

A ruténium bomlása

„A fejlett mérés technikának köszönhetően hazánkban is mérhető volt, de nincs egészségi következménye a környezetbe került radioaktív ruténiumizotópnak” olvashattuk a Magyar Tudományos Akadémia hírei között. Október első napjaiban Európa számos pontján, így hazánkban is kimutatható volt a levegőmintákban a Ru-106 izotóp jelenléte. A sajtóban először megjelent francia hírek $10 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ nagyságrendű légköri aktivitáskoncentrációt említettek, a hazai és a környező országok légköri környezetellenőrző állomásain ennél két-három nagyságrenddel nagyobb értékeket detektáltak. A ruténium-106 izotóp felezési ideje 374 nap, ezért a természetben nem fordul elő, a mintákban kimutatott szennyeződés csak mesterséges eredetű lehet. A környezeti mintákban más mesterséges eredetű izotóp nem volt mérhető, így egyértelműen ki lehetett zárni annak lehetőségét, hogy a szennyeződés egy reaktorból vagy kiegészített nukleáris fűtőelemek feldolgozása során került volna a környezetbe, mivel ezekben az esetekben számos más izotóp is kikerült volna a környezetbe. A Ru-106 lágy béta-sugárzó, detektálása elsősorban leányelemén, a fél perces felezési idejű Rh-106 (ródiium) izotópon keresztül lehetséges. Elterjedten alkalmazzák gyógyászati célokra, elsősorban a szemlencse daganatos megbetegedésének kezelésére, de esetenként űreszközökön radioizotópos termogenerátorban is használják. (forrás: https://mta.hu/tudomany_hirei/)

- a) Milyen részecskéket sugároznak ki a radioaktív izotópok az egyes bomlások során?
- b) Mit jelent a felezési idő fogalma?
- c) Értelmezze az aktivitáskoncentráció fogalmát!
- d) A 374 napos felezési idő miért magyarázat arra, hogy nincs jelen természetes módon a ruténium-106 izotóp?
- e) Mi a leányelem? A konkrét esetben melyik a ruténium-106 izotóp leányeleme?
- f) Írja le a ródiium palládiummá (Pd) való alakulását leíró béta-bomlás egyenletét!
- g) Milyen folyamatok miatt állíthatjuk, hogy ha reaktorból származna a szennyeződés, akkor más radioaktív izotópokat is találtak volna a levegőben?
- h) Miért alkalmasak a radioaktív izotópok a daganatos betegségek kezelésére?
- i) Körülbelül mennyi idő alatt csökken ezredére a 106-os tömegszámú, radioaktív ruténium koncentrációja egy mintában?

(2021. május)

Megoldás: (18 pont)

a) A radioaktív bomlástípusok jellemzése:

3 pont

α -bomlásnál egy hélium atommagot, β -bomlásnál egy elektront, γ -bomlásnál egy fotont (vagy elektromágneses sugárzást) bocsát ki a mag (1 + 1 + 1 pont, „ α -részecske” stb. nem elegendő. Ha a vizsgázó válaszában nem nevezi meg a hélium atommagot, de valamilyen módon utal az α -részecske nukleonösszetételére, akkor az 1 pontot meg kell adni.).

b) A felezési idő fogalmának értelmezése:

1 pont

c) Az aktivitáskoncentráció fogalmának értelmezése:

1 pont

d) A ruténium-106 izotóp hiányának indoklása:

1 + 1 pont

Mivel ennek az izotópnak a felezési ideje rövid, a természetben keletkezett mennyiség már elbomlott.

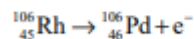
e) A leányelem fogalmának meghatározása és a keresett izotóp megnevezése:

1 + 1 pont

A radioaktív bomlás során keletkezett új elem, ez jelen esetben a ródiium-106.

f) A bomlási egyenlet felírása:

2 pont



(Jobb és bal oldal helyes felírása 1-1 pont. Az elemek csak rend- és tömegszámmal együtt fogadhatók el.)

g) Annak indoklása, hogy reaktorszennyeződés esetén más radioaktív izotópok is lennének a légkörben:

1 + 1 pont

Maghasadáskor két vagy több kisebb rendszámú atommag keletkezik. Ezek mind szennyezőként jelentek volna meg a környezetben.

h) A radioaktív sugárzás hatásának bemutatása a daganatos sejtekre:

2 pont

A radioaktív sugárzás energiája a daganatos sejtekben elnyelődik, s ezáltal roncsolja a szöveteket.

i) A keresett idő meghatározása:

3 pont

Mivel $2^{10} = 1024 \approx 1000$ (1 pont), a keresett idő a felezési idő tízszerese (1 pont), azaz ~3740 nap (1 pont).