

## Bevezetés a kvantumfizikába

2016. őszi megvalósult tematika

### A fény és a részecskék kettős természete

1. Az elektromágneses tér termodinamikája (Termikus egyensúly, emisszió és abszorpció; Az abszolút fekete test definíciója és 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 Rayleigh-Jeans határeset. A kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás)
3. A foton impulzusa (atomra ható erő foton abszorpciójakor, a hatáskeresztmetszet frekvenciafüggésének a szerepe, atomsugár lassítása lézersugárral, a Doppler-elhangolás és leküzdése Zemann-hatás segítségével, Doppler-hűtés)
4. A terjedési amplitúdó bevezetése az elektronok interferenciájának értelmezésére (az elektron szabad terjedésének amplitúdóját leíró Schrödinger-egyenlet megalapozása de Broglie megfeleltetéseinek segítségével, Schrödinger-egyenlet állandó potenciálban mozgó részecskére, gravitációs potenciállal indukált neutron-interferencia)
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)

### A kvantummechanika elemei

6. Schrödinger-egyenlet helyfüggő potenciálban (határfeltételek; a hullámfüggvény valószínűségi jelentése; A kvantummechanikai valószínűség megmaradását kifejező mérlegegyenlet)
7. Stacionárius állapotot (idő-független valószínűség-eloszlást) leíró hullámfüggvény és az energia operátorának sajátérték feladata, az impulzus valószínűségi eloszlását jellemző sűrűségfüggvény)
8. Áthaladás potenciállépcsőn, (a valószínűség megmaradásának példája; behatolás potenciálgát alá és az alagúthatás, elektromos térerősség hatása az alagúteffektusra, a pásztázó alagút elektronmikroszkóp konstrukciós elve és az anyagszerkezet atomi szintű leképezésének lehetősége)
9. A kötött állapot (a kötött állapot hullámfüggvényének kvalitatív jellemzése, mozgás végtelen magas potenciálfalak között, kötött kvantummozgás véges magasságú potenciálfalak között, az energia kvantáltságának oka)

### A saját perdület (spin)

10. A spin kvantumtulajdonság állapottere és a mennyiség operátora a Stern-Gerlach kísérlet alapján (A két független spin-vetületet leíró állapot lineáris kombinációit 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.)
11. A mágneses momentum operátora (tetszőleges irányba forgatott Stern-Gerlach készülékkel végzett kísérlet leírása; határozott spinvetületű állapotok, a sajátvektor  $4\pi$  periodicitása, Rauch kísérlet.)

## Azonosság a kvantumfizikában

12. Mikor azonos két kvantumobjektum? (A He-atom Hamilton-operátorának felcserélési szimmetriája; A kicserélési degeneráció; A degeneráció megszüntetése kiegészítő kvantummechanikai alapelv bevezetésével: antiszimmetrikus fermion- és szimmetrikus bozon-hullámfüggvények.)
13. 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)
14. Az összefontság tulajdonsága (Összefontság a He-atom alapállapotában; Összefon kétfotonos állapotok a Ca-atom kétfotonos bomlásából és nem-lineáris BBO-kristállyal végzett foton-„hasításból”; Összefon állapotbeli foton polarizációs állapotának biztos megadása a partner-fotonon végzett polarizációs méréssel, Aspect-kísérlet)
15. Az Einstein-Podolsky-Rosen paradoxon. Rejtett paraméteres elmélet alap gondolata.
16. Összefon állapotok további kísérleti előállításai (Rarity és Tapster kettős kétréses interferencia kísérlet kísérlete, Haroche üregrezonátoros módszere összefon két egymással közvetlen kölcsönhatásba nem lépő atom összefon állapotának előállítására)
17. Az összefon állapot paradox viselkedésének karikatúra jellegű megfogalmazása: Schrödinger macskája, Schrödinger-macskaállapot előállítása: csapdázott Be-ionnal megvalósított kvantum oszcillátor tömegközéppontja helyének és az ion elektron-állapotának összefonása (Wineland)

## A nem-lokális kvantumvilág

18. Bell-egyenlőtlenség (két elektron szinglett spinállapotban szétrepülő párján elvégzett spinkorrelációs mérés lokális rejtett paraméteres elméletből származtatott eredményére vonatkozó egyenlőtlenség, a spinkorrelációs kísérlet kvantummechanikai elemzése és jóslat sz eredményére, a rejtett paraméteres és a kvantummechanikai jóslat ellentmondása és a mérések)

----- FAKULTATÍV FEJEZETEK (CSAK SZÓBELIN KÉRDEZHETEM) -----

-

19. Kvantumos képalkotás. Leképezés a tárgyon nem-szóródó fotonokkal.
20. 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 tükörre két oldalról rábocsátott fotonpár állapotára: a „BBO-állapot” (a BBO-kristállyal előállított összefon foton-állapot) azonosíthatósága. A transzportáció kezdő állapota: az ismeretlen fotonállapot társul egy BBO-párhoz. A kvantumállapot hibamentes, 25%-os hatékonyságú másolása, de nem klónozása!). 100% hatékonyságú, teljes Bell-mérés foton-fúzióval és teleportációs felhasználása.

Irodalom:

Patkós András: Bevezetés a kvantumfizikába, Typotex 2012 + kiegészítő fejezetek a honlapon

Geszti Tamás: Kvantummechanika, Typotex 2015

Feynman: Modern Fizika, Műszaki Kiadó 1976.