

Bevezetés a kvantumfizikába 2015. őszi előadott tematika

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 foton 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, 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, Heisenberg mikroszkóp elemzése és az interferenciakép elmosódása a részecske trajektóriájának azonosítását lehetővé tévő kétutas interferencia kísérletben.)

A kvantummechanika elemei

6. Schrödinger-egyenlet helyfüggő potenciálban (határfeltételek; a hullámfüggvény valószínűségi jelentése; A kvantummechanikai valószínűség megmaradását kifejező mérlegegyenlet)
7. Stacionárius állapotot (időfüggetlen valószínűségeloszlást) leíró hullámfüggvény és az energia operátorának sajátérték feladata)
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 két független spinvetületet 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 periodicitása, Rauch kísérlet.)
12. Az elektron (atom) teljes (térbeli és spin-térbeli) állapotfüggvénye;

Azonosság a kvantumfizikában

13. 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.)

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

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

16. Összefonás állapotok kísérleti előállítása (Rarity és Tapster kettős kétréses interferencia kísérlet kísérlete, Haroche üregrezonátoros módszere összefonás két egymással közvetlen kölcsönhatásba nem lépő atom összefonás állapotának előállítására)

17. Az összefonás állapot paradox viselkedésének karikatúra jellegű megfogalmazása: Schrödinger macskája, Schrödinger-macská állapot előállítása: csapdázott Be-ionnal megvalósított kvantum oszcillátor tömegközéppontja helyének és az ion elektron-állapotának összefonása (Wineland)

18. Bohm gondolkísérlete összefonás spinállapotokkal. Az Einstein-Podolsky-Rosen paradoxon. Rejtett paraméteres elmélet alapgondolata.

A nem-lokális kvantumvilág

19. 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 az eredményére, a rejtett paraméteres és a kvantummechanikai jóslat ellentmondása és a mérések)

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 összefonás foton-állapot) azonosíthatósága. A transzportáció kezdő állapota: az ismeretlen fotonállapot társul egy BBO-párhoz. A kvantumállapot hibamentes, 25%-os hatékonyságú másolása, de nem klónozása!)