

Bohrův model atomu vodíku

- Elektron obíhá kolem jádra po kruhových drahách , jejichž poloměr splňuje podmínku rovnováhy mezi Coulombovou silou a silou odstředivou :

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

- Současně je splněna podmínka kvantování a "povolených drah".

$$2\pi r m v = n h$$

- Obíhá-li elektron v některé z kvantových drah, je jeho energie konstantní a atom nevyzařuje.
- Při přechodu na jinou kvantovou dráhu atom vyzáří (nebo pohltí) foton

- Pro doprovodnou de Broglieho vlnu platí : $\lambda = \frac{h}{mv}$

Celkově musí tedy platit vztahy

Oběžná rychlost elektronu : $v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r}}$

Vlnová délka vlny : $\lambda = \frac{h}{e} \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 r}{m}}$

Pokud platí podmínka celého počtu vln na délku dráhy : $2\pi r = n\lambda$

Musí platit pro jednotlivé poloměry (n=1 - Bohrův poloměr) :

$$r = n^2 \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

Pro energie platí: $W_k = \frac{1}{2}mv^2$

což po dosazení za rychlost ze vztahu /5.15/ vede na

$$W_k = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 \cdot r_n} \quad /5.20/$$

a potenciální energii

$$W_p = \frac{(-e) \cdot (+e)}{4\pi\epsilon_0 \cdot r_n} = - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n} \quad /5.21/$$

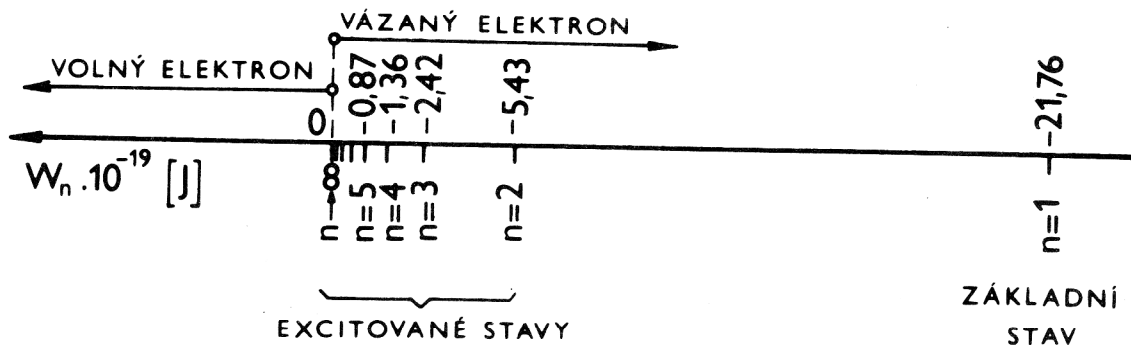
Celková energie je určena součtem W_k a W_p , což s použitím /5.20/ a /5.21/ vede na výsledek

$$W_n = W_k + W_p = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r_n} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n} = - \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r_n} \quad /5.22/$$

Dosadíme-li do /5.22/ za r_n vztah /5.18/ získáme

$$W = - \frac{m_e \cdot e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \quad /5.23/$$

Energie určené vztahem /5.23/ se nazývají energetické hladiny atomu vodíku a jsou znázorněny na obr. 5.9. Tyto energie /a hladiny/ jsou záporné, což respek-



Obr. 5.9

tuje skutečnost, že elektron v daném stavu potřebuje dodat právě tuto energii, aby se uvolnil od jádra atomu. Energetická hladina pro $n = 1$ se nazývá základním stavem atomu a vyšší hladiny jsou excitované stavy. V limitním případě, kdy $n \rightarrow \infty$ je $W_n \rightarrow 0$ což znamená, že elektron již není vázán k jádru atomu.

Energií základního stavu můžeme vypočítat ze vztahu /5.23/

$$W_1 = - \frac{m_e \cdot e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = - 2,17 \cdot 10^{-18} \text{ J} = - 13,6 \text{ eV} \quad /5.24/$$

Zde je potřeba zdůraznit, že experimentální výsledky udávají, že na oddělení elektronu od jádra vodíku je nutno dodat energii 13,6 eV, což je v souladu s výsledkem /5.24/.