

Ковалентная связь и ковалентные решетки.

Ковалентная (атомная, гомеополярная, валентная) связь образуется за счёт общих электронных пар, возникающих в оболочках связываемых атомов.

Она может быть образована атомами одного и того же элемента и тогда она неполярная; например, такая ковалентная связь существует в молекулах одноэлементных газов H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 и др.

Ковалентная связь может быть образована атомами разных элементов, сходных по химическому характеру, и тогда она полярная; например, такая ковалентная связь существует в молекулах H_2O , NF_3 , CO_2 .

Ковалентная связь образуется между атомами элементов, обладающих электроотрицательным характером.

В слове "ковалентная" приставка "ко-" означает "совместное участие, а "валента" в переводе на русский - сила, способность. В данном случае имеется в виду способность атомов связываться с другими атомами.

Электроотрицательность - это способность атомов химического элемента оттягивать к себе общие электронные пары, участвующие в образовании химической связи.

F O N Cl Br S C P Si I As H

уменьшение электроотрицательности >

При образовании ковалентной связи атомы объединяют свои электроны как бы в общую "копилку" - молекулярную орбиталь, которая формируется из атомных оболочек отдельных атомов.

Эта новая оболочка содержит по возможности *завершенное* число электронов и заменяет атомам их собственные незавершенные атомные оболочки.

Рассмотрим возникновение ковалентной связи на примере образования молекулы водорода из двух атомов водорода.

Этот процесс уже является типичной *химической реакцией*, потому что из одного вещества (атомарного водорода) образуется другое - молекулярный водород.

Внешним признаком энергетической выгоды этого процесса является выделение большого количества теплоты.

Электронные оболочки атомов водорода (с одним s-электроном у каждого атома) сливаются в общее электронное облако (молекулярную орбиталь), где оба электрона "обслуживают" ядра независимо от того, "свое" это ядро или "чужое".

Когда электронные оболочки двух атомов водорода сближаются и образуют новую, теперь уже *молекулярную* электронную оболочку, эта новая оболочка подобна *завершенной* электронной оболочке атома благородного газа гелия ($1s^2$). Завершенные оболочки устойчивее незавершенных.

Таким образом, суммарная энергия новой системы - молекулы водорода - оказывается гораздо ниже суммарной энергии двух несвязанных атомов водорода. Избыток энергии при этом выделяется в виде теплоты.

Теперь, чтобы разрушить образовавшуюся энергетически выгодную молекулу, необходимо эту энергию приложить.

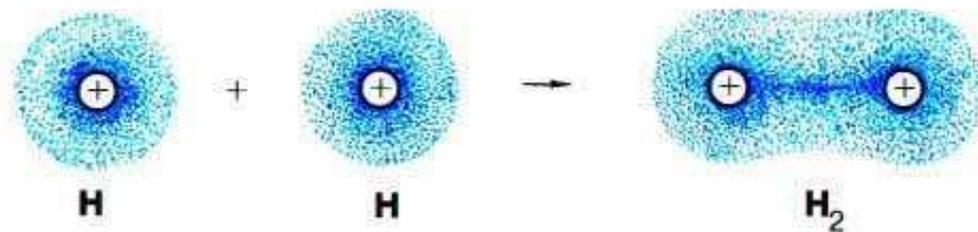
Минимум энергии молекулы отвечает определенному расстоянию между ядрами атомов водорода.

Для молекулы водорода равновесная длина химической связи составляет 0,74 ангстрема.

В образовавшейся системе из двух водородных атомов каждое ядро обслуживается двумя электронами.

В новой (молекулярной) оболочке уже невозможно различить, какой из электронов ранее принадлежал тому или другому атому. Принято говорить, что электроны *обобществлены*. Почти по Рапопорту.

Поскольку оба ядра претендуют на пару электронов в равной степени, электронная плотность сосредоточена как вокруг ядер, так и в пространстве между атомами. Именно эту область повышенной электронной плотности между ядрами и называют *ковалентной связью*.



Следует отметить, что из-за волновых свойств электрона существует отличная от нуля вероятность нахождения обоих связывающих электронов вблизи одного из ядер даже в случае молекул, состоящих из одинаковых атомов.

В такой молекуле атомов водорода нет, в ней содержатся только составные части этих атомов: два протона и два электрона.

Электроны, которые входили в состав отдельных атомов, становятся общими для обоих ядер, коллективизируются обоими ядрами.

При этом, поскольку электроны абсолютно одинаковы, то при их обмене местами состояние системы не меняется.

При этом перекрытие может происходить без перехода электронов на более высокие энергетические уровни, где электронные оболочки не полностью заполнены и принцип запрета Паули разрешает такое перекрытие.

Количественное рассмотрение ковалентных сил связи очень сложно, поскольку при взаимодействии атомов движение электронов претерпевает радикальное изменение по сравнению с их движением в изолированных атомах.

Каждый атом может образовывать ограниченное число ковалентных связей (в зависимости от того, насколько число внешних электронов отличается от того, которое необходимо для полного заполнения электронной оболочки).

Кроме того имеются явно выраженные преимущественные направления связей. Вследствие направленности связи ковалентные кристаллы обладают высокой твердостью и хрупкостью.

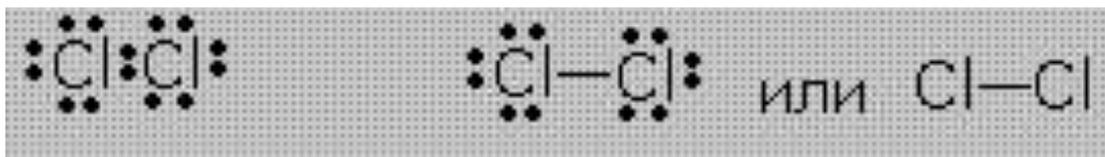
В случае алмаза или графита несколько валентных электронов являются общими для атома и ряда его соседей, поэтому нельзя выделить какую-то группу атомов, которую можно рассматривать, как химически насыщенную (в отличие от молекулярных кристаллов).

С этой точки зрения кристалл алмаза представляет собой одну огромную молекулу.

Углерод может образовывать четыре связи по направлениям вдоль ребер тетраэдра (под углами 109.5°) и характерная тетрагональная структура наблюдается в кристаллическом алмазе и многочисленных органических соединениях.

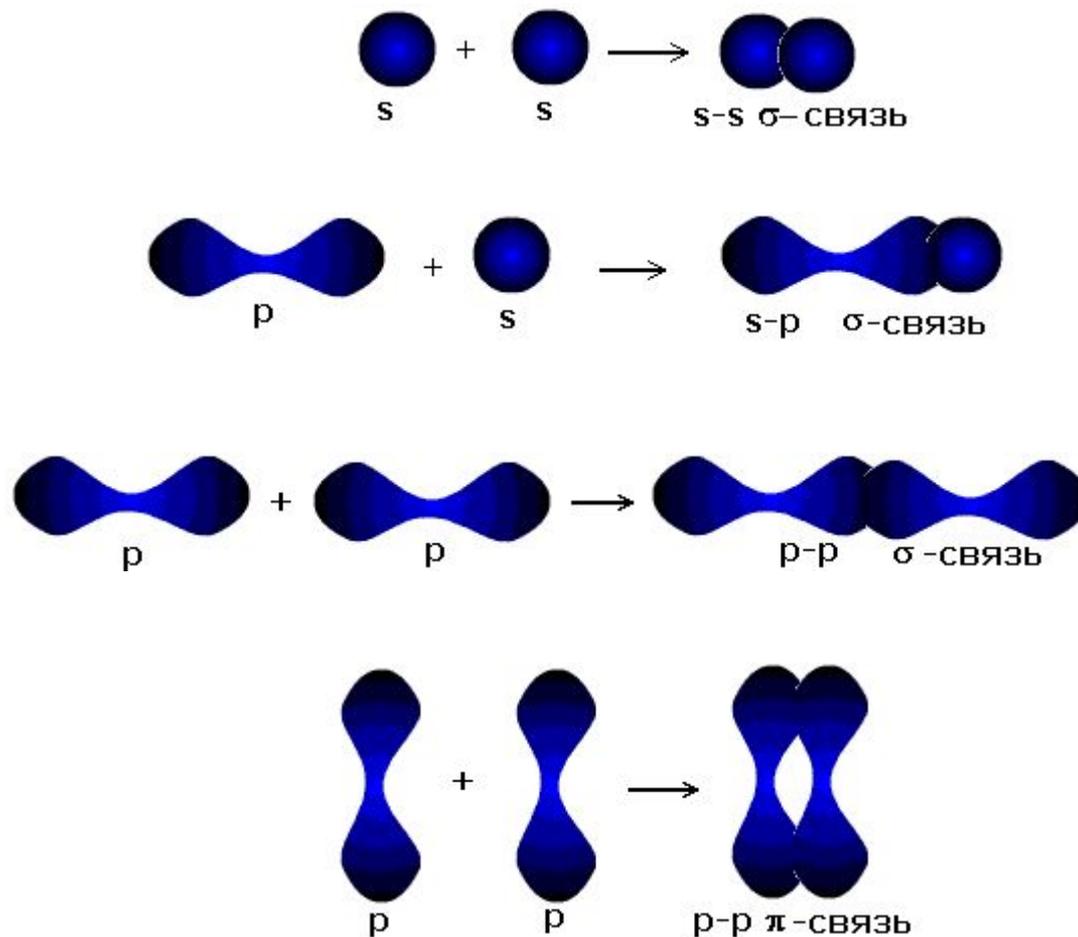
Американский химик Дж. Льюис в 1916 году предложил обозначать электроны *точками* рядом с символами элементов. **Каждая точка отвечает валентному электрону, а черта отвечает общей электронной паре.** При расстановке следует соблюдать правило: электроны ставятся в определённой последовательности - слева, сверху, справа, снизу по одному, затем добавляются по одному.

Такие записи формул равнозначны. Ковалентные связи обладают пространственной направленностью. **В результате ковалентного связывания атомов образуются либо молекулы, либо атомные кристаллические решётки со строго определённым геометрическим расположением атомов.** Каждому веществу соответствует своя структура.



Что происходит в более сложных атомах? Новая электронная пара, возникшая из двух неспаренных электронов, становится общей для двух атомов, например, хлора.

Существует несколько способов образования ковалентных связей за счёт перекрывания электронных облаков.



σ - связь значительно прочнее π -связи, причём π -связь может быть только с σ -связью, За счёт этой связи образуются двойные и тройные кратные связи.

Квантово-механическая задача об образовании ковалентных связей значительно усложняется при переходе к многоэлектронным атомам, однако качественно картина остается той же, что и для связи $H-H$.

Во всех случаях сближение атомов ограничивается кулоновским отталкиванием ядер и принципом Паули, а в более тяжелых атомах при этом добавляется еще отталкивание за счет перекрытия заполненных внутренних электронных оболочек.

***Полярная ковалентная связь* занимает промежуточное положение между чисто ковалентной связью и ионной связью. Так же, как и ионная, она может возникнуть между двумя атомами разных видов.**

В полярной ковалентной связи электроны смещаются от атома к атому не так сильно, как в ионной.

Это происходит тогда, когда атомам энергетически невыгодно далеко “отпускать” свои собственные электроны, отданные в общую “копилку” - молекулярную орбиталь.

Если электроны слишком далеко сдвинутся к одному из атомов, молекулярная орбиталь перестанет быть похожей на “октетную”.

В то же время у разных атомов разные донорные и акцепторные свойства, поэтому связывающая электронная пара не располагается точно посередине между ядрами, как в ковалентной связи.

К веществам с ковалентной связью относятся:

1. большинство органических соединений;
2. твердые и жидкие вещества, у которых связи образуются между парами атомов галогенов (а также между парами атомов водорода, азота и кислорода);
3. элементы VI группы (например, спиральные цепочки теллура), элементы V группы (например, деформированные шестиугольники мышьяка) и элементы IV группы (такие, как алмаз, Si, Ge, α -Sn);

В процессе кристаллизации твердых тел с ковалентной связью могут образовываться различные кристаллические структуры, энергия связи которых практически одинакова.

Изменением температуры или давления можно заменить первоначальную структуру на энергетически более выгодную.

Эта способность некоторых веществ известна как аллотропия или полиморфизм.

Электропроводность ковалентных кристаллов изменяется в весьма широких пределах.

Одни являются отличными изоляторами (алмаз), другие □ хорошими полупроводниками (кремний, германий), третьи обладают очень высокой проводимостью, близкой к металлам (серое олово).

Электропроводность ковалентных кристаллов обусловлена чисто электронными процессами.

Никакого переноса вещества, как в ионных кристаллах, в хороших ковалентных кристаллах не наблюдается.

По своим оптическим свойствам ковалентные кристаллы очень близки к ионным кристаллам.

Поскольку их электрические свойства существенно иные, чем у металлов, то расположение заполненных и незаполненных уровней, по-видимому, таково, что низкочастотные фотоны неспособны возбудить электроны на соответствующие незанятые уровни.

Следовательно, такие кристаллы должны быть прозрачны для излучения в области длинных волн.

Например, чистые алмазы прозрачны для той области спектра, которая начинается за коротким ультрафиолетом.

Германий и кремний прозрачны для излучений, более длинноволновых, чем инфракрасное.

Для ковалентных кристаллов характерно примесное поглощение (примером служат окрашенные алмазы).

Металлическая связь и металлические решетки

Металлы играют колоссальную роль в развитии человеческой цивилизации и находят применение во всех областях человеческой деятельности, даже в криминальных.

Из известных на данный момент элементов Периодической системы лишь 19 являются неметаллами – преимущественно легкие элементы последних групп таблицы.

Металлическая связь возникает при взаимодействии атомов электроположительных элементов, внешние валентные электроны которых связаны с ядром относительно слабо.

При образовании твердого состояния в результате перекрытия волновых функций металлических атомов движение электронов, как и в случае ковалентной связи, претерпевает радикальное изменение, и электроны обобществляются.

При этом каждая соседняя пара электронов предпочла бы образовать молекулу, с тем, чтобы поделить себя между двумя атомами.

Но у каждого атома (к примеру натрия) в твердом состоянии имеется в среднем восемь соседей и только один валентный электрон, который должен быть поделен с каждым из этих соседей.

Связь между положительными ионами в кристаллах металлов, осуществляемая за счет притяжения электронов, свободно перемещающихся по кристаллу, получила название металлической.

В соответствии с положением в периодической системе атомы металлов имеют небольшое число валентных электронов. Эти электроны достаточно слабо связаны со своими ядрами и могут легко отрываться от них.

В результате в кристаллической решетке металла появляются положительно заряженные ионы и свободные электроны.

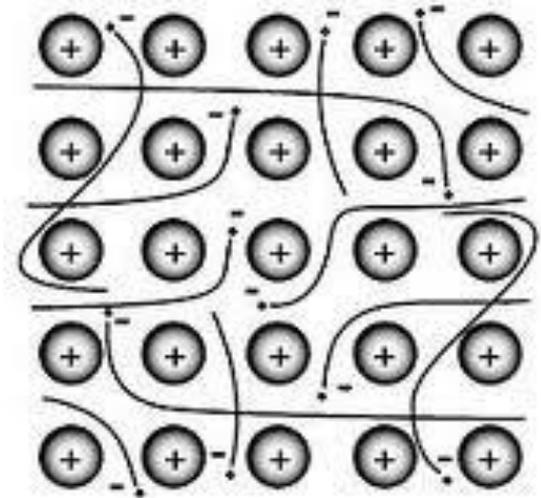
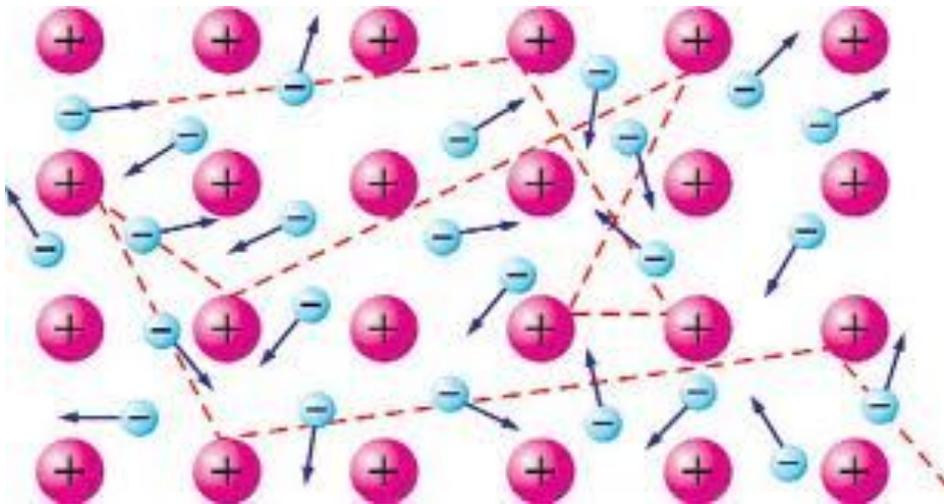
Поэтому в кристаллической решетке металлов существует большая свобода перемещения электронов: одни из атомов будут терять свои электроны, а образующиеся ионы могут принимать эти электроны из "электронного газа".

Как следствие, металл представляет собой ряд положительных ионов, локализованных в определенных положениях кристаллической решетки, и большое количество электронов, сравнительно свободно перемещающихся в поле положительных центров.

В этом состоит важное отличие металлических связей от ковалентных, которые имеют строгую направленность в пространстве.

В отличие от ковалентной связи, когда пара электронов в основном курсирует между двумя соседними атомами, коллективизированному электрону в металле приходится совершать довольно сложный путь, посещая по очереди каждый атом (положительный ион) твердого тела.

В такой ситуации все ионы обладают всеми электронами вместе, а электроны могут свободно перемещаться от одного иона к другому.



Когда два атома металла сближаются, орбитали их внешних оболочек перекрываются, образуя *молекулярные орбитали*. Если подходит третий атом, его орбиталь перекрывается с орбиталями первых двух атомов, что дает еще одну молекулярную орбиталь. Когда атомов много, возникает огромное число трехмерных молекулярных орбиталей, простирающихся во всех направлениях. Вследствие многократного перекрывания орбиталей валентные электроны каждого атома испытывают влияние многих атомов.

В металле внешние валентные электроны атомов коллективизированы и образуют газ или жидкость, заполняющую межионное пространство.

Положительно заряженные ионы стягиваются отрицательно заряженным электронным газом в кристалл.

Связь в решетке металла возникает вследствие взаимодействия положительных ионов с электронным газом.

Если вы хотите кое-что выяснить у физиков-теоретиков о методах, которые они применяют, я советую вам твердо придерживаться одного принципа: не слушайте, что они говорят, а лучше изучайте их действия...

А. Эйнштейн

Металлы и их сплавы кристаллизуются в форме металлических решёток.

Узлы в металлической решётке заняты положительными ионами металлов.

Валентные электроны, отделившиеся от атомов металлов и оставшиеся в узлах кристаллической решётки ионы, более или менее свободно перемещаются в пространстве между катионами и обуславливают электрическую проводимость металлов.

Между ионами и свободными электронами возникают электростатические взаимодействия, которые и являются причиной возникновения металлической связи.

Металлическая связь имеет сходство как с ионной (образуется за счёт взаимодействия между заряженными частицами: электронами и ионами), так и с ковалентной (происходит обобществление электронов, но в отличие от ковалентной связи, где электроны локализованы около определенных атомов, электроны в металлах обобществляются для всего кристалла).

Свободные электроны иногда называют *электронным газом*.

При сближении атомов, образующих металл, атомные орбитали валентных электронов переходят в орбитали, делокализованные по кристаллической решетке.

При сближении двух атомов металла, например Li, образуется ковалентная связь, при этом происходит расщепление каждого энергетического уровня валентного электрона на два.

Когда N атомов Li образуют кристаллическую решетку, перекрывание электронных облаков соседних атомов приводит к тому, что каждый энергетический уровень валентного электрона расщепляется на N уровней, расстояния между которыми из-за большой величины N настолько малы, что их совокупность может считаться практически непрерывной зоной энергетических уровней, имеющей конечную ширину.

Поскольку каждый атом участвует в образовании большего числа связей, чем, например, в двухатомной молекуле при том же числе валентных электронов, то минимум энергии системы (или максимум энергии связи) достигается при расстояниях больших, чем в случае двухцентровой связи в молекуле.

Во многих металлах металлическая связь между атомами включает вклады ионной или ковалентной составляющей.

Особенности металлической связи у каждого металла могут быть связаны, например, с электростатическим отталкиванием ионов друг от друга с учетом распределения электрических зарядов в них, с вкладом в образование связи электронов внутренних незаполненных оболочек переходных металлов, с корреляцией движения электронов в электронном газе и некоторыми другими причинами.

Отрицательно заряженный электронный газ удерживает положительно заряженные ионы металла на определённых расстояниях друг от друга.

В действительности металлическая связь имеет более сложную природу.

При сближении металлических атомов волновые функции электронов перекрываются и электрон имеет возможность перемещаться в более широкой области пространства, чем в изолированном атоме.

При "сжатии" электронного газа возрастает средняя кинетическая энергия электронов, а равновесная плотность электронов соответствует минимуму полной энергии.

Расстояние между ионами, при котором эти условия реализуется, можно считать атомным радиусом металла.

При расчетах энергии сцепления металлических кристаллов необходимо учитывать взаимодействие:

- 1. атомных остатков друг с другом,**
- 2. атомных остатков с коллективизированными электронами**
- 3. коллективизированных электронов друг с другом.**

Взаимодействие положительных атомных остатков друг с другом не сводится только к их взаимному отталкиванию, а заключается также в перекрытии их внешних электронных оболочек, ведущем к образованию валентных связей.

Именно это перекрытие и позволяет объяснить образование того или иного типа кристаллических структур.

Для того, чтобы разрушить твердое тело на отдельные нейтральные атомы, необходимо совершить работу, необходимая для этой работы энергия называется энергией связи.

Для металлов она составляет примерно 80 ккал/моль (около 3.5 эВ на 1 атом).

Ее легко получить из эксперимента, предположив, что энергия сублимации твердого тела примерно соответствует этой самой энергии связи.

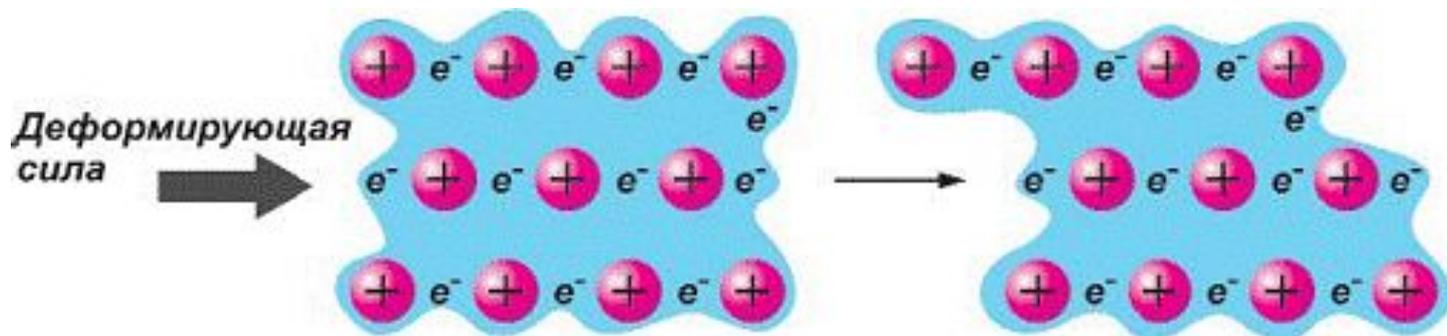
Металлическая связь определяет электрические и тепловые свойства металлов, обуславливая высокие электро- и теплопроводности.

Характер металлической связи сказывается и на механических свойствах металлов.

Металлы - наиболее пластичные кристаллы, т. к. в них возможно свободное перемещение дислокаций.

Металлическая связь объясняет свойства металлов, в частности, их прочность.

Под действием деформирующей силы решетка металла может изменять свою форму, не давая трещин, в отличие от ионных кристаллов.



Высокая теплопроводность металлов объясняется тем, что если нагреть кусок металла с одной стороны, то кинетическая энергия электронов увеличится.

Это увеличение энергии распространится в “ электронном море” по всему образцу с большой скоростью.

Электропроводность металлов обусловлена валентными электронами атомов.

Эти электроны обладают подвижностью в твердом теле, которая связана с перекрыванием атомных волновых функций и электроны могут свободно перемещаться в идеальной решетке металлического кристалла, не испытывая столкновений с ионами в узлах.

В электрическом поле они ускоряются, переходя на более высокие энергетические уровни и поглощая при этом лишь небольшое количество энергии.

Возрастание их скорости в электрическом поле приводит к результирующему переносу заряда и возникновению электрического тока.

Высокая проводимость металлов тесно связана со структурой валентной зоны, с тем, что незанятые уровни непосредственно примыкают к занятым.

Оптические свойства металлов отличны от свойств диэлектриков и ионных кристаллов.

Металлы непрозрачны для электромагнитных волн от самых низких частот вплоть до середины ультрафиолетовой области спектра, для больших частот металлы становятся прозрачными.

Металлы хорошо отражают излучение.

Эти два свойства – непрозрачность и высокая отражательная способность, обусловлены характерной для металлов зонной структурой.

С точки зрения механических свойств металлы характеризуются, с одной стороны, высокой упругостью и прочностью, с другой – пластичностью.

Это является следствием природы металлов, обусловленной наличием свободных электронов и приводящей к ненаправленности металлических связей, а в связи с этим – к сравнительной легкости диффузии ионов, смещению дефектов (в первую очередь дислокаций) без разрушения решетки, образованной ионами.

Мерой прочности опять же может служить теплота сублимации.

Механические свойства металлов зависят как от ряда внутренних (химический состав, микроструктура), так и внешних (температура, скорость приложения силы, вид напряженного состояния) факторов.

Следует различать механические свойства отдельных **металлических монокристаллов** от свойств технических металлов со сложной поликристаллической структурой.

Металлическим кристаллам свойственна анизотропия ряда механических свойств, степень которой неодинакова для разных металлов и зависит от типа кристаллической решетки.

Для деформации кристалла характерна зависимость от кристаллографической ориентации.

Явление квантовой редукции.

В отличие от эксперимента по определению местоположения электрона, где имеет место так называемый "непрерывный" процесс измерения, рассмотрим другой процесс, называемый "мгновенным" измерением.

Последнее подразумевает, что оно производится в бесконечно малый промежуток времени, длительностью которого можно пренебречь.

С целью максимального упрощения ситуации ограничимся случаем так называемого "дихотомического измерения", при котором осуществляется выбор между двумя альтернативными состояниями квантовой системы, (случай большего числа альтернативных состояний отличается от рассматриваемого лишь количественно, но не качественно)

Под квантовым измерением понимается процесс взаимодействия квантовой системы с другой системой, которая играет роль прибора.

Простейшим из них является дихотомическое измерение, которое позволяет различить два альтернативных состояния системы - Ψ_1 и Ψ_2 .

Примерами таких состояний могут быть, например, два уровня энергии атома, или же два возможных значения проекции спина электрона.

Состояние системы до измерения носит не абсолютный, а вероятностный характер.

То есть она не находится ни в одном из состояний Ψ_1 или Ψ_2 .

Такое состояние Ψ называется "смешанным".

Математически оно записывается так: $\Psi = c_1\Psi_1 + c_2\Psi_2$, где c_1 и c_2 - комплексные коэффициенты.

Процесс измерения переводит систему, находящуюся в неопределенном (смешанном) состоянии Ψ в одно из состояний Ψ_1 или Ψ_2 .

Согласно так называемой "копенгагенской интерпретации" квантовой механики, выбор состояния системы (квантовая редукция) происходит именно в момент наблюдения.

Постановка вопроса, в каком из двух состояний находилась система до наблюдения, не имеет смысла.

Мы не просто "не знаем", в каком из них она была, но сам способ существования системы до редукции носит потенциальный, вероятностный характер.

В 1935 году один из отцов основателей квантовой механики Эрвин Шрёдингер рассмотрел следующий любопытный эксперимент.

В закрытый ящик помещён кот. (Лучше бы засунуть туда нашего министра, но увы.)

В ящике имеется механизм, содержащий радиоактивное ядро и колбу с ядовитым газом.

Параметры эксперимента подобраны так, что вероятность того, что ядро распадётся за 1 час, составляет 50 %.

Если ядро распадается, оно приводит механизм в действие, он разбивает колбу с газом, и кот умирает. Кота жалко, министра нет.

Согласно квантовой механике, если над ядром не производится наблюдения, то его состояние описывается как смешанное, включающее в себя два вероятных: "ядро распалось" и "ядро не распалось".

Спрашивается, будет ли кот жив или мертв до того, как экспериментатор произвел наблюдение (заглянул в ящик)?

До момента измерения для наблюдателя кот находится в смешанном состоянии.

Для наблюдателя.

Физиком Юджином Вигнером был рассмотрен аналогичный парадокс, получивший название "друг Вигнера", в котором принимает участие человек - гипотетический друг **В** экспериментатора **А**.

Предположим, **В** находится в изолированной лаборатории, где производится дихотомическое квантовое измерение над частицей при помощи устройства, например, таким образом, как описано выше.

До измерения квантовая система находится в смешанном (вероятностном) состоянии, включающем в себя два потенциально возможных исхода.

Пусть теперь **В** произвел измерение и получил конкретный исход наблюдения.

С точки зрения квантовой механики нет никаких препятствий к тому, чтобы включить в рассматриваемую систему "частица – устройство" и самого В.

Спрашивается: в каком состоянии находится эта новая расширенная система "частица - устройство – В" по отношению к внешнему экспериментатору А, находящемуся за пределами лаборатории, и не знающему результатов опыта?

С одной стороны, поскольку В произвел измерение, он должен знать конкретный его исход.

С другой стороны, с точки зрения внешнего наблюдателя А система "частица - устройство ~ В" все еще должна находиться в смешанном состоянии, и В в том числе, поскольку он является ее неотъемлемой частью.

Как показал Вигнер, многократно добавляя к системе новые внешние объекты, можно последовательно распространить эту неопределенность на всю Вселенную. Для внешнего наблюдателя.

Оба рассмотренных парадокса являются иллюстрацией задачи, называемой "наблюдение над наблюдателем".

Сам Вигнер в качестве выхода из сложившейся парадоксальной ситуации предлагает принять ключевую роль сознания наблюдателя в процессе квантовой редукции.

С нашей точки зрения речь может идти только о "сознании" как о субъекте, стоящем в центре всего восприятия и играющем особую роль "оператора выбора" по отношению к физической (квантовой) реальности, но никак не о нервной системе и мозге человека, которые неизбежно стали бы частью "вероятностной неопределенности".

Не все так думают.

Значение этого аргумента в пользу существования сознающего "я" человека, принципиально отличного от мозга, физического тела, и в целом от того, что мы называем "материальным миром", причем играющего первичную роль по отношению к последнему, трудно переоценить.

Этот результат, однако, был получен путем экспериментальных исследований в рамках точной науки, а отнюдь не отвлеченным психологическим или философским путем.

В качестве альтернативного решения парадокса «наблюдения над наблюдателем» иногда приводится аргументация, что аппарат квантовой механики - это некая математическая абстракция, пригодная лишь для описания явлений в микромире. В случае же с «макрообъектами» якобы ничего подобного происходить не может.

Однако не будем забывать, что термины "микро - и макромир" весьма условны, и говорить о том, что это два отдельных мира со своими законами, в то время как они являются неразрывным целым, весьма некорректно.

Кроме того, при надлежащей постановке эксперимента квантовые свойства обнаруживаются и у физических тел, которые вполне уместно назвать макрообъектами, что свидетельствует явно не в пользу вышеозначенного аргумента.

В 2006 году Ив Куде и Эммануэль Форт из Университета Парижа сообщили о наблюдении ими корпускулярно - волнового дуализма **для капельки силиконового масла диаметром в 1 миллиметр, что в 10 миллионов раз больше атома.**

В остроумном опыте Куде и Форту удалось получить интерференционную картину от пропускания капелек по отдельности.

Получалось впечатление, что каждая капля проходила одновременно через обе щели и интерферировала сама с собой.

Физиками Д. М. Марахтановым и К. М. Марахтановым были произведены эксперименты по изучению свойств плотных потоков электронов в металлических проводниках.

Было установлено, что результаты измерений известных электрических и тепловых процессов, происходящих в таких потоках, не удастся объяснить с позиций классической механики.

Однако они согласуются с принципами квантовой механики, учитывающими волновую природу электрона.

Опыт подтвердил, что "инженерное вмешательство" квантовой механики в создание плотного электронного потока почти вдвое снижает температуру превращения металла в жидкость.

Особую параллель с точкой зрения Вигнера на сознание как первоисточник квантовой редукции являют собой эксперименты Гельмута Шмидта. Убедившись в наличии статистически подтвержденного влияния сознания человека на генератор случайных чисел, он решил пойти еще дальше и проверить возможность воздействия мысленного намерения оператора на уже сгенерированные числовые данные, так называемого «ретропсихокинеза».

Эксперимент был поставлен следующим образом. Данные с генератора случайных чисел записывались в память ЭВМ, но при этом нигде не отображались. Затем испытуемый пытался мысленно повлиять на распределение уже сгенерированных и сохраненных данных. И только после этого результат распечатывался и анализировался. В ходе повторных опытов была подтверждена возможность такого воздействия, на первый взгляд, идущего как бы назад во времени. Однако после того, как данные были распечатаны и внимательно просмотрены, какая - либо их дальнейшая модификация становилась невозможной.

Заметим, что здесь имеет место четкая корреляция с моделью квантовой редукции. Действительно, пока данные хранятся в памяти компьютера, они все еще не «актуализированы» в восприятии наблюдателя. Когда же происходит акт наблюдения, это влечет за собой квантовую редукцию: имеет место конкретный выбор из множества доступных значений.

В 1952 году один из основоположников современной психологии Карл Юнг издал совместно с физиком, профессором Вольфгангом Паули работу под названием «Синхрония: акаузальный объединяющий принцип» (есть в русском переводе [Карл Юнг. Синхрония. Рефл. Бук., Ваклер, 2003]), где проанализировал большое количество смысловых корреляций между событиями «внутреннего» (психологического) и «внешнего» (физического) мира.

В своей монографии проф. Н. И. Кобозев фактически подтверждает дуалистическую концепцию «мозг - сознание».

Используя аппарат современной термодинамики, он приходит к выводу, что известный процесс мышления не может быть реализован на уровне белковой атомно-молекулярной структуры, составляющей человеческий мозг.

Аргументы из области формальной логики и теоретической кибернетики, свидетельствующие в пользу существования независимого и нематериального сознания, подробно рассмотрены Ричардом Томпсоном, а также О. А. Троицким и В. Г. Критским.

Резюме

Феноменология квантовой механики, а также возникший в ее рамках понятийный спектр и математический аппарат неизбежно сталкивают нас с явлением «смешанного состояния», необъяснимым в рамках классической ньютоновской и релятивистской физики. Дальнейшие рассуждения приводят нас к выводу о важности роли наблюдателя в процессе квантовой редукции, при котором из множества потенциальных состояний выбирается единственное.

Законы квантовой механики, вопреки широко принятой точке зрения, не являются прерогативой одного лишь микромира, но при должной постановке эксперимента обнаруживаются и при рассмотрении явлений макромира.

Существует широкий класс взаимодействий между психикой человека и материальным миром, с одной стороны, коррелирующих с квантово - механической моделью, с другой - свидетельствующих об особой роли сознания (субъекта) как участника физических процессов???

Наконец, как недвусмысленно было заявлено рядом ведущих мировых ученых и исследователей, многие годы посвятивших себя изучению человеческого «я», сам феномен сознания не поддается описанию с точки зрения законов физического мира и вероятно, вовсе не является его частью (атрибутом).