

## KVANTOVÁ MECHANIKA

**Konstanty:**  $c = 2.99792458 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ,  $h = 6.62608 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ ,  $N_A = 6.02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ,  
 $e = 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $R_H = 10973731.568508 \text{ m}^{-1}$ .

### Úkol č. 5.1

Jaká musí být frekvence fotonu, aby jeho energie způsobila rozbití vazby 1 molekuly  $\text{Cl}_2$ ?  
Vazebná energie molekuly  $\text{Cl}_2$  činí  $247.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ . [ **$6.1950 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$** ]

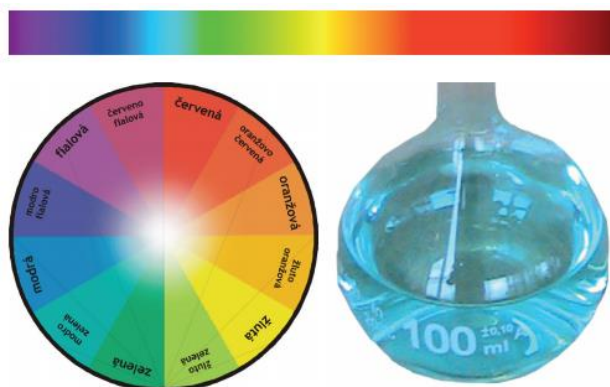
*Řešení:* Pro rozbití vazby v molekule  $\text{Cl}_2$  je potřeba dodat právě tolik energie, jako je její vazebná energie. Energie je v  $\text{kJ mol}^{-1}$ . Tuto energii převedeme na J vynásobením  $10^3$  a podělením  $N_A$ . Tím získáme energii pro jednu molekulu  $\text{Cl}_2$ . Pro výpočet frekvence využijeme Plankova vztahu:  $\Delta E = h\nu$

### Úkol č. 5.2

Roztok síranu měďnatého absorboval záření o energii  $2.1014 \text{ eV}$ . Kolik je to v J? Při jaké vlnové délce k této absorpci došlo a jak se nám bude roztok barevně jevit? [ **$590 \text{ nm}$** ]



*Řešení:*



Energii v eV převedeme na J vynásobením elementárním nábojem. S využitím Plankova vztahu  $\Delta E = h\nu = hc/\lambda$  vypočteme vlnovou délku. Vypočtená vlnová délka odpovídá absorpci oranžového světla, jehož doplňková barva (ta kterou my vidíme) je modrá. Čili roztok se nám bude jevit modře. Pozn.: Intenzita zbarvení je dána koncentrací dané látky, a to přímo úměrně, ba dokonce i lineárně. Tuto závislost popisuje Lambertův-Beerův zákon, o kterém se více dozvíte v přednáškách z analytické chemie.

### Úkol č. 5.3

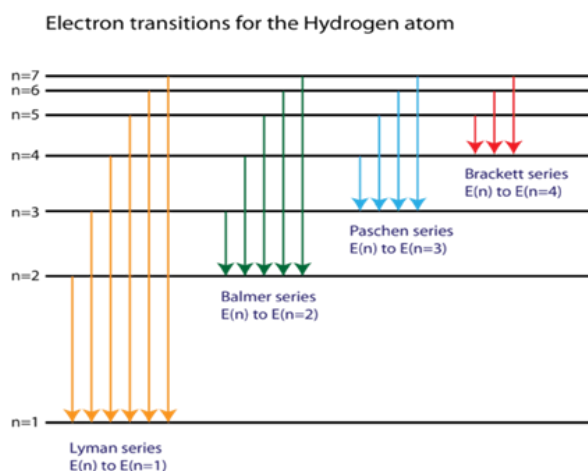
Johann Jakob Balmer v roce 1885 publikoval matematickou studii, ve které zanalyzoval 4 spektrální čáry atomu vodíku ( $\lambda = 6562.1; 4860.74; 4340.1; 4101.2 \text{ \AA}$ ), které pozoroval Anders Ångstrom. Jedná se o přechody na druhou nejnižší energetickou hladinu. Jaká by z těchto dat vyšla konstanta, kterou dnes nazýváme Rydbergova konstanta pro vodík? [**10 972 200 m<sup>-1</sup>**]

*Řešení:* Vydeme ze vztahu, kde  $m$  je v Balmerově sérii rovno dvěma a  $n$  je rovno třem, čtyřem, pěti a šesti. Veličina  $\tilde{\nu}$  se nazývá vlnocet a běžně se s ní setkáte v infračervené spektroskopii.

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

### Úkol č. 5.4

Jaké nejkratší (tj.  $n_2 = \infty$ ) a nejdelší vlnové délky lze očekávat, že budou pozorovatelné v Lymanově, Balmerově a Paschenově spektrální sérii? Použijte  $R_H$  z konstant. [**L:  $\lambda_1 = 121.5 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 91.0 \text{ nm}$ , B:  $\lambda_1 = 656.1 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 364.5 \text{ nm}$ , P:  $\lambda_1 = 1874.1 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 820.1 \text{ nm}$** ]



*Řešení:* Vyjdeme ze vztahu:

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

V Lymanově sérii je  $m$  rovno jedné a  $n$  je pro nejdelší vlnovou délku rovno dvěma; pro nejkratší je rovno  $\infty$ .

V Balmerově sérii je  $m$  rovno dvěma a  $n$  je pro nejdelší vlnovou délku rovno třem; pro nejkratší je rovno  $\infty$ .

V Lymanově sérii je  $m$  rovno třem a  $n$  je pro nejdelší vlnovou délku rovno čtyřem; pro nejkratší je rovno  $\infty$ .

### **Úkol č. 5.5**

Vypočtete vlnovou délku záření emitovaného vodíkovým atomem, kdy elektron přechází z hladiny  $n = 3$  na hladinu  $m = 2$ . Identifikujte, které linii v jedné ze sérií tato vlnová délka odpovídá. [ $\lambda = 657 \text{ nm}$ ]

*Řešení:* Vyjdeme ze vztahu:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Odpovídá červené čáře v Balmerově sérii.