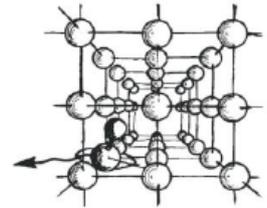




Vorlesungsankündigung

Wintersemester 2012/13



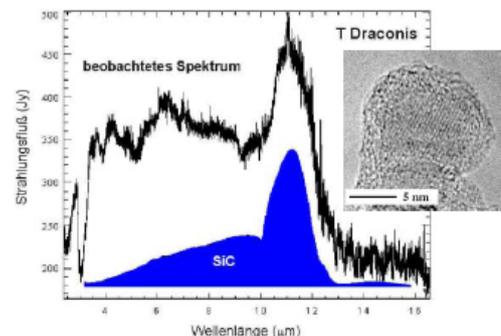
Dr. Harald Mutschke / Dr. Cornelia Jäger / Prof. Dr. Friedrich Huisken

Laborastrophysik/Astromineralogie



In dieser Vorlesung werden Grundlagen und Methoden der Laborastrophysik vorgestellt. Dieses interdisziplinäre Gebiet befasst sich zum einen mit der Simulation von astrophysikalischen Prozessen, die im interstellaren und zirkumstellaren Raum auftreten und deren „Objekte“ z.B. Ionen, Moleküle, Nanopartikel und Staubteilchen sind. Zum anderen werden spektroskopische Messungen an solchen Objekten durchgeführt, um Vergleichsdaten für die Interpretation der astronomischen Beobachtungen zu gewinnen.

Nach einer Einführung in das Gesamtgebiet behandelt die Vorlesung ausgehend vom Kreislauf der galaktischen Materie die Eigenschaften der kosmischen Staubteilchen und die Prozesse, die zur Herausbildung ihrer mineralogischen Zusammensetzung führen. Laborexperimente, die solche Prozesse simulieren, wie z.B. Kondensations- und Bestrahlungsexperimente werden diskutiert. Des Weiteren werden die astronomischen Beobachtungen und andere Informationsquellen beschrieben, die zu unserer Kenntnis dieser Zusammenhänge geführt haben, insbesondere kommen die Erkenntnisse der Sonnensystemforschung und Meteoritenkunde zur Sprache. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf den optischen Eigenschaften kleiner Festkörperpartikel (Mie-Theorie) und ihrer Anwendung bei der Interpretation neuer astronomischer Beobachtungen und spektroskopischer Labormessungen.



Für die Vorlesung sind Grundlagenkenntnisse in Astronomie, Optik, Quantenmechanik und Festkörperphysik empfehlenswert.

Ort: Hörsaal Sternwarte, Schillergäßchen 2

Zeit: dienstags 10:15 - 11:45

Beginn: 16. Oktober 2012

Lernziele / Kompetenzen :

- Kenntnisse über interstellare, zirkumstellare und interplanetare Materie und Prozesse
- Konzeption von astrophysikalischen Laborexperimenten,
- (Molekül-) und Festkörperspektroskopie,
- optische Eigenschaften von Nanoteilchen und Festkörperpartikeln
- Praktikum Astromineralogie (fakultativ)

Inhalt:

- Moleküle und Staubteilchen im Weltall (Elementhäufigkeit, Materiekreislauf, Beobachtungen)
- Mineralogie kosmischer Staubpartikel (Kondensation, Zeitskalen, Kristallisation und Amorphisierung, wichtige Minerale)
- Feste Materie des Sonnensystems (Meteoriten, Kometenstaub, präsolare Teilchen)
- Optische Materialeigenschaften (Wechselwirkungen und Modelle, inhomogene Medien, Temperaturabhängigkeit, Messung)
- Emission, Absorption und Streuung elektromagnetischer Strahlung durch Partikel (Mie-Theorie)
- Erzeugung und Analytik von Nanopartikeln und anderen Analogmaterialien im Labor

Literatur:

- Krügel, "The Physics of Dust", IOP 2003
- Henning (ed.), "Astromineralogy", Lecture Notes in Physics, Springer 2003
- Heide, Wlotzka, "Meteorites", Springer 1995
- Kuzmany, „Festkörperspektroskopie“, Springer 1990
- Bohren & Huffman, „Absorption and Scattering of Light by Small Particles“, Wiley 1983
- Van de Hulst, "Light Scattering by Small Grains", Wiley 1957
- Ehrenfreund u.a. (eds.), Laboratory Astrophysics and Space Research, Kluwer 1998

0. Einführung

0.1. Begriffsbestimmung Laborastrophysik

- kein klar definiertes Wissenschafts-Gebiet
- meist interdisziplinär (Astrochemistry, Astromineralogy)
- Untersuchung und Simulation physikalisch-chemischer Elementar-Prozesse vorwiegend in interstellaren/zirkumstellaren Gebieten
- Messung von Daten für astrophysikalische Anwendungen

→ Anpassung an aktuelle astrophys. Fragestellungen, aber auch fundamentale Physik/Chemie (z.B. Chemie bei sehr tiefen Temperaturen)

Motivation

- Beobachtungen manchmal ohne neue Daten nicht interpretierbar
- Prozesse (Dynamik, Chemie, Strahlungseinwirkung, Verdampfung, Kondensation, Ionisation, Agglomeration, energiereiche Stöße) müssen modelliert werden ← Daten
- Spektroskopische Rätsel (DIBs, UIBs, ERE, „UV-Hump“) ungelöst
- Ziel: Verstehen der Entstehung von Sternen, Planeten, des Lebens

0.2. Astronom. Forschungsgebiete mit starken Verbindungen zur Laborastrophysik

- kühle Atmosphären von Sternen (Riesensterne), Braunen Zwergen, Planeten
- interstellare Wolken, insb. Molekülwolken / Sternentstehung
- Akkretionsscheiben junger Sterne / Planetenentstehung
- Sonnensystem, Planeten, Kleinkörper, Meteoriten, Kometen, interplanetarer Staub
- Extrasolare Planetensysteme, Debrisscheiben
- Astrobiologie

Neuer:

- Planeten- und Sterninneres, Seismologie
- Hochenergetische Prozesse: Stoßwellen, Jets, Magnetfelder

0.3. Historisches zur Laborastrophysik

1. Name "Laboratory Astrophysics" by *J. Mayo Greenberg* (1922-2001), 60er Jahre Mikrowellenstreuung (Optik-Analogexperiment) in Albany (NY), heute noch in Gainesville (FL)
2. NASA Astrochemistry Branch am Goddard Research Center unter *Bertram Donn*, spektroskopische Messungen an Molekülen und Festkörpern, Kondensationsexperimente
z.B. Donn et al., „Measured Extinction efficiency of graphite grains“, 1968
3. Optik kleiner Festkörperpartikel (*H.C. van de Hulst, D.R. Huffman*) angewendet auf interstellare Staubteilchen, Labormessungen von Huffman und Mitarbeitern an der Univ. of Arizona
z.B. Huffman & Stapp, „Optical measurements on solids of possible interstellar importance“, 1972
4. **erste Meetings:**
 - 1968 International Conference on Laboratory Astrophysics, Lunteren, NL
 - 1972 "Interstellar Dust and Related Objects" IAU Symp. 52, Albany, NY
 - 1974 Cardiff Symposium "Solid State Astrophysics"
5. **weitere Entwicklung**
 - Greenbergs "Laboratory Astrophysics Group" ab Mitte der 70er in Leiden (NL) – UV-Bestrahlung von H₂O/CO/CH₃OH-Eis → Photochemie → org. Moleküle → „yellow stuff“
 - Schüler Greenbergs bei NASA Ames (CF), CNRS Paris Orsay
 - Schüler Donns bei NASA Goddard (ML)
 - Gruppen in Lecce, Catania, Neapel (Italien)
 - Gruppen in Tokio, Kobe, Kyoto, Sapporo
 - Deutschland: MPIK Heidelberg – Meteoriten, IDPs und Impakte (Fechtig, Grün, Jessberger, Krätschmer), MPIC Mainz (Ott, Hoppe)
6. **weitere Meilensteine**
 - 1988 Int. Workshop Capri „Experiments on Cosmic Dust Analogs“, (ed. E. Bussoletti)
 - 1989 IAU Symposium 135 „Interstellar Dust“, (ed. L. Allamandola, A. Tielens)
 - 1995 Symposium "Future trends in Laboratory Astrophysics", Bonn
 - 2003 Int. Conference "Astrophysics of Dust", Estes Park (ed. A. Witt et al.)
 - 2008 Int. Conference "Cosmic Dust - Near and Far", Heidelberg (ed. Henning et al.)
 - 2011 1st European Conference on Laboratory Astrophysics, Gründung einer Kommission ("Task Force") für Laborastrophysik
7. **Jena**
 - 1967 Vorschlag eines Staubmodells aus meteoritischen Silikaten (Dorschner)
 - 1976 „Experimental studies on the 10µm interstellar absorption band“, (Dorschner)
 - 1992-1996 MPG-AG „Staub in Sternentstehungsgebieten“ (Henning, Labor: Dorschner, Blum)

- 2000-2006 DFG-Forschergruppe „Laborastrophysik“ Chemnitz-Jena
- heute zwei Laborastrophysikgruppen am AIU und IFK
- seit 2010 DFG-Schwerpunktprogramm „The first 10 Million years of the Solar System – a planetary materials approach“, 5 Projekte in Jena
- seit 2012 DFG-Schwerpunktprogramm “Physik des Interstellaren Mediums“, 2 Projekte in Jena

0.4. Astro–Labors heute (Beispiele)

- Astrochemistry Laboratory NASA Goddard Space Flight Center
(Laboratory for Extraterrestrial Physics)
<http://www-691.gsfc.nasa.gov>
 - Cosmic Ice (Photochemistry)
 - Astrobiology Analytical Laboratory
 - (High-temperature chemistry, nucleation phenomena)
- Earth & Planetary Materials Group Osaka/Kyoto
http://astrogranma.ess.sci.osaka-u.ac.jp/top_E.html
 - Astronomical Mineralogy
 - Infrared Astronomy
 - Solid-State Spectroscopy
- Raymond & Beverly Sackler Lab. for Astrophysics Leiden
<http://www.strw.leidenuniv.nl/~lab>
 - Interstellar ice analogs (spectroscopy, chemistry, photoprocessing)
 - Gas phase spectroscopy of molecular transients of interstellar interest
- Arbeitsgruppe Planetenentstehung, IGEP Braunschweig
<http://www.igep.tu-bs.de/forschung/planetenentstehung/index.html>
 - Staubteilchen-Agglomeration (Haft- und Reibungskräfte, Haftwahrscheinlichkeiten)
 - Hochporöse Staubagglomerate
 - Simulation der Chondrenentstehung
 - ISS-Experiment ICAPS (Interactions in Cosmic and Atmospheric Particle Systems)
- Laboratory Astrophysics group, Uni Köln (1. Phys. Inst.)
<http://www.ph1.uni-koeln.de/node/119>
 - Interstellar Molecules
 - High Resolution Spectroscopy
 - Collision Dynamics (Molecules)

- Laboratory Astrophysics and Cluster Physics group IFK Jena
<http://www.astrolab.uni-jena.de/>

- Laser-induced production of clusters and nanoparticles
- Structural modification by Ion and UV irradiation
- Photoluminescence of nanoparticles
- Spectroscopy of molecules in jet expansions
- Spectroscopy of molecules and clusters in He-droplets

- Astrophysik /-mineralogie-Labor AIU Jena
<http://www.astro.uni-jena.de/index.php/laboratory.html>

- Optics and spectroscopy of dust particles
- Synthesis of dust analog materials
- Structural modifications of solids by UV, ions, heat

- The Astrophysics & Astrochemistry Lab, NASA Ames
<http://www.astrochem.org/>

- Ice and Planetary Science group Sapporo
<http://risu.lowtem.hokudai.ac.jp>

- Earth and Planetary Science Department Tokyo
<http://www-sys.eps.s.u-tokyo.ac.jp>

- Astrochemistry and Origins group at IAS Orsay
<http://www.ias.u-psud.fr>

- Nanometric Structures group, CEA Saclay
<http://www-lfp.cea.fr/>

Typische Experimente:

- Laserspektroskopie (Moleküle, Cluster)
- Massenspektrometrie zur Analyse von Reaktionsprodukten
- Fluoreszenz (spektroskopisch, zeitaufgelöst)
- Infrarotspektroskopie (Moleküle, Staub)
- Kondensationsexperimente (Nanopartikel)
- Stoßexperimente (Staubwachstum oder Fragmentation)
- Bestrahlungsexperimente (Ionen, UV-Strahlung)
- hohe / tiefe Temperaturen, Phasenübergänge

- neuer:
 - Plasmajets, Magnetfelder, und Stoßwellen z.B. mit high-power-Lasern
 - Hochdruckexperimente