

## **Bevezetés a kvantumfizikába 2014. ősz (vizsgatematika)**

### **A fény és a részecskék kettős természete**

1. Az elektromágneses tér termodinamikája (Termikus egyensúly, emisszió és abszorpció; Az abszolút fekete test kísérleti megvalósítása; A Stefan-Boltzmann törvény és Wien törvénye, Lummer-Pringsheim kísérlet);
2. Planck sugárzási törvényének származtatása (Az ekvipartíció elve és érvényességi korlátja, a Wien-féle eltolódási törvény és a Stefan-Boltzmann törvény leszármaztatása, A kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás)
3. A foton impulzusa (atomra ható erő foron abszorpciójakor, atomsugár lassítása lézersugárral)
4. A terjedési amplitúdó bevezetése az elektronok interferenciájának értelmezésére (az elektron szabad terjedésének amplitúdóját leíró Schrödinger-egyenlet megalapozása Schrödinger-egyenlet állandó potenciálban mozgó részecskére)
5. A hullámcsomag (konstrukciója és időbeli terjedése; A stacionárius fázis elve és a csoportsebesség származtatása; Kapcsolat a hullámcsomag térbeli és impulzusbeli szélessége között, A bizonytalansági reláció és az interferenciakép elmosódása a részecske trajektóriájának azonosítását lehetővé tévő kétutas interferencia kísérletben.)

### **A kvantummechanika elemei**

6. Schrödinger-egyenlet helyfüggő potenciálban (A határfeltételek; A hullámfüggvény valószínűségi jelentése; A kvantummechanikai valószínűség megmaradását kifejező mérlegegyenlet)
7. A kvantumrészecske helyének és impulzusának statisztikája (Az impulzus operátora; Az energia operátora)
8. Stacionárius állapotot leíró hullámfüggvény és az energia operátorának sajátérték feladata;
9. Áthaladás potenciállépcsőn, (a valószínűség megmaradásának példája; Behatolás potenciálgát alá és az alagúthatás, A pásztázó alagút elektronmikroszkóp konstrukciós elve és az anyagszerkezet atomi szintű leképezésének lehetősége)
10. A kötött állapot (mozgás végtelen magas potenciálfalak között. Kötött kvantummozgás véges magasságú potenciálfalak között)

### **A saját perdület (spin)**

11. A spin kvantumtulajdonság állapottere és a mennyiség operátora (A két független állapot lineáris kombinációt tartalmazó állapottér kiépítése. A lineáris kombináció együtthatóinak valószínűségi jelentése; A mágneses momentumvetület várható értékének számítása; Az x- és y- irányban határozott vetületű állapotok megadása az eredeti állapottéren.)
12. A mágneses momentum operátora (tetszőleges irányba forgatott Stern-Gerlach készülékkel végzett kísérlet leírása; határozott spinvetületű állapotok, a sajátvektor periodicitása, A (normális) Zeeman-hatás értelmezése. Rauch kísérlet.)
13. Az elektron (atom) teljes (térbeli és spin-térbeli) állapotfüggvénye;

## Azonosság a kvantumfizikában

14. Mikor azonos két kvantumobjektum? (A He-atom Hamilton-operátorának felcserélési szimmetriája; A kicserélési degeneráció; A degeneráció csökkentése az állapot határozott permutációs szimmetriájának megkövetelésével; A degeneráció megszüntetése kiegészítő kvantummechanikai alapelv bevezetésével: antiszimmetrikus fermion- és szimmetrikus bozon-hullámfüggvények.)

15. A Pauli-elv megvalósulása a He-atom alapállapotában (A kémiai elemek periódusos rendszerének kvantummechanikai értelmezése az elektronhéj független részecskékre épülő közelítő hullámfüggvényével; Az első ionizációs energia periodikusságának értelmezése és a periódusok hossza;)

16. Az összefontság tulajdonsága (Összefontság a He-atom alapállapotában; Összefonó kétfotonos állapotok a Ca-atom kétfotonos bomlásából és nem-lineáris BBO-kristállyal végzett foton-„hasításból”; Összefonó állapotbeli foton polarizációs állapotának biztos megadása a partner-fotonon végzett polarizációs méréssel)

17. A fizikai valóság objektív tulajdonsága (Einstein definíciója, Kvantummechanikailag összeférhetetlen polarizációs tulajdonságok egyidejű meglétének paradoxona: az Einstein-Podolsky-Rosen paradoxon; A rejtett paraméteres elmélet feltételezése és viszonya a kvantummechanikai jóslatokhoz)

19. Összefonó állapotok kísérleti előállítására (Rarity-Tapster kísérlet, Haroche módszere összefonó atomi állapot előállítására, fotonszám mérés a kvantumállapot lerombolása nélkül)

20. Az összefonó állapot paradox viselkedésének karikatúra jellegű megfogalmazása: Schrödinger macskája, Schrödinger-macskaállapot előállítása (Wineland)

## A nem-lokális kvantumvilág

21. Bell-egyenlőtlenség (Ivezetése két elektron szinglett spinállapotban szétrepülő párján elvégzett spinkorrelációs mérés rejtett paraméteres eredményére, a spinkorrelációs kísérlet kvantummechanikai elemzése és jóslat eredményére, A rejtett paraméteres és a kvantummechanikai jóslat ellentmondása)

22. A nem-lokális kvantum-korrelációk felhasználása kvantum teleportáció megvalósítására. (Két foton együttes polarizációs állapotának leírása az összefüggő állapotok bázisán (Bell-bázis). A Bell-mérés. Részleges Bell-mérés félig áteresztő tükrre két oldalról rábocsátott fotonpár állapotára: a „BBO-állapot” (a BBO-kristállyal előállított összefonó foton-állapot) azonosíthatósága. A transzportáció kezdő állapota: az ismeretlen fotonállapot társul egy BBO-párhoz. A kvantumállapot hibamentes, 25%-os hatékonyságú másolása, de nem klónozása!)

Tankönyv:

Patkós András: Bevezetés a kvantumfizikába, Typotex Kiadó, 2012

Ajánlott:

Gesztai Tamás: Kvantummechanika, Typotex Kiadó, 2007

R.P.Feynman, R.B. Leighton, M. Sands: Mai Fizika VIII, Műszaki Könyvkiadó 1968, ISBN 963-10-6445-X

R.P. Feynman: Hat könnyed előadás, Park/Akkord Kiadó, 2000, ISBN 963-530-653-9

Vizsga: Egyórás egységes írásbeli vizsga lesz a két anyagrészből. Csak a gyakorlat sikeres elvégzését igazoló gyakorlati jeggyel rendelkezők dolgozatát javítjk ki!

- 1. írásbeli vizsgalehetőség: 2014. december 22-én (hétfőn)**
- 2. írásbeli vizsgalehetőség: 2015. január 5-án (hétfőn)**

írásbeli pótvizsga: január utolsó hetében.

Patkós András az írásbeli eredmény szóbeli vizsgán való javítására fogad: 2015. 2. héten egy alkalommal, 3. héten egy alkalommal, 4. héten 2 alkalommal, 5. héten 1 alkalommal.