

2. Teoretická část

2.1. Základní pravidla kvantové teorie

2.1.1. Elektron v izolovaném atomu

V roce 1913 stanovil Niels Bohr tři postuláty, vysvětlující některé do té doby nepochopitelné vlastnosti elektronů:

1. Elektron může trvale kroužit kolem jádra jen v některé z určitých drah (kvantových drah, orbitů).
2. Pokud elektron obíhá v některé z kvantových drah, atom nevyzařuje žádnou energii, jeho energie je konstantní.
3. Při přechodu elektronu z jedné kvantové dráhy na druhou atom energii buď absorbuje nebo emituje.

Tato **kvantizace** drah pohybu elektronu vede ke **kvantizaci energie** elektronu. Podle [8], pro elektron s hlavním kvantovým číslem **n** je tato energie:

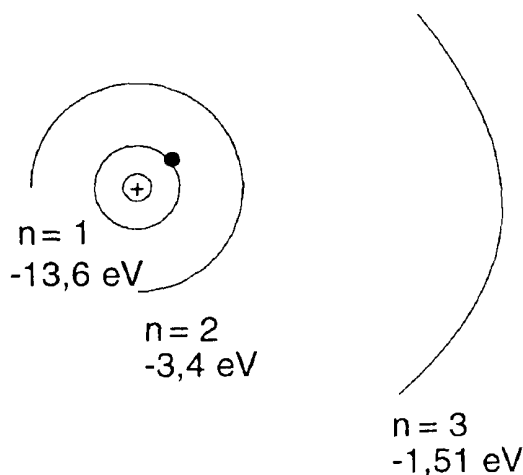
$$E = -\frac{m_0 q^4}{2(4\pi\epsilon_0 h n)^2} = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}, \quad n = 1, 2, 3,$$

(2-1)

kde **E** je vazebná energie elektronu v atomu vodíku,
m₀ je hmotnost volného elektronu (0,91.10⁻³⁰ kg),
q je absolutní hodnota náboje elektronu (1,602 . 10⁻¹⁹ C),
ε₀ je permitivita vakua (8,854.10⁻¹² Fm⁻¹),
h je Planckova konstanta (6,626.10⁻³⁴ Js), ħ= h/2π
n je hlavní kvantové číslo (identifikátor orbitu).

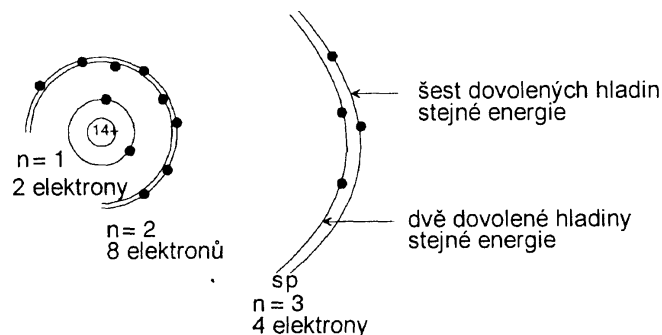
Jednotka elektronvolt (eV) je jednotka energie (1 eV = 1,602 .10⁻¹⁹ J). Vazebná energie elektronu je záporná, vazebnou energii v nekonečnu (tj. energii volného elektronu ve vakuu) klademe rovnu nule. Energie elektronu je tedy uvnitř vodíkového

atomu omezena pouze na určité hodnoty (viz obr.2-1) a z Bohrova modelu vyplývá, že přechod elektronu z orbity s vyšším kvantovým číslem n na orbit s nižším kvantovým číslem n je provázen vyzářením energie o hodnotě rovné rozdílu energií těchto dvou orbitů. Tato energie je zpravidla světelná ($\Delta E = h \cdot \nu$) a proto můžeme pozorovat emitované světlo pouze o diskrétních vlnových délkách.



Obr. 2-1 Vodíkový atom - první tři dovolené kvantové dráhy a jejich energie

Podobně jako vodíkový atom můžeme znázornit i komplexnější 14 elektronový atom křemíku (obr. 2-2.). Zde 10 ze 14 elektronů obsazují energetické úrovně o velmi nízké energii a jsou velmi těsně svázané s jádrem atomu. Tato vazebná energie je tak silná, že během chemických reakcí zůstává prakticky neporušena. Tyto elektrony nazýváme **vnitřní elektrony**. Zbývající 4 elektrony jsou vázány relativně slabě, účastní se chemických reakcí a jsou nazývány **valenčními elektrony**.



Obr. 2-2 Izolovaný atom křemíku

2.1.2. Přehled základů fyziky polovodičů

S ohledem na elektrickou vodivost lze rozdělit pevné látky na vodivé a nevodivé, což je známé již od roku 1729 (S. Gray). Teprve M. Faraday objevil r. 1833 záporný teplotní součinitel odporu na Ag_2S , a tím i novou skupinu látek - polovodiče. Již v osmdesátých letech minulého století byly známy čtyři hlavní znaky charakterizující polovodiče. Vedle záporného teplotního součinitele odporu byl znám fotoelektrický jev (Becquerel 1839), vznik napětí na osvětleném styku polovodiče s elektrolytem a fotoodporový jev na selenu (W. Smith, 1873) a fotovoltaický jev - selenový fotočlánek (Adams a Day, 1876), dále usměrňovací jev objevený Brownem r. 1874 na hrotovém detektoru z PbS a z pyritu. Technické aplikace začínaly konstrukcí selenových fotočláneků a selenových usměrňovačů (Fritts, 1883). V roce 1879 byl objeven Hallův jev, který se stal velice důležitým pro vyšetřování vodivostního mechanismu a používá se dodnes. Bose uváděl r. 1904 hrotový detektor pro detekci Hertzových vln. V téže době začínal A. F. Ioffe se systematickým průzkumem iontových krystalů. Milníkem v historii polovodičů bylo vypracování pásového modelu (r. 1931) A. H. Wilsonem a teorie usměrňovacího jevu, kterou nezávisle na sobě rozpracovali N. F. Mott v Anglii, W. Schottky v Německu a B. J. Davidov v Sovětském svazu v roce 1938. Systematický výzkum na germaniu a křemíku ve čtyřicátých letech vedl nejen ke konstrukci vysokofrekvenčních diod pro radar, ale také ověřoval pásový model na jednoduchých elementárních polovodičích, což se dříve v případě Se a Cu_2O nepodařilo. Tranzistorový efekt, který objevil v