

# FYZIKÁLNE VLASTNOSTI LÁTOK

- Fyzikálne vlastnosti látok sú jedným zo zdrojov poznania, ktoré nám umožňuje vysloviť predpoklady o povahe chemických väzieb v látke, o štruktúre látky ako aj o jej stavebných časticiach a medzičasticových interakciách.
- Patria tu vlastnosti známe z bežného života, pozorovateľné a objektívne merateľné pri bežných laboratórnych podmienkach (**skupenský stav a veličiny charakterizujúce tento stav, hustota, farba** a pod.), ale aj vlastnosti látok, ktoré sa pozorujú len pri určitých špecifických podmienkach (**správanie sa látok v magnetickom alebo elektrickom poli, pri prechode elektrického prúdu látkou, pri interakcii látky s elektromagnetickým žiarením rôznej energie** atď.), alebo pri zmene určitých vonkajších podmienok (správanie látok pri zmene teploty).
- Niektoré z uvedených vlastností látok súvisia s molekulovými vlastnosťami stavebných častíc látky (napr. paramagnetizmus) a iné vlastnosti látok sú výraznejšie ovplyvnené charakterom vzájomných medzimolekulových interakcií stavebných častíc (teplota topenia do určitej miery charakterizuje pevnosť vzájomných interakcií stavebných častíc, ktoré sa rozrušujú pri prechode látky z tuhého do kvapalného stavu).

**1.TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK**

**2.MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK**

**3.OPTICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK**

# TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

Pojem termické vlastnosti látok zahŕňa správanie sa látok pri zahrievaní, t. j. dopady dodávania energie vo forme tepla na zloženie, štruktúru a všetky ostatné vlastnosti látok.

Principiálne možno látky z hľadiska ich správania rozdeliť do dvoch základných skupín:

1. **Fázové premeny látok:** pri zahrievaní/chladení sa látky chemicky nemenia a mení sa len ich skupenský stav, prípadne niektoré iné vlastnosti bez zmeny ich zloženia.
2. **Termický rozklad:** látky termicky málo stáble, ktoré sa pri zahrievaní chemicky menia, t. j. podliehajú chemickým (spravidla rozkladným) reakciám.

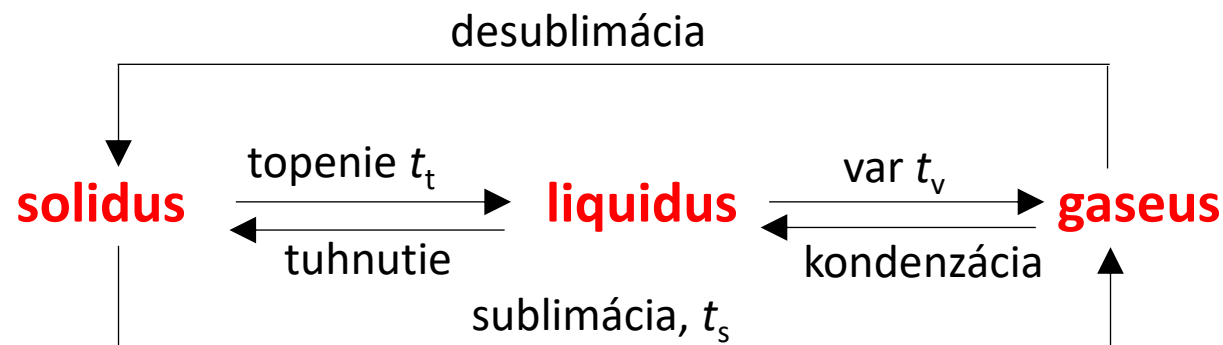
# TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

## 1. Fázové premeny látok

V širšom slova zmysle pod pojmom **fázové premeny látok** rozumieme premeny látok podmienené zmenou teploty, t. j. také premeny látky, pri ktorých sa jej **stechiometrické zloženie nemení**, ale dochádza k premene určitej fázy látky na inú fázu tej istej látky.

Patria tu: **A) Zmeny skupenského stavu**

- topenie-tuhnutie, teplota tuhnutia  $t_t$
- var-kondenzácia, teplota varu  $t_v$
- sublimácia-desublimizácia, teplota sublimácie  $t_s$



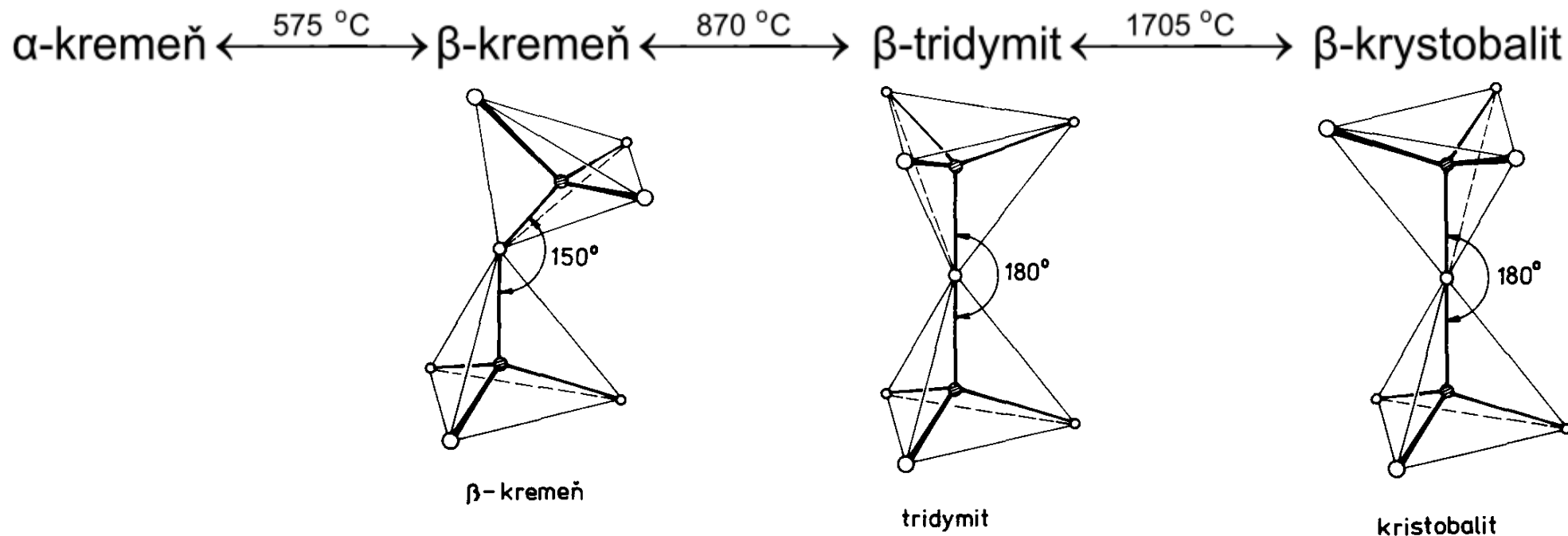
- Pri topení platí:  $\Delta H > 0$  (endotermický dej, sústava prijíma teplo)  
 $\Delta S > 0$  (rastie neusporiadanosť sústavy)  
 $\Delta T = 0$
- Pri vare platí:  $\Delta H > 0$  (endotermický dej, sústava prijíma teplo)  
 $\Delta S > 0$  (rastie neusporiadanosť sústavy)  
 $\Delta T = 0$

# TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTK

## 1. Fázové premeny látok

Patria tu: **B) Štruktúrne (modifikačné) zmeny** pri ktorých dochádza ku reorganizácii stavebných častíc (atómov, molekúl...) v kryštálovej mriežke. Vyskytuje sa najmä v tuhom skupenstve.

Pr. modifikačné  
premeny  $\text{SiO}_2$



- Ak sú modifikačné zmeny vratné, nazývame ich **enantiotropné premeny**.
- Ak sú nevratné, ide o **monotropné premeny**, napr premena  $P_4$  na  $P_\infty$

# TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

## 2. Termický rozklad látok

patrí medzi chemické reakcie prebiehajúce v dôsledku dodávania tepelnej energie tuhej látke, pričom vznikajú produkty, z ktorých je aspoň jeden pri daných podmienkach prchavý (spravidla ide o malé molekuly) a jeho odchodom zo sústavy spravidla zostáva tuhá látka ako produkt rozkladného deja.

Z uvedenej charakteristiky termických rozkladov vyplýva aj ich praktické využitie, medzi ktoré patrí:

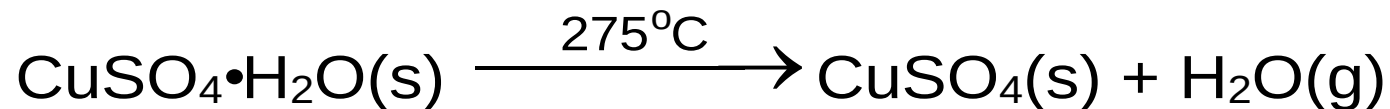
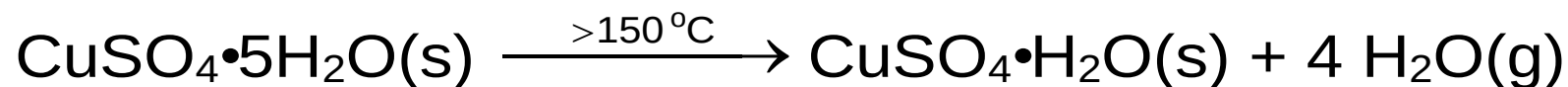
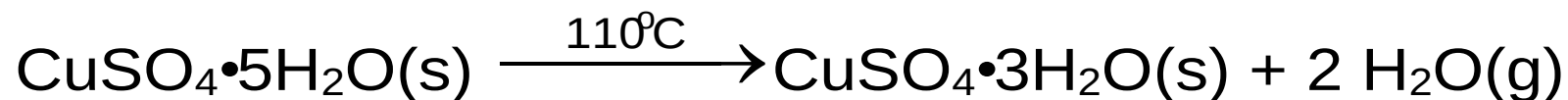
1. syntéza nových látok z dostupných zdrojov
2. analýza zloženia zložitejších látok podliehajúcich termickému rozkladu – termická analýza (stanovenie obsahu a následne aj druhu prchavých látok, alebo stanovenie sušiny v zložitejších sústavách, napr. potravinách).

*Z uvedeného vyplýva, že termickému rozkladu podliehajú látky, ktoré majú vo svojej štruktúre zabudované malé molekuly alebo sú predpoklady pre ich vznik pri zvýšení teploty zahrievaním.*

# TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

## 2. Termický rozklad látok

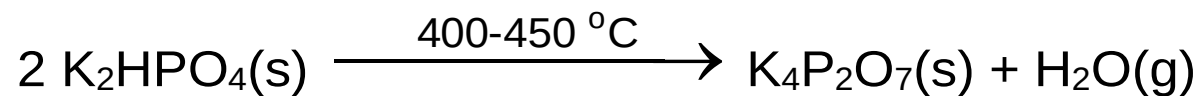
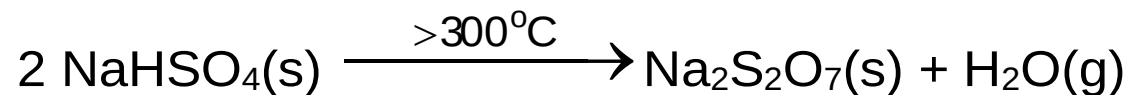
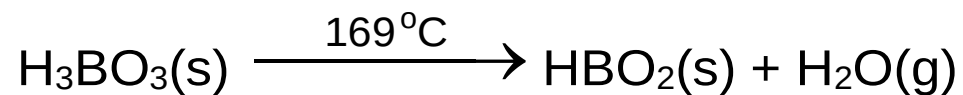
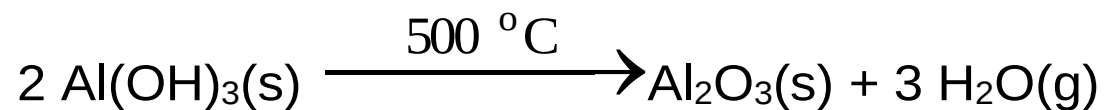
### A. Termická dehydratácia kryštalohydrátov - termický rozklad s uvoľňovaním molekúl vody



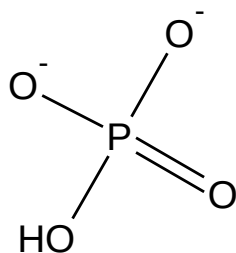
# TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTKO

## 2. Termický rozklad látok

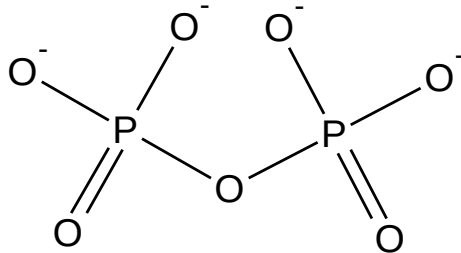
B. Termickej dehydratácii podliehajú aj niektoré látky, v ktorých **je rôznym spôsobom viazaná OH skupina** – mnohé hydroxidy kovov, kyslíkaté kyseliny niektorých prvkov, hydrogénsoli rôznych viacsýtnych kyselín a pod.



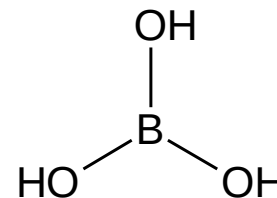
hydrogenfosforečnan(2-)



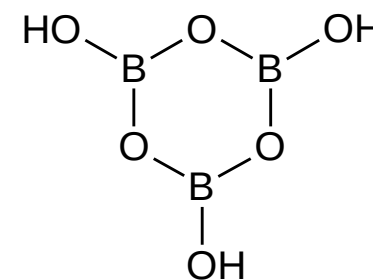
difosforečnan(4-)



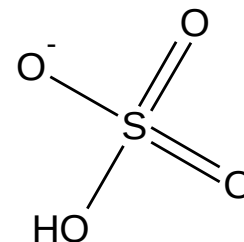
kyselina boritá



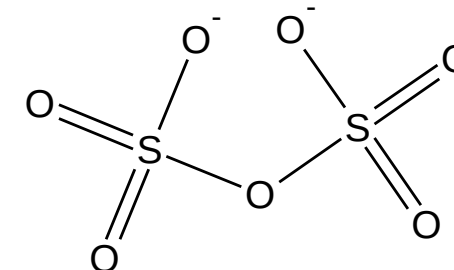
kyselina metaboritá



hydrogensíran(-)



disíran(2-)





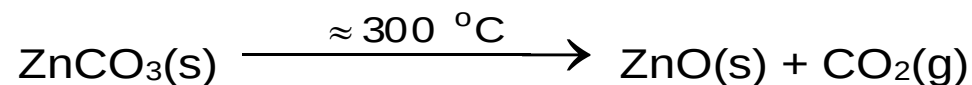
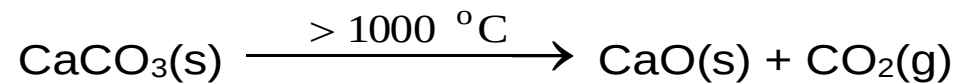
# TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTK

## 2. Termický rozklad látek

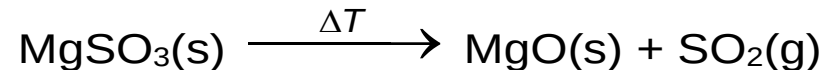
**C.** Pri rozklade niektorých **solí kyslíkatých kyselín** dochádza k uvoľňovaniu plynného oxidu zvyšku kyslíkatej kyseliny a ďalším produktom termického rozkladu je tuhý oxid kovu

### Príklady

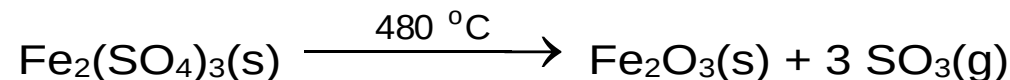
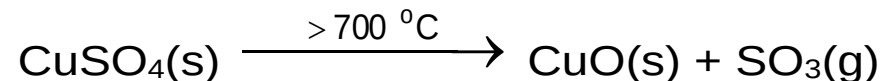
**Termický rozklad uhličitanov za vzniku oxidu uhličitého**



**Termický rozklad siričitanov za vzniku oxidu siričitého**



**Termický rozklad niektorých síranov**

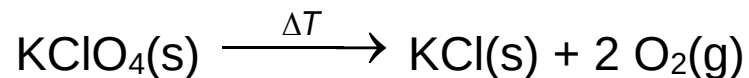
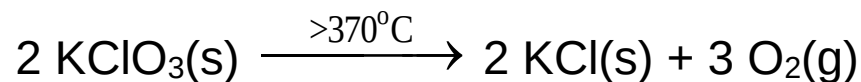
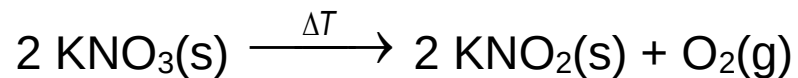


# TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

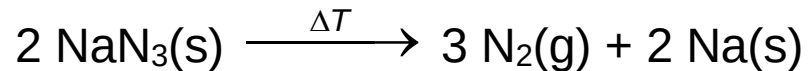
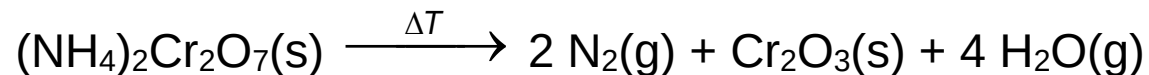
## 2. Termický rozklad látok

### D. Termický rozklad spojený s redoxnými premenami

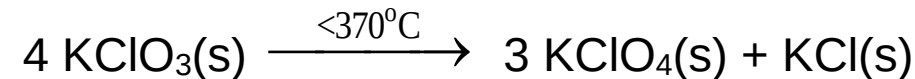
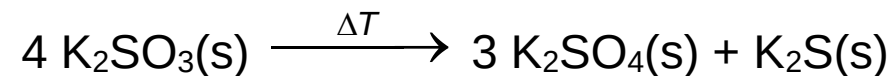
#### redoxný termický rozklad látok



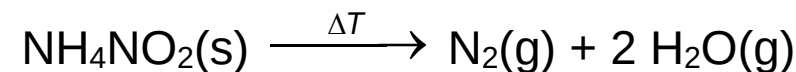
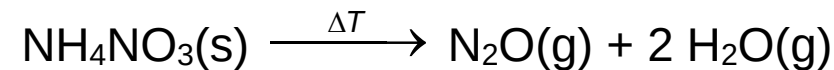
V skupine redoxných dejov pri termických rozkladoch možno nájsť okrem kyslíka aj iné produkty oxidácie, napr. dusík.



#### disproporcionačné reakcie



#### synproporcionačné reakcie podmienené účinkom tepla

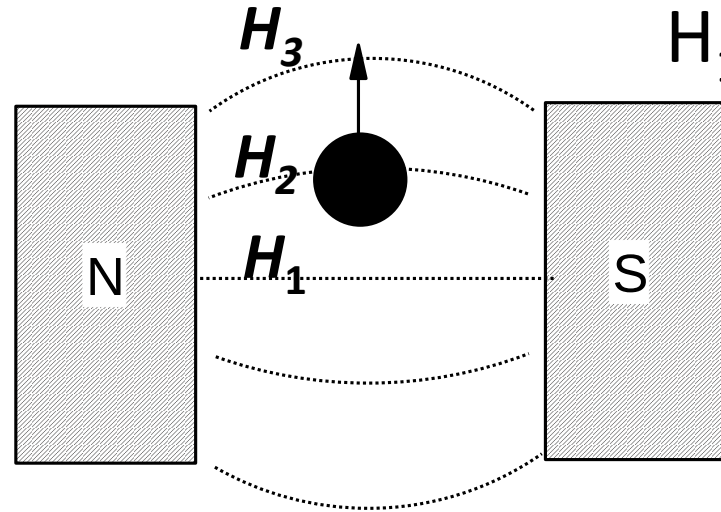


1.TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

2.MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

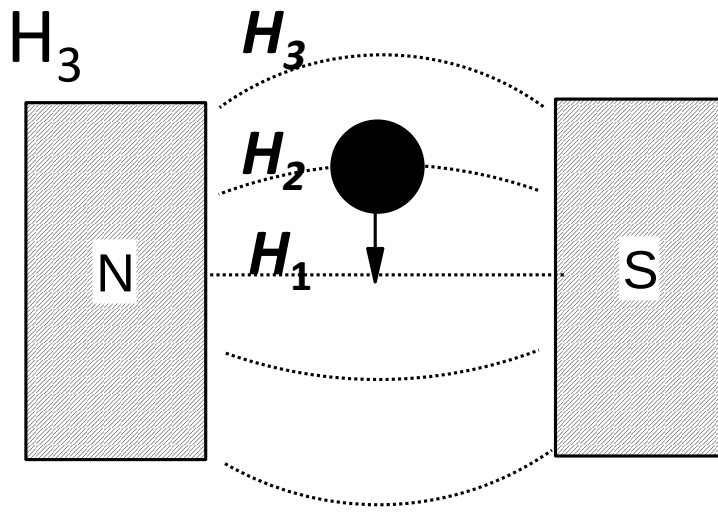
3.OPTICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

# MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK



## Diamagnetické látky

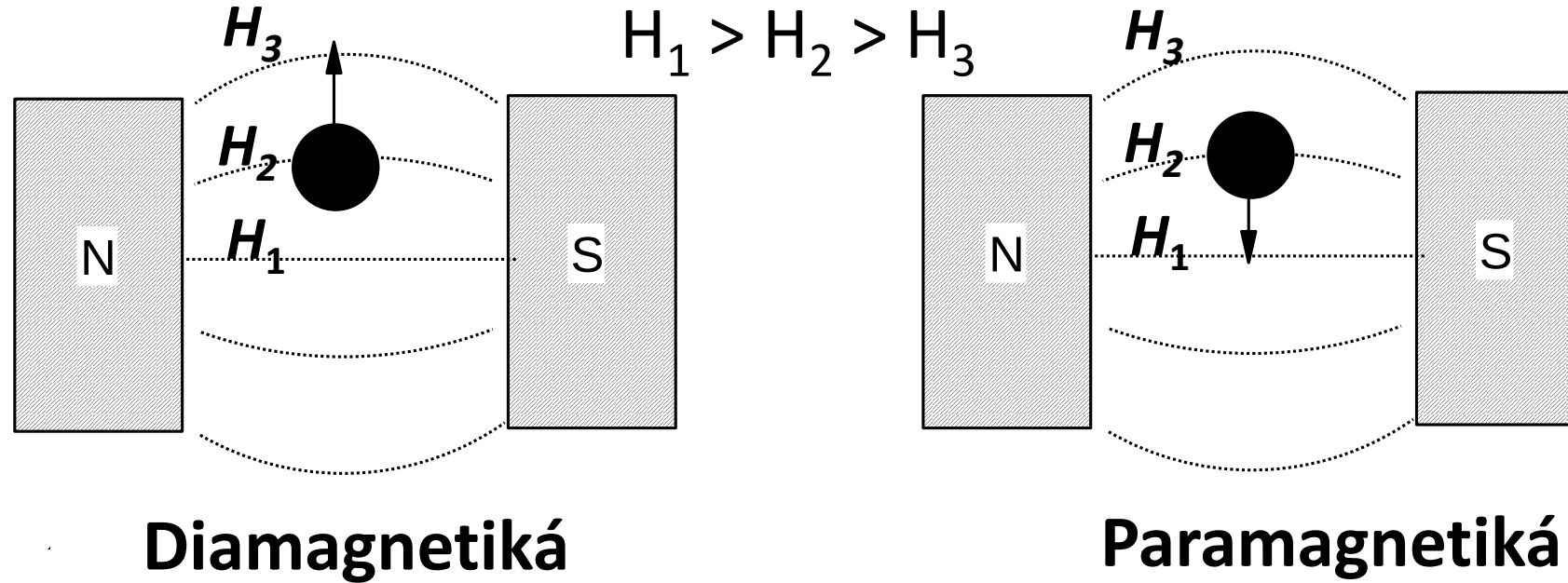
- materiály, ktorých molekuly majú všetky elektróny spárené. Diamagnetická častica má tendenciu sa vytláčať do miest s čo najmenšou intenzitou magnetického poľa



## Paramagnetické látky

- materiály, ktorých molekuly obsahujú aspoň 1 nespárený elektrón. Paramagnetická častica má tendenciu sa dostať do miest s čo najväčšou intenzitou magnetického poľa.

# MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK



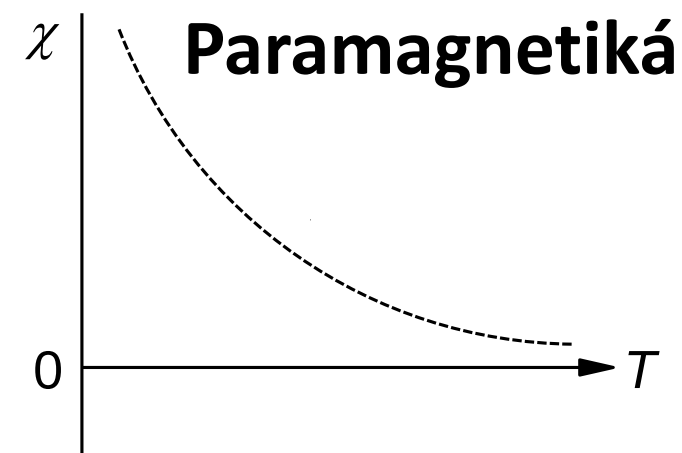
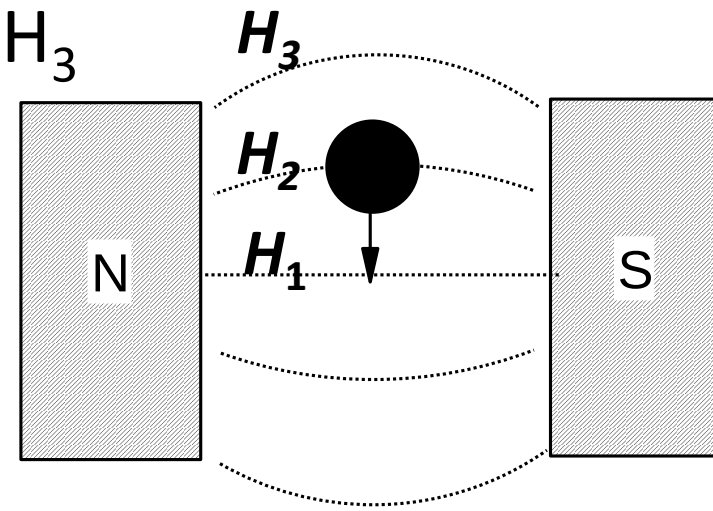
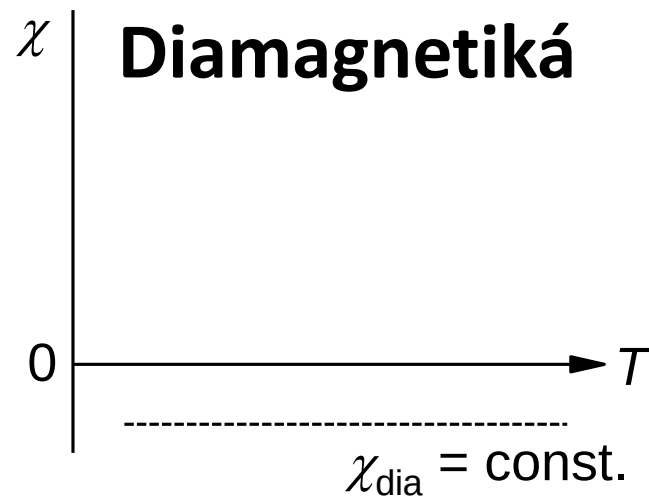
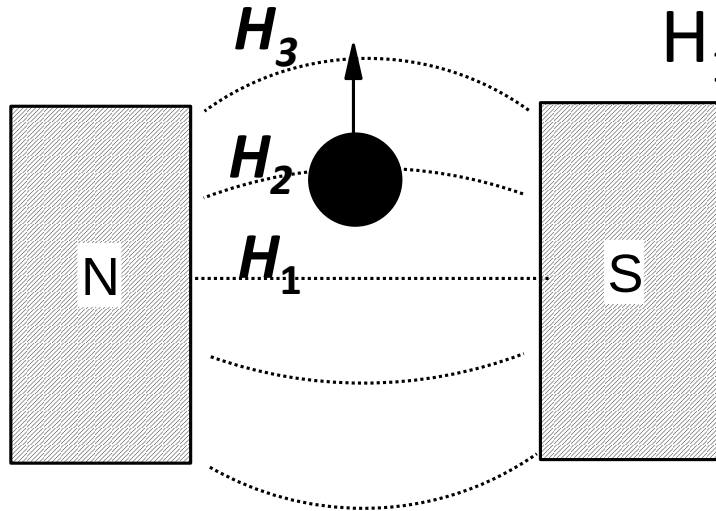
**Magnetická susceptibilita:** predstavuje vnímavosť látky voči magnetickému poľu.

Objemová magnetická susceptibilita je bezrozmerná veličina a je definovaná vzťahom:

M – magnetizácia  
H – magnetická intenzita

$$\vec{M} = \chi \cdot \vec{H}$$

# MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK



Magnetická susceptibilita diamagnetických materiálov je konštantná pri zmene teploty, nadobúda malé a záporné hodnoty. Magnetická susceptibilita paramagnetických materiálov závisí od teploty.

# MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

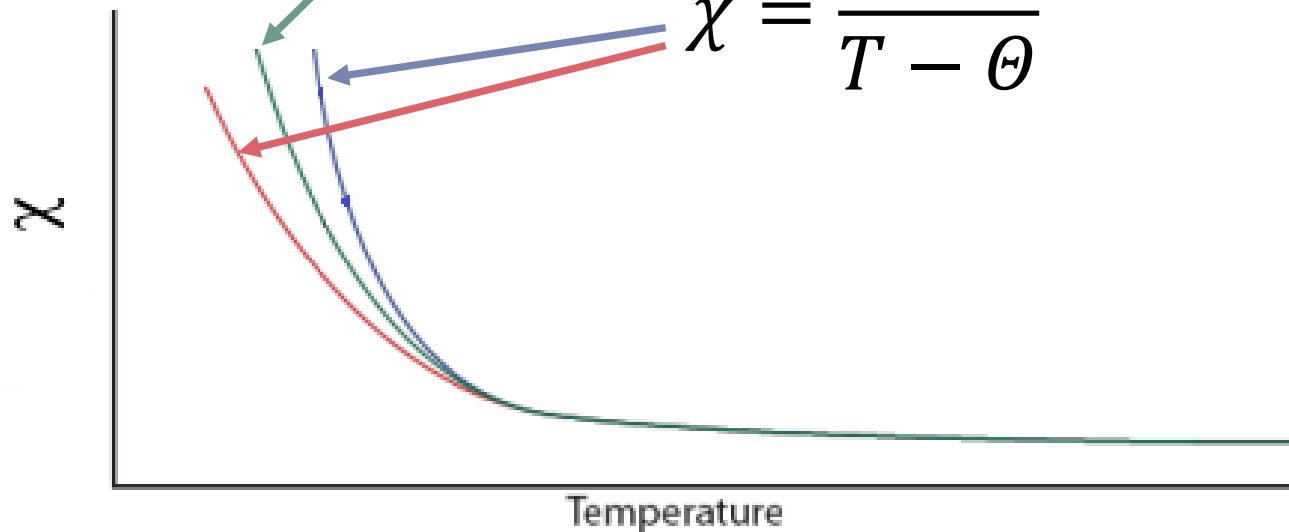
## Magnetická susceptibilita paramagnetických látok:

- Ak častice paramagnetického materiálu medzi sebou neinteragujú, teplotnú závislosť susceptibility popisuje **Curieho zákon**:

$$\chi = \frac{C}{T}$$

- Ak existujú interakcie medzi časticami paramagnetického materiálu, na teplotnej závislosti magnetickej susceptibility pozorujeme odchýlky od Curieho zákona, ktoré popisuje **Curieho-Weissov zákon**:

$$\chi = \frac{C}{T - \Theta}$$



C – Curieho konštanta

Θ – Curieho-Weissova konštanta

T – Termodynamická teplota

# MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

Molová magnetická susceptibilita  $\chi_m$ :  $\chi_m = \chi \cdot \frac{M}{\rho}$  [m<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>]

Efektívny magnetický moment  $\mu_{\text{eff}}$ :  $\mu_{\text{eff}} = 798 \sqrt{\chi \cdot T}$  [ $\mu_B$ ]

$$\mu_{\text{eff}} / \mu_B \approx \sqrt{N_e (N_e + 2)}$$

**T** – Termodynamická  
teplota

**M** – molová hmotnosť

**$\rho$**  – hustota

**$\mu_B$**  – Bohrov magnetón

$$\mu_B = 9.27 \times 10^{-24} \text{ J/T}$$

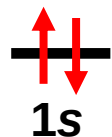
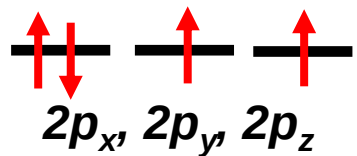
**$N_e$**  = počet nespárených  
elektrónov v častici



# MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

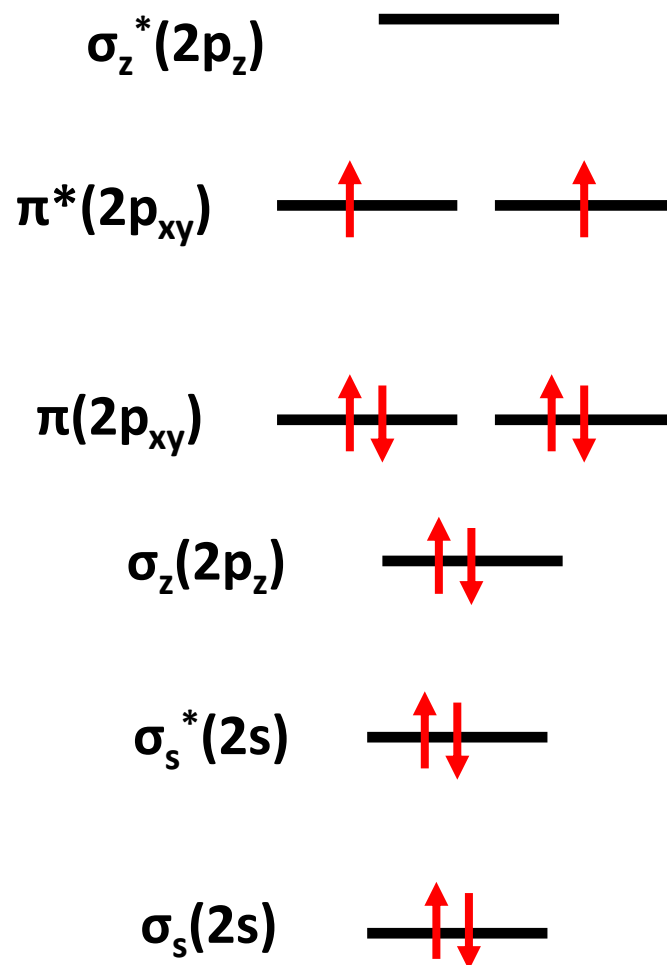
atóm kyslíka  $O^{\bullet\bullet}$

$$\mu_{\text{eff}} \approx \sqrt{2(2 + 2)} = 2.83\mu_B$$



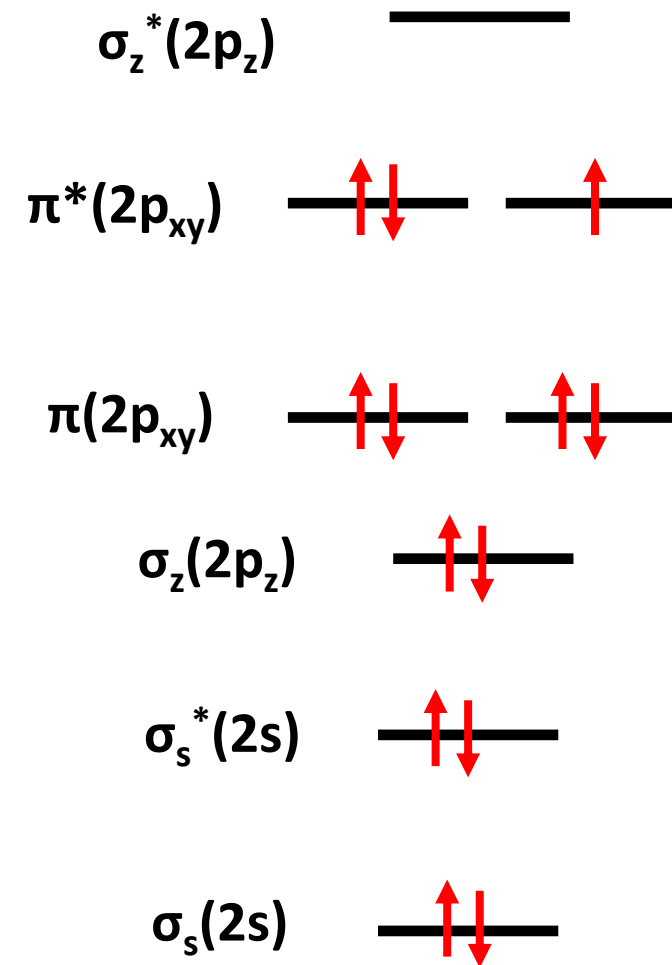
molekula dikyslíka  $O_2^{\bullet\bullet}$

$$\mu_{\text{eff}} \approx \sqrt{2(2 + 2)} = 2.83\mu_B$$



superoxidový anión  $O_2^{\bullet-}$

$$\mu_{\text{eff}} \approx \sqrt{1(1 + 2)} = 1.73\mu_B$$



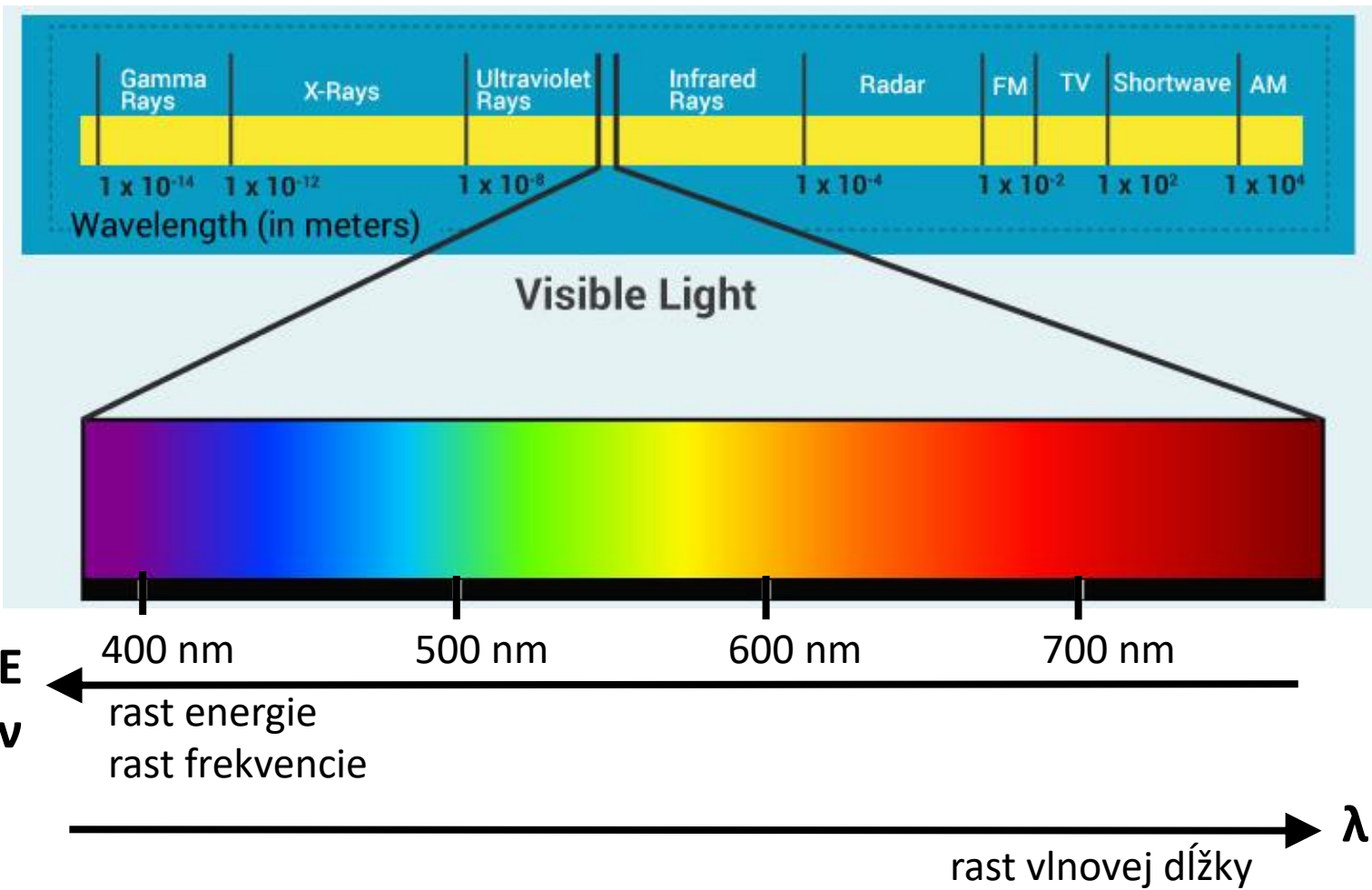
1.TERMICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

2.MAGNETICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

3.OPTICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

# OPTICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

- sú dôsledkom interakcie častíc látky s elektromagnetickým žiarením, teda so svetlom.



## Planckov vzťah

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

$h$  – Plancková konštanta

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$\nu$  – frekvencia žiarenia [ $\text{s}^{-1}$ ]

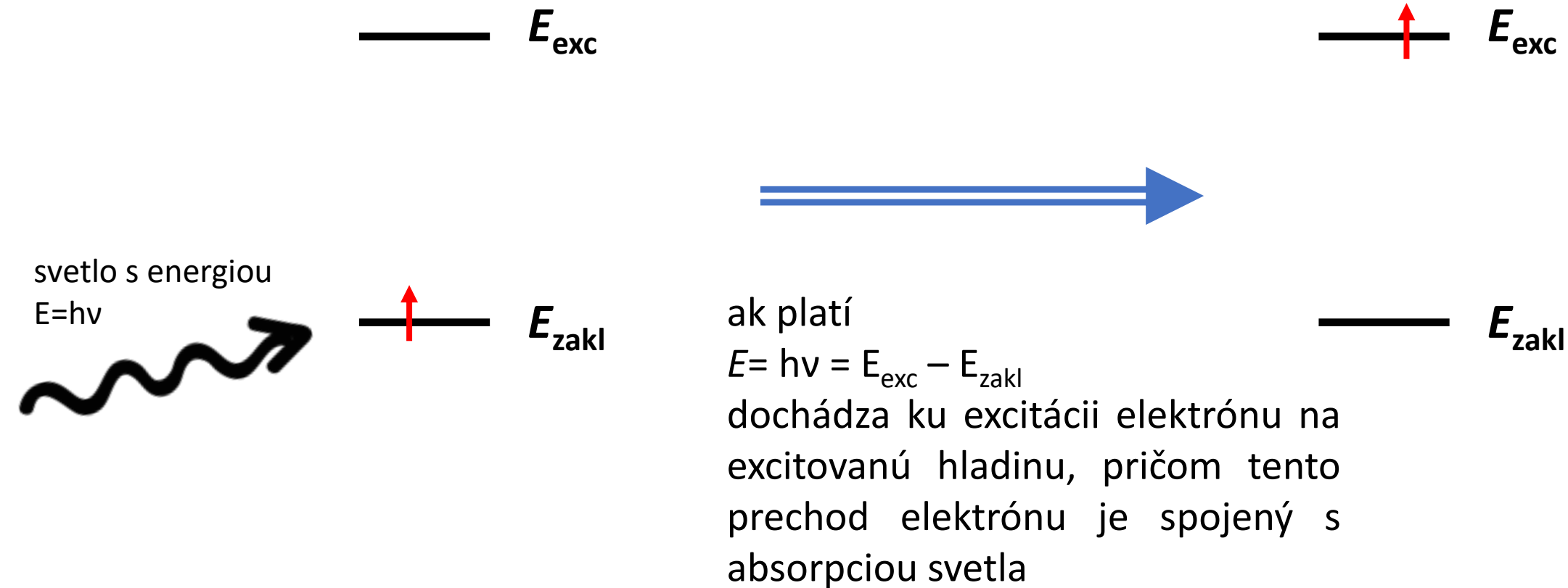
$c$  – rýchlosť svetla vo vákuu

$$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$\lambda$  – vlnová dĺžka [m]

# OPTICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

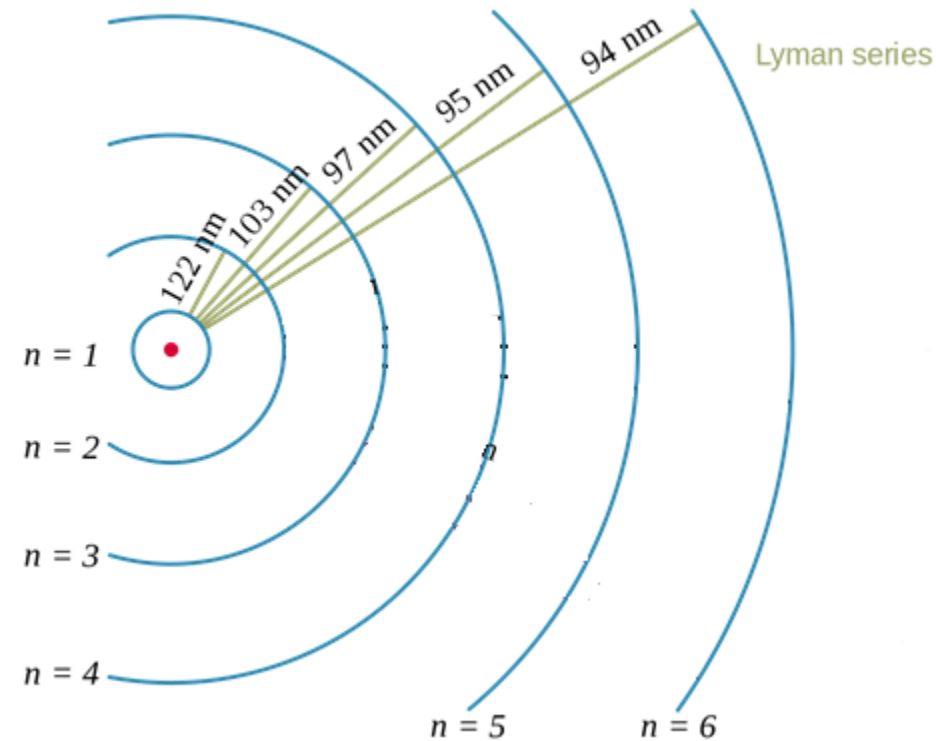
## Elektrónové spektrá atómov a jednoduchých molekúl:



# OPTICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

Elektrónové spektrá atómov a jednoduchých molekul:

**Príklad: Elektrónové spektrá  
atómu vodíka**

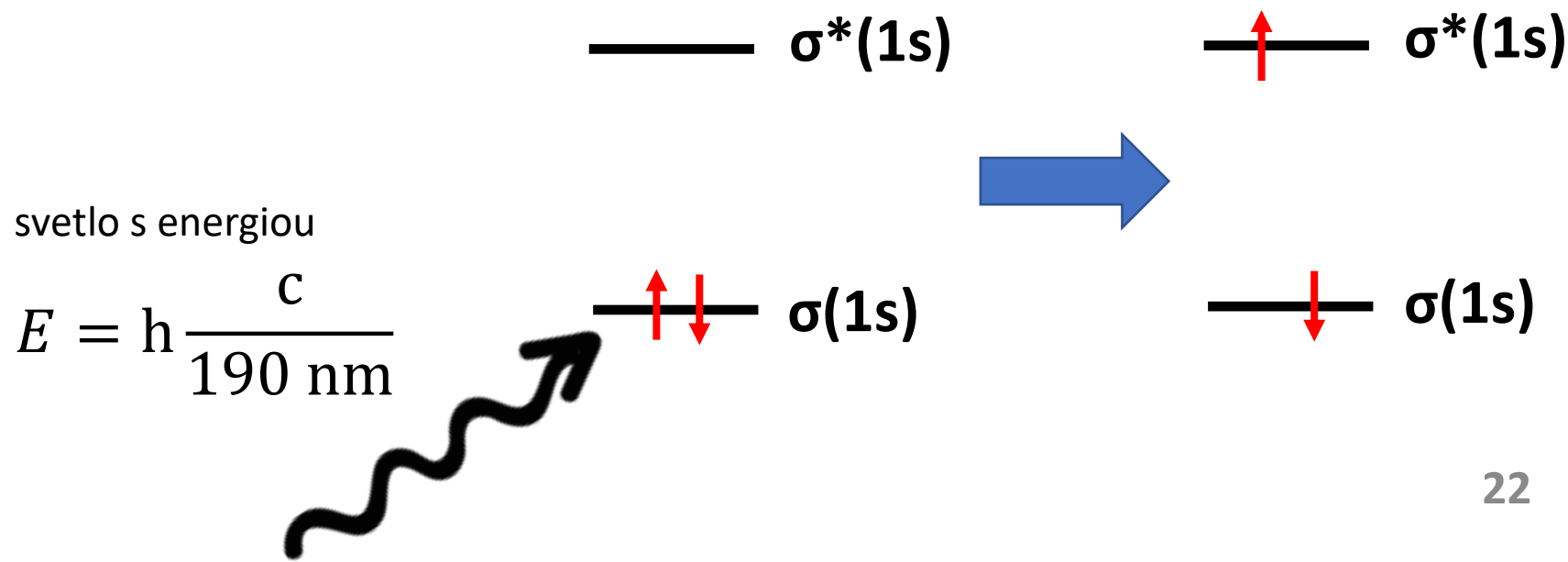


# OPTICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

## Elektrónové spektrá atómov a jednoduchých molekul:

**Príklad: Elektrónové spektrá  
molekuly divodíka H<sub>2</sub>**

$$E\{\sigma^*(1s)\} - E\{\sigma(1s)\} \\ = 190 \text{ nm}$$

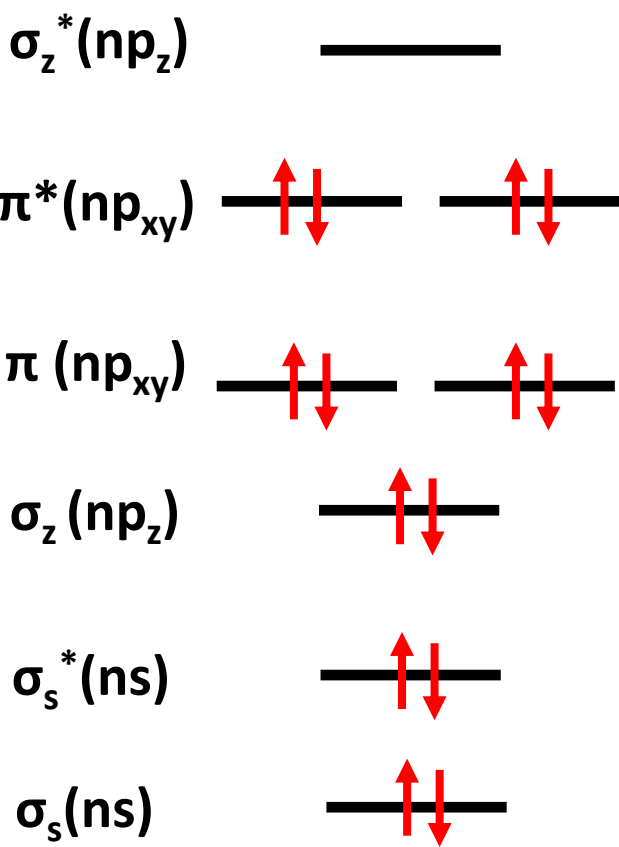


# OPTICKÉ VLASTNOSTI LÁTOK

Elektrónové spektrá atómov a jednoduchých molekul:

**Príklad: Elektrónové spektrá dihalogénov  $X_2$**

|                                                                               | $F_2$      | $Cl_2$     | $Br_2$ | $I_2$   |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------|---------|
| Poloha absorpčného maxima v nm<br>$E\{\sigma_z^*(np_z)\} - E\{\pi(np_{xy})\}$ | 270        | 330        | 425    | 500     |
| Zodpovedajúca farba látky                                                     | bezfarebný | žltozelený | hnedý  | fialový |



$Cl_2$



$Br_2$



$I_2$

