

Hivatalos bírálói vélemény

Ditrói Ferenc: „Töltöttreszecske gyorsítók alkalmazása radioaktív izotópok előállítására, analitikai, orvostudományi és ipari célokra” című MTA doktori értekezéséről

Ditrói Ferenc szakterületének, a magfizikai módszerek alkalmazásának, ezen belül a töltöttreszecske-gyorsítók izotópgyártási, analitikai, anyagtudományi és egyéb területeken történő alkalmazásának nemzetközileg elismert művelője és szaktekintélye. Fokozatszerzésének éve az mind az MTMT, mind az Országos Doktori Tanács nyilvántartása szerint 1986. Az MTA köztestületi nyilvántartásában ugyan 1994 szerepel a PhD fokozat megszerzésének éveként, de ezt az eltérést bizonyára az magyarázza, hogy az egykori Kossuth Lajos Tudományegyetem 1994-ben feltétel nélkül egyenértékűsítette a jelölt 1986-os dr. rer. nat. címét. Ha ez így van – de javaslom ellenőrizni –, akkor az MTA doktori tézisek alapjául legfeljebb az 1986-os vagy annál korábbi közlemények nem szolgálhatnak. Ilyen az ott felsorolt 65 cikk között nem szerepel; utóbbiak az 1989–2017 időszakban születtek. A jelölt tudományos közleményeinek száma az MTMT szerint 247, ebből 181 folyóiratcikk, 2 könyv, 2 könyvrészlet, 37 konferenciaközlemény, 16 egyéb mű és 9 absztrakt. Közleményeire 983, a Fizikai Tudományok Osztálya számára elfogadható független hivatkozás történt, ezek effektív értéke 812,25. 1986 óta megjelent közleményeinek független idézettsége 973, effektív értékük 802,25. A jelölt H-indexe 14; a jelenleg „H-indexes” cikkek az 1994–2012 időszakban születtek. A tézisek megalapozására szolgáló 65 cikkre kapott független hivatkozásainak száma 453, ami összes hivatkozásnak 47 %-át teszi ki. Látható, hogy mind a jelölt általános publikációs tevékenysége, mind a téziseinek alapjául szolgáló cikkeinek hivatkozottsági mutatói messzemenően teljesítik az MTA Doktora cím megszerzésekor elvárható feltételeket.

A jelölt MTA doktori értekezésében – bár az általános, formális elvi célkitűzést nem tartalmaz – láthatóan azt a szándékot követte, hogy módszerek szerint csoportosítva foglalja össze azt a tudományos tevékenységét, amelyet iongyorsítók alkalmazásával 1989, de elsősorban 1994 óta folytatott. Az alkalmazások széles spektrumot ölelnek fel magfizikai adatok (főleg hatáskeresztmetszetek) meghatározásától radioizotópok előállításán, majd anyagtudományi és más analitikai alkalmazásokon át egészen az orvosi és ipari alkalmazásokig. Ezt a megközelítést világsszerte használják, és évtizedek óta változatlan intenzitással szerepel az említett területek alkalmazási tárházában. Ennek alapján megállapítható, hogy az értekezés témája időszerű, az alkalmazott módszerek korszerűek.

Az értekezés fő vonalaiban jól áttekinthető, világos szerkezetű. Ugyanakkor – a rendkívül sokféle és szerteágazó alkalmazási motiváció következtében, amelyeket a jelölt a fejezetek több szintű alaosztásával igyekezett követni – részleteiben nagyon töredezett; fogalmazása igen sokszor nem elég gördülékeny. Az a tény, hogy a dolgozatban leírt kutatásokat sokkal inkább a szerző személye, illetve az alkalmazott mérési módszer, mintsem néhány, előre jól definiált tudományos kérdés, illetve azok megoldása tartja össze, helyenként történeti, „mesélő” jelleget ad a szövegnek. Ez a stílus kétségtelenül összhangban áll azzal a ténnyel, hogy a benyújtott műben a jelölt – MTA doktori értekezésnél szokatlan módon – szinte teljes életművét bemutatja, ezért annak értékelésében a jelölt tudományos habitusának a megszokottnál nagyobb, míg a dolgozat tartalmának talán valamivel kisebb szerepet kell játszania. Az eredményeknek a jelölt életútjára való felfűzése akár élvezetes olvasmány is lehetne, de tudományos műbe mégsem igazán való. Jót tett volna az értekezésnek, ha bizonyos részei (pl. a hatáskeresztmetszet-mérések ábrái – nagyjából a 66–144. ábrák), vagy legalább is azok többsége – függelékbe kerültek volna. Az értekezésben gyakori a gondolatismétlés, az újból bevezetett változók; nem ritkák a tipikus szövegszerkesztési hibák sem. Nyelvezete általában korrekt, helyenként azonban (pl. az 1.8.1 alfejezetben, de másutt is) hirtelen több magyartalan mondat is előfordul, amelyek a megértést nehezítik. Ezeket az értekezés ismételt gondos átolvasásával könnyen lehetett volna javítani. További, a megértést nehezítő nyelvhelyességi probléma az „ami” és az „amely” névmások néhány esetben előforduló helytelen használata. Az értekezés helyesírása általában elfogadható, eltekintve a különírás, egybeírás és kötőjelezés szabályainak rendkívül gyakori megsértésétől, ami számos esetben ugyancsak szükségessé teszi egy-egy mondat újraolvasását. Az ábrák minősége igencsak ingadozó: gyakori a nehezen olvasható ábrafelirat, nem szerencsés, hogy az ábrák belső feliratainak nyelve sok helyütt angol maradt. Míg az értekezés számára készült magyar nyelvű ábrák

általában úgy-ahogy elfogadhatóak, az eredeti angol cikkekből átemelt vagy sebtében átszerkesztett ábrákon inkább a sietség, sőt a kapkodás látszik. Riasztó példa a szinte teljesen áttekinthetetlen 128. ábra, de számos más ábra sem alkalmas a részletes elemzésre. Az ábraalírások nem elég informatívak, a dolgozatba pusztán csak belelapozó olvasónak számos esetben esélye sincs az ábra megértésére anélkül, hogy a folyó szövegben meg ne keresné az ábrára történő hivatkozásokat. A matematikai és fizikai mennyiségek jelölése általában korrekt módon történik, bár a folyó szövegben nem mindenütt követi a változók kurziválására vonatkozó IUPAP-ajánlást.

A 162 oldalas mű – a tartalomjegyzéket, a rövidítésjegyzéket, az előszót, az összefoglalást, a köszönetnyilvánítást és a hivatkozásjegyzéket nem számítva – két fő részből, azokon belül pedig nyolc, illetve öt fő fejezetből áll; utóbbiakat a szerző esetenként további 1–3 decimális mélységben osztotta alá. A továbbiakban röviden ismertetem e fejezetek tartalmát, az ismertetésbe beépítve megjegyzéseimet és kérdéseimet.

Az értekezés első, 24 oldalas fő részében a jelölt kutatásainak fizikai, módszertani és instrumentális hátterét mutatja be.

Az 1.1 fejezet a töltött részecske-gyorsítók működésnek módjáról, az 1.2 fejezet pedig a gyorsított ionok anyaggal való kölcsönhatásáról szól.

- Ez utóbbi fejezet végén, a 10. oldalon a Bragg-formulának nevezett (4) képlet adja meg az ionok R_0 hatótávolságát keverék anyagban. A Bragg-szabály súlyozott átlagolása azonban eredetileg nem a hatótávolságokra, hanem a fékeződésekre igaz, és azokra is csak közelítőleg, mert a kémiai kötések hatását elhanyagolja. A (2) képletben az integrandusban a fékezőképesség $1/S(E)$ alakban szerepel, ezért nem evidens, hogy a súlyozott átlagolás a hatótávolságokra is átvihető. Kérem, fejtsse ki, hogy milyen feltételek teljesülése esetén, illetve milyen elhanyagolásokkal alkalmazható a (2) képlet. Lehet-e becslést adni arra vonatkozólag, hogy a gyakorlatban (pl. SiO_2 vagy mylar esetén) ez milyen mértékű hibát eredményez?

A fél oldal hosszúságú 1.3 fejezet a magreakciók mibenlétét ismerteti.

A következő, csaknem 13 oldal hosszúságú 1.4 fejezetben azokat a nukleáris analitikai módszereket írja le a jelölt, amelyeket saját munkáiban alkalmazott. Ez utóbbi megszorítást azért fontos hangsúlyozni, mert a 14. oldalon a fejezet bevezető bekezdéséből úgy tűnik, mintha itt valamennyi nukleáris analitikai módszer ismertetése következne, pedig olyan alapvető módszerek hiányoznak, mint az ERDA (elastic recoil detection analysis, rugalmas meglökési spektroszkópia), a Mössbauer-spektroszkópia vagy éppen a neutrondiffrakció.

- A 12. oldalon, a 4. ábrán az ionnyaláb-analitikai módszerek sematikus rajza látható. A PIXE esetében a rajz szerint a reakciótermék-ion (a) különbözik a bombázó iontól (b). Mivel a PIXE-folyamatban a vizsgált elem (A) nem változik, nem inkább az $A(a,aX)A$ jelölés lenne a helyes?
- Először a 10. oldalon, a PIXE-módszerrel kapcsolatban fordul elő az a – később más ionnyaláb-analitikai módszerekkel összefüggésben megismételt – állítás, hogy az eljárás roncsolásmentes. Milyen értelemben és milyen mértékben tekinthetők roncsolásmentesnek az ionnyalábos módszereket, hiszen minden ilyen mérés felfogható egyben ionimplantációnak is, ami kifejezetten felületmódosító, roncsolást okozó módszer?
- Az 1.4.1.2 alfejezet a Rutherford-visszaszórásról (RBS) szól. Feltűnő, hogy ez az alfejezet mintegy kétharmadában a https://en.wikipedia.org/wiki/Rutherford_backscattering_spectrometry angol nyelvű Wikipédia-szócikk szó szerint átvétele, anélkül, hogy erre a tényre az értekezésben utalás történnék. Véleményem szerint még ilyen tankönyvi jellegű, közismert anyagok esetében sem engedhető meg egy MTA doktori értekezésben a hivatkozás mellőzése. Kérem, indokolja meg eljárását!
- Ugyanebben az alfejezetben a k kinematikai faktort megadó (6) képlet számlálójában $\pm$ jel szerepel, azzal a kiegészítéssel, hogy az előjel „+”, ha a bombázó ion m_1 tömege kisebb a céltárgyatöm m_2 tömegénél, és „-”, ha $m_1 > m_2$. Ezt a téves állítást a jelölt ugyancsak az említett

Wikipédia-szócikkból vette át, sajnálatos módon nemcsak a forrásra történő hivatkozást, de a forrás kritikáját is mellőzve. A tényleges helyzet – mint az elemi számolással könnyen igazolható – a következő. Visszaszórás ($\Theta > 90^\circ$) csak akkor valósulhat meg, ha $m_1 < m_2$; ilyenkor k egyértékű, és a számlálóban valóban „+” előjel szerepel. Előreszórás ($\Theta < 90^\circ$) lehetséges mind $m_1 < m_2$, mind $m_1 > m_2$ esetén. Ha $m_1 < m_2$, akkor itt is a „+” előjel érvényes, vagyis összefoglalva valóban igaz hogy – Θ értékétől függetlenül – $m_1 < m_2$ esetén mindig a „+” előjelet kell választani. Ha azonban $m_1 > m_2$, akkor k ténylegesen kétértékűvé válhat. Előreszórás csak a $\Theta = \arcsin(m_2/m_1)$ határszögig lehetséges (ameddig a négyzetgyök alatti diszkrimináns pozitív), de ugyanaz a Θ megvalósulhat k két különböző értékére is aszerint, hogy a meglökött céltárgy-atom milyen szög alatt távozik, vagyis ilyenkor mind a „+”, mind pedig a „-” előjel jó. Kérem, fejtse ki, ennek fényében fenntartja-e az értekezésben szereplő szövegezést, illetve azt adott esetben hogyan módosítaná.

- A 14. oldalon, a 6. ábrán egy tipikus RBS-spektrumot mutat be a jelölt. A Ti és a Zr csúcsai között, közvetlenül a Ti-él felett, nagyjából a 760–790 csatornatartományban jól látható egy további, a szövegben fel nem tüntetett elem jele. Mi lehet ez az elem?
- Ugyancsak a 14. oldalon, a 6. ábra alatti bekezdésben szerepel, hogy az RBS módszerével nagy kiterjedésű minták vizsgálhatók. Egy RBS-szórókamrában jellemzően legfeljebb 1–2 cm kiterjedésű minták helyezhetők el. Milyen más, alternatív vizsgálati módszer lehetőségeihez képest nagy kiterjedésűek ezek a minták? Kérem, pontosítsa ezt az állítását!
- Az NRA („magreakció analízis”, helyesen: „magreakciós analízis”, mert nem a magreakciót analízálja, hanem azt használja fel analitikai célra) módszerével foglalkozó 1.4.1.3 alfejezet is nagymértékben emlékeztet a https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_reaction_analysis Wikipédia-szócikkre, még ha annak nem is mindenütt szó szerinti fordítása. Ahol viszont eltérés van az eredeti szövegtől, ott az értekezésben szereplő változat nem mindig helyes. Nem igaz, hogy az NRA kizárólag egy adott magreakció gerjesztési függvényén lévő keskeny (mit jelent a „keskeny”?) rezonanciacsúcsokat használná ki kémiai elemek mennyiségi analízisére és mélységi eloszlásának meghatározására; az NRA-nak van egy olyan, ugyancsak gyakran használt változata is, amelyhez éppen az kell, hogy a magreakció hatáskeresztmetszete az adott energiatartományban jó közelítéssel állandó legyen, illetve hogy annak értékét (és esetleges korlátozott energiafüggését) pontosan ismerjük. Ebben az esetben – amennyiben a magreakció (pl. magas Q -értéke révén) jól azonosítható, a behatoló ion, illetve a kilépő reakciótermékek fékeződéséből lehet a vizsgált izotóp mélységeloszlására következtetni. Miért nem szerepel ez a módszer az alfejezetben (jóllehet az egyik ilyen reakció, a ${}^3\text{He} + \text{D} \rightarrow \alpha + \text{p}$ ($Q = 18.353 \text{ MeV}$) meg van említve, mint az NRA egyik jellemző reakciója)?
- További apró pontatlanság ugyanebben az alfejezetben a „keresett kémiai elemek” kifejezés használata, hiszen az NRA nem általában elem-, hanem izotóppérezékeny. Hasonló megjegyzés érvényes a PIGE-módszert bemutató 1.4.1.4 alfejezetre, amelyben annak „multieleemes” jellegéről esik szó, pedig ez az eljárás is izotópspecifikus. A probléma felmerül a CPPA-módszert leíró 1.4.2.1 alfejezetben is.
- Még mindig az 1.4.1.3 alfejezetnél maradva, abban szerepel az az állítás, hogy a ${}^{15}\text{N} + {}^1\text{H} \rightarrow {}^{12}\text{C} + \alpha + \gamma$ ($Q = 4.965 \text{ MeV}$) reakció a hidrogén koncentrációjának és mélységi eloszlásának kimutatására egyedüli alkalmas módszer. Mire alapozza a jelölt ezt az állítását? Bár kétségtelenül gyengébb mélységfelbontással, ám ugyanakkor lényegesen kisebb nyalábeffektussal alkalmas valamennyi hidrogénizotóp mélységprofiljának elemzésére a He-ERDA is. Sőt még az NRA-n belül is létezik erre a célra alternatív reakció, nevezetesen a ${}^{19}\text{F} + {}^1\text{H} \rightarrow {}^{16}\text{O} + \alpha + \gamma$ ($Q = 6.44 \text{ MeV}$).
- Nyilvánvalóan apró elírás az 1.4.2.1 alfejezetben, a (8) képletben szereplő δ mennyiség; itt bizonyára a következő sorban említett σ hatáskeresztmetszetnek kellene állnia.

- A 19. oldalon, az 1.4.2.1 alfejezet utolsó mondatában azt állítja a jelölt, hogy a CPAA-módszer térbeli eloszlás vizsgálatára is alkalmas lehet. Kérem, fejtse ki bővebben, hogy ez hogyan és milyen mértékben valósítható meg. A „térbeli eloszlás” a mélységi és a laterális eloszlás egyidejű meghatározását jelenti. Mi adja ennek az eljárásnak a mélységi, illetve a laterális felbontóképességét?
- Ugyancsak a 19. oldalon, a neutronaktivációs analízisről (NAA) szóló 1.4.2.2 alfejezet utolsó mondatában az az állítás szerepel, hogy spallációs neutronforrásokat azért nem használnak NAA céljára, mert ezek nagyberendezések. Ez az állítás két okból is téves. Először is – bár a módszer valóban nem jellemző a spallációs neutronforrásokra – van olyan spallációs neutronforrás (a svájci SINQ), ahol van lehetőség ilyen mérésekre; a megfelelő mérőhely éppen az NAA nevet viseli. Másodszor pedig egy kutatóreaktor (különösen egy nagy fluxusú reaktor) semmilyen értelemben nem kevésbé tekinthető nagyberendezésnek, mint egy spallációs forrás.
- A 20. oldalon, a nukleáris analitikai módszereket összehasonlító táblázat „Érzékenység” oszlopában mindenütt szerepel a – szövegben sehol meg nem magyarázott – „mátrixfüggő” szó. Amennyiben a jelölt azt érti egy módszer mátrixfüggésén, amit ez az általánosan elfogadott szóhasználatban jelent, vagyis hogy a kémiai tulajdonságokra érzékeny, akkor valamennyi ionnyaláb-analitikai módszer mátrixfüggetlen. Kémiai érzékenységgel a nukleáris analitika módszerei közül kizárólag azok rendelkeznek, amelyek az atommagok hiperfinom kölcsönhatásait használják. Ilyen módszer a Mössbauer-spektroszkópia és a mag-mágneses rezonancia (NMR), bár ez utóbbit általában nem szokták nukleáris módszernek tekinteni, lévén hogy jellemzően alapállapotú magokkal dolgozik. Kérem, magyarázza meg, hogy az 1. táblázatban mit ért mátrixfüggőségen, és hogy a felsorolt módszerek miért mátrixfüggetlők.
- Az 1.4.3 alfejezet a csatornahatás (channelling) módszerével foglalkozik. Bántó, és az értekezésben a csatornahatással kapcsolatban következetesen használt pontatlan fogalmazás a módszerrel kapcsolatban a „kristályos anyagok” kategóriát említeni, hiszen csatornahatáson alapuló vizsgálatok polikristályos anyagokon nem; kizárólag egykristály-mintákon végezhetők.
- A 22. oldalon, a visszaszórási hozam szögeloszlását bemutató 13. ábrán szerepel egy folytonos és egy szaggatott vonal, melyeknek jelentése sem az ábraaláírásból, sem a folyó szövegből nem derül ki. Ugyancsak láthatók az ábrán mérési pontok is (nyilván a jelölt valamelyik saját méréséből). Milyen kristályon, milyen nyalábbal és milyen energián vette fel ezt a szögeloszlást?
- Nyilvánvaló elírás a 23. oldalon, a (15) képlet alatt a Bohr-sugár nagyságrendje, hiszen a Bohr-sugár értéke valójában $5,292 \cdot 10^{-11}$ m, nem pedig $5,292 \cdot 10^9$ m.

Az 1.5 alfejezetet – nem egészen fél oldalon – radioizotópok töltötttrészezske-aktivációval történő előállításának, a még rövidebb 1.6 alfejezetet a gyakorlati izotóptermeléshez szükséges magadatok meghatározásának, majd a mindössze négy rövid mondatból álló 1.7 alfejezetet a radioizotópok gyakorlati felhasználásának szenteli a jelölt.

Az 1.8 alfejezet a radioizotópokkal történő nyomjelzéses módszerekkel foglalkozik. Ezen belül a – még tovább aláosztott – 1.8.1.1 alfejezet témája a vékonyréteg-aktivációval végzett kopásvizsgálat.

- Ez a rész néhány, oly mértékben rosszul megszerkesztett mondatot tartalmaz, hogy egy esetben számomra végképp lehetetlen volt a mondat pontos jelentésének kihámozása. Még a 15. és a 16. ábra tanulmányozása után is legfeljebb csak sejtheti az olvasó, hogy mi is volt a jelölt szándéka a következő, a 25. és 26. oldalakon található mondattal: „Az ábrán bejelölt ‚homogén’ szakasz annak köszönhető, hogy a $^{nat}\text{Fe}(p,x)^{56}\text{Co}$ magreakciónak maximuma van (ld. 16. ábra) az adott gyorsító energiatartományán belül, és a bombázó energiát úgy megválasztva, hogy ez a homogén szakasz a vizsgálandó mélységbe essen (ez az esetek nagy többségében a minta felülete), akkor az adott mérési tartományon belül az egységnyi mélységre eső aktivitás állandó, és nincs szükség a mélységi eloszlás megadására.” Legalább is különös a specifikus aktivitás maximuma körüli

mintegy 200 μm vastagságú, mintegy 1,0–1,2 mm mélységben elhelyezkedő réteget illetni a „homogén” jelzővel, amikor a felület közelében lévő kb. 450 μm vastagságú réteg specifikus aktivítása jóval homogénebb (persze lényegesen alacsonyabb értékű is).

Az értekezés második, összesen 114 oldal terjedelmű része a jelölt saját kutatási eredményeit mutatja be. Ez a rész a vizsgálati módszerek szerinti csoportosításban öt nagyobb, szintén többszörösen alosztott alfejezetből áll.

A 2.1 alfejezet témáját a jelölt csatornahatással végzett vizsgálatainak bemutatása képezi; ezek alapvetően a frankfurti egyetemen, illetve a frankfurti egyetem kutatóival folytatott együttműködés keretében történtek. Ebben a témában a jelölt fontos hozzájárulása az általa kifejlesztett Monte-Carlo program.

- A 21. és 22. ábrák szimulált, illetve mért (p, p') rezonanciaspektrumokat mutatnak be. Sajnálatos, hogy nem történt meg a szimulált és mért spektrumok összehasonlítása, és így nem lehet jól látni, hogy mennyire jó az egyezés. Az összehasonlítást ráadásul megnehezíti, hogy a két ábra skálája mind az energia, mind a hozam tekintetében különbözik. Még így is látszik azonban néhány nyilvánvaló eltérés a spektrumok között. Először is, a random spektrumnál a rezonanciacsúcs a két esetben nem ugyanannál az energiánál (1600, ill. 1500 keV-nél) jelenik meg. Másodszor, úgy tűnik, mintha a szimuláció a rezonanciacsúcs kiszélesedését sem adná vissza. Végül pedig feltűnő, hogy a szimuláció szerint $0,0^\circ$ -ban és $0,1^\circ$ -ban csatornázott, illetve a random irányban számolt spektrumok alakja lényegesen különbözik a mért spektrumokétól. Így pl. 1000 keV környékén a mért random és csatornázott spektrumok hozama hasonló, míg a szimuláció lényeges különbséget mutat. Mi az említett eltérések oka? Az értekezésben szereplő magyarázat (a kristály vagy a kristály felületének nem tökéletes volta) aligha kielégítő, ugyanis a 22. ábra kísérleti spektruma kifejezetten jó minőségű egykristályra jellemző (kár, hogy nem megfelelő statisztikával vették fel). Nem világos, hogy a 10 %-os arány melyik energiatartományra vonatkozik. Ha ugyanis azt – mint a dechannelling hatásának elkerülése céljából szokásos – közvetlenül a felületi csúcs utáni tartományból számolják, akkor az ábra alapján ez az arány 10 %-nál jóval kisebbnek tűnik.
- A 2.1.1 alfejezet utolsó két mondatában röviden leírt elmélet nem tekinthető újnak. Az, hogy csatornairányban más a fékeződés mértéke, mint random irányban, mintegy harminc éve jól ismert tény (lásd pl. Vos, M., Boerma, D.O., Smulders, P.J.M., Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B, 30(1), (1988) pp. 38–43); ezért kerül csatornairányban mélyebbre a rezonanciacsúcs. A rezonanciacsúcs kiszélesedése pedig mind a bemenő, mind pedig a kimenő úton bekövetkező energaelmosódásnak köszönhető.
- A 32. oldalon, a 2.1.2 alfejezet 6. sorában nyilvánvaló elírás (és egyben hibás különírás) az „energia sűrűség”; itt az „elektronsűrűség” szónak kell állnia.
- A 38. oldalon leírt, illetve a 27. ábrán 960 keV-es protonokra szilíciumban bemutatott számolt és mért eloszlásfüggvények értelmezése problematikusnak tűnik. Random irányban a TRIM-szimuláció görbéjén megjelenő körök kísérleti adatok lennének? Ha igen, akkor milyen módszerrel történt ezek felvétele? Ha nem, akkor miért nem található utalás e körök jelentésére, illetve akkor milyen kísérleti információt tartalmaz az ábra a random irányban mért eloszlásfüggvényre? A MABIC program segítségével az $\langle 110 \rangle$ irányban számolt, és az ábrán szaggatott vonallal jelölt eloszlásfüggvény mellett egyetlen kísérleti pont látható 19,7 μm -nél, ami természetes is, hiszen – az egykristály-minta vastagságának megfelelően – transzmisszióban ez az egyetlen mérhető adat. De ha így van, akkor mennyiben jogos ezen egyetlen pont alapján a „mért eloszlásfüggvény” kifejezés használata?
- A 2.1.2 alfejezetben leírt MABIC programmal kapcsolatban kérdezem, hogy annak milyen hozzáadott értéke van az IBA-módszerek méréseinek kiértékelésére használt hasonló Monte-Carlo programokhoz (FLUX/RBSIM, UPIC, McChasy, CORTEO, MCERD, stb.) képest? Hozzáférhető-e a program, illetve a világ mely kutatóhelyein használják?

- A 40. oldal alján, majd a következő oldalakon is helytelen az NRC-módszerrel kapcsolatban visszaszóródott protonokról beszélni, hiszen azok nem visszaszórásból származnak, hanem a $^{12}\text{C}(\text{d},\text{p})^{13}\text{C}$ magreakció reakciótermékei.
- A 42–44. oldalakon leírt eljárással, vagyis a (26) és (27) integrálok összegzéssel történt helyettesítéssel kapcsolatban kérdezem, hogy pontosan mi volt az összegzés alaprácsa a kristály elemi cellájához viszonyítva. A 33. ábra alatti bekezdés szerint a Ga és As az (1,1) illetve a (20,20) összegzési rácspontokban ülnek. Jól értem, hogy az összegzés elemi cellája csak 1/4-e a kristálytani elemi cellának? Ez lenne a magyarázata annak is, hogy a csatornaközép, ahol a szénatomok elhelyezkednek, nem a (10,10), hanem az (1,20) és a (20,1) rácspontok körül van?
- A 37. és a 38. ábrán a mérési pontok hibáját jelentősen meghaladó, szisztematikus eltérés van a channelling-gödör félértékszélessége. illetve a channelling-gödör minimális hozamának elméleti és kísérleti értékei között. A tapasztalat szerint – legalább is 2 MeV körüli α -részecskékre – a (32), (33) és a (34) képletek ennél sokkal jobban szoktak egyezni a kísérleti adatokkal. Mi lehet a megfigyelt eltérés oka?
- Az előző kérdés fényében – ellentétben a 49. oldal tetején olvasható állítással – nem látom bizonyítottnak a kísérleti és az elméleti adatok egyezését, bár a kísérletek ettől függetlenül kétségtelenül igazolták a channelling-módszer megvalósíthatóságát a debreceni ciklotronnál. A módszer megvalósítása azonban csak szükséges, de nem elégséges feltétele az alkalmazhatóságnak. Alkalmazta-e a jelölt vagy más kutató, illetve mire alkalmazta a csatornahatás-technikát a debreceni ciklotron mellett?
- Ugyancsak a 49. oldal tetején olvasható, hogy a CPAA módszer a felhasználható magreakciók esetlegesen magas küszöbértéke miatt csak magasabb bombázó értéken kivitelezhető. A „bombázó érték” itt bizonyára a bombázó ion magasabb energiaértékét jelenti.

A 2.2 alfejezetben a jelölt a töltött részecske-aktivációs analízissel végzett munkáit foglalta össze.

- A motorolajok kihozott nyalábos CPAA-módszerrel történő vizsgálatának megvalósítása fontos új metodikai eredmény. Bár az értekezésben explicite nem szerepel, feltételezem, hogy ezek a vizsgálatok valamilyen ipari megbízás keretében történtek. Milyen visszajelzés érkezett a megbízó részéről a vizsgálatok eredményeinek gyakorlati hasznosulásáról? Beépült-e a módszer valamilyen technológiai láncba (akár csak esetenkénti ellenőrző minősítés formájában)?
- Üvegek nyomelemtartalmáról több ezer, de még annak részecskés aktivációval végzett vizsgálatáról is több tucat cikk található az irodalomban. Milyen előnye/hátránya van a jelölt által megvalósított CPAA-nak az irodalomban használt többi módszerhez képest?
- Az 55. oldalon a 44 ábra besugárzott gallium minták maratása közben mért aktivitást mutatja a maratási idő függvényében. A mérési pontokra illesztett görbék mögött bizonyára van valamilyen, a maratás dinamikáját leíró modell. Mi volt ez a modell; milyen paramétereket lehetett az illesztésből meghatározni, és hogyan magyarázza ez a modell az 1-es mintán a maratási sebességnek kb. 7 és 17 perc között megfigyelt enyhe felgyorsulását?

A 2.3 alfejezetben mutatja be a jelölt a vékonyréteg-aktiváció (TLA) módszerével végzett kutatásait.

- Keményfémlepkés forgácsoló szerszámok TLA-vizsgálatával kapcsolatban szerepel az 57. oldalon, hogy a kalibrációs görbe felvétele a besugárzott minta kontrollált körülmények közötti csi-szolásával történt. Mivel a kopás mértéke jelentősen függ attól, hogy a szerszám milyen típusú kopásnak van kitéve, nem lett volna-e célszerűbb, illetve nem lett volna-e lehetséges már a kalibrációt is „életszerű” koptatási körülmények között elvégezni?
- A 60. oldalon található 51. ábra két besugárzási geometriát hasonlít össze BN alapanyag esetén. Mit lehet tudni a kopásról azon kívül, hogy 0,3 mm anyagot távolított el? Befolyásolja-e a besugárzás (milyen fluens, milyen hőmérsékleten, esetleg valamilyen roncsolódást/sugárkárosodást

okozva) az anyagok tribológiai paramétereit, pl. a keménységüket, kopásállóságukat? A szerszám felületének minősége (pl. érdessége) mennyire befolyásolja a mérést?

- A keményfémleplek forgácsoló szerszámok TLA-vizsgálatáról szóló rész a 61. oldalon azzal zárul, hogy „a módszer ebben a formában is alkalmas a nagy költségnövekedést okozó szerszám vagy anyagtörés előre jelzésére, és a szerszámcsereére való figyelmeztetésre”. Hogyan kell ezt a gyakorlatban elképzelni? Nyilván nem reális, hogy a használatban lévő szerszámot felaktiváljuk és elhelyezzünk néhány detektort a gép mellett, amelyek a hűtőfolyadék aktivitását mérik. Létezik egyáltalán valahol a világban ilyen vagy ehhez hasonló alkalmazás?
- A 61. oldalon, a 2.3.1.2 alfejezet bevezetőjében a másodlagos (meglökési) implantáció meghonosításának indoklásaként az olvasható, hogy ily módon olyan alkatrészek kopása is tanulmányozhatóvá válik, amelyek saját anyagukban nem tartalmaznak töltöttrészecske-besugárzással aktiválható atommagokat. Maga a meglökési implantáció nem új módszer; azt régóta alkalmazzák pl. a hiperfinom kölcsönhatások in-beam vizsgálatán alapuló eljárásokban. A 63. oldalon az 54. ábra, illetve az alatta olvasható bekezdés meggyőzően bizonyítja, hogy a módszer valóban működik a demonstráció céljára használt Al-gyűrűk esetén. Itt azonban a gondolat megtörik: a módszer semmilyen konkrét alkalmazásáról nem esik többé szó. Volt ilyen alkalmazás?
- A 67. oldalon, az 59. ábra ordinátájának feliratában szereplő mm^3/h egység bizonyára elírás, hiszen ilyen mértékű kopás mellett az egész dugattyúgyűrű másodpercek alatt elfogyna. Itt alighanem a 9 nagyságrenddel kisebb $\mu\text{m}^3/\text{h}$ egységnek kellene állnia.
- A 69. oldalon, a 61. ábra, illetve az alatta olvasható bekezdés kapcsán kérdezem, hogy végül is milyen újdonságot hozott az ott leírt mérés? Az a tény ugyanis, hogy egy belsőégésű motor dugattyúgyűrűje a bejáratási időszakban jobban kopik, mint azt követően, nemcsak szakmai körökben, de általánosan ismert tény az Otto-motor több mint 140 évvel ezelőtti megjelenése óta.
- A szabadforgalmú aktivitásokkal végzett kopásvizsgálat kétségtelenül a jelölt önálló kezdeményezése. Ezt a gyakorlatot más csoportok is kezdik átvenni, de a módszerben a jelölt vezető szerepe továbbra is fennáll. Ezzel kapcsolatban egyetlen, valójában teljesen lényegtelen pontosítást tennék: a 73. oldalon, a 3. táblázatban az ^{57}Co radioizotóp legerősebb γ -vonalának energiája nem 121, hanem 122 keV (pontosan 122,061 keV, amint az később a 81. oldalon szerepel is).
- Általános kérdésem az aktivációval történő kopásvizsgálattal kapcsolatban, hogy nem változtathatja-e meg maga az aktiválás (vagyis a p-, d-, vagy He-besugárzás) az anyagtulajdonságokat? A bemutatott példákban sehol nincs megadva a fluens mértéke. A tapasztalat szerint He-besugárzás akár már $10^{18}/\text{cm}^2$ fluens esetén is okozhat felületi deformációt, másfajta sugárkárosodás pedig már ennél kisebb fluens esetén is felléphet. Mivel lehet alátámasztani, hogy az aktiválás nem befolyásolja a mérés eredményét?

A 2.4 alfejezet a jelölt a nyomjelzésre használható radioizotópokra vezető magreakciók magfizikai adatainak meghatározásával kapcsolatos kutatásairól szól.

- A 75. oldalon, a 66 ábrán a $^{nat}\text{B}(p,x)$ magreakció hatáskeresztmetszet-adatai vannak feltüntetve három szerző, köztük a jelölt mérései alapján. Ezzel kapcsolatban a 74. oldal alján az az állítás található, hogy a jelölt munkája pontosabb adatot adott (értelemszerűen a korábbiaknál). Nem vonva kétségbe ezen állítás igaz voltát, szeretném megjegyezni, hogy az a 66. ábráról nem állapítható meg, minthogy azon a jelölt adatainak hibája nincs feltüntetve.
- A 79. oldalon a $\text{Ti } ^3\text{He}$ gerjesztésű reakcióiról az a megállapítás szerepel, hogy az azokra vonatkozó adatok az adatbázisokban még hiányosak. Saját hozzájárulásának illusztrálására a $^{nat}\text{Ti}(^3\text{He},x)^{48}\text{Cr}$ és a $^{nat}\text{Ti}(^3\text{He},x)^{48}\text{V}$ reakciók hatáskeresztmetszeteinek meghatározását mutatja be a jelölt a 73. és 74. ábrákon. Mennyiben hiányosak az adatbázisok, ha már léteztek Weinreich és munkatársai, illetve Tárkányi és munkatársai korábbi adatai? Mi okozhatta a $^{nat}\text{Ti}(^3\text{He},x)^{48}\text{Cr}$ reakció esetében az eltérést Weinreich és munkatársai adataitól? Milyen modellből származtatott görbét illesztett saját adataira a 73. és 74. ábrákon?

- A 83. oldalon a Pt ^3He gerjesztésű reakcióiról szóló 2.4.2.3 alfejezetben olvasható a következő mondat: „Ezzel összehasonlítva a Ti fóliákon kapott eredményeket, a pontos nyalábáramot és energiát meg tudtam határozni az energia függvényében.” Nem világos, hogy milyen energiát határozott meg az energia (feltehetően a ^3He energiája) függvényében? A nyalábáram pontos értékének meghatározásához nem lett volna egyszerűbb a nyalábáram-monitort, mint a Ti-reakció hatáskeresztmetszetét használni? Ha a nyalábáram-monitorban valamilyen okból kifolyólag nem lehetett megbízni, nem lett volna mód annak független kalibrálására?
- A 88. oldalon a 83. ábra alatti mondat hiányosnak tűnik; helyesen valószínűleg így hangzik: „A 83. ábrából látszik, hogy az optimális energián a $^{96\text{m}}\text{Tc}$ mélységi eloszlása csak néhány μm -en belül állandó (homogén), míg a $^{95\text{m}}\text{Tc}$ -nál ez a mélység jóval nagyobb, 10–15 μm .”
- A 90. oldalon a 2.4.3.3 alfejezet első mondata („A tantál szintén fontos szerkezeti anyag, mivel a magfizikai kísérletek számára.”) hiányos, és nem könnyű kitalálni, hogyan hangzanék a szerző szándéka szerint. Kérem, pontosítsa!
- A 99. oldalon, a Nb-ból deuteronbombázással keletkező radioizotópok mélységi eloszlását bemutató 94. ábrán a piros görbe specifikus aktivitása a legnagyobb, ez pedig a $^{92\text{m}}\text{Nb}$ -hoz, nem pedig a ^{88}Zr -hoz tartozik. Miért keletkezik ennyivel kevesebb ^{88}Zr a felületen annak ellenére, hogy a hatáskeresztmetszetben nincs jelentős eltérés?
- A 127. oldalon található 129. ábra a $^{\text{nat}}\text{Sn}(p,x)$ magreakció hatáskeresztmetszeteit mutatja különböző végtermékek esetére. Ezen az ábrán hiányolom a kísérleti adatokkal való összehasonlítást.
- A 2.4.6 alfejezet az energiabizonytalanság változásával foglalkozik fóliacsomag-besugárzások esetén. A 137. oldalon található 140. ábrával kapcsolatban kérdezem, hogy ellenőrizte-e kísérleti számításai helyességét, továbbá hogy a fóliák vastagságának inhomogenitását figyelembe vette-e a számításoknál?

A 2.5 alfejezetben az orvosi célú radioizotópok előállításával kapcsolatos kutatási eredményeit ismerteti a jelölt, külön részletességgel térve ki a $^{117\text{m}}\text{Sn}$ radioizotóp esetére, amely mind diagnosztikai, mind terápiai célra használható.

Az értekezés harmadik fő része a nem egészen három oldal terjedelmű összefoglalás.

- A 145. oldalon szerepel, hogy a jelölt kidolgozta a szabadforgalmi szint mérését izotópok keverékét tartalmazó mintákban. A mentességi aktivitási szint meghatározásának módját izotópkeverékekre Magyarországon a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet írja elő; bizonyára hasonló a helyzet a többi országban is. Az említett kormányrendelet szerint: „(a táblázat) D oszlopában szereplő mentességi aktivitás értéket úgy, hogy amennyiben a radioaktív anyag egynél több radionuklidot tartalmaz, vagy többféle radionuklid kerül alkalmazásra, minden egyes radionuklid aktivitása és a hozzá tartozó mentességi szint hányadosaiból képzett összegre teljesül, hogy az nem eredményez 1-nél nagyobb értéket”. Mit adott a jelölt munkája a mindenkori törvényes mérési utasításhoz? Vagy éppen a jelölt munkájának eredménye épült be a hatályos kormányrendeletbe? Utóbbi esetben ezt érdemes lenne külön kiemelni.

Az értekezést köszönetnyilvánítás, végül egy rendkívül alapos, 278 tételt tartalmazó hivatkozásjegyzék zárja.

Az értekezéshez kapcsolódó tézises összefoglaló az előírt formai követelményeknek megfelel. Ezt a munkát is az értekezés bírálata során követett módon fogom elemezni.

A tézises összefoglaló első fejezetében munkájának előzményeit ismerteti a jelölt.

- A fejezet második mondatában szerepel, hogy a CPAA-módszer roncsolásmentes. Erre a kérdésre már korábban kitértem; ezt a leegyszerűsített és teljesen általánosan megfogalmazott állítást nem tartom elfogadhatónak.
- A 2. oldal közepén olvasható a következő mondat: „Ezek közül a szempontok közül is fontos az anyagban kis mennyiségben jelen levő szennyezők (nyomelemek vagy tervezett összetevők)

nagypontosságú kimutatása.” Véleményem szerint ez nem felel meg az általánosan elfogadott szóhasználatnak, amely szerint az anyagban kis mennyiségben jelenlevő nyomelemek, ha tervezetten vannak benne, akkor adalékok, ha pedig szándékunk ellenére, akkor szennyezők. Természetesen ez nem befolyásolja analitikai vizsgálatuk módját, amit egyedül az alacsony koncentráció határoz meg.

A második fejezet a munka célkitűzéséről szól.

- Az 5. oldal második bekezdésében a cinkblende szerkezetű kristályok között szerepel a Si és a GaAs. Ez az állítás nem állja meg a helyét. Míg a GaAs valóban cinkblende szerkezetű ($F\bar{4}3m$ tércsoport), a Si kristályszerkezete gyémánszerkezet ($Fd\bar{3}m$ tércsoport). A gyémántrács két köbös lapcentrált elemi cellából állítható elő oly módon, hogy az első elemi cella testátlójának $1/4$ részével eltolva helyezzük el a második, ugyancsak köbös lapcentrált elemi cellát. A cinkblende szerkezet hasonló, de abban az egyik kocka az adott esetben Ga, a másik kocka pedig As atomokból áll. Mivel a gyémántrácsban van egy olyan translációs szimmetria, amely a cinkblende-rácsban nem létezik, a kétféle kristályrácsot meg szokták különböztetni egymástól.
- Az 5. oldal közepén szerepel, hogy a jelölt egy, a mai napig is tartó szisztematikus vizsgálatot indított el az orvosi az ipari célra alkalmazható radioizotópok magfizikai adatainak vizsgálatára és a kapott eredmények elméleti modellekkel való összehasonlítására. Úgy gondolom, hogy a „magfizikai adat” jóval többet jelent bizonyos magreakciók hatáskeresztmetszete energiafüggésénél. Magadat elsősorban egy adott nuklid nívószerkezete, az egyes nívók spinje, paritása, elektromos és mágneses nyomatékai, a magnívók közti elektromágneses átmenetek redukált mátrix-elemei, konverziós együtthatói, a magok spontán hasadási és radioaktív bomlási tulajdonságai, stb. Természetesen magfizikai adat a magreakció hatáskeresztmetszete is, de csak egy a nagyon sok közül.

A harmadik fejezetben az alkalmazott vizsgálati módszerek szerepelnek.

A tézises összefoglaló legfontosabb fejezete a negyedik, amely az értekezésbe foglalt új tudományos eredményeket ismerteti öt fő, az egyenkénti alaosztás alapján pedig összesen 17 tézispontban. Ezekkel kapcsolatos véleményemet a tézispontok számozása szerint fejtem ki. Általában szeretném előre bocsátani, hogy a legtöbb tézispontot rendkívül terjedősnek tartom, azokban nagyon sok – bár fontos és hasznos, de tézispontba mégsem illő – leíró elem vagy általános ismeret található. A téziseknek szigorúan a jelölt új tudományos eredményeit kell ismertetniük. Ezért hasznosnak tartanám a legtöbb tézispont átfogalmazását és radikális rövidítését. Ugyancsak megfontolandónak tartanám a tézispontok számának csökkentését akár azok bizonyos mértékű összevonásával az öt fő tézisponton belül.

1. Csatornahatás

- 1.1. Ezt a tézispontot annak függvényében tudom új tudományos eredménynek elfogadni, hogy milyen választ fogok kapni arra, a MABIC programmal kapcsolatban feltett kérdésekre, hogy annak milyen hozzáadott értéke van az IBA-módszerek méréseinek kiértékelésére használt hasonló Monte-Carlo-programokhoz (FLUX/RBSIM, UPIC, McChasy, CORTEO, MCERD, stb.) képest.
- 1.2. Az itt leírt eredmény akkor fogadható el, ha bizonyítottan új az irodalomban található korábbi mérésekhez képest (pl.: A. Mader et al.: Lattice location of implanted carbon in GaAs, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B68 (1992) 149-153.). Amennyiben erre az aggályomra megnyugtató választ kapok, akkor a tézispontot új tudományos eredménynek fogadom el.
- 1.3. Egy mérési módszer meghonosítása egy nagy kutatási infrastruktúra mellett, különösen az infrastruktúra paramétereinek egy korábban az adott célra nem használt tartományában igen fontos és rendkívül tiszteletre méltó teljesítmény, de önmagában még nem új tudományos eredmény. Ezért ezt a tézispontot jelenlegi formájában nem tudom elfogadni. Amennyiben

azt a jelölt úgy fogalmazza át, hogy abban látszik az új tudományos eredmény, akkor álláspontomat természetesen revideálni fogom. Ilyen új tudományos eredményt az értekezés megfelelő részében nem találtam; a channelling-gödör szélességének a nyalábenergia négyzetgyökével fordítottan arányos viselkedése sem ilyen; az évtizedek óta tankönyvi ismeretanyag.

- 1.4. Ez a tézispont bizonyára elfogadható lenne új tudományos eredménynek, amennyiben állításait az értekezés szövege, és ami még fontosabb, a jelölt publikációi alátámasztanák. Sajnos azonban az értekezésben, annak 49. oldalán erről mindössze a következő található: „A channelling-módszert megvalósítottam még magas töltésállapotú nehézionok felhasználásával is a frankfurti J.W. Goethe Egyetem Magfizikai Intézetének ECR ionforrását és az azt követő RFQ utógyorsítót használva [56], valamint az itt szerzett tapasztalatokat egy osztrák-magyar együttműködésben felhasználva magas töltésszámú nehézionok által kiváltott jelenségeket vizsgáltam kristályos anyagokon [57].” Még aggályosabb a tézispont alapjául szolgáló DF-13 közlemény, minthogy abban csak random irányú mérések szerepelnek. A cikkben channelling-mérésekről mindössze ennyi áll: „Transmission experiments under channelling conditions will be performed soon.” A tézispontot ezért jelenlegi formájában nem tudom elfogadni.

2. Töltöttrészecske-aktivációs analízis

- 2.1. A tézispont első bekezdése csak az eszköz leírása, nem tudományos eredmény; javaslok törlését. A második bekezdést elfogadom új tudományos eredménynek, bár örültem volna, ha az értekezésből az is kiderült volna, hogy a módszer hogyan viszonyul a motorolajok nyomelemtartalma meghatározásának alternatív módszereihez.
- 2.2. A CPAA-módszert 1966-ban – akkori állapotának megfelelően – S.L. Tilbury foglalta össze egy 54 oldal terjedelmű könyvben (<https://www.osti.gov/servlets/purl/4509741>). Ennek 5. oldalán már említi az oxigénmeghatározást az alumínium eltemetett rétegeiben, sőt leírja a maratási technikát is (igaz, hogy nem gallium, hanem alumínium esetére). Ezért ezt a tézispontot akkor tudom elfogadni új tudományos eredményként, ha felvilágosítást kapok a tekintetben, hogy mi volt a jelölt munkájának hozzáadott értéke a már több mint ötven éve leírt módszerhez képest; számomra ez az értekezésből nem derült ki. Ugyancsak nem találtam nyomát az értekezésben a tézispontban említett oxidációs modellnek sem.

- 2.3. Ezt a tézispontot maradéktalanul elfogadom új tudományos eredménynek.

A teljes 2. fő tézisponttal kapcsolatban szeretném azonban felhívni a figyelmet arra a körülményre, hogy az kizárólag 1989 és 1992 között publikált cikkeken alapul, vagyis olyanokon, amelyek azt megelőzően születtek, hogy a jelölt 1986-os dr. rer. nat. címét a Kossuth Lajos Tudományegyetem 1994-ben PhD fokozattá egyenértékűsítette volna. Javaslok a jelöltnek, hogy ellenőrizze, hogyan szólt a PhD fokozat megadásáról szóló határozat. Amennyiben ugyanis annak feltétele volt a dr. rer. nat. cím megszerzése után kifejtett tudományos tevékenység igazolása, és ha a jelölt ezeket a cikkeket annak idején erre a célra esetleg már felhasználta volna, akkor javaslok a teljes 2. fő tézispont visszavonását formai okra hivatkozva, mivel az MTA Doktora cím megszerzésére olyan publikáció nem használható fel, amelyet korábban bárki felhasznált PhD fokozat szerzésére.

3. Vékonyréteg-aktiváció

- 3.1. Ezt a tézispontot abban az esetben tudom új tudományos eredménynek elfogadni, ha megnyugtató választ kapok arra a korábban feltett kérdésekre, hogy maga az aktiválás, pontosabban az aktiválás során alkalmazott viszonylag nagy fluensek nem befolyásolták-e a kopásvizsgálatok eredményét.
- 3.2. Ezt a tézispontot maradéktalanul elfogadom új tudományos eredménynek.
- 3.3. Ezt a tézispontot is maradéktalanul elfogadom új tudományos eredménynek.

3.4. Ezt a tézispontot ugyancsak maradéktalanul új tudományos eredménynek fogadom el.

3.5. Ez a tézispont valójában két, egymástól jól elkülönülő részből áll. A szabadforgalmi szint alatti aktivitásokkal végzett nyomjelzést és annak alkalmazását a vékonyréteg-aktivációs technikában maradéktalanul új tudományos eredménynek fogadom el és az értekezés egyik legfontosabb részének tartom. Ez az eredmény a tézispont első mondatában van leírva, a következő, leíró rész a [DF-21] hivatkozásig értelmező és leíró jellegű, és lényegesen rövidíthető. Az alumíniumötvözetek és acélból készült alkatrészek kopásvizsgálatára történő alkalmazásával kapcsolatban azonban fenntartom az esetleges nyalábeffektusra vonatkozó aggályomat, ezért ezt a részt a már említett kérdésemre adandó válasz függvényében tudom új tudományos eredménynek elismerni. A tézispont következő mondatának tartalmára: „Mindkét esetben kimutattam az egymással érintkező alkatrészek kopásának különböző fázisait (bejáratás, normál üzem, elhasználódás, ...)” nem találtam az értekezésben érdemi leírást, csak egy rövid utalást. Ezért ez utóbbi mondatot nem tudom a tézispont részeként elfogadni.

4. Töltötttrészecske-indukált magreakciók hatáskeresztmetszetének meghatározása

4.1. Ezt a tézispontot új tudományos eredménynek fogadom el. Ugyanakkor nyomatékosan javaslom a jelöltnek, hogy abból kizárólag az első mondatot tartsa meg, minthogy az az eredmény, a továbbiak kifejezetten gyengítik a tézispontot.

4.2. Ezt a tézispontot is elfogadom új tudományos eredménynek, de ezt is javaslom radikálisan rövidíteni. A valódi eredmény itt az első két mondatban van, a tézispont további részét javaslom törölni.

4.3. Ezt a tézispontot ugyancsak elfogadom új tudományos eredménynek, de ez is alaposan rövidítendő. A valódi eredményt itt az első és a harmadik mondat tartalmazza, a tézispont fennmaradó részét javaslom törölni.

4.4. Ezt a tézispontot szintén elfogadom új tudományos eredménynek, az előző háromhoz hasonló megjegyzéssel. Ebben az esetben kizárólag a valódi eredményeket tartalmazó első mondatnak van helye a tézispontban, a folytatást javaslom törölni.

A 4. fő tézisponttal kapcsolatban esetleg megfontolható lehet annak egyetlen tézispontba való összevonása. Ugyanakkor – tekintettel e tézispont mögött rejlő hatalmas volumenű, rendkívül tiszteletre méltó munkára – azt is el tudom fogadni, ha az megmarad a jelenlegi szerkezetben.

5. Teranosztikus radioizotópok vizsgálata

Ezt a tézispontot új tudományos eredménynek fogadom el, de átfogalmazásra javaslom, mivel a valódi eredmény itt is csak az, ami az első mondatban szerepel, a többinek vagy az értekezésben a helye (ott részben meg is jelenik), vagy egyszerűen csak a tézispont alapjául szolgáló cikkek része. Ezért a tézispont fennmaradó részét nyomatékosan javaslom törölni.

A tézises összefoglaló ötödik fejezete az eredmények hasznosulásáról szól.

- A tézises összefoglaló 15. oldalának alján található a következő mondat: „A channelling módszerrel történő vizsgálatokat felhasználtam a félvezető kutatásban és gyártásban konkrét problémák megoldására.” Ezzel kapcsolatban kérdezem a jelöltet, hogy ha ez így van, miért nem szerepel ez az értekezésben, sőt akár a tézispontok között is. Amennyiben az információ nem képez ipari titkot, kérem, hogy ismertesse valamivel részletesebben az említett felhasználást. Egyben javaslom, hogy a tézises összefoglalóban is jelenítse meg, pontosan milyen alkalmazásról van itt szó.

A tézises összefoglaló hatodik fejezete a jelölt tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közleményeinek listája (65 közlemény), ezt követi végül egy 20 tételből álló hivatkozásjegyzék.

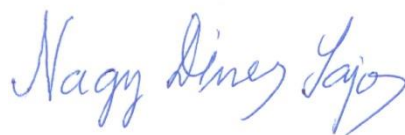
Véleményemet összefoglalva, először is szeretném ismételtlen megállapítani, hogy a jelölt tudományos habitusa, publikációs és hivatkozottsági mutatói és általában életműve alapján vitathatatlanul

méltó az MTA Doktora cím elnyerésére. Rendkívül sajnálatos, hogy e kiemelkedő tudományos életpálya ellenére egy olyan MTA doktori értekezést nyújtott be, amelyet nem lehetett igen komoly bírálat és számos tisztázandó kérdés felvetése nélkül hagyni. Mind az értekezésről, mind pedig a tézises összefoglalóról elmondható, hogy a kevesebb jóval több lett volna.

Úgy gondolom azonban, hogy ha valaki hivatásként vállalta fel azt, hogy egész életében Magyarország egyik legfontosabb kutatási infrastruktúrája mellett magas színvonalú tudományos szolgáltatást nyújtson, hogy ott létrehozzon, megőrizzen és továbbadjon egy módszertani kultúrát, akkor az az ember méltó arra is, hogy őt az MTA doktorok közössége tagjai közé fogadja. Meggyőződésem, hogy ebből a szempontból másodlagos az értekezés és a tézispontok konkrét tartalma; elsődleges a jelölt tudományos habitusa. Ha nem ezt az elvet követjük, legértékesebb kutatási infrastruktúráinkat tesszük tönkre, ugyanis egy kutatási infrastruktúra tökéletesen használhatatlanná válik, ha nincsenek mellette a tudományos szolgáltatást kiváló színvonalon megvalósító, a kutatási infrastruktúrához elválaszthatatlanul hozzátartozó és hozzá kötődő szakemberek.

Mindezek alapján javaslom Ditrói Ferenc MTA doktori értekezésének nyilvános vitára történő kitűzését. Amennyiben a jelölt aggályaimat tisztázni fogja, és kérdéseimre megfelelő válaszokat fog adni, akkor javasolni fogom számára az MTA Doktora cím megítélését.

Budapest, 2018. november 16.



Nagy Dénes Lajos
a fizikai tudomány doktora