

Az anyagok elektromos vezetőképessége III. – harmadrendű vezetők

A tűzesetek jelentős részében valamilyen vezetőképes közeg szerepet játszik annak kialakulásában. **Hogyan és mikor vezetők a gázok? Melyek a gázok ionvezetésének megjelenési formái? Mi a plazma? Mire használják a gyakorlatban? Mikor válik egy szigetelő vezetővé? A szakma-specifikus ismereteket összegezte szerzőnk.**

Gázok – harmadrendű vezetők

A közönséges nyomású gázok normál körülmények között szigetelők. Az ionizáció bekövetkezése után áramvezetés során legtöbbször kémiai változás is történik.

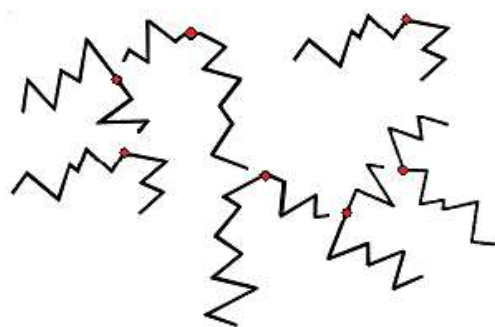
- A levegőben a pozitív ionok mozgékonyasága kisebb, mint a negatívoké, száraz levegőben oxigénben vagy nitrogénben $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{Vs}^{-1}$.
- A negatív ionok mozgékonyasága levegőben $1,95 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \text{Vs}^{-1}$ oxigénben és nitrogénben $1,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \text{Vs}^{-1}$.

Az ionizáció csak akkor mehet végbe, ha az elektron elnyeli az alapállapot energiaszintje és a legnagyobb lehetséges energiaszint közötti különbséget.

Egy alapállapotban lévő hidrogénatom esetében az ionizációs energia 13,6 eV. Ennyi energiát kell elnyelnie az elektronnak, hogy szabad elektronná váljon. Amennyiben ennél kevesebb energiát nyelt el, akkor az elektron csak egy magasabb pályára lép és ott kering, az elnyelt energiát kisugározza (fény és hőszugárzás formájában) majd visszatér a lehetséges legalacsonyabb energiaszintre. A gázokban – a kozmikus sugárzás hatására – vannak töltött részecskék.

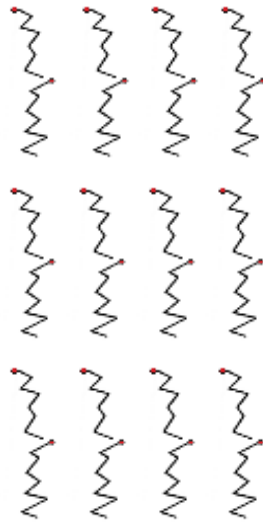
Ha ezekre erő hat, a pozitív és negatív töltésű részecskék elmozdulnak. A pozitív és negatív töltésű részecskék vonzzák egymást, ezért egymással találkozáskor semleges részecskévé egyesülnek, ezek a továbbiakban a villamos áramlásban nem vesznek részt.

Ütközések a levegőben



A töltött részecskékre ható erőt növelve azok sebessége megnő, a rekombinációk száma csökken, és a részecskék annyira felgyorsulhatnak, hogy egy semleges molekulába ütközve azt elektronokra és pozitív ionokra robbanthatják szét, ez az ütközéses ionizáció, a villamos áram megnövekszik.

Az ionutak rendeződése a villamos vagy mágneses erőtér hatására



A gázok ionvezetésének megjelenési formái

Ilyenek a nagyfeszültségű festékszórók, gázkisülésű világítótestek, az ívhegesztés, az égés, a villámcsapás. Az áramvezetés során kémiai változás történik.

Szikkrisülés

A kapcsolók szikkrisúzásakor, az elektromos gyújtókban vagy villámlás alkalmával a levegőn keresztül rövid ideig folyik áram. Nagy térerősség hatására néhány semleges gázrészecskéből egy-egy ionpár képződik, a gáz ionizálódik. Mozgásuk során semleges részecskékkel ütközve további ionok keletkeznek.

Kisüléskor a felhalmozódott töltés mennyisége és így a térerősség is csökken. A szikkrisúzásban a nagy sebességű részecskék miatt a gáz belső energiája megnő, a gáz felmelegszik. A hirtelen hőmérséklet emelkedéstől a gáz kitágul, ez okozza a szikkrisúzásakor hallható sercegő hangot, és a mennydörgést is, ami a villámlást kíséri. A nagy energiájú részecskék fényt is kibocsátanak.

Ívkisülés

Ha áramforrásra kapcsolt két vezetékkel összeérintünk, majd néhány milliméterre eltávolítunk egymástól, akkor a levegőn át folyamatos kisülés jön létre. Az érintkezési pontban az átfolyó áram hőhatása miatt felizzik az elektróda, az elektronok egy része kilép a katódból, ütközik a levegő részecskéivel, amit ionizál. Az ívhegesztés erős fényt és ultraibolya sugárzást kelt.

Ködfény kisülés

Az áramvezetést a kis nyomású gázban jelenlévő kozmikus vagy radioaktív sugárzás hatására képződött néhány ion indítja be. Mivel kevés az ütközés, így ezek felgyorsulva ionizálják a gáz részecskéket. Ezt használják a fénycsőekben és a reklámcsőekben. A neontöltés vörös, a hélium sárga, a higany kék fényt eredményez.

A plazma

A fizikában és a kémiában a *plazma ionizált gázt, illetve a negyedik halmazállapotot jelenti*. Az anyagot alkotó atomokról egy vagy több elektron leszakad, és így a plazma ionok és szabad elektronok keveréke lesz. Az elektronok már nem kötődnek az atomokhoz, hanem szabadon mozoghatnak a plazmában, így az elektromosan vezetővé válik. A plazmaállapot csak igen magas hőmérsékleten, tízezer kelvin körül kezd kialakulni, mert csak itt áll rendelkezésre az elektronok leszakításához szükséges energia. Elektromos és mágneses térrel a plazma tulajdonságai térben és időben szabályozhatók. Mivel a plazma minden esetben jóval forróbb a szilárd anyagok által kezelhető 3000 foknál, ezért kezelése mágneses és ritkábban elektromos térrel történik. A plazma, magas hőmérséklete miatt, intenzív elektromágneses sugárzó is, rendkívül sok fényt bocsát ki, töltése és tömege miatt további elektromos és mágneses tér forrása. Plazma a leggyakoribb anyag a világegyetemben. Mivel földünk körül mágneses mező van, a plazmát pedig a mágneses tér befolyásolja, a napszél az északi és a déli pólus magához vonzza. Ezekben a részeken alakul ki a napszél ionizáló hatására a sarki fény. Plazmajelenség a földön természetes módon keletkezhet gyors égéskor is, amit lángnak vagy tűznek nevezünk, de villámláskor is plazma keletkezik. Kísérletek folynak a plazmaenergiával működő rakétahajtóművek kialakításával is. Az iparban a precíziós fémkivágást plazmával végzik. Az áramvezetés során kémiai változás történik.

A plazma gyakorlati alkalmazása

Élelmiszer fertőtlenítés

Szobahőmérsékleten és atmoszferikus nyomáson is elő lehet állítani egyszerű plazmát, a hideg plazmát, ha két elektróda közé hélium és oxigén keverékét juttatjuk. Mivel a plazmában az elektronok szabadon és nagy sebességgel mozoghatnak, ahol atomokkal vagy molekulákkal ütközve hatékonyan pusztítják az emberi szervezetre veszélyes mikroorganizmusokat. Alkalmazható az élelmiszeriparban használt víz, csomagolóanyagok és a szállítószalag fertőtlenítésére is.

Világítás

Napjainkban a fémszálas izzólámpák helyett kompakt fénycsővek és lámpák kerülnek forgalomba, működési elvük a gázkisülés jelenségén alapul. A fénycsővek előnye az energia-takarékosság, hátránya, hogy az általa kibocsátott fény vibrál.

Magfúzió és maghasadás

Az atom, magból és elektronhéj(ak)ból áll. *A kémiai reakciókban mindig több atom vesz részt, és csak az elektronhéjak rendeződnek át. A nukleáris reakció során, amit magreakciónak is neveznek, mindig új atomok keletkeznek.* A nukleáris reakciónak két fajtája van: a magfúzió és a maghasadás. A magfúzió következtében két kisebb atommagból egy nehezebb jön létre, a maghasadáskor egy nehezebb atommagból (általában) két könnyebb. A magfúzió és az atommag hasítás az atommag belsejében lejátszódó folyamat, melynek során nagy energiák szabadulnak fel, és ezzel egyidőben a magból elektromosan töltött pozitív, negatív és semleges részecskék keletkeznek. A radioaktív elemek maghasadása lehet természetes, vagy gerjesztett. A természetes maghasadás ritmusát a felezési idő, határozza meg, és ez elég lassú. A nukleáris reakció során mindig kémiai változás történik.

Szigetelők

A szigetelő anyagokban kevés szabad elektron van, ezért az anyag vezetőképessége kicsi, gyakorlatilag nem vezet. Az elektromos ellenállásuk jellemzően $10^{12} \Omega$ felett van. Az ideális szigetelőben egyetlen szabad töltéshordozó sincs. Az atomok hőmozgása miatt a gyakorlatban ilyen nem fordul elő, vagyis a szigetelő anyagainkra inkább rossz vezető elnevezést kellene használni. A szigetelő anyagok a gázok, az olajok, a szilárd halmazállapotúak közül az üveg, műanyagok, szilikon szigetelők, kerámiák, csillám. A desztillált vízis szigetelő, de a különböző sókat tartalmazó víz vezető. Az elektrotechnikában a szigetelőket az áram szivárgásának megakadályozására és a vezetők megtámasztására használjuk.

120 kV-os csőgyűjtő sín szigetelői



Szigetelt vezeték



Szigetelő szalag



Átütési feszültség

Az átütési feszültség az a feszültség szint, amelynél a szigetelő vezetővé válik. Az eközben végbement kémiai reakciók miatt a szilárd szigetelő tönkremegy, mivel ez a folyamat visszafordíthatatlan. A folyékony és a gáz halmazállapotú szigetelőkben az áramlás visszaállítja a szigetelőképeséget, de a kémiai reakciók termékei az anyagban maradnak. Ez a feszültség egyenesen arányos a szigetelő vastagságával, ezért V/m-ben mérik. A gyakorlatban inkább a MV/cm mértékegységet használják.

paraffin	10
csillám	2,5 - 4,2
üveg	4 - 14
kvarc	4 - 6
víz	3
levegő	> 0,025 (nyomásfüggő)
papír	0,5 - 16
speciális kerámiák	0,45

Néhány szigetelőanyag átütési feszültsége MV/cm-ben

Bónusz János ny. tű. alez. szakértő

Nagykovácsi