СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ЭЛЕКТРОННЫҢ

МАССАСЫН АНЫҚТАУ

*Физика пәнінің мұғалімі Сулайманова Маргарита Алибековна КММ «Абай атындағы №4 мектеп лицей» Сәтбаев қаласы*

*Негізгі мақалада атомдық физика бөлімінде атом құрлысындағы электрон массасын спектроскопиялық әдіспен анықтау қарастырылған.*

Атомдар спектрлерінің заңдылығының бірден-бір маңыздылығы – олардың сериялық құрылымы. Сәуле шығаратын системаларының кванттық қасиеттерін айқындағыш сериялық заңдылықтар болып келеді. Өте қарапайым түрде олар бір атомды сутегі спектрінде көрінеді. Осы спектрді зерттеу спектрлік заңдылықтарды ашуға алып келді.

Сутегі атомын және оған ұқсас Нe+, Li++, Be+++ иондарын қарастырайық. (Сутегі тәріздес атомның моделі). Мұндай атомдық система заряды Ze оң зарядталған ядродан және заряды e бір электроннан тұрады. Z- Менделеевтің периодтық элементтер системасындағы элементтің реттік нөмірі.

Стационарлық күйлер энергиясы.

Бордың кванттау шарты бойынша hVki = Ek-Ei стационарлық күйлердің энергиясы мына түрдеде беріледі.

(1)

Шамалары а) және б) (2)

(a) ауырлық орталығы айналасында қозғалған электрон мен ядроға қатысты,

(б) шексіз ауыр ядроға қатысты.

(1) Формуладағы бас кванттық сан атомдағы электронның энергиясын анықтайды, өйткені басқа шамалар тұрақты. n жоғарлаған сайын энергия өседі. (оның теріс шамасы төмендейді).

1б суретте энергиялардың ұрықсат етілген мәндерінің көрінісі ұсынылған - Eп энергиялық деңгейлер.

Жалпы жағдайда ядродан және бір электроннан (бірэлектрондық система) тұратын атомдық система nк бас кванттық санмен сипатталатын стационарлық күйден n i бас кванттық санмен сипатталатын күйге көшкенде Бордың жиілік шарты бойынша νki жиілікті спектрлік сызық шығарады.

(3)

Анықтама бойынша толқындық сан . Сонда EkEi көшкенде шығарылатын спектрлік сызықтардың толқындық саны

(4)

Бұл заң сәуле шығару процесі бағынатын бірден-бір жоғарғы маңызды және дәл физика заңдары болып келеді. Алдын ала айтқанда бұдан барлық спектрлік сызықтарды спектрлік серияларға біріктіруге болатынын тұжырымдаймыз. Сериядан ni=const-та

(3) формуламен сипатталатын спектрлер сызықтарының жиынтығын айтамыз. Спектрлік сызықтар сериялары электрон жоғары жатқан деңгейлерден бас кванттық санмен

берілген деңгейлерге көшкенде пайда болады. М-1 белгілі деңгейдегі теріс таңбамен алынған энергиялар шамалары спектрлік термдерден аталады. Олар:

және Сонда (3) формуланың сериялдық терм түрі былай жазылады:

Спектрлік сызықтардың жиіліктері олардың төменгі және жоғарғы термдерінің айырымы болады. Осыған байланысты - негізгі қозбаған күйдегі атом энергиясына пропорционал сан, Ридберг тұрақтысы физикалық мағынаға ие болады. Сутегінің шығару спектрінде спектірдің әртүрлі облысында жататын бірнеше сериялар байқалады.

а) Лайман сериясы (ni=1,nк=2,3,... ) -ультра күлгін облысы

б) Бальмер сериясы(ni=2, nк=3,4,...., ) - көріну облысы

в) Пашен сериясы(ni=3, nк=4,5,...., ) -инфрақызыл облысы

г) Брэкет сериясы(ni=4, nк=5,6,...., ) -инфрақызыл облысы

д) Пфунда сериясы (ni=5, nк=6,7, ...., ) - инфрақызыл облысы

Сутегі атомының энергиялық деңгейлер схемасымен олардың арасындағы өту 1) суретте көрсетілген. n бас кванттық саны белгілі, ал *l* (S,P,d,f,…) күйлерінің мәндері әр түрлі энергиялық деңгейлер бір-бірімен сәйкес келеді, Орбитальды *l* кванттық сан бойынша сәйкес келетін энергиялық деңгейлер сутегі атомына тән ерекшілік және ол ядроның кулондық потенциалды өрісімен байланысты. Сәйкестіктің дәрежесі былай анықталады :

Атомдармен иондардың энергиялық деңгейлері қазірде жалпы қабылданған. Белгілеулері 1- суретте көрсетілген. Әрбір серияның бас сызықтары деп жиіліктері формуласымен есептелінетін сызықтарды айтады.Штрих талынған өтулер сериялар шекарасына сәйкес келеді және олар (3) формуламен анықталынады. Егер оларда ni=1 және nk= онда олардың жиіліктері …

формуласымен жазылады. nk= жағдайдан шығатын сериалды формуладан Лайман сериясының шекаралық жиілігін анықтаудың ерекше маңызы бар.Лайман сызғының шекаралық жиілігін біле отырып ni=1 негізгі күйдегі электронды айырып алуға керекті энергияны анықтауға болады. Бұл энергия иондау энергиясы деп аталады да сутегіге формула арқылы есептелінеді.

Eион =hνшыг=hCR ( 5)

e,me,mp,R тұрақты шамалардың сандық мәндерін біле отырып Планк тұрақтысын мына формуламен анықтауға болады.

(6)

Бұл жұмысты Бальмер сериясы зерттелінеді. Оның төрт сызығы спектрдің көріну облысында жатады және мына символдармен белгіленеді: Нα-қызыл сызық (nk=3), Нβ- көк сызық (nk=4), Нγ -көгілдір сызық (nk=5) және Нδ –күлгін сызық (nk=6)

Ридберг тұрақтысына me,mp,e,Eo,h физикалық тұрақтыларының комбинациялары енеді және оны мына формула арқылы жазады

Мұнда - -келістірілген масса. Ол жалпы масса орталығын айнала қозғалған ядро мен электронның стационарлық күйдегі атом энергиясының мәніне әсерін ескереді, сондықтан Ридберг тұрақтысының мәнінде әсері бар. Келтірілген µ массасының әртүрлі изотоптарға әр түрлы мәні бар,сондықтан электрон-ядро системасының энергиясына (спектрлік термдер) әр бір µ-дің әртүрлі мәні болады. Энергиялардың осы айырмашылықтары сол nkni кванттық өтулермен себептелген әр изотоптың спектрлік сызықтарының әртүрлі мәні болуына әкеледі. Сонымен бір бірінен тек ядро массаларымен (изотоптар) ажыратылатын атомдардың сызықтарының сериалды орналасуы ұқсас болатын спектр береді,бірақ олардың толқындық сандары әртүрлі,яғни бір бірінен салыстырмалы ығысқан әртүрлі толқын ұзындықты. Мысалы сутегі мен дейтери изотоптарының спектрінде бақыланатын атомдық дейтеридің сызықтары атомдық сутегі сәулеленуінің сызықтарына қарағанда ығысқан. Мұндай ығысу изотопты деп аталады.

(8) мұндағы

(9)

Сутегімен дейтеридің Ридберг тұрақтылары; mp мен MD - дейтеридің протон мен ядро массалары.

Сутегімен дейтери сызықтары ni=2 және nk-да бірдей кванттық өтулерде пайда болса екі атомның екеуінде сериалдың формула бірдей

(10)

осыдан сутегімен дейтеридің аттас сызықтарының толқын ұзындықтарының айырымын алатын өрнекті табуға болады.( 8) – де қолдана отырып

(11) табамыз,тәжірибе түрінде өлшеп, дейтери ядросының массасын анықтауға болады.

(12)

(12) өрнекте үшелерінен басым болғандықтан кейінгілерін ескермеуге болады, сонда дейтериядросының массасын анықтайтын формула жуықша былай жазылады:

(13)

T=-E/hc Спекртлік термді қолдана отырып термнің ығысуын қатысты есептеуге келеді. (14) ,болғандықтан термдер (энергетикалық деңгейлердің) ығысуы бас кванттық сан жоғарлаған сайын төмендей береді, ол шығарда (серияның ) нольге тен. Ауыр изотоптың термі сан бойынша жоғарғы мәнге иелі, яғни ауыр изотопқа сәйкес энергиялық деңгей тереңірек жатады. Термдердегі мұндай ығысуды теріс деп есептейді.

Жалпы жағдайда массалары M1 және M2 екі изотоптардың термдері бір -бірімен салыстырғанда ығысқан. M2>M1 болғанда осы изотопттар термдерінің арасындағы ығысу шамасы мына түрде жазылады. Осыдан екі изотоптың термдері арасындағы ығысу шамасы n бас кванттық сан жоғарлаған сайын жылдам төмендейтінін көруге болады.

Ридбергінің ( 7) тұрақтысының өрнегін мына түрде ұсынуға болады. R=R∞(1-me/M). Бұл формуланы қорытқанда қатарға жіктеу қолданылған. (1+me/M)-1=1-(meM)+( me/M)2  Мұндағы аз мән болғандықтан қатардың бірінші екі мүшесімен ғана қанағатталған. Осыны ескіде отырып сериалдық формуланы мына түрде көрсетеміз:

*(15)*

Осы формуланын негізінде ядро массалары M1 және M2 изотоптардың изотоптық ығысу шамасын мына түрде аламыз:

(*16)*

Сонымен изотоптық ығысу массалар айырымына пропорционал және изотоптар массалараның көбейтіндісіне кері пропорционал. Үлкен жиіліктерге ие болатын ауыр изотоптар сызықтары, яғни жеңіл изотоптың сызығымен салыстырғанда спектрдің күлгін облысына қарай ығысқан.

Егер протон мен нейтрон массаларының айырмашылығын ескермесек және масса дефектісін есептемесек,онда жеткілікті дәрежедегі жуық шамамен M1=mpA1 және M2=mpA2 ден алуға болады, мұнда А1 және А2 изотоптардың массалық сандары. Сонымен сутегімен сутегі тәріздес атомның сызықтары арасындағы изотоптық ығысуды есептеуге жиілік және толқын ұзындық шкаласын қолданамыз.

(17)

Бір электронды атомдарға қарастырылып отырған изотоптық ығысу қалыпты массаның изотоптық эффектісі деп аталады. Массалық сан А өскен сайын 𝝙λ шамасы жылдам төмендейді тәрізді. А20 (Z10) болғанда 𝝙λ өте құрылымды спектрлік сызықтар шамасына сәйкес мәнге жетеді. Дейтери спектрінде сутегі атомындаға спектр тәрізді көзбен тек Бальмер сериясын ғана бақылауға болады. Таблицада осы серияның жалпы белгілерімен төрт сызығының берілген мәндері көрсетілген.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Индекс | М | Д | 𝝙λ | |
| есептеуден | тәжірибеден |
| α | 656,2846 | 656,1063 | 0,1783 | 0,1783 |
| β | 486,1322 | 485,9992 | 0,1330 | 0,1326 |
| γ | 434,0438 | 433,9277 | 0,1181 | 0,1185 |
| δ | 410,1731 | 410,0621 | 0,1110 | 0,1119 |

Эксперимент түрінде табылған Rж, Rд, mp  және Mд мәндерден изотоптық құрылымды оқи отыра спектроскопиялық әдіспен электронның массасын анықтауға болады.

(18)

Электронның меншікті заряды: