

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ НОВІТНІХ ВІДКРИТТІВ У ПЕРІОДИЧНІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕМЕНТІВ Д.І.МЕНДЕЛЕЄВА

Володимир СЕРГІЄНКО, Микола САДОВИЙ, Олена ТРИФОНОВА

Стаття присвячена питанням методики навчання учнів середньої школи новітнім відкриттям у галузі досліджень ядерам хімічних елементів.

The article is sanctified to the questions of methods of studies of students of high school by the newest opening in industry of researches to the kernels of chemical elements.

Актуальність проблеми. Методика навчання основ сучасної ядерної фізики у середній школі традиційно опирається на періодичну систему елементів. У розвитку теорії будови атома велику роль відіграв періодичний закон. Він дав змогу зробити висновок, що всі атоми принципово побудовані за однаковими закономірностями.

Не випадково добутий американськими вченими, під керівництвом Г.Сіборга, у 1955 р. хімічний елемент № 101 названий менделевій [3].

Поширена у школах періодична система елементів Д.І.Менделєєва 70-х років минулого століття випуску застаріла. На нашу думку прийшов час внести корективи до неї, чим забезпечити принцип науковості та реальної наочності.

Аналіз ступеня дослідження проблеми.

У науково-методичних і педагогічних дослідженнях проблему відображення сучасної фізики у шкільному курсі фізики з наголосом на фундаментальні наукові принципи і новий виклад незмінного за обсягом навчального матеріалу виділяли П.С. Атаманчук, С.П. Величко, І.І. Логвінов, О.І. Ляшенко, М.Т. Мартинюк, М.І. Садовий, В.П. Сергієнко, Б.А. Сусь, М.І. Шут [4].

Тому мета даної статті полягає в тому, щоб надати нового змісту такому традиційному питанню шкільного курсу фізики як періодична система елементів.

У науці фізиці та хімії еволюційно здійснюється відкриття все нових властивостей хімічних елементів. Ми наголошуємо увагу учнів на фактах:

- період напіврозпаду ізотопів з порядковим номером більшим за 92 набагато менший за час існування Землі. Внаслідок радіоактивного розпаду всі вони розпались. Найбільш важким ізотопом на Землі є ізоотоп урану;

- ізотопи з зарядовим числом, більшим за 92, синтезовані у лабораторних умовах - трансуранові. Ізотоп з порядковим номером 93 нептуній одержано при бомбардуванні ізоотопу ${}_{92}^{238}U$ нейтронами після бета-розпаду. У наступному бета-розпаді ізоотоп нептунію перетворюється у плутоній під номером 94;

- елементи від нептунію до менделєєва вперше штучно були одержані у ядерних реакціях під дією нейтронів та прискорених альфа-частинок;

- у США при бомбардуванні плутонію нейтронами одержали америцій;

- на честь Кюрі названо 96-й елемент з ядер ${}_{95}^{241}At$ бомбардуванням нейтронами;

- бомбардуванням нейтронами ядер плутонію синтезовано берклій $Z=97$ та каліфорній $Z=98$.

Інші елементи реакторним способом синтезувати не вдалося, оскільки опромінене ядро поглинає один або малу кількість нейтронів.

У 1952 р. на Атолі Бікіні США випробували водневу бомбу. У коралах було виявлено незначну кількість нових елементів із $Z=99$ названий єйнштейній та $Z=100$ – фермій.

Так формувалась інша методика наукових досліджень.

За новою методикою у 1955 р. одержали елемент менделевій із $Z=101$. Елементи $Z=93-101$ були одержані в США під керівництвом Г.Сіборга і А.Гіорса.

Вказані вчені розробили методику досліджень, яка була успішною і полягала у використанні реакторних прискорювачів, де здійснювалось бомбардування нейтронами чи альфа-частинками тих чи інших елементів. Американський вчений Г.Сіборг встановив ряд закономірностей, і з ними слід ознайомити учнів:

- з ростом номера елементів зменшується стабільність їх ядер, а відповідно зростають труднощі їх одержання, ідентифікації та дослідження;

- хімічна ідентифікація синтезованих трансуранових елементів ґрунтується на передбаченні їх місця у таблиці Д.І.Менделєєва;

- елементи, наступні за актинієм – актиніди ($Z=89-103$), це хімічні аналогії лантанідів ($Z=57-71$). Недостатня густина нейтронів не дає можливість таким способом одержати елементи з порядковим номером, більшим за 100.

Учням необхідно повідомити, що для здійснення таких реакцій, починаючи з 1957 р., почали використовувати метод бомбардування атомних ядер одного елементу ядрами іншого елементу і стали розвивати синтез нових трансменделєєвських елементів у ядерних реакціях з багатозарядовими іонами елементів більш важчих, ніж гелій – вуглець, бор, неон. Першість у цьому належить Г.М. Флерову в Об'єднаному інституті ядерних досліджень (ОІЯД) м. Дубна. Він розробив спосіб одержання трансуранових елементів шляхом бомбардування важких ядер легкими або середніми ядрами. Практична реалізація

розробленого методу стала можливою після введення у дію потужного прискорювача багато-зарядових іонів 310-сантиметрового циклотрона у Дубні. Після цього було здійснено серію відкриттів:

- у 1963 р. при бомбардуванні ${}_{92}^{238}U$ іонами ${}_{10}^{22}Ne$ одержано елемент $Z=102$ нобелій. Через рік синтезовано 104 елемент курчатовій: ${}_{94}^{242}Pu + {}_{10}^{25}Ne \rightarrow {}_{104}^{260}Ku + 4 {}_0^1n$;

- у 1965 р. при бомбардуванні ${}_{95}^{243}Am$ іонами ${}_{8}^{18}O$ одержано елемент $Z=103$ лоуренсій. З одержанням 103 елемента завершено синтез всіх 14 актинідів;

- елемент за номером 105 нільсборій одержали у Дубні в 1970 р. у реакції ${}_{95}^{243}Am + {}_{10}^{22}Ne \rightarrow {}_{105}^{260}X + 5 {}_0^1n$, а пізніше у Берклі (США).

Важливо повідомити учням незаперечні наукові закономірності – новий метод скоро застарів.

Для просування в область ще більш важких елементів потрібні були нові підходи. У 1973 р. у лабораторії Г.М. Флерова розроблено метод синтезу більш важких ядер, де використано особливості оболонкової структури ядер. Було показано, що при певній енергії зіткнення двічі магнічного ядра свинцю-208 і ядра кальцію або аргону проходить «м'який дотик» і утворюють складне ядро з порівняно невеликою енергією збудження. Для переходу такого збудженого стану ядра в основний стан достатньо одного-двох нейтронів чи каскаду гама-променів. У цьому випадку швидко знімається збудження і різко зменшується імовірність поділу ядра. Під керівництвом Г.М.Флерова його учні Ю.Ц.Оганесян та інші здійснили ряд синтезів елементів.

Таблиця 1

Сучасна періодична таблиця елементів

Група	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Період																			
1	1 H																		2 He
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca		21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr		39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe

6	55 Cs	56 Ba	*	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
				57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
				89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		

У 1973 р. співробітник Г.М.Флерова Ю.Ц.Оганесян за мішень брав свинець. У результаті реакції ${}_{82}^{207}Pb + {}_{24}^{54}Cr \rightarrow {}_{106}^{259}X + 2{}_0^1n$ одержано 106 елемент.

Через три роки (1976 р.) проведено реакцію ${}_{83}^{209}Bi + {}_{24}^{54}Cr \rightarrow {}_{107}^{261}X + 2{}_0^1n$ і синтезовано 107 елемент.

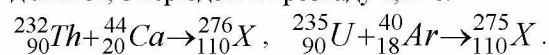
Спроби синтезувати 109 елемент у реакції вісмуту і заліза не дали позитивних результатів. Німецькі вчені у Дармштадті (німецьке Товариство з вивчення важких іонів) методом Оганесяна також одержали 107-й елемент і у 1982 р. протягом 12 діб зареєстрували одну подію, яка претендувала на синтез 109 елемента. Час життя трансактинідів виявився у діапазоні 10^2 - 10^{-2} с, що дало можливість вивчати їх хімічні властивості. Як наслідок, виявилось, що найбільш чутливим способом ідентифікації нових елементів є радіохімічне виділення продуктів послідовного альфа-розпаду досліджуваного ядра ізотопу важких актинічних елементів, хімічні властивості яких добре відомі. Успіх наступив, коли у Дубні протягом 260-годинного досліду було зареєстровано 8 подій, які підтверджували утворення ядер 109 елемента.

Два ізотопи 108 елемента синтезовано у 1984 р. ${}_{82}^{207}Pb + {}_{26}^{58}Fe \rightarrow {}_{108}^{264}X + {}_0^1n$, ${}_{82}^{208}Pb + {}_{26}^{58}Fe \rightarrow {}_{108}^{264}X + {}_0^1n$. Елементи від $Z=102$ до 110 одержані у СРСР у м. Дубна за вказаною вище методикою.

Дослідження, проведені під керівництвом Г.М. Флерова, показали, що біля двох десятків ізотопів виявлених елементів мають підвищену стійкість до спонтанного поділу і переважно піддаються альфа-розпаду.

Актуальною у методичних дослідженнях є проблема вивчення у середній школі відкриттів елементів з порядковим номером більшим за 110. Учням слід наголосити, що для одержання наступних більш важких елементів у середині 80-х років минулого століття знову довелось розробити нову

методику наукових досліджень. Сутність її полягає у виборі оптимального типу ядерної реакції синтезу і відповідної енергії прискорених іонів. Проте з ростом маси і заряду прискорених іонів швидко спадає вихід реакції «холодного» злиття. При синтезі 109 елемента вчені прийшли до межі експериментальних можливостей. Тому для одержання 110 і більш важких елементів Г.М. Флеров запропонував використати ядерні реакції, які є проміжними між традиційними реакціями і реакціями «холодного» злиття: опромінення легких актинічних елементів масивними снарядами – іонами аргону, кальцію тощо. У 1987 р. завершено цикл експериментів із синтезу ядер 110 елемента у реакціях торію-232 і кальцію-44, а також урану-235 і аргону-40. Виявлено ядро, що ділиться, з періодом піврозпаду 0,01 с.



Важливим є повідомлення учням про ефективність запропонованого методу.

У 1987 р. у Дубні синтезовано 110 елемент при бомбардуванні ядер торію і ізотопів урану потужним пучком прискорених ядер кальцію і аргону. Було одержано близько 40 ядер 110 елемента.

Весною 1993 р. ученими Лабораторії ім. Лоуренса та ОІЯД на прискорювачі У-400 проведено експеримент із синтезу важких ізотопів елемента 106 у реакціях повного злиття прискорених іонів ${}_{10}^{22}Ne$ з ядрами мішені кюрій ${}_{96}^{248}Cm$. Експеримент продовжувався 30 днів і завершився виявленням двох нейтронно-збиткових ядер елементів 106 з масовим числом 265 та 266. Радіоактивний розпад обох нових ядер здійснюється альфа-розпадом, а не спонтанним їх діленням на два осколки. Це вказує на нову область надважких елементів стабільних відносно спонтанного поділу, а відповідно і на нові перспективи для робіт із синтезу нових елементів таблиці Менделєєва.

Періодичні зміни властивостей трансуранових елементів досліджував

В.М. Струтинський. Методом екстраполяції він передбачав властивості ще не одержаних трансуранових елементів. Ядра з числом протонів 114 або числом 184 повинні бути магічними, а ядро ${}_{114}^{294}X$ – двічі магічним.

Гіпотетичні елементи з числом протонів, близьким до 114, і числом нейтронів, близьким до 184, називають наделементами, а їх ядра – надяддрами. Очікується, що надяддра повинні бути більш стабільними і повинні мати відносно тривалий час життя. Сукупність значень чисел Z і M називають долиною стійкості [2, с.66, 134-135]. За теорією найбільш стійким до спонтанного поділу повинно бути двічі магічне ядро.

У другій половині 80-х років ХХ ст. Міжнародним союзом теоретичної і прикладної фізики (ІЮПАП) і Міжнародним союзом теоретичної і прикладної хімії оголошено про включення до Періодичної системи елементів Д.І. Менделєєва трьох нових трансфермієвих елементів з атомними номерами 107 нільсборій, 108 гассій (назва федеральної землі Гессен, на території якої знаходиться Дармштадт), 109 мейтнерій (на

честь ученого Л.Мейтнера). Уточнено пріоритет у відкритті та назвах елементів із порядковими номерами від 101 до 106. 101 елемент відкрито у лабораторії ім. Лоуренса, нобелій $Z=102$ відкрито у ОІЯД (Дубно). Честь відкриття 103 елемента Лоуренсія розділили лабораторія ім. Лоуренса та ОІЯД.

Назву курчатовій та резерфордій поки що має 104 та 105-й елементи, попередньо названий «ганієм», відкритий у ОІЯД. Ще немає назви 106-й елемент, відкритий двома науковими центрами: ОІЯД та лабораторією ім. Лоуренса, 110 елемент поки що не отримав офіційного підтвердження.

Об'єднаний інститут ядерних досліджень у Дубні оголосив про синтез 117-о елемента, який відкриває шлях до вершини «острова стабільності», існування надважких елементів.

Станом на перше січня 2011 року до ІЮПАК подано на реєстрацію ще шість елементів, які синтезовані у ОІЯД з участю і українських вчених, табл. 2.

Таблиця 2

Новітні елементи періодичної системи

Назва елемента		Подій	Атомна маса	Час життя	Рік відкриття	Номер у системі
<i>Bg Uut</i>	Бекерелій Унунтрій	23	284	0,48 с	2004	113
<i>Uug</i>	Унунквадій Флеровій	24	289	2,7 с	2004, 2006	114
<i>Ln Uup</i>	Ланжевен Унунпентій	23	288	87 мс	2003	115
<i>Uuh</i>	Унунгексій	10	293	53 мс	2000	116
<i>Uus</i>	Унунсептій	6	293	7-31 мс	2010	117
<i>Uuo</i>	Унуноктій	3	294	0,89 мс	2002, 2005, 2007	118

Таким чином, приведений навчальний матеріал і рекомендації та особливості його вивчення у школі забезпечить практичну реалізацію принципу науковості.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Палюх Б.В. Закон Менделєєва в общей теории предельных состояний / Палюх Б.В., Миронов В.А., Зюзин Б.Ф. // Вестн. Твер. ГТУ. – 2009. – Вып.14. – С. 68-73.

2. Сиборг Г. Эволюция периодической системы элементов со времен Д.И.Менделєєва до наших дней / Г.Сиборг //Сто лет периодического закона химических элементов (1869-1969): докл. X юбил. Менделєєвского съезда. – М.: Наука, 1969. – С. 136-157.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Сергієнко Володимир Петрович – доктор педагогічних наук, професор

Київського Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова.

Коло наукових інтересів: проблеми дидактики фізики.

Садовий Микола Ілліч – доктор педагогічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: проблеми дидактики фізики.

Трифонов Олена Михайлівна – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: проблеми викладання фізики в загальноосвітній та вищій школі.