



TU Chemnitz

FGLA

Deutsche
Forschungsgemeinschaft

DFG

TP 4



FSU Jena

Infrarot- und Ferninfrarot-Spektroskopie molekularer Ionen

S. Schlemmer, Universität zu Köln

Die meisten Moleküle zeigen ihre charakteristischen spektralen Fingerabdrücke im infraroten (IR) und submillimeter Wellenlängenbereich. Daher wird die Infrarot- und Millimeterspektroskopie vielfach zur Identifikation neuer Moleküle im Weltall verwendet. Aufgrund ihrer Wechselwirkung mit anderen Molekülen spielen Ionen, insbesondere positiv geladene, in der Astrochemie eine herausragende Rolle. Spektren dieser wichtigen Moleküle sind wegen ihres flüchtigen Charakters sowohl im Labor als auch im Weltall sehr schwer zu erhalten. In diesem Projekt wurde die Kombination eines 22-Pol Ionenspeichers mit abstimmbarer IR Laserstrahlung dazu benutzt, um Spektren astrophysikalisch relevanter Molekülionen zu bestimmen. Zur Erfassung dieser Spektren wurde die Tatsache ausgenutzt, dass Reaktionen der zu untersuchenden Ionen nach Lasereinstrahlung messbar schneller ablaufen.

Anhand der so erhaltenen Spektren wurde beispielsweise erstmals die Biegeschwingung des Acetylen-Ions ($C_2H_2^+$) experimentell bestimmt. Der Vergleich mit theoretischen Vorhersagen ist sehr gut und erlaubt ein besseres Verständnis der molekularen Schwingung für Systeme mit einer Kopplung zwischen der Bewegung der Elektronen und Atomkerne. Ebenso wurde erstmals ein weitreichendes IR-Spektrum des protonierten Methan (CH_5^+) bestimmt. Während das Methan ein wohlverstandenes Molekül mit klarer Struktur ist, macht die Addition eines Protons CH_5^+ zu einem sehr ungewöhnlich flexiblen Molekül, bei dem es fraglich war, ob es überhaupt eine eindeutige Struktur besitzt. Durch die Arbeiten in diesem Teilprojekt konnte geklärt werden, dass CH_5^+ aus einem CH_3 „Dreibein“ und einer H_2 Einheit besteht. Ebenso wurden sehr detaillierte Messungen des astrophysikalisch bedeutsamen protonierten Wasserstoffs, H_3^+ , durchgeführt. Vergleiche von Spektren für H_2D^+ , bei dem ein Proton durch das schwerere Deuteron ersetzt ist, mit höchstpräzisen Rechnungen zeigen Abweichungen von weniger als einem Teil in 10000. Die hochgenauen Messungen zeigen auf, wie diese Rechnungen noch weiter verbessert werden können, damit z.B. Vorhersagen von verlässlichen Sternatmosphären möglich sind. Hierdurch wird die Bedeutung sehr exakter Spektren für die Astrophysik bestätigt. Die sehr empfindliche Spektroskopiemethode der laserinduzierten Reaktion hat sich in diesem Teilprojekt zu einem universellen Werkzeug der IR Spektroskopie entwickelt.