

В феврале-марте 2012 г. в ИКИ РАН пройдет курс лекций

проф. В.А.Краснопольского

(Католический университет США; МФТИ)

**СПЕКТРОСКОПИЯ И ФОТОХИМИЯ
ПЛАНЕТНЫХ АТМОСФЕР**

Первая вводная лекция состоится

8 февраля 2012г. (среда), 15:00

Центр Отображения ИКИ РАН

Приглашаются аспиранты, студенты МФТИ, МГУ и все желающие!!!

Курс лекций проф. В.А. Краснопольского

СПЕКТРОСКОПИЯ И ФОТОХИМИЯ ПЛАНЕТНЫХ АТМОСФЕР

Спектроскопия является основным инструментом дистанционного исследования планетных атмосфер, применяемым в наблюдениях наземными телескопами, орбитальными и авиационными обсерваториями, зондировании с помощью межпланетных автоматических станций. Численное моделирование химического состава планетных атмосфер с помощью фотохимических моделей является, в свою очередь, наиболее мощным методом теоретического анализа и интерпретации наблюдаемых данных. Настоящий курс совмещает экспериментальные и теоретические подходы к изучению химического состава атмосферы, что является ключевой проблемой исследований для каждой планеты.

ПРОГРАММА КУРСА

1. Введение

Свойства планет и их атмосфер. Водородно-гелиевые, углекислые и азотно-метановые атмосферы в Солнечной системе. Барометрическая формула, турбулентное перемешивание и молекулярная диффузия. Уравнение теплового баланса, его решение для термосферы. Экзобаза, тепловое, нетепловое и гидродинамическое убегание. Химический состав атмосферы и его связь с происхождением, эволюцией и космогеохимическими циклами планеты. Основные методы исследования химического состава атмосферы: спектроскопия, масс-спектрометрия, газовая хроматография. Спектроскопия поглощения и эмиссионная спектроскопия. Основы фотохимического моделирования.

2. Атомная спектроскопия

Базовые положения квантовой механики. Уравнение Шредингера. Состояния водородоподобного атома. Типы переходов, вероятности переходов, правила отбора. Спектры водородоподобного атома. Многоэлектронные атомы: принцип Паули, спин-орбитальное взаимодействие, уровни энергии, правила отбора.

3. Молекулярная спектроскопия

Симметрия и спектроскопия. Вращательные уровни и вращательные спектры. Колебательные уровни и колебательно-вращательные спектры. Правила отбора, P, Q, R-ветви. Вращательная температура, изотопический сдвиг. Электронные состояния двухатомных молекул, их спектры. Системы и прогрессии полос. Интенсивность полос, принцип Франка-Кондона. Колебательно-вращательный спектр CO₂.

4. Наблюдения спектров планет.

Контур спектральных линий. Спектроскопические базы данных. Наблюдаемые и синтетические спектры планет. Допплеровский сдвиг. Спектроскопия высокого разрешения. Наземные, авиационные и орбитальные обсерватории, межпланетные

зонды. Фурье-спектрометры, спектрометры с длинной щелью. Гетеродинные спектрометры в ИК, терагерцовом и микроволновом диапазонах. Диодная лазерная спектроскопия. Внутривибрационная спектроскопия.

5. Солнечное излучение и фотохимический эффект.

Основные сведения о Солнце: фотосфера, минимум температуры, хромосфера, корона. Спектр излучения Солнца. Фотодиссоциация, фотоионизация, диссоциативная ионизация, дневное свечение атмосферы. Процессы фотоэлектронной диссоциации, ионизации и возбуждения. Резонансное рассеяние и флуоресценция.

6. Столкновения и химические реакции.

Двойные и тройные столкновения: приближение жестких сфер. Коэффициенты скорости реакций. Модель центробежного барьера. Экзотермические и эндотермические реакции. Реакции, запрещенные по спину и по четности. Столкновительные комплексы, энергия активации. Диссоциативная и радиационная рекомбинация. Хемилюминисцентные реакции и ночные свечения атмосфер. Реакции метастабильных соединений. Термохимические реакции и термохимическое равновесие. Прямые и обратные реакции.

7. Фотохимическая задача и ее решение.

Фотохимическая задача как система одномерных уравнений непрерывности в сферически-симметричной атмосфере. Выбор компонент, их реакций и коэффициентов скорости. Входные данные: профиль температуры, коэффициенты турбулентной и молекулярной диффузии, граничные условия. Сохранение масс элементов и граничные условия. Конечно-разностные аналоги уравнений непрерывности, их решение с помощью итераций.

8. Спектроскопия и фотохимия атмосфер отдельных планет

- a) Марс; b) Венера; c) Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун; d) Титан, Тритон и Плутон.

Литература

- Yung, Y.L., DeMore, W.B., 1999. Photochemistry of Planetary Atmospheres. Oxford Univ. Press, Oxford - New York.
- Chamberlain, J.W., Hunten, D.M., 1987. Theory of Planetary Atmospheres (second edition). Academic Press, Orlando.
- Krasnopolsky, V.A., 1987. Physics of Planetary and Cometary Airglow. Nauka, Moscow.
- Krasnopolsky, V.A., 1986. Photochemistry of the Atmospheres of Mars and Venus. Springer-Verlag, Berlin – New York.