

Pokud se **atom** vodíku se dvěma nukleony v jádře nazývá deuterium a se třemi nukleony v jádře nazývá tritium, bude se atom vodíku s pěti nukleony v jádře nazývat pentium?

$P^1.n^1.e^{-1}$  = deuterium ( atom )

$P^1.n^2.e^{-1}$  = tritium ( atom )

$P^1.n^4.e^{-1}$  = pentium ( atom )

$p^1.n^1$  = deutron ( jádro deuteria )

$p^1.n^2$  = triton ( jádro tritia )

$p^1.n^4$  = penton ( jádro pentia )

Supertěžký vodík, jádro s jedním protonem a **čtyřmi neutrony**, vytvořil společný tým fyziků z Ruska, Francie a Japonska na urychlovači ve Spojeném ústavu pro jadernou fyziku nedaleko Moskvy. Proudem jader atomů hélia He-6 byly ostřelovány atomy vodíku za občasného vzniku jader atomu vodíku H-5 a atomů hélia He-2. Tyto nestabilní částice se rychle rozpadají. Pozůstatkem celé reakce jsou dva protony z rozpadu jádra He-2 a tritonu a dva neutrony z rozpadu jádra He-5. Pokud se atom vodíku se dvěma nukleony v jádře nazývá deuterium a se třemi nukleony v jádře nazývá tritium, bude se atom vodíku s pěti nukleony v jádře nazývat pentium? (*Korshennikov et al., Physical Review Letters, 27. srpna 2001*)

${}^5\text{H}_1$  totožno (  $p^1.n^4.e^{-1}$  )

rád bych viděl napsané ony přesně formulované interakce

.-.-.-.-.-.

## 2.7 Spin

Atom se chová jako magnetic. dipól. Umístíme-li ho do vnějšího mg. pole, bude jeho eng. závislá na tom, je-li jeho mg. dipólový moment orientován ve směru opačném, a to se ve spektru projeví rozštěpením spektrálních čar. Studium spekter (viz. spektrum atomu) však ukázalo, že čáry bývají

---

-vodíkové vazbě vděčíme tedy za vznik oceánů, za vyšší viskozitu a vyšší index lomu u látek jako voda nebo glycerin

**Podle velikosti spinu dělíme všechny elementární částice do dvou skupin:**

- částice, které se neotáčejí nebo otáčejí rychle, mají nulový nebo celistvý spin: bosony
- částice, která se otáčejí středně rychle, mají poloviční spin: fermiony

Mechanická analogie mezi spinem a "rotací" elektronu kolem své osy je sice asi jediný způsob, jak si spin názorně představit, ale jinak je stejně nepřesná, jako když si orbitální pohyb elektronu představujeme jako "obíhání" bodové částice okolo jádra. Tak například u rotující klasické koule, v níž je hustota náboje úměrná hustotě hmotnosti (a jejich poměr je  $e/m_e$ ), je poměr magnetického momentu k momentu hybnosti vždy  $e/2m_e$ , zatímco poměr mezi spinovým magnetickým momentem a spinovým momentem hybnosti je dvakrát větší,  $\mu_B : \frac{1}{2}\hbar = e/m_e$ . V jedné důležité věci se ale spin vymyká i elementárním kvantovým představám. Moment hybnosti musí být vždy celé číslo; jestliže atom obejdeme jednou dokola a vrátíme se na stejné místo, musíme dospět ke stejné hodnotě vlnové funkce. To si můžeme představovat i jinak: místo abychom obcházeli stojící atom, můžeme stát my a "otáčet" atom i s jeho vlnovou funkcí. Má-li atom moment hybnosti  $M_z = 3\hbar$  (tedy  $l_z = 3$ ), potom se k původní hodnotě dostaneme při otočení o  $360^\circ / 3 = 120^\circ$ ; má-li  $l_z = 2$ , pak při otočení o  $360^\circ / 2 = 180^\circ$ ; má-li  $l_z = 1$ , pak při otočení o  $360^\circ / 1 = 360^\circ$ . Kdyby měl  $l_z = \frac{1}{2}$ , pak by pro návrat ke stejné hodnotě vlnové funkce bylo potřeba atom otočit o  $360^\circ / 0,5 = 720^\circ$ , tedy dvakrát dokola, a při otočení jednou dokola (o  $360^\circ$ ) by vlnová funkce změnila znaménko. A právě to se děje u elektronu: protože jeho moment hybnosti (ve vztažné soustavě, v níž se nepohybuje) je  $\frac{1}{2}\hbar$ , shledáme, že jeho vlnová funkce změnila znaménko, když ho obejdeme jednou dokola, a až když ho obejdeme dvakrát, nalezneme původní hodnotu vlnové funkce. To ukazuje, že vlnovou funkci si nemůžeme představovat jako např. teplotní pole, které má v určitém místě vždy určitou hodnotu (teplotu v tomto místě) bez ohledu na to, kolikrát jsme co "obešli dokola".

I když musíme přiznat, že tomu "co je spin" vlastně moc dobře nerozumíme, počítat se spinem umíme velice dobře.

**Elektronu místo jedné vlnové funkce přiřazujeme funkce dvě:** jedna popisuje tu "část" elektronu, která má spin  $+\frac{1}{2}\hbar$  (orientovaný v kladném směru osy z, "nahoru"), a druhá, tu, která má spin  $-\frac{1}{2}\hbar$  ("dolů").

Jako u orbitálního momentu hybnosti i zde vynecháváme Planckovu konstantu a mluvíme prostě o spinu  $s_z = +\frac{1}{2}$  nebo  $s_z = -\frac{1}{2}$ . Maximální hodnotu  $s_z$ , tedy  $\frac{1}{2}$ , označujeme písmenem  $s$ ; velikost vektoru spinu je opět  $\sqrt{s(s+1)}\hbar = \sqrt{\frac{3}{4}}\hbar$ . Dvě funkce, které dohromady popisují stav elektronu, označujeme  $\psi(x, +\frac{1}{2})$  a  $\psi(x, -\frac{1}{2})$  nebo dohromady symbolicky  $\psi(x, s_z)$ . Jejich

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

kde  $f$  ... frekvence

$c$  ... rychlost vln

$\lambda$  ... vlnová délka

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

$$f \cdot \lambda = c \quad \dots\dots\dots >>>>>>>>> \quad \infty \cdot 0 = 1^2$$