



TU Chemnitz

FGLA

Deutsche
Forschungsgemeinschaft

DFG

TP 11



FSU Jena

Spektroskopie von astrophysikalisch relevanten Molekülen in der Gasphase und in ultrakalten Helium-Tröpfchen

Friedrich Huiskens, Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg

Dieses Projekt hatte zum Ziel, das Absorptionsverhalten von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) bei elektronischer Anregung im UV, Sichtbaren und nahen IR unter astrophysikalisch relevanten Bedingungen, d.h. bei tiefen Temperaturen und geringen Drücken, also möglichst in der Gasphase zu studieren. Die Untersuchungen sollten Auskunft darüber geben, inwieweit PAKs als Urheber der Diffusen Interstellaren Banden (DIBs), eines immer noch ungelösten astrophysikalischen Problems, in Frage kommen. Dazu wurden zwei experimentelle Ansätze gewählt. (1) Zum einen wurden die zu untersuchenden Moleküle in der Expansion eines Düsenstrahls abgekühlt und mit Hilfe eines empfindlichen laserspektroskopischen Verfahrens, der sogenannten *Cavity Ring-Down Spectroscopy* (CRDS) charakterisiert. Durch den Einsatz einer elektrischen Entladung am Ausgang der gepulsten Düsenstrahlquelle, konnten die ansonsten neutrale PAK-Moleküle ionisiert und damit auch als positiv geladene Moleküle (Kationen) studiert werden. (2) In einer zweiten Molekularstrahlapparatur wurden die PAKs in flüssige Heliumtröpfchen eingebettet. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass alle Freiheitsgrade auf einer konstanten Temperatur von 0.37 K eingefroren werden. Zwar werden die spektralen Fingerabdrücke durch die Wechselwirkung mit dem Helium etwas verschoben und verbreitert, doch ist dieser Effekt bei weitem geringer als in konventionellen kryogenen Matrizen.

Nachdem wir einige kleinere neutrale PAKs wie Anthracen, Phenanthren und Pyren untersucht hatten, konzentrierte sich unser Interesse auf positiv geladene PAK-Moleküle (PAK-Kationen), die wegen der vorherrschenden UV-Strahlung häufiger im interstellaren Medium vorkommen sollten als ihr neutralen Partner. Erfolgreiche Experimente wurden für die Kationen von Naphthalen und Anthracen durchgeführt. Die Spektren sind durch singuläre Banden gekennzeichnet, die sehr breit erscheinen. Dies kann nur teilweise darauf zurückgeführt werden, dass die Vibrationen in der Expansion unzureichend gekühlt werden. Es scheint vielmehr der Fall zu sein, dass Kationen-Spektren generell sehr breit sind und dass neutrale PAKs bessere DIB-Kandidaten darstellen.

Als größere neutrale PAKs wurden erstmalig die Spezies 2,3-Benzofluoren und Benzo[ghi]perylen im Molekularstrahl untersucht. Die Spektren sind durch einen Satz von schmalen Absorptionsbanden charakterisiert, die der Anregung von vibronischen Zuständen zuzuordnen sind. Ein Vergleich mit astronomischen Daten zeigt wiederum, dass diese Spezies ebenfalls nicht als Träger der DIBs in Frage kommen.

Parallel zu den Studien in der Gasphase wurden Heliummatrixexperimente durchgeführt, indem die gleichen PAKs in Heliumtröpfchen eingebettet wurden. Die erfolgte Absorption wurde mit Hilfe der laserinduzierten Fluoreszenz oder durch das Abdampfen von Heliumatomen (Depletion-Spektroskopie) nachgewiesen. Obwohl

die Absorptionslinien durch die Wechselwirkung etwas verschoben und verbreitert werden, hat die Methode wesentliche Vorteile der Matrixspektroskopie übernommen wie z.B. das Vorherrschen einer einzigen Temperatur für alle Freiheitsgrade und die Möglichkeit, auch Moleküle zu studieren, deren Dampfdruck für Gasphasenexperimente zu gering ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit den vorliegenden Untersuchungen keine Kandidaten für die Diffusen Interstellaren Banden gefunden wurden. Die Arbeiten haben ergeben, dass, wenn überhaupt PAKs in Frage kommen, diese wohl doch eher neutral sind und mehr als zwanzig Kohlenstoffatome enthalten sollten. Alle bisherigen Untersuchungen wurden mit PAKs durchgeführt, die mit nass-chemischen Methoden synthetisiert wurden. Es wird vorgeschlagen, in Zukunft pyrolytische Gasphasen-Syntheseverfahren (Verbrennung, Laserpyrolyse) einzusetzen, um Spezies herzustellen, die den harschen Strahlungsbedingungen des interstellaren Raumes widerstehen können. Auch sollte angestrebt werden, wesentlich größere PAKs in die Studien mit einzubeziehen.