

Il contributo della termodinamica sperimentale alla ricerca sulle perovskiti ibride di piombo alogenuro

Alessandro Latini

La scoperta delle eccellenti prestazioni fotovoltaiche in dispositivi a film sottile della perovskite metilammonio piombo ioduro (MAPbI_3) nel 2009 ha prodotto un enorme impatto sulla comunità scientifica e di conseguenza ha stimolato l'inizio di un intenso lavoro di ricerca a livello mondiale sulle perovskiti ibride di piombo alogenuro. Sebbene sia disponibile una grande mole di informazioni in letteratura riguardo i processi degradativi sia termici che chimici di MAPbI_3 e materiali affini, tali informazioni sono state ottenute nella stragrande maggioranza dei casi tramite approcci "microscopici" (spettroscopici e diffrattometrici, spesso accompagnati dal supporto di calcoli teorici), mentre in un numero sensibilmente inferiore di casi informazioni sulla stabilità intrinseca di tali materiali sono state ottenute attraverso uno studio "macroscopico" facente uso delle tecniche sperimentali della termodinamica classica.

Nonostante le sue promettenti prestazioni come assorbitore di luce in dispositivi fotovoltaici, MAPbI_3 presenta seri problemi di stabilità termica e chimica. Il metilammonio piombo ioduro ha una stabilità termica piuttosto limitata e viene decomposto velocemente dall'umidità atmosferica. Un numero enorme di pubblicazioni presenta approcci volti a prevenire tali fenomeni degradativi, ma a tutt'ora nessuno degli approcci studiati si è rivelato efficace a lungo termine ed infatti celle solari a perovskiti ibride non sono presenti sul mercato e non è ancora possibile prevedere quando potrà avvenire il loro debutto commerciale.

In questo seminario verranno illustrati e discussi i risultati ottenuti tramite studi termodinamici effettuati con tecniche effusive di quasi-equilibrio (Knudsen Effusion Mass Spectrometry, Knudsen Effusion Mass Loss) su alcune perovskiti ibride di piombo alogenuro. Tramite questi studi sono stati individuati i cammini di decomposizione termica dei materiali e calcolati i valori delle grandezze termodinamiche associate a tali processi. Tali studi permettono di prevedere la stabilità termodinamica dei materiali in diverse condizioni chimiche e fisiche e ciò è di fondamentale importanza per il successo del loro utilizzo in applicazioni tecnologiche quali le celle solari. Infatti, se un materiale risultasse intrinsecamente instabile, qualunque strategia di protezione dello stesso dalla decomposizione risulterebbe inutile. Inoltre i risultati degli esperimenti effettuati hanno permesso l'identificazione dei "punti deboli" che maggiormente influenzano la stabilità termodinamica delle perovskiti ibride di piombo alogenuro, consentendo l'individuazione di approcci volti ad ottenere materiali più stabili nelle condizioni operative dei dispositivi fotovoltaici.