

Fizika füzetek sorozat

Sorozatszerkesztő: Walter József

V. füzet

Walter József, Klencsár Zoltán, Walter Norbert

Katódsugárzás és röntgensugárzás

Kaposvári Egyetem, 2005

Készült az ERFP-DD2002-HU-B02 pályázat támogatásával.

Lektorálták:

Dr. Litz József

Dr. Paál Jenő

Kiadványszerkesztés:

Klencsár Zoltán

Vörös Péter

Tartalomjegyzék

1. Az atomot felépítő részecskék	1
1.1 Szabad elektronok előállítása.....	3
1.1.1 Termikus elektronemisszió.....	5
1.2 Töltött részecskék mozgása elektromos és mágneses erőterben.....	9
1.2.1 Elektron mozgása homogén elektrosztatikus térben.....	9
1.2.2 Elektron mozgása homogén magnetosztatikus térben.....	12
1.2.3 Gyakorlati alkalmazások.....	15
2. A röntgensugárzás	26
2.1 A röntgensugárzás előállítása.....	26
2.2 A röntgensugarak tulajdonságai.....	27
2.3 Röntgenspektrumok.....	30
2.4 Röntgensugár és anyag kölcsönhatása.....	36
3. A röntgensugárzás diagnosztikai alkalmazásai	49
3.1 Klasszikus (szummációs) röntgendiagnosztika.....	49
3.2 A keresztmetszeti képalkotás elvi alapjai.....	51
3.3 A Computer Tomográf (CT) felépítése és működése.....	55
3.3.1 Rétegfelvételes CT.....	57
3.3.2 Spirál CT.....	57
3.3.3 Az „ablakolási” technika.....	59
4. Irodalomjegyzék	61

Katódsugárzás és röntgensugárzás

Ebben a füzetben az orvosi diagnosztika, azon belül pedig különösen a számítógépes tomográfiai vizsgálatok területén kiemelkedő jelentőséggel bíró röntgensugárzás, illetve (többek közt ahhoz kapcsolódóan) a katódsugárzás¹ keletkezésével, tulajdonságaival és alkalmazásaival foglalkozunk. A katódsugárzás és a röntgensugárzás keletkezésének folyamata szoros kapcsolatban áll az atom szerkezetével, és az atomot felépítő részecskék tulajdonságaival.

1. AZ ATOMOT FELÉPÍTŐ RÉSZECSKÉK

Az I. füzetben már szóltunk az anyag szerkezetéről, az atomokról, molekulákról, melyek az élő és élettelen anyag építőelemei. A molekulákat alkotó atomok alapvetően három részecskéből épülnek fel.

Az atom tömege legnagyobb részét az atom centrumában elhelyezkedő, $\sim 10^{-14}$ m átmérőjű ún. **atommagban** összpontosul.² Az atommagot alkotó részecskék

- a pozitív elektromos töltésű **proton**, valamint
- a protonnal közel azonos tömegű, de elektromosan semleges **neutron**.

A protonok és neutronok közös neve **nukleon** (magot alkotó részecskék). A nukleonok száma az illető atom A ún. **tömegszáma**. Az atommagban található protonok száma az illető atom (elem) Z ún. **rendszáma**. Az elemek periódusos rendszerben elfoglalt helyét rendszámuk határozza meg.³

Az azonos rendszámú, de különböző tömegszámú (azaz eltérő neutronsámú) atomok ugyanazon elem **izotópjai**. Az egyetlen neutron nélküli atom a ${}^1_1\text{H}$ izotóp.⁴

A protonok közötti taszító elektrosztatikus erőt ellensúlyozandó, a stabil atommagokban a neutronok száma növekvő rendszám mellett egyre inkább meghaladja a protonok számát.⁵ Az atommagok stabilitása az azonos és a különböző nukleonok között egyaránt ható **erős kölcsönhatásnak**, pontosabban az annak következtében a nukleonok között páronként fellépő vonzóerőnek (az ún. **magerőknek**) köszönhető.⁶

¹ A katódsugárzás, mint látni fogjuk, nem más, mint elektronsugárzás, azaz elektronok vákuumban (illetve ritka gázban) történő áramlása.

² Az atomok átmérője ugyanakkor $\sim 10^{-10}$ m nagyságrendű, azaz tízezerszer nagyobb, mint az atommagé. Az atom méreteihez képest tehát az atommag jó közelítéssel pontszerűnek tekinthető.

³ Azaz az elemeket az őket alkotó atomok rendszáma alapján különböztetjük meg. Minden Z rendszám értékhez egyértelműen tartozik egy (kémiai) elem, és viszont, minden elem pontosan egy rendszám értékkel jellemezhető. Ezért beszélhetünk az atomok rendszáma mellett az elemek rendszámáról is.

⁴ A ${}^1_1\text{H}$ izotóp adja a természetes (azaz izotópösszetételét tekintve mesterségesen meg nem változtatott) hidrogén (mint kémiai elem) atomjainak $\sim 99,9885\%$ -át. A hidrogénnek a ${}^1_1\text{H}$ izotópon kívül más izotópjai is ismeretesek, melyek közül a ${}^2_1\text{H}$ izotóp (az ún. **deutérium**) szintén stabil.

⁵ Atomi tömegű objektumok esetében a részecskék között fellépő gravitációs vonzó kölcsönhatás több nagyságrenddel kisebb mértékű, mint a töltéssel rendelkező részecskék között fellépő elektrosztatikus kölcsönhatás. Ebből kifolyólag az atommag és az atom állapotát az elemi részecskék között fellépő gravitációs kölcsönhatás nem (illetve csak jelentéktelen mértékben) képes befolyásolni.

⁶ Az erős kölcsönhatásban részt venni képes, kvarkokból (lásd standard modell, 3. oldal) összetett részecskéket **hadronoknak** nevezünk. A proton és neutron hadronok, az elektron viszont nem az.