

Namiesto polčasu používa sa tiež tzv. *stredná doba života* definovaná vzorcom

$$T_s = \frac{1}{\lambda} \quad (4)$$

Zo vzorca (2) vyplýva, že značí čas, za ktorý pôvodné množstvo rádioaktívneho prvku zmenší sa v pomere $e : 1$.

16.5. Dozimetria rádioaktívneho žiarenia. Najdôležitejšie veličiny, ktoré charakterizujú rádioaktívnu látku, je jej *aktivita* a *intenzita* ňou vysielaného žiarenia. Aktivita a určitého množstva rádioaktívneho prvku (presnejšie izotópu) je definovaná ako počet v tomto množstve nastávajúcich jadrových rozpadov, prepočítaných na jednotku času, teda $a = -dn/dt$, alebo — s ohľadom na zákon rádioaktívneho rozpadu daný rovnicou (16.4.1)

$$a = \lambda n \quad (1)$$

Z definície aktivity vyplýva, že jej jednotkou je reciproká sekunda $s^{-1} = 1 \text{ Hz}$. Praktická jednotka aktivity 1 curie (Ci) bola pôvodne definovaná ako aktivita $6,5 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ rádioaktívneho plynu radónu, množstva radónu, ktoré je v rádioaktívnej rovnováhe (pozri čl. 16.7) s 1 g rádia. Podľa svojej dnešnej len spresnenej definície 1 curie je $3,7 \cdot 10^{10}$ rozpadov za sekundu presne.

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1} = 37 \text{ GHz}$$

Ak poznáme rádioaktivitu určitého množstva rádioaktívneho izotópu, z definície aktivity bezprostredne vyplýva aj jeho hmotnosť

$$m = n \frac{A}{N} = \frac{aA}{\lambda N} = \frac{aAT}{N \ln 2} \quad (2)$$

kde A značí hmotnosť gramatómu, T polčas a N Avogadrovo číslo.

Podľa dnes platných medzinárodných dohôd atomová hmotnosť sa vzťahuje na izotóp uhlíka C_{12}^{12} , inakšie povedané dnes atómová hmotnosť α je číslo, ktoré udáva, koľkokrát je hmotnosť atómu nejakého izotópu väčšia ako $1/12$ hmotnosti atómu izotópu C_{12}^{12} , ktorá sa nazýva atomistickou jednotkou hmotnosti a značí sa u .

$$u = \frac{1}{12} \cdot \frac{12\text{g}}{N} = \frac{\text{g}}{N} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Ak teda vo vzorci (2) hmotnosť gramatómu vyjadríme v tvare $A = \alpha g$, pre hmotnosť rádioizotópu s aktivitou a môžeme tiež písať

$$m = \frac{a\alpha g T}{N \ln 2} = \frac{a\alpha T}{0,693} u \doteq 2,4 \cdot 10^{-24} a\alpha T \text{ g} \quad (3)$$

Je zrejmé, že pri používaní tohoto vzorca treba aktivitu nakoniec vyjadriť v recipročných jednotkách času.

Intenzita rádioaktívneho žiarenia je definovaná rovnako ako intenzita akéhokoľvek iného žiarenia: udáva energiu prechádzajúcu plošnou jednotkou na smer postupu žiarenia kolmou za jednotku času. Účinky rádioaktívneho žiarenia na rozličné látky, napríklad na živé tkanivo, sú však úmerné nie len intenzite žiarenia, ale aj dobe trvania jeho pôsobenia, pri čom o nich rozhoduje len energia pohltená látkou. Pre tieto príčiny na odhad možných účinkov rádioaktívneho žiarenia boli zavedené veličiny, ktoré sa nazývajú *ožiarenie* a *merná absorbovaná dávka*.

Ožiarenie nejakej látky rádioaktívnym alebo aj iným ionizujúcim žiarením bolo definované pomocou jeho ionizujúcich účinkov. Je to celkový náboj kladných iónov, ktoré by takto hodnotené žiarenie za rovnaký čas vytvorilo v hmotnej jednotke vzduchu. V sústave SI jednotkou ožiarenia je teda 1 As/kg.

Praktickou jednotkou ožiarenia je ale 1 *röntgen* (R). Bol definovaný takto: 1 röntgen vytvorí v 1 cm³ vzduchu za normálnych podmienok celkový kladný náboj rovný tzv. elektrostatickej jednotke náboja, t. j. náboj $\frac{1}{3} \cdot 10^{-9}$ As. Keďže 1 cm³ vzduchu za normálnych podmienok má hmotnosť 0,001 293 g, je

$$1 \text{ R} = \frac{10^{-9} \text{ As}}{3 \cdot 0,001 293 \text{ g}} = 2,579 \cdot 10^{-4} \text{ As/kg}$$

Merná absorbovaná dávka je definovaná ako energia pohltená jednotkou hmotnosti. Jej jednotkou v sústave SI je teda 1 J/kg. V praxi sa používa tzv. *fyzikálny ekvivalent röntgenu* (rep, roentgen equivalent physical),

$$1 \text{ rep} = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ J/kg}$$

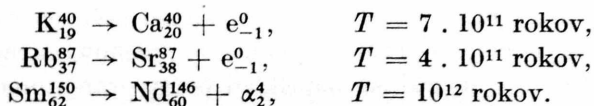
Tento vzťah vyplýva z experimentálneho poznatku, že vo vzduchu na vytvorenie dvojice jednomocných iónov je priemerne potrebná energia 32,5 eV. Jednému röntgenu odpovedá teda energia

$$32,5 \text{ eV} \cdot \frac{2,579 \cdot 10^{-4} \text{ As/kg}}{e} = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ J/kg}$$

Biologické účinky žiarenia sú však závislé nielen od jeho dávky, ale aj od jeho kvality. Používa sa preto aj jednotka 1 rem (roentgen equivalent man), definovaná ako dávka ľubovoľného žiarenia, ktorá na ľudské telo má rovnaký účinok ako 1 röntgen žiarenia X alebo γ . Pre žiarenie X, γ alebo β 1 rep = 1 rem, avšak pre žiarenie protónové, žiarenie rýchlych neutrónov a α -žiarenie 1 rep = 10 až 20 rem.

Prístroje slúžiace na meranie dávky ionizujúceho žiarenia sa menujú *dozimetre*. Sú založené na princípe černenia fotografickej emulzie po jej vyvolaní alebo na princípe ionizačnej komôrky.

16.6. Rádioaktívne rady. Medzi prvkami s menšou atómovou váhou prirodzenou rádioaktivitou sa vyznačujú len K, Rb a Sm. Menia sa takto:



Rádioaktívne prvky s veľkou atómovou váhou menia sa však zväčša tak, že prvky vznikajúce rádioaktívnou premenou sú opäť rádioaktívne. Tým vznikajú tri rozpadové rady: rad uránový — rádiový, ktorého prvým členom je U_{92}^{238} a posledným Pb_{82}^{206} , rad uránový — aktíniový s prvým členom U_{92}^{235} a posledným Pb_{82}^{207} a rad tóriový s prvým členom Th_{90}^{232} , pričom posledný člen radu je opäť izotop olova Pb_{82}^{208} .

Ako príklad je v *tab. 16.1* uvedený rozpadový rad uránový — rádiový. V tomto rade najdôležitejšími členmi sú počiatočný člen radu U_{92}^{238} (polčas $4,5 \cdot 10^9$ rokov), rádium Ra_{88}^{226} (1 690 r), rádioaktívny vzácny plyn (rádiová emanácia) radon Rn_{86}^{222} (3,825 dní) a polónium Po_{84}^{210} (140 dní); všetky sú α -žiariče.

Tabuľka 16.1

Rozpadový rad uránový — rádiový

238	U_{92}^{238}
234	$\alpha \downarrow$ $\text{Th}_{90}^{234} \xrightarrow{\beta} \text{Pa}_{91}^{234} \xrightarrow{\beta} \text{U}_{92}^{234}$
230	$\alpha \downarrow$ Th_{90}^{230}
226	$\alpha \downarrow$ Ra_{88}^{226}
222	$\alpha \downarrow$ Rn_{86}^{222}
218	$\alpha \downarrow$ Po_{84}^{218}
214	$\alpha \downarrow$ $\text{Pb}_{82}^{214} \xrightarrow{\beta} \text{Bi}_{83}^{214} \xrightarrow{\beta} \text{Po}_{84}^{214}$
210	$\alpha \downarrow$ $\text{Tl}_{81}^{210} \xrightarrow{\beta} \text{Pb}_{82}^{210} \xrightarrow{\beta} \text{Bi}_{83}^{210} \xrightarrow{\beta} \text{Po}_{84}^{210}$
206	$\alpha \downarrow$ Pb_{82}^{206}