

Kan nano-rost göra bränslecellen mer robust?

Visste ni att teknologi som används för avgasrening kan användas i framtidens elbilar? I den katalytiska avgasrenaren i bensin- och dieslbilar finns partiklar som driver kemiska reaktioner i avgasflödet som omvandlar föroreningar till ofarliga ämnen utan att själva förbrukas. Det är samma partiklar som också används i bränsleceller, en lovande teknologi för framtidens fordonsdrift. Trots att dessa katalytiska partiklar är så användbara är vi idag långt ifrån att förstå dem väl. En mer grundläggande förståelse om hur de fungerar hade möjliggjort utvecklandet av effektivare och billigare katalysatorer.

De flesta studier av katalysatorer görs på prover som befinner sig i stabila, statiska, tillstånd. Dock är det troligt att katalysatorns tillstånd, fas, ändras ofta i realistiska förhållanden. Därför har vi studerat en katalysators fasskiftet genom att justera gasflödet över materialets yta. Med hjälp av synkrotronljus från MAX IV mättes katalysatorns kemiska sammansättning medan fasskiftet pågick.

Katalysatorn vi studerat består av platina täckt av ett supertunt lager järnoxid (rost). Platina är en välkänd katalysator vars effektivitet visat sig öka om den täcks av ett atomlager-tjockt skikt av järnoxid. När järnoxid-platina katalysatorn omvandlar kolmonoxid till koldioxid genomgår järnoxiden flera förändringar, vilka har studerats i detalj i vår studie. När kolmonoxid reagerar med syre till koldioxid på katalysatorn kryllar järnoxidskiktet ihop sig. Detta blottlägger platina och det är på platina reaktionen mellan kolmonoxiden och syret sker. Järnoxid-platina katalysatorn är inte effektivare än platina i början av reaktionen utan blir endast mer aktiv efter en viss tid. Periodvis förlorar platina sin förmåga att omvandla kolmonoxiden till koldioxid och då sjunker syrehalten i järnoxiden. Ett problem är att denna förändring sker mycket snabbt och de uppmätta signalerna från provet blir små jämfört med det ”brus” detektorn också fångar upp.

Vår utmaning kan liknas vid en kameraman som filmar i ett snöoväder. Låt säga att man vill filma en konståkare som gör piruetter men hela tiden är det många snöflingor mellan kameran och motivet, piruetterna syns dåligt i filmen. Tricket är att motivet, piruetterna, upprepas identiskt i filmen medan snöflingorna täcker olika delar av motivet varje gång. Genom att klippa ut varje piruetts filmsekvens och lägga samman dem till en sekvens kommer de gemensamma dragen (piruetterna, som skickligt upprepas av konståkaren) förstärkas medan de icke-gemensamma dragen (snöflingornas position, som ständigt ändras) att försvagas. I vårt försök lät vi katalysatorn skifta fas gång på gång. Våra spektra kunde sedan kombineras så att kemin vid fasskiftet kunde ses tydligare.

Resultaten och metoderna som utvecklats i detta arbete är ett steg på vägen till att kunna förstå och studera dessa så användbara material bättre. Lyckas vi förstå dem väl nog kanske vi kan sluta oroa oss för giftiga avgaser och oljepris i framtiden och bara stoppa bilens avgassystem i motorn istället.

Handledare: Jan Knudsen

Masterprojekt i fysik 30 hp 2019

Avdelningen för Synkrotronljusfysik, Fysiska institutionen, Lunds Universitet