

Дисциплина: Современные концепции естествознания



1797

Лекция 7.

Концептуальные основы современной химии.
Синергетика и самоорганизация.



Специфика химии как науки

Химия – наука о составе, внутреннем строении и превращении вещества, а также о механизмах этих превращений.

- получение веществ с заданными свойствами;
- выявление способов управления свойствами вещества

История развития химии:

- 17 в. – представление о составе вещества;
- 19 в. – структурная химия;
- 20 в. – представление о химических процессах;
- Середина 20 в. – эволюционная химия



Представление о составе вещества

Первый уровень химического знания, на котором решаются проблемы: химического элемента, химического соединения и создание новых материалов.

Концепция химического элемента. *Химическим элементом* называют все атомы, имеющие одинаковый заряд ядра. Особой разновидностью химических элементов являются изотопы, в ядрах которых одно и то же количество протонов, отличаются числом нейтронов.

Концепция химических соединений. Под *химическим соединением* понимают определенное вещество, состоящее из одного или нескольких химических элементов, обладают устойчивой структурой. Различают простые и сложные вещества.



Структурная химия

Второй уровень химического знания. Свойство вещества и их качественное разнообразие обусловлены не только составом элементов, но и структурой их молекул.

Структура – устойчивая упорядоченность качественно неизменной системы.

Качественное разнообразие веществ растительного и животного происхождения велико, а состав однообразен, они состоят из нескольких элементов-органогенов (углерода, водорода, кислорода, серы, азота, фосфора)



Широкое разнообразие органических соединений связано с явлениями изомерии и полимерии.

Установлена связь между структурой молекул и реакционной способностью веществ.

Появилась возможность для целенаправленного качественного преобразования веществ, для создания схемы синтеза любых химических соединений.



Представление о химических процессах

Третий уровень химических знаний. Представление о химических процессах, в которых учитываются изменение свойств вещества под влиянием температуры, давления, растворителей и других факторов. Задачей химиков становится умение управлять химическими процессами. Управление химическими процессами можно подразделить на термодинамические (влияют на смещение химического равновесия реакции) и кинетические (влияют на скорость протекания химической реакции).

Четвертый уровень химического знания. Под эволюционными процессами в химии понимают процессы самопроизвольного синтеза новых химических соединений. Эволюционную химию называют предбиологией, наукой о самоорганизации и саморазвитии химических систем.



Два подхода к анализу предбиологических систем: субстратного и функционального.

Результатом субстратного подхода стала информация об отборе химических элементов и структур.

Факторы, определяющие отбор химических элементов при формировании органических систем: способность образовывать прочные и энергоемкие связи; способность образовывать лабильные (изменчивые) связи.



1797

Синергетика (содействие, сотрудничество, взаимное усиление) - новая междисциплинарная естественно-научная дисциплина, важнейшая составляющая современной научной картины мира.

Синергетика (от др.-греч. συν- — приставка со значением совместности и ἔργον «деятельность»), или теория сложных систем — междисциплинарное направление науки, изучающее общие закономерности явлений и процессов в сложных неравновесных системах (физических, химических, биологических, экологических, социальных и других) на основе присущих им принципов самоорганизации.



1797

Появление структур трактуется синергетикой как всеобщий механизм повсеместно наблюдаемого в природе направления эволюции: от элементарного и примитивного — к сложносоставному и более совершенному.

С мировоззренческой точки зрения *синергетику* иногда позиционируют как *«глобальный эволюционизм»* или «универсальную теорию эволюции», дающую единую основу для описания механизмов возникновения любых новаций, одинаково пригодная для описания любых операций регулирования и оптимизации: в природе, в технике, в обществе и т. д.



1797

Г. Хакен ввел термин «синергетика»; предлагает рассматривать синергетику как описание большого количества систем, состоящих, в свою очередь, из подсистем, и в такой сложной иерархической структуре очень важны процессы установления связей, взаимодействия, совместного выживания.

Идеи синергетики:

1. Процессы разрушения и созидания, деградации и эволюции во Вселенной имеют объективный характер.
2. Процессы созидания, т.е. нарастания сложности и упорядоченности, имеют единый алгоритм, независимо от природы систем, в которых они осуществляются.



1797

Хаотическое состояние содержит в себе **неопределенность** – **вероятность и случайность**, которые описываются с помощью понятий **информации и энтропии**.

Энтропия - мера неупорядоченности системы; в закрытых системах, т.е. таких, которые не способны к обмену веществом, энергией и информацией, энтропия необратимо возрастает и достигает максимума в состоянии термодинамического равновесия. С точки зрения синергетики термодинамическое равновесие является состоянием, наименее вероятным для образования новых структур, т.е. самоорганизации, потому что энтропия, достигшая максимума, означает наиболее беспорядок для этой системы.



1797

Зародышем самоорганизации служит «вероятность» - упорядоченность возникает через *флуктуации*, устойчивость через неустойчивость.

Достигшая критических параметров система из состояния сильной неустойчивости как бы «сваливается» в одно из многих возможных новых для нее устойчивых состояний. В этой точке, которая называется *«точкой бифуркации»* эволюционный путь системы как бы разветвляется, т.е. система выбирает новый путь развития и при этом переходит в качественно новое состояние. Этот процесс перехода является необратимым – возврат в первоначальное состояние невозможен.



1797

Условия процесса самоорганизации:

1. Система должна быть открытой, т.е. способной обмениваться с другими системами веществом, энергией, информацией, и далеко отстоящей от состояния термодинамического равновесия. Поэтому очень часто синонимом синергетики считают неравновесную термодинамику.
2. Необходимо, чтобы порядок возникал благодаря флуктуациям, т.е. изменениям системы или «отклонениями» в разные стороны.
3. Важнейшим условием является наличие в системе положительной обратной связи.
4. Необходимым также является достижение системой некоторых критических размеров, способствующих и усиливающих кооперативное поведение системы.



1797

Синергетика объясняет процесс самоорганизации в сложных системах следующим образом:

- Система должна быть открытой. Закрытая система в соответствии с законами термодинамики должна в конечном итоге прийти к состоянию с максимальной энтропией и прекратить любые эволюции.
- Открытая система должна быть достаточно далека от точки термодинамического равновесия. В точке равновесия сколь угодно сложная система обладает максимальной энтропией и не способна к какой-либо самоорганизации. В положении, близком к равновесию и без достаточного притока энергии извне, любая система со временем ещё более приблизится к равновесию и перестанет изменять своё состояние.
- Самоорганизация, имеющая своим исходом образование через этап хаоса нового порядка или новых структур, может произойти лишь в системах достаточного уровня сложности, обладающих определённым количеством взаимодействующих между собой элементов, имеющих некоторые критические параметры связи и относительно высокие значения вероятностей своих флуктуаций (случайные отклонения).



1797

- Этап самоорганизации наступает только в случае преобладания положительных обратных связей, действующих в открытой системе, над отрицательными обратными связями. Функционирование динамически стабильных, неэволюционирующих, но адаптивных систем — а это и гомеостаз в живых организмах и автоматические устройства — основывается на получении обратных сигналов от рецепторов или датчиков относительно положения системы и последующей корректировки этого положения к исходному состоянию исполнительными механизмами.
- Самоорганизация в сложных системах, переходы от одних структур к другим, возникновение новых уровней организации материи сопровождаются нарушением симметрии. При описании эволюционных процессов необходимо отказаться от симметрии времени, характерной для полностью детерминированных и обратимых процессов в классической механике.



Задания для внеаудиторной работы

1. Что является объектом изучения химии?
2. Какое из фундаментальных взаимодействий реализуется в химической связи. Обоснуйте свой ответ?
3. Используя информационные ресурсы выясните, что является предметом изучения эволюционной химии? Каковы ее закономерности?



Литература

- 1) Горелов, А. А. Концепции современного естествознания: учеб. пособие / А. А. Горелов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт ; ИД Юрайт, 2011. — 345 с. — (Основы наук).
- 2) А. П. Садохин Концепции современного естествознания. Учебное пособие. 2008
- 3) Концепции современного естествознания Под редакцией Л. А. Михайлова Изд-во: Питер, 2008