

Studio di dinamiche strutturali indotte da un riscaldamento ultraveloce nei Ghiacci Ih e VI

Candidato: Maria Taddei (maria.taddei@stud.unifi.it)

Relatore: Prof. Roberto Bini (roberto.bini@unifi.it)

Correlatore: Dott. Margherita Citroni (citroni@lens.unifi.it)

Questo lavoro di Tesi ha riguardato lo studio della dinamica strutturale del processo di fusione, indotta da un riscaldamento ultraveloce, di due fasi solide dell'acqua ovvero il Ghiaccio Ih e il Ghiaccio VI. L'importanza di questa indagine risiede nella caratterizzazione della transizione di fase in un regime temporale completamente inesplorato, che va dai nanosecondi ai millisecondi e che corrisponde a dimensioni delle particelle di fluido che evolvono da poche decine di nanometri ad alcuni micrometri. La tecnica che è stata messa a punto per seguire la transizione solido-liquido consiste nell'utilizzo di un sistema pump-probe. Impulsi IR della durata di pochi ps, con lunghezza d'onda risonante con una banda vibrazionale dell'acqua, sono stati inviati sul campione di ghiaccio, determinando un sovrariscaldamento e poi una fusione massiva per termalizzazione. L'evolversi della fusione è stato caratterizzato tramite la misura della trasmissione di luce laser in continua, a diverse lunghezze d'onda, la cui variazione di intensità è stata correlata al fenomeno di scattering di Mie e associata alla presenza di clusters d'acqua liquida, in crescita, all'interno della matrice cristallina circostante. L'analisi della dinamica ottenuta, ha permesso di caratterizzare l'evoluzione delle goccioline di fuso all'interno del cristallo. Una volta depositata l'energia sul campione, si formano, in corrispondenza delle disomogeneità del sistema, un certo numero di goccioline, direttamente proporzionale al quantitativo di energia rilasciata, determinando una concentrazione che si mantiene costante durante tutta la prima espansione del fuso. Nel momento in cui però le goccioline arrivano ad uno stato di impacchettamento massimo all'interno del volume irraggiato, coalescono e in questo modo portano ad una rapida diminuzione della loro concentrazione, mantenendo però il diametro in crescita. La quantità di fuso quindi aumenta gradualmente, con un diametro massimo delle goccioline trovato di $1.5 \mu\text{m}$, ma allo stesso tempo diminuisce la sua temperatura per il trasferimento di calore alla matrice di ghiaccio circostante, fino al punto in cui si ottiene una inversione del processo di crescita: nel regime dei millisecondi il cristallo è di nuovo completamente formato. Il processo di fusione risulta così procedere, nonostante sia parziale, tramite una dinamica molto lenta: il suo studio, per tempi e modifiche strutturali associate, rappresenta il modello dei sistemi legati a idrogeno. Di notevole importanza è la possibilità di confrontare, giocando su pressione e temperatura, l'influenza della diversa struttura cristallina di partenza.