

Atomfizika

Színképek.

A kísérletek azt igazolják, hogy hőenergia hatására az anyagok izzanak, vagyis fényt, tehát elektromágneses hullámokat bocsátanak ki magukból. Ez azt jelenti, hogy megfelelő energiával gerjesztett anyag atomjai fotonokat bocsátanak ki magukból. Bebizonyosodott, hogy az anyagok szerkezetükre jellemző hullámhosszú fotonokat bocsátanak ki. A vegyes összetételű anyag, a látható fény spektrumából az összes lehetséges hullámhosszú fényeket kibocsátja, tehát gerjesztés esetén az ilyen anyagok fehér fényt bocsátanak ki. Ezt a fényt egy egyszerű optikai prizmával összetevőire bonthatjuk, így létrejön az anyag által kibocsátott színkép, melyet regisztrálhatunk egy fényérzékeny filmre. Ebben az esetben azt mondjuk, hogy az anyag színképe folytonos. Ilyen a nap által kibocsátott színkép is. A színképek elemzésével foglalkozó tudományág a spektroszkópia. Egyszerű anyagok, például az atomos gázok vagy alkáli fémek színképe vonalas színkép, ami azt jelenti, hogy ezek az anyagok csak szerkezetükre jellemző hullámhosszúságú hullámokat sugároznak ki magukból. Ha a kisugárzás például három különböző hullámhosszú fényből áll, akkor a prizmával (spektroszkóppal) történő felbontás után a spektrum három, vékony különböző színű csíkot tartalmaz. Ilyenkor vonalas színképről beszélünk. Szerves vegyületek színképe sávokból áll.

Elemézve egy anyag színképét következtethetünk az anyag összetételére, pontosabb spektroszkópiai elemzések esetén az anyag százalékos összetételét is meghatározhatjuk.

Atommodellek.

Az atomfizika fejlődése során a fizikusok magyarázatot próbáltak keresni az anyagok rendezett, jellegzetes színképeinek magyarázatára.

A vegyészek anyagszerkezeti számításai azt igazolják, hogy az atomi átmérő 10^{-10} m nagyságrendű.

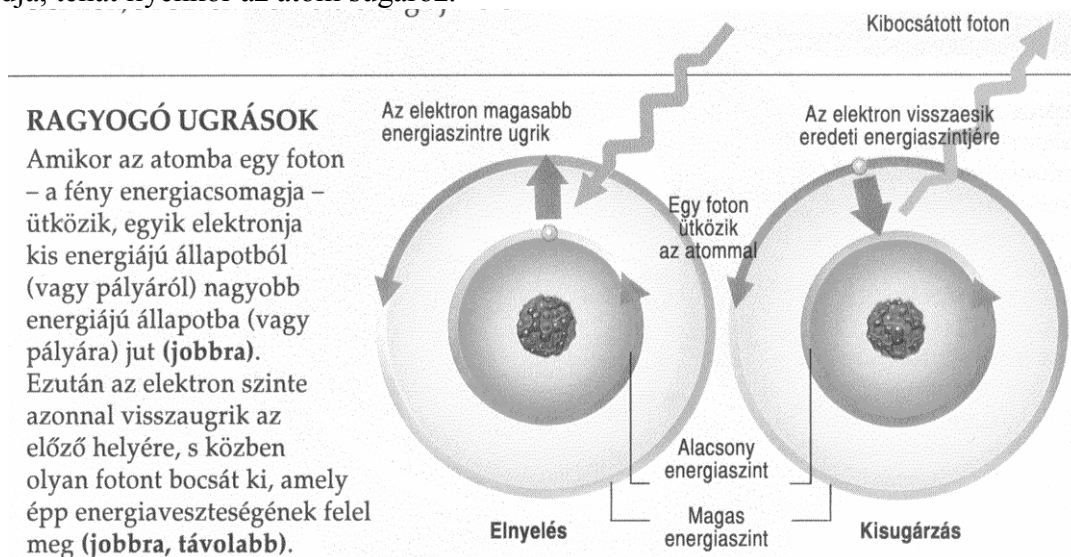
Az első említésre méltó atomi modell Ernest Rutherford (angol, Cambridge egyetem professzora, kémia Nobel díj 1908) nevéhez fűződik. Híres α szórási kísérletével arra következtetett, hogy az atomi tömeg majdnem teljes egészében egy 10^{-14} m nagyságrendű részbe sűrűsödik. Ezt nevezte el atommagnak. Kísérlete azt is bizonyította, hogy az atommag erősen pozitív töltésű rész.

Rutherford az atomi modell megalkotásakor a Naprendszerünkre alapozott és azt vélte, hogy az atom középpontjában a súlyos atommag található és körülötte keringenek az elektronok, ugyanúgy zárt pályákon, mint bolygóink a Nap körül. A modell emiatt a Rutherford-féle bolygómodell néven ismert. Az atommag elektromos töltése pozitív. Rutherford sejtette, hogy valószínű az atommag is részecskékből tevődik össze, egy ilyen atommagbéli részecske elektromos töltése ugyanakkora, mint egy elektroné és mivel az atom semleges, ezért az atommagban is ugyanannyi részecske van, mint amennyi elektron. Ezek a részecskék kapták a proton nevet. (Ekkor a neutronról még nem is sejtettek!). Az atomban a protonok és elektronok számát a rendszám (Z) adja meg.

Ez a modell megfelelne az emberiség akkori elképzeléseinek, de van egy kis baj vele. A fizika törvényei szerint egy zárt pályán mozgó részecske folyamatosan energiát sugároz (pl elektromágneses hullámokat) ami azt jelentené, hogy bizonyos idő után energiavesztés miatt az elektron az atommagra „esne”. Ez a dolog nem tapasztalható a gyakorlatban. A modell hiányosságait Niels Bohr (dán, a koppenhágai egyetem professzora, fizikai Nobel díj 1922) pótolta aki 1912-től Rutherforddal dolgozott Manchesterben.

Bohr két posztulátummal (elméletileg nem bizonyított törvény) pótolta a bolygómodellt és kidolgozta elméletét a legegyszerűbb atom esetére (hidrogén atom = 1 proton+1 elektron). Szerinte az atomok szabad állapotukban, külső beavatkozás hiányában nem nyelnek, és nem sugároznak elektromágneses hullámokat. Ezekben az atomi állapotokban az atom elektronja körpályán egyenletesen mozog, az elektron energiája állandó. Az elektron energiája a mozgásából és az atommag vonzásából ered. Ez az energia határozza meg az atomi energiát. Bohr rájött arra, hogy az atomi energiák csak jól meghatározott értékeket vehetnek fel (az atomi energia kvantált mennyiség). Ugyanígy az atomi elektronpályák sugarai is jól meghatározott értékeket vehetnek fel. A pályasugarakat (hélyak) az n főkvantumszám határozza meg, ugyanígy az atomi energiaszinteket is.

Ha a hidrogén atom magára van hagyva, akkor az $n=1$ -nek megfelelő állapotában van, ezt nevezzük alapállapotnak. Ez a legalacsonyabb energiaszint. Az elektron az atommagtól távolabbi energiaszintre kerülhet, ha energiát adunk át neki. Ez például úgy valósulhat meg, hogy az elektron átveszi egy éppen az atomra eső foton energiáját (az atom elnyel egy fotont). Ha az elektron magasabb energiaszintre kerül, nem marad ott sokáig, hanem nagyon rövid időn belül (10^{-10} s) visszatér egy alacsonyabb szintre, és majd legvégén az alapállapotában „landol”. Visszatéréskor a fotonból felvett energia egy részét vagy teljes egészét leadja, tehát ilyenkor az atom sugároz.



Az atomi állapotok energiaszintjei:

$$E_n = -2,176 \cdot 10^{-18} \text{ J} \cdot \frac{1}{n^2}, n=1,2,3\dots$$

Az atomfizikában az elektronok energiái kötött állapotban negatív előjelűek.

Ha egy atom gerjesztés után egy n_1 szintről n_2 szintre lép vissza, akkor a kibocsátott foton (fény) energiája megegyezik az energiaszintek különbségével:

$$h \cdot f = 2,176 \cdot 10^{-18} \text{ J} \cdot \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right).$$

Ez a modell tehát nagyon jól igazolja a hidrogén atom, vagy akár az egy elektront tartalmazó atomok vonalas színeképét.

A Bohr-féle kvantált atommodell nem érvényes többelektronos atomok esetén. Sommerfeld a Bohr modellből kiindulva kidolgozta a többelektronos atomok modelljét. Ebben a modellben az atomi állapotokat több kvantumszámmal jellemezhetjük.

Az atomi energiaszintek létezését James Franck és Gustav Hertz igazolta 1914-ben. Ők a higany gőzök energiaszintjeit határozták meg.

A gázzal töltött fénycsővek működése: A cső két végén elektródák vannak, amiből elektronok áramlanak ki. Ezek az elektronok az alacsony nyomása higany gőzön keresztül áramlanak, közben ütköznek a Hg atomokkal, így gerjesztik őket, vagyis magasabb energiaszintre lökik őket. Az alapszintre való visszatéréskor a Hg atomok ibolyántúli fényt bocsátanak ki és ezzel a fénycső üvegrészén található foszforbevonat atomjait gerjesztik, melyek majdnem egy folytonos színeképet sugároznak ki (fehér fényt). Ezért világít a cső.

Az orvostudományban, haditechnikában használt lézer fényt is atomi gerjesztésekkel állítják elő.

Feladat:

Mekkora energia szükséges egy hidrogén atom ionizálásához? Mekkora hullámhosszú foton képes erre? (Ionizáció = az atom elektronját az alapállapotból kiszakítjuk az atomból. $n_1=1$, $n_2=\infty$. $\Delta E=2,176 \cdot 10^{-18} \text{ J}$, $\lambda=91,26 \text{ nm} \rightarrow$ távoli UV foton.)