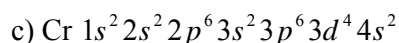
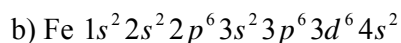
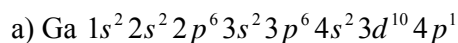
Pauliho vylučovacího principu, který říká, že v jednom orbitalu nemohou být 2 elektrony se stejným spinem.

Tedy ze 32 elektronů právě polovina (tedy 16) splňuje obě podmínky uvedené v zadání.

Téma 5 Úkol 2

Zadání:

Vyberte správnou elektronovou konfiguraci prvku :



Správné řešení: b

Řešení:

Pro **elektronové konfigurace atomů** platí:

- **výstavbový princip** – elektronové hladiny se zaplňují elektrony podle rostoucí energie
- **Pauliho vylučovací princip** – v jednom orbitalu nemohou být dva elektrony se stejným spinem
- **Hundovo pravidlo** – v degenerovaných orbitalech je nejstabilnější stav s nejvyšším počtem nepárových elektronů

a) Správná konfigurace Ga je $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$, tedy **orbitaly 4s se zaplňují až po orbitalu 3d**, jelikož mají vyšší energii.

b) Konfigurace Fe je správná, jsou v ní dodrženy všechny platné principy.

c) Správná konfigurace Cr je $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, jelikož tato konfigurace má **zpola zaplněny 4s i 3d orbitaly** a tudíž je stabilnější.

d) Obdobně správná konfigurace Cu je $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, kdy **orbital 4s je zaplněn zpola a orbital 3d zcela**.

Téma 5 Úkol 3

Zadání:

Seřad'te následující atomy podle vzrůstající ionizační energie:

I) As, Ge, Se: ____, ____, ____

II) Ga, Tl, In: ____, ____, ____

III) Sn, Sb, Pb: ____, ____, ____

Správné řešení:

I) Ge, Ar, Se

II) Tl, In, Ga

III) Pb, Sn, Sb

Řešení:

Pro velikost **ionizační energie** platí, že **ve skupině klesá a v periodě roste**.

I) Všechny prvky jsou ve stejné periodě a to v pořadí Ge, Ar, Se. V tomto pořadí také ionizační energie roste.

II) Uvedené prvky se nacházejí ve stejné skupině a to v pořadí Ga, In, Tl. Ve skupině ale ionizační energie klesá, takže chceme-li uspořádat podle vzrůstající energie, pak je pořadí opačné, tedy Tl, In, Ga.

III) Zde aplikujeme obě výše uvedená pravidla zároveň a dojdeme k uspořádání Pb, Sn, Sb.

Téma 6 úkol 1

Zadání:

Vyberte z každé trojice atom nebo iont s největším poloměrem:

I.

- a) Rb
- b) K
- c) Cs

Správné řešení: c

II.

- a) S^{2+}
- b) S^{2-}
- c) S

Správné řešení: b

III.

- a) Ag
- b) Sr
- c) In

Správné řešení: b

IV.

- a) Ba
- b) Ne
- c) As

Správné řešení: a

Řešení:

I. Uvedené prvky se nachází ve stejné skupině (1. skupina) a to v pořadí K – Rb – Cs. Obecně platí, že **atomové poloměry ve skupině směrem dolů rostou**, největší atomový poloměr z uvedených prvků má tedy cesium Cs.

II. V této trojici je uveden neutrální atom a jeho ionty. Platí, že **kation** je **menší** než neutrální atom a **anion** je **větší** než neutrální atom. Z toho tedy vyplývá, že největší poloměr má tedy sulfidový aniont S^{2-} .

III. Všechny tři prvky se nachází ve stejné periodě (4. perioda) a to v pořadí zleva doprava Sr – Ag – In. Obecně platí, že **atomové poloměry v periodě zleva doprava klesají**, největší atomový poloměr z uvedených prvků má tedy stroncium Sr.

IV. Tyto prvky se nenacházejí ve stejné skupině či periodě, propojíme tedy obě pravidla: **atomové poloměry ve skupině rostou a v periodě klesají**. Největší atomový poloměr z uvedených prvků má tedy baryum Ba.

Téma 6 úkol 2

Zadání:

Seřad'te následující prvky podle vzrůstající elektronegativity:
Ga, P, Rb, N, Sr

- a) Rb – Ga – Sr – P – N
- b) N – P – Ga – Sr – Rb
- c) Rb – Sr – Ga – P – N
- d) Ga – Sr – Rb – N – P

Správné řešení: c

Řešení:

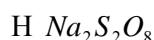
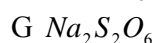
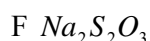
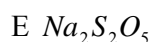
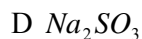
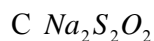
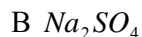
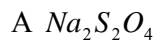
Tyto prvky se nenacházejí ve stejné skupině či periodě, propojíme tedy následující pravidla: **elektronegativita ve skupině klesá a v periodě roste**. Největší elektronegativitu ze všech prvků v periodické tabulce má fluor F a nejmenší cesium Cs.

Jestliže tedy známe tato pravidla, můžeme určit správné pořadí jako Rb – Sr – Ga – P – N.

Téma 6 úkol 3

Zadání:

Přiřad'te ke každému názvu I - IV správný vzorec A - H:



I) thiošičičitan sodný: ____

Správné řešení: C

II) dišičičitan sodný: ____

Správné řešení: E

III) peroxidisíran sodný: ____

Správné řešení: H

IV) thiosíran sodný: ____

Správné řešení: F

Řešení:

Všechny sloučeniny I–V jsou **solí kyslíkatých kyselin**, takže si nejprve určíme vzorce příslušných kyselin a z nich pak odvodíme správné vzorce požadovaných solí.

I) thiošičičitan sodný

Vyjdeme z kyseliny šičičité: $H_2^{+I}S^{+IV}O_3^{-II}$. Vzorec kyseliny **thiošičičité** dostaneme formálně tak, že **jeden kyslík** O^{2-} **nahradíme sírou** S^{2-} , dostaneme tedy $H_2S_2O_2$. Správný vzorec pro thiošičičitan sodný je tedy $Na_2S_2O_2$, tedy možnost **C**.

II) dišičičitan sodný

Kyselina dišičičitá obsahuje **2 atomy síry** s oxidačním číslem +IV, její vzorec je tedy $H_2^{+I}S_2^{+IV}O_5^{-II}$. Správný vzorec pro dišičičitan sodný je tedy $Na_2S_2O_5$, tedy možnost **E**.

III) peroxidisíran sodný

Vyjdeme z kyseliny disírové: $H_2^{+I}S_2^{+VI}O_7^{-II}$. Vzorec kyseliny **peroxidisírové** dostaneme formálně tak, že **jeden kyslík** O^{2-} **nahradíme dvěma kyslíky** O^- , dostaneme tedy $H_2S_2O_8$. Správný vzorec pro peroxidisíran sodný je tedy $Na_2S_2O_8$, tedy možnost **H**.

IV) thiosíran sodný

Vyjdeme z kyseliny siřičité: $H_2^{+I}S^{+VI}O_4^{-II}$. Vzorec kyseliny thiosírové dostaneme formálně tak, že jeden kyslík O^{2-} nahradíme sírou S^{2-} , dostaneme tedy $H_2S_2O_3$. Správný vzorec pro thiosíran sodný je tedy $Na_2S_2O_3$, tedy možnost **F**.

Téma 7 úkol 1

Zadání:

Označte z každé trojice právě tu vazbu, která je nejvíce polární:

I.

- a) Ge–F
- b) C–F
- c) Si–F

Správné řešení: a

II.

- a) H–H
- b) H–S
- c) H–O

Správné řešení: c

III.

- a) Ge–Cl
- b) Si–Cl
- c) Ti–Cl

Správné řešení: c

Řešení:

Polarita vazby roste s rozdílem elektronegativity. Čím je tedy rozdíl v elektronegativitě větší, tím je vazba polárnější. Je tedy důležité vědět, že **elektronegativita ve skupině klesá a v periodě roste.**

I. Všechny uvedené vazby jsou vazby s fluorem. **Nejvíce polární vazbu** s ním tedy bude tvořit **prvek, který je od něj v tabulce nejdál** a který se tedy v elektronegativitě nejvíce liší. Z trojice prvků Ge, C a Si je to germanium Ge. Nejvíce polární je tedy vazba Ge–F.

II. Všechny uvedené vazby jsou vazby s vodíkem. Z trojice prvků H, S a O je od vodíku nejdál kyslík O. Nejvíce polární je tedy vazba H–O.

III. Všechny uvedené vazby jsou vazby s chlorem. Z trojice prvků Ge, Si a Ti je od chloru nejdále titan Ti. Nejvíce polární je tedy vazba Ti–Cl.

Téma 7 úkol 2

Zadání:

Určete, jakou strukturu A-G budou mít sloučeniny I-IV:

- A tetraedr
- B trigonální bipyramida
- C lineární
- D lomená molekula, tvar písmene V
- E čtvercová pyramida
- F pentagonální bipyramida
- G oktaedr

I) CF_4 : ____

Správné řešení: A

II) IF_5 : ____

Správné řešení: E

III) AsF_5 : ____

Správné řešení: B

IV) H_2O : ____

Správné řešení: D

Řešení:

I) CF_4 :

Je třeba nejdříve napsat **Lewisovu strukturu molekuly**. Postupujte následovně:

1. Spočítejte **valenční elektrony** všech atomů, u CF_4 : má C 4 valenční elektrony a každý atom F má 7 valenčních elektronů. Tedy $4+7+7+7+7 = 32$ elektronů.
2. Použijte **páry elektronů na jednoduché vazby**, u CF_4 jsou celkem **čtyři vazby** C–F. Na každou vazbu potřebujeme jeden pár elektronů, tedy na 4 vazby jsou třeba 4 páry elektronů, tedy 8 elektronů.
3. Spočítejte **zbývající elektrony**, u CF_4 nám tedy zbývá $32 - 8 = 24$ elektronů, tedy 12 elektronových párů.
4. Umístěte zbývající elektronové páry tak, abyste zajistili **duet u vodíku a oktet pro další prvky**, u CF_4 už C oktet má, je totiž obklopen čtyřmi vazbami po dvou elektronech. Ještě musíme zajistit oktet atomům F a to tak, že každému doplníme 3 elektronové páry.

Pro určení struktury molekuly pak použijeme **model VSEPR**.

1. Nejprve si nakreslete **Lewisovu strukturu molekuly**.
2. Dále spočítejte počet **obsazených směrů** (= počet volných elektronových párů a počet vazeb, bez ohledu na násobnost). Vyberte příslušný polyedr s daným počtem vrcholů.

Umístěte vazby a volné elektronové páry v polyedru tak, abyste minimalizovali repulzi. U CF_4 jsou 4 vazebné elektronové páry – ty se podílejí na vazbě s atomy F, nejsou zde žádné volné elektronové páry.

3. Z pozice atomů určete **strukturu molekuly**. U CF_4 jde tedy o **tetraedr (možnost A)**.

Analogicky postupujte u sloučenin II-IV. Dostanete tak následující struktury: pro IF_5 **čtvercová pyramida (možnost E)**, pro AsF_5 **trigonální bipyramida (možnost B)** a pro H_2O **tvář písmene V (možnost D)**.

Téma 7 úkol 3

Zadání:

Jaká je očekávaná hybridizace centrálního atomu v molekule SeF_6 :

- a) sp^3
- b) sp
- c) d^2sp^3
- d) sp^2
- e) dsp^3

Správné řešení: c

Řešení:

Nakreslete si **Lewisovu strukturu molekuly**. V molekule SeF_6 je kolem centrálního atomu selenu 6 párů elektronů, které se podílejí na vazbě mezi selenem a fluorem. Na selenu není žádný nevazebný elektronový pár.

Očekávanou strukturou podle modelu **VSEPR** bude **oktaedr**.

Hybridizace centrálního atomu bude d^2sp^3 - šest atomových orbitalů poskytne pro hybridizaci šest hybridních orbitalů ($2 \times d + 1 \times s + 3 \times p$).

Téma 8 úkol 1

Zadání:

Z následujících sloučenin vyberte, takové, které mají nenulový dipólový moment:

O_2 , HBr , CO_2 , CF_4 a H_2O :

- a) HBr , CF_4 , H_2O
- b) O_2 , CO_2 , CF_4
- c) O_2 , CO_2
- d) HBr , H_2O

Správné řešení: d

Řešení:

O molekule, která má oddělené centrum kladného a záporného náboje, říkáme, že má **dipólový moment**.

Nejprve určete směr vazebných polarit, a pak rozhodněte, zda daná molekula má, či nemá dipólový moment.

O_2 : Dva kyslíkové atomy sdílejí elektrony rovnoměrně. V molekule se tedy nevyskytuje žádná vazebná polarita a molekula tedy nemá dipólový moment.

HBr : Elektronegativita bromu je větší než vodíku, tudíž brom má částečný záporný náboj a vodík částečný kladný. Molekula HBr tedy **má** dipólový moment.

CO_2 : Molekula je lineární, každý kyslík nese částečný záporný náboj, uhlík má částečný kladný náboj. Opačné vazebné polarity se vykompenzují, molekula tedy nemá dipólový moment.

CF_4 : Molekula je tetraedr se čtyřmi stejnými polárními vazbami C-F. Vazebné polarity se vykompenzují, molekula tedy nemá dipólový moment.

H_2O : Molekula vody má tvar písmene V. Vazby O-H jsou polární. Molekula **má** dipólový moment, který je dán vektorovým součtem dipolových momentů vazeb.

Téma 8 úkol 2

Zadání:

Pro postupné zaplňování molekulových orbitalů elektrony neplatí pravidlo:

- a) Pauliho princip
- b) Lambert-Beerův zákon
- c) Hundovo pravidlo
- d) Výstavbový princip

Správné řešení: b

Řešení:

Pravidla pro zaplňování molekulových orbitalů jsou:

- **Výstavbový princip** (něm. Aufbau)
- **Hundovo pravidlo**
- **Pauliho princip**

Jedná se o stejná pravidla jako pro obsazování atomových orbitalů.

Kdežto v možnostech uvedený Lambert-Beerův zákon se nezabývá zaplňováním orbitalů elektrony, ale využili byste jej při analýze absorpce záření.

Téma 8 úkol 3

Zadání:

Kde mají π molekulové orbitály oblast nejvyšší pravděpodobnosti výskytu elektronů?

- a) vždy kolmo na spojnici jader
- b) mimo spojnici mezi oběma jádry
- c) nelze obecně určit
- d) na spojnici mezi oběma jádry

Správné řešení: b

Řešení:

Molekulové orbitály jsou vytvořeny z valenčních orbitalů atomů, které se podílejí na tvorbě vazby.

Molekulové orbitály rozdělujeme dvěma způsoby.

1. Podle jejich energie.
2. Podle jejich symetrie.
 - σ molekulové orbitály - maximum elektronové hustoty je **na spojnici** mezi oběma jádry
 - π molekulové orbitály - maximum elektronové hustoty se nachází **mimo spojnici** mezi oběma jádry a na spojnici je nulová

Téma 9 úkol 1

Zadání:

Uvažujte atom v základním stavu. Určete multiplicitu 10 elektronů v orbitalu 4f:

- a) 10
- b) 3
- c) 4
- d) 5

Správné řešení: d

Řešení:

Multiplicitu M můžeme určit jako $M = 2S + 1$, kde S je součet nepárových spinů ($1/2$) v atomu či molekule.

Do orbitalu 4f správně umístíme 10 elektronů, použijeme k tomu zejména Hundovo pravidlo a Pauliho princip. Dostaneme tak 4 nepárové spiny,

$$\text{tedy } S = 4 \cdot \frac{1}{2} = 2.$$

Nyní již můžeme dosadit do vztahu:

$$M = 2S + 1 = 2 \cdot 2 + 1 = 5$$

Hodnota multiplicity je tedy 5.

Téma 9 úkol 2

Zadání:

Uvažujte jednoduchou vazbu mezi atomy uhlíku v ethanu, dvojnou vazbu mezi atomy uhlíku v ethenu a trojnou vazbu mezi atomy uhlíku v ethynu. Vyberte nesprávné tvrzení o těchto vazbách mezi atomy uhlíku:

- a) Délka trojné vazby je menší než délka dvojné vazby.
- b) Dvojná vazba je tvořena buď dvěma vazbami σ , nebo dvěma vazbami π .
- c) Vazebná energie trojné vazby je menší než trojnásobek energie jednoduché vazby.
- d) Trojná vazba je tvořena jednou vazbou σ a dvěma vazbami π .

Správné řešení: b

Řešení:

Jednoduchá vazba mezi atomy uhlíku v molekule ethanu je tvořena vazbou σ , **dvojná vazba** v molekule ethenu pak jednou vazbou σ a jednou vazbou π a **trojná vazba** v molekule ethynu jednou vazbou σ a dvěma vazbami π . Tvrzení **b)** je tedy nesprávné. A možnost **d)** je správná.

Délky vazeb mezi atomy uhlíku

typ vazby	délka vazby (pm)
jednoduchá	154
dvojná	134
trojná	120

Pro délky vazeb tedy platí, že dvojná vazba je kratší než jednoduchá vazba, trojná vazba je kratší než dvojná vazba. Možnost **a)** je tudíž správná.

Energie vazeb mezi atomy uhlíku

typ vazby	vazebná energie (kJ mol^{-1})
jednoduchá	347
dvojná	614
trojná	839

Pro energii dvojné vazby tedy platí, že je menší než dvojnásobek jednoduché vazby. A vazebná energie trojné vazby je menší než trojnásobek energie jednoduché vazby. Tvrzení **c)** je tedy správné.

Téma 9 úkol 3

Zadání:

Určete, jaká je vlnová délka záření emitovaného při přechodu atomu prvku z excitovaného do základního stavu, jestliže je energetický rozdíl mezi excitovaným a základním stavem jednoho molu atomů tohoto prvku $1,87 \cdot 10^5 \text{ J}$?

- a) 639 nm
- b) 826 nm
- c) 756 nm
- d) 683 nm

Správné řešení: a

Řešení:

V zadání je uveden energetický rozdíl mezi excitovaným a základním stavem **jednoho molu** atomů daného prvku. My však potřebujeme znát energetický rozdíl vztahený na **jeden atom**. Energetický rozdíl odpovídající jednomu molu proto vydělíme počtem atomů v jednom molu. Počet částic v jednom molu nám udává Avogadrova konstanta.

$$\Delta E_{ATOM} = \frac{\Delta E_{MOL}}{N_A}, \text{ kde } N_A \text{ je Avogadrova konstanta, } N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta E_{ATOM} = \frac{1,87 \cdot 10^5}{6,022 \cdot 10^{23}} = 3,11 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Vztah mezi **kvantem energie** a vlnovou délkou můžeme odvodit jednoduše takto:

$$\Delta E = h\nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}, \text{ kde}$$

h je **Planckova konstanta**, $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$,

ν je frekvence,

λ je vlnová délka.

Hledanou **vlnovou délkou** tedy vyjádříme jako $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$.

Nyní již můžeme jen dosadit:

$$\lambda = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,11 \cdot 10^{-19}}$$

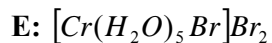
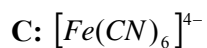
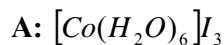
$$\lambda = 639 \text{ nm}$$

Vlnová délka popsaného záření je tedy 639 nm.

Téma 10 úkol 1

Zadání:

Z následujících koordinačních sloučenin A-E vyberte takové, jejichž centrální atom má oxidační číslo +III:



a) A, B, D, E

b) A, B, E

c) A, C, D, E

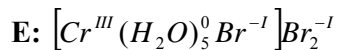
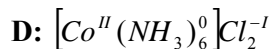
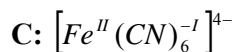
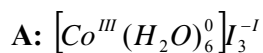
d) C, D

Správné řešení: b

Řešení:

Abychom mohli určit správné **oxidační číslo centrálního atomu**, je nutné spočítat **náboje všech ligandů**.

Zde máte jednotlivé sloučeniny A-E doplněné o oxidační čísla:



Oxidační číslo +III mají centrální atomy sloučenin A, B a E, tedy možnost b).

Téma 10 úkol 2

Zadání:

Vyberte možnost, ve které názvu odpovídá správný vzorec:

- a) bromid aquatrikarbonylplatnatý: $[Pt(H_2O)(CO_2)_3]Br_2$
- b) tetrajodoplatnatán tetraammindijodoplatnatý: $[Pt(NH_3)I_2PtI_4]$
- c) chlorid pentaamminchlorokobaltitý: $[Co(NH_3)Br]Cl$
- d) hexachloroplatnatán draselný: $K_4[PtCl_6]$

Správné řešení: d

Řešení:

Zde je uveden ke každému názvu správný vzorec:

a) **bromid aquatrikarbonylplatnatý:** $[Pt(H_2O)(CO)_3]Br_2$

Karbyl není CO_2 , ale CO .

b) **tetrajodoplatnatán tetraammindijodoplatnatý:** $[Pt(NH_3)I_2][PtI_4]$

Komplexní kationt i komplexní aniont musí být v hranatých závorkách.

c) **chlorid pentaamminbromokobaltitý:** $[Co^{III}(NH_3)_5Br]Cl_2^{-I}$

Pokud si správně doplníme oxidační čísla, zjistíme, že aby byla molekula neutrální, musí sloučenina obsahovat 2 chloridové anionty.

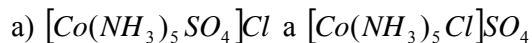
d) **hexachloroplatnatán draselný:** $K_4[PtCl_6]$

Tento vzorec odpovídá názvu.

Téma 10 úkol 3

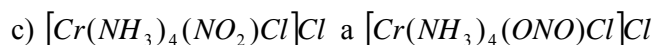
Zadání:

Vyberte, u které dvojice izomerů je uveden nesprávný typ izomerie:

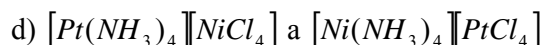


konstituční izomerie, konkrétně ionizační

b) *cis*-tetraammindichlorokobaltitý kationt a *trans*-tetraammindichlorokobaltitý kationt
prostorová izomerie, konkrétně geometrická



konstituční izomerie, konkrétně vazebná



prostorová izomerie, konkrétně koordinační

Správné řešení: d

Řešení:

V koordinační chemii rozlišujeme izomerii:

1. konstituční (strukturní),
2. prostorovou (stereoizomerii).

Konstituční (strukturní) izomerie:

- vazebná
- koordinační
- ionizační

Prostorová (stereoizomerie) izomerie:

- geometrická
- optická

U možnosti d) jsou sloučeniny sice koordinačními izomery – tu však řadíme do konstituční izomerie, proto je tato varianta nesprávná.

Téma 11 úkol 1

Zadání:

Seřad'te následující typy vazeb podle vzrůstající síly:

dipol-dipolová vazba, kovalentní vazba, Londonovy disperzní síly, vodíková vazba

- a) kovalentní vazba - vodíková vazba - dipol-dipolová vazba - Londonovy disperzní síly
- b) dipol-dipolová vazba - Londonovy disperzní síly - vodíková vazba - kovalentní vazba
- c) Londonovy disperzní síly - dipol-dipolová vazba - vodíková vazba - kovalentní vazba
- d) vodíková vazba - Londonovy disperzní síly - dipol-dipolová vazba - kovalentní vazba

Správné řešení: c

Řešení:

Obecně platí, že nejslabší jsou **Londonovy disperzní síly**, o něco silnější je **dipol-dipolová vazba**, dále pak následuje **vodíková vazba**. Nejsilnějším typem vazby z uvedených je **vazba kovalentní**.

Pouze pro doplnění je zde uvedena tabulka s energiemi jednotlivých vazeb:

Typ vazby	Energie, kJ mol ⁻¹
Londonovy disperzní síly	méně než 5
dipol-dipolová vazba	2-10
vodíková vazba	10-50
kovalentní vazba	200-1000

Téma 11 úkol 2

Zadání:

Vyberte nesprávné tvrzení o mezimolekulových silách:

- a) Vodíková vazba se může objevit ve struktuře proteinů (= bílkovin).
- b) Mezi molekulami vody jsou přítomny vodíkové můstky.
- c) Vodíkovou vazbu tvoří vodík jen s prvky s nízkou elektronegativitou.
- d) Mezi atomy vzácných plynů a mezi nepolárními molekulami jsou často Londonovy disperzní síly.

Správné řešení: c

Řešení:

Významné typy mezimolekulových sil:

- **Londonovy disperzní síly** – síly, které existují mezi atomy vzácných plynů a také mezi nepolárními molekulami. Jejich velikost závisí na polarizovatelnosti molekul. Vznikají vzájemným působením mezi dočasnými dipólovými momenty.
- **dipol-dipolová vazba** - vazba, která existuje mezi molekulami, které mají tzv. permanentní dipólový moment. To jsou takové molekuly, u kterých je v důsledku rozdílu elektronegativity atomů ve vazbě na jednom atomu částečný kladný náboj a na druhém atomu částečný záporný náboj.
- **vodíková vazba** – vazba mezi molekulami, v nichž je vodík vázán k prvku s vysokou elektronegativitou.

Téma 11 úkol 3

Zadání:

Určete, jakým typem vazby jsou vzájemně vázány dusíkaté báze adenin s thyminem a guanin s cytosinem ve struktuře DNA:

- a) Londonovy disperzní síly
- b) vodíkové vazby
- c) kovalentní vazby
- d) iontové vazby

Správné řešení: b

Řešení:

Již ze střední školy víte, že DNA obsahuje čtyři dusíkaté báze – adenin, thymin, guanin a cytosin.

Adenin s thyminem se pojí dvěma **vodíkovými vazbami** a guanin s cytosinem třemi **vodíkovými vazbami**.

Téma 12 úkol 1

Zadání:

K analýze krystalu bylo použito rentgenovo záření ($\lambda = 2,63 \text{ \AA}$), které bylo difraktováno pod úhlem $15,55^\circ$. Vypočítejte mezirovinnou vzdálenost d za předpokladu, že se jednalo o difrakci prvního řádu ($n = 1$):

- a) 263 pm
- b) 491 pm
- c) 386 pm
- d) 429 pm

Správné řešení: b

Řešení:

K určení mezirovinné vzdálenosti d použijeme **Braggovu rovnici**:

$$n\lambda = 2d \sin \theta, \text{ kde}$$

n je řád difrakce,

λ je vlnová délka rentgenova záření,

d je mezirovinná vzdálenost,

θ je úhel dopadu (resp.odrazu).

Z Braggovy rovnice si tedy vyjádříme **mezirovinné vzdálenosti d** :

$$d = \frac{n\lambda}{2 \sin \theta}$$

Nyní můžeme vše dosadit:

$$n = 1$$

$$\lambda = 2,63 \text{ \AA} = 2,63 \cdot 10^{-10} \text{ m (1 \AA = } 10^{-10} \text{ m)}$$

$$\theta = 15,55^\circ$$

Tedy:

$$d = \frac{1 \cdot 2,63 \cdot 10^{-10}}{2 \sin 15,55}$$

$$d = 4,91 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 491 \text{ pm}$$

Téma 12 úkol 2

Zadání:

Uvažujte kubickou plošně centrovanou mřížku. Určete, kolik uzlových bodů obsahuje základní buňka.

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 6

Správné řešení: c

Řešení:

Víte, že v **kubické plošně centrované mřížce** jsou **uzlové body** umístěny ve vrcholech krychle a ve středu všech jejích stěn.

Každý **uzlový bod**, který se nachází ve vrcholu krychle, sdílí 8 krychlí, tedy právě $\frac{1}{8}$ **uzlového bodu** leží uvnitř každé základní buňky. Jelikož má krychle 8 vrcholů, pak v jedné základní buňce je $\left(8 \cdot \frac{1}{8}\right)$, tedy **1 uzlový bod**.

Dále nesmíme zapomenout na **uzlové body** ve středu každé stěny. Ty jsou vždy sdíleny dvěma základními buňkami, takže právě $\frac{1}{2}$ **uzlového bodu** leží uvnitř každé základní buňky.

Jelikož krychle má 6 stěn, pak na jednu základní buňku připadá $\left(6 \cdot \frac{1}{2}\right)$, tedy **3 uzlové body**.

Tedy dohromady:

$$\left(8 \cdot \frac{1}{8}\right) + \left(6 \cdot \frac{1}{2}\right) = 4$$

Proto tedy na jednu základní buňku kubické plošně centrované mřížky připadají **celkem** právě **4 uzlové body**.

$$\left(8 \cdot \frac{1}{8}\right) + \left(6 \cdot \frac{1}{2}\right) = 4$$

Téma 12 úkol 3

Zadání:

Iridium krystaluje v kubické plošně centrované mřížce. Délka hrany základní buňky je 383,3 pm. Určete hustotu krystalického iridia.

- a) 12,39 g cm⁻³
- b) 10,74 g cm⁻³
- c) 26,98 g cm⁻³
- d) 22,68 g cm⁻³

Správné řešení: d

Řešení:

Hustota je hmotnost vztažená na určitou jednotku objemu.

Známe délku hrany krychle základní buňky: $a = 383,3 \text{ pm}$. **Objem základní buňky** je a^3 , tedy $(383,3 \text{ pm})^3$, neboli $5,63 \cdot 10^7 \text{ pm}^3$. Převedeme na cm^3 a dostaneme objem **$5,63 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$** .

Dále určíme, kolik atomů Ir připadá na jednu základní buňku kubické plošně centrované mřížky. Jelikož v této mřížce leží atomy ve vrcholech krychle a ve středu všech jejích stěn, pak **na jednu základní buňku** připadají právě **4 částice**:

$$\left(8 \cdot \frac{1}{8}\right) + \left(6 \cdot \frac{1}{2}\right) = 4$$

Toto znamená, že právě 4 atomy iridia jsou obsaženy v objemu $5,63 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$.

Dále víme, že 1 mol iridia má hmotnost 192,217 g. A že každý 1 mol částic obsahuje $6,022 \cdot 10^{23}$ částic (toto nám uvádí **Avogadrova konstanta**).

Tedy **1 atom iridia** má **hmotnost: $192,217 / 6,022 \cdot 10^{23}$** . Po vynásobení **čtyřmi** pak dostaneme hmotnost čtyř atomů iridia.

Hustota krystalického iridia je tedy podle vztahu $\rho = \frac{m}{V}$:

$$\rho = \frac{4 \cdot (192,217 / 6,022 \cdot 10^{23})}{5,63 \cdot 10^{-23}} = 22,68 \text{ g cm}^{-3}$$

Téma 13 úkol 1

Zadání:

Určete, jaká část objemu základní buňky kubické plošně centrované mřížky je obsazena atomy, pokud budou na uzlových bodech umístěny např. atomy mědi.

- a) 52 %
- b) 68 %
- c) 74 %
- d) 76 %

Správné řešení: c

Řešení:

K tomu, abychom mohli určit zaplnění prostoru základní buňky, potřebujeme znát:

- ❖ objem atomů, které daná základní buňka obsahuje,
- ❖ objem základní buňky.

1. Objem atomů, které daná základní buňka obsahuje

Nejprve určíme, kolik částic připadá na jednu základní buňku kubické plošně centrované mřížky. Jelikož v této mřížce jsou částice ve vrcholech krychle a ve středu všech jejích stěn, pak na jednu základní buňku připadají právě 4 částice:

$$\left(8 \cdot \frac{1}{8}\right) + \left(6 \cdot \frac{1}{2}\right) = 4$$

Atomy mají tvar koule, takže objem jednoho atomu o poloměru r je $\frac{4}{3}\pi r^3$. Objem všech čtyř

atomů je tedy $4 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{16}{3}\pi r^3$.

2. Objem základní buňky

Délku hrany krychle a si musíme vyjádřit pomocí poloměru atomů r . Atomy se v základní buňce kubické plošně centrované mřížky dotýkají podél stěnové úhlopříčky. Jestliže je tedy délka hrany a , pak délka této stěnové úhlopříčky je podle Pythagorovy věty $\sqrt{2}a$, což je zároveň délka čtyř poloměrů atomů. Tedy $\sqrt{2}a = 4r$.

Z toho vyplývá, že délku hrany krychle můžeme pomocí poměru atomu vyjádřit jako

$$a = \frac{4r}{\sqrt{2}}.$$

Objem krychle o délce hrany a je a^3 , tedy vyjádřeno pomocí poloměru $\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3 = \frac{64r^3}{2\sqrt{2}}$.

Nyní již můžeme určit **zaplnění prostoru základní buňky**:

$$\text{objem atomů} / \text{objem základní buňky} = \frac{\frac{16\pi}{3} r^3}{\frac{64}{2\sqrt{2}} r^3} = 0,74, \text{ tedy po vynásobení stem}$$

v procentech **74 %**.

Téma 13 úkol 2

Zadání:

Z látek A-H vyberte takové, které tvoří iontové krystaly:

A suchý led (CO_2)

B KBr

C diamant

D led

E Ag

F $NaCl$

G Fe

H $CsCl$

a) B, F, H

b) A, D

c) E, G

d) A, C

Správné řešení: a

Řešení:

Základní rozdělení krystalických látek:

typ krystalu	částice	typ vazby
kovový	atomy kovu	kovová
iontový	kationty a anionty	elektrostatické interakce
kovalentní	atomy	kovalentní
molekulární	molekuly	van der Waalsovy a vodíkové interakce

Zde je u každé z látek uveden správný typ krystalu:

A suchý led (CO_2): molekulární

B KBr : **iontový**

C diamant: kovalentní

D led: molekulární

E Ag : kovový

F $NaCl$: **iontový**

G Fe : kovový

H $CsCl$: **iontový**

Téma 13 úkol 3

Zadání:

Vyberte možnost, v níž je u každé látky uveden správný typ krystalu, který tvoří:

- a) grafit – molekulární, Au – kovový, CsCl – iontový
- b) CaF₂ – molekulární, diamant – kovalentní, Fe – kovový
- c) NaOH – iontový, Ag – kovový, suchý led (CO₂) - kovalentní
- d) led – molekulární, Cu – kovový, LiF – iontový

Správné řešení: d

Řešení:

Zde je u každé látky uveden **správný typ krystalu**:

- a) grafit – **ne molekulární**, ale **kovalentní**, Au – kovový, CsCl – iontový
- b) diamant - kovalentní, Fe – kovový, CaF₂ – **ne molekulární**, ale **iontový**
- c) NaOH – iontový, Ag – kovový, suchý led (CO₂) – **ne kovalentní**, ale **molekulární**
- d) led – molekulární, Cu – kovový, LiF – iontový

Téma 14 úkol 1

Zadání:

Určete, kolik tepla se uvolní, nebo je nutné dodat, jestliže reaguje 2,30 g železa s nadbytkem kyslíku?

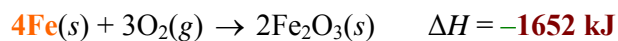


- a) uvolní se 17 kJ
- b) uvolní se 13 kJ
- c) je nutné dodat 17 kJ
- d) je nutné dodat 24 kJ

Správné řešení: a

Řešení:

Víme, že pokud reagují **4 moly železa**, **uvolní se právě 1652 kJ**. Všimněte si, že záporné znaménko značí **exotermickou reakci**, tedy proces, při kterém se **energie uvolňuje**.



Sestavíme si trojčlenku:

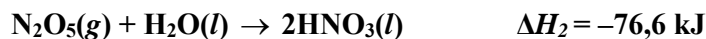
$$\begin{array}{r} 4 \cdot 55,85 \text{ g Fe} \dots\dots -1652 \text{ kJ} \\ \underline{2,30 \text{ g Fe} \dots\dots\dots x \text{ kJ}} \\ x = -17 \text{ kJ} \end{array}$$

Jestliže reaguje 2,30 g železa s nadbytkem kyslíku, uvolní se 17 kJ tepla.

Téma 14 úkol 2

Zadání:

Vypočítejte ΔH reakce $2\text{N}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$, znáte-li tepelná zabarvení reakcí:



- a) $\Delta H = 136 \text{ kJ}$
- b) $\Delta H = 28,4 \text{ kJ}$
- c) $\Delta H = -86,0 \text{ kJ}$
- d) $\Delta H = -476 \text{ kJ}$

Správné řešení: b

Řešení:

Použijeme **Hessovy zákony**.

První Hessův zákon nám říká, že tepelný efekt reakce v jednom směru a v opačném směru je číselně stejný, liší se pouze **znaménkem**.

Druhý Hessův zákon můžeme formulovat tak, že výsledné reakční teplo jakékoli reakce se rovná součtu reakčních tepel soustavy reakcí, jejichž součet je ekvivalentní celkové reakci.

Díličí reakce uvedené v zadání tedy upravíme v souladu s Hessovými zákony tak, aby jejich součet poskytoval požadovanou reakci. Tedy:

První rovnici **obrátime** a vynásobíme **dvěma**:



Druhou rovnici taktéž **obrátime** a vynásobíme **dvěma**:



Třetí rovnici pak jen vynásobíme **dvěma**:



$$\Delta H = -2 \Delta H_1 - 2 \Delta H_2 + 2 \Delta H_3$$

$$\Delta H = (-2) \cdot (-285,8) + (-2) \cdot (-76,6) + 2 \cdot (-348,2) = 28,4 \text{ kJ}$$

Téma 14 úkol 3

Zadání:

Vypočítejte ΔH_r^0 pro následující reakci: $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$.

látká	ΔH_f^0 (kJ mol ⁻¹)
NH ₃ (g)	-46
HCl(g)	-92
NH ₄ Cl(s)	-314

- a) -176 kJ
- b) +176 kJ
- c) -467 kJ
- d) +371 kJ

Správné řešení: a

Řešení:

Reakční enthalpii můžeme určit **z enthalpií slučovacích** podle následujícího vztahu:

$$\Delta H_r^0 = \sum n_{\text{prod}} \Delta H_f^0 (\text{Produkty}) - \sum n_{\text{reakt}} \Delta H_f^0 (\text{Reaktanty}), \text{ kde}$$

n jsou **stechiometrické koeficienty**.

Pokud správně do vztahu dosadíme, dostaneme:

$$\Delta H_r^0 = [1 \text{ mol } (\Delta H(\text{NH}_4\text{Cl}))] - [1 \text{ mol } (\Delta H(\text{NH}_3)) + 1 \text{ mol } (\Delta H(\text{HCl}))]$$

$$\Delta H_r^0 = [1 \text{ mol } (-314 \text{ kJ mol}^{-1})] - [1 \text{ mol } (-46 \text{ kJ mol}^{-1}) + 1 \text{ mol } (-92 \text{ kJ mol}^{-1})]$$

$$\Delta H_r^0 = -176 \text{ kJ}$$

Téma 15 úkol 1

Zadání:

Vypočítejte ΔS^0 pro následující reakci: $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{Fe}(s) + 3\text{H}_2\text{O}(g)$.

látka	S^0 ($\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$)
$\text{Fe}_2\text{O}_3(s)$	90
$\text{H}_2(g)$	131
$\text{Fe}(s)$	27
$\text{H}_2\text{O}(g)$	189

- a) 138 J K^{-1}
- b) 243 J K^{-1}
- c) 453 J K^{-1}
- d) 178 J K^{-1}

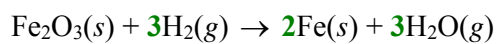
Správné řešení: a

Řešení:

Reakční entropii určíme podle následujícího vztahu:

$$\Delta S_r^0 = \sum n_{\text{prod}} S^0(\text{Produkty}) - \sum n_{\text{reakt}} S^0(\text{Reaktanty}), \text{ kde}$$

n jsou **stechiometrické koeficienty**.



Pokud správně do vztahu dosadíme, dostaneme:

$$\Delta S_r^0 = [2(27) + 3(189)] - [90 + 3(131)]$$

$$\Delta S_r^0 = 138 \text{ J K}^{-1}$$

Téma 15 úkol 2

Zadání:

Určete, který z následujících procesů není za konstantní teploty a tlaku spontánní:

- a) $\Delta H = -10 \text{ kJ}$, $\Delta S = -10 \text{ J K}^{-1}$, $T = 200 \text{ K}$
- b) $\Delta H = -10 \text{ kJ}$, $\Delta S = +5 \text{ J K}^{-1}$, $T = 298 \text{ K}$
- c) $\Delta H = +25 \text{ kJ}$, $\Delta S = +100 \text{ J K}^{-1}$, $T = 300 \text{ K}$
- d) $\Delta H = +25 \text{ kJ}$, $\Delta S = +5 \text{ J K}^{-1}$, $T = 300 \text{ K}$

Správné řešení: d

Řešení:

Určitý děj je **spontánní** za stálého tlaku a teploty právě tehdy, pokud je hodnota **Gibbsovy volné energie ΔG záporná**.

Pro jednotlivé procesy tedy vypočítáme ΔG podle vztahu: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.

Konkrétně tedy:

pro a) $\Delta H = -10 \text{ kJ}$, $\Delta S = -10 \text{ J K}^{-1}$, $T = 200 \text{ K}$
 $\Delta G = -10000 - 200(-10) = -8000 \text{ J} \rightarrow \Delta G < 0 \rightarrow$ **spontánní děj**

pro b) $\Delta H = -10 \text{ kJ}$, $\Delta S = +5 \text{ J K}^{-1}$, $T = 298 \text{ K}$

$\Delta G < 0 \rightarrow$ **spontánní děj**

pro c) $\Delta H = +25 \text{ kJ}$, $\Delta S = +100 \text{ J K}^{-1}$, $T = 300 \text{ K}$
 $\Delta G < 0 \rightarrow$ **spontánní děj**

pro d) $\Delta H = +25 \text{ kJ}$, $\Delta S = +5 \text{ J K}^{-1}$, $T = 300 \text{ K}$
 $\Delta G > 0 \rightarrow$ **není to spontánní děj**

Spontánním dějem tedy **není** proces d).

Téma 15 úkol 3

Zadání:

Exotermní reakce $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \leftrightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ dosáhla rovnovážného stavu. Který z následujících případů způsobí posun rovnováhy doleva?

- a) odstranění oxidu uhličitého
- b) přidání vodní páry
- c) zvýšení teploty
- d) tlak je zvýšen zmenšením objemu reakční nádoby
- e) tlak je zvýšen přidáním plynného helia

Správné řešení: c

Řešení:

Pro posouzení vlivu jednotlivých změn na chemickou rovnováhu použijeme tzv. **LeChatelierův princip**. Tento princip nám umožňuje kvalitativně předpovídat, jakým směrem se posune rovnováha, jestliže se změní koncentrace, tlak či teplota daného rovnovážného systému.

Obecně tento princip říká, že jestliže dojde v rovnovážném systému ke změně, bude endence **k reakci v tom směru, který efekt této změny sníží**.

a) odstranění oxidu uhličitého

pokud je produkt odebrán z reakčního systému, pak se rovnováha posune ve směru, který zvyšuje koncentraci této látky → **posun doprava**

b) přidání vodní páry

jestliže je reaktant přidán do reakčního systému, pak se rovnováha posune ve směru, který snižuje koncentraci této látky → **posun doprava**

c) zvýšení teploty

jedná se o exotermní reakci → **posun doleva**

d) tlak je zvýšen zmenšením objemu reakční nádoby

jestliže se objem nádoby uchovávající plynný systém zmenšen, systém se bude snažit redukovat vlastní objem – a to snížením celkového počtu plynných molekul v systému → rovnováha se tedy posune ve směru nižšího počtu plynných látek, v daném případě je počet molů plynných látek na obou stranách rovnice totožný → **žádný posun**

e) tlak je zvýšen přidáním plynného helia

helium je inertní plyn, neúčastní se tedy reakce a tudíž se nemění počet molů ani na levé ani na pravé straně rovnice → **žádný posun**

Téma 16 úkol 1

Zadání:

Vyberte nesprávné tvrzení:

- a) Čím vyšší je aktivační energie určité reakce, tím pomaleji reakce za dané teploty probíhá.
- b) Nejrychlejší krok v reakčním mechanismu určuje rychlost reakce.
- c) Série jednotlivých kroků, ve kterých se reakce uskutečňuje, nazýváme reakční mechanismus.
- d) Rychlost reakce definujeme jako změnu koncentrace reaktantů nebo produktů za jednotku času.

Správné řešení: b

Řešení:

Výše uvedená tvrzení se zabývají **chemickou kinetikou**, tedy oblastí chemie, která se zaměřuje na rychlost chemické reakce a faktory, které ji ovlivňují.

Rychlost chemické **reakce** můžeme definovat jako změnu koncentrace reaktantů nebo produktů za jednotku času.

Jedním z konkrétních úkolů chemické kinetiky je pochopit kroky, ve kterých určitá reakce probíhá. Tuto sérii kroků označujeme jako **reakční mechanismus**. Právě pochopení mechanismu nám umožňuje najít způsoby k uskutečnění reakce.

Nesprávné tvrzení je varianta **b)**, protože v reakčním mechanismu určuje rychlost reakce **nejpomalejší** krok. Tedy jinými slovy reakce může být jen tak rychlá, jako je její nejpomalejší krok.

Chemická reakce obvykle probíhá **rychleji**, jestliže **vzroste teplota**. Další možnost, jak reakci urychlit, je **snižet její aktivační energii**. Na tomto principu pak fungují i **katalyzátory**.

Téma 16 úkol 2

Zadání:

Jistá reakce prvního řádu má poločas 30 min. Vypočítejte rychlostní konstantu této reakce.

- a) $3,85 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
- b) $4,15 \cdot 10^{-4} \text{ s}$
- c) $3,85 \cdot 10^{-4} \text{ s}$
- d) $2,32 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

Správné řešení: a

Řešení:

Poločas reakce je čas potřebný k tomu, aby reaktanty dosáhly poloviny původní koncentrace. Značíme jej $t_{1/2}$.

Pro poločas reakce 1. řádu platí následující vztah, kde k je **rychlostní konstanta** reakce:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

Ze vztahu si tedy rychlostní konstantu k vyjádříme:

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

Nyní již jen ve vhodně zvolených jednotkách dosadíme. $t_{1/2} = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$

$$k = \frac{\ln 2}{1800}$$

$$k = 3,85 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

Téma 16 úkol 3

Zadání:

Vyberte nesprávné tvrzení:

- a) Homogenní katalyzátor je ve stejné fázi jako reagující molekuly, kdežto heterogenní katalyzátor je ve fázi odlišné.
- b) Významnými biologickými katalyzátory jsou enzymy.
- c) Katalyzátor urychluje reakci a to tím způsobem, že vede reakci cestou s vyšší aktivační energií.
- d) Katalyzátor urychluje chemickou reakci, aniž by se sám spotřebovával.

Správné řešení: c

Řešení:

Katalyzátor je látka, která zvyšuje rychlost chemické reakce, ale sama se při reakci nespotřebovává. Katalyzátor reakci urychlí, aniž by vzrostla teplota. Vede totiž reakci novou cestou a to cestou **s nižší aktivační energií**.

Katalyzátory dělíme na homogenní a heterogenní. **Homogenní katalyzátor** je ve stejné fázi jako reagující molekuly, **heterogenní katalyzátor** je v odlišné fázi.

Víme, že rychlost reakce dramaticky roste s teplotou. Jestliže určitá reakce neprobíhá za normální teploty dostatečně rychle, můžeme reakci urychlit zvýšením teploty. Lidské tělo má však téměř konstantní teplotu. Mnoho složitých biochemických reakcí nezbytných pro náš život by probíhalo za této teploty příliš pomalu. Naštěstí tělo obsahuje látky zvané **enzymy**, které fungují jako katalyzátory a zvyšují rychlost těchto reakcí.

Téma 17 úkol 1

Zadání:

Vyberte nesprávné tvrzení:

- a) Mezi významné vlastnosti kapalin patří jejich povrchové napětí a viskozita.
- b) Fázový diagram pro určitou látku naznačuje, v jaké fázi je tato látka za určité teploty a tlaku.
- c) Kapaliny mají ve srovnání s plyny vysokou hustotu.
- d) Fázový diagram popisuje podmínky a děje v otevřeném systému.

Správné řešení: d

Řešení:

Mezi významné vlastnosti kapalin patří jejich **nízká stlačitelnost** a **vysoká hustota** ve srovnání s plyny, dále **povrchové napětí** a **viskozita**.

Fázový diagram je způsob prezentující fáze dané látky jako funkci teploty a tlaku. Připomínáme, že fázový diagram popisuje podmínky a děje v **uzavřeném systému**.

Téma 17 úkol 2

Zadání:

Vyberte nesprávné tvrzení:

- a) Kritická teplota je teplota, nad kterou již nemůže být plynná fáze zkapalněna, ať už bude tlak jakýkoli.
- b) Fázový diagram vody ukazuje, v jaké fázi voda existuje za dané teploty a tlaku.
- c) Trojný bod ve fázovém diagramu reprezentuje takovou teplotu a tlak, kdy všechny tři fáze existují společně.
- d) Kritická teplota spolu s kritickým tlakem charakterizují trojný bod.

Správné řešení:d

Řešení:

Fázový diagram pro určitou látku naznačuje, v jaké fázi je tato látka za určité teploty a tlaku.

Významným bodem fázovém diagramu je **trojný bod**, který reprezentuje takovou teplotu a tlak, kdy všechny tři fáze existují společně v rovnováze.

Kritický bod je bod ve fázovém diagramu charakterizovaný kritickou teplotou a kritickým tlakem. **Kritická teplota** je teplota, nad kterou již nemůže být plynná fáze zkapalněna, ať už bude tlak jakýkoli. **Kritický tlak** je pak tlak požadovaný ke zkapalnění za kritické teploty. Pro vodu je kritický bod 374 °C.

Téma 17 úkol 3

Zadání:

Vyberte nesprávné tvrzení:

- Jestliže se led změní přímo ve vodní páru, nazveme tento proces sublimací.
- Teplota, která charakterizuje trojný bod vody, je $100\text{ °C} = 373,15\text{ K}$.
- Proces, kdy se molekuly vodní páry mění v kapalnou vodu, nazýváme kondenzace.
- V trojném bodě vody existují v uzavřeném systému společně v rovnováze vodní pára, voda a led.

Správné řešení: b

Řešení:

Fázový diagram vody ukazuje, v jaké fázi voda existuje za dané teploty a tlaku.

Důležitými hodnotami, které ve fázovém diagramu můžeme najít, jsou:

- bod tání ledu (0 °C)
- teplota charakterizující **trojný bod** ($0,01\text{ °C}$)
- tlak charakterizující trojný bod ($0,0060\text{ atm}$)
- bod varu (100 °C)
- kritická teplota charakterizující **kritický bod** (374 °C)
- kritický tlak (218 atm)

Skupenské změny vody

led → vodní pára **sublimace**

vodní pára → led **desublimace** - např. vznik jinovatky na podzim

vodní pára → voda **kondenzace**

voda → vodní pára **vypařování**

voda → led **tuhnutí**

led → voda **tání**

Téma 18 úkol 1

Zadání:

Navážka 8 g uhličitanu sodného byla rozpuštěna na objem 250 cm³ destilovanou vodou. Vypočítejte molární koncentraci takto připraveného roztoku.

- a) 0,6 mol dm⁻³
- b) 0,3 mol dm⁻³
- c) 0,5 mol dm⁻³
- d) 0,2 mol dm⁻³

Správné řešení: b

Řešení:

Molární koncentraci c definujeme jako

$$c = \frac{n}{V}, \text{ kde}$$

n je látkové množství rozpuštěné látky, jednotkou je mol,
 V je objem celého roztoku.

Látkové množství n určíme takto:

$$n = \frac{m}{M_m}, \text{ kde}$$

m je hmotnost rozpuštěné látky,
 M_m je molární hmotnost rozpuštěné látky.

Oba výše uvedené vztahy můžeme propojit a dostaneme:

$$c = \frac{m}{M_m V}$$

Nyní můžeme do vztahu dosadit ve vhodně zvolených jednotkách:

$$m = 8 \text{ g}$$

$$M_m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,98 \text{ g mol}^{-1}$$

$$V = 250 \text{ cm}^3 = 0,250 \text{ dm}^3$$

$$c = \frac{8}{105,98 \cdot 0,250}$$

$$c = 0,3 \text{ mol dm}^{-3}$$

Téma 18 úkol 2

Zadání:

Jaká je procentuální koncentrace roztoku, který byl připraven rozpuštěním 70,5 g hydroxidu draselného ve 200 cm³ vody?

- a) 35,3 %
- b) 26,1 %
- c) 30,1 %
- d) 28,4 %

Správné řešení: b

Řešení:

Procentuální koncentraci roztoku w určíme v % pomocí jednoduchého vztahu

$$w = \frac{m_{RL}}{m_{ROZTOK}} \cdot 100, \text{ kde}$$

m_{RL} je hmotnost rozpuštěné látky,
 m_{ROZTOK} je hmotnost **celého!** roztoku.

Do výše uvedeného vztahu tedy můžeme dosadit:

$$m_{RL} = 70,5 \text{ g}$$
$$m_{ROZTOK} = 70,5 \text{ g KOH} + 200 \text{ g H}_2\text{O} = 270,5 \text{ g}$$

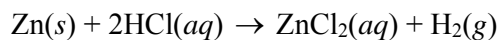
$$w = \frac{70,5}{270,5} \cdot 100$$

$$w = 26,1 \%$$

Téma 20 úkol 1

Zadání:

Vyberte správné tvrzení, které platí pro následující rovnici:

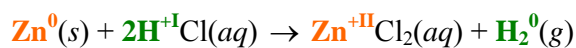


- a) redukčním činidlem je kyselina chlorovodíková
- b) redukuje se vodík v kyselině chlorovodíkové
- c) oxidačním činidlem je zinek
- d) reakce není redoxní

Správné řešení: b

Řešení:

Nejprve určíme oxidační čísla prvků, které mění oxidační čísla:



Reakce tedy evidentně **je redoxní**.

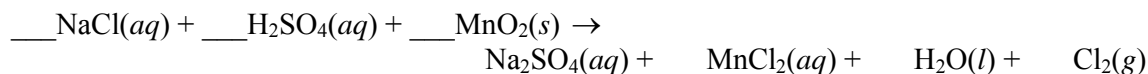
Můžeme tedy určit následující:

- **oxiduje se** (tedy elektrony odevzdává) **Zn**,
- **redukuje se** (tedy elektrony přijímá) **H**,
- oxidačním činidlem je HCl,
- redukčním činidlem je **Zn**.

Téma 20 úkol 2

Zadání:

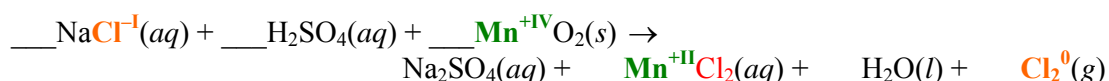
Vyčíslete následující rovnici:



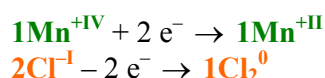
Správné řešení: 4 2 1 2 1 2 1

Řešení:

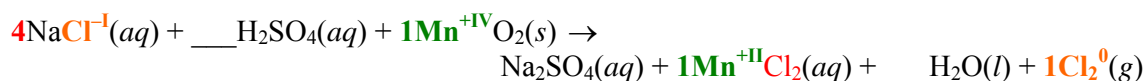
Je zřejmé, že se jedná o **redoxní rovnici**. Nejprve tedy určíme oxidační čísla prvků, které se redukují a které se oxidují.



Redukuje se tedy **Mn** a **oxiduje se Cl**. Nyní zapíšeme jednotlivé **poloreakce** a upravíme je tak, aby **počet elektronů přijatých** při redukci byl **stejný** jako **počet elektronů odevzdaných** při oxidaci:

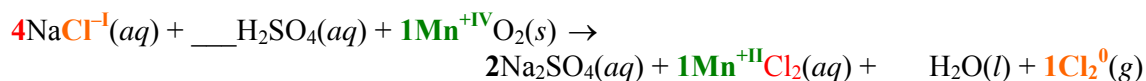


Jelikož jsou na pravé straně **ještě dva atomy chloru v MnCl₂**, které se neoxidovaly, jsou na pravé straně rovnice celkem **4 atomy chloru** a tedy i na levé straně musí být **4**.

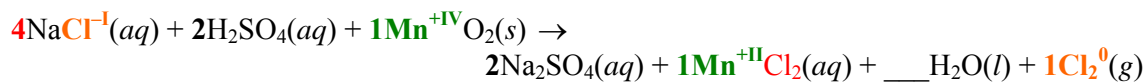


Provedeme další vhodné úpravy, aby byl počet atomů každého prvku byl stejný na levé a pravé straně rovnice. Vhodné je postupovat v pořadí kov – nekov – vodík – kyslík.

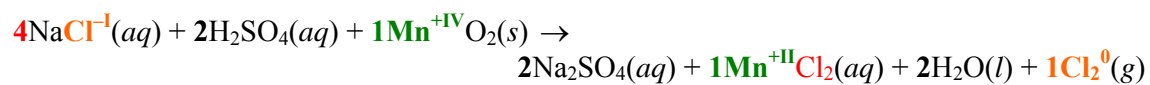
Kov: sodík



Nekov: síra

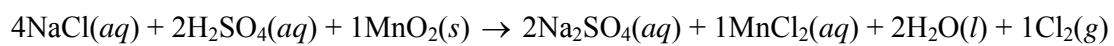


Vodík:



Kyslík: nyní ověříme, zda máme i stejný počet atomů kyslíku na obou stranách rovnice.

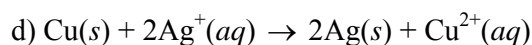
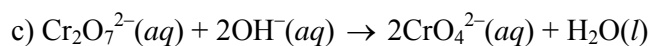
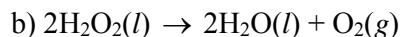
Dostali jsme tak vyčíslenou rovnici:



Téma 20 úkol 3

Zadání:

Vyberte z následujících reakcí tu, která není oxidačně-redukční:



Správné řešení: c

Řešení:

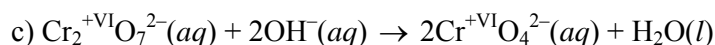
Zde jsou uvedeny všechny rovnice s vyznačenými prvky, které se **oxidovaly**, či **redukovaly**:



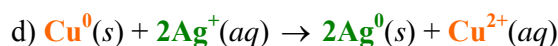
Z každých dvou atomů mědi obsažených ve dvou molekulách CuCl se vždy jeden atom mědi oxiduje a jeden atom mědi se redukuje. Reakce tedy **je** oxidačně-redukční.



Z každých čtyř atomů kyslíku obsažených ve dvou molekulách H₂O₂ se vždy dva atomy kyslíku oxidují a dva atomy kyslíku redukují. Reakce tedy **je** oxidačně-redukční.



Všechny atomy chromu v rovnici mají oxidační číslo +VI, atomy kyslíku –II, atomy vodíku +I. Nenajdeme zde prvky, které by měnily oxidační číslo, nedochází zde k oxidaci a redukci a reakce tudíž **není** oxidačně-redukční.



Tato reakce **je** oxidačně-redukční.

Téma 21 úkol 1

Zadání:

Tlak plynu byl změřen jako 196 torr. Vyberte nesprávné tvrzení:

- a) 196 torr = 0,258 atm
- b) 196 torr = 2,61 10⁴ Pa
- c) 196 torr = 19,6 mm Hg
- d) 196 torr = 26,1 kPa

Správné řešení: c

Řešení:

Tlak 196 torr si převedeme na další uvedené jednotky.

Platí následující:

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 760 \text{ mm Hg} \\ &= 760 \text{ torr} \\ &= 101325 \text{ Pa} \end{aligned}$$

a) 196 torr = ? atm

$$\begin{aligned} 760 \text{ torr} &\dots\dots\dots 1 \text{ atm} \\ \frac{196 \text{ torr} \dots\dots\dots x \text{ atm}}{x} &= 0,258 \text{ atm} \end{aligned}$$

b) 196 torr = ? Pa

$$\begin{aligned} 760 \text{ torr} &\dots\dots\dots 101325 \text{ Pa} \\ \frac{196 \text{ torr} \dots\dots\dots x \text{ Pa}}{x} &= 2,61 \cdot 10^4 \text{ Pa atm} \end{aligned}$$

c) 196 torr = ? mm Hg

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mm Hg} \rightarrow 196 \text{ torr} = 196 \text{ mm Hg}$$

d) 196 torr = ? kPa

$$\begin{aligned} 760 \text{ torr} &\dots\dots\dots 101325 \text{ Pa} \\ \frac{196 \text{ torr} \dots\dots\dots x \text{ Pa}}{x} &= 2,61 \cdot 10^4 \text{ Pa atm} = 26,1 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Téma 21 úkol 2

Zadání:

Uvažujte 3,06 l plynného oxidu siřičitého při tlaku 5,6 kPa. Jestliže se tlak změní na 15 kPa za konstantní teploty, jaký bude nový objem plynu?

- a) 1,14 dm³
- b) 2,34 dm³
- c) 4,87 dm³
- d) 3,65 dm³

Správné řešení: a

Řešení:

Pro řešení této úlohy můžeme použít **Boylův zákon**. Tento zákon můžeme zapsat jako $pV = \text{konst.}$

Tedy:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2, \text{ kde}$$

p_1 je původní tlak,

V_1 je původní objem,

p_2 je konečný tlak,

V_2 je konečný objem.

Z tohoto vztahu si vyjádříme hledaný nový objem plynu, tedy V_2 :

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2}$$

Do tohoto vztahu nyní můžeme dosadit:

$$p_1 = 5,6 \text{ kPa} = 5,6 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 3,06 \text{ dm}^3$$

$$p_2 = 15 \text{ kPa} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$V_2 = \frac{5,6 \cdot 10^3 \cdot 3,06}{1,5 \cdot 10^4}$$

$$V_2 = 1,14 \text{ dm}^3$$

Téma 21 úkol 3

Zadání:

Vzorek plynného vodíku má objem 4,28 dm³ při teplotě 0 °C a tlaku 1,5 atm. Určete počet molekul vodíku přítomných v uvedeném vzorku. $R = 8,31441 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

- a) $1,73 \cdot 10^{23}$ molekul vodíku
- b) $3,26 \cdot 10^{20}$ molekul vodíku
- c) $4,83 \cdot 10^{21}$ molekul vodíku
- d) $5,12 \cdot 10^{24}$ molekul vodíku

Správné řešení: a

Řešení:

Abychom mohli spočítat počet molekul, určíme nejprve látkové množství molekul vodíku. K tomu využijeme následující rovnici, která pro ideální plyn platí:

$$pV = nRT, \text{ kde}$$

p je tlak plynu,

V je objem plynu,

n je látkové množství plynu,

R je molární plynová konstanta, $R = 8,31441 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$,

T je termodynamická teplota.

Vyjádříme si **látkové množství n** :

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

Do vztahu vhodně dosadíme:

$$p = 1,5 \text{ atm} = 1,52 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} \dots\dots\dots 101325 \text{ Pa}$$

$$1,5 \text{ atm} \dots\dots\dots x \text{ Pa}$$

$$\underline{\hspace{10em}} \\ x = 1,52 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V = 4,28 \text{ dm}^3 = 4,28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$R = 8,31441 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T = 0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$$

$$n = 0,286 \text{ mol}$$

Známe tedy látkové množství vodíku.

A nyní určíme na **počet molekul vodíku**. **Avogadrova konstanta N_A** uvádí, že v každém molu látky je $6,022 \cdot 10^{23}$ částic (v tomto případě molekul), tudíž:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \dots\dots\dots 6,022 \cdot 10^{23} \text{ molekul H}_2 \\ \underline{0,286 \text{ mol} \dots\dots\dots x \text{ molekul H}_2} \\ x = 1,73 \cdot 10^{23} \text{ molekul vodíku} \end{array}$$

Téma 22 úkol 1

Zadání:

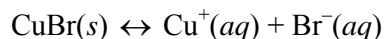
Rozpustnost bromidu měďného je $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ při teplotě $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Vypočítejte součin rozpustnosti této látky.

- a) $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$
- b) $4,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$
- c) $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$
- d) $4,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

Správné řešení: d

Řešení:

Jestliže vložíme pevný bromid měďný do vody, pak:



Součin rozpustnosti K_{sp} bromidu měďného můžeme zapsat jako:

$$K_{sp} = [\text{Cu}^+][\text{Br}^-]$$

Rovnovážné koncentrace iontů Cu^+ a Br^- můžeme určit z rozpustnosti bromidu měďného, která je $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

$\text{CuBr}(s) \rightarrow \text{Cu}^+(aq) + \text{Br}^-(aq)$, tedy



Nyní tedy můžeme určit požadovaný součin rozpustnosti:

$$K_{sp} = [\text{Cu}^+][\text{Br}^-]$$

$$K_{sp} = (2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3})(2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}) = 4,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

Téma 22 úkol 2

Zadání:

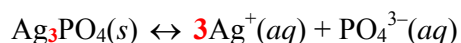
Vypočítejte součin rozpustnosti fosforečnanu stříbrného Ag_3PO_4 , jestliže jeho rozpustnost je $1,607 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

- a) $6,9 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$
- b) $1,4 \cdot 10^{-13} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$
- c) $2,9 \cdot 10^{-20} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$
- d) $1,8 \cdot 10^{-18} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

Správné řešení: d

Řešení:

Jestliže vložíme pevný fosforečnan stříbrný do vody, pak:



Součin rozpustnosti K_{sp} fosforečnanu stříbrného můžeme zapsat jako:

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^3[\text{PO}_4^{3-}]$$

Rovnovážné koncentrace iontů Ag^+ a PO_4^{3-} můžeme určit z rozpustnosti fosforečnanu stříbrného, která je $1,607 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.

$\text{Ag}_3\text{PO}_4(s) \rightarrow 3\text{Ag}^+(aq) + \text{PO}_4^{3-}(aq)$, tudíž



Tedy:

$$[\text{Ag}^+] = 3(1,607 \cdot 10^{-5}) = 4,821 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 1,607 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

Nyní tedy můžeme určit požadovaný součin rozpustnosti:

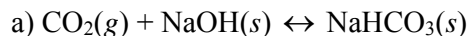
$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^3[\text{PO}_4^{3-}]$$

$$K_{sp} = (4,821 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3})^3(1,607 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}) = 1,8 \cdot 10^{-18} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

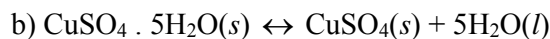
Téma 22 úkol 3

Zadání:

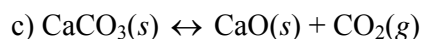
Vyberte možnost, ve které je u rovnice uvedena správná rovnovážná konstanta:



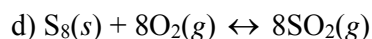
$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{NaOH}]}{[\text{NaHCO}_3]}$$



$$K = [\text{H}_2\text{O}]$$



$$K = \frac{[\text{CaO}][\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3]}$$



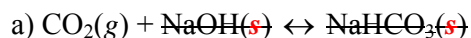
$$K = \frac{[\text{SO}_2]^8}{[\text{O}_2]^8}$$

Správné řešení: d

Řešení:

Rovnováhu systému, kde všechny reaktanty a produkty nejsou ve stejné fázi, nazýváme **heterogenní rovnováhu**. Heterogenní rovnováha **nezávisí na množství čistých pevných látek nebo čistých kapalin**. Základní důvod tohoto je, že jejich koncentrace se nemůže změnit.

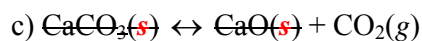
Zde jsou doplněny všechny výše uvedené rovnice o správné rovnovážné konstanty. Přeškrtnuty jsou ty látky, které nemají vliv na rovnováhu reakce a tedy ani na rovnovážnou konstantu.



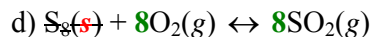
$$K = \frac{1}{[\text{CO}_2]}$$



$$K = [\text{H}_2\text{O}]^5$$



$$K = [\text{CO}_2]$$



$$K = \frac{[SO_2]^8}{[O_2]^8}$$