

Polotloušťky různých látek

Závislost polotloušťky

Velikost polotloušťky látek je závislá jak na charakteru stínící látky, tak na povaze záření.

U záření se projevuje vlnově-korpuskulární dualismus: makroskopická tělesa interagují s prostředím jako jednolitý celek. Podobně se chovají i záření o delších vlnových délkách, takže je nám umožněno pozorovat třeba odraz světla, kdy na viditelné světlo pohlížíme jako na paprsek. Jiná situace je u záření s kratšími vlnovými délkami, kdy se projevuje korpuskulární charakter. Interakce látky a záření probíhá na elementární úrovni, díky tomu může nastat situace, kdy kvantum záření jednoduše látkou projde. Tuto pravděpodobnost zvyšuje nízká hustota dané látky. Druhá možnost je interakce záření s látkou za ztráty energie záření, tudíž postupnému zbrzdění.

Pokud uvažujeme rovnoměrný paprsek záření, tak jeho intenzita závisí exponenciálně na tloušťce látky kterou prochází a lineárním součiniteli zeslabení, který je tím vyšší, čím je větší hustota a atomová hmotnost látky, nižší je při vyšší energii záření. Podobný lineárnímu součiniteli zeslabení je účinný průřez, který vychází z představy atomů jako kulovitých těles o určitém poloměru, které záření buď absorbují, nebo minou. Čím větší je efektivní ploška tohoto tělesa, tím větší je pravděpodobnost absorpce. Jednotkou účinného průřezu je $1 \text{ barn} = 10^{-28} \text{ m}^2$

Polotloušťky vybraných látek a jejich využití

Olovo

Olovo je prvek s velkou měrnou hustotou ($11\,340 \text{ kg.m}^{-3}$) a protonovým číslem (82).^[1] Má tudíž vysokou elektronovou hustotu a je dobrým stínícím materiálem pro záření γ .

Naopak není samotné vhodným materiálem pro odstínění záření β , jelikož vzniká intenzivní brzdné záření a pro odstínění tohoto brzdného záření by se musela použít velmi tlustá vrstva olova. Proto se pro odstínění β - záření používá v kombinaci s jiným lehkým materiálem (plexisklo, hliník), kde jeho tenká vrstva slouží k odstínění brzdného záření. Pro β^+ záření se musí použít silnější vrstva, protože vznikající brzdné záření má vyšší energii než u β^- .

Olověné destičky se používají v lékařství jako ochrana před ionizujícím zářením.

Dále se používají například olověné kontejnery na přepravu a skladování zářičů. A pokud je potřebné, aby byla zachována optická viditelnost, může se použít tzv. olovnaté sklo.

Vzduch

Vzduch má velmi nízkou protonovou hustotu.

Polotloušťky pro záření alfa o různých intenzitách jsou v řádech desítky centimetrů, pro beta v řádech metrů.^[2]

Polotloušťka pro záření gama o intenzitě 1 MeV se pohybuje okolo 90 m.

Voda

Voda má větší protonovou hustotu než vzduch, proto je také polotloušťka pro záření gama jen přibližně 10 cm.

V jaderné energetice se používá při skladování jaderného odpadu při tzv. mokrému způsobu skladování. Vrstva vody o tloušťce nejméně 2,5 m při tomto způsobu skladování plní jak chladicí tak stínící funkci. Nevýhodou tohoto způsobu je vznik kapalných radioaktivních odpadů.^[3]

Beton

Beton má přes svou nízkou hustotu velice dobré stínící vlastnosti. Například u záření o energii 1,5 MeV je potřeba olovo o polotloušťce 1,174 cm. Pro stejné záření je potřeba beton s polotloušťkou 5,72 cm. Používá se proto při stínění záření gama. Na rozdíl od olova a železa také dobře stíní neutronové záření. Beton se používá například při tzv. suchém způsobu skladování radioaktivního materiálu v elektrárnách, jako součást takzvaných CASTOR a CONSTOR kontejnerů, spolu s ocelí a dalšími materiály.

Ocel

Ocel se díky své hustotě, která se zpravidla pohybuje mezi $7,750$ a $8,050 \text{ kg.m}^{-3}$, využívá, stejně jako olovo, ke stínění záření γ . Spolu s betonem se používá pro výrobu CASTOR a CONSTOR kontejnerů.

Hliník

Hliník má mnohem menší hustotu a protonové číslo než olovo. Proto se také využívá pro stínění beta jelikož redukuje brzdné záření.

Tabulka polotlouštěk vybraných látek^[4]

Hodnoty polotlouštěk vybraných látek jsou udány v centimetrech. U hodnot označených ^a se při zvýšení intenzity už hodnota polotloušťky nezvýší.

Energie	Olovo (11,35 g/cm ³)	Železo (7,86 g/cm ³)	Hliník (2,82 g/cm ³)	Voda (1 g/cm ³)	Vzduch (0,0012929 g/cm ³)	Beton (2,35 g/cm ³)
0,3 MeV	0,16	0,845	2,457	5,823	5,133. 10 ³	2,76
0,5 MeV	0,396	1,062	2,936	7,532	6,243. 10 ³	3,39
1 MeV	0,816	1,471	4,225	9,76	8,451. 10 ³	4,65
1,5 MeV	1,174	1,833	5,058	12,157	10,434. 10 ³	5,72
2 MeV	1,358	2,074	6,187	13,86	12,375. 10 ³	6,66
2,5 MeV	1,443	2,294	6,794	15,75	13,860. 10 ³	
3 MeV	1,474	2,343	7,372	17,769	15,065. 10 ³	8,15
3,5 MeV	1,506 ^a	2,585	7,965	19,25	16,500. 10 ³	
4 MeV		2,76	8,349	20,382	17,769. 10 ³	9,36
5 MeV		2,851	9,625	23,1	20,382. 10 ³	10,34
10 MeV		2,948 ^a	11,745	30,13	24,750. 10 ³	13,86
20 MeV			12,157 ^a	38,5	33,000. 10 ³	14,14 ^a
30 MeV				40,764	33,640. 10 ³	
40 MeV				43,312	34,650. 10 ³	

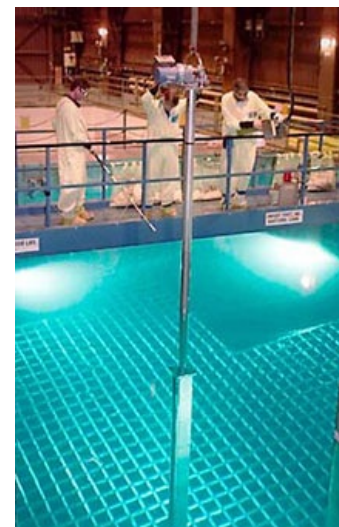
Odkazy

Reference

1. MIKULČÁK, Jiří, et al. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*. 3. vydání. Praha : Prometheus, 2006. ISBN 80-85849-84-4.
2. KLIK, František a Jaroslav DALIBA. *Jaderná energetika*. 1. vydání. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. s. 145. ISBN 80-01-01280-8.
3. ŠULC, Jaroslav. *Ekologie jaderného palivového cyklu : pro předmět*. 1. vydání. V Liberci : Technická univerzita, 2011. s. 50. ISBN 978-80-7372-776-5.
4. UNIVERSITY OF FLORIDA, Division of Environmental Health and Safety Radiation Control and Radiological Services Department. *Radiation Safety Short Course, Chapter 3 Radiation Protection* [online]. © 2005. Poslední revize 7/2011, [cit. 2013-12-04]. <http://webfiles.ehs.ufl.edu/rssc_stdby_chp_3.pdf>.

Použitá literatura

- ULLMANN, Vojtěch. *Astro Nukl Fyzika* [online]. [cit. 2013-11-30]. <<http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika6.htm#Absorbce>>.



Mokrý způsob skladování radioaktivního odpadu

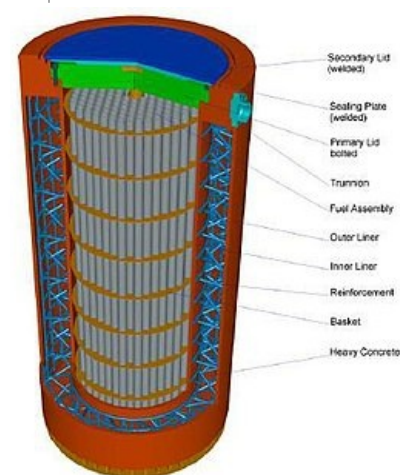


Schéma CONSTOR kontejneru



Suchý způsob skladování radioaktivního odpadu