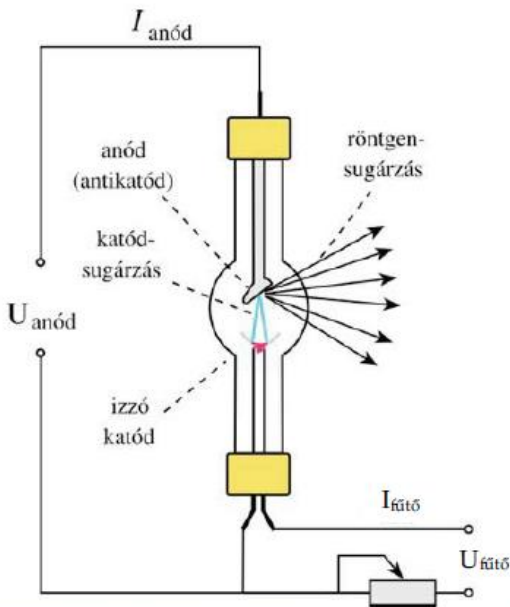


# Biofizikai gyakorlatok

## (Jegyzőkönyv)

A gyakorlat címe: <b>Röntgen-cső, emissziós spektrumok + gamma abszorpció</b>		A gyakorlatvezető neve: <b>Juriga Dávid</b>		
A mérést végző hallgató vezetékneve: <b>Demeter</b>	Utóneve: <b>Péter</b>	Neptun kód: <b>D4KXLI</b>	Kar: <b>VIK</b>	Csoport: <b>BME3</b>
A gyakorlat időpontja: <b>2019. 02. 26.</b>		A jegyzőkönyv leadásának határideje: <b>2019. 03. 05.</b>		
<b>A) A gyakorlat célja, feladatok:</b> Röntgen-cső, emissziós spektrumok és gamma abszorpció elméleti alapjainak megismerése.				
A mérőtárs(ak) neve: <b>Juriga Dávid</b>				
<b>B) A használt anyagok és eszközök, egyéb fontosabb körülmények:</b> LD Didactic 554 800				
<b>C) A gyakorlat elméletének rövid összefoglalója ábrákkal illusztrálva, a mérés elve, a mérési elrendezés, az adatok kiértékeléséhez szükséges legfontosabb összefüggések, továbbá a tananyag olvasása közben felmerült kérdések: (Ez a rész ne legyen az itt rendelkezésre álló helynél hosszabb és hivatkozásokat ne tartalmazzon!)</b>				
 <p style="text-align: center;"><i>1. ábra</i></p>	<p><b>Fékezési röntgensugárzás:</b> Nagyenergiájú, elektromos töltéssel rendelkező részecskék, pl. elektronok lefékeződésekor keletkező röntgensugárzás. Spektruma folytonos, a rövid hullámhosszú oldalon éles határral (<math>\lambda_h</math>).</p> <p><b>Duane-Hunt törvény:</b> A röntgenső fékezési sugárzásának határhullámhosszára (<math>\lambda_h</math>) vonatkozó törvény: <math>\lambda_h = \frac{k}{U}</math>, ahol U a gyorsítófeszültség, k pedig egy állandó.</p> <p><b>Röntgenső fékezési sugárzásának teljesítménye:</b> A teljes hullámhossz tartományban kibocsátott teljesítmény, mely az anódáram erősségétől (I), a katód és az anód közé kapcsolt gyorsítófeszültségtől (U) és az anód anyagának rendszámától (Z) függ: <math>P_{Rtg} = C_{Rtg} \cdot U^2 \cdot I \cdot Z</math></p> <p>Ahol <math>C_{Rtg}</math> arányossági tényező értéke <math>1,1 \cdot 10^{-9} V^{-1}</math>.</p> <p><b>Röntgensugár gyengülési törvény:</b> <math>J = J_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}</math>, ahol x a réteganyag vastagsága. miből következik, hogy a felezőréteg vastagságát a gyengítettlen intenzitásból és a gyengítési együtthatóból kiszámíthatjuk: <math>\frac{J}{J_0} = 0,5 = e^{-\mu \cdot D} \rightarrow D = \frac{\ln(2)}{\mu} \cong \frac{0,693}{\mu}</math></p> <p><b>Gyengítési együttható:</b> A gyengítési együttható arányos az abszorbeáló anyag sűrűségével (<math>\rho</math>). <math>\mu = \mu_m \cdot \rho</math>, a gyengülési</p>			
törvényből kifejezve: $\mu = \frac{1}{x} \cdot \ln\left(\frac{J_0}{J}\right)$				
<b>Tömeggyengítési együttható:</b> Különbözhet anyagonként, az elnyelő anyag atomjainak Z rendszámától függ, aszerint, hogy milyen típusú abszorpciós folyamat játszik szerepet az elnyelésben. $\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$				
A röntgendiagnosztikában két abszorpciós folyamat számottevő, a fotoeffektus és a Compton-szórás, így a tömeggyengítési együttható is két tagból áll: $\mu_m = \tau_m + \sigma_m$				
<b>Fotoeffektus:</b> Az orvosi diagnosztikai röntgentartományban a legfontosabb kölcsönhatási típus a sugárzás és az elnyelő anyag között. A közel azonos sűrűségű, de különböző rendszámú (Z) szövetek kontrasztos képe ugyanis ennek köszönhető, mert az ebből származó tömeggyengítési együttható ( $\tau_m$ ) nagyon erősen függ az elnyelő atom rendszámától: $\tau_m = C \cdot \lambda^3 \cdot Z^3$				
Ha a Compton-szórás tömegelnyelési együtthatója konstans $\sigma_m = 0,2$ , akkor a fotoeffektus tömegelnyelési együtthatója: $\tau_m = \mu_m - 0,2$				
<b>A jegyzőkönyv értékelése (A gyakorlatvezető kézjegye a minősítésnek megfelelően)</b>				Dátum:
Nem felelt meg:	Javítandó:	Megfelelt:		

**D)** A gyakorlat során nyert adatok:  
(méréssorozat esetén táblázatos formában)

Az adatok elfogadtatása:  
(a gyakorlatvezető kézjegye)  
**A gyakorlat végén alá kell írtni!**  
**Enélkül a jegyzőkönyv sem fogadható el!**

Ide csak a „nyers” adatok kerüljenek! (Még akkor is, ha sok hely marad.) (A kiértékelés mindig új lapon kezdődjön!)

Abszorbens	Z [-]	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	x [cm]	$J_0$ [W/m <sup>2</sup> ]	J [W/m <sup>2</sup> ]
-				372,2	
Al	13	2,70	0,050	372,2	326,7
Fe	26	7,86	0,050	372,2	19,4
Cu	29	8,92	0,007	372,2	191,8
Zr	40	6,49	0,005	372,2	151,1
Zr	40	6,49	0,010	372,2	138,6
Mo	42	10,28	0,010	372,2	22,2
Ag	47	10,50	0,005	372,2	67,4

1. táblázat

(Csatolt dokumentumban az eredeti, kézzel írott és gyakorlatvezető által szignózott mérési adatok)

**Önellenőrző lista a jegyzőkönyv elfogadásának érdekében (minimumkövetelmények):**

- 1.) A jegyzőkönyv **külsőalakja** megfelelő
- 2.) A mérési **adatok jól áttekinthetők**, jók a mértékegységek (**E**)
- 3.) A grafikonok **fejlécén** látható, hogy mit ábrázoltunk és mik a mértékegységek (**E**)
- 4.) A grafikonok **tengelyein** látható, hogy mit ábrázoltunk és mik a mértékegységek (**E**)
- 5.) A grafikonok tengelyeinek **skálázása** értelmes (a felesleges tartományokat nem tüntettük fel) (**E**)
- 6.) A **kiértékelés követhető** és a mért adatok alapján történt, a következtetéseket levontuk (**E, F**)
- 7.) Minden feladatot elvégeztünk, a feltett **kérdések mindegyikére válaszoltunk** (**E, F**)
- 8.) A jegyzőkönyv **összefűzve** készen van

**Javasolt a kiértékelés számítógéppel történő elvégzése, de a hagyományos (mm papír, stb.) módon készített jegyzőkönyv is elfogadható. Mivel a kiértékelés és a következtetések a jegyzőkönyv részei, lapjait össze kell fűzni ezzel! (Otthoni munka a gyakorlat elvégzése után.)**

**E) Kiértékelés:**

(az adatok rendezett bemutatása, a számítások részletes elvégzése, a szükséges grafikonok elkészítése)

A méréseket a gyakorlatvezető végezte. A röntgengép gyorsítófeszültségét, detektor dőlésszögét és a katódáramot beállította az asztalán található mérési dokumentumból kiolvasva. Mérési ablaknak 10 másodpercet használtunk.

Először abszorbens nélkül mértünk, hogy megállapíthassuk a csillapítás nélküli röntgensugárzás intenzitását, azaz  $J_0$ -t.

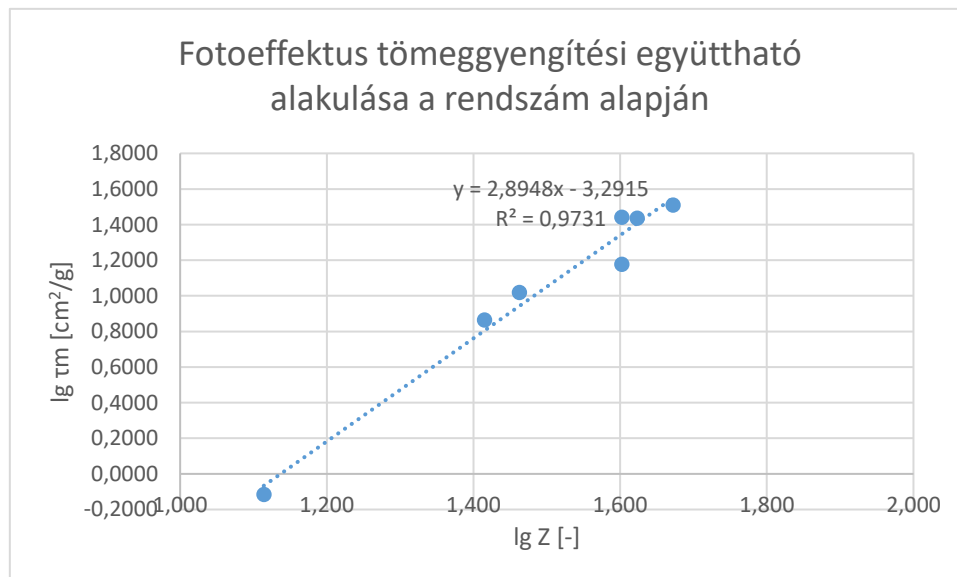
Ezt követően minden anyagra elvégeztük a mérést, az anyagok paramétereit a gyakorlat leírásából beírva a táblázatba, kiszámoltam a gyengítési, tömeggyengítési együtthatókat.

Abszorbens	Z [-]	lg Z [-]	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	x [cm]	$J_0$ [W/m <sup>2</sup> ]	J [W/m <sup>2</sup> ]	$\mu$ [1/cm]	$\mu_m$ [cm <sup>2</sup> /g]	$\tau_m$ [cm <sup>2</sup> /g]	lg $\tau_m$ [cm <sup>2</sup> /g]
-					372,2					
Al	13	1,114	2,70	0,050	372,2	326,7	2,6078	0,9658	0,7658	0,1159
Fe	26	1,415	7,86	0,050	372,2	19,4	59,0832	7,5169	7,3169	0,8643
Cu	29	1,462	8,92	0,007	372,2	191,8	94,7112	10,6178	10,4178	1,0178
Zr	40	1,602	6,49	0,005	372,2	151,1	180,2979	27,7809	27,5809	1,4406
Zr	40	1,602	6,49	0,010	372,2	138,6	98,7839	15,2209	15,0209	1,1767
Mo	42	1,623	10,28	0,010	372,2	22,2	281,9339	27,4255	27,2255	1,4350
Ag	47	1,672	10,50	0,005	372,2	67,4	341,7573	32,5483	32,3483	1,5099

2. táblázat

Ezek alapján elkészítettem a tömeggyengítési együttható és a rendszám logaritmusának összefüggését szemléltető diagrammot.

A fotoeffektus tömeggyengítési együtthatója az abszorbens rendszámának (és a sugárzás hullámhosszának) harmadik hatványától függ, ezért hozzávetőlegesen három meredekségű egyenest kell tudnom illeszteni a kalkulált értékekre.

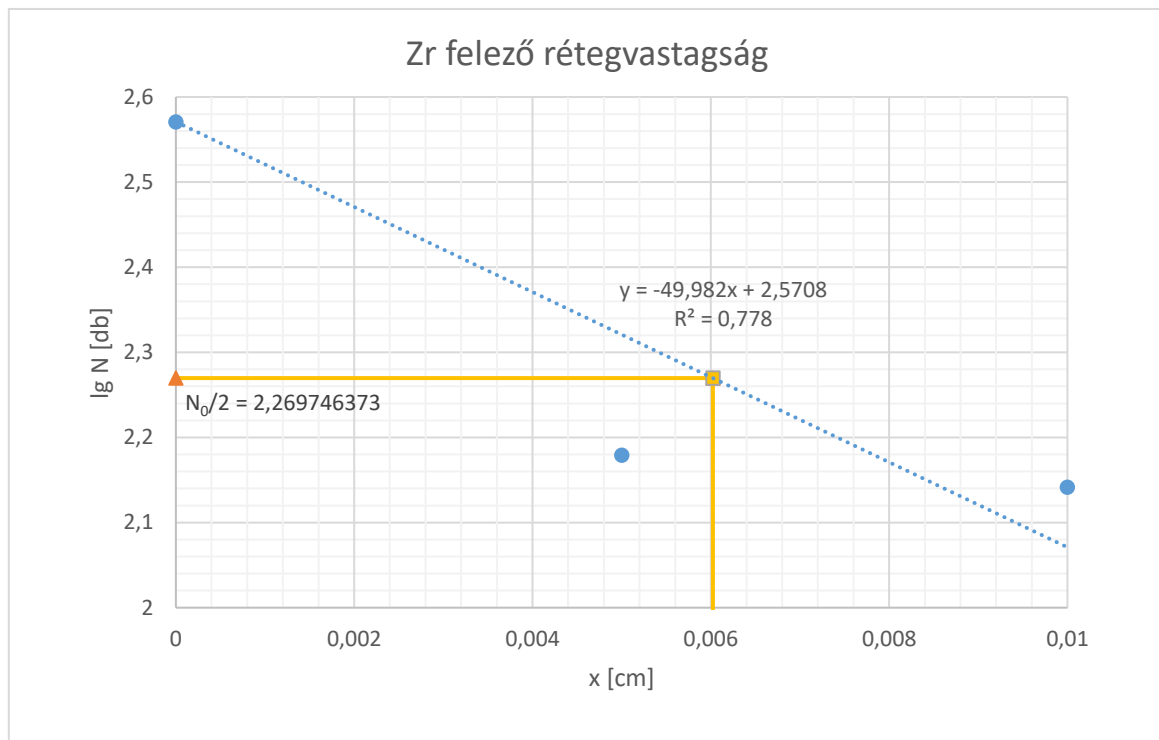


2. ábra

Ezt követően a különböző rétegvastagságú mintával is megmért cirkónium felezésiréteg vastagságát igyekeztem megállapítani a rendelkezésre álló adatok és összefüggések alapján.

A csillapítatlan intenzitást, valamint a 0,005 cm és 0,0010 cm vastagságú cirkónium esetén mért intenzitást ábrázoltam, ezt követően egyenest állítottam rájuk. Az egyenes egyenletének segítségével kiszámoltam a csillapítatlan intenzitás felére eső vastagságot.

$$y = \lg\left(\frac{J_0}{2}\right) = 2,269746 = -49,982x + 2,5708 \rightarrow x = 0,006023$$



3. ábra

Az illesztett egyenes meglehetősen pontatlan, de a kapott egyenlet alapján hozzávetőlegesen 0,006 cm a felező rétegvastagság.

#### F) Következtetések:

(válaszok a feltett kérdésekre **kérdés-felelet** formában):

Az eszköz természetes pontatlansága mellett, a kis időablak, a kizárólag egyszer végzett mérések következményeként elkerülhetetlenek és kulminálnak a számítási hibahatárok.

Ezek a pontatlanságok leginkább a felező rétegvastagság számításakor érezhetők. További nehezítő körülményt, hogy a cirkóniumot csak kétféle rétegvastagsággal mértük meg, így csak három pontra illesztettem az egyenest.

A kapott eredményt összevethetjük a mért értékek alapján:

$$D = \frac{\ln(2)}{\mu} \rightarrow D_{x=0,005 \text{ cm}} = 0,003844 \text{ cm}; D_{x=0,010 \text{ cm}} = 0,007017 \text{ cm}$$

Ha vesszük az átlagukat, akkor  $D_{avg} = 0,005431 \text{ cm}$ , míg ha a rétegvastagságuk alapján súlyozva kalkuláljuk:

$D_{wavg} = \frac{1}{3}D_{x=0,005 \text{ cm}} + \frac{2}{3}D_{x=0,010 \text{ cm}} = 0,005959 \text{ cm}$ . A képet tovább árnyalhatjuk, ha a kalkulált  $\mu$  értékek átlagával számoljuk ki, akkor  $D_{\mu avg} = 0,004967 \text{ cm}$ . A teljesség kedvéért ez esetben is kiszámoltam a súlyozott  $\mu$  értéket, majd azzal a felezési rétegvastagságot:  $D_{\mu wavg} = \frac{\ln(2)}{\frac{1}{3}\mu_{x=0,005 \text{ cm}} + \frac{2}{3}\mu_{x=0,010 \text{ cm}}} = 0,005503 \text{ cm}$ .

$$D_{x=0,005 \text{ cm}} = 0,003844 \text{ cm}$$

$$D_{\mu avg} = 0,004967 \text{ cm}$$

$$D_{avg} = 0,005431 \text{ cm}$$

$$D_{\mu wavg} = 0,005503 \text{ cm}$$

$$D_{wavg} = 0,005959 \text{ cm}$$

$$D_{trend} = 0,006023 \text{ cm}$$

$$D_{x=0,010 \text{ cm}} = 0,007017 \text{ cm}$$

Vegyük észre, hogy a rétegvastagság növekedésével illene arányosan csökkennie az intenzitásnak. Azaz, ha a 0,005 cm rétegvastagságú cirkónium még kevésnek bizonyult a felezéshez, akkor a  $D_{x=0,005 \text{ cm}}$  és  $D_{\mu avg}$  is egészen biztosan kevés lesz.

Ezek alapján arra következtetek, hogy a rendelkezésre álló adatokból nem megállapítható a felező rétegvastagság, mert túlságosan nagyok (ebben a mérettartományban) az eltérések a különböző számítási módok alapján.