

Analisi ottica e al microscopio a scansione di elettroni di spinelli prodotti su materiali extraterrestri in esperimenti di simulazione di ingresso in atmosfera di meteoriti

Relatore: Prof. Emanuele Pace (pace@arcetri.astro.it)

Candidato: Lorenzo Mugnai

I Micrometeoroidi rappresentano per la loro massa la principale popolazione di corpi minori del Sistema Solare entro 1 AU dal Sole. Questi oggetti hanno dimensioni comprese tra 10 μ m e 2mm e masse tra 10⁻⁶g e 10⁻³g.

Con un rate di $(4 \pm 2)10^4$ ton/anno, le Micrometeoriti e la polvere cosmica costituiscono il 99.5% del materiale extraterrestre che impatta sulla superficie della Terra: il loro studio diventa importante per comprenderne gli effetti sullo sviluppo del nostro pianeta. A questo fine sono state studiate le composizioni chimiche e strutturali delle Micrometeoriti. Le Condrule e gli Spinelli trovati sono indice di una fusione e di un rapido raffreddamento. Un'indagine su queste strutture può dirci molto sulla natura degli oggetti extraterrestri e sul loro attraversamento dell'atmosfera. Il contenuto e la forma delle Condrule ad esempio dipende fortemente dalle condizioni del luogo in cui si sono formate, mentre gli Spinelli, che nascono sulla crosta di queste sferule nell'attraversamento dell'atmosfera terrestre, ci parlano di questo loro ultimo tragitto.

In questa direzione non sono stati ancora sviluppati molti modelli: i più, basandosi sullo studio delle formazioni rinvenute nelle Meteoriti, trattano il fenomeno solo come un riscaldamento e solo recentemente si è iniziato a considerare come nel complesso abbiano un ruolo importante anche altri fenomeni, legati per lo più all'attrito con l'aria e agli impatti con le particelle che compongono l'atmosfera. In quest'ottica è stata effettuata una simulazione su un campione volta a riprodurre il fenomeno comprendendo gli effetti trascurati dagli altri modelli. L'esperimento è stato effettuato in una galleria del vento con aria pulsata riscaldata in occasione di un'altra Tesi triennale presentata presso l'Università degli Studi di Pisa.

Lo studio ha lo scopo di verificare se il livello di fusione raggiunta è tale da giustificare il rimescolamento chimico e la comparsa di strutture cristalline (Spinelli) rinvenute nei campioni raccolti in modo più completo rispetto alle simulazioni effettuate con semplice riscaldamento radiativo.

In questa Tesi vengono usate più tecniche di indagine, grazie alla disponibilità e alla collaborazione di più Enti di ricerca e istituti, per verificare i risultati dell'esperimento. Una prima indagine ottica suggerisce un certo livello di fusione raggiunto, ma solo un'osservazione al microscopio a scansione di elettroni rivela la formazione di Spinelli dendritici e la loro distribuzione uniforme su tutta la superficie. Lo studio locale di queste formazioni è un campo nuovo e si trovano scarse documentazioni in letteratura, così è stata tentata una catalogazione per forme, dimensioni e distribuzione. Un'analisi di spettroscopia Raman mostra poi un certo grado di uniformità nelle strutture molecolari, con risultati molto simili a quelli presenti in letteratura come spettri di Magnetite o Trevorite, due elementi del gruppo degli spinelli. Non mancano tuttavia regioni con spettri anomali e difficilmente identificabili lungo tutta la superficie della Micrometeorite. Durante uno studio di composizione con tecnica EDX, effettuata sempre con la strumentazione SEM, è stata poi campionata tutta la superficie, rivelando un rapporto costante degli elementi di riferimento e quindi confermando la natura della matrice del campione. In questa analisi sono stati inoltre identificati tutti gli elementi contaminanti introdotti sul campione durante o dopo la simulazione effettuata. La classificazione di questi elementi sarà importante per l'eventuale progettazione di un secondo esperimento, ai fini di migliorarne i risultati.

In conclusione si è visto che considerare altri fenomeni oltre al riscaldamento radiativo nell'ingresso in atmosfera di meteoriti, può spiegare la formazione di queste strutture meglio dei precedenti modelli, trattando un bilancio energetico più completo. In oltre sono stati mostrati i limiti dell'esperimento condotto e proposte migliorie e ulteriori studi da effettuare sul campione prima di esporlo alla simulazione, al fine di appoggiarsi anche a studi petrografici e modelli di fusione per predire la formazione di questi Spinelli Cosmici.