

## Hasznos ez-az:

A vizsgára készülve egy gimis tanulmányaimból megmaradt tankönyvet találtam, és meglepetésemre nagyon jó érthetően elmagyarázza az anyag egy jó részét. Címe: **Modern Fizika** (Calibra Kiadó, 1996, ISBN 963-686-318-0) – már csak antikváriumban vagy vaterán lehet megvenni...

Egyébként amit ajánlhatok az *eredményes készüléshez*: kezdjétek el óráról órára követni az anyagot, mégpedig az Orosz-féle szöveges magyarázó jegyzetből, abból 90% hogy mindent megértetek! Erre későn jöttem rá sajnos..

Érdeemes kinyomtatni Orosznak az előadás-vázlatát is (főleg képleteket meg levezetéseket tartalmaz), így órán nem kell mindent leírni (nem is lehet az ő tempójában), csak a magyarázatot mellé.

### **Egy szóbelin kapott feladat:**

Egy lineáris oszcillátor alapállapot energiája 1 eV. Az állapotfüggvénye  $\psi(x) = A(a_0 + a_1 x) \exp(-\alpha x^2)$ .

Átlagos energiának 2eV-t mérünk. Milyen valószínűséggel mérünk 3 eV-t?

Részletes megoldás:

A  $\psi(x)$  a Hilbert-tér eleme, mert reguláris.

A  $\psi(x)$  se nem páros  $\psi(x) \neq \psi(-x)$ , se nem páratlan  $\psi(x) \neq -\psi(-x)$ . Tehát nem egyszerű állapota a lineáris oszcillátornak (ott csak páros és páratlanok lehetnek), hanem szuperponált állapota.

A függvény alakjából látszik, hogy ez az oszcillátor első két állapotának szuperpozíciója.

$$\psi(x) = c_0 \cdot \psi_0(x) + c_1 \cdot \psi_1(x)$$

Ha az alapállapot energiája  $E_0 = 1$  eV, akkor a második állapoté  $E_1 = 3$  eV. ( $E = (n+1/2) \cdot e$ )

Tehát az a kérdés, mikor mérjük a második állapot energiáját.

$$\langle E \rangle = |c_0|^2 \cdot E_0 + |c_1|^2 \cdot E_1$$

Így még két ismeretlen van, de:  $|c_0|^2 + |c_1|^2 = 1$ , legyen  $|c_1|^2 = x$ , ekkor:

$$2eV = (1-x) \cdot 1eV + x \cdot 3eV$$

ebből  $x = 1/2$

### **Nem degenerált energiaszintek elsőrendű közelítése:**

Ha a "H" Hamilton-op.-ra igaz, hogy:  $H = H_0 + H'$ , ahol  $H_0$  a perturbálatlan H-operátor,  $H'$  pedig a perturbációt fejezi ki (vmilyen külső erőter (pl. a szomszédos elektronok) hatása) (képzeltetek minden H felé egy kalapot is), akkor:

$E = E_0 + \epsilon_1$  első rendű közelítésben, ahol  $E_0$  a  $H_0$  operátornak a perturbálatlan állapotfüggvényekkel vett kvantummechanikai átlaga,  $\epsilon_1$  pedig  $H'$  operátornak szintén a perturbálatlan állapotfüggvényekkel vett kvantummechanikai átlaga. (Ezeket a kv.mech.-i átlagokat a 4. axióma szerint kell felírni.)

De lehet, hogy ez már a 2.rendű, és az elsőrendű csak  $E_0$ . Ha ez mégis az 1.rendű, akkor talán a másodikat úgy kell számolni, hogy az ezzel az 1. rendű közelítésben nyert energiával kiszámoljuk 1. rendű közelítésben a perturbált áll.függvényt (hogy hogy, azt nem tudom), majd vesszük  $H'$ -nek a

perturbált áll.függvénnyel vett kvmech.-i átlagát, és azt adjuk még hozzá az előbbi tagokhoz.  
A bizonytalanságokat helyesbítse aki tudja!

### **Kicserélődési energia**

Az egyszerűség kedvéért tekintsük a hidrogénmolekulát. Ha két hidrogénatomot egyesítünk, elektronjaik összenergiája függ attól, hogy spinjeik párhuzamosak-e, vagy ellentétes irányúak-e egymással. Az előző esetben az összenergia -59,38 eV (az eV= 0,602 10<sup>-19</sup> joule, atomfizikai energiaegység, azt az energia-mennyiséget jelenti, amire az elektron 1 volt gyorsítófeszültségnél tesz szert) lesz. Az utóbbinál ez -78,98 eV, azaz 19,6 eV-tal kisebb, ezért a rendszer erre az állapotra törekszik, amit lényegében a Pauli elv fejez ki. Ezt az energiakülönbséget akkor is megkapjuk, ha a két párhuzamos spinu elektron közül az egyik spinjét megcseréljük, ezért ezt az energiát (pontosabban felét, mert két elektronra esik) kicserélődési energiának nevezzük és  $E_{kicser.} = -9,8$  eV jelöljük. Értéke, amely d végtelen esetén 0, a d csökkenésével csökken, ahogy az elektrónhéjak kezdik átlapolni egymást, végül -9,8 eV lesz, ha d=0. A teljes energia, hasonlóképpen, mint az ionos esetben egy minimumgörbét alkot, ahol a minimumhoz tartozó d érték lesz az egyensúlyi atom (rács)távolság.

Fémeknél a vegyértékelektronok leszakadnak az ionokról (pl. nátrium) és kollektívvá válnak, úgynevezett elektron-gázt alkotva. Mivel ebben az esetben minden elektron minden atomhoz és fordítva tartozik, ezért az elektrongáz úgy fogható fel, mint egy kiterjedt kovalens kötés és így a kötési energia a kicserélődési energia lesz.

(Itt a link is: <http://www.roik.bmf.hu/fizika/fizeload/6.Szilardtestfizika.doc>)

A kicserélődési energiára volt egy szép képlet:

$$E_x = e^2 / (4\pi\epsilon_0) \int (\psi_1^*(1)\psi_2(1)\psi_2^*(2)\psi_1(2)/r_{12}) dV_1 dV_2$$

### **Az elektron és a körpálya:**

kis illusztráció az elektron-pályákhoz:

[http://www.walter-fendt.de/ph14hu/bohrh\\_hu.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14hu/bohrh_hu.htm)

\*

> Tehát a 2őt összeollózza: nem tömegpont (mert neg. kinetikus energiája is lehet), és nem is kering, de

> legnagyobb valószínűség szerint mégis egy kör (vagy inkább gömb) pályán található (s pálya esetén), és így

> átlagban mégis kering, így lehet perdülete is. Ha vmi nem stimmel, szóljatok, én ebbe belenyugodtam.

\*

Szerintem:

Alapvetően tömegpont, de a jellemzőire mint hely, impulzus, energia, csak statisztikus információk van.

Tehát az elektron mint fizikai valami egy darab pont, de mivel ez a pont a makro világhoz képest annyira kicsi, a pl. pozíciómérés esetén csak egy pozíció eloszlást tud szolgáltatni az elmélet, konkrét

hely értéket nem.

Tehát ha csinálsz pl 250,000 mérést 250,000 teljesen egyforma rendszeren, akkor értelmezhető a várható érték és a szórás, mint hagyományos statisztikus paraméterek.

És

A tömegpont kering a középpont körül + coulomb vonzás is van modell kiegészül azzal, hogy a megtalálási valószínűséggel el van "maszátolva" az elektron pozíciója.

\*

Orosz engem ezért majdnem kivágott szóbeliről, mert 3\* is azt mondtam, hogy az elektron körpályán mozog, még fel is üvöltött és elújságotla a többieknek, hogy ekkora f@szságot ne mondjunk... szóval ezt ne tegyétek:) Amúgy a helyes szóhasználat a perdületnél (nekem ez volt többek közt szóbelin), hogy az elektronnak van a pályamozgásából adódó perdülete, abból pedig ugye univerzális állandókkal (el. töltése és tömege) szorozgatva-osztogatva megkapjuk a mágneses momentumot, amire hat a homogén mágneses tér. Az elmélet meg nem azért ad csak valószínűséget pl a helymérésre mert az elektron olyannyira kicsi, hanem mert az eddigi kísérletek alapján nem is lehetséges megmondani, hogy a köv. pillanatban hol lesz szerencsétlen (nincsenek rejtett paraméterek, az adott pillanatban az állapota nem határozza meg egyértelműen hogy a köv. pillanatban pl. hol lesz megtalálható). Nem körpályán mozog, hanem a megtalálási valószínűségi mező pl  $P=0.9$ -nél egy egész szép gömbhéj (aminek van vastagsága), a véges pontosságú műszerekkel ez ugye 2D-ben körpályá(k)nak látszik. A tömegpont szemlélet meg nem jó, ezt többször le is írja öles betűkkel, az elektron egy elemi részecske, mely néha hullámtermészetű dolognak megfelelő jelenséget produkál (pl szóródás kristályon), néha meg tömegpontnak megfelelőt (Compton-effektus). No nem gondolom magam vmi nagy májernek, csak nekem pont ezek voltak szóbelin, és emlékszem, hogy mire bólogatott nagy böszén a Tanár Úr :)