

1. Где и когда жил и какой вклад в химию внес...

Амедео Авогадро

Время и место научной деятельности – начало XIX в., Италия

Концепция “витализма” – все вещества, составляющие организмы животных и растений, образуются в них под действием “жизненной силы”.

Атомно-молекулярное учение – понятие о молекуле как о наименьшем количестве вещества, вступающем в химическое взаимодействие, и состоящей из одинаковых или различных атомов.

Закон, согласно которому в одинаковых объемах газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое количество молекул (закон Авогадро)

Атомные веса кислорода, углерода, азота, хлора и ряда других элементов

Атомный состав молекул воды, водорода, кислорода, азота, аммиака, оксидов азота, метана, этилового спирта, этилена и других

Именем Авогадро названа универсальная постоянная – число молекул (точнее, число формульных единиц) в одном моле химического вещества

Сванте Аррениус

Время и место научной деятельности – конец XIX в., Швеция

Теория электролитической диссоциации

Зависимость скорости реакции от температуры (уравнение Аррениуса), понятие энергии активации

Марселен Берглю

Время и место научной деятельности – середина XIX в., Франция

Органический синтез: получил нафталин, бензол, фенол разложением кислородсодержащих веществ, получил метан из сероуглерода и сероводорода, синтезировал аналоги стеарина, пальмитина, олеина и других жиров, гидратацией этилена в присутствии серной кислоты впервые получил синтетический этиловый спирт, синтезировал муравьиную кислоту из воды и оксида углерода и на основе ацетиленов – ряд ароматических углеводородов, предложил общий метод восстановления органических соединений иодоводородом

Окончательное опровержение теории витализма (“химия не нуждается в жизненной силе”)

Принцип наибольшей работы (принцип Берглю–Томсена); понятия экзо- и эндотермической реакции; калориметрические измерения, калориметрическая бомба

Йёнс Якоб Берцелиус

Время и место научной деятельности – первая половина XIX в., Швеция

Обозначения химических элементов и первые химические формулы

Открыл церий, селен, торий; впервые получил в свободном состоянии кремний, титан, тантал, цирконий

Экспериментальная проверка законов постоянства состава и кратных отношений

Определение атомных весов 45 элементов; таблица атомных весов

Термины “катализ” и “каталитическая сила”

Представления об изомерии и полимерии

Представление об аллотропии

Роберт Бойль

Время и место научной деятельности – середина XVII в., Англия

Понятие анализа состава тел, применение индикаторов для определения кислот и щелочей

Корпускулярная теория: представления о первичных корпусулах как элементах и о вторичных корпусулах как смешанных телах

Газовый закон $pV = \text{const}$ (закон Бойля–Мариотта)

Получение ацетона из ацетата калия, новый способ получения фосфора, получение фосфорной кислоты и фосфористого водорода

Определяющая роль эксперимента

Якоб Хендрик Вант-Гофф

Время и место научной деятельности – конец XIX в., Голландия

Тетраэдрическое расположение связей атома углерода

Понятие асимметрического атома углерода; молекулярная оптическая активность как сумма вкладов отдельных ротаторов (принцип оптической аддитивности Вант-Гоффа)

Понятие моно- и полимолекулярных реакций; кинетические уравнения скоростей реакций

Уравнение изохоры: зависимость константы равновесия от теплового эффекта и температуры реакции

Уравнение изотермы: зависимость “химического сродства” от константы равновесия реакции

Разбавленные растворы: применимость газовых законов, включая закон Авогадро, уравнение осмотического давления (закон Вант-Гоффа)

Понятие твердого раствора

Джозайя Гиббс

Время и место научной деятельности – конец XIX в., США

Основы химической термодинамики: понятия "свободная энергия", "химический потенциал"; теория термодинамических потенциалов, уравнение Гиббса $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

Правило фаз (1876)

Основы термодинамики поверхностных явлений и электрохимических процессов

Джон Дальтон

Время и место научной деятельности – начало XIX в., Англия

Химическая атомистика (каждый атом есть атом определенного химического элемента), обозначения "простых" и "сложных" атомов

Понятие атомного веса, целочисленные (по отношению к водороду) атомные веса азота, углерода, серы и фосфора

Закон кратных отношений; утверждение и обоснование закона постоянства состава

Гемфри Дэви

Время и место научной деятельности – начало XIX в., Англия

Электролитическое разложение воды на водород и кислород

Электрохимическая теория химического сродства

Получение металлических Na и K и Li электролизом увлажненных щелочей

Получение амальгам щелочноземельных металлов (Ba, Ca, Sr и Mg) электролизом увлажненных гидроксидов и сульфатов ($BaSO_4$, $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, $MgSO_4$)

Водородная теория кислот

Открытие каталитического действия платины и палладия, приготовление "платиновой черни"

Фридрих Август Кекуле

Время и место научной деятельности – вторая половина XIX в., Германия

Валентность (основность) – целое число единиц сродства, которым обладает атом; элементы подразделяются на одно-, двух- и трехосновные; углерод относится к четырехосновным; конституция химического соединения обуславливается "основностью" элементов; формулы прилегания, по сути близкие к структурным формулам органических соединений

Циклическая формула бензола

Синтезировал тиоуксусную кислоту и другие сернистые соединения, галоген-, нитро-, amino- и карбоксипроизводные бензола, трифенилметан и антрахинон

Антуан Лоран Лавуазье

Время и место научной деятельности – конец XVIII в., Франция

Получение кислорода – вслед за Шееле и Пристли

Опровержение теории флогистона, кислородная теория горения; сложный состав воздуха

Состав воды, синтез воды

Термохимические исследования

Химическая номенклатура

"Таблица простых тел"

Вальтер Нернст

Время и место научной деятельности – конец XIX – начало XX в., Германия

Теория гальванического элемента

Закон распределения растворяющегося вещества между двумя растворителями

Зависимость степени электролитической диссоциации от диэлектрической проницаемости растворителя

Тепловая теорема ("третье начало термодинамики") и термохимические исследования при низких температурах

Физико-химические основы промышленного синтеза аммиака

Вильгельм Оствальд

Время и место научной деятельности – конец XIX в., Германия

Основы теории кислотно-основного катализа посредством водородного и гидроксильного ионов

Закон разбавления, выражающий зависимость электропроводности разбавленных растворов и их реакционной способности от концентрации

Случаи автокатализа

Лайнус Полинг

Время и место научной деятельности – 1-я половина XX в., США

Основы кристаллохимии: понятие "дефектной структуры", таблицы ионных радиусов, правила образования ионных кристаллических структур

Основы квантовой химии: метод валентных связей, теория резонанса

Понятие и шкала электроотрицательности элементов

Получил искусственные антитела (глобулярные белки крови), образующие комплексы антиген–антитело (антиген – химический объект, чужеродный живому организму); сформулировал постулат о комплементарности трехмерной структуры антигена и антитела

α-спирали и β-структуры в белках

Фредерик Сенгер

Время и место научной деятельности – 2-я половина XX в., Англия

Расшифровка первичной структуры инсулина

Установление первичной структуры РНК (120 оснований) и ДНК (5375 оснований)

Метод расшифровки первичной структуры ДНК, основанный на ферментативном синтезе радиоактивной комплементарной последовательности ДНК на изучаемой однонитчатой ДНК как на матрице

Эмиль Фишер

Время и место научной деятельности – конец XIX в. – начало XX в., Германия

Строение и синтез пуриновых соединений

Синтез сахаров и глюкозидов; номенклатура углеводов

Первое применение ферментов в органическом синтезе

Принцип "ключ к замку"

Изучение белков; метод анализа и разделения аминокислот; синтез полипептидов

2. Чем известен в истории химии...

Бертолле Клод Луи

Время и место научной деятельности – XVIII-XIX в., Франция, Италия

Один из создателей новой химической номенклатуры

Обширные исследования в химии хлора (бертоллегова соль)

Опыты химической статистики

Исследования равновесной природы химических процессов

Бехер Иоганн Иоахим

Время и место научной деятельности – XVII в., Германия

Последователь алхимического учения о трех началах – неорганические вещества состоят из воды и трех земель (“ртутной”, “стекляющей” и “горючей”)

Фридрих Вёлер

Время и место научной деятельности – середина XIX в., Германия

Первый синтез природного органического вещества (мочевины) из неорганического (цианата аммония)

Формула бензойной кислоты

Подтверждение теории радикалов, существование радикала бензоила

Альфред Вернер

Время и место научной деятельности – конец XIX в. – начало XX в., Швейцария

Координационная теория строения комплексных соединений: в центре молекулы комплексного соединения находится атом-комплексообразователь (чаще всего атом металла), вокруг которого располагаются связанные с ним атомы, атомные группы или молекулы (они получили впоследствии название лигандов); центральный атом и лиганды составляют внутреннюю сферу комплекса; более удаленные от центрального атома, химически подвижные атомы и атомные группы составляют внешнюю сферу комплекса

Теория кислот и оснований (кислотами являются соединения, связывающие ионы OH- воды и повышающие концентрацию ионов H⁺, а основаниями – соединения, способные присоединять ионы H⁺)

Рихард Вильштеттер

Время и место научной деятельности – конец XIX в. – начало XX в., Германия

Синтез и исследование соединений с 7-членными циклами: производных тропана и родственных соединений, в том числе алкалоидов; установил химическое строение кокаина и синтезировал его

Выделение кристаллического хлорофилла и установление формулы хлорофилла А и структуры его отдельных фрагментов

Выделение из крови и изучение строения гемина; исследования растительных красителей

Жозеф Гей-Люссак

Время и место научной деятельности – начало XIX в., Франция

Закон, устанавливающий количественное соотношение между степенью расширения газов и температурой при постоянном давлении

Закон объемных отношений, согласно которому объемы газов, вступающих в реакцию, относятся друг к другу и к объемам газообразных продуктов реакции как целые числа

Получение калия и натрия восстановлением гидроксидов

Выделение свободного бора из борного ангидрида

Получение чистой синильной кислоты и определение ее состава

Получение и изучение “циана” (в современном понимании – дициана)

Ян ван Гельмонт

Время и место научной деятельности – 1-я половина XVII в., Голландия

Один из крупных представителей ятрохимии (считал, что главную роль в живом организме играют химические процессы)

Ввел в науку термин “газ”

Описание газа, образующегося при сжигании древесного угля (“лесной газ”)

Отличие газов от паров, превращающихся в жидкость при охлаждении

Жерар Шарль Фредерик

Время и место научной деятельности – 1-я половина XIX в., Франция

Один из создателей новой теории типов и унитарной концепции молекулы

Теория “остатков” – молекулы образуются во время хим. взаимодействий

Сформулировал понятие гомологии как общей закономерности органических соединений, предложил разграничение понятий «атом», «молекула» и «эквивалент»

Возрождение закона Авогадро

Опровержение витализма

Генри Кавендиш

Время и место научной деятельности – 2-я половина XVIII в., Англия

Наблюдал выделение водорода, приняв его за флогистон

Показал, что продуктом сгорания водорода является вода

Определил состав воздуха

Синтез оксидов азота (пропусканием электрического разряда через воздух)

Станислао Канницаро

Время и место научной деятельности – середина XIX в., Италия

Один из основателей атомно-молекулярной теории

Обосновал целесообразность употребления шкалы атомных масс, в которой атомная масса Н принята равной 1 (1858); разграничение понятий "атом", "молекула" и "эквивалент" (1858)

Адольф Кольбе

Время и место научной деятельности – середина XIX в., Германия

Получение уксусной кислоты из элементов через сероуглерод

Метод получения карбоновых кислот из спиртов через нитрилы

Электрохимический метод получения насыщенных углеводородов электролизом водных растворов солей щелочных металлов карбоновых кислот (реакция Кольбе)

Четырехвалентность углерода (одновременно с Кекуле)

Хар Гобинд Корана

Время и место научной деятельности – 2-я половина XX в., США

Определение последовательности нуклеотидов в кодонах – триплетях, кодирующих каждую из 20 природных аминокислот (нач. 1960-х)

Синтез цепей ДНК и РНК, состоящих из различных кодонов и выявление тех кодонов, которые служат сигналами начала и конца биосинтеза данного белка (1966)

Изучение вторичной химической структуры т-РНК (1960-е)

Вальтер Коссель

Время и место научной деятельности – 1-я половина XX в., Германия

Статическая электронная теория строения атомов и молекул; основы теории ионной связи

Кроуфут-Ходжкин Дороти

Время и место научной деятельности – 2-я половина XX в., Англия

Исследования в области органической кристаллохимии, анализ витамина B12

Анализ инсулина, Zn-инсулина

Арчибалд Купер

Время и место научной деятельности – 2-я половина XIX в., Шотландия

На основе уточненных представлений об атомности (степени сродства) предложил использовать валентные штрихи для изображения химических связей и построил первые структурные формулы молекул, близкие к современным

Жан-Мари Лен

Время и место научной деятельности – 2-я половина XX в., Франция

Понятие "супрамолекулярная химия" ("химия за пределами молекулы, химия межмолекулярной связи"); основные положения этой науки: Партнеры, образующие супермолекулы: рецепторы и субстраты; многочисленные примеры супрамолекулярных соединений; Функции супермолекул: молекулярное распознавание, превращение и перенос; Самосборка и самоорганизация; молекулярные и супрамолекулярные устройства

Методы синтеза криптанов (бициклических аминоэфиров)

Ленгмюр

Время и место научной деятельности – конец XIX в. – начало XX в., Франция

Теория адсорбции: изотерма адсорбции, теория мономолекулярной адсорбции

Изучение адсорбционных слоев на поверхности жидкости привело к изобретению весов Ленгмюра и открытию уравнения состояния двухмерных слоев

Юстус Либих

Время и место научной деятельности – середина XIX в., Германия

Установление одинакового состава серебряных солей циановой и гремучей кислоты (Ag-O-CeN и Ag-N=C=O) – первый пример изомерии (совместно с Велером)

Подтверждение теории радикалов, существование радикала бензоила (совместно с Велером), этила
Формула бензойной кислоты (совместно с Велером)

Классификация органических кислот по их основности

Получение хлороформа, уксусного альдегида, выделение гиппуровой, молочной и др. кислот

Усовершенствование методики определения углерода и водорода в органических соединениях

Химизм физиологических процессов; предложил делить пищевые продукты на жиры, углеводы и белки

Лоран Огюст

Время и место научной деятельности – 1-я половина XIX в., Франция

Теория ядер, систематизация органических соединений

Исследования в области органического синтеза (антрацен, сульфопроизводные и т.д.)

Мейер Юлиус Лотар

Время и место научной деятельности – 2-я половина XIX в., Германия

Установил соотношение между теплотой и работой (первое начало термодинамики)

Исследования в области хлорирования органических соединений

Периодическая система элементов, где вещества располагаются в порядке изменения их валентности, соотношение между атомными весами и объемами

Мозли Генри Гвин Джефрис

Время и место научной деятельности – начало XX в., Англия

Рентгеновские исследования, исследования зависимости частоты спектральных линий от порядкового номера элемента, закон Мозли

Ниренберг Маршалл Уоррен

Время и место научной деятельности – 2-я половина XX в., США

Исследования структуры ДНК, РНК, открытие спиральной структуры ДНК, расшифровка генетического кода, синтез всех возможных триплетов, кодирующих синтез аминокислот

Теофраст Парацельс

Время и место научной деятельности – 1-я половина XVI в., Швейцария

Основатель ятрохимии (процессы, происходящие в организме – химические явления, болезни – результат нарушения химического равновесия)

Ввел в медицинскую практику употребление препаратов ртути, сурьмы, меди, железа, мышьяка; представления о дозировке лекарств

Получил концентрированную уксусную кислоту путем перегонки виноградного и древесного уксуса

Перутц

Время и место научной деятельности – XX в.

Рентгеноструктурный анализ

Построение модели молекулы гемоглобина и показ функционирования этой структуры при переносе кислорода в крови

Джозеф Пристли

Время и место научной деятельности – 2-я половина XVIII в., Англия

Получил "солянокислый воздух" – хлороводород, "селитряный воздух" – закись азота, "щелочной воздух" – аммиак

Открыл "дефлогистированный воздух" – кислород, получив его при нагревании оксида ртути

Открыл сернистый газ и оксид углерода

Жозеф Пруст

Время и место научной деятельности – конец XVIII в. – начало XIX в., Франция

Ввел представление о гидроксидах металлов и предложил термин "гидрат"

Закон постоянства состава химических соединений

Сент-Дьердьи Альберт

Время и место научной деятельности – 2-я половина XX в., США

Химия витаминов, исследования в области процессов окисления в организме

Установление роли АТФ, роли фумаровой, яблочной и др. кислот в процессах окисления

Майкл Фарадей

Время и место научной деятельности – 1-я половина XIX в., Англия

Впервые получил в жидком состоянии хлор, сероводород, диоксид углерода, аммиак и диоксид азота

Количественные законы электролиза

Пол Флори

Время и место научной деятельности – середина XX в., США

Кинетика трехмерной поликонденсации

Теория растворов полимеров

Эдуард Франкленд

Время и место научной деятельности – середина XIX в., Англия

Понятие о "соединительной силе", явившееся предшественником понятия валентности

Термин "металлоорганические соединения"

Обнаружил трех- и пентавалентность азота, фосфора, мышьяка и сурьмы

Карл Шееле

Время и место научной деятельности – 2-я половина XVIII в., Швеция

Открыл кислород ("огненный воздух"), получив его различными способами (1771–1773), но опубликовал свои результаты только в 1777 г.

Выделил в свободном виде хлор, марганец и оксид бария; детально описал свойства хлора

Получил раствор плавиковой кислоты, сероводород

Выделил и описал молочную, виннокалиевую, щавелевую, мочевую, лимонную кислоты, сложные этиловые эфиры уксусной и бензойной кислот и многие другие органические соединения

Георг Шталь

Время и место научной деятельности – начало XVIII в., Германия

Теория флогистона (все вещества, способные гореть или при прокаливании превращаться в "известь", "земли" или "окалины", т.е. оксиды, содержат невесомый флюид – флогистон, выделяющийся при горении или прокаливании веществ) (1697–1703)

Штаудингер Герман

Время и место научной деятельности – конец XX в., Германия

Исследования в области химии высокомолекулярных веществ

химического соединения, если оно выражается небольшими целыми числами; в этом случае говорят также о "стехиометрическом химическом соединении" и о "стехиометрическом составе", подразумевая, что этому составу присуще постоянство (закон постоянства состава). Известны, вместе с тем, и нестехиометрические соединения практически постоянного состава, но чаще нестехиометричность состава означает его непостоянство – способность непрерывно меняться в определенном интервале без качественного скачка свойств.

Кто и когда сформулировал закон кратных отношений? В чем его сущность?

Закон кратных отношений сформулировал **Дальтон** в 1803 г.: если два элемента образуют несколько соединений, то массы одного элемента, приходящиеся на одну и ту же массу другого, относятся как целые числа. Этот закон не сыграл большой роли в истории химии, но был важен для Дальтона, поскольку подтверждал его атомистические представления.

Кто и когда создал "химическую атомистику"? В чем ее сущность?

"Химическую атомистику" создал **Дальтон** в 1803 г.:

Каждый атом есть атом определенного элемента

Атомы одного химического элемента совершенно одинаковы

Атомы различных химических элементов неодинаковы по качеству и по их массе

Неделимость атома.

Значение алхимического периода в истории химии

Поиски философского камня сопровождалось открытие огромного количества химических веществ, разработкой и совершенствованием лабораторной техники, накоплением знаний (новые свойства веществ, синтетические и исследовательские приемы).

Назовите ученых – авторов теории флогистона. В чем ее сущность?

Иоганн Бехер (1635 – 1682) – предложил «принцип горючести». Шталь (1660 – 1734) равивал, «принцип горючести» = «флогистон», горючие вещества богаты флогистоном, в процессе горения флогистон улетучивается, то, что остается гореть не может, т.к. не содержит больше флогистона.

История создания и сущность кислородной теории горения

Лавуазье (2 половина XVIII века) в противовес теории флогистона:

- кислород соединяется с горючими веществами, увеличивая их вес
- кислород необходим для горения
- углекислый газ – соединение кислорода с углеродом
- окалина – не простое вещество, а соединение металла с кислородом
- вода – соединение водорода с кислородом

4. Вопросы по истории химии XX века...

1. Назовите ученых, заложивших основы и способствующих становлению химии ВМС.

С.В. Лебедев, разработавший синтез дивинила в промышленных масштабах (1928).

А.А. Баландин, разработавший методики получения изопрена из изопентан-изопентеновых фракций (50-е годы).

С.Я. Френкель, изучавший теорию процесса полимеризации.

П. Флори – исследование кинетики полимеризации, связь структура - активность

2. Назовите ученых, заложивших основы и способствующих становлению химии витаминов.

Функ: понятия "витамин" (1911), "авитаминоз" (1912)

Альберт Сент-Дредьи – участие витаминов в процессах окисления в организме

Пауль Каррер – синтез и исследование свойств витаминов А, Е, В₂, выделение К.

Хоурс – исследование витаминов группы В (1937)

3. Назовите ученых, сыгравших ключевую роль в изучении структуры белка.

Фишер: пептидная связь, олигопептиды (с 1899)

Зелинский: аминокислотный состав белков (начало 1910-х)

Полинг: а-спирали и b-структуры в белках (конец 1940-х)

Перутц, Кендрю: рентгеноструктурный анализ гемоглобина и миоглобина (1957)

Сенгер: первичная структура инсулина (1958).

4. Назовите ученых, сыгравших ключевую роль в изучении структуры и функций НК.

А. Коссель, ввел термин НК и нуклеотиды (1910)

О. Эйвери, ДНК – носитель генетической информации (1944)

А. Тодд, установивший, что ДНК – полинуклеотид, состоящий из азотистого основания, сахара, фосфорного остатка

Уотсон, Крит, Уиткинс – двойная спираль ДНК

А. Корнберг – синтез ДНК in vitro (1956)

5. Назовите ученых, сыгравших ключевую роль в расшифровке генетического кода.

А. Ниренберг – расшифровка кодона УУУ (фенилаланин) (1961)

Х. Корана – синтез ДНК и РНК различной последовательности, расшифровка всех 64 кодонов (1966), первый искусственный ген (1970)

Ф. Сенгер – первичная структура ДНК (1977) и РНК (1967) + Гилберт (разрыв по определенному кодону)

6. Назовите ученых, сыгравших ключевую роль в изучении фотосинтеза в XX веке.

Вильштеттер: строение молекулы хлорофилла (1907 – 1910)

Х. Фишер: строение хлорофиллов а (1929) и b (1940)

Калвин: цикл превращений углерода при фотосинтезе (1956)

Вудворд: синтез хлорофилла (1960).

Пауль Каррер – синтез и исследование свойств витаминов А, Е, В₂

Хоурс – исследование витаминов группы В (1937)

7. Назовите ученых, заложивших основы неравновесной термодинамики.

Людвиг Больцман – доказательство Н-теоремы, основы теории неравновесных процессов.

Илья Пригожин – теория неравновесных процессов, феноменологическая теория необратимых процессов.

Ларс Онзагер – открытие соотношений взаимности в теории необратимых процессов.

8. Назовите ученых, сыгравших ключевую роль в развитии теории химической связи.

Йоганн Штарк – понятие о валентных электронах.

Гилберт Льюис, Ирвинг Льюнгмюр – электронная теория химической связи.

Альберт Коссель – донорно-акцепторные взаимодействия

Полинг, Слейтер - метод валентных связей

9. Кратко опишите заслуги трех лауреатов НН по химии, работавших в области катализа.

Вильгельм Оствальд – за изучение природы катализа и основополагающие исследования химического равновесия (1909).

Уильям Ноулз – хиральные катализ (2001).

Джулио Натта.

10. Приведите примеры решения в XX веке четырех технологических задач с помощью каталитических реакций.

Процесс Габера Получение NH₃ (из N₂ и H₂, катализатор – Fe)

Получение HNO_3 (каталитическое окисление NH_3 , Pt-Rh-катализатор)

Получение $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ высокой плотности (катализаторы Циглера-Натты)

Получение $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (гидратация $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, катализатор – H_3PO_4).

Процесс Монсанто – получение уксусной кислоты из метанола (родиевые катализаторы).

Вакер-процесс – получение ацетальдегида из этилена (медно-алюминиевые катализаторы).

11. Назовите ученых, сыгравших ключевую роль в создании и развитии рентгеноструктурного анализа.

Лауэ: открытие дифракции рентгеновских лучей на кристаллах (1912)

У.Г. Брэгг (отец): рентгеновский спектрометр (1913), изучение структуры кристаллов с помощью рентгеновских лучей (совместно с сыном) (начиная с 1913),

У.Л. Брэгг (сын): изучение структуры кристаллов с помощью рентгеновских лучей (совместно с отцом), соотношение Брэгга-Вульфа (1913), строение силикатов (1925 – 1930), основы структурного анализа белка (1946 – 1950)

Дебай: метод исследования дифракции рентгеновских лучей в кристаллических порошках и жидкостях (1916)

Кендрю: третичная структура миоглобина (1957)

Перутц: третичная структура гемоглобина (1957)

Кроуфут-Ходжкин: структура пенициллина (1949) и витамина B_{12} (1956)

Карле, Хауптман: прямые методы рентгеноструктурного анализа (1950-е – 1970-е).

12. Что изучает супрамолекулярная химия? Назовите ученых, заложивших основы этой области химии.

Супрамолекулярная химия – это "химия за пределами молекулы", изучающая структуру и функции ассоциаций двух или более химических частиц, удерживаемых вместе межмолекулярными силами

Жан-Мари Лен (1987).

Педерсен

Крам

13. Назовите ученых, сыгравших важнейшую роль в экспериментальной органической химии XX века.

Роберт Вудворд

Кори

Сузуки

14. В чем проявилось изменение методологии поиска лекарственных веществ во второй половине XX века?

15. История и предыстория открытия фуллеренов.

Смели, Керл (1996)