

# Radiologická fyzika a radiobiologie

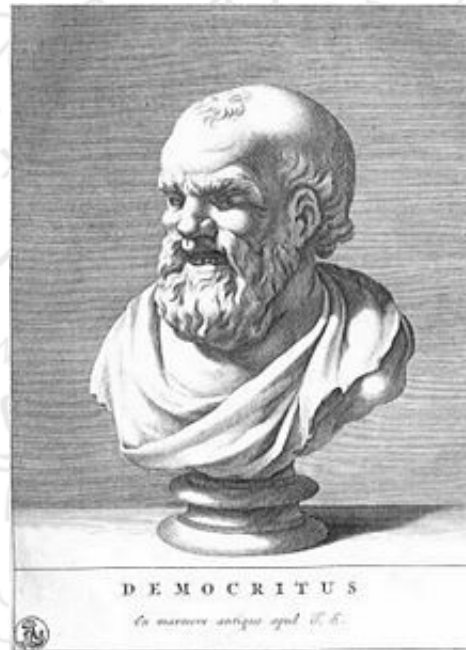
## 2. přednáška



# Atom

- 5. století př.nl. Demokritos

- Filosofická teze o konečné dělitelnosti látek.
- Nejmenší nedělitelnou částicí je atom.



# Atom

- První dekáda 19. stol. John Dalton

- Daltonova atomová teorie

- Látky se skládají z malých částic zvaných atomy. Atomy nelze vytvořit, zničit ani rozdělit.
- Atomy jednoho prvku jsou stejné (mají stejnou hmotnost i vlastnosti).
- Atomy různých prvků mají rozdílné vlastnosti a různou hmotnost.
- Atomy se slučují na molekuly v poměrech malých celých čísel.

# Atom

- 1897 Joseph John Thomson

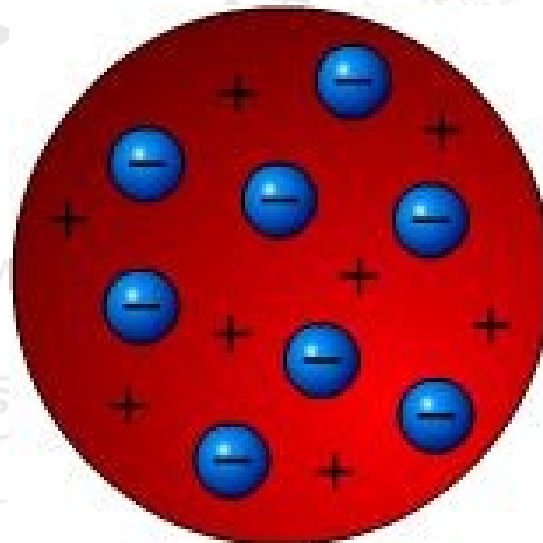
➤ Při studiu katodového záření objevuje elektron → atom přestává být považován za nejmenší částici hmoty.



[Podrobněji](#)

# Atom

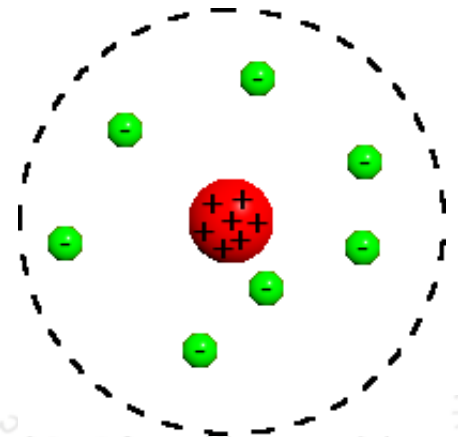
- Thomsonův model atomu „pudinkový“.
- Elektronky jsou rovnoměrně rozložené v atomu společně s kladným nábojem, takže výsledný náboj je 0.



# Atom

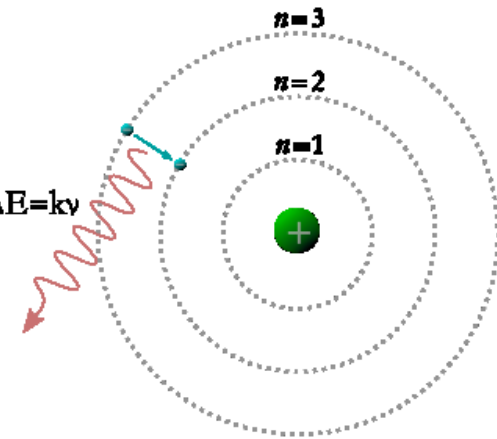
- Ernest Rutherford

- 1909 Experimentálně objevuje atomové jádro.
- Ostřelování zlaté fólie alfa částicemi.
- Navrhuje nový (planetární) model atomu.
- Většina hmoty v malém jádře s kladným nábojem.
- Podrobněji na cvičení.
- $\cot \frac{\Theta}{2} = 4\pi\epsilon_0 \frac{mv_0^2}{Z_1 Z_2 e^2} b$



# Atom

$\Delta E = h\nu$



- Niels Bohr

- 1913 Navrhuje nový model atomu.
- Energie musí být kvantována a elektrony mohou obíhat jádro pouze v energeticky dovolených drahách.
- K přechodu mezi hladinami musí elektron přijmout/vyzářit příslušné množství E.
- Pomohl vysvětlit doposud neznámé chování některých atomových spekter.

# Atom

- Kvantově mechanický model

- Využívá poznatků kvantové mechaniky.

- Schrödingerova vlnová rovnice

- Elektron se nepopisuje jako hmotný bod, ale pomocí vlnové funkce (pravděpodobnost výskytu) (podrobněji v dalších přednáškách).

- Heisenbergovy relace neurčitosti

- Podrobněji v dalších přednáškách.

- Zavedení pojmu orbital

- Oblast s největší pravděpodobností výskytu elektronu v obalu.



# Elektronový obal

- Kvantově mechanický model

- Kvantová čísla

- Hlavní

- Vedlejší

- Magnetické

- Spinové

# Elektronový obal

- Kvantově mechanický model

- Hlavní kvantové číslo elektronu

- Popisuje energii elektronu v obalu.

- Lze srovnat se vzdáleností elektronu od jádra

- $n = 1, 2, 3, \dots$

- pro chemiky  $n = K, L, M, \dots$

# Elektronový obal

- Kvantově mechanický model

- Vedlejší kvantové číslo elektronu

- Popisuje velikost momentu hybnosti. [Podrobněji](#)

- Lze srovnat s tvarem orbitalu.

- $l=0,1,2\dots n-1$

- Pro chemiky  $l=s,p,d,\dots$

# Elektronový obal

- Kvantově mechanický model

- Magnetické kvantové číslo elektronu

- Popisuje složku momentu hybnosti.

- Lze srovnat s prostorovou orientací orbitalu v magnetickém poli.

- $m = -l, -l+1 \dots 0 \dots l-1, l$  ( $-l \leq m \leq l$ )

# Elektronový obal

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V \psi = E \psi$$

$$U_{ef} = U_m$$

$$\vec{B} = \mu_0 \frac{NI \sqrt{2}}{r}$$

$$k = \rho^2 / 2m m_0 = \frac{M}{N}$$

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$\sqrt{2eU}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{e}} \psi \alpha$$

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{C}(s)$$

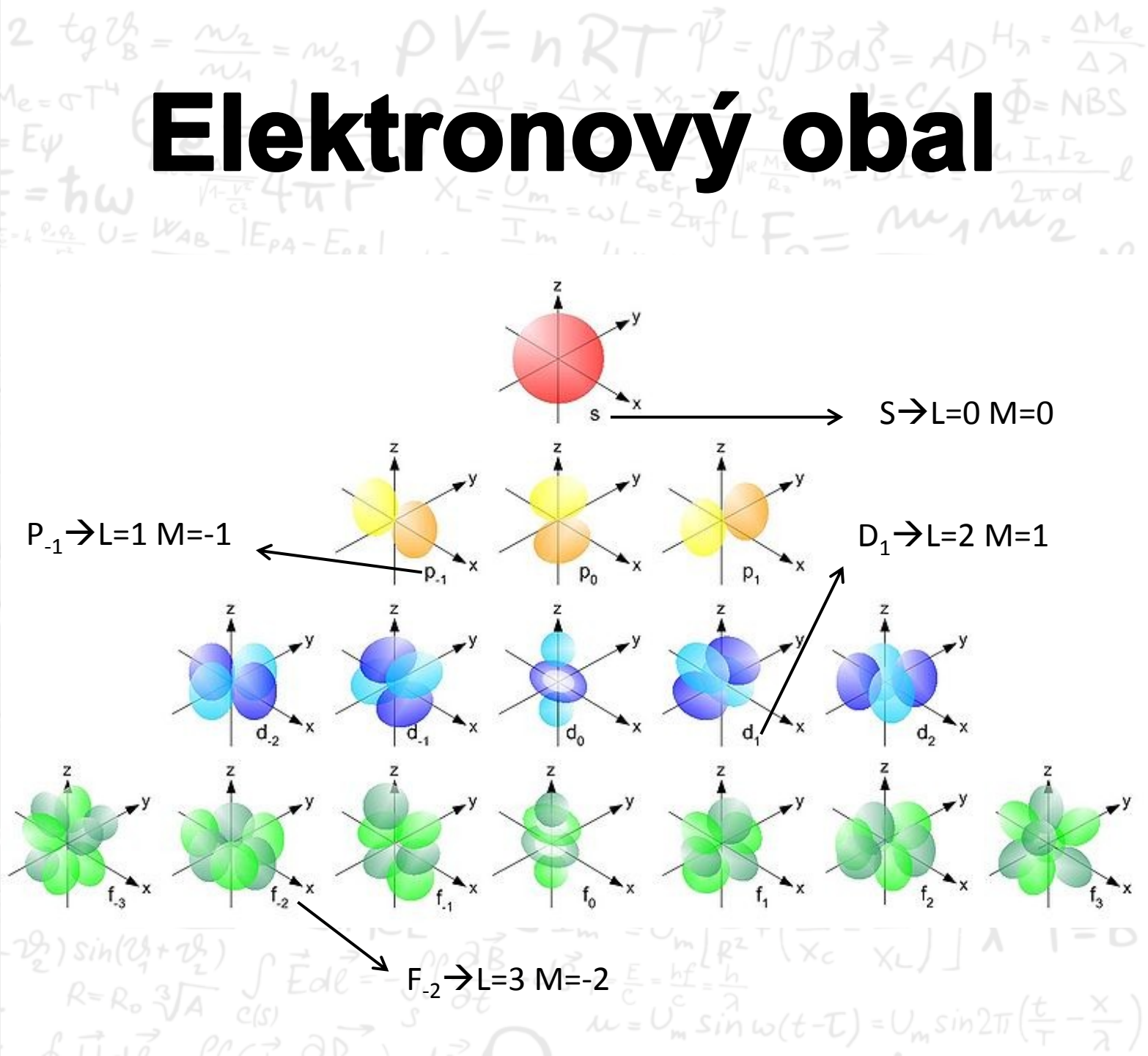
$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN}{M_m}}$$

$$\lambda = \frac{h \nu_2}{T} F_h$$

$$\left( \frac{E_t}{E_0} \right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2)} \sin(\vartheta_1 + \vartheta_2)$$

$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$S = \frac{1}{A} \frac{dW}{dt}$$



# Elektronový obal

- Kvantově mechanický model
  - Spinové kvantové číslo elektronu
    - Popisuje projekci spinu do osy.
    - Spin je vnitřní moment hybnosti a nabývá hodnot 0, 1/2, 1, 3/2 ...
    - Elektronové mají hodnotu spinu  $s = 1/2$

# Elektronový obal

- Wolfgang Pauli

- 1925 Formuluje vylučovací princip. Bylo mu 25 let.

- Žádné 2 nerozlišitelné fermiony nemohou být současně ve stejném kvantovém stavu (nemohou mít shodná všechna kvantová čísla).

- Fermiony jsou částice, které se řídí Pauliho vylučovacím principem.

- Mají poločíselný spin (proton, elektron, neutron..)

- Bosony se jím neřídí.

- Mají celočíselný spin (foton, boson W, α částice...)

# Elektronový obal

- Výstavbový princip

- Orbitaly s nižší energií se zaplňují dřív než orbitaly s vyšší energií.
- Orbitaly s nižším součtem  $n+l$  se zaplňují dřív.
- Pokud je součet shodný, přednost má ten s nižším  $n$ .
- $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f \dots$



# Jádro

- Složeno z nukleonů

- Protonové (Z) a nukleonové (A) číslo - Jednoznačná identifikace  ${}^A_ZX$ .
- V přírodě  $A \in (1,238)$   $Z \in (1,92)$
- Izotopy – mají stejné Z, ale různé A.

# Jádro

- Hmotnosti

- Atomová hmotnostní jednotka

- 1/12 klidové hmotnosti  $^{12}_6\text{C}$

- 1 u = 1 Da (Dalton) =  $1,6605 \cdot 10^{-27}$  kg =  $m_u$

- Klidová hmotnost

- Hmotnost jádra naměřená v klidu.

- Relativní atomová hmotnost

- $A_r = \frac{m_a}{m_u}$

- $m_a$  – hmotnost atomu

- Je uvedena v periodické tabulce.

# Jádro

- Hmotnosti

- Molární hmotnost

- SI jednotka kg/mol, ale lépe se pamatuje g/mol.
    - Číselně je totiž totožná s relativní atomovou hmotností.
    - Například  $A_r(^1\text{H}) = 1,00797$
    - $M_m(^1\text{H}) = 1,00797 \text{ g/mol}$

# Jádro

- Hmotnosti

- Částicová jednotka  $eV/c^2$

- Využívá se v jaderné fyzice pro popis klidových hmotností částic.

- Odvozena z Einsteinova vztahu  $m = \frac{E}{c^2}$ .

- Např. hmotnost  $p^+ = 938 \text{ MeV}/c^2$

- Hmotnost  $e^- = 511 \text{ keV}/c^2$

# Jádro

- **Látkové množství – n**

- SI jednotka mol

- 1 mol látky obsahuje stejný počet částic jako 12 g uhlíku  $^{12}\text{C}$ . Toto množství je rovno Avogadrově konstantě ( $N_A$ ).

- $N_A = 6,022\,141 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

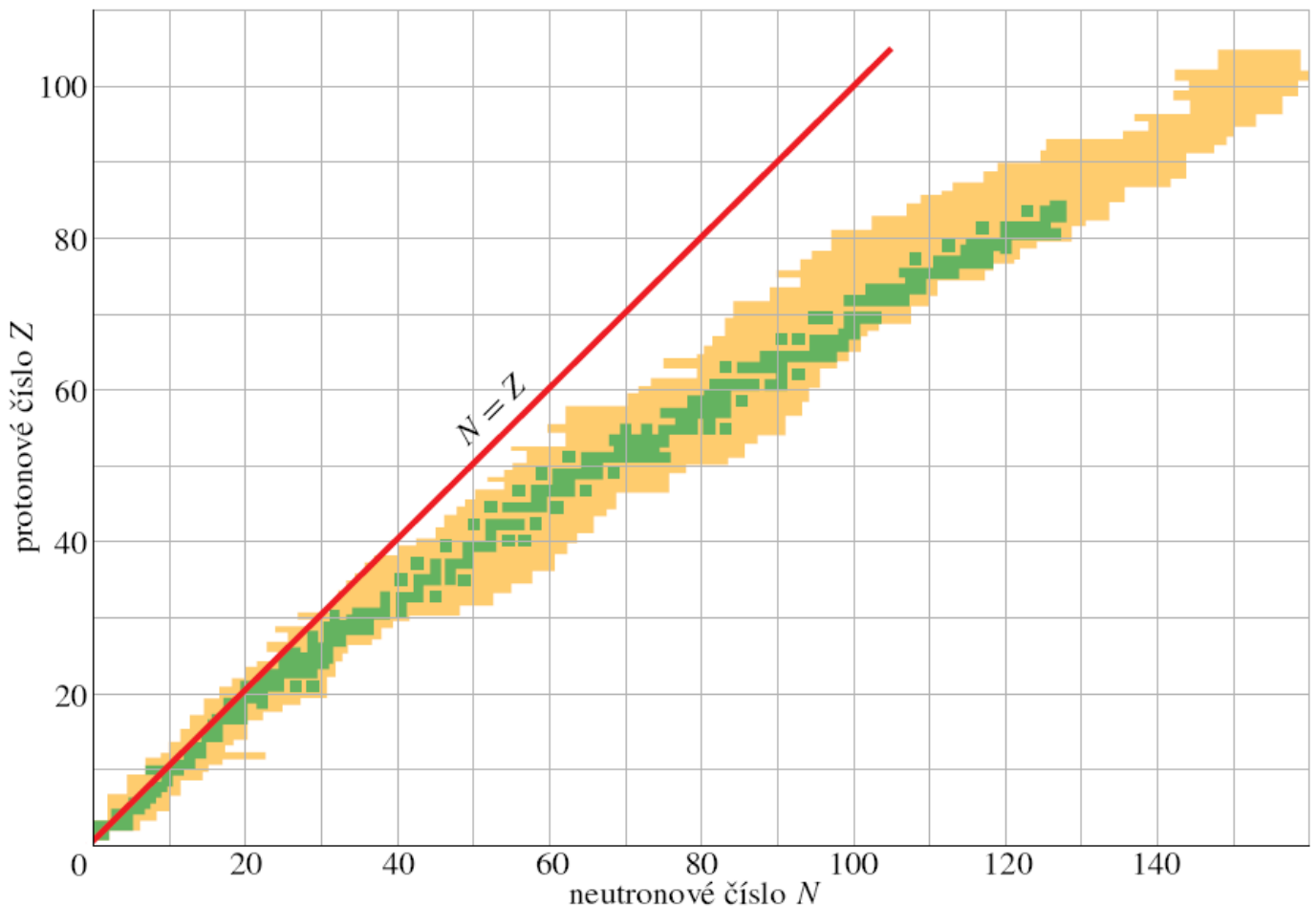
- $n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M_m}$

# Jádro

- Hmotnostní úbytek
  - Očekávaná hmotnost jádra (součet hmotností nukleonů)
    - $m_{nukl} = Zm_p + (A - Z)m_n$
  - Naměřená hmotnost jádra je vždy menší
    - $m_{nukl} - m_{jadr} = \Delta m$
    - Hmotnostní schodek  $\Delta m$  je vždy kladný.
    - Platí  $\Delta E = \Delta mc^2$
    - Tato energie je vazebnou energií jádra.

# Jádro

## • Stabilita



$E_k = \frac{1}{2} m v^2$   
 $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + V\psi = E\psi$   
 $U_{ef} = U_m$   
 $\vec{B} = \mu_0 \frac{NI\sqrt{2}}{2\pi r}$   
 $k = \frac{p^2}{2m} m_0 = \frac{M_0}{N_0}$   
 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}}$   
 $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{e}} \psi(\alpha) = \sqrt{2}$   
 $\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{J} dS$   
 $C(s)$   
 $v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_0}{M_m}}$   
 $\lambda = \frac{\ln 2}{T} F_h =$   
 $\left(\frac{E_t}{E_0}\right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2)}$   
 $E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$   
 $S = \frac{1}{A} \frac{d\omega}{dt}$

$2 \operatorname{tg} \vartheta_B = \frac{m_2}{m_1} = m_{21}$   
 $Me = \sigma T^4$   
 $\phi_e = \frac{L}{4\pi r^2}$   
 $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$   
 $U = \frac{W_{AB}}{e} = \frac{|E_{PA} - E_{PB}|}{e} = \frac{|\varphi_A - \varphi_B|}{e} T = \frac{4 n_1 n_2}{(n_2 + n_1)^2}$   
 $\rho V = n R T$   
 $\vec{\Psi} = \iint \vec{D} d\vec{S} = AD$   
 $H_\lambda = \frac{\Delta Me}{\Delta \lambda}$   
 $V = c/\lambda$   
 $\Phi = NBS$   
 $X_L = \frac{U_m}{I_m} = \omega L = 2\pi f L$   
 $F_m = \vec{B} I l = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi d} l$   
 $F_g = \frac{m_1 m_2}{r^2}$   
 $g = \frac{c}{r^2}$

b)  
f  
 $\mu_0$   
1  
\*)  
)  
.  
h  
.  
b  
x  
 $\lambda$

# Prvky

- Dmitrij I. Mendělejev

- 1869 – Seřadil prvky podle hmotnosti.
- Nové poznatky → úprava tabulky
- Prvky ve skupinách (sloupce) = stejný počet valenčních elektronů, podobné chemické vlastnosti.
- Prvky v periodách (řádky) = stejné  $n$
- Z levého dolního do pravého horního roste elektronegativita .

[Podrobněji](#)



# Prvky

- Rozdílnosti ve skupinách

- Pravidlo podobných vlastností ve skupinách neplatí vždy.

- Ve skupinách mohou být i velmi významné fyzikální rozdíly. Jeden z nich ovlivňuje život na celé zemi.

[Podrobněji](#)

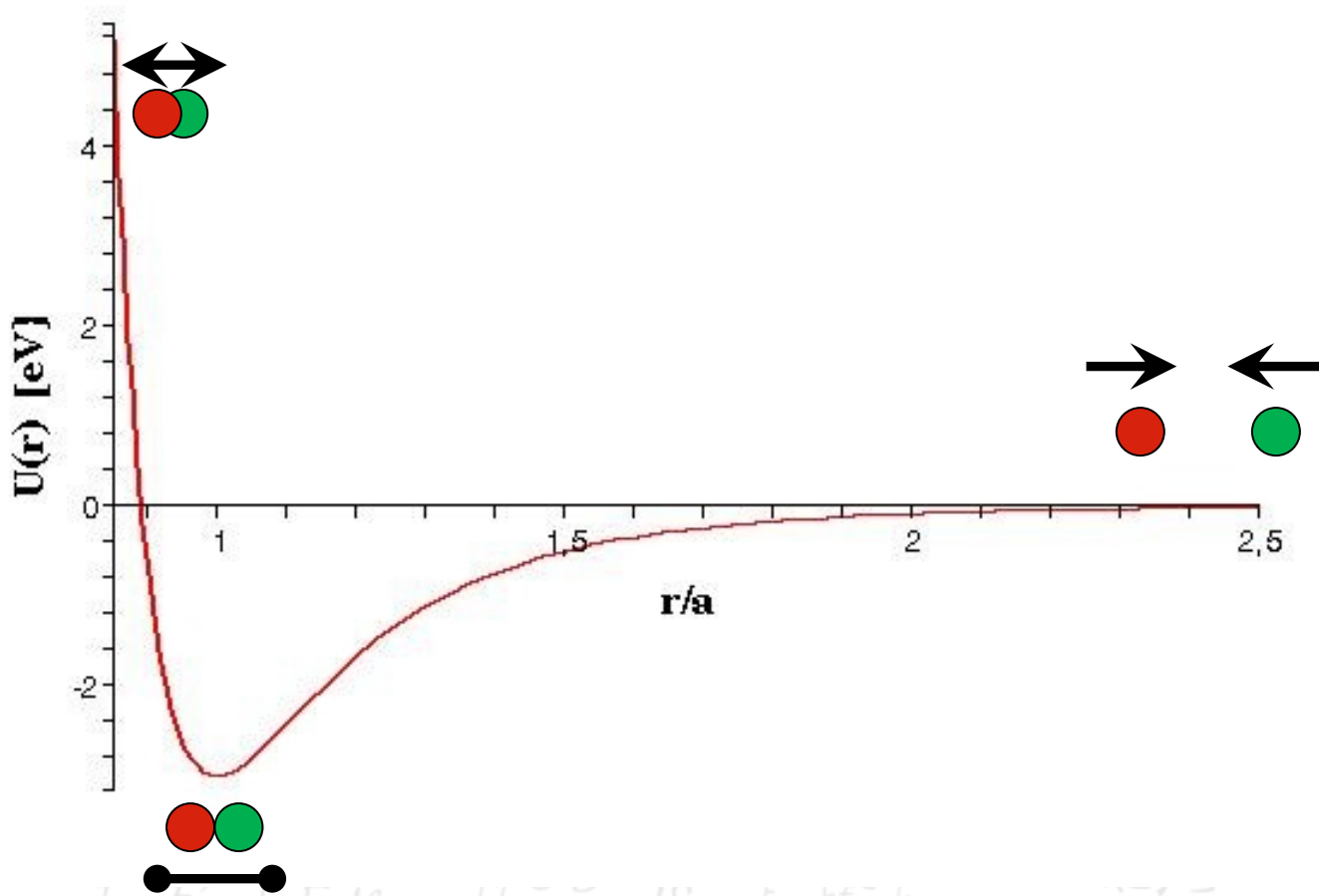
# Prvky

• Prvky se mohou slučovat do molekul

- Důvodem je minimalizace potenciální energie mezi atomy.
- Pokud jsou atomy moc blízko, převládá odpuzivá síla nad přitažlivou.
- Naopak, když jsou moc daleko, je přitažlivá síla příliš slabá.

# Prvky

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V \psi = E \psi$$
$$U_{ef} = U_m$$
$$\vec{B} = \mu_0 \frac{NI \sqrt{2}}{2}$$
$$k = \frac{p^2}{2m} m_0 = \frac{M_p}{N_p}$$
$$\lambda = \frac{h}{p}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$
$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{J} d\vec{s}$$
$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN}{M_m}}$$
$$\lambda = \frac{h \ln 2}{T} F_h$$
$$\left( \frac{E_t}{E_0} \right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2)}$$
$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$
$$S = \frac{1}{A} \frac{dW}{dt}$$



$$2 \operatorname{tg} \vartheta_B = \frac{m_2}{m_1} = m_{21}$$
$$pV = nRT \quad \vec{\Psi} = \iint \vec{D} d\vec{S} = AD \quad H_{\lambda} = \frac{\Delta Me}{\Delta \lambda}$$
$$\phi_e = \frac{L}{4\pi r^2}$$
$$X_L = \frac{U_m}{I_m} = \omega L = 2\pi f L$$
$$F_0 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$
$$U = \frac{W_{AB}}{q} = \frac{|E_{PA} - E_{PB}|}{q}$$
$$V = c/\lambda$$
$$\Phi = NBS$$
$$F_m = \vec{B} I l = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} l$$
$$F_0 = \frac{\mu_1 \mu_2}{\mu_0}$$

# Pauza



$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V \psi = E \psi$$
$$U_{ef} = \frac{U_m}{2}$$
$$\vec{B} = \mu_0 \frac{NI \sqrt{2}}{2r}$$
$$k = \frac{p^2}{2m} \mu_0 = \frac{M_r \cdot 10^{-3}}{N_A}$$
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot d\vec{S}$$
$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_A}{M_r \cdot 10^{-3}}}$$
$$\lambda = \frac{h \nu_2}{T}$$
$$\left( \frac{E_t}{E_0} \right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \sin(\vartheta_1 + \vartheta_2)}$$
$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$
$$S = \frac{1}{A} \frac{dW}{dt}$$

$$2 \tan \vartheta_B = \frac{m_2}{m_1} = m_{21}$$
$$pV = nRT$$
$$\vec{\Psi} = \iint \vec{D} \cdot d\vec{S} = AD$$
$$H_\lambda = \frac{\Delta Me}{\Delta \lambda}$$
$$V = c/\lambda$$
$$\Phi = NBS$$
$$\phi_e = \frac{L}{4\pi r^2}$$
$$X_L = \frac{U_m}{I_m} = \omega L = 2\pi fL$$
$$F_m = \vec{B} I l = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi d} l$$
$$U = \frac{W_{AB}}{q} = \frac{|E_{PA} - E_{PB}|}{q} = \frac{|\varphi_A - \varphi_B|}{q}$$
$$T = \frac{4n_1 n_2}{(n_2 + n_1)^2}$$
$$F_g = \frac{m_1 m_2}{r^2}$$
$$R_m = \frac{C}{T} k = \pm \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (E - V_0)}$$
$$\omega = 2\pi f$$
$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu_r}}$$
$$F_x = \frac{1}{2} C_x \rho \nu^2$$
$$\frac{m_1}{x} + \frac{m_2}{x'} = \frac{m_2 - m_1}{r}$$
$$\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q^*$$
$$R = \frac{U}{I} \nu_2 = U_e I t$$
$$M = \vec{F} d \cos \alpha$$
$$\lambda^* T = b$$
$$S I_m^2 = U_m^2 \left[ \frac{1}{R^2} + \left( \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)^2 \right]$$
$$p = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$
$$u = U_m \sin \omega(t - \tau) = U_m \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

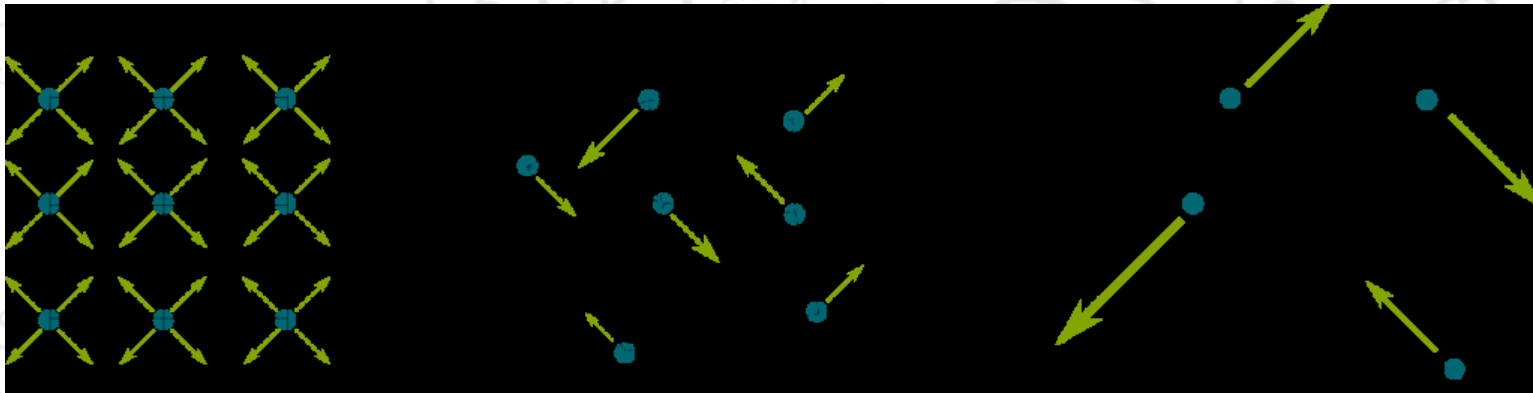
# Látka

- Základní typy skupenství

- Pevné

- Kapalně

- Plynně



# Plyn

- Kinetická energie částic (při biogenních teplotách) je mnohem větší než potenciální energie.
- Ideální plyn
  - Dokonale stlačitelný.
  - Bez vnitřního tření.
  - Rozměr částic je zanedbatelný.
  - Částice na sebe působí pouze srážkami, které jsou dokonale pružné (nemění se celková kinetická energie).
  - Pohyb je zcela neuspořádaný.

# Plyn

- **Rovnovážný stav systému**

- Za daných vnějších podmínek neprobíhá žádný samovolný děj spojený s výměnou látek nebo energie.

- V ideálním plynu platí stavová rovnice.

$$pV = nRT$$

Odvození na cvičení

- $p$  – tlak,  $V$  – objem,  $n$  – látkové množství

- $T$  – termodynamická teplota

- $R$  – univerzální plynová konstanta

- $R = N_A k_B = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} = 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

# Plyn

- **Van der Waalsův plyn - přiblížení reality**

- Bere v potaz přitažlivé Van der Waalsovy síly mezi molekulami plynu (snížení tlaku popsané konstantou  $a$ ).

- Bere v potaz objem molekul plynu (popsáno konstantou  $b$ ).

$$\left(p + a \frac{n^2}{V^2}\right) \cdot (V - bn) = nRT$$



# Plyn

- Základní termodynamické děje

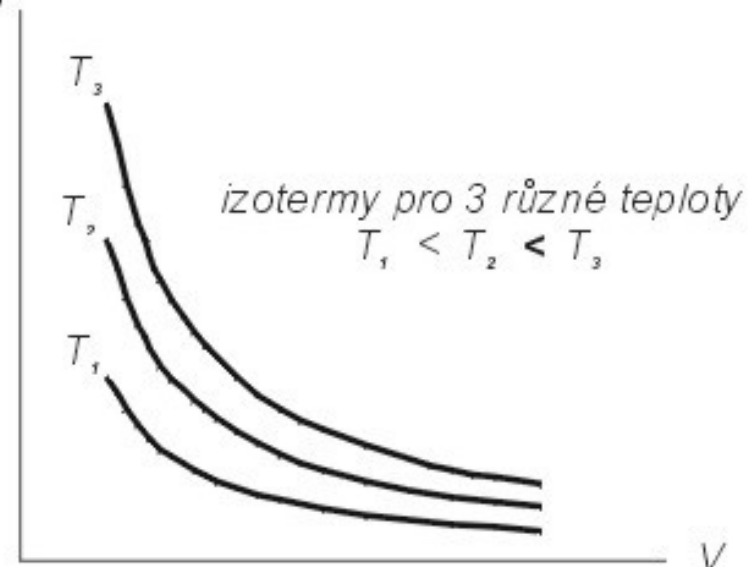
- Izotermický děj (Boyleův-Mariottův zk.)

- Teplota systému je konstantní ( $\Delta T = 0$ ).

- Ze stavové rovnice vyplývá:

- $pV = \text{konst.}$

- Nedochozí ke změně vnitřní energie ( $\Delta U = 0$ ).



# Plyn

- Základní termodynamické děje

- Izobarický děj (Gay-Lussacův zk.)

- Tlak systému je konstantní ( $\Delta p = 0$ ).
    - Ze stavové rovnice vyplývá:
    - $V/T = \text{konst.}$



# Plyn

- Základní termodynamické děje

- Izochorický děj (Charlesův zk.)

- Objem systému je konstantní ( $\Delta V = 0$ ).

- Ze stavové rovnice vyplývá:

- $p/T = \text{konst.}$

- Systém nemůže

vykonávat

objemovou práci

( $\Delta W = 0$ ).



# Plyn

- **Základní termodynamické děje**

- **Adiabatický děj (Poissonův zk.)**

- Nedochází k tepelné výměně ( $\Delta Q = 0$ ).

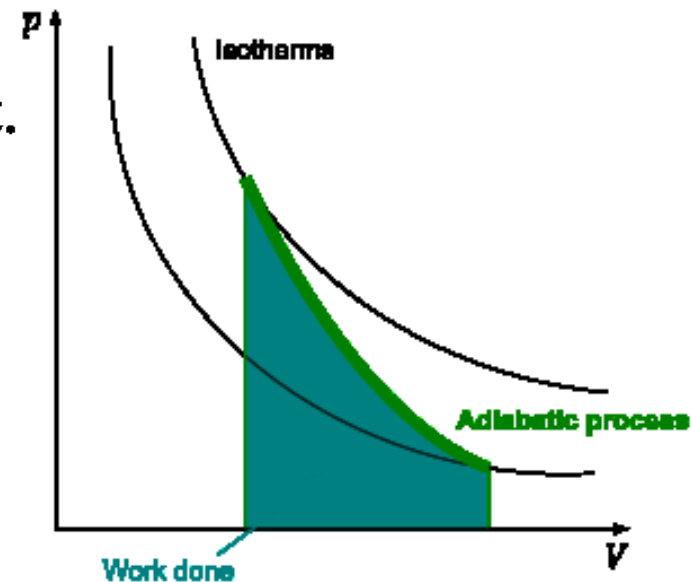
- Ze stavové rovnice vyplývá:

- $pV^\kappa = \text{konst.}$

- $\kappa$  – Poissonova konst.

- $\kappa = \frac{c_p}{c_v}$

- $c_i$  – měrná tepelná kapacita při stálém  $p$  nebo  $V$



# Kapalina

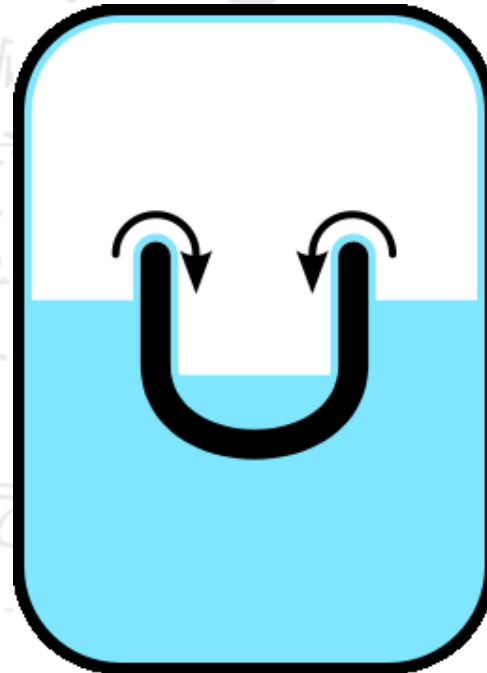
- Kinetická energie částic je o málo větší než energie potenciální.
- Ideální kapalina
  - Je dokonale nestlačitelná.
  - Bez vnitřního tření (nulová viskozita).
  - Bez vlastního tvaru.
  - Má povrch, který se chová jako elastická fólie (povrchové napětí kapalin).

# Kapalina

- Supratekutost

➤  $^4\text{He}$  při teplotě  $T < 2,17 \text{ K}$  přechází do supratekutého stavu (vysvětlení příště).

<https://www.youtube.com/watch?v=9FudzqfpLLs>

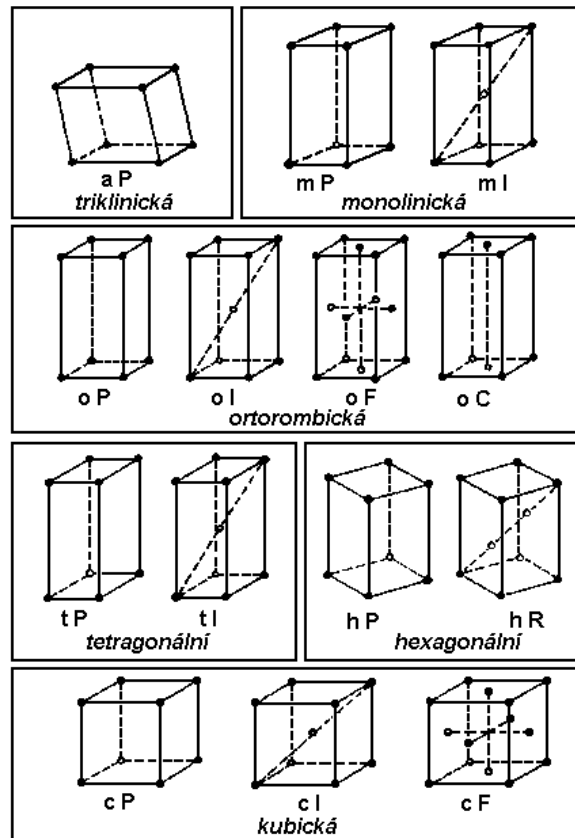


# Pevná látka

- Kinetická energie částice je menší než potenciální energie.
- Krystalické látky
  - Pravidelná struktura
  - Obecně anizotropní (různé fyzikální vlastnosti v různých směrech).
- Amorfnní látky
  - Nepravidelná struktura.
  - Vlastnosti nezávislé na směru.

# Pevná látka

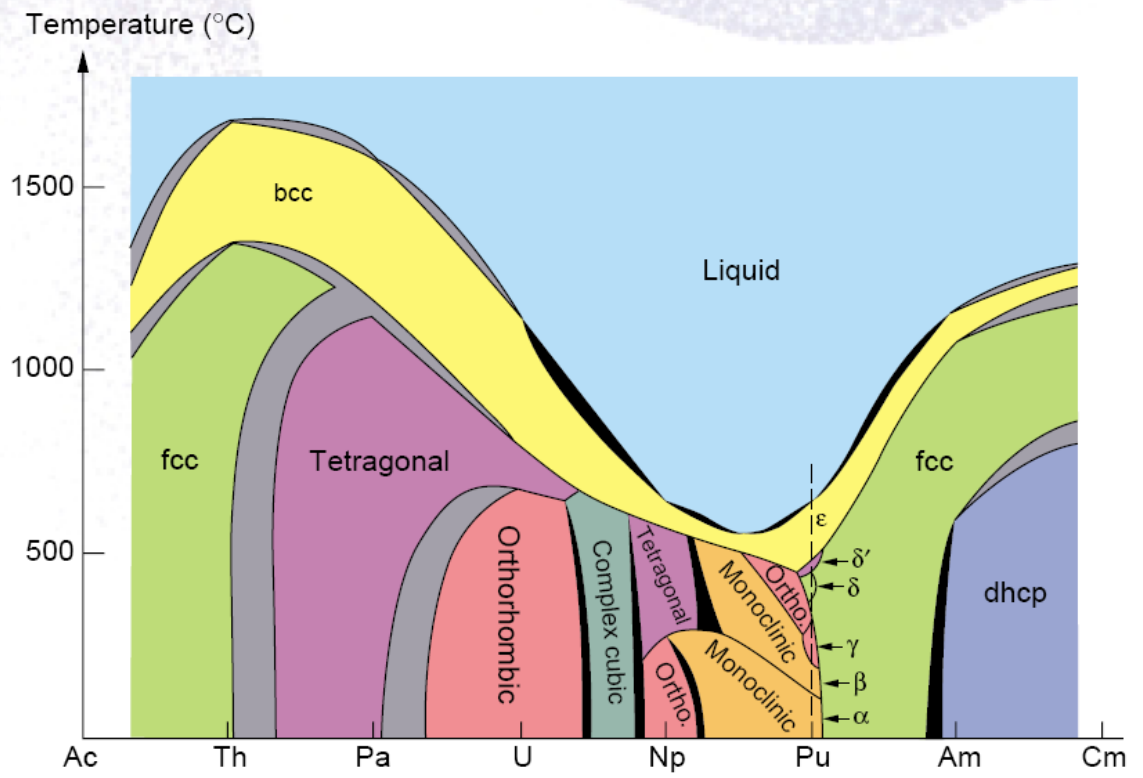
- Krystalové soustavy
  - Existuje 230 prostorových grup.





# Pevná látka

- Krystalové soustavy
  - Při různé teplotě a tlaku může prvek tvořit různou mřížku.



$E_k = \frac{1}{2} m v^2$   
 $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + V\psi = E\psi$   
 $U_{ef} = U_m$   
 $\vec{B} = \mu_0 \frac{NI\sqrt{2}}{4\pi r}$   
 $k = \rho^2 / 2m m_0 = \frac{M_m}{N_A}$   
 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}}$   
 $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{e}}$   
 $\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{J} d\vec{S}$   
 $C(s)$   
 $v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_A}{M_m}}$   
 $\lambda = \frac{h \ln 2}{T} F_h = Shp$   
 $\left(\frac{E_t}{E_0}\right)_{||} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \sin(\vartheta_1)}$   
 $E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$   
 $S = \frac{1}{A} \frac{d\omega}{dt}$

$\rho V = nRT \Psi = \iint \vec{D} d\vec{S} = AD$   
 $H_\lambda = \frac{\Delta Me}{\Delta \lambda}$   
 $V = c/\lambda$   
 $\Phi = NBS$   
 $\vec{B} I l = \mu \frac{I_1 I_2}{2\pi d}$   
 $F_g = \frac{m_1 m_2}{r^2}$   
 $r_2$   
 $R_m = \frac{c}{T k} = \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (E - V_0)}$   
 $\omega = 2\pi f$   
 $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon + \mu}}$   
 $\frac{w_2 - w_1}{v}$   
 $= Q^*$   
 $F_n$   
 $R$   
 $T = b$   
 $\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$

# Pevná látka

- Amorfnní látky

- Lze si je představovat jako kapalinu s vysokou viskozitou (vnitřním třením).
- Nemají pevnou teplotu tání (při zahřívání měknou až se rozpustí).
- Vosk, asfalt, pryskyřice, polymery, sklo

# Shrnutí

- Známe nejen historický vývoj zkoumání podstaty hmoty, ale
- Víme, jak se liší jednotlivé modely atomů, umíme důkladně popsat a chápeme Bohrův model a víme podstatné informace o kvantově mechanickém modelu.
- Umíme vysvětlit stavbu elektronového obalu a popsat kvantová čísla.

# Shrnutí

- Perfektně se orientujeme v popisu jader, víme co je nukleonové či protonové číslo, umíme vysvětlit pojem stabilita jádra, hmotnostní úbytek (neboli schodek).
- Víme proč počet neutronů roste rychleji než protonů.
- Víme, jak Mendělejev sestavil tabulku prvků.

# Shrnutí

- Umíme vysvětlit rozdíl mezi ideálním a reálným plynem či kapalinou.
- Chápeme podstatu jednotlivých skupenství, perfektně se orientujeme v termodynamických dějích v ideálním plynu.
- Jsme schopni popsat rozdíl mezi krystalickou a amorfní látkou a jaké fyzikální rozdíly z toho plynou.

**To je vše přátelé...**

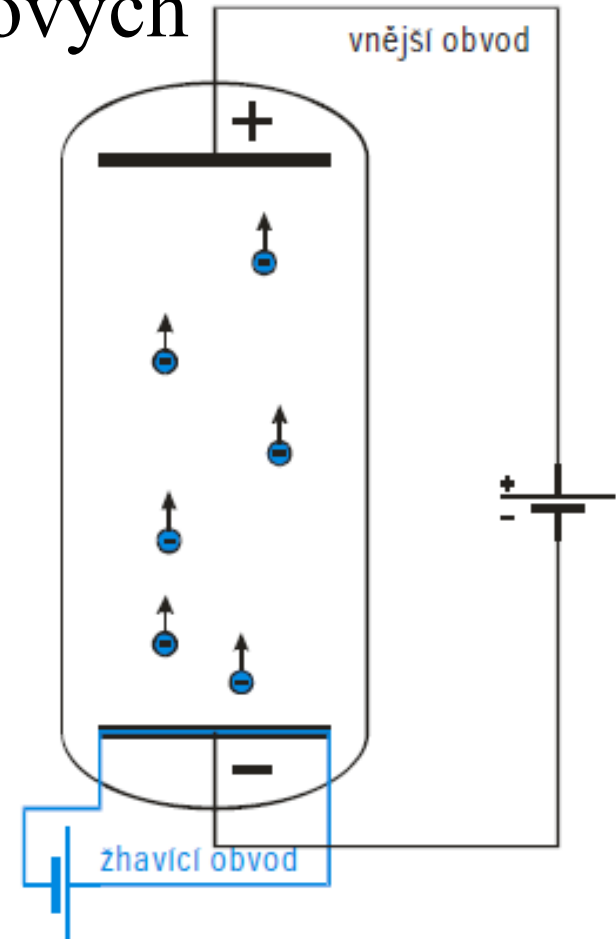


**...pro dnešek...**

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V \psi = E \psi$$
$$U_{ef} = \frac{U_m}{2}$$
$$\vec{B} = \mu_0 \frac{NI \sqrt{2}}{2r}$$
$$k = \frac{p^2}{2m} m_0 = \frac{M_r}{N_A}$$
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot d\vec{S}$$
$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_A}{M_r}}$$
$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} F_h = \frac{Shp}{g}$$
$$\left( \frac{E_t}{E_0} \right)_{\parallel} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \sin(\vartheta_1 + \vartheta_2)}$$
$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$
$$S = \frac{1}{A} \frac{dW}{dt}$$

# Dodatky 1

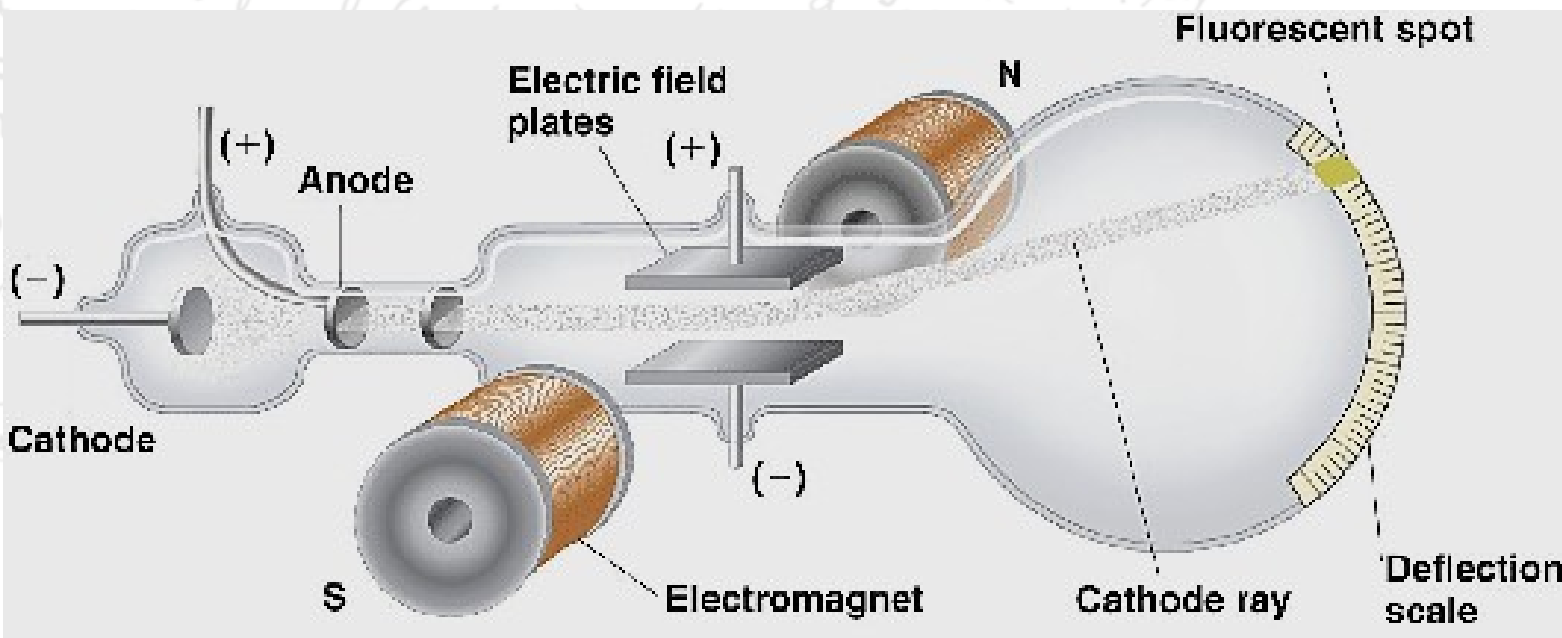
- 1869 objev katodového záření (Hittorf) v upravených Geisslerových trubicích.
- Ohýbá se v mag. Poli.
- Má záporný el. Náboj.
- Co to je?



[zpět](#)

# Dodatky 1

- 1897 Thomsonův experiment





# Dodatky 1

- Záporně nabytá částice získá v elektrickém poli potenciální energii  $E = Q U$ .

- Ta se mění na kinetickou  $E = \frac{1}{2} m v^2$

$$QU = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2QU}{m}}$$

# Dodatky 1

- Víme, že se proud záření ohýbá po kružnici.
- Dostředivá síla při pohybu po kružnici
- Záření je ohýbáno Lorentzovou silou

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$F = QvB$$

$$mv^2 = QvBr$$

$$\frac{Q}{m} = \frac{v}{Br}$$

# Dodatky 1

- Po dosazení za rychlost

$$\frac{Q}{m} = \frac{\sqrt{\frac{2UQ}{m}}}{Br} \quad / \quad \text{umocníme}$$

$$\frac{Q^2}{m^2} = \frac{2UQ}{mB^2r^2} \quad / \quad Q \quad m$$

$$\frac{Q}{m} = \frac{2U}{B^2r^2}$$

# Dodatky 1

- Thomson vypočítal náboj katodového záření rovný kationtu vodíku.
- Hmotnost částice katodového záření vypočítal přibližně 1000x menší než atomu vodíku.
- Usuzoval, že se jedná o částici, která se nachází uvnitř atomu.

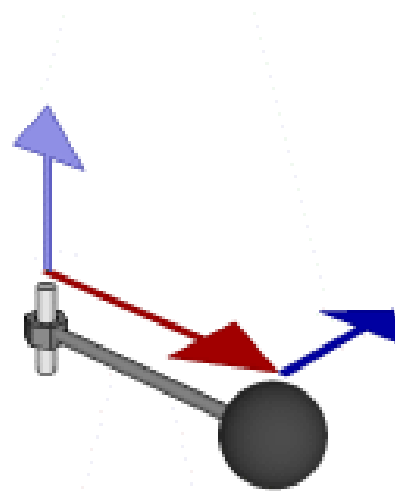
Konec 1. dodatku

[zpět](#)

# Dodatky 2

- Moment hybnosti ( $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ )
- Popisuje rotační pohyb tělesa

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$
$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$



Podrobněji na 7. přednášce (MRI)

Konec 2. dodatku

[zpět](#)

# Dodatky 3

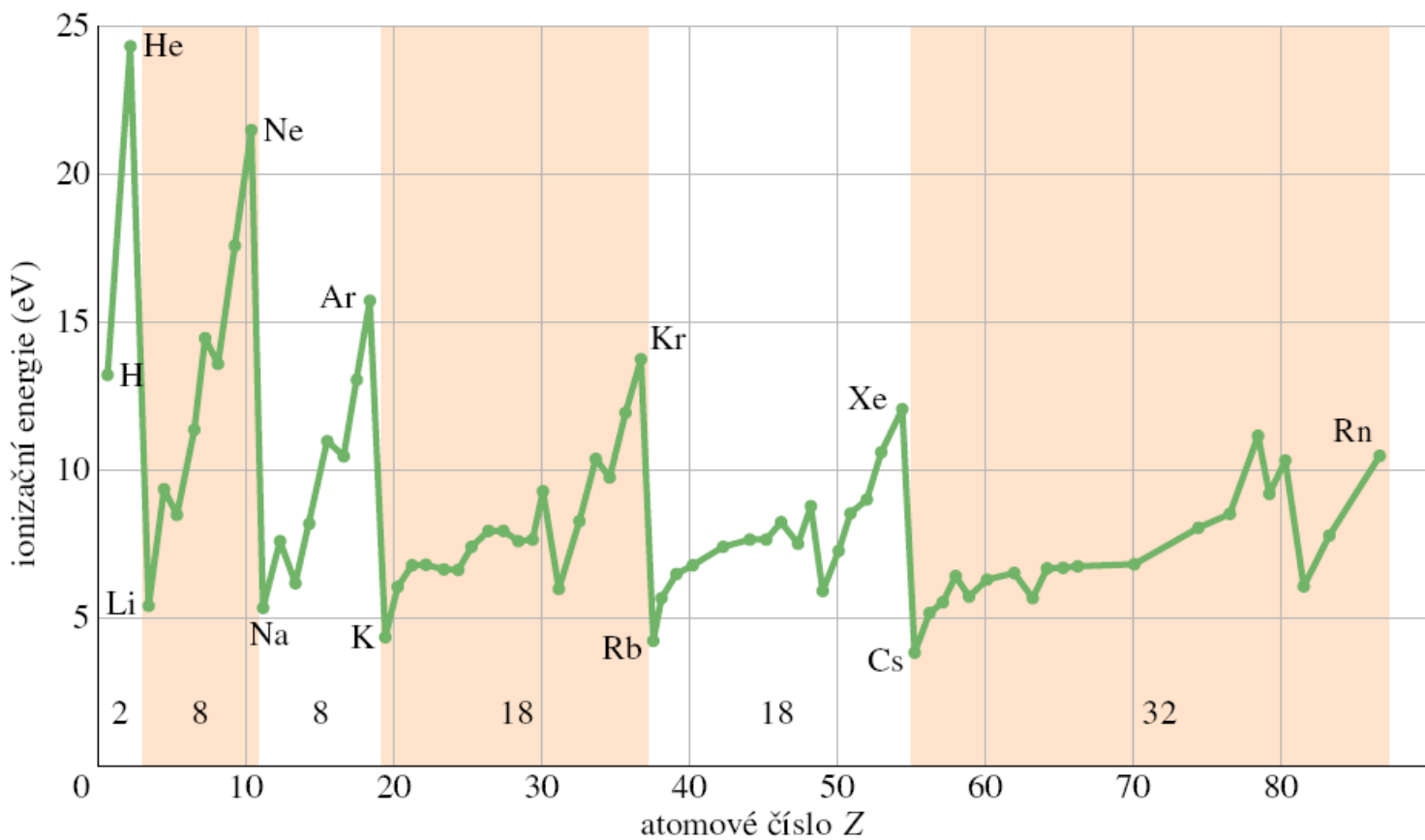
- Periodická tabulka prvků

- Prvky ve stejné skupině („sloupci“) mají stejný počet valenčních elektronů. Proto většinou vykazují podobné chemické vlastnosti.

- Prvky v 18. skupině (vzácné plyny) mají zcela zaplněné všechny orbitaly. Mají nejvyšší ionizační energii a je velmi obtížné je ionizovat a dlouho nebyly známy jejich sloučeniny. Proto se jim říká inertní (netečné) prvky.

# Dodatky 3

- Ionizační energie prvků



# Dodatky 3

- Periodická tabulka prvků

➤ Oproti tomu, prvky z 1. skupiny (alkalické kovy) mají ve valenční vrstvě 1 volný elektron, který je „nadbytečný“ oproti vysoce stabilní elektronové konfiguraci vzácných plynů a mají tendenci lehce se jej zbavovat. Proto je jejich ionizační energie minimální.

➤ Všechny velmi rychle a bouřlivě reagují s vodou ([video](#)).

<https://www.youtube.com/watch?v=HvVUtpdK7xw>



# Dodatky 3

- Periodická tabulka prvků

➤ Prvkům ze 17. skupiny (halogeny) chybí 1 elektron do elektronové konfigurace vzácných plynů. Proto se ho snaží získat což se projevuje na jejich vysoké elektronegativitě.

➤ Jejich podobné reakce jsou [zde](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=u2ogMUDBaf4>

Konec 3. dodatku

[Zpět](#)

# Dodatky 4

- Všechny prvky z 16. skupiny (chalkogeny) tvoří sloučeniny s vodíkem.

Molekula	T tání [°C]	T varu [°C]
H <sub>2</sub> O	0	100
H <sub>2</sub> S	-82	-60
H <sub>2</sub> Se	-65	-41
H <sub>2</sub> Te	-49	-2

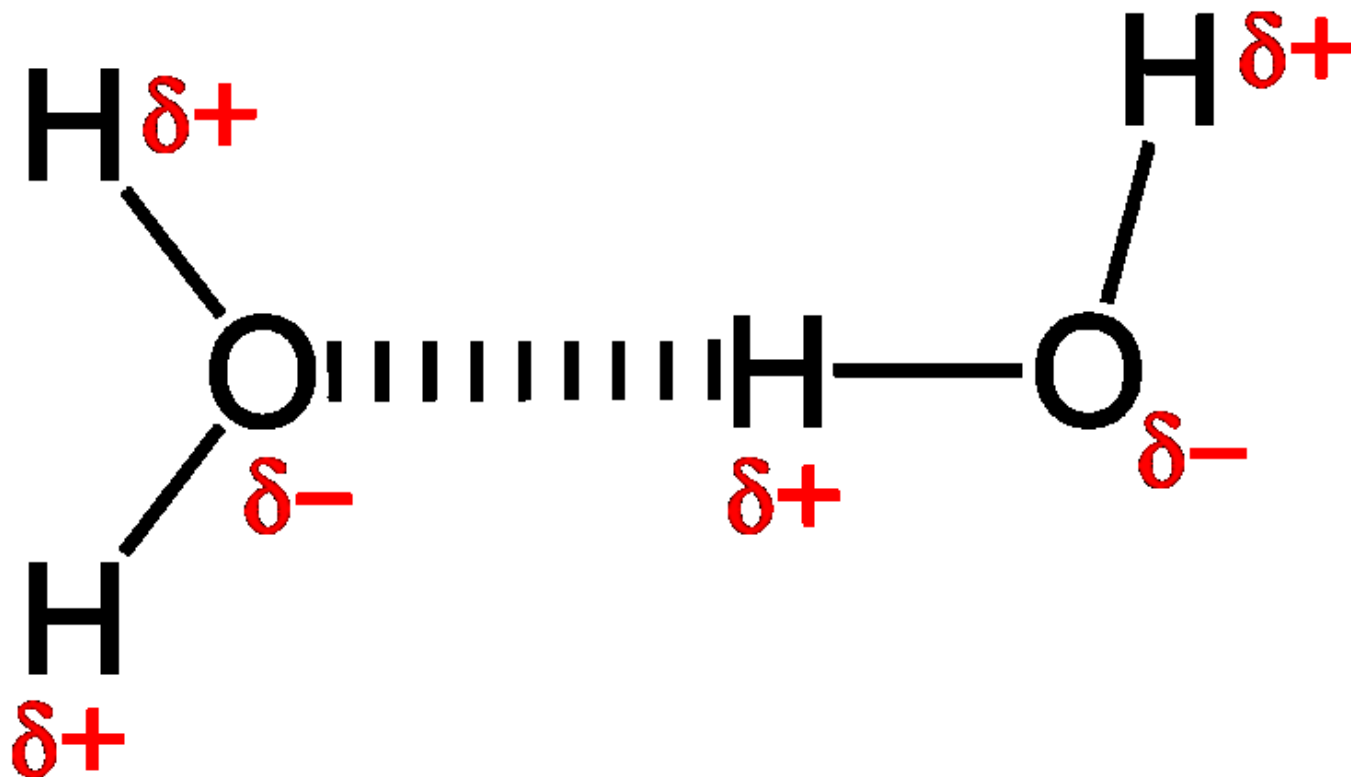
- Proč tak odlišná teplota u H<sub>2</sub>O?

# Dodatky 4

- Vodíková vazba

- Je slabší než iontová nebo kovalentní, ale silnější než ostatní vazby.
- Silně ovlivňuje teplotu tání a varu
- Ke vzniku musí být přítomen vodík navázaný na silně elektronegativním prvku a další prvek s volným elektronovým párem.
- Na vodíku vzniká kladný parciální náboj, na který se může navázat elektron z nevazebného elektronového páru.

# Dodatky 4



Konec 4. dodatku

[Zpět](#)

**Děkuji za pozornost**

**Konec  
2. přednášky**

**Prezentace vznikla v rámci projektu  
fondu rozvoje MU 1515/2014**