

A modellkísérletek megvalósítása

1. Az egyenletes töltéseloszlás a vezető felületén

A prémmel egyformán megdörzsölt (azonos mértékben elektromos) szívószálakat a sín párra merőlegesen fektetjük. Az tapasztalható, hogy a sín végeken a szívószálak legurulását gátló akadályoknál (például, a sínre merőlegesen kiálló műanyagtüske; fogpiszkáló; szívószáldarabka vagy egyéb akadály) a szívószálak igyekeznek egymástól minél távolabb elhelyezkedni. Mivel a megdörzsölt szívószálak esetében a töltés és a méretek közelítőleg egyenlők, ezért a Coulomb-féle taszítóerők a szívószálak egyenletes eloszlása esetén kerülnek egymással egyensúlyba.

Ha újabb, töltött szívószálakat helyeznek a sín párra, akkor az egész rendszer átrendeződik, mégpedig úgy, hogy az egyes szálak közötti távolság, gyakorlatilag egyforma mértékben csökken, így a sűrűség továbbra is egyenletes marad.

2. Töltés kiegyenlítődéskülönbözően töltött vezetőfelületek összekötésekor

A sín pályát egy közbülső (mozgatható és eltávolítható) akadály beiktatásával két, nem feltétlenül egyforma méretű, egymástól elszigetelt részre osztjuk. Ha az egyik részre újabb, töltött szívószálakat helyeznek el, avagy a közbülső akadályt valamilyen irányba elmozdítom, akkor a két vezető részen a szálak eltérő sűrűségét valósítom meg. A közbülső akadály eltávolítása a két vezető rész között létesített fémes összeköttetésnek felel meg. Ennek hatására a szívószálak a nagyobb sűrűségű helyről a kisebb sűrűségű hely irányába mozdulnak el mindaddig, amíg ismét létre nem jön az egyenletes eloszlás. Ez annak felel meg, hogy a két vezető között a potenciálkülönbség a töltéseknek a nagyobb potenciálú helyről a kisebb potenciálú hely irányában való elmozdulása (áramlása) által szűnik meg.

3. Ha a "szívószál-töltéseket" tartalmazó sín fölé helyezem kezemet, akkor jól megfigyelhető, hogy (a kéz hatásának következtében) kezem alatt a szívószálak összesűrűsödnek (ezáltal a töltéssűrűség már nem mindenütt egyenletes), s ennél fogva a változatlan méretű vezetősinre további töltések vihetők fel. A sín alatt fekvő felületnek, például asztallapnak, is van ilyen hatása, ami abban nyilvánul meg, hogy csökkentve a sín távolságát ezen felülettől, nagyobb töltéssűrűség érhető el. Ebben a kísérletben modellünk tehát, a kondenzátor tulajdonságaival rendelkezik, azaz kondenzátormodell.

A szép, színes szívószálakkal kivitelezett kísérletek közvetlen bemutatása is maradandó élményt jelenthet, de célszerűbb írásvetítővel kivétítve bemutatni ezeket.

Dr. Márki-Zay János

(Hódmezővásárhely)

Radonhálózat, avagy sugárzásvédelem középfokon

Ha az emberek nem óvatosak a veszéllyel szemben, igen nagy veszélynek tehetik ki magukat. (Lao-Ce)

Az a tény, hogy az ionizáló sugárzások (*X-sugarak, magsugárzások stb.*) súlyos biológiai ártalmakat okozhatnak, már nem sokkal a felfedezésük után nyilvánvalóvá vált. A veszély felismerése a sugárvédelem és a sugármérés (*dozimetria*) megszületéséhez és fejlődéséhez vezetett. A sugárvédelem azzal foglalkozik, hogy miként lehet az élővilágot érő besugárzási szintet "még" elfogadható keretek között tartani.

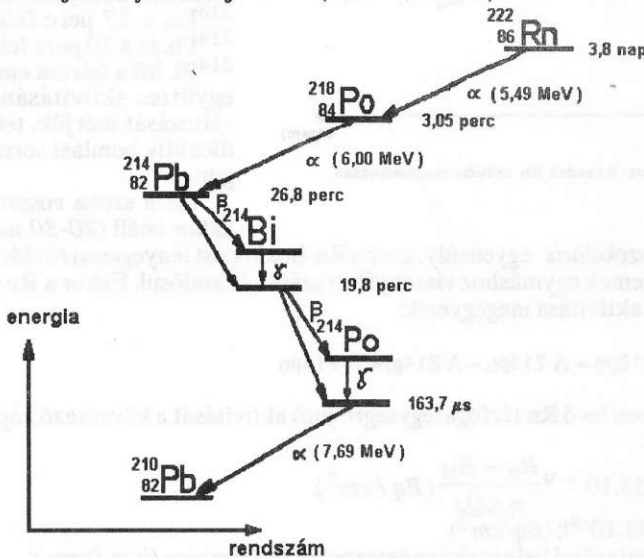
Ionizációs sugárzásnak mindig és mindenhol ki vagyunk téve. Egyrészt a levegő radioaktív forrásai hatnak ránk (*természetes radioaktív izotópok és bomlásterméke-*

ik, a kozmikus sugárzás által a levegőben létrehozott izotópok, nukleáris fegyverkísérletek, nukleáris balesetek stb. révén), másrészt a saját testünk radioaktív atomjai is kifejtik hatásukat. De kitehetjük magunkat extra sugárhatásoknak is, mint amilyen az orvosi röntgenvizsgálat vagy laboratóriumi munka alkalmával.

A levegőt leggyakrabban szennyező radioaktív izotópok a ^3H , ^{14}C , ^{85}Kr , ^{131}I , valamint a Rn és a Th hasadványtermékei. Egészen a közelmúltig a radont (Rn) olyan egészségügyi kockázati tényezőként tartották számon, amely csak az uránbányászatban fordul elő. Mára a helyzet teljesen megváltozott.

A ^{222}Rn természetes radioaktív izotóp, az ^{238}U bomlási sorában található, közvetlen anyja, a ^{226}Ra a földkéregben különböző koncentrációban mindenütt megtalálható. A ^{222}Rn nemesgáz, semmihez sem kötődik a természetben. Felezési ideje 3,8 nap, ami elegendő idő ahhoz, hogy a gáz a keletkezési helyétől több méterre is elszívárogjon, s így akár a lakásunkba is bejusson elbomlása előtt. Tehát, az épületekben található Rn fő forrása a környező talaj, de forrása lehet az építőanyagban található Ra is, különösen akkor, ha ez újrafeldolgozott ipari hulladékot is tartalmaz (például pernyecementet).

A ^{222}Rn α -bomló elem. Nemesgáz lévén a besugárzási kockázatot a viszonylag rövid felezési idejű leányelemei jelentik. (Lásd 1-es ábra.)



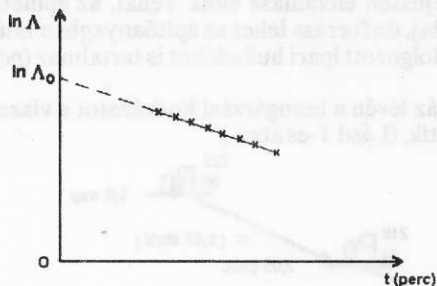
1. ábra: Radon és radon-leánymagok

Ezek lerakódhatnak a levegő portartalmára radioaktívan szennyezve azt. Légzéskor ez a levegő bejut a tüdőbe, az aeroszolban jelen levő radioaktív mikrorészecskékkel együtt, amelyek közben α , β vagy γ sugárzást bocsátanak ki. Az ember légzőrendszere a levegő aeroszol tartalmának egy részét megköti. A szervezetbe jutott radioaktív izotópok a tüdőben, illetve az emésztőrendszerben felszívódnak, egyes szervekben feldúsulnak, illetve meghatározott sebességgel kiürülnek. Más része a tüdőben mintegy betokozódik és ott fejt ki káros hatást.

A levegő radontartalmának meghatározása fontos sugárvédelmi feladat. Számos mérési eljárás létezik a Rn és leányelemei detektálására és a levegőbeli koncentrációjuk meghatározására. Például a termolumineszcens dózismérők, α -szcintillációs detektorok, nukleáris nyomdetektoros mérések, stb.

A levegő radontartalmára az aeroszolban jelenlevő rövid felezési idejű bomlástermékek aktivitásából következtethetünk. A kísérlet során a radioaktív szilárd és nem

ülepedő mikrorészecskéket egy szűrő felületén gyűjtjük össze. Ehhez egy porszívóra és 5-6 réteg orvosi gézre van szükségünk, amelyet a porszívó szívócsövére kötünk rá. A porszívót 2-2,5 órán át működtetjük abban a szobában, amelyben meg akarjuk határozni az aktivitást, legalább 15-20 m³ levegőt kell átszűrnie a porszívónak. Ugyanott meghatározzuk a háttérsugárzás értékét kb. 20-30 perces méréssel: R_H (imp/perc). A mintavétel befejezésétől számítva az időt, megmérjük a gáz aktivitásának időbeli változását. Ehhez, a detektorunk mérőfejét a gézre helyezzük és regisztráljuk, kb. 40 percig, 5 percenként a beütések számát. A gáz aktivitása arányos a detektor számolási sebességével: R (imp./perc), ami folyamatosan csökkenő értékeket fog felvenni. Az eredményt féllogaritmikus grafikonon ábrázolva meghatározzuk extrapolálással a mintavétel befejezésének megfelelő beütésszámot: R₀ (imp/perc). (Lásd a 2. ábrát.)



2. ábra: A kezdeti R_n aktivitás meghatározása

Mivel a R_n nemesgáz, nem abszorbeálódik a porszemekre, tehát nem kerül rá az orvosi gézre. Erre csak a leányelemei kerülnek rá: a 3,5 perc felezési idejű ²¹⁸Po, a 27 perc felezési idejű ²¹⁴Pb, és a 20 perc felezési idejű ²¹⁴Bi. Mi a három említett elem együttes aktivitásának időbeli változását mérjük, tehát egy radioaktív bomlási sorral van dolgunk.

Ha a szoba rosszul szellőző, akkor beáll (20-30 nap után) az úgynevezett *szekuláris* egyensúly, azaz a R_n-hoz képest lényegesen rövidebb felezési idejű leányelemek egymáshoz viszonyított száma állandósul. Ekkor a R_n és bomlástermékeinek aktivitása megegyezik:

$$\Lambda_{Rn} = \Lambda_{218Po} = \Lambda_{214Pb} = \Lambda_{214Bi} = \Lambda_{214Po}$$

A levegőben levő R_n térfogategységre jutó aktivitását a következő képletből számíthatjuk ki:

$$\Lambda'_{Rn} = 3,33 \cdot 10^{-9} \frac{R_0 - R_H}{\eta \cdot \epsilon \cdot Q \cdot t} \quad (\text{Bq} / \text{cm}^3)$$

$$\Lambda'_{Rn} = 3,33 \cdot 10^{-9} t; \quad (\text{Bq} / \text{cm}^3).$$

R₀ -- a mintavétel befejezésére extrapolált beütésszám (imp./perc);

R_H -- a háttérsugárzás értéke (imp./perc);

Q -- a porszívó levegő szíváshozama (m³/óra);

t -- a porszívózási idő (óra);

η -- a szűrő hatásfoka (6 rétegre kb. 0,6-0,7 közötti).

ε -- az aktivitásmérés hatásfoka. Ez, a rendelkezésre álló detektortól függ. Ha csak α aktivitást mérünk (szcintiillációs α fejjel), értéke 0,3. Ha GM csővel teljes α, β, γ aktivitást mérünk, értéke kb. 0,65. Ha pedig csak β aktivitást, akkor 0,1-0,2. Ezek az adatok hozzávetőlegesek. A pontos hatásfokot, általában, a detektor műszaki leírása tartalmazza, de függ a detektor életétől is, az öregedéssel csökken a hatásfoka.

A radonszennyezés szempontjából a megengedhető maximális koncentráció a levegőben (sugárveszélyes helyen dolgozók számára):

$$\Lambda_{Rn}^{\text{max}} = 3 \cdot 10^{-8} \mu\text{Ci} / \text{cm}^3 = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{Bq} / \text{cm}^3.$$

Iskolákban megszervezhető egy radonmérő hálózat nálunk is, mert napjainkban egyre nagyobb érdeklődés mutatkozik a levegő radioaktív szennyezésének a mérése iránt.

Szeghy Géza, IV. éves fizikus hallgató, Kolozsvár