

мінімуму енергії взаємодії, на відстані рівному $r_0 = 2\ell$, в статичному стані, скільки завгодно довго, оскільки радіальні зміщення його в будь-якому напрямі вимагають витрат енергії.

Така побудова атому водню, що відповідає принципам класичної фізики. Архітектура багато електронних атомів в наступній доповіді.

Список використаних джерел:

1. Неліпа Н. Ф. Фізика елементарних часток. – Видавництво «Вища школа», 1977.
2. Широков Ю. М. і Юдін Н. П. Ядерна фізика. – Видавництво «Наука», 1972.
3. Попенко В. Й. Векторні властивості електрона. Тези для наукової конференції «Перспективи розвитку сучасної науки» 2014.
4. Шпольский Э. В. Атомна фізика, т. 1, Введення в атомну фізику, видавництво «Наука» 575 (1974).

Попенко В.Й.

старший науковий співробітник,

Науково-виробнича корпорація «Київський інститут автоматики»

БАГАТОЕЛЕКТРОННІ АТОМИ

Ефективний потенціал атомного ядра, згідно (1), [1] складається з Кулонівської і слабкої взаємодії

$$U' = -U + W_{(с.в.)}.$$

Скалярний Кулонівський потенціал декількох зарядів дорівнює сумі потенціалів кожного заряду

$$U_{\Sigma q} = U_{q1} + U_{q2} + U_{q3} \dots,$$

тому Кулонівський потенціал атомного ядра пропорційний його зарядовому числу Z , $U_z = Z U_1$, де: U_1 – потенціал ядра із зарядовим числом одиниця.

Потенціал слабкої взаємодії, адекватний векторному потенціалу, складається за правилами складання векторів. Модуль суми, довільно орієнтованих векторів менший, суми модулів цих векторів

$$|A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n| < |A_1| + |A_2| + |A_3| + \dots + |A_n|.$$

Сума однакових по модулю, довільно орієнтованих векторів, може не перевищувати за величиною одного, двох векторів і, взагалі, може дорівнювати нулю. Енергія взаємодії, обумовлена слабкою взаємодією, з цієї причини мало змінюється зі збільшенням зарядового числа Z ядра атома.

Можливо, слабкі взаємодії беруть участь тільки в зв'язку електронів K оболонки з ядром. Електрони подальших оболонок взаємодіють з кулонівським потенціалом ядра і з потенціалом електронів попередніх оболонок.

У формулі (1), [1], енергії взаємодії електрона з ядром, що містить Z протонів, в силу відмінності складання скалярного і векторного потенціалів, кулонівський член слід помножити на Z , а доданок, що відповідає слабким взаємодіям, залишити без зміни

$$W_{(Z)} = W_{(с.в.)} - ZU_1 = \ell_0 \frac{e^2}{r^2} - Z \frac{e^2}{r}. \quad (1)$$

З екстремуму енергії взаємодії електрона з ядром (1), знайдемо відстань від ядра до максимальної глибини потенційної ями r_{zo}

$$\frac{d}{dr} W_{(z)} = e^2 \left(-\frac{2\ell_0}{r^3} + \frac{z^2}{r^2} \right) = 0, \text{ звідки отримуємо}$$

$$r_{zo} = \frac{r_0}{Z} = \frac{2\ell_0}{Z}. \quad (2)$$

Підставляючи радіус r_{zo} у формулу енергії взаємодії (1) знайдемо максимальну глибину потенційної ями атомного ядра

$$W_{(z)max} = e^2 \left(\frac{\ell z^2}{4\ell^2} - \frac{z^2}{2\ell} \right) = -z^2 \frac{e^2}{4\ell} = z^2 W_H, \quad (3)$$

де: W_H – енергія зв'язку атома водню.

Максимальна глибина потенційної ями атомного ядра, що містить Z протонів, зміщується у бік ядра обернено пропорційно до зарядового числа Z і збільшується пропорційно квадрату зарядового числа.

Якщо кулонівську взаємодію між електронами атома, подумки, занизити майже до нульового значення, усі його електрони розташуються на дні сферичної потенційної ями ядра з рівномірною щільністю по сфері.

Рівномірний розподіл електронів по сфері, на однакових відстанях один від одного можливо тільки при парній кількості електронів: 2 – на полюсах сфери; 4 – у вершинах тетраедра; 6 – октаедра; 8 – гексаедра. Повністю заповнені електронні оболонки містять парну кількість електронів, такий перший принцип заповнення електронних оболонок атома.

Парність електронів заповнених оболонок диктують і магнітні взаємодії електронів. Кулонівський потенціал ядра зближує електрони до відстаней, при яких взаємодія магнітних моментів електронів [2], стає порівнянною з їх кулонівським відштовхуванням, це призводить до спаровування електронів оболонки з протилежною орієнтацією дипольних моментів (схематично $\downarrow\uparrow$), і утворення магнітних квадруполів.

Магнітні моменти двох електронів K оболонки, орієнтовані антипаралельно ($\downarrow\uparrow$) утворюють замкнуте, консервативне магнітне поле квадруполь, що не дозволяє третьому електрону втиснутися в K оболонку, цьому ж протидіє підвищена щільність електричного поля спарених K електронів.

Зі зростанням заряду ядра і його потенціалу зменшується відстань між K електронами, відповідно росте щільність магнітного поля їх квадруполь, і електричного поля спарених електронів, що перешкоджають третьому електрону втиснутися в K оболонку, навіть при збільшенні заряду ядра в сотні разів. В результаті K оболонка служить потенційним фундаментом, на який спираються електрони наступного шару усіх багато електронних атомів.

При підвищенні, в умовному експерименті подумки заниженого, Кулонівського відштовхування між електронами, розташованих, на дні потенційної ями, відстані між ним почнуть зростати. Електрони зміщуватимуться в сторони від ядра з максимальної глибини ями в область, де зростуть прирости енергії, і сили Кулонівського тяжіння ядром.

Коли, подумки занижена, Кулонівська взаємодія між електронами досягне природного значення, електронна оболонка виявиться на зовнішньому схилі потенційної ями, де сили тяжіння ядром будуть рівні силам відштовхування між електронами оболонки. Енергія електронів буде значно вище, ніж на дні потенційної ями. Така рівно дія сил буде нестійкою.

Найменші збуджуючі дії зруйнують оболонку. Частина електронів опуститься на максимальну глибину ями, інші розосередяться по всьому її об'єму. Відстані між розосередженими електронами збільшаться, що приведе до зниження позитивної енергії між електронної взаємодії. Сили Кулонівського відштовхування зменшаться. Рівно дія сил, на електрони, набуде стійкого стану.

Кульова симетрія кулонівського потенціалу ядра і кульова симетрія потенціалу електронів зумовить кульову симетрію розосередження електронів, із зростаючим їх числом в кожному послідовному шарі і дотриманням парності числа електронів в шарі.

Точне розміщення електронів за об'ємом потенційної ями кожного ядра вимагає трудомістких розрахунків з використанням варіаційного обчислення, але експериментально воно встановлене.

Повністю заповнені оболонки будуються за принципом укладання їх кулями рівної величини з дотриманням принципу парності в оболонці.

Середню площу першої оболонки прийемо за 1^2 . У ній, згідно з принципом парності, розміститься дві кулі $2 \times 1^2 = 2$. Середній радіус другої оболонки на одиницю більший. Її площа 2^2 . У ній розміститься $2 \times 2^2 = 8$ куль. Середня площа третьої оболонки 3^2 . У ній розміститься $2 \times 3^2 = 18$ куль. У четвертій оболонці $2 \times 4^2 = 32$ кулі.

У повністю заповненій оболонці з номером n , кількість електронів N рівна подвоєному квадрату її номера

$$N = 2 \times n^2. \quad (4)$$

Такий, експериментально підтверджений, другий принцип заповнення електронних оболонок атомів [3].

Якби відстані d між електронами за об'ємом атома були б однакові, розміри атомів R були б пропорційні числу оболонок $R \approx n \times d$.

Насправді, кулонівський потенціал ядра, що зростає до центру атома, діє на електрони, як тиск на повітряні кулі, стискає їх, внаслідок чого, відстані між електронами до центру атома зменшуються, радіуси внутрішніх оболонок стискаються, з незмінним розподілом електронів по шарам.

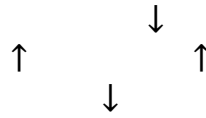
З атомних об'ємів інертних газів гелію і радону [3] $V_{He} \approx 18, V_{Rn} \approx 90$ витікає, що розмір ($R \propto V^{0.3}$) атома радону $R_{Rn} = 4.48$ з шістьма атомними оболонками, більше розміру атома гелію $R_{He} = 2.62$ з однією оболонкою, не більше ніж в два рази (розмірність величин R і V не принципова, важливе їх співвідношення)

$$R_{Rn}/R_{He} = 4.48/2.62 \approx 1.7 < 2. \quad (5)$$

Такий третій принцип заповнення електронних оболонок атомів. Розміри атомів, що містять від однієї, до шести повністю заповнених електронних оболонок змінюються менш ніж в два рази. В грубій оцінці, розміри атомів, практично однакові.

Інертні гази, виключаючи гелій в зовнішній оболонці містять вісім електронів. Елементи калій K , рубідій Rb , цезій Cs , маючи по вісім електронів в незаповнених відповідно M, N, O оболонках, з підвищенням заряду ядра, порушуючи порядок заповнення (4), приєднують по два електрони в подальшій зовнішній оболонці. Лише після позачергового приєднання двох електронів наступної оболонки, триває «відкладене» регулярне заповнення пропущених незаповнених відповідно M, N, O оболонок [4]. Пояснюється ця аномалія магнітними властивостями електрона.

Вісім електронів оболонки розташовуються у вершинах гексаедра. Чотири попарно орієнтованих антипаралельно, диполя магнітних моментів електронів, пов'язані в квадруполі, утворюють магнітний октуполь однієї з граней гексаедра, схемне зображення якої дане нижче



Послідовним з'єднанням полюсів він пов'язаний з магнітними моментами такого ж октуполя протилежної грані гексаедра (така ж четвірка стрілок з протилежною орієнтацією, розташованих нижче). Магнітне поле такого з'єднання восьми диполів в гексаедр убуває з відстанню швидше r^{-5} і утворює замкнуту, консервативну систему, яка протидіє можливості дев'ятому електрону з його магнітним моментом втиснутися в неї.

І тільки при підвищенні кулонівського потенціалу на дві одиниці, і відповідним підвищенням потенціалу в області незаповненої, маючої вісім електронів оболонці, до неї продовжують приєднуватися згідно з правилом (4) невисначаючи електрони. При чому, розуміється, що вказане підвищення потенціалу, супроводжується приєднанням двох електронів до зовнішньої, наступної оболонки.

Такий четвертий принцип заповнення електронних оболонок атома. Восьми електронна оболонка є енергетично найбільш вигідною.

Не має сумніву, що магнітний момент і спін роблять вплив на архітектуру і інших електронних оболонок, але швидке убування амплітуд полів, які відповідають їм, з відстанню, утрудняє спостереження цього впливу.

Електрони внутрішніх оболонок розташовані в потенційних чарунках, обмежених в радіальному напрямі електронами сусідніх оболонок, а в кутових напрямках сусідніми електронами власної оболонки. Глибина потенційної чарунки визначається кулонівським потенціалом ядра, залежним від його заряду і відстані чарунки від ядра, тобто номером оболонки атома.

Відповідно до формули (3) глибина потенційної чарунки атома зменшується обернено пропорційно до номера оболонки. Для важких атомів максимальна глибина чарунки досягає сотень тисяч еВ. Наприклад для атому радону глибина їх для K, L, M, N, O оболонок приблизно дорівнює $U_K \approx 102$, $U_L \approx 22$, $U_M \approx 6.6$, $U_N \approx 1.8$, $U_O \approx 0.36$ тисяч еВ.

Розміри потенційних чарунок, згідно, третього принципу заповнення електронних оболонок збільшуються з відстанню від ядра атома пропорційно квадрату номера оболонки. За інших рівних умов розмір потенційної чарунки визначає можливі амплітуди коливань електронів внутрішніх оболонок, у збудженому стані.

Валентні електрони розташовуються в потенційній ямі атомного залишку. Потенційна яма не симетрична в радіальному перерізі. Внутрішня стінка її, з боку ядра крута, обмежена електронами попереднього шару, зовнішня полого, визначається кулонівським потенціалом ядра, що убуває пропорційно r^{-1} .

Потенційна яма, відкрита в зовнішньому до атома напрямі для радіальних коливань електрона в кулонівському потенціалі ядра. Амплітуда коливань валентного електрона обмежується тільки енергією збудження, яка не може перевищувати енергію іонізації атома $r_{max} \approx W_{зб.}/e^2$, де $W_{зб.} < W_{іонізац.}$

Мінімальна глибина потенційної ями одного разу іонізованих атомів дорівнює 3.88 еВ для атома цезію, максимальна 24.45 еВ для атома гелію.

У кутових напрямках розмір ями визначається валентністю атома. Для одновалентного атома – повна сфера. Для двох валентного – пів сфери. Для трьох валентного – третина сфери. Для чотирьох валентного – чверть сфери...

В наступній доповіді не значні доповнення побудови атомів.

Список використаних джерел:

1. Попенко В. И. Атом водню. Тези для наукової конференції «Актуальні питання гуманітарних та природничих наук», 2015.
2. Попенко В. И. Векторні властивості електрона. Тези для наукової конференції «Перспективи розвитку сучасної науки», 2014.
3. Шпольский Э. В. Атомна фізика, т. 1, Введення в атомну фізику, видавництво «Наука» 575 (1974).
4. Шпольский Э. В. Атомна фізика, т. 2, Основи квантової механіки і устрій електронної оболонки атома, видавництво «Наука» 417 (1974).

Попенко В.И.

старший науковий співробітник,

Науково-виробнича корпорація «Київський інститут автоматики»

ДОПОВНЕННЯ ДО АРХІТЕКТУРИ АТОМІВ

Електрони внутрішніх оболонок атома розташовані в потенційних чарунках [1], обмежених в радіальному напрямі електронами сусідніх оболонок, в кутових напрямках сусідніми електронами власної оболонки.

Потенційна чарунка, в якій розташовуються K – електрони в радіальному напрямі обмежується відстанню між ядром і L – оболонкою, чарунка електронів L – оболонки обмежується відстанню між K – оболонкою і M – оболонкою, електронів M – оболонки відстанню між L – оболонкою і N – оболонкою, і так далі.

Глибина потенційної чарунки визначається кулонівським потенціалом ядра, залежним від його заряду і відстані чарунки до ядра, тобто номером оболонки атома. Величина її зв'язана з номером оболонки зворотною залежністю і змінюється від $\sim 124\ 000$, до ~ 30 еВ.

Розміри потенційних чарунок, в яких розташовується електрон, обмежують амплітуду коливань електрона, у разі дії на нього збудження, а глибина її визначає частоту коливань електрона.

Валентні електрони зовнішньої оболонки розташовуються в потенційній ямі атомного залишку. Потенційна яма не симетрична в радіальному перерізі. Внутрішня стінка її, з боку ядра крута, обмежена електронами попереднього шару, зовнішня полого, визначається кулонівським потенціалом ядра, що убуває пропорційно r^{-1} , потенційна яма, відкрита для радіальних коливань електрона в зовнішньому до атома напрямі.

Максимальна глибина потенційної ями одного разу іонізованих атомів, не перевищує трьох десятків еВ і визначає максимальну швидкість можливих коливань електрона, при дії на нього зовнішнього збудження.

У разі коливань збудженого електрона атома, повертаючи сили, мають радіальний напрям. Тому найбільш вірогідні радіальні коливання електрона.