

Нікішова Катерина

ЮДИНИ

Частина 1

Антуан Лавуазьє

Дюбернер

Александр Шанк

Перший елемент таблиці хто не дуже творення, ск таблиця – ціл новича Мендел вірить, що Менд



ЕТЪН ЖОФРА



Александр-Еміль
Шанкуртуа



Дідро



Джон Ньюлендс

Вільям
Одлінг

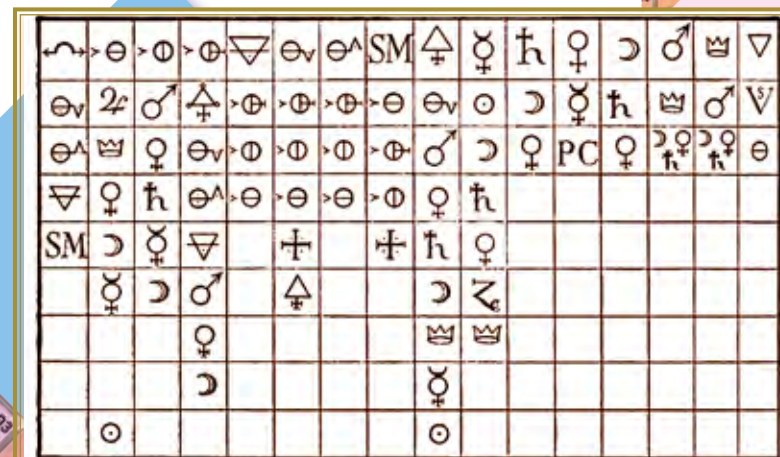
Дьоберейнер



Дмитро
Менделєєв

Для відповіді на це запитання доведеться зануритися в історію хімії, а можливо, навіть глибше – в історію її попередниці, алхімії. За часів алхімії не існувало поняття елементу, тому алхіміки намагалися впорядку-

вати відомі на той час речовини. Цікаво, що і вони для зручності послуговувалися символами цих речовин. Так, збереглася таблиця хімічних і філософських зображень з книги Василя Валентина „The Last Will and Testament” („Остання воля і Заповіт”) 1670 року, де знаходимо символи планет, які відповідають металам, відомим здавна (мал. 1). А в таблиці афінності („спорідненості”) Етьєна Жофруа 1718 року не лише перелічені речовини, позначені символами, а здійснена спроба впорядкувати їх відповідно до хімічних властивостей: під речовиною, наведеною у верхній комірці, автор розташував речовини, які з нею реагують (мал. 2). Назва таблиці підкреслює, що Жофруа поділяв думку Глаубера про те, що реагувати можуть лише дещо схожі, „споріднені” речовини. Так вважав і швецький хімік Торберн



Esprits acides.	Terre absorbante.	Q Cuivre.	♂ Soufre minéral Principe
Acide du sel marin.	Substances métalliques.	♂ Fer.	♂ Principe huileux ou Soudure
Acide nitreux.	♂ Mercure.	♂ Plomb.	♂ Esprit de vinaigre.
Acide vitriolique.	♂ Règle d'Antimoine.	♂ Etain.	♂ Eau.
Sel alcali fixe.	♂ Or.	♂ Zinc.	♂ Sel destillé
Sel alcali volatil.	♂ Argent.	♂ Pierre Calaminaire.	♂ Esprit de vin et Esprits



Бергман, який у своїй праці 1775 року уклав таблиці ступеню спорідненості речовин, якими хіміки користувалися досить довго навіть після його смерті (мал. 3). І ще й відомий просвітник Дідро уклав „Алхімічну схему спорідненості” 1778 року (мал. 4).

Роберт Бойль 1661 року видав книгу „Хімік-скептик”, у якій запропонував своє визначення хімічних елементів: „первинні та прості, цілком не змішані тіла, які не складені одне з одного, але мають бути тими складовими частинами, із яких складені всі так звані змішані тіла і на які останні зрештою можуть бути розкладені”. Звісно, це відрізняється від сучасного визначення елементів, але принаймні такий підхід спонукав хіміків шукати складові частини навколишніх тіл – прості речовини. Так, 1789 року відомий хімік Антуан Лавуазьє у „Початковому курсі хімії” навів таблицю, до якої включив 33 старих і нових назв, на його думку, елементів, а насправді речовин, до яких він зарахував ще й світло і теплець (мал. 5).

А 1808 року англійський учений Джон Дальтон у „Новій системі хімічної філософії” подав таблицю, у якій були не лише елементи та їхні символи, але й атомні маси (мал. 6). Це має велике значення, адже означає, що хімія, крім практичних, отримала ще й теоретичні засади.

Атомні маси елементів уточнив шведський хімік Єнс Берцеліус у своїй таблиці 1826 року. Суттєвою відмінністю таблиць Берцеліуса та Дальтона стало те, що в останнього атомні маси виражалися цілими числами, а шведський хімік навів і

десяткові знаки. Крім того, Берцеліус запропонував зробити символами хімічних елементів не кола, як у Дальтона, а перші літери латинських назв елементів. Тоді, коли назви декількох елементів починались з однакових літер, використовували ще й другі літери у назві. Так з'явилися хімічні символи елементів, якими послуговуються в усьому світі дотепер.

А 1836 року з'явилася інша важлива для вивчення хімії таблиця – таблиця електронегативності Берцеліуса (мал. 7). Він розробив електрохімічну теорію спорідненості, за якою причиною сполучення елементів у певних співвідношеннях є електрична полярність атомів. Найважливішою характеристикою елемента Берцеліус вважав його електронегативність. У верхньому лівому куті таблиці він розташував найбільш електронегативний, на його думку, елемент – Оксиген (Sauerstoff), а у нижньому правому – найменш електронегативний – Калій (Kalium). Лінія між Гідроґеном (Wasserstoff) і Аурумом (Gold) відмежовує електронегативні елементи від електропозитивних.

У часи Берцеліуса було вже відкрито 54 елементи, які хіміки всебічно вивчали в пошуках закономірностей. Такі закономірності надали би можливість утворити з них систему і, можливо, зрозуміти, скільки ще елементів буде відкрито в майбутньому.

Першим, хто помітив ознаки системності у властивостях і атомній масі елементів, був німецький хімік Йоганн Вольфганг Дьоберейнер. 1829 року, вивчаючи властивості броду, він помітив, що в ряду Хлор – Бром – Йод відбувається не лише поступова зміна кольору і хімічної активності простих речовин, але й поступова зміна атомної маси. Випадковість?

Мал. 3

53	54	55	56	57	58	59
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77
78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91
92	93	94	95	96	97	98
99	100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111	112

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117
118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130

Мал. 4

ELEMENTS	
Hydrogen	1
Carbon	2
Oxygen	3
Phosphorus	4
Sulphur	5
Magnesium	6
Lime	7
Soda	8
Potash	9
Strontian	10
Barytes	11
Iron	12
Zinc	13
Copper	14
Lead	15
Silver	16
Gold	17
Platina	18
Mercury	19

Мал. 6

Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
Lumiere	Lumiere.
Calorique	Chaleur.
	Principe de la chaleur.
	Fluide igne.
	Feu.
	Maitre du feu & de la chaleur.
	Air dephlogistique.
Oxygene	Air empyre.
	Air vital.
	Base de l'air vital.
	Gas phlogistique.
Azote	Mafete.
	Base de la mafete.
	Gas inflammable.
Hydrogene	Base du gas inflammable.
Soufre	Soufre.
Phosphore	Phosphore.
Carbone	Charbon pur.
Radical muriatique	Inconnu.
Radical fluorique	Inconnu.
Radical boracique	Inconnu.
Antimoine	Antimoine.
Argent	Argent.
Arfene	Arfene.
Bismuth	Bismuth.
Cobalt	Cobalt.
Cuivre	Cuivre.
Etain	Etain.
Fer	Fer.
Manganese	Manganese.
Mercur	Mercur.
Molybdene	Molybdene.
Nickel	Nickel.
Or	Or.
Platine	Platine.
Piomb	Piomb.
Tungstene	Tungstene.
Zinc	Zinc.
Chaux	Terre calcaree, chaux.
Magnese	Magnese, base du fel d'epiom.
Baryte	Barote, terre pesante.
Alumine	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
Silice	Terre silicee, terre vitrifiable.

Мал. 5

Electrochemische Theorie.	
Sauerstoff,	Palladium,
Schwefel,	Quecksilber,
Stickstoff,	Silber,
Fluor,	Kupfer,
Chlor,	Uran,
Brom,	Wismuth,
Jod,	Zinn,
Seieu,	Blei,
Phosphor,	Cadmium,
Arsenik,	Kobalt,
Chrom,	Nickel,
Vanadium,	Eisen,
Molybdan,	Zink,
Wolfram,	Mangan,
Bor,	Cerium,
Kohlenstoff,	Thorium,
Antimon,	Zircanium,
Tellur,	Aluminium,
Tantal,	Yttrium,
Titan,	Beryllium,
Kiesel,	Magnesium,
Wasserstoff.	Calcium,
	Strontium,
	Barium,
	Lithium,
	Natrium,
	Kalium.
Gold,	
Osmium,	
Iridium,	
Platin,	
Rhodium,	

Мал. 7





Дьоберейнер продовжив пошуки і знайшов ще дві групи з трьох елементів (він назвав їх триадами): Кальцій – Стронцій – Барій та Сульфур – Селен – Телур. В обох групах атомна маса середнього елемента приблизно дорівнює середньому арифметичному атомних мас двох інших елементів. Знову збіг?

До 1850 року Дьоберейнер знайшов ще дві триади (мал. 8). Але оскільки розбити 56 відомих на той час елементів на триади не вдалося, хіміки дійшли висновку, що триади Дьоберейнера – явище випадкове. У першій половині XIX ст. хіміки недооцінювали значення атомних мас. Їх було зручно використовувати для здійснення розрахунків, але ніхто не орієнтувався на них, укладаючи перелік елементів.

Французький геолог, Александр-Еміль Бегуйє де Шанкуртуа став першим, хто скористався атомними масами для створення періодичної системи. 1862 року він спіралью розташував хімічні елементи навколо уявного вертикального циліндра за зростанням їхніх атомних мас (мал. 9). Відносно атомну масу Оксигену Шанкуртуа прийняв за 16 і за нею шляхом порівняння визначав атомні маси інших елементів. Телур опинився в центрі, тому цю класифікацію називали „телурична спіраль”.

Два роки потому, у 1864 році англійський хімік Джон Ньюлендс розташував елементи за зростанням їхніх атомних мас, а тоді сформував з них вертикальні колонки по сім елементів (мал. 10). Він з'ясував, що схожі елементи, як правило, потрапили в одні горизонтальні ряди. Так, Калій опинився поряд зі схожим на нього Натрієм, Селен – в одному ряду з Сульфуром, Кальцій – поряд з Магнієм тощо. У цих рядах можна було відшукати кожну з триад Дьоберейнера. Ньюлендс назвав відкриту ним закономірність законом октав, оскільки кожний восьмий елемент мав властивості, схожі з першим, що нагадало йому ноти (мал. 11). Відкриття Ньюлендса хіміки не сприйняли всерйоз. Коли Ньюлендс доповідав про те, що відмітив повторюваність властивостей, розташувавши елементи за зростанням атомних мас, присутній на доповіді фізик жартував, що з таким успіхом можна було розташувати елементи за абеткою і побачити якісь закономірності.

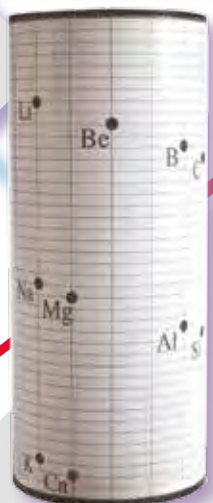
Того ж року свою таблицю елементів запропонував інший англійський хімік, Вільям Одлінг (мал. 12). Жодних коментарів до цієї таблиці він не навів, але пізніше Д. І. Менделєєв прокоментував, що в ній простежуються „початки періодичного закону”, як і в таблицях Шанкуртуа, Ньюлендса та Мейєра.

Лотар Юліус Мейєр – це німецький хімік, який впритул підійшов до відкриття періодичного закону і паралельно з Менделєєвим створював свою таблицю хімічних елементів. Як стверджують деякі дослідники історії хімії, ще 1862 року Мейєр створив таблицю, яка

Мал. 8

Li 7	}	$\frac{7 + 39}{2} = 23$
Na 23		
K 39		
Ca 40	}	$\frac{40 + 137}{2} = 88.5$
Sr 87		
Ba 137		
P 31	}	$\frac{31 + 122}{2} = 76.5$
As 75		
Sb 122		
S 32	}	$\frac{32 + 128}{2} = 80$
Se 78		
Te 128		
Cl 35.5	}	$\frac{35.5 + 127}{2} = 81.25$
Br 80		
I 127		

Мал. 9



John Newlands' Law of Octaves, 1865

H	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Ca	K	Cr	Ti	Mn	Fe	Cobalt/ Nickel something is wrong!								

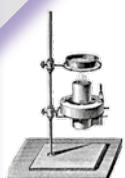
Мал. 11

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Hg 52
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Tl 53
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Th 56

Мал. 10



Мал. 12





складалася з 28 елементів, розташованих за зростанням атомної маси і згрупованих відповідно до валентності (мал. 13), а 1864 року він видає таблицю вже з 42 елементів. 1870 року виходить друком робота Мейєра, в якій він наводить нову періодичну таблицю (мал. 14), схожу на ту, яку рік тому видав Дмитро Іванович Менделєєв (мал. 15).

Періодичний закон, графічним вираженням якого є таблиця хімічних елементів, Менделєєв сформулював 1871 року: „Властивості простих тіл, а також форми і властивості сполучень елементів, а тому і властивості утворюваних ними простих і складних тіл, знаходяться в періодичній залежності від їхньої атомної маси”. З розвитком хімії і фізики формулювання закону змінили, і сьогодні він звучить наступним чином: „Властивості хімічних елементів, а також форми і властивості утворюваних ними простих речовин і сполук знаходяться в періодичній залежності від величини зарядів ядер їхніх атомів”. Цікаво, що на уроках хімії для визначення заряду ядра атома хімічного елемента ми дивимося на його порядковий номер у таблиці Менделєєва, але в нього самого в жодній з таблиць елементи не мали порядкових номерів.

Тож поява періодичної системи і періодичного закону – це ще не остаточне відкриття, не завершення довгих пошуків. Це лише початок довгої подорожі, лише квіток на ній, який дає зрозуміти, що є куди рухатися, є куди застосувати свій науковий інтерес і дослідницький хист. І цим квітком вже скористалися багато хіміків.

мал. 13

	4 werthig	3 werthig	2 werthig	1 werthig	1 werthig	2 werthig
	---	---	---	---	Li = 7.03	(Be = 9.37)
Differenz =	---	---	---	---	16.02	(14.7)
	C = 12.0	N = 14.04	O = 16.00	Fl = 19.0	Na = 23.05	Mg = 24.0
Differenz =	16.5	16.96	16.07	16.46	16.08	16.0
	Si = 28.5	P = 31.0	S = 32.07	Cl = 35.46	K = 39.13	Ca = 40.0
Differenz =	$\frac{89.1}{2} = 44.55$	44.0	46.7	44.51	46.3	47.6
	---	As = 75.0	Se = 78.8	Br = 79.97	Rh = 85.4	Sr = 87.6
Differenz =	$\frac{89.1}{2} = 44.55$	45.6	49.5	46.8	47.6	49.5
	Sn = 117.6	Sb = 120.6	Te = 128.3	I = 126.8	Cs = 133.0	Ba = 137.1
Differenz =	89.4 = 2 x 44.7	87.4 = 2 x 43.7	---	---	(71 = 2 x 35.5)	---
	Pb = 207.0	Bi = 208.0	---	---	(Tl = 204.7)	---

Тож подякуймо Менделєєву, але не треба переоцінювати його внесок в історію хімії і асоціювати таблицю хімічних елементів лише з його ім'ям. Подорож триває. Читай у наступній статті, які метаморфози відбувалися в таблиці після відкриття періодичного закону.

мал. 14

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
B=11.0	Al=27.3					?In=113.4	Ti=202.7	
C=11.97	Si=28					Sn=117.8		Pb=206.4
N=14.01	P=30.9	Ti=48			Zn=69.7	Sb=122.1		Bi=207.5
O=15.96	31.98	V=51.2		As=74.9	Nb=93.7	Te=128.7	Ta=182.2	
		Cr=52.4		Se=78	Mo=95.6		W=183.5	
F=19.1	Cl=35.38	Mn=54.8		Br=79.75	Ru=103.5	J=126.5		
		Fe=55.9			Rh=104.1		Os=196.6 ?	
Li=7.01	Na=22.99	Co=58.6		Rb=85.5	Pd=106.2		Ir=196.7	
							Pt=196.7	
?Be=9.3	Mg=23.9	Cu=63.3		Sr=87.0	Ag=107.66	Cs=132.7	Au=196.2	
		Zn=64.9				Ba=136.8		
							Hg=199.8	

мал. 15

			Ti=50	Zr=90	?=180
			V=51	Nb=94	Ta=182
			Cr=52	Mo=96	W=186
			Mn=55	Rh=104.4	Pt=197.4
			Fe=56	Ru=104.4	Ir=198
			Ni=59	Pd=106.6	Os=199
			Cu=63.4	Ag=108	Hg=200
			Zn=65.2	Cd=112	
			?=68	Ur=116	Au=197?
			?=70	Sn=118	
			As=75	Sb=122	Bi=210?
			Se=79.4	Te=128?	
			Br=80	J=127	
			Rb=85.4	Cs=132	Tl=204
			Sr=87.6	Ba=137	Pb=207
			Ce=92		
			La=94		
			Di=95		
			?Er=56		
			?Yt=60		
			?In=75.6		
			Th=118?		