

НАСКІЛЬКИ Є МІЦНИМ ФУНДАМЕНТ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ
(QUANTUM MECHANICS' FOUNDATION, HOW STRONG IS IT?)

© Юрій Дунаєв, 2009

РЕФЕРАТ

Основні сталі квантової механіки, а саме стала Планка, стала тонкої структури і стала Ридберга є безпосередньо зв'язаними з параметрами руху електрона не в атомі, а в молекулі водню. Зокрема, стала Планка є відношенням кінетичної енергії електрона в молекулі водню до частоти його обертання, стала тонкої структури є відношенням окружної швидкості електрона цієї молекули до швидкості світла у вакуумі, а стала Ридберга є відношенням частоти обертання електрона цієї молекули до швидкості світла. Так само є пов'язаними з цими параметрами і всі ті сталі, що є похідними від згаданих основних сталих, такі, наприклад, як обернена стала тонкої структури, або стала Планка, поділена на 2π . Свідчить це про те, що емпіричні дані стосовно частот світла, випромінюваного розігрітим воднем, слугувати основою для побудови моделі атома водню не могли і не можуть, а сама модель атома водню, запропонована Бором ще в 1913 році і покладена в основу квантової механіки, є невірною. Тому і ця основа, і всі теоретичні побудови, на ній виконані, потребують докорінного переосмислення.

Хоча початок квантової механіки, а разом з нею і всієї сучасної фізики пов'язують з відкриттями Макса Планка, що дали перші свідчення квантування випромінюваної енергії, справжнім її початком, а разом з тим і початком всіх її незрозумілостей слід на мою думку вважати модель атома водню, запропоновану в 1913 році Нільсом Бором.

Остання, як відомо en.wikipedia.org/wiki/Rydberg_equation, була винайдена на базі вперше запропонованої в 1885 році Йоганом Бальмером, а пізніше удосконаленої Ридбергом, формули, в котрій довжини хвиль світла, випромінюваного воднем, розігрітим в електророзрядній трубці, впорядковувались залежно від комбінації цілих чисел n_1 і n_2 . В прийнятій зараз редакції формула виглядає як

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (1), \text{ де}$$

λ є довжиною світлової хвилі випромінюваної у вакуумі, R_H є сталою Ридберга для водню, а n_1 і n_2 є згаданими цілими числами, з яких $n_1 < n_2$. Помноживши ліву і праву частини формули на швидкість світла у вакуумі c , формулу можна привести до дещо іншої форми, в котрій ν позначатиме частоту випромінюваного світла

$$\nu = cR_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (2),$$

Що ж до добутку cR_H , то маючи розмірність s^{-1} , він має характеризувати певну частоту, і припущення щодо того, яку саме, я висловлю трохи згодом.

Хоча формулою Бальмера-Ридберга залежно від величини числа n_1 описується кілька серій частот, частоти видимого світла вкладається в ній в серію Бальмера з $n_1 = 2$, і саме частоти цієї серії вперше аналізувалась як Бальмером, так пізніше і Бором. Останній, так само як і його послідовники, дотримувався думки, що утворення випромінюваних воднем фотонів відбувається в його атомах, і що

одержана Бальмером залежність, як така, що мала відношення виключно до атомарного водню, мала містити інформацію, на основі якої можна було б побудувати модель саме цього атома. В сучасній літературі з квантової механіки [1] навіть стверджується, що газорозрядну трубку, що слугувала джерелом досліджуваного випромінювання, буцім то заповнювали атомарним (моноатомним) газом, хоч в ранніх джерелах про таке ніде мови не йшло. З іншого боку відомо, що за звичайних земних умов елементний водень існує в формі двохатомного газу H_2 en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen, а також що більшість елементів, за винятком шляхетних газів, при нагріванні утворюють молекули, але для цього потребуються високі температури, часом – тисячі градусів en.wikipedia.org/.../Diatomic_molecule.

Висновками з щойно викладеного може бути те, що

- формула Бальмера-Ридберга, покладена Бором в основу для побудови моделі атома водню, має відношення не до атома водню H , а до його молекули H_2 , і як така основою для побудови моделі атома водню слугувати не може;
- формування фотонів відбувається в молекулах водню, і зазначена формула може послугувати для побудови моделі саме такої молекули.

Концепція формування фотонів в молекулі водню буде викладена ближчим часом в одній з моїх наступних статей. Що ж до самої молекули, то на зразок сонячної планетарної системи я бачу її складеною з ядра, що має два протони, і двох електронів, що обертаються навкруг цього ядра в одній і тій же площині і на однакових від нього відстанях. Я не бачу причин, з яких би ці відстані мали хоч якось різнитися, так само як я не бачу причин, з яких би ці електрони мали обертатись навкруг ядра з різними кутовими або лінійними швидкостями. З іншого боку, зважаючи на необхідну стабільність молекули, я вважаю, що напрями обертання електронів повинні бути протилежними. За моїм переконанням частота обертання цих електронів повинна бути сталою, і я припускаю, що ця стала величина і є той самий вже згаданий добуток cR_H .

Оскільки за даними NIST physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html $R_H = 10\,973\,731.568\,527\text{ m}^{-1}$ і $c = 299\,792\,458\text{ m s}^{-1}$, $cR_H = 3.289842 \cdot 10^{15}\text{ s}^{-1}$, що означає, що за одну секунду ці електрони роблять більш ніж 3289 мільйонів мільйонів обертів.

Пропонована планетарна модель молекули водню має багато спільного з моделлю атома, запропонованою ще Резерфордом, і визнаною в той час недієздатною з огляду на те, що заряджені електрони, обертаючись навкруг ядра і не зустрічаючи буцім то ніякого опору, безперервно б прискорювались [1], а всі прискорювані заряди відповідно до класичної електромагнітної теорії випромінюють електромагнітну енергію, в даному разі буцім то за рахунок власної кінетичної енергії, втрата якої дуже швидко примусила б електрони впасти на ядро.

Не збираючись вступати в дискусію з критиками моделі Резерфорда, зазначу лише, що відповідно до Першого постулату Бора електрон в атомі водню обертається по круговій орбіті навкруг ядра під впливом кулонового притягання між електроном і ядром, дотримуючись законів класичної механіки, тобто так само, як і в моделі Резерфорда.

Стосовно всіх інших постулатів Бора, мимохідь зауважу, що не ґрунтуючись ні на яких на той час відомих фізичних закономірностях, так само як і ні на яких чисто фізичних гіпотезах, вони підпорядковувались лише намаганням у суто математичний спосіб задовольнити відомому математичну закономірність.

Розглянемо тепер лише деякі з тих перспектив, які відкриваються при застосуванні запропонованої моделі молекули водню.

Для початку проаналізуємо балансове рівняння сил, прикладених до її електрона, і для простоти припустимо, що протони її ядра наближені один до одного настільки, що можна вважати, що вони обидва знаходяться в одній точці, а електрони обертаються навкруг цієї точки по круговим орбітам.

Ліву частину балансового рівняння представимо як кулонову силу, визначену у відповідності з сучасними науковими поглядами як

$$F_c = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2}, \text{ де}$$

k_e позначає коефіцієнт пропорційності, q_1 і q_2 - величини взаємодіючих електричних зарядів і r - відстань між цими зарядами. За даними Wikipedia en.wikipedia.org/wiki/Coulomb's_law $k_e = 8.9875517873681764 \cdot 10^9 \text{ NmC}^{-2}$. Зважаючи на те, що ядро молекули водню має два одиничні заряди, а електрон лише один, кулонова сила, з якою електрон притягається до ядра, становитиме

$$F_c = k_e \frac{2q^2}{r^2}, \text{ де}$$

q - одиничний заряд електрона і протона. За даними NIST physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html одиничний заряд електрона, а відтак і протона становить $1.602\ 176\ 487(40) \times 10^{-19} \text{ C}$.

Праву частину балансового рівняння представимо у вигляді відцентрової сили

$$F_{cf} = m_e r \omega^2, \text{ де}$$

m_e - маса електрона, що дорівнює $9.109\ 382\ 15(45) \times 10^{-31} \text{ kg}$ physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html, а ω є кутовою швидкістю обертання електрона.

Відповідно до вже зробленого припущення щодо частоти обертання електронів $\omega = 2\pi c R_H$ і тоді балансове рівняння матиме вид

$$F_c = k_e \frac{2q^2}{r^2} = F_{cf} = m_e r (2\pi c R_H)^2.$$

З нього знаходимо радіус орбіти електрона:

$$r = \sqrt[3]{\frac{k_e q^2}{2\pi^2 m_e c^2 R_H^2}}.$$

Скориставшись наведеними вище числовими даними, одержуємо: $r = 1.058354 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.

Окружна швидкість обертання електрона має становити

$$v_e = \omega r = 2\pi c R_H r = 2.1876904 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}.$$

Відношення цієї величини до швидкості світла складає $\frac{v_e}{c} = 2\pi R_H r = 7.2973497 \cdot 10^{-3}$, що практично збігається з величиною сталої тонкої структури, $\alpha = 7.297\ 352\ 5376(50) \times 10^{-3}$, наведеної на сайті NIST physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html, тоді як її обернена величина становить $1/\alpha = 137.036$.

Саме про цю останню з наведених величин один з творців квантової електродинаміки лауреат Нобелівської премії Р. Фейнман дозволив собі у 1985 році таке висловлювання: «Вона лишалась таємницею від самого її відкриття більш ніж 50 років тому, і всі справжні фізики-теоретики приколювали це число собі на стіну і не знаходили собі місця. Ви відразу захотіли б дізнатися, звідкіля з'явилася ця числова зв'язка, чи вона є зв'язаною з пі, чи може з базою натуральних логарифмів? Ніхто не знає. Це одна з найбільш проклятутих таємниць фізики: магічне число, що приходить до нас і не розуміється людиною. Ви могли б сказати: «рука божа» написала це число, і «ми не знаємо, як Він рухав своє перо». Ми знаємо, як треба танцювати, щоб експериментально дуже точно виміряти це число, але ми не знаємо, який танець треба виконати на комп'ютері, щоб звідти вивести це число, без того, щоб його потайки туди не ввести!» [2].

Цікавими у зв'язку з щойно знайденим на базі запропонованої моделі співвідношенням є й деякі інші висловлювання, запозичені з сайту en.wikipedia.org/wiki/Fine-structure_constant. Так Wikipedia пише, що:

«Стала тонкої структури (що позначається зазвичай α) є однією з фундаментальних фізичних сталих, а саме зв'язувальною сталою, що характеризує силу електромагнітної взаємодії.»

«Сталу тонкої структури ввів в науку у 1916 році Арнольд Зоммерфельд як частину своєї теорії релятивістських відхилень атомних спектральних ліній від положень, передбачуваних моделлю Бора. Першою фізичною інтерпретацією сталої тонкої структури α було відношення швидкості електрона на першій круговій орбіті релятивістського атома Бора до швидкості світла у вакуумі. В еквівалентний спосіб це було відношення між максимальним кутовим моментом, дозволеним відносною для замкненої орбіти, і мінімальним кутовим моментом, дозволеним їй квантовою механікою. .. Вона визначає величину розщеплення тонкої структури в спектральних лініях водню.»

«Стала тонкої структури настільки заінтригувала фізика Вольфганга Паулі, що він навіть співпрацював з психологом Карлом Юнгом в надзвичайних пошуках розуміння її смислу.»

Кінетична енергія електрона становить:

$$E = \frac{1}{2} m_e v_e^2 = \frac{1}{2} m_e (2\pi c R_H r)^2,$$

що після числових обрахунків дає:

$$E = 2,179870 \times 10^{-18} \text{ J.}$$

Частка від ділення цієї величини на частоту обертання електрона становить:

$$h = \frac{E}{cR_H} = 6,6260636 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

що практично збігається з величиною сталої Планка $h = 6.626\ 068\ 96(33) \times 10^{-34} \text{ J s}$, наведеної на тому ж сайті physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html. Останнє складає підставу визначити сталу Планка, як відношення кінетичної енергії електрона в молекулі водню до частоти його обертання.

У цьому зв'язку слід відмітити, що стала Планка увійшла в науку задовго до появи моделі атома водню, запропонованої Бором, і безпосередньо з нею ніяк не зв'язана. Як свідчить Wikipedia en.wikipedia.org/wiki/Planck_constant, стала Планка, що позначається як (h), є фізичною сталою, застосованою для позначення розмірів квантів в квантовій механіці. Вона є сталою пропорційності між енергією фотона (E) і частотою асоційованої з цією енергією електромагнітної хвилі (ν).

Відповідно до сучасних наукових даних (див. en.wikipedia.org/wiki/Rydberg_constant) стала Ридберга є фізичною сталою, що в науковій спектроскопії відноситься до атомарних спектрів. На початку Ридберг визначив її величину емпірично на основі даних спектроскопії, але пізніше було знайдено, що цю величину можна розрахувати на основі більш фундаментальних сталих з застосуванням квантової механіки.

Стала Ридберга репрезентує граничну величину найвищого хвильового числа (величина, обернена довжині хвилі) будь-якого фотона, емітованого атомом водню, або, як альтернатива, хвильового числа найменш енергетичного фотона, здатного іонізувати атом водню з його найнижчого рівня. Спектр водню може бути визначеним в сталих Ридберга застосовуючи формулу Ридберга.

Викладені дані свідчать, що на початку визначення сталої Ридберга проводилось емпірично, не спираючись ні на яку модель фотонуутворення, і лише згодом було прив'язане до прийнятої моделі атома.

Як впливає з раніше викладеного, основні сталі квантової механіки, а саме стала Планка, стала тонкої структури і стала Ридберга є безпосередньо зв'язаними з параметрами руху електрона в молекулі водню. Так само мають бути пов'язаними з цими параметрами і всі інші сталі, що є похідними від означених основних сталих, такі, наприклад, як обернена стала тонкої структури, або стала Планка, поділена на 2π .

Щодо зв'язку цих сталих з атомом водню, то безпосередні ознаки такого зв'язку не простежуються.

Очевидним є те, що теоретичний фундамент квантової механіки закладено невірно, і що всі теоретичні побудови, виконані на цьому фундаменті, потребують докорінного переосмислення.

БІБЛІОГРАФІЯ:

- 1) Robert Eisberg and Robert Resnick, Quantum Physics, John Wiley & Sons, Second Edition, ISBN 0-471-87373-X, p.96
- 2) Feynman, Richard ,QED: the strange theory of light and matter. Princeton University Press. (2006). ISBN 0-691-12575-9