

# Fotoprocessamento della formammide ghiacciata: ulteriore passo verso la chimica prebiotica nello spazio

Candidato: Maria Angela Corazzi (maria.corazzi@stud.unifi.it)

Relatore: John Robert Brucato (jbrucato@arcetri.astro.it)

## Introduzione

La formammide ( $HCONH_2$ ) è la più semplice molecola contenente il legame peptidico; è un legame di tipo covalente responsabile dell'unione degli aminoacidi e della conseguente formazione di peptidi e proteine. Di conseguenza la formammide è una molecola di cruciale importanza per la chimica e fisica prebiotica nell'ambito delle affascinanti questioni aperte della scienza moderna sull'origine della vita [1]. Inoltre le reazioni chimiche di molecole come la formammide contenenti H, C, N e O sono considerate un plausibile percorso per la sintesi sulla Terra e nello spazio di biomolecole in condizioni prebiotiche [2]. Per queste ragioni la formammide è di grande interesse per astrochimici e astrobiologi e molti studi teorici e sperimentali sono stati effettuati per comprenderne le proprietà fisiche e chimiche in condizioni spaziali.

La formammide è stata per la prima volta rivelata in fase gassosa in Orion-KL, una regione attiva di formazione stellare, e SgrB2, una nube molecolare gigante ([3]; [4]), ma è plausibile che la formammide, osservata in fase gassosa, sia inizialmente adsorbita sulla superficie dei grani all'interno di regioni di formazione stellare e poi sublimi come conseguenza della radiazione proveniente dalle stelle.

## 1. Lavoro di laboratorio

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è lo studio delle proprietà fisico-chimiche della formammide in simulate condizioni astrofisiche come l'irraggiamento UV a bassa temperatura. In laboratorio abbiamo effettuato esperimenti a 63 K irraggiando con la lampada UV-Enhanced Xenon che è un buon simulatore della radiazione proveniente da stelle tipo sole. Sono state condotte due tipi di analisi. La prima è stata irraggiamento UV in situ di campioni di pura formammide e formammide adsorbita su vari minerali rilevanti in ambiente spaziale, come l'antigorite, la forsterite, lo spinello il  $TiO_2$  e la pirite, a 63 K e in regime di alto vuoto. Gli effetti dell'irraggiamento UV sono stati studiati attraverso la spettroscopia IR in riflettanza (FTIR) al fine di analizzare la fotostabilità della formammide in simulate condizioni spaziali. La seconda analisi è stata

effettuata in una camera a ultra-alto vuoto, UHV. Si è studiato il processo di irraggiamento UV in situ della formammide pura attraverso la spettrometria di massa e l'analisi delle curve Temperature Programmed Desorption (TPD). Abbiamo iniettato la formammide in una camera in regime di UHV facendola condensare sul dito freddo del criostato (63 K). Le molecole condensate sul dito freddo hanno formato un "film" che è stato soggetto a irraggiamento UV in situ.

Infine abbiamo riscaldato il dito freddo con un rate costante e abbiamo così studiato il processo di desorbimento della formammide e dei frammenti dovuti alla fotodissociazione.

## 2. Risultati

Si è trovato che quando la formammide è adsorbita su i silicati, la sezione d'urto del processo di degradazione è di  $\sigma \sim 10^{-20} cm^2$ , mentre quando è adsorbita su  $TiO_2$  e spinello è di  $10^{-19} cm^2$ . Nelle nostre condizioni sperimentali i silicati hanno protetto la molecola dalla degradazione UV. Dalle analisi di desorbimento termico si è trovato che la formammide pura e dopo irraggiamento UV si frammenta in  $NH_2$ ,  $HCO$  e  $CH_2NO$ . Questi frammenti sono più volatili e sublimano prima della formammide (in regime di UHV la formammide sublima a 220 K, mentre  $HCO$  e  $NH_2$  a 184 K e  $CH_2NO$  a 182 K). La temperatura di desorbimento dell'acqua è 180 K, quindi dai nostri esperimenti si evince che il desorbimento dei frammenti è guidato in larga parte dal comportamento dell'acqua che è la molecola più abbondante nello spazio. I risultati trovati per l'energia di desorbimento della formammide pura sono in accordo con quelli pubblicati da [5].

## Referenze

- [1] Saladino, R. et al. 2012, Chem. Soc. Rev., 41, 5526
- [2] Oparin, A. I. 1938, The Origin of Life, New York
- [3] Turner, B.E. 1991, ApJS, 76, 617
- [4] Nummelin, A. et al. 1998, ApJS, 117, 427
- [5] Chaabouni, H. et al. 2017, Astronomy and Astrophysics