

Posudek diplomové práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

Autor: Bc. Jakub Jambrich

Název práce: Consistent non-equilibrium thermodynamic modeling of hydrogen fuel cells

Studijní program a obor: Fyzika, Matematické modelování ve fyzice a technice

Rok odevzdání: 2022

Jméno a tituly vedoucího: RNDr. Michal Pavelka, Ph.D.

Pracoviště: Matematický ústav Univerzity Karlovy

Kontaktní e-mail: pavelka@karlin.mff.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího:

Ačkoliv jsou vodíkové palivové články jednou z hlavních potenciálních technologií pro ukládání energie, jejich detailní chování stále není objasněno. Cílem práce bylo popsat zjednodušený palivový článek (vodíkovou pumpu) pomocí jednodimenzionálních rovnic v rámci nerovnovážné termodynamiky tak, aby se daly ověřit závěry jednodušších modelů.

Student nejprve prozkoumal dostupnou literaturu jak pro experimenty s vodíkovou pumpou tak pro její teoretický popis. Na základě dostupné literatury pak sestavil jednodimenzionální model v rámci klasické nerovnovážné termodynamiky a sám ho pak upravoval tak, aby popisoval experimentální data.

Studentovi se podařilo:

- Odvodit termodynamicky konzistentní 1D model pro vodíkovou pumpu
- Numericky vyřešit získané diferenciální rovnice pomocí metody konečných objemů
- Analyzovat získané výsledky:
 - Student zjistil, že dřívější závěry v literatuře byly nejspíš chybné, a že limitace proudu protonů se zvyšujícím se napětím není dána efekty na elektrodách, ale vysoušením membrány
 - Dále student zjistil, že standardní přístup k modelování palivových článků by měl být zobecněn. Při zvyšujícím se napětí totiž své maximální hodnoty dosáhne nejdříve proud protonů a proud vody až později, což stávající modely neumí zdůvodnit.
 - Dále student ukázal, že standardní metoda pro určení koeficientu strhávání protonů vodou, kdy se předpokládá konstantní profil aktivity vody v membráně, je nebezpečný při vysokých napětích. Ve skutečnosti je totiž profil aktivity vody v membráně nekonstantní, což výrazně ovlivňuje získané výsledky.

Student splnil všechny body zadání.

Studentovi se podařilo najít vlastní cestu k vysvětlení fungování vodíkové pumpy, přičemž projevil značnou schopnost kritického a analytického myšlení a kreativitu. Při práci zkombinoval jak fyzikální vzhled, tak vhodný matematický aparát a numerické simulace. Došel na hranu současného poznání a dá se předpokládat, že výsledky z diplomové práce povedou k vědecké publikaci. Student pracoval samostatně a splnil všechny povinné body zadání, a proto práci doporučuji k obhajobě.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. Vysvětlíte zjednodušeně, jak vodíková pumpa funguje.
2. Vysvětlíte hlavní problémy modelů bez prostorového rozlišení (0D), které se typicky používají k vyhodnocení experimentálních dat.
3. Jaké možnosti by se daly ještě prozkoumat pro lepší shodu teorie a experimentu?

Práci

- doporučuji
 nedoporučuji
uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

 Praha 4.5.2022