

ПРОГРАММА

курса лекций «**Лазерная химия**» для магистрантов Химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

Основные представления в лазерной химии

Лазерное излучение.

Лазерный синтез и лазерное управление химическими реакциями:

- а) инициирование реакций и изменение их параметров,
- б) детектирование и исследование промежуточных и конечных продуктов,
- с) механизмы и элементарные акты химических реакций.

Лазер – источник мощного, монохроматического излучения

Введение. Энергетические состояния атомов и молекул, систематика состояний и правила отбора. Спектры поглощения, спонтанного и вынужденного испускания. Вероятности переходов. Коэффициенты Эйнштейна и сечения переходов. Силы осцилляторов. Безызлучательные переходы. Времена жизни возбужденных состояний. Механизмы уширения спектральных линий.

Принципы работы лазеров. Активные лазерные среды. Методы создания инверсии населенностей лазерных сред. Лазерные резонаторы. Перестройка частоты генерации лазера. Методы модуляции добротности резонатора. Режимы работы лазеров (непрерывный, импульсный). Перестройка частоты лазерного излучения. Применение нелинейных кристаллов (удвоение частоты, оптический параметрический генератор).

Основные характеристики лазерного излучения (интенсивность, монохроматичность, когерентность, поляризация, направленность). Сравнение лазерных и традиционных (долазерных) источников света.

Типы лазеров. Твердотельные (неодимовый, рубиновый, титан-сапфировый, полупроводниковый); жидкостные (на растворах органических красителей); газовые (гелий-неоновый, ионные, азотный, CO₂ лазер, медный, эксимерные). Кольцевые лазеры. Фемтосекундные лазеры. Химические лазеры.

Техника безопасности при работе с лазерами.

Взаимодействие лазерного излучения с атомами и молекулами

Насыщение оптического перехода. Многофотонные переходы и многофотонная ионизация. ИК резонансная, селективная фотохимия молекул (колебательный квази-континуум, стохастизация колебательной энергии, фотоионизация и фотодиссоциация молекулы в мощном электромагнитном поле). Взаимодействие молекул с лазерным излучением фемтосекундной длительности (волновые пакеты, динамика молекулярных колебаний и элементарные акты химической реакции).

Применение лазеров

Лазеры в химии. Селективность возбуждения атомов и молекул в многокомпонентной среде. Процессы потери селективности и методы ее повышения. Лазерная искра.

ИК лазерная фотохимия (межмолекулярная селективная химия, разделение изотопов). Глубокая очистка веществ. Лазерная термохимия (тепловое стимулирование химических реакций). Создание высокотемпературных гомогенных сред (без участия стенок реактора). Импульсный фотолиз.

Взаимодействие мощного излучения с поверхностью твердого тела (лазерная абляция и синтез функциональных материалов). Лазерная обработка материалов. Синтез мелкодисперсных порошков и наночастиц.

Химия плазмы, индуцированной мощным лазерным излучением.

Фемтохимия. Кинетика сверхбыстрых реакций. Когерентное управление химическими реакциями.

Лазеры в спектроскопии. Результаты применения лазеров в спектроскопии (улучшение отношения регистрируемых сигналов к шуму, достижение сверхвысокого разрешения в спектрах, реализация новых спектроскопических методов, возможность исследования сверхбыстрых процессов в химических системах, получение прецизионной информации о строении атомов и молекул).

Лазеры в аналитической химии Результаты применения лазеров в аналитической химии (реализация высокоселективных и сверхчувствительных методов определения элементов и соединений в различных объектах).

Применение лазеров в биологии и медицине.

Рекомендуемая литература:

Звелто О. Принципы лазеров. Изд.4-е. Спб.: Лань, 2008.

Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Изд. 2-е. М.: УРСС, 2001.

Летохов В.С. Нелинейные селективные фотопроцессы в атомах и молекулах. М.: Физматгиз, 1983.

Demtroder W. Laser spectroscopy. 4th Edition. Berlin: Springer Verlag, 2008.

Саркисов О.М., Уманский С.Я. Фемтохимия // Усп. химии. 2001. Т.70. №6. С.515—538.

Telle H. H., Gonzalez A., Donovan R. J. Laser Chemistry: Spectroscopy, Dynamics and Applications. John Wiley, 2007.

Дополнительная литература:

Молин Ю.Н., Панфилов В.Н., Петров А.К. Инфракрасная фотохимия. Новосибирск: Наука, 1985.

Laser Processing of Materials. Fundamentals, Applications and Developments. Ed. by P. Schaaf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.

Шишковский И.В. Лазерный синтез функционально-градиентных мезоструктур и объемных изделий. М.: Физматлит., 2009.

Lasers in Chemistry. Ed. by M. Lackner. Wiley-Interscience, 2008.