

Pracovní úkol

1. Určete absorpční koeficient záření γ pro elementy Fe, Cd a Pb v závislosti na energii záření. Zpracujte graficky
2. Stanovte tloušťku výše uvedených materiálů pro některé energie: 59.5, 186.2, 241.9, 295.2, 351.9, 609.3, 1120.3, 1238.3, 1408.0 a 1764.5 keV
3. Srovnajte experimentální hodnoty s hodnotami teoretickými (teoretické hodnoty interpolujte) pro elementy Al, Fe a Pb (viz tabulka u experimentu)
4. Případný nesouhlas zdůvodněte

Teorie

Při průchodu záření γ látkou dochází ke značným ztrátám energie fotoefektem, tvorbou párů nebo Comptonovým rozptylem, kdy se také mění směr fotonu. V důsledku toho platí pro počet γ fotonů N , které projdou, vztah:

$$N = N_0 e^{-\mu \cdot t} \quad (1)$$

kde N_0 je počet dopadnuvších fotonů, t tloušťka materiálu a μ je koeficient závislý na materiálu a energii fotonu.

Polotloušťka $x_{1/2}$ je definovaná jako tloušťka vrstvy, která zeslabí svazek na poloviční intenzitu:

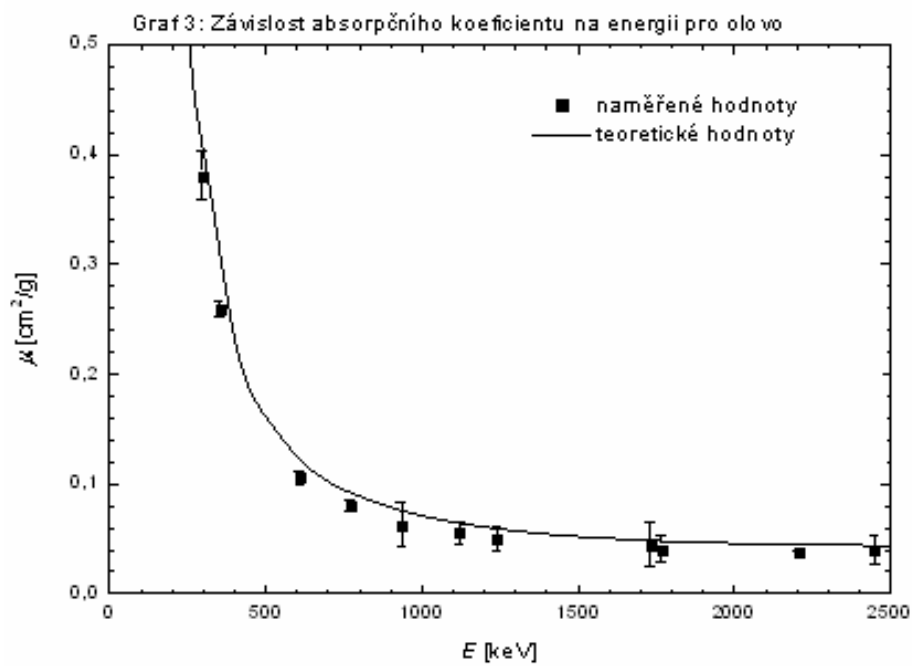
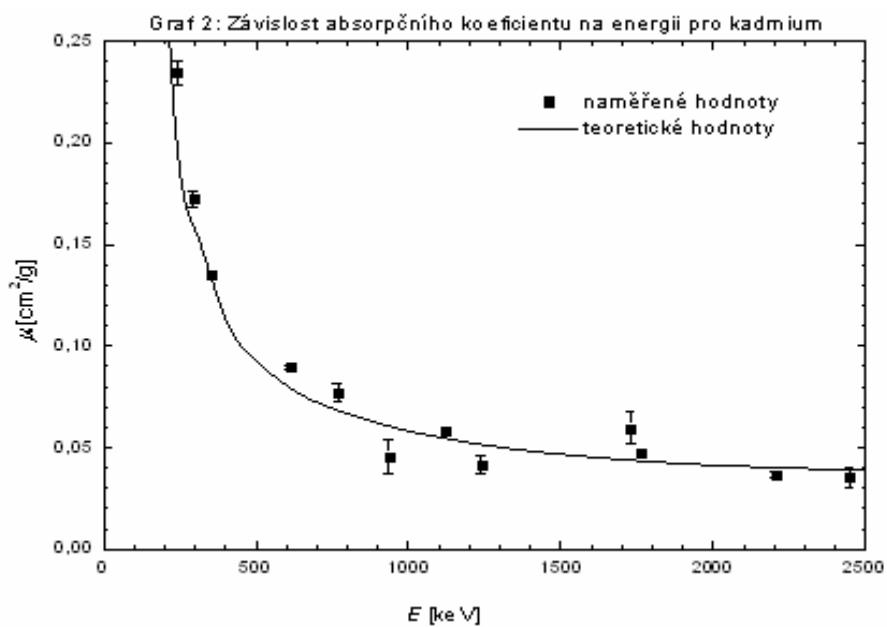
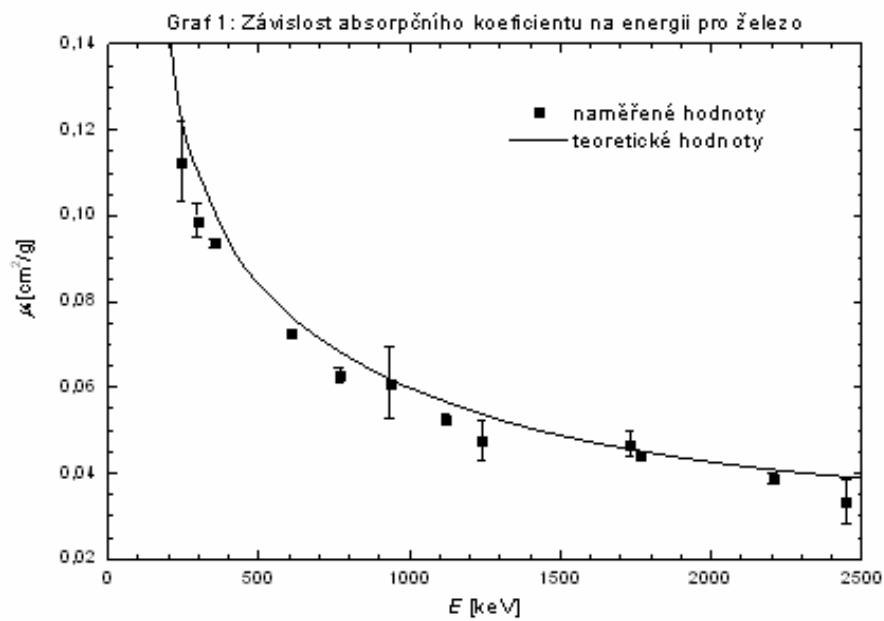
$$x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} \quad (2)$$

Měření

Pomocí tabulkových hodnot vlnových délek spektrálních čar, které byly v praxi k dispozici, jsem zkalibrovala detektor a počítačem označila 15 měřených peaků. Potom jsem mezi zdroj a detektor vkládala různé tloušťky stínění z železa, kadmia a olova. Pro další zpracování jsem vybrala 12 peaků s nejmenšími chybami měření. Expoziční doba byla 250s. Naměřené hodnoty jsou v příloze této úlohy.

Lineární regresí jsem ze vztahu (1) určila hodnotu μ pro jednotlivé materiály a energie spektrálních čar. Vypočítané hodnoty jsou v Tabulce 1, kde je uvedena i polotloušťka zjištěná pomocí (2). V Grafech 1-3 je srovnání naměřených závislostí μ/ρ na energii s tabulkovými.

Tabulka 1: Zjištěné absorpční koeficienty a polotloušťky pro jednotlivé materiály													
E [keV]	Fe				Cd				Pb				
	μ [cm^{-1}]	σ_μ [cm^{-1}]	$x_{1/2}$ [cm]	$\sigma_{x_{1/2}}$ [cm]	μ [cm^{-1}]	σ_μ [cm^{-1}]	$x_{1/2}$ [cm]	$\sigma_{x_{1/2}}$ [cm]	μ [cm^{-1}]	σ_μ [cm^{-1}]	$x_{1/2}$ [cm]	$\sigma_{x_{1/2}}$ [cm]	
241,9	0,89	0,09	0,78	0,08	2,03	0,06	0,34	0,01	---	---	---	---	
295,2	0,78	0,03	0,89	0,03	1,49	0,03	0,47	0,01	4,32	0,35	0,16	0,01	
351,9	0,74	0,01	0,94	0,01	1,17	0,01	0,59	0,01	2,94	0,08	0,24	0,01	
609,3	0,57	0,01	1,21	0,02	0,78	0,01	0,89	0,01	1,20	0,03	0,58	0,01	
768,5	0,49	0,02	1,40	0,06	0,67	0,04	1,04	0,06	0,90	0,04	0,77	0,03	
934,2	0,48	0,07	1,45	0,21	0,40	0,04	1,75	0,18	0,71	0,06	0,97	0,08	
1120,3	0,41	0,01	1,68	0,04	0,50	0,02	1,38	0,05	0,63	0,04	1,10	0,07	
1238,3	0,37	0,04	1,85	0,20	0,36	0,05	1,93	0,27	0,57	0,06	1,21	0,13	
1729,8	0,37	0,03	1,89	0,15	0,52	0,07	1,34	0,18	0,51	0,07	1,36	0,19	
1764,7	0,35	0,01	1,99	0,06	0,41	0,02	1,70	0,08	0,46	0,02	1,51	0,07	
2204,3	0,31	0,02	2,27	0,15	0,32	0,04	2,18	0,28	0,43	0,03	1,62	0,11	
2447,8	0,26	0,04	2,64	0,40	0,31	0,05	2,26	0,37	0,45	0,05	1,54	0,17	



Diskuse

Zjištěné závislosti μ na energii odpovídají tabulkovým. U olova a železa jsou naměřené hodnoty mírně systematicky nižší než tabulkové. To lze vysvětlit tak, že tabulkové hodnoty byly určeny za předpokladu, že rozptýlený foton už není detekován. Nicméně detektor měl nějaký konečný rozměr a mohl detekovat i mírně rozptýlené fotony. To vysvětluje nižší změřený koeficient. U kadmia jsou odchylky od tabulkových hodnot o něco větší, což lze vysvětlit krátkou expoziční dobou.

Závěr

Změřila jsem závislost absorpčních koeficientů na energii γ -záření pro vzorky z železa, kadmia a olova a určila jsem také polotloušťky těchto materiálů.