

FOGÁSZATI RÖNTGENFILMEK A FIZIKÁBAN

Fülöp László, Takács Kristóf

BMSZC Trefort Ágoston Két Tanítási Nyelvű Szakgimnáziuma

Röntgenső

A jobban felszerelt középiskolai szertárak nélkülözhetetlen kelléke a szikrainduktor és a régmódi, ma már csak didaktikai célokat szolgáló kisülési röntgenső (1. ábra). Tanórákon a csövet csak megmutatják, és elmagyarázzák működési elvét. Iskolánkban az előző években a készülék egy tanítás nélküli munkanapon volt bekapcsolva, amikor a tanár GM-csöves mérésekkel kimutatta az antikatód iránya által meghatározott sugárzási teret, és a kisülési cső elé helyezte, a sugárvédelmet biztosító védőfal (az asztalra helyezett 10 cm vastag, 50×35 cm méretű, ón-ólom ötvözet) mögötti normál háttérsugárzást. Ez a fal egy személynek tökéletes védelmet nyújt. A következőkben leírt kísérletek alatt, a cső működése közben, a szertárban – a védőfal mögött – csak a tanár tartózkodott. (A működő röntgensőről okostelefonnal 16 másodperces videót készítettünk, amely megnézhető szertárunk Facebook-oldalán [1].)

Az az ötletünk támadt, hogy az órákon sokszor elismételt, és minden tankönyvben leírt 1895-ös Röntgen-, valamint az 1896-os Becquerel-kísérletet próbáljuk meg többé-kevésbé élethűen reprodukálni. És sikerült! Könnyen kezelhető, önelőhívós fogászati röntgenfilmet használtunk, ami nem igényel sötétszobát, vegyszereket stb. A filmtasakhoz illesztett előhívós vegyszert a besugárzás után átpréseljük a filmre, amit 50 másodperc elteltével kivesszünk, lemosunk és kész a felvétel. A 2.a ábra egy kondenzátor röntgenképét mutatja. A kondenzátort (2.b ábra) cellulozsalaggal rögzítettük a filmre, 15 másodperc besugárzást követően egy perc előhívási idővel nyer-



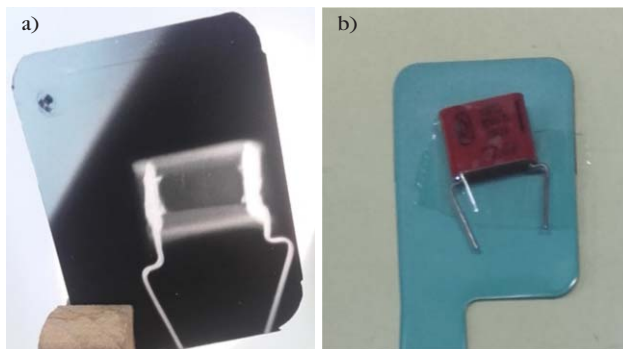
1. ábra. A kisülési cső a szikrainduktorral. Háttul, a fekete táskában ón-ólom lemezek találhatók, ez az „egyszemélyes” védőfal.

tük a képet. Ámde egy röntgenfelvétel akkor az igazi, ha csontok látszódnak rajta! Éppen ezért a tanár a mutatóujjára cellulozta a filmet, és – csak az alsó karját kidugva a védőfal mögött – 15 másodpercet tartotta a röntgenső sugárzási terében [1]. Még egy szakorvos számára is kiértékelhető képet készítettünk (3. ábra).

Radioaktivitás

A középiskolák fizikaszertárában rendszerint megtalálható egy – átlátszó, fél centi vastag műanyag dobozban tárolt – Am-241 radioaktív minta (4.a ábra). Az amerícium 241 hosszú felezési idejű ($T_{1/2} = 432,2$ év), α -sugárzó izotóp, és noha fajlagos aktivitása nagy ($A = 117$ GBq/g), mégis biztonságos, mert az α -sugárzást a tároló doboz elnyeli. Viszont kinyitva, és a GM-cső ablakához nagyon közel tartva, a számláló egy másodperc alatt kiakad a nagy beütésszámtól.

2. ábra. a) A kondenzátor röntgenképe némileg túlexponálva. b) A kondenzátor a 3×4 cm-es filmtokra cellulozva.



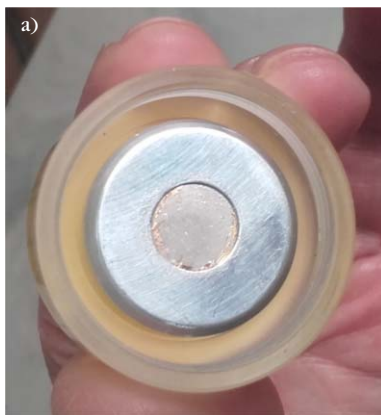
Fülöp László harminchárom éves pályafutásából húsz évet a kispesti, egykori nevén a Trefort Ágoston Kéttannyelvű Szakközépiskolában tanított. 2001-ben tehetség-gondozásért Ericsson-díjjal jutalmazták.



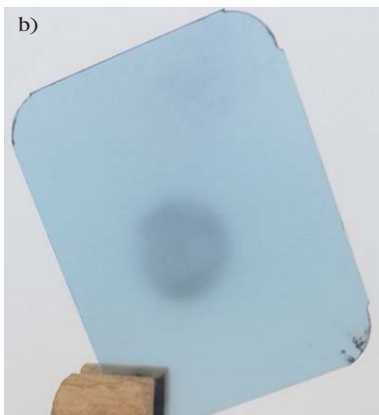
Takács Kristóf a BMSZC Trefort Ágoston Két Tanítási Nyelvű Szakgimnáziuma 11. osztályos tanulója. Tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Karán szeretné folytatni. Különösen a kísérletek és mérések számítógépes feldolgozása érdekli.



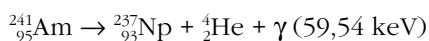
3. ábra. A mutatóujj röntgenképe. A csontok illeszkedésénél kis sérülés látszik.



4. ábra. a) Az Am-241 forrás képe, a fényképezés idejére a doboz tetejét lecsavartuk. b) A kör alakú minta sötétedési képe.



Az Am-241 – részletek a [2]-ben – legnagyobb, 85% valószínűséggel bekövetkező bomlási sémája:



A kísérő γ -sugárzást – energiája alapján – ideális lehet az 50-70 kV-on működő modern röntgengépekhez készített film besugárzásához. (Az 59,54 keV energiájú γ -sugárzást, ami 35% valószínűséggel jelenik meg az alfa mellett, valamint a Np 13,9 keV, 17,8 keV és 21 keV energiájú röntgen- és a kisebb valószínűséggel megjelenő 26,4 keV-es γ -fotonokat röntgenfluoreszcenciás vizsgálatokhoz használják [2, 3].) Ezek alapján az Am-241-es mintát érdemes a becsomagolt röntgenfilmre helyezni, hosszan rajta tartani. Ekkor azt várjuk, hogy kísérletünk eredményeként a filmen sötét foltként feltűnik a minta alakja. És valóban, 44 órás expozíciós idővel a 4.b ábrán látható felvételt sikerült készíteni.

A kísérlet után GM-csöves mérés következik. A röntgenfilm 0,25 mm vastagságú tasakjából egy darab-

kát kivágtunk, ezzel letakartuk az Am-241 forrást, majd a GM-csövet a biztonsági ablakvédő nélkül egészen ráengedtük. A számlálás így már kényelmesen elvégezhető. Percenként 77 beütést mértünk (a háttér 18 beütés/perc), hiszen az α -részecske elnyelődött, de a kísérő γ -foton áthaladt a tasak anyagán. Másképp fogalmazva, a GM-számláló hangja és a röntgenfilmen látható kép összhangban vannak egymással.

A röntgenfilmek könnyű kezelhetősége lehetővé tette, hogy még legalább 40 tanulságos és elgondolkodtató, az optika témakörébe vágó képet készítsünk, de újabb, nukleáris fizikával kapcsolatos kísérletek is folyamatban vannak. Alaposabb vizsgálatok és mérések után reméljük, hogy eredményeinkről rövidesen beszámolhatunk.

Irodalom

1. <https://www.facebook.com/fulopfizika>
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Americium-241>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/X-ray_fluorescence

KITÜNTETÉSEK

Eötvös József-koszorú

A Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából az MTA Elnöksége által adományozott díjat vehette át

Érdi Bálint, az MTA doktora, az ELTA Földrajz- és Földtudományi Intézet Csillagászati Tanszék professor emeritusa a klasszikus fizikához tartozó égi mechanikának a hagyományokat a modern felfogással ötvöző műveléséért, az égi mechanika fél évszázados oktatásáért, a témában alapl műveknek számító tankönyveier;

Horváth Ferenc, az MTA doktora, az ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék professor emeritusa, a geofizika területén elért, nemzetközileg is kiemelkedő eredményeiért, iskolateremtő munkásságáért.

Wigner Jenő-díj

A Paksi Atomerőmű Zrt. és a díj kuratóriuma idén *Tóth Ivánnak* adományozta a termohidraulika és reaktorbiz-

tonság területén végzett, nemzetközileg is elismert munkásságáért, amely meghatározó szerepet játszott a Paksi Atomerőmű biztonságot fejlesztő projektjeiben.

Pungor Ernő-díj

A hazai és nemzetközi tudományos élet kiemelkedő alakja emlékének méltó megőrzésére alapított díjat *Kukovecz Ákos*, a Szegedi Tudományegyetem docense vehette át az egydimenziós nanoszerkezetekből készíthető nanopórusos rendszerek kutatása területén elért eredményeiért.

Trefort Ágoston-díj

Elismerésben részesült *Härtlein Károly*, a BME TTK mesteroktatója három évtizedes, a fizikaoktatás és népszerűsítés területén végzett kimagasló munkájáért.

Gratulálunk a kitüntetésekhez!