

2.1.8 Molární veličiny II

Předpoklady: 2107

Opakování z minulé hodiny:

1 mol... $6,02 \cdot 10^{23}$ částic... $M_r \cdot 10^{-3}$ kg ... $22,4 \cdot 10^{-3}$ m³ (plyn, normální podmínky)

Pedagogická poznámka: Všechny příklady v hodině spočítat s celou třídou nelze. Je třeba si vybrat zda úvodní příklady, výpočty z rovnic nebo srovnávací výpočty z konce hodiny.

Př. 1: Urči hmotnost 0,42 mol vody.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \Rightarrow M_m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Přímá úměrnost:

$$1 \text{ mol} \quad \dots \quad 18,015 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$0,42 \text{ mol} \quad \dots \quad x \text{ kg}$$

$$\frac{x}{0,42} = \frac{18 \cdot 10^{-3}}{1} \Rightarrow x = 0,42 \cdot \frac{18 \cdot 10^{-3}}{1} \text{ kg} = 7,56 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

0,42 mol vody má hmotnost 7,56 g.

Př. 2: Urči objem 10^{20} částic vzduchu za normálních podmínek.

Přímá úměrnost:

$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ částic} \quad \dots \quad 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$10^{20} \text{ částic} \quad \dots \quad x \text{ m}^3$$

$$\frac{x}{10^{20}} = \frac{22,4 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23}} \Rightarrow x = 10^{20} \cdot \frac{22,4 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ m}^3 = 3,72 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

10^{20} částic vzduchu má za normálních podmínek objem $3,72 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$.

Př. 3: Urči objem 0,5 kg kyslíku za normálních podmínek.

$$M_r(\text{O}_2) = 2 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow M_m(\text{O}_2) = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Přímá úměrnost:

$$32 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \quad \dots \quad 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$0,5 \text{ kg} \quad \dots \quad x \text{ m}^3$$

$$\frac{x}{0,5} = \frac{22,4 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow x = \frac{0,5}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,35 \text{ m}^3$$

0,5 kg kyslíku má za normálních podmínek objem $0,35 \text{ m}^3$.

Pedagogická poznámka: U následujícího příkladu ukazuji první část na tabuli, druhou nechávám studenty začít samostatně, zda si všimnou, jiného poměru molů.

Př. 4: Urči hmotnost oxidu uhličitého, který vznikne úplným spálením 5 kg metanu. Kolik kilogramů vzdušného kyslíku si při této reakci spotřebuje.

Chemická rovnice: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

$$M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) + 2 \cdot A_r(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \Rightarrow M_m(\text{CO}_2) = 44 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$M_r(\text{CH}_4) = A_r(\text{C}) + 4 \cdot A_r(\text{H}) = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \Rightarrow M_m(\text{CH}_4) = 16 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$M_r(\text{O}_2) = 2 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 16 = 32 \Rightarrow M_m(\text{O}_2) = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

a) hmotnost oxidu uhličitého

Použijeme přímou úměrnost: z jednoho molu metanu vznikne jeden mol oxidu uhličitého.

1 mol metanu ...	16 · 10 ⁻³ kg	...	1 mol CO ₂ ...	44 · 10 ⁻³ kg
	5 kg		...	x kg

$$\frac{x}{5} = \frac{44 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow x = 5 \cdot \frac{44}{16} \text{ kg} = 14 \text{ kg}$$

b) hmotnost kyslíku

Přímá úměrnost: na spálení jednoho molu metanu potřebujeme dva moly molekulárního kyslíku O₂.

1 mol metanu ...	16 · 10 ⁻³ kg	...	2 moly O ₂ ...	2 · 32 · 10 ⁻³ kg
	5 kg		...	x kg

$$\frac{x}{5} = \frac{2 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow x = 5 \cdot \frac{64}{16} \text{ kg} = 20 \text{ kg}$$

Při spálení 5 kg metanu vznikne 14 kg oxidu uhličitého a spotřebuje se 20 kg vzdušného kyslíku.

Př. 5: Urči objem třaskavého plynu (směs plynného vodíku a kyslíku), který vznikne elektrolýzou 1,5 kg vody.

Chemická rovnice: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$.

Přímá úměrnost: ze dvou molů vody vzniknou 3 moly plynu.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1,0 + 16 = 18 \Rightarrow M_m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

2 mol vody ...	2 · 18 · 10 ⁻³ kg	...	3 moly plynu ...	3 · 22,4 · 10 ⁻³ m ³
	1,5 kg		...	x dm ³

$$\frac{x}{1,5} = \frac{3 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow x = \frac{1,5 \cdot 3 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} \text{ m}^3 = 2,8 \text{ m}^3$$

Elektrolýzou 1,5 kg vody vznikne 2,8 m³ třaskavého plynu.

Př. 6: Na stůl ukápala kapka vody o objemu 0,1 ml. Za jak dlouho by se kapka vypařila, kdyby se každou sekundu z jejího povrchu uvolnil (a tím se změnil v páru) 1 milion molekul?

$$V = 0,1 \text{ ml} = 10^{-4} \text{ l} = 10^{-7} \text{ m}^3$$

Určíme počet molekul, které kapka obsahuje a pak můžeme snadno určit dobu odpařování.

$$\text{Hmotnost kapky: } m = V \cdot \rho = 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1000 \text{ kg} = 10^{-4} \text{ kg}.$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1,0 + 16 = 18 \Rightarrow M_m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ částic} \quad \dots \quad 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$x \text{ částic} \quad \dots \quad 10^{-4} \text{ kg}$$

$$\frac{x}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{10^{-4}}{18 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow x = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{10^{-4}}{18 \cdot 10^{-3}} = 3,3 \cdot 10^{21} \text{ částic}$$

Každou sekundu se odpaří 10^6 částic \Rightarrow odpařování trvá $\frac{3,3 \cdot 10^{21}}{10^6} \text{ s} = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ s}$.

$$3,3 \cdot 10^{15} \text{ s} = 1000000000 \text{ let}$$

Vypařování kapky o objemu 0,1 ml by trvalo 100 miliard let.

Př. 7: Velmi „účinným“ homeopatickým lékem je natrum muriaticum. Jde o lék připravovaný opakovaným ředěním z mořské soli (NaCl). Tento lék se připravuje takto: 21 dní necháme louhovat matečnou surovinu v roztoku alkoholu. Po přefiltrování roztoku získáme matečnou tinkturu (ta ještě není homeopatickým lékem). Matečnou tinkturu smícháme v poměru 1:99 se 70% roztokem čistého alkoholu. Vzniklý roztok 100x prudce protřepáme (tím dojde k „dynamizaci“ roztoku. Tato část procedury je prý velmi důležitá) a tak získáme homeopatický lék v nejnižším (a tedy nejméně účinném ředění) 1C (centezimální – setinné ředění). Pokud odebereme část získaného roztoku a stejným způsobem ho opět naředíme, získáme lék v ředění 2C (účinnější) a stejným způsobem můžeme postupovat do nekonečna. Účinnost léku stoupá s počtem ředění.

a) Urči počet iontů NaCl ve výsledném léku při ředění C15, pokud byl v matečném roztoku 1 l rozpuštěn 1 g soli.

b) Kolik litrů 70% roztoku lihu je potřeba k přípravě 1 l výsledného léčivého roztoku.

c) Kolikrát musí být roztok během své přípravy protřepán.

Na základě spočtených údajů vysvětli:

d) Proč se dnes k výrobě homeopatických léků většinou neuzívá roztok lihu, ale destilovaná voda.

e) Proč se léky při přípravě neprotřepávají ručně, ale pomocí strojů. A kudy ze stroje do léku proudí duchovní energie (dynamis), která při dynamizaci zvyšuje účinnost léku.

a) Během každého ředění se počet iontů Na a Cl v roztoku zmenší 100x \Rightarrow spočteme si počet iontů v počátečním roztoku a poté budeme dělit.

$$M_r(\text{NaCl}) = A_r(\text{Na}) + A_r(\text{Cl}) = 23 + 35 = 58 \Rightarrow M_m(\text{NaCl}) = 58 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Přímá úměrnost:

$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ částic} \quad \dots \quad 58 \text{ g}$$

$$x \text{ částic} \quad \dots \quad 1 \text{ g}$$

$$\frac{x}{1} = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{58} \Rightarrow x = 1,04 \cdot 10^{22} = 10^{22}$$

počet částic:

$$\text{po prvním ředění} \quad \dots \quad \frac{1}{100} \cdot 10^{22}$$

$$\text{po druhém ředění} \quad \dots \quad \frac{1}{100} \cdot \left(\frac{1}{100} \cdot 10^{22} \right) = \frac{10^{22}}{100^2}$$

...

po x -tém ředění ... $\frac{10^{22}}{100^x}$

Po 15 ředěních $\frac{10^{22}}{100^{15}} = \frac{10^{22}}{10^{30}} = 10^{-8} \Rightarrow$ v léku C15 je průměrně 10^{-8} iontu Na a stejné množství iontů Cl.

b) Při ředění C15 musíme 15x dolévat 0,99 i 70% alkoholu \Rightarrow na přípravu 1 litru léku potřebujeme 14,85 litru 70 % roztoku alkoholu.

c) Při ředění C15 musíme 15x opakovat 100 protřepání \Rightarrow protřepáváme 1500x.

d) Destilovaná voda je daleko levnější než 70% roztok lihu.

e) Strojové protřepávání je daleko levnější než protřepávání lidskou rukou. Kudy ze stroje proudí do léku duchovní energie (dynamis), bohužel nevíme.

Shrnutí: 1 mol... $6,02 \cdot 10^{23}$ částic... $M_r \cdot 10^{-3}$ kg ... $22,4 \cdot 10^{-3}$ m³ (plyn, normální podmínky).