

2023. DECEMBER

XVI. ÉVFOLYAM, II. KÜLÖNSZÁM

NUKLEON

NUKLEÁRIS TUDOMÁNYOS MŰSZAKI FOLYÓIRAT



Mester András

1952 - 2023

MEGJELENIK A MAGYAR NUKLEÁRIS TÁRSASÁG GONDOZÁSÁBAN | NUKLEARIS.HU

mnt

NUKLEON

NUKLEÁRIS TUDOMÁNYOS MŰSZAKI FOLYÓIRAT

Főszerkesztő:

Hadnagy Lajos

Szerkesztőbizottság:

Barnaföldi Gergely Gábor

Cserháti András

Czibolya László

Kocsis Gábor

Neubauer István

Nős Bálint

Pázmándi Tamás

Radnóti Katalin

Yamaji Bogdán

Szerkesztőség:

Postacím:

Magyar Nukleáris Társaság

Fábián Margit titkár

MTA EK

1525 Budapest Pf. 49.

Telefon: 36-1-392-2222/1965

Fax: 36-1-395-9293

e-mail:

szerkeszto@nuklearis.hu

foszerkeszto@nuklearis.hu

Olvasószerkesztő:

Amberboy-Kiss Virág

Technikai szerkesztő:

Székely Levente Csaba

Címlapkép:

Mester András

Kiadja a

Magyar Nukleáris Társaság

Felelős kiadó:

Pokol Gergely

ISSN: 1789-9613

Tartalom

Búcsú Mester Andrásról

Mester András - 1952-2023

Búcsú Mester Andrástól

Kedves Olvasó!

Mióta – kisebb szünetekkel 15 éve – részt veszek a Magyar Nukleáris Társaság elnökségének munkájában, Mester András mindig ott volt. Szervezte a nyári Nukleáris Szaktáborunkat, és más kérdésekben is mindig a fiatalság támogatásának érdekében szólalt fel és dolgozott. Egy állócsillag volt, aki a Társaság talán legfontosabb értékét: a következő generációk segítségét és tanítását, szilárdan és megbízhatóan képviselte minden körülmények között. Az utolsó pillanatig dolgozott; a szeptember 20-i elnökségi ülésen még aktívan részt vett. Ekkor még mindannyian azt reméltük, hogy jövőre még személyesen találkozunk. Nem így alakult. 2023. november 26-án András elment. Emlékét a jelen Nukleon különszámmal, de még inkább az általa képviselt értékek továbbvitelével és az általa végzett munka folytatásával őrizzük.

Szomorú üdvözléssel:

Dr. Pokol Gergő

MNT elnök

Dear reader!

Since I have been participating in the work of the presidency of the Hungarian Nuclear Society (HNS) - with minor breaks for 15 years - András Mester has always been there. He organized our summer Nuclear Training Camp, and always spoke out and worked to support the youth on other issues as well. He was a standing star who firmly and reliably represented our Organisation's most important value: helping and teaching the next generations. He worked until his last moment. He still actively participated in the HNS board meeting on 20 September. At that time, we all hoped that we would meet in person next year. It didn't turn out that way. András passed away on 26 November 2023. We preserve his memory with this special Nukleon issue, but even more so by carrying on the values he represented and by continuing the work he did.

With sad greetings:

Dr. Gergő Pokol

President, HNS

Mester András 1952-2023

Mindannyian megdöbrentünk, amikor meghallottuk a hírt, hogy barátunk és kollégánk, Mester András, 2023. november 26-án végleg elment. Tudtuk, hogy egy ideje betegeskedett, de bízunk felépülésében, erős szervezetében, hiszen mindig vigyázott az egészségére, sokat sportolt. Kedves személyisége hiányozni fog! Jelen írás röviden összefoglalja András szakmai életútját, kiemelve a Magyar Nukleáris Társasághoz fűződő széleskörű és fontos tevékenységét.

We were all shocked when we heard the news that András Mester, our friend and colleague, passed away on 26 November 2023. We knew that he had been ill for some time, but we trusted in his recovery and in his strong physique, as he always took care of his health and did a lot of sports. His nice personality will be missed! In this article, András' professional career is summarised, highlighting his extensive and important activities related to the Hungarian Nuclear Society.

Szakmai életút

Mester András Budapesten született, fiatal éveit a XI. kerületben töltötte. Sok olyan helyszínen járt, ahol kicsit később én is, amelyekről több alkalommal is szívesen elbeszélgettünk, mint a Feneketlen-tó, a Bartók Béla út, a Gellért-hegy. Később családja vidékre költözött, és András már Ibrányban érettségizett. A fizikatanári pálya szépségeit saját tanárának példája mutatta meg számára. Ezért 1978-ban középiskolai tanári oklevelet szerzett a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem matematika-fizika szakán. Itt ismerkedett meg feleségével, Judittal, akivel Miskolcra költöztek. Két gyermekük, majd három unokájuk született. András haláláig Miskolcon élt és dolgozott tanárként a város különböző középiskolaiban, a legtovább a Diósgyőri Gimnáziumban, és innen is ment nyugdíjba 2015-ben. Ezt követően óraadó tanárként tanított az Európa Baptista Gimnázium Szakgimnázium és Szakközépiskolában. A tanítás mellett évekig volt szaktanácsadó. Nagy munkabírású, széleskörű ismeretekkel rendelkező fizikatanár volt, aki a fizika tanítását szívügyének tekintette. Hosszú éveken keresztül komoly munkát végzett a fizika, ezen belül a modern fizika középiskolai tanításának fejlesztésében. Részt vett a Marx György által vezetett MTA Oktatási Kísérletben az 1970-es évek második felétől. Versenyeket szervezett a fizika iránt érdeklődő tehetséges diákok számára.

Mester András több társadalmi szervezetnek is aktív tagja volt. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat (ELFT) megyei csoportjának titkára, majd főtitkárhelyettese, később alelnöke, a Társulat Középiskolai Oktatási Szakcsoportjának elnöke volt. E mellett aktívan részt vett a Magyar Nukleáris Társaság (MNT) elnökségének munkájában, ahol évekig a tanári szakcsoport elnöke volt.

Az MNT András kezdeményezésére hívta életre a *Nukleáris Szaktábort*, amely már tizenöt éves múltat tekint vissza. A motivációt egy 2007-ben a Magyar Tudományos Akadémián megrendezett találkozó adta, ahol az atomeróművet szállító cégek mutatkoztak be Magyarországon. Ott Andrásnak feltűnt, hogy nem esett arról szó, hogy kik fognak majd dolgozni a tervezett létesítményben. A tervezők rajzokon mutatták be, hogy lesz egy nagy erőmű, és néhány helyre kicsi embereket is rajzoltak, de azzal senki nem foglalkozott, hogy kik is azok a kicsi emberek. Ekkor merült fel benne az ötlet, hogy jó lenne egy olyan tábort szervezni, amely

elősegítené a nukleáris témák iránt érdeklődő gyerekek felkarolását, és egyben fontos utánpótlási bázist is jelenthetne a nukleáris szakma számára. Az ötlet valóra vált.



Az ELFT Oktatási Szakcsoport vezetősége az 50. évfordulóra készülve

Az évente megszervezésre kerülő, egyhetes, bentlakásos táborba a hazai nukleáris szakma képviselői járnak előadást, különböző interaktív foglalkozást tartani a lelkes fiatalok számára. A táborlakók különleges nukleáris helyszínekre is el szoktak látogatni. Táboronként átlagosan 25-30 fiatallal lehetett eddig számolni közel 15 előadással és 3-4 látogatással olyan helyszínekre, mint Paksi Atomerőmű, az ELTE TTK magfizikai laboratóriumai, a BME Oktatóreaktor, az MTA EK laboratóriumai. A leggyakoribb előadási témák szoktak lenni: a nukleáris alapfogalmak, atomerőművek, hulladéktárolás, sugárvédelem, nukleáris medicina, képalkotó eljárások, a sugárzás a mindennapokban, nukleáris történelem. A tábor legújabb helyszínén, Keszthelyen a helyi gimnázium laborjában a modern fizikához kapcsolódó kísérleteket is elvégezhettek a tábor résztvevői. A szakmai foglalkozások mellett azért sosem maradt ki a tábor programjából a szórakozás, a sport és nyár lévén a fürdőzés.



Az MNT Nukleáris Szaktábora 2022-ben

András szerint az a jó tanár, aki érdekes órákat tart, és legyenek olyan érdekesek az órái, hogy magával tudja ragadni a gyerekeket. Fontosnak tartotta, hogy maga a tanár is szeresse a szaktárgyát, és ezt lássák is a gyerekek. Folyamatosan képezte magát. Rendszeresen részt vett az ELFT által évente megrendezett Fizikatanári Ankétokon, amelyeknek évtizedekig szervezője is volt. Ezekon többször tartott műhelyfoglalkozást is a tanárkollégák számára. Több alkalommal vett részt külföldi konferencián és tanártovábbképzésen is. Háromszor járt Genfben a CERN-ben, de Hollandiába és az USA-ba is eljutott. A megszerzett új tudását minden esetben visszaforgatta az oktatásba.

Négy évtizedes tanári munkájának alapját a diákok szeretete jellemezte. Erről a következőket mondta 2017-ben, a Rátz-életműdíj elnyerése alkalmából vele készített egyik interjúban, amely minden pedagógus számára példa értékű lehet:

„Szeretek tanítani. Nekem nem volt problémám a gyerekekkel. Ha problémás a diák, akkor úgy próbálok hozzáállni, hogy felkeltsem az érdeklődését a természettudományok iránt. Szeretni kell a gyerekeket, ha pedagógusnak megy az ember. Nem is emlékszem arra, hogy bármelyik gyerek felbosszantott volna valamikor is. Mindig próbáltam türelmesen kezelni az adódó problémákat.”

Igyekezett a diákokkal megszerettetni a fizikát. Ezt a célitűzését igazolta az Ericsson „A matematika és fizika népszerűsítéséért” 2003. évi díja. Pályakezdő tanárként megfogadta, hogy nem fogja a tantárgyait a gyerekek megfélemlítésére használni, amelyet maximálisan igyekezett is betartani. Fontos szabály volt számára, hogy olyan feladatokat kell a diákok elé állítani, amelyeket teljesíteni tudnak, hiszen nem az a cél, hogy elmenjen a kedvük a reáltantárgyaktól. Úgy gondolta, hogy egy-egy izgalmas kísérlet, vagy egy szép és érdekes előadás mindenképpen segít abban, hogy a diákok megkedveljék a fizikát, vagy legalább érdeklődjenek iránta. Ha nem is lesz a diákok kedvenc tantárgya a fizika, de azért ne legyen közömbös számukra. Gyakran mondta a gyerekeknek, hogy egy bölcsésznek is illik tudni a fizika alapjait.



A 2003. évi díj

Mindig fontos volt számára, hogy az érdeklődő gyerekekkel külön tudjon foglalkozni. A Diósgyőri Gimnáziumban tizennégy éven keresztül szervezte a városi fizikavetélkedőt. Ez csapatverseny volt, mivel a korábbi versenyek alkalmával gondot okozott az, hogy a különböző iskolákban az adott évtől függően más és más tanítottak fizikából a diákoknak. Ezért azt találták célravezetőnek, hogy három gyerek legyen egy csapatban, így a kapott 12 feladatot el tudták osztani egymás között. A verseny a tehetséggondozást szolgálta.

A fizika tanításához tartozó klasszikus didaktikai eszköz a kísérlet. Nagy bánata volt Andrásnak, hogy iskolájában sokszor azért nem tudott kísérleteket bemutatni, mert nem volt hozzá a kellő felszerelés, eszköz. Azonban a nemrég felszerelt természettudományos laboratóriumok némileg segítettek a helyzeten. A város másik iskolájában, a Herman Ottó Gimnáziumban, létesült ilyen labor. Azokkal a gyerekekkel, akik felvételre vagy versenyre készültek, oda tudott elmenni és minél több kísérletet, mérést elvégezni.

Amikor megjelent a személyi számítógép, amint csak lehetett, azonnal rátért a digitális táblán való tanításra, ami sok dologra adott számára lehetőséget. Például rendszeres probléma volt a számítások elvégzése, az hogy a diákok nem tudták kiszámítani a feladatok megoldása során numerikusan a végeredményeket még akkor sem, ha esetleg jól tudták az elméletet. Ilyen esetben kitette a digitális táblán az „asztalra” a számológépet, azt kinagyította, és azon végezték el a számítást az osztály számára teljes mértékben követhető módon. Emellett természetesen sok animáció, szimulációs program, videó is helyet kapott a tanóráin. Elmondása szerint a diákok számára sokat jelentett az is, ha a tudósok képeit is látták, nem csak a róla elnevezett és megtanulandó törvényt.

Feladatoknál a feladat szövegét kivetítette, amelyhez tartozott kép, ábra, esetleg videó-részlet. A feladat megoldása azonban mindig ott helyben, a gyerekekkel közösen született meg. A digitális táblán létrejött dokumentumot megosztotta a diákokkal, ahogy az előre elkészített prezentációkat is. Így könnyű volt a korábbi tananyagokra hivatkozni, visszakeresni azokat, mivel ezek a szakanyagok fontos segítséget jelentettek a diákok számára a tanulásban, például a dolgozatokra való felkészülésben.

Szerette alkalmazni az Excel programot a dolgozatok összeállításához is, amikor a diákok számára készített hasonló számításokat igénylő feladatokat. Az elektromosságtan témakörében például olyan kérdéseket

tett fel, mint hogy a soros és a párhuzamos kapcsolások esetében mekkora az eredő ellenállás, mekkora feszültség esik az egyes áramköri elemeken, mekkora az áramerősség stb. Az erre általa írt programban meg lehetett adni a bemeneti adatokat, és az Excel gyorsan kiszámította a többi hiányzó adatot. Így tudott egyszerre több különböző, de azonos számítási metódust alkalmazó feladatot előállítani. Ezáltal 8-10 csoportot is le tudott kötni egy osztályban.

Elsősorban a modern fizika volt számára a fizika legkedvesebb fejezete. Alapításától fogva tagja volt az *Országos Szilárd Leó Fizikaverseny* zsűrijének, amelyhez minden évben kiváló feladatokat készített, örömmel vett részt a feladatsorok összeállításában, majd a paksi döntő feladatainak javításában.



Előadás közben

Ki kell emelni a célzott szakmai ismeretek mellett a történeti vonatkozásokra való odafigyelést is. András fontosnak tartotta, hogy a diákok a tudósok emberi oldalát is ismerjék meg. Komoly gyűjteménye volt történeti témájú filmekből, különösen a nukleáris technikával kapcsolatban. Élvezettel mondta el az atombomba megalkotásának történetét a 2023 tavaszán megtartott *nukleáris tanártovábbképzésen* is.



Munkában a fizikaverseny zsűrije



A Rácz-életműdíj átadásakor

Utolsó éveiben is tanított, sőt kiváló előadásokat, diasorozatokot készített minden évfolyam számára, amelyek honlapján is elérhetők. Egyik vele készült interjúban el is mondta, hogy mindig készült az óráira, akkor is, ha már sokadszorra tanította az adott tananyagot, hiszen minden diákcsoport más és más.

„Hiába vannak előre összeállított sémáim, az nem alkalmazható minden osztályra. Minden osztály karakterének megfelelően kell rájuk, az *ő órájukra* készülni.”

András a következőképp összegezte életét a Rácz életműdíj elnyerése alkalmából vele készített interjúban:

„A legfontosabb dolgokat sikerült megvalósítanom. Ha visszatekintek az eddigi életemre, azt mondhatom, hogy *elégedett, boldog ember vagyok*. Csak jót kaptam az élettől, és olyan kollégákkal, olyan emberekkel volt lehetőségem együtt dolgozni, akik tényleg partnerek és segítőkészek voltak.”

Kedves Tanár úr! Köszönjük, hogy velünk voltál, hogy veled lehettünk, hogy sok kellemes, jó és hasznos dolgot csinálhattunk veled együtt! Valamennyiünknek nagyon fogsz hiányozni.

A megemlékezést írta Radnóti Katalin.

Publikációi

- Szaktanterem kialakítása gimnáziumi fizika és technika oktatásához, Technika tanítása 3. szám, 1983.XV. évf.
- EURÓPÁRÓL módszeresen - Tanári módszertani kézikönyv, (társszerző), DHV Magyarország, Budapest, 2000
- A jövő kihívásai, Miskolci Pedagógus 18. szám, 2002. június
- Modern orvosi fizika, képpalkotó eljárások, II. microCAD2002 Nemzetközi Tudományos Konferencia Kiadványa, Miskolci Egyetem, 2002
- Magyar középiskolai tanárok a CERN-ben, Miskolci Pedagógus 13. szám, 2001. április
- Ultrasound or ultrasonography, microCAD2003 Nemzetközi Tudományos Konferencia Kiadványa, Miskolci Egyetem, 2003
- Információs technológiák és szerepük az Európai Unió oktatásában, Miskolci Pedagógus 22. szám, 2003. május
- NAT-2 vitaanyag véleményezése, (társszerző) Miskolci Pedagógus 24. szám, 2003. december
- NAT 2003 konferencia, Miskolci Pedagógus 24. szám, 2003. december
- A Fizika Nemzetközi Éve 2005, Miskolci Pedagógus 33. szám, 2005. április
- Orvosi fizika és a középiskolai magfizika oktatás, Fizikai Szemle 2005/4. 146. oldal
→ [Fizikai Szemle - 55. évf. 4. sz. \(2005. április\)](#)
- A Nipkow tárcsától a színes televízióig I., Fizikai Szemle, 2005/10. 367. oldal
→ [Fizikai Szemle 2005/10 - Mester András: A Nipkow-tárcsától a színes televízióig - I. A fekete-fehér televízió](#)
- A Nipkow tárcsától a színes televízióig II., Fizikai Szemle, 2005/11. 403. oldal
→ [Fizikai Szemle 2005/11 - Mester András: A Nipkow-tárcsától a színes televízióig](#)
- Fizikaversenyek Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, (társszerző), Fizikai Szemle, 2006/1. 26. oldal
→ [Fizikai Szemle - 56. évf. 1. sz. \(2006. január\)](#)
- Jubileumi Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató, Fizikai Szemle, 2007/2. 67. oldal
→ [Fizikai Szemle - 57. évf. 2. sz. \(2007. február\)](#)
- Hallhatatlan hangok, Fizikai Szemle, 2007/8. 288. oldal
→ [A cikk elérése \(web.archive.org\)](#)
- Az elsőtől az ötvenedikig, Középiskolai Fizikatanári ankétok és Eszköziállítások (-bemutatók) 1957-től 2007-ig, (főszerkesztő), Budapest, ELFT Középiskolai Szakcsoportja, 2007, [ISBN 978-963-87822-0-5](#)
- A jövő nukleáris szakemberei? Beszámoló a Nukleáris Szaktáborok tapasztalatairól, (társszerző), Nukleon, 2008. július
→ [A cikk elérése \(nuklearis.hu\)](#)
- MNT a versenyképes tudásért – IV. Nukleáris Szaktábor, Nukleon, 2010. december
→ [A cikk elérése \(nuklearis.hu\)](#)
- Report on the experiences of the nuclear summer camp, ENS NEWS - ISSUE 30: November 2010
→ [BESZÁMOLÓ A NYÁRI NUKLEÁRIS TÁBOR TAPASZTALATAIRÓL \(web.archive.org\)](#)
- A polónium története, (társszerző), Nukleon, 2012. március
→ [A cikk elérése \(nuklearis.hu\)](#)
- A természettudomány tanítása - könyvismertető, Fizikai Szemle, 2014/11. 397. oldal
→ [Fizikai Szemle 2014/11 397](#)
- Az elsőtől az ötvenediket keresztül a hatvanadikig, Középiskolai Fizikatanári Ankétok és Eszköziállítások (-bemutatók) 1957-től 2017-ig, (szerkesztő), Budapest, Eötvös Loránd fizikai Társulat, 2017
→ [KÖZÉPISKOLAI FIZIKATANÁROK 1 \(kfi.hu\)](#)
- Országos Szilárd Leó Fizikaverseny 2011 – 2016, Szilárd Leó Tehetséggondozó Alapítvány Paks, 2017, szerkesztő
- Mester András honlapja: [A MATEMATIKATANÁR AZ ÖTLETEK BÁBÁJA. \(Pólya György\) \(mesterandras.hu\)](#)

Róla írták

- Mester András Wikipédia oldala:
https://hu.wikipedia.org/wiki/Mester_Andr%C3%A1s
- Miskolc város 2023 évi Pedagógiai díj kitüntetettjének bemutatása:
<https://www.miskolc.hu/varoshaza/onkormanyzat/kitunetesek/mester-andras>
- Interjú Mester Andrással, Miskolc város 2023 évi Pedagógiai díj kitüntetettjével:
<https://www.youtube.com/watch?v=UdTsp9s-Bbc>
- Miskolcot ünnepeljük: elismerések a város napja alkalmából:
<https://minap.hu/cikk/miskolcot-unnepeljuk-elismeresek-varos-napja-alkalmabol-0>
- Interjú Mester Andrással, a 2017 évi Rátz Tanár Úr életműdíj kitüntetettjével:
<https://www.boon.hu/helyi-kozelet/2017/12/megfogadtam-nem-fogom-a-tantargyaimat-a-gyerekek-megfelemlitesere-hasznalni>
- Rátz Tanár Úr Életműdíj 2017 évi díjazottjának bemutató filmje:
<https://www.youtube.com/watch?v=nP3UxL-33TI>
- Rátz Tanár Úr Életműdíj 2017 évi díjazottjának bemutatása:
https://www.ratztanarudij.hu/dijazott/o_127
- Jelentés a 2003. évi Ericsson-díjazottokról:
<https://www.komal.hu/hirek/ericsson/2003/dijak.h.shtml>
- Vándorplakett története és díjazottjai:
<https://hu.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1ndorplakett>
- RÁTZ TANÁR ÚR ÉLETMŰDÍJ, 2017 Mester András tanár úrral Radnóti Katalin beszélget in. *Fizikai Szemle*. LXVIII. évfolyam. 2018/7-8. szám. 275-277. oldalak [Fizikai Szemle 68/7-8 - 2018. július-augusztus](#)

Kitüntetések, díjak

- [Ericsson-díj](#) (2003)
- Marx György [Vándorplakett](#) (2011)
- [Szilárd Leó-díj](#) (2013)
- [Pedagógus Szolgálati Emlékérem](#) (2016)
- [Rátz Tanár Úr-életműdíj](#) (2017)

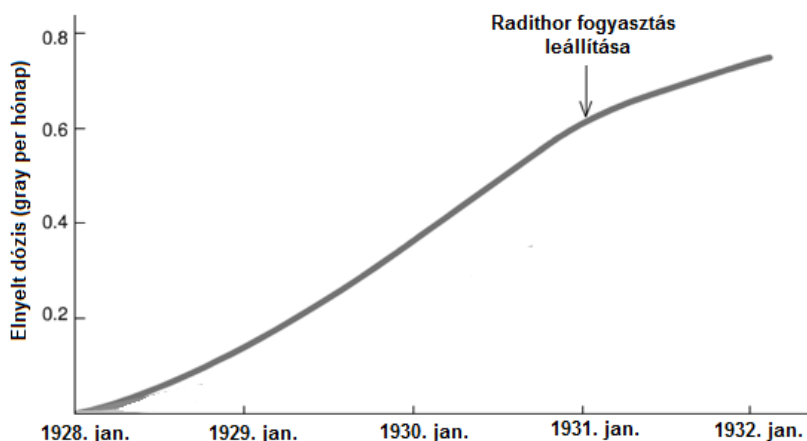
Néhány Mester András tanár úr által kitűzött versenyfeladat

2014. évi Szilárd Leó Fizikaverseny döntőjén kitűzött feladat

„A nagy rádium botrány” jelzővel illették azt az esetet, amikor 1932. március 31-én Eben M. Byers többszörös milliomos, egykori golfbajnok, testsúlyának jelentős részét elveszítve, drámai körülmények között meghalt. Byers – egy sérülést követően – roboráló („erősítő”) gyógyszerként Radithort fogyasztott. Egy Radithort tartalmazó fél unciás (1 uncia = 28,25 gramm) üvegcsé desztillált vízben ^{226}Ra és ^{228}Ra izotópokat tartalmazott. Az izotópok aktivitása nagyjából azonos, egyenként kb. 1-1 μCi (~ 37 kBq) volt.

- Mennyi volt az egyes izotópok tömege egy üvegcsében?
- Mennyi volt az egyes izotópok által egységnyi idő alatt leadott energiák aránya?
- Az ábra Byers csontjaiban havonta elnyelt dózis becslést mutatja. Mire lehet következtetni az ábrából?

Adatok: A ^{226}Ra α - sugárzó, $E_\alpha = 4,871$ MeV, felezési ideje 1600 év, a ^{228}Ra β^- - sugárzó, átlagos β^- - energia $\bar{E}_\beta = 7,2$ keV, felezési ideje 5,7 év.



(A Scientific American újság 1993. augusztusi számában megjelent cikk alapján)

2017. évi Szilárd Leó Fizikaverseny döntőjén kitűzött feladat

A metastabil gammasugárzó technécium-99-et (^{99m}Tc) orvos diagnosztikai vizsgálatokhoz használják.

- Határozzuk meg a bomlásnál felszabaduló energiát!

Az atomtömegek atomi tömegegységben (m_u):

$$^{99m}_{43}\text{Tc} \quad 98,90640 m_u$$

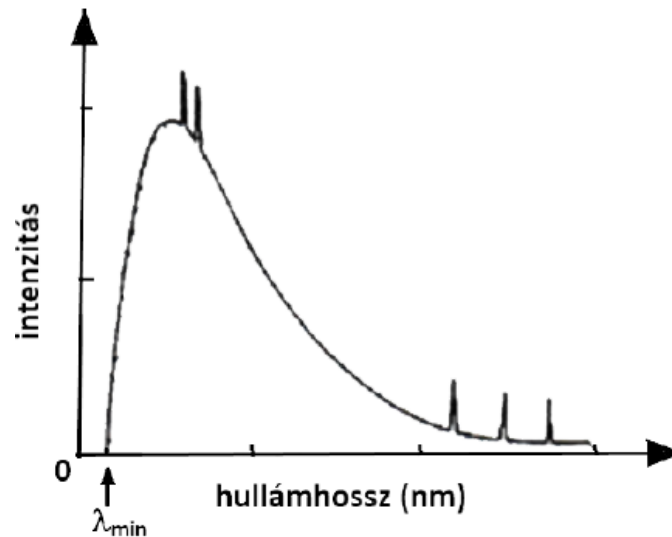
$$^{99}_{43}\text{Tc} \quad 98,90625 m_u$$

- Egy betegnek beadott 5 ml térfogatú injekciójának az aktivitása 1,5 GBq/ml. Hány százalékkal csökken a testben lévő izotóp aktivitása 10 óra múlva, ha a ^{99m}Tc fizikai felezési ideje 6 óra, a technécium biológiai felezési ideje pedig 1 nap?

2021. évi Szilárd Leó Fizikaverseny döntőjén kitűzött feladat

Egy röntgen csőben az elektronok $1,8 \cdot 10^8$ m/s sebességre tesznek szert.

- Hány %-os lesz az elektronok tömegének növekedése?
- Mekkora feszültség gyorsítja az elektronokat?
- A röntgen cső sugárzásának intenzitására vonatkozó ábrán a folytonos tartományt az anódba becsapódó elektronok lelassulása, lefékeződése, az úgynevezett „fékezési sugárzás” adja. Mekkora lesz a cső által kibocsátott legrövidebb hullámhossz?
- Vajon mi okozza az ábrán látható „tüskéket”?

**2023. évi Szilárd Leó Fizikaverseny döntőjén kitűzött feladat**

Egy proton de Broglie hullámhossza kétszerese egy alfa-részecske de Broglie hullámhosszának. Hogyan aránylik egymáshoz a részecskék a lendülete és mozgási energiája?

(Az egyszerűbb számítás érdekében feltehetjük, hogy $m_\alpha \approx 4 m_p$)