**Інститут управління природними ресурсами**

**Кафедра фундаментальних наук**



**Реферат з концепції сучасного природознавства на тему:**

***Сучасна модель атома***

**Виконала: Бондарук А.**

**Група М-12**

**Перевірив: Миго В.М.**

**Коломия –2001**

Зміст

[Вступ 4](#_Toc531709347)

[1.Еволюція наукової думки, що до будови атома 5](#_Toc531709348)

[1.1. Досліди Резерфорда 5](#_Toc531709349)

[1.2. Атом Бора 6](#_Toc531709350)

[1.3. Радіоактивність. 7](#_Toc531709351)

[2. Сучасні уявлення науки про будову атома 8](#_Toc531709352)

[2.1. Уявлення квантової механіки про стан електронів в атомі. 8](#_Toc531709353)

[2.2. Електронна Будова Атома 9](#_Toc531709354)

[2.3.Орбіталі. 11](#_Toc531709355)

[2.4.Склад атомних ядер. 12](#_Toc531709356)

[2.5.Електрони і дірки 13](#_Toc531709357)

[Висновки. 16](#_Toc531709358)

[Література. 18](#_Toc531709359)

Вступ

Розвиток досліджень радіоактивного випромінювання, з одного боку, і квантової теорії - з іншого, привели до створення квантової моделі атома Резерфорда - Бора. Але створенню цієї моделі передували спроби побудувати модель атома на основі уявлень класичної електродинаміки і механіки. У 1904 році з'явилися публікації про будову атома, одні з яких належали японському фізику Хантаро Нагаока, інші - англійському фізику Д.Д. Томсону.

Нагаока представив будову атома аналогічну будові сонячної системи: роль Сонця грає позитивно заряджена центральна частина атома, навколо якого по встановлених кільцеподібних орбітах рухаються “планети” - електрони. При незначних зсувах електрони збуджують електромагнітні хвилі.

В атомі Томсона позитивну електрику “розподілено” по сфері, у яку вкраплені електрони. У найпростішому атомі водню електрон знаходиться в центрі позитивно зарядженої сфери. У багатоелектронних атомах електрони розташовуються по стійких конфігураціях, розрахованих Томсоном. Томсон вважав кожну таку конфігурацію визначальною для хімічної властивості атомів. Він зробив спробу теоретично пояснити періодичну систему елементів Д.І. Менделєєва. Пізніше Бор вказав, що з часу цієї спроби ідея про поділ електронів в атомі на групи зробилася вихідним пунктом.



Але незабаром виявилося, що нові досліди спростовують модель Томсона і, навпаки, свідчать на користь планетарної моделі. Ці факти були відкриті Резерфордом. У першу чергу слід зазначити відкриття ядерної будови атома.

Основою сучасної теорії електронної будови атомів стала планетарна модель атома Нільса Бора.

1.Еволюція наукової думки, що до будови атома

1.1. Досліди Резерфорда

Проведені в 1910-1911 р. під керівництвом Е. Резерфорда експерименти переконливо довели, що усередині атомів існує дуже маленьке позитивно заряджене ядро, що зосереджує практично всю масу атома. Негативно заряджені електрони знаходяться на орбітах навколо ядра атома. Розмір атома визначається радіусами орбіт електронів. Таким чином, через 2500 років після виникнення самої ідеї атомної будови речовини була встановлена структура атомів.

Постановка досліду Резерфорда стала основою для дослідження структури матерії в XX в. Щоб довідатися, як збудований атом, Резерфорд розсіював пучок α-частинок (двічі іонізованих атомів гелію Не++) на тонкій золотій фользі. У результаті електромагнітної взаємодії α-частинок з позитивно зарядженою частиною атома α-частинки починають рухатися по кривій траєкторії, форма якої залежить від закону розподілу позитивного заряду атома в просторі. (Взаємодію з електронами можна не враховувати через величезну різницю в масах електрона і α-частинки.) На початку 1900-х рр. була популярна модель атома, запропонована Дж. Дж. Томсоном, відповідно до якої атом нагадував кекс з ізюмом (усередині позитивно зарядженої кулі знаходилися електрони). При розсіюванні α-частинок на такому атомі повинне було б спостерігатися дуже мале відхилення цих частинок від первісної траєкторії.

Спостереження Резерфорда і його співробітників переконливо показали, що частина α-частинок (хоча і невелика) розсіюється під дуже великими кутами. З погляду уявлень, що існували до того часу, про структуру речовини, це було зовсім неймовірною подією, однак воно цілком знаходило пояснення, якщо припустити, що весь позитивний заряд атома зосереджений у ядрі з лінійними розмірами порядку 10-15м (на 5 порядків менше розмірів самого атома). Розрахунки, засновані на законах класичної механіки допускають, що α-частинки зіштовхуються з ядром (розміри якого настільки малі, що ними можна знехтувати), дозволяють знайти число α-частинок, розсіяних за одиницю часу в тілесний кут, обумовлений кутом θ між напрямком руху частинок до і після розсіювання. Більшість α-частинок майже не відхиляються від первісного напрямку руху, однак і число частинок, що летять під кутами не дорівнює нулю. Досліди Резерфорда підтвердили правильність цих розрахунків.

1.2. Атом Бора

Бор, як і Томсон до нього, шукав таке розташування електронів в атомі, що пояснило б його фізичні і хімічні властивості. Бор бере за основу модель Резерфорда. Йому також відомо, що заряд ядра і число електронів у ньому, дорівнює числу одиниць заряду, визначається місцем елемента в періодичній системі елементів Менделєєва. Таким чином, це важливий крок у розумінні фізико-хімічних властивостей елемента. Але залишаються незрозумілими дві речі: надзвичайна стійкість атомів, несумісна з уявленнями про рух електронів по замкнутих орбітах, і походження їхніх спектрів, що складаються з цілком визначених ліній. Така визначеність спектра, його яскраво виражена хімічна індивідуальність, мабуть, якось зв'язана зі структурою атома. Усе це важко пов’язати з універсальністю електрона, заряд і маса якого не залежать від природи атома, до складу якого вони входять. Стійкість атома в цілому суперечить законам електродинаміки, згідно яким електрони, роблячи періодичні рухи, повинні безупинно випромінювати енергію і, втрачаючи її, “падати” на ядро. До того ж і характер руху електрона, що пояснюється законами електродинаміки, не може приводити до таких характерних лінійчатих спектрів, що спостерігаються насправді.

1.3. Радіоактивність.

Велике значення для розуміння будови атома мало відкриття радіоактивності. Антуан Анрі Беккерель (лауреат Нобелівської премії 1903 року) відкрив явище радіоактивності в 1896 році на солях урану. Радіоактивністю називають випускання деякими елементами проміння, здатного проходити крізь речовини, іонізувати повітря, обумовлене розпадом атомних ядер.

В 1898 році Марія Склодовська-Кюрі (лауреат Нобелівської премії 1903 і 1911 років) виділила з уранової руди елементи полоній і радій.

Марія Склодовська-Кюрі допустила, що радіоактивність радію зумовлена розпадом його атомів. Вона відкрила α- та β-промені. В 1900 році її чоловік Пєр Кюрі відкрив γ-промені. Було встановлено, що :

α- промені є потоком ядер гелію, які мають велику швидкість. Не або Не2+. Утворюються при радіоактивному розпаді.

Наприклад: 88226Ra 🡲 86222 Rn + 24He

β- промені є потоком електронів, що рухаються з швидкістю, спів вимірною з швидкістю світла. Ці електрони випромінюються в результаті розпаду нейтронів.

Наприклад: 01 n 🡲 11p + -10e

γ-промені є електромагнітним випроміненням з високою енергією, але меншою довжиною хвилі, що обумовлює його високу проникну здатність.

Ці та інші дослідження дозволили створити сучасні уявлення про будову атому.

2. Сучасні уявлення науки про будову атома

2.1. Уявлення квантової механіки про стан електронів в атомі.

В 1900 р. Макс Планк допустив, що поглинання або випромінення енергії може здійснюватись тільки певними порціями, які він назвав квантами. Енергію кванта Планк математично описав рівнянням:

Е=hν,

ν - частота випромінення,де Е - величина порції енергії,

h - постійна Планка (h=6,626\*10-34 Дж\*с).

В 1905 р. Альберт Ейнштейн доказав, що будь-яке випромінення складається з дискретних частинок - квантів випромінення, які називаються фотонами. В результаті цих досліджень виникло уявлення про подвійну природу світла. А в 1924 р. Луі де Бройль розповсюдив це уявлення на електрони і пояснив корпускулярно-хвильовий дуалізм поведінки електрона.

Сучасна квантова механіка базується на планетарній моделі Бора, а також на принципі заборони Паулі. (Докладно розглядається далі). Цей принцип точно визначив розташування електронів на дискретних енергетичних рівнях навколо ядра. В 1926 р. Ервін Шредінгер запропонував математичне рівняння для опису руху субатомних частинок. Кульмінацією розвитку квантової механіки є дослідження Поля Дірака, який зміг теоретично пояснити корпускулярно-хвильовий дуалізм елементарних частинок.

Розглянуті вище дослідження дозволили сформулювати ряд положень, що складають сучасні уявлення науки про будову атома :

2.2. Електронна Будова Атома

Обґрунтувати теорію електронної будови дозволяють сучасні методи дослідження атомних спектрів та енергій іонізації атомів. Будь-який спектр є розкладом випромінення на компоненти. Відповідно до моделі Бора електрони в атомах обертаються навколо ядра по кругових орбітах, чи оболонках. Кожна оболонка має строго визначений енергетичний рівень і характеризується деяким квантовим числом N. Чим більше N , тим вище енергетичний рівень оболонки. Оболонки одержали літерне позначення K, L, M, N і далі в порядку латинського алфавіту, кожній оболонці відповідає своє квантове число N. Для K оболонки N = 1, для L - N = 2, для M - N=3 і т.д. На кожній оболонці може знаходитися не більше визначеного числа електронів, і їхнє максимальне число індивідуальне для кожної оболонки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оболонка | квантове число N | макс. число електронів |
| K | 1 | 2 |
| L | 2 | 8 |
| M | 3 | 18 |

Перехід електрона з однієї оболонки на іншу можливий при поглинанні чи випусканні кванта електромагнітного випромінювання з енергією, що дорівнює різниці енергій рівнів, між якими пересувається електрон. Тому оптичні спектри поглинання атомів, що відповідають електронним переходам на дискретні вільні рівні, так само повинні бути дискретні.



Модель Бора не могла пояснити особливості спектрів елементів більш складних ніж водень. Крім того, електрон розглядалася як частка, що приводило до ряду протиріч. Більш пізні дослідження показали, що електрон має хвильову природу і йому варто приписати визначену довжину хвилі, що залежить від його енергії. Це положення, висунуте Луї де Бройлем, лягло в основу квантової механіки, методи якої в даний час використовуються для розрахунку властивостей атомів, молекул і твердих тіл, що з них складаються.

2.3.Орбіталі.

Відповідно до сучасних уявлень електрон має хвильові властивості. Для опису його поведінки використовують хвильову функцію Ф(x,y,z) . Квадрат модуля цієї функції характеризує імовірність знаходження електрона у заданій точці. Область простору, у якій висока імовірність знаходження електрона (не менш 0.95), називають орбіталлю. Основні типи орбіталей позначають буквами s, p, d, f (від слів sharp, principal, diffuse, fundamental). Вид двох основних типів орбіталей s (вона одна), p (їх три), по яких розмазаний електронний заряд.

Орбіталі часто називають підоболонками оболонок, оскільки вони характеризують форми різних орбіт, на яких можна знайти електрони, що знаходяться в одній оболонці (при заданому квантовому числі N). Кожна підоболонка характеризується своїм, побічним квантовим числом L (його називають орбітальним) . Воно, так само як і Nа, ціле і може змінюватися в межах від 0 до (N-1). Орбітали однієї підоболонки в звичайних умовах мають однакові значення енергії (вирождені), однак під впливом зовнішнього магнітного поля орбітальні енергії стають дискретними чи квантованими.

Магнітне квантове число M цих дискретних енергетичних рівнів може приймати цілочисленне значення в межах від -L до L (включно), тобто воно може приймати 2L+1 значень. Четверте квантове число S (спін) характеризує обертання окремого електрона і може приймати значення: +1/2 і -1/2.

Кожен електрон в атомі повинний мати свій індивідуальний набір квантових чисел. Знаючи головне квантове число N, легко розрахувати, скільки електронів може знаходитися на тій чи іншій оболонці й оцінити форму можливих орбіталей.

При утворенні молекул і кристалів з атомів, на зовнішній (валентній) оболонці яких маються як S так і P електрони, можливе змішування (інтерференція) їхній орбіталей і утворення "гібридних" SP орбіталей. Форма гібридної орбіталі залежить від того, скільки P орбіталей бере участь у її утворенні. Приклади можливих гібридних орбіталей показані на нижньому малюнку.

Структура молекул і кристалів буде залежати від того, які орбітали беруть участь в утворенні хімічного зв'язку між атомами. В утворенні таких напівпровідникових кристалів як Si і Ge беруть участь SP3 -орбіталі (приналежні різним оболонкам).

При цьому, у результаті взаємодії атомів, дискретні рівні можуть бути розглянуті як енергетичні зони. У напівпровідниках із двох сусідніх зон, що утворилися з рівнів валентних електронів, одна виявляється заповненою, друга вільною.

2.4.Склад атомних ядер.

Масове число (А)- це сумарне число протонів і нейтронів в ядрі атома. Атомний номер (Z)елемента співпадає з числом протонів в ядрі його атома.

A=Z+N, де N-число нейтронів в ядрі атома. Кожен хімічний елемент характеризується певним атомним номером. Тобто два елемента не можуть мати однаковий атомний номер.

Ізотопами - називають різні за властивостями атомні різновиди одного елемента. Вони розрізняються по кількості нейтронів в їх ядрі. Таким чином, ізотопи одного елемента мають однаковий атомний номер, але різні масові числа. Наприклад,

612С, 613 С, 614 С – ізотопи вуглецю.

Атомна одиниця маси ( а.о.м.).

За стандарт прийнята маса стабільного ізотопу вуглецю

612С = 12,0000а.о.м., таким чином 1 а.о.м. =1/12m612С.

Істине значення а.о.м.= 1,661\*10-27кг.

Три фундаментальні частинки, мають маси:

mпротона=1,007277а.о.м.

mнейтрона=1,008665а.о.м.

mелектрона=0,0005486а.о.м.

2.5.Електрони і дірки

Під дією тепла чи світла електрони можуть переходити з валентної зони в зону провідності. Відхід електрона приводить до утворення дірки, що повинна мати позитивний заряд, тому що електрон віддав негативний заряд і локальна електронейтральність порушилася. Сусідні валентні електрони можуть заповнювати дірку й у такий спосіб: вона може переміщатися по кристалі залишаючись у валентній зоні. Переміщення дірок буде створювати електричний струм.

Ідеальний напівпровідник, у якому відсутні домішки і дефекти називається

власним. У власному напівпровіднику концентрація електронів дорівнює концентрації дірок.

На енергетичному рівні в дозволеній зоні можуть знаходитися або електрон, або дірка. Тому для імовірності перебування дірки на заданому рівні можна записати fp(E)= 1 - f(E), де f(E) імовірність перебування на цьому рівні електрона. При цьому здобуваючи енергію дірка переміщається в глиб валентної зони.

Якщо E-F значно більше k, то замість статистики Фермі-Дірака для розрахунку імовірності заповнення енергетичних станів можна скористатися статистикою Больцмана.

Використовуючи ці співвідношення з умови електронейтральності можна розрахувати положення рівня Фермі. Тобто, для власного напівпровідника рівень Фермі лежить приблизно в середині забороненої зони і при підвищенні температури він поступово зміщається до тієї зони для який ефективна маса носіїв заряду менше.

Якщо електрон з валентної збуджується в зону провідності, то у валентній зоні залишається його вакансія (дірка), при переміщенні якої по кристалі переноситься позитивний заряд. У такий спосіб заряд у кристалі може переноситися електронами, що знаходяться в зоні провідності і дірками, що знаходяться у валентній зоні. В ідеальному кристалі, у якому відсутні дефекти і сторонні домішки (такий напівпровідник називається власним), кількість "вільних" електронів - електронів у зоні провідності (n), дорівнює кількості дірок (p) і дорівнює деякій характеристичній величині, що називається власною концентрацією (ni): n=p=ni.

Чим вужче заборонена зона, тим більше в напівпровіднику термічно збуджених вільних носіїв заряду. Концентрації вільних електронів і дірок у власному напівпровіднику залежать від температури по експонентному законі.

Положення рівня Ферми знаходять з умови електронейтральності для власного напівпровідника тобто: n=p. Відкіля: F=1/2(Ec+Ev)+k/2ln(mp/mn), тобто при низьких температурах рівень Ферми лежить біля середини забороненої зони і з підвищенням температури поступово зміщається до зони провідності.

Висновки.

Сучасна модель атома базується на планетарні моделі Бора, яка була запропонована після відкриття субатомних частинок та ряду інших досліджень таких як радіоактивність, створення квантової теорії світла. Формулювання основних положень квантової механіки дозволило пояснити корпускулярно-хвильовий дуалізм електрона та стійкість електронної конфігурації атомів. Згідно сучасних уявлень атом складається з ядра та електронів, що рухаються навколо нього по певних орбітах. Кількість електронів на зовнішньому електронному шарі та заряд ядра є унікальним і визначальним для кожного виду атомів.

Електронна конфігурація елемента - це запис розподілу електронів в його атомах по оболонках, підоболонках та орбіталях. Для визначення конкретної електронної конфігурації елемента в стаціонарному стані є три правила:

*Принцип заповнення*. Електрони в стаціонарному стані атома заповнюють орбіталі у відповідності підвищення орбітальних енергетичних рівнів. Нижчі за енергією орбіталі завжди заповнюються першими.

*Принцип заборони Паулі*. На будь-якій орбіталі може знаходитись не більше двох електронів і лише в тому випадку, якщо в них різнонаправлені спіни.

*Правило Гунда*. Заповнення орбіталей однієї підоболонки починається по одному електрону з паралельними спінами, і тільки після того, як неспарені електрони займуть всі орбіталі, може проходити заповнення орбіталей парами електронів з протилежними спінами.

Властивості атомів залежать від будови їх електронних оболонок.

Ядром називається центральна частина атома, у якій зосереджена практично вся маса атома і його позитивний електричний заряд. Всі атомні ядра складаються з елементарних часток: протонів і нейтронів, що вважаються двома зарядовими станами однієї частинки - нуклона. Протон має позитивний електричний заряд, що дорівнює по абсолютній величині заряду електрона. Нейтрон не має електричного заряду.

Дослідження скаду атомних ядер продовжується і в даний час. З 1938 р. було передбачено декілька сотень елементарних частинок та античастинок, більша частина з них вже відкрита. Античастинки мають таку саму масу, як і звичайні частинки, але протилежний заряд.

В 1964 р. Мюреєм були передбачені кварки і лептони. Вважається, що протон складається з 3x -кварків, а нейтрон з інших 3x кварків. Після відкриття в 1983 р. в Женеві в Європейському центрі ядерних досліджень W-і Z- частинок вченим здавалось, що все в світі субатомних частинок стало на свої місця. Але через рік з’ясувалось, все не так просто. Вчені всього світу вважають, що крапку ставити рано і з нетерпінням чекають результатів подальших досліджень.

Література.

1. Григор'єв В.И., Мякишев Г.Я. Сили в природе. - М.,“Наука”, 1983 р. -434с.
2. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. - М., “Образование”, 1982 р.
3. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике - М., “Наука”, 1990 р..
4. М.Л. Глiнка. Загальна хiмiя. - К.:Вища школа, 1982.- 608с.
5. М.А. Тамаров. Неорганическая химия. - М.:Медицина, 1974.- 480 с.
6. В.В. Григор`єва та iн. Загальна хiмiя. - К.: Вища школа, 1991. - 431 с.
7. Н.В. Романова. Основи аналітичної хiмiї. -К.: Рад. школа, 1983. - 160 с.
8. А.I. Гончаров. Довiдник з хiмiї. - К.: Вища школа, 1974. - 304с.