

OPPONENSI VÉLEMÉNY

Sápi András

Modern stratégiai szemlélet a katalízisben: Atomi szintű tervezésen és megértésen alapuló heterogén katalizátorok

című MTA doktori értekezéséről

A Jelölt dolgozatában rendkívül nagy volumenű, jellegét tekintve elsősorban kísérletes kutatási munka eredményeit foglalja össze. Az eredmények csoportosítása alapvetően a reakció típusok szerint történik. Fontos kiemelni, hogy egyetlen témakörön belül is többféle katalitikus rendszert mutat be; impozáns az a széles anyagi rendszer paletta, amit lefednek az eredmények. Ez a nagyféle változatosság kétségtelenül a szakterület velejárója, néha azonban megnehezíti a rendszerek összehasonlítását. Különösen perspektivikus eleme a műnek a szén-dioxid aktiválási reakciókat taglaló rész, mely a metanálási reakcióktól egészen a nagyobb szénatomszámú termékek közvetlenül szén-dioxidból történő előállítását mutatja be. A különböző fejezetek a vonatkozó publikációk legfontosabb eredményeit közlik és rendszerezik. Tekintettel a nagyon változatos anyagi rendszerekre és a nagyszámú publikációra, több részlet illetve eredmény terjedelmi korlátok miatt nem tudott helyet kapni a műben. A katalizátor-rendszerek, illetve a katalitikus folyamatok minősítésére, jellemzésére megfelelő módszereket alkalmaz. Jó látni az egész műre jellemző igényességet, ami a rendszerek pusztán leírásán túl a mechanizmusok pontosabb megértésére is kiterjed, valamint a katalitikus folyamatok finomabb részleteit is igyekszik feltárni. Az aprólékos, alapkutatási munka egy olyan stabil alapot jelent, amire építve nem csak a dolgozat témája, de a Szerző kutatási tevékenysége is egy szép ívet alkot egészen az eredmények gyakorlati hasznosításáig.

Megjegyzések, kérdések:

1. A dolgozat kifejezetten jól olvasható, elírást alig tartalmaz (pl. 40.o. „fotóáram”, 45.o. „noymáson”), ugyanakkor több helyen az ábrák alacsonyabb felbontásúak. Szerző komoly figyelmet és energiát fordított magyar nyelvű ábrák szerepeltetésére.
2. A 33. oldalon nem történt elírás? A hivatkozott két cikkben 2-butanollal kapcsolatos eredmények találhatók 1-butanol helyett, csakúgy, mint a 18. ábrán. A 35. oldalon már 2-butanol szerepel a dolgozatban is.
3. A 21. ábrán a különféle szilícium-oxid hordozó morfológiához tartozó katalizátor mérőszámokat láthatjuk, a vonatkozó tárgylátnál a hangsúlyt a hordozó szerkezetére helyezi. A platina nanorészecskék mérete, a hordozók pórusmérete, a hordozó/részecske rendszerek előállítási módja valamint a vonatkozó TEM felvételek alapján az gondolható, hogy a részecskék alapvetően a felülethez kötötten, a pórusrendszeren kívül helyezkednek el. Ennek tükrében mennyiben meghatározó a mezoszerkezetnek és az ezzel összefüggő fajlagos felületnek a szerepe? A szilícium-dioxid helyett nem lenne helyesebb a szilika, vagy szilícium-oxid megjelölés ezen hordozók esetén?
4. A 24. ábrán bemutatott, platina-mentes nikkel-oxid hordozó már önmagában is elég jónak tűnik, melynek okaként a felületi elemi nikkel jelenlétét említi. Működne a reakció nikkel/platina ötvözet vagy kompozit nanorészecskékkel is, vagy mindenképpen szükséges az oxid fázis jelenléte?

5. Kissé hiányoltan a dolgozatból a szerző által egyik legjobbként aposztrofált ruténium/cérium-oxid rendszerekre kapott eredményeket bemutató ábrákat.
6. A réteges kettőshidroxidokra kapott eredményekben lehet szerepe a különböző rétegközi anionokhoz tartozó eltérő delaminálódásnak, és az ebből adódó eltérő fajlagos felületnek?
7. A 60. oldalon megadott kísérleti leíráshoz tartozóan nem találtam az eredményeket bemutató ábrát, pedig egy igen színvonalas, ACS Catalysis cikkről van szó ebben a részben.
8. Külön kiemelendő a direkt szén-dioxid átalakítással foglalkozó részhez tartozó, magas színvonalú Chemical Reviews publikáció, ami a Szerző nemzetközi szakmai beágyazottságát is jól mutatja.
9. Kimaradt a dolgozatból a GHSV definiálása.
10. Külön kiemelendő a direkt szén-dioxid átalakítással kapcsolatos rész. Ebben csúcsosodik ki nagy volumenű tapasztalat és tudás, amire Szerző tudományos pályája során szert tett. Irigylésre méltó, ahogy az alapkutatási eredmények társadalmi szempontból kiemelt fontosságú területen hasznosításra kerültek, és a felskálázott katalitikus rendszerek ipari körülmények között is bizonyítottak, valamint egészen TRL5-ös szintet sikerült elérni. Emellett füstgáztisztító rendszerek fejlesztéséhez is sikeresen hozzájárult.
11. Általános kérdésem, hogy ha viszonylag kis fém nanorészecske tartalom mellett is sikeresen lehet több tíz százalékos (vagy egyes „inaktív” hordozók esetén akár tízszeres) hatékonyságnövelést elérni a hordozóhoz képest, milyen elvi vagy kísérletes (esetleg gazdasági) határa van a fém nanorészecske tartalom, és így a hatékonyság növelésének?
12. Hogyan látja a saját, valamint irodalmi eredmények tükrében a direkt szén-dioxid átalakító rendszerek széleskörű elterjedésének jövőjét? Mennyiben korlátozó tényező, hogy általában nagy tisztaságú/nyomású szén-dioxid betáplálás mellett teljesítenek jól ezek a katalitikus rendszerek?

Összességében a munka során alkalmazott preparatív és mérési módszerek korszerűek és megfelelnek a szakterületen elfogadottaknak. Az új tudományos eredményeket 6 fő tézispontban foglalja össze, melyek 34 publikációra épülnek és mindegyik tézispont részletes kifejtése is megtörténik. Véleményem szerint az 1.1 megállapítás nagyrészt ismert, illetve túl általánosan lett megfogalmazva. A 2.5 megállapításhoz tartozóan pedig szerencsésebb lett volna az eredmények részletesebb bemutatása is a dolgozatban. A téziseket elfogadom, javaslom a doktori mű nyilvános vitára bocsátását és a dolgozat elfogadását.

Budapest, 2026. október 22.

Deák András
az MTA doktora (kémia tudomány)