

一〇三種元素

張 童選譯

臺灣中華書局印行

譯 者 序

本書取材以 C. R. Hammond, The Elements 爲主。原文爲美國理化手冊第48版 (Handbook of Chemistry and Physics, 48th ed. 1968) 中之一篇。美國理化手冊爲美國最通行之理化知識案頭資料典，每兩年修訂一次，印行新版。其所載理化知識資料，廣備、新穎、具權威性，向爲士林所推重。

譯者以國內正大力發展科學，元素知識資料爲研究與了解一切自然科學之基礎。凡斯學者，允宜具此最近之正確知識。故不揣謏陋特爲選譯斯篇，以求對國內讀者有所助益耳。本書所用名辭，悉以教育部公布者爲準。其有新辭未及公布者，則按一般譯名之通則，試譯應用，並附以英文原辭，以資參照。

張 童

民國五十七年十二月

目次

總論	1
----	---

原子量表	4
------	---

元素之電子組態	6
---------	---

週期表	8
-----	---

分論	9
----	---

銦, Ac; 鋁 Al	9	銲, Er; 鎔 Eu	28
-------------	---	-------------	----

銻, Am	10	鐳, Fm; 氟 F	29
-------	----	------------	----

銻, Sb	11	銩, Fr; 鐳, Gd	31
-------	----	--------------	----

氫, Ar; 砷, As	12	鐳, Ga; 鎳, Ge	32
--------------	----	--------------	----

砒, At	13	金, Au	33
-------	----	-------	----

鋇, Ba; 鉍, Bk	14	鈳, Hf	34
--------------	----	-------	----

鈹, Be	15	氦, He	35
-------	----	-------	----

鉍, Bi	16	鈳, Ho	36
-------	----	-------	----

硼, B; 溴, Br	17	氫, H	37
-------------	----	------	----

鎘, Cd; 鈣, Ca	18	銦, In; 碘, I	38
--------------	----	-------------	----

鈾, Cf	19	銱, Ir	39
-------	----	-------	----

碳, C	20	鐵, Fe	40
------	----	-------	----

鈰, Ce	21	氬, Kr; 鐳, La	41
-------	----	--------------	----

銨, Cs; 氯, Cl	22	鎘, Lw; 鉛, Pb	42
--------------	----	--------------	----

鉻, Cr	23	鋰, Li; 鐳, Lu	43
-------	----	--------------	----

鈷, Co; 鈳, Cm	24	鎂, Mg	44
--------------	----	-------	----

銅, Cu; 鐳, Cm	25	錳, Mn; 鐳, Md	45
--------------	----	--------------	----

氫, Dy	26	汞, Hg	46
-------	----	-------	----

銩, Es; 元素 102	27	鉬, Mo; 鈳, Nd	47
---------------	----	--------------	----

2 103 種 元 素

氖, Ne	48	硒, Se	69
鏷, Np	49	矽, Si	70
鐳, Ni; 鈮, Nb	50	銀, Ag	71
氮, N	51	鈉, Na	72
鐳; 銱, Os	52	銻, Sr	73
氧, O	53	硫, S	74
鈹, Pd; 磷, P	54	鉭, Ta	75
鉑, Pt	56	鐽, Tc	76
鈾, Pu	57	碲, Te; 鉕, Tb	77
鉈, Po	58	鉍, Tl	78
鉀, K	59	釷, Th	79
鐳, Pr	60	錕, Tm; 錫, Sn	80
鉈, Pm; 鏷, Pa	61	鈦, Ti	81
鐳, Ra	62	鎢, W	82
氙, Rn	63	鈾, U	83
銻, Re	64	釩, V	85
銻; 銲, Pb	65	氙, Xe; 鐳, Yb	86
鈳, Ru	66	鉕, Y	87
釷, Sm	67	鋅, Zn	88
釷, Sc	68	銩, Zr	89

總 論

各元素在自然界中之存在與分布，殊不一致。從恒星與星雲光譜之研究，所得宇宙化學組成份之知識，知氫所佔成份最多，其原子數超過宇宙總原子數之90%，其質量則約為宇宙總質量四分之三。其次即為氦，氦約盡佔宇宙總質量之另四分之一。至所餘其它諸元素之質量總和，不過為宇宙總質量百分之一略多一點。

今日吾人相信宇宙之化學組成份在不斷變更。氫變為氦，氦則變為更重之元素。時日經久，重元素與氫之比率亦與時俱增。此過程是不可逆轉者。

研究太陽光譜，得以鑑定太陽大氣中之67種元素；不過所有一切元素之鑑定，並無相同程度之確定性。因之，太陽中亦可能有其它元素，而迄今尚未得以光譜方法鑑定者。氦係先發現於太陽，然後才發現於地面。有些元素，如釷(Sc)，其存在於太陽與衆星中之豐藏率，較其存在於地球上者為多。凡宇宙中所查出之元素，地球上均有；不過鐳(Tc)為一不穩定元素，可能地面上無天然存在者，而已在某些晚期型之恒星中發現。此當為今日天體物理學中最引人入勝之一問題。

F. W. Clarkes 等人曾仔細研究形成地殼之火成岩。發現其組成份中，氧佔地殼總重約47%，矽約為28%，鋁約為8%。此三元素，加上鐵、鈣、鈉、鉀、鎂，約佔地殼總重99%。

可以注意者，若干元素，如錫、銅、鋅、鉛、汞(Hg)，銀、鉑(Pt)、銻(Sb)、砷(As)、與金，對於吾人之需用與文化有密切關係者，其含量竟與地殼中最稀有元素並列。不過，此諸習用元素係集中於礦體中使吾人容易開採。有些所謂“稀上”元素，今日已發現比較原先所想像之蘊藏量為多，其存量可以與鈾、汞、鉛、鉍(Bi)相若。昔日以為存量最少之稀土元素鈦(Tm)，今日相信其存量尤較銀、金、或鉑為多。亦可提及者，從近代

知識之啓示，知銣(Rb)之豐藏率列第16位，較氯爲豐，惟其化合物在化學與商業上少有間閤。

每一元素，自原子序數1至100，至少有一種放射性同位素。今日已認定者約有1400不同核種(nuclides)。其中260核種爲自然元素之穩定核種；1130核種爲不穩定者。不穩核種中有65核種存在於自然界中，多屬最重元素者。有300以上之穩定與放射性同位素，可由各國之原子研究機構生產，供應需用。

從元素89(銣, Ac)直至103(鐒 Lw)，其化學性質乃與稀土元素(鐳系, La, 原子序數57-71)相似，故彼等之電子結構當亦相似。因之，彼等名爲銣系，從該系第一元素爲銣而得名。銣系元素有一內層電子殼，包含14個5f電子，按順序次第填滿。原子序數較銣尤高者，已在地面上經核反應與合成法用人工製出，稱爲超銣元素。目前所知之超銣元素，其名稱與符號如次：93, 鏷(Np)；94, 鈾(Pu)；95, 鋤(Am)；96, 錒(Cm)；97, 釷(Bk)；98, 鈾(Cf)；99, 鐳(Es)；100, 鐳(Fm)；101, 鐳(Md)；102, 鐳(No)；103, 鐳(Lw)。

就化學性質言，超銣元素均甚相似，所有差異，則可以從彼等在週期表中之位置相當於第二稀土系之位置估計得之。彼等均有三價游子，以形成無機複游子及有機不均環結構(chelates)。彼等亦形成不溶於酸之三氟化物，草酸鹽，可溶之硫酸鹽，硝酸鹽，氯化物及過氯酸鹽。鏷，鈾，及鋤之水溶液有較高之氧化態(與銣同)，惟以之與普通三價游子之氧化態比較，則其穩定度乃隨原子序數之增大而減低。此爲銣系成其爲第二個稀土型過渡系列之直接結局，亦爲其鑑定特徵。

研究並闡述銣系元素化學行爲之一最重要方法即爲游子交換色圖學(ion-exchange chromatography)。利用吸附於及散逸自游子交換柱，已可以鑑定及分開所有一切銣系跡量元素，特爲超銣元素。每一銣系元素與超銣元素於此方面之行爲極似其相當稀土元素。在一些核遞變實驗中，竟可用以偵檢遞變生成之該系元素達一、二原子之微。

就今日言，已有十一種超銣元素製出或發現，共約有100種同位素。此諸新元素均爲不穩定者，故爲放射性者。一般言之，此諸同位素之半

化期多隨原子序數之增加而減少，意即元素愈重者，半化期愈短，因之彼等之生產、分離、及鑑定逐漸加難。

超鈾元素，似可經由合成、分離、鑑定，再得五、六、七種，惟當有實驗上之困難與穩定區之難於捉摸，至其終點似應在元素110左右。元素自低原子序數者至鏷 (Es)，即元素 99，彼等之同位素有相當長之壽命期，因之可以獲得相當之數量，惟此事實，似乎不適用於較鏷為高之元素。展望生產更較高原子序數之元素，所不幸者，元素之原子序較高於104及105者，其最長半化期之同位素，想來不足長至可以遂行習用之化學鑑定。

第一表 原子量

為完備起見，所有已知之元素，均納於下表中。惟其中有些元素係最近所發現，故僅能以其不穩定同位素表之。在原子量列表中，以括號標記之數值，為最穩定同位素之質量數。*

4 102 種 元 素

元素名稱	英 名	符 號	原 子 序	國際原子量		原子價
				1961	1959	
錒	Actinium	Ac	89		(227)	
鋁	Aluminum	Al	13	26 9815	26 98	3
銂	Americium	Am	95		(243)	3, 4, 5, 6
銻	Antimony, stibium	Sb	51	121.75	121 76	3 5
氬	Argon	Ar	18	39 948	39 944	0
砷	Arsenic	As	33	74 9216	74 92	3 5
砹	Astatine	At	85		(210)	1, 3, 5, 1
銣	Barium	Ba	56	137 34	37 36	2
鐳	Berkelium	Bk	97		(249)	3 4
鈹	Beryllium	Be	4	9 0122	9 013	2
鉍	Bismuth	Bi	83	208 980	208 99	3 5
硼	Boron	B	5	10 811	10 82	3
溴	Bromine	Br	35	79 909	79 916	1, 3, 5, 7
鎘	Cadmium	Cd	48	112 40	112 41	2
鈣	Calcium	Ca	20	40 08	40 08	2
鈦	Californium	Cf	98		(251)	
碳	Carbon	C	6	12 01115	12 011	2, 4
鈾	Cerium	Ce	58	140 12	140 13	3, 4
銻	Cesium	Cs	55	132 905	132 91	1
氯	Chlorine	Cl	17	35 453	35 457	1, 3, 5, 7
鉻	Chromium	Cr	24	51 996	52 01	2, 3, 6
鈷	Cobalt	Co	27	58 9332	58 94	2, 3
鈷、鉬	Columbium, see Niobium					
銅	Copper	Cu	29	63 54	63 54	1, 2
釷	Curium	Cm	96		(247)	3
鐳	Dysprosium	Dy	66	162 50	162 51	3
鐳	Einsteinium	Es	99		(254)	
銩	Erbium	Er	68	167 26	167 27	3
鐳	Europium	Eu	63	151 96	152 0	2 3
鐳	Fermium	Fm	100		(253)	
氟	Fluorine	F	9	18 9984	19 00	1
銑	Francium	Fr	87		(223)	1
鐳	Gadolinium	Gd	64	157 25	157 26	3
銑	Gallium	Ga	31	69 72	69 72	2, 3
銑	Germanium	Ge	32	72 59	72 60	4
金	Gold, aurum	Au	79	196 967	197 0	1, 3
鈥	Hafnium	Hf	72	178 49	178 50	-4
氦	Helium	He	2	4 0026	4 003	0
釷	Holmium	Ho	67	164 930	164 94	3
氫	Hydrogen	H	1	1 00797	1 0080	1
銦	Indium	In	49	114 82	114 82	3
銨	Iodine	I	53	126 9044	126 91	1, 3, 5, 7
銨	Iridium	Ir	77	192 22	192 22	3, 4
鐵	Iron, ferrum	Fe	26	55 847	55 85	2, 3
氙	Krypton	Kr	36	83 80	83 80	0
銑	Lanthanum	La	57	138 91	138 92	3
銑	Lawrencium	Lw	103		(257)	
鉛	Lead, plumbum	Pb	82	207 19	207 21	2 4
鋰	Lithium	Li	3	6 939	6 940	1
鐳	Lutetium	Lu	71	174 97	174 99	3 3
鎂	Magnesium	Mg	12	24 312	24 32	2
錳	Manganese	Mn	25	54 9380	54 94	2, 3, 4, 6, 7
鐳	Mendelevium	Md	101		(258)	
汞	Mercury, hydrargyrum	Hg	80	200 59	200 61	1, 2
鉬	Molybdenum	Mo	42	95 94	95 95	3, 4, 6
釷	Neodymium	Nd	60	144.24	144.27	3

元素名稱	英 名	符 號	原 子 序 號	國際原子量		原子價
				1961	1959	
氖	Neon	Ne	10	20.183	20.183	0
鐳	Neptunium	Np	93		(237)	4, 5, 6
鎳	Nickel	Ni	28	58.71	58.71	2, 3
鎳(鈷)	Niobium (columbium)	Nb	41	92.906	92.91	3, 5
氮	Nitrogen	N	7	14.0067	14.008	3, 5
鎳	Nobelium	No	102		(254)	
鎳	Osmium	Os	76	190.2	190.2	2, 3, 4, 8
氧	Oxygen	O	8	15.9994	16.000	2
鈷	Palladium	Pd	46	106.4	106.4	2, 4, 6
磷	Phosphorus	P	15	30.9738	30.975	3, 5
鉑	Platinum	Pt	78	195.09	195.09	2, 4
鈾	Plutonium	Pu	94		(242)	3, 4, 5, 6
鉑	Polonium	Po	84		(210)	
鉀	Potassium, kalium	K	19	39.102	39.100	1
鉈	Praseodymium	Pr	59	140.907	140.92	3
鉈	Promethium	Pm	61		(145)	3
釷	Protactinium	Pa	91		(231)	
釷	Radium	Ra	88		(226)	2
釷	Rhenium	Re	86		(222)	0
釷	Radon	Rn	75	186.2	186.22	
釷	Rhodium	Rh	45	102.905	102.91	3
釷	Rubidium	Rb	37	85.47	85.48	1
釷	Ruthenium	Ru	44	101.07	101.1	3, 4, 6, 8
釷	Samarium	Sm	62	150.35	150.35	2, 3
釷	Scandium	Sc	21	44.956	44.96	3
釷	Selenium	Se	34	78.96	78.96	2, 4, 6
釷	Silicon	Si	14	28.086	28.09	4
釷	Silver, argentum	Ag	47	107.870	107.873	1
釷	Sodium, natrium	Na	11	22.9898	22.991	1
釷	Strontium	Sr	38	87.62	87.63	2
釷	Sulfur	S	16	32.064	32.066*	2, 4, 6
釷	Tantalum	Ta	73	180.948	180.95	5
釷	Technetium	Tc	43		(99)	6, 7
釷	Tellurium	Te	52	127.60	127.61	2, 4, 6
釷	Terbium	Tb	65	158.924	158.93	3
釷	Thallium	Tl	81	204.37	204.39	1, 3
釷	Thorium	Th	90	232.038	(232)	4
釷	Thulium	Tm	69	168.934	168.94	3
釷	Tin, stannum	Sn	50	118.69	118.70	2, 4
釷	Titanium	Ti	22	47.90	47.90	3, 4
釷	Tungsten (wolfram)	W	74	183.85	183.86	6
釷	Uranium	U	92	238.03	238.07	4, 6
釷	Vanadium	V	23	50.942	50.95	3, 5
釷	Xenon	Xe	54	131.30	131.30	0
釷	Ytterbium	Yb	70	173.04	173.04	2, 3
釷	Yttrium	Y	39	88.905	88.91	3
釷	Zinc	Zn	30	65.37	65.38	2
釷	Zirconium	Zr	40	91.22	91.22	4

* 因為核各同位素之相對豐藏率有自然變更，故此元素之原子量變更範圍 ± 0.003 .

**1959年原子量以 O=16.0000 為準；而1961者乃係以 C¹² 為準。

第二表 元素之電子組態

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

*注意其不規律性

原子序 元素		K		L		M		N			O			P		Q	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		s	p	d	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
54	Xe	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6					
55	Cs	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
56	Ba	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
57	La	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
58	Ce	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
59	Pr	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
60	Nd	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
61	Pm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
62	Sm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
63	Eu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
64	Gd	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
65	Tb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
66	Dy	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
67	Ho	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
68	Er	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
69	Tm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
70	Yb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
71	Lu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
72	Hf	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
73	Ta	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
74	W	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
75	Re	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
76	Os	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
77	Ir	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
78	Pt	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
79	Au	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
80	Hg	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
81	Tl	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
82	Pb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
83	Bi	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
84	Po	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
85	At	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
86	Rn	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
87	Fr	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
88	Ra	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
89	Ac	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
90	Th	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
91	Pa	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
92	U	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
93	Np	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
94	Pu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
95	Am	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
96	Cm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
97	Bk	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
98	Cf	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
99	Es	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
100	Fm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		
101	Md	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6	1	1	2		

分 論

錒(actinium, 希臘aktis, aktinos, 射線), Ac, 原子量227.02(計算值); 原子序89; 熔點 1050°C , 沸點 $3200^{\circ}\text{C} \pm 300^{\circ}\text{C}$ (估計值); 比重10.07(計算值)。

1899年 Andre Debierne 及1902年 F. Giesel 分別各自發現, 在自然界中與鈾礦同在。錒-227, 爲鈾-235之衰變生成物, 爲一 β 發射體, 其半化期爲22年。其主要衰變生成物爲釷-227 (Th 227, 半化期爲18.6天), 鐳-223(Ra 223, 半化期爲11.2天), 還有許多短生命之生成物如氡(Rn)、鉍、釷(Po)、及鉛同位素。當錒與其衰變生成物平衡時, 錒爲一強力之 α 射線源。錒已經分出, 有商品出售。純錒於185天末即與其衰變生成物成平衡, 此後即依22年半化期衰變。錒之活性約爲鐳之150倍, 故用於生產中子。

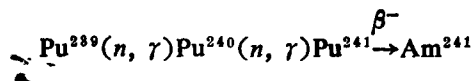
鋁(aluminum, 拉丁, alumen, alum), Al; 原子量26.9815; 原子序13; 熔點 660.2°C , 沸點 2467°C ; 比重2.6989 (20°C); 原子價3。

習認 Wöhler 於1827年分出此金屬, 不過 Oersted 在此兩年前已製出不純鋁。將礬土溶解於冰晶石中用電解法製鋁爲1886年美國 Hall 所發現, 法國 Heroult 亦約於同時發現此法。雖則鋁在地殼中比任何其它金屬爲多, 但未有單獨存在者。鋁以鈞酸鹽形式存在於黏土, 長石等…中; 而商業礦晶則爲鐵礬土(bauxite), 爲一種不純之含水氧化鋁。從黏土中提煉鋁爲可能之法, 但目前不經濟。純鋁爲銀白色金屬, 有許多適用之特性。質輕, 無毒, 有一可愛之外表, 可以做成各種形式, 鑄型, 削磨。

均可。鋁有很高之熱傳導，有甚佳之抗銹蝕能力。並為非磁性者，不發火花，其可製作性居金屬之第二位，其可展性居金屬之第六位。廣用於廚房用具，室外裝飾，以及千百種工業器物，因其堅強、輕巧、易於製作也，鋁之導電性，就每平方截面積言，僅及銅之60%，惟以其輕巧，仍應用於輸電線。純鋁質軟且缺乏強度，惟加以少量之銅、鎂、矽、錳、及其它元素，即可得各種不同之有用性質。此諸合金對於製造近代飛機與火箭，特屬重要。鋁若在真空中蒸發之，可以形成對可見光及輻射熱反射能力甚強之鍍面。此項表面迅即成為有保護能力之氧化鋁薄層，不若鍍銀之易於變質。鍍鋁應用於望遠鏡鏡面、用於裝飾紙、包裝紙、玩具、等等。最重要之鋁化合物為氧化鋁、硫酸鹽、及可溶之含鉀硫酸鹽（明礬）。其氧化物、礬土、天然存在者有紅玉（ruby）、青玉（sapphire）、剛玉（corundum）、金剛砂（emery），礬土多用於製造玻璃。合成之紅玉與青玉有用於製造雷射（laser）以產生同相光（coherent light）。在1856年，鋁價為每磅90美金元，而在 Hall 發現電解法之前夕約為每磅5美金元。之後鋁價即迅降至每磅美金三角，最低曾達每磅美金一角五分。

銻（americium，美洲之意），Am；原子序95；熔點 $>850^{\circ}\text{C}$ ；沸點……；比重11.7；原子價3，4，5，或6。

銻為第四名所發現之超鈾元素。同位素 Am^{241} 係1944年由Seaborg, James, Morgan, 與 Ghiorso 在芝加哥大學冶金實驗室〔今稱國立阿岡（Argonne）實驗室〕首次發現，為鈾（Pu）同位素在原子爐中次第作中子捕捉之生成物：



因為 Am^{241} 可以從中子打擊所得 Pu^{241} 之衰變生成物中經年提取，故能得相當淨純者， Am^{241} 多用於此元素化學性質之研究。更適當作此用途者應為同位素 Am^{243} ，因其有更長之半化期（ 8.8×10^3 年， Am^{241} ，

爲470年)。用強密中子照射 Am^{241} ，可得 Am^{241} ， Am^{242} ，與 Am^{243} 同位素之混合物，其反應式爲 $\text{Am}^{241}(n, \gamma)\text{Am}^{242}(n, \gamma)\text{Am}^{243}$ 。近於純淨之 Am^{243} 可以經由中子打擊及化學分隔得之，其程序如後：中子打擊 Am^{241} 得 Pu^{242} ，其反應式爲 $\text{Am}^{241}(n, \gamma)\text{Am}^{242} \xrightarrow{\text{電子捕獲}} \text{Pu}^{242}$ ；經化學分隔後， Pu^{242} 可以變爲 Am^{243} ，其反應式爲 $\text{Pu}^{242}(n, \gamma)\text{Pu}^{243} \xrightarrow{\beta^-} \text{Am}^{243}$ ，此時 Am^{243} 可以化學方法分出。用甚強中子照射 Pu^{239} ，經次第之中子捕獲反應，可得相當純淨之 Pu^{242} 。

銻可以用三氟化銻與鋇汽在 $1,000^\circ\text{--}1,200^\circ\text{C}$ 間還原得之。銻之新鮮光澤較用此同樣方法製得鈾(Pu)與鏷(Np)者爲尤白，尤有銀色。銻較鈾或鏷更易加工製造，在室溫乾空氣中慢慢變污。

此元素在水溶液中有三種氧化狀態； Am^{+3} (淡橙紅)， AmO_2^+ (色澤不悉)，及 AmO_2^{+2} (淡褐)。三價態甚穩定，不易氧化。 AmO_2^{+2} ，一如鈾，對於將其摻入 Am^{+3} 及 AmO_2^{+2} 改變比例一事，甚不穩定。 Am^{+4} 游子在溶液中甚不穩定，迄今尚未檢出，惟四價之固體化合物已習知。很低濃度之 Am^{+2} 已用於示踪實驗；此甚似鏷化物，鏷(Eu)，可以變爲二價狀態。

二氧化銻， AmO_2 爲一重要氧化物。 Am_2O_3 亦與其它錒系元素相若，有不少不同組成之氧化物，居 AmO_2 與 AmO_3 之間。其鹵化物，如 AmF_3 ， AmF_4 ， AmCl_3 ， AmBr_3 與 AmI_3 亦有製備。

在1962年，美國原子能總署首有200克之銻241在橡嶺(Oak Ridge)原子研究所出售。

銻 (antimony, 拉丁, antimonium), Sb; (拉丁 Stibium, 記號); 原子量121.75; 原子序51; 熔點 630.5°C ; 沸點 $1,380^\circ\text{C}$; 比重6.691(20°C); 原子價3或5。

古時即能識別其化合物；知其爲金屬則爲17世紀初之事，可能較早。銻爲一金屬元素，很普通，但蘊藏量不豐，亦不普遍；有時可以尋得

純礦，惟習常爲硫化物，即輝錫礦(stibnite, Sb_2S_3)；亦有爲重金屬之錫化合物及硫錫化合物，亦有爲氧化物。從硫化物中提取錫係將其燒成氧化物，再用鹽及爛鐵還原之；從氧化錫中提取錫亦可用碳還原。錫有四種同素異形體：黃錫、黑錫、火藥錫、與尋常金屬錫。金屬錫爲一特別脆之金屬，成片狀晶形構造，藍白色，有金屬色澤；硬度爲3至3.5；在室溫中與空氣無作用，惟點火後可以燒得光亮，形成 Sb_2O_3 之白烟；錫之導熱與導電均不佳。金屬錫爲商品，可得99.999+％之純度。錫用於合金中之成分可從1％至20％，錫可以大大增加鉛之硬度與強度。蓄電池，減磨擦合金，字模合金，海底電線之護套，以及其它小物件共當耗用出產量之一半。其餘一半則以化合物之方式耗用，如氧化錫、硫化錫、錫酸鈉、及三氯化錫。此諸化合物乃用於製造防火化合物，用於油漆中、瓷釉中、玻璃與陶器中。土酒石(tartar emetic 含水酒石鉀錫)係用作藥品。錫及其一部份化合物爲有毒性者。空氣中錫灰塵之最高安全含量爲0.5毫克/立方米。

氬(argon, 希臘 argon, 不活潑), Ar; 原子量
39.948; 原子序18; 冰點 -189.2°C ; 沸點 -185.7°C ;
密度1.7837克/升。

Cavendish 於1785年首先信其在空氣中有存量，而於1894爲 Rayleigh 及 William Ramsay 所發現。此氣體係用液體空氣部份蒸發法製備，空氣中含氬量爲0.94％。其在水中之溶解度爲氮之兩倍半，約與氧者相若；其鑑定則從其光譜紅端之特性線。氬充於電燈泡及螢光管中之壓力約爲3毫米，氬亦用於廣告燈等等。於鐸結及割切金屬時，氬可用作一種鈍氣護罩；於製備鈦(Ti)及其它反應元素時，氬可用作護毯；於種長矽與鍮(Ge)之晶體時，用作一防護氣層。氬爲氣體或液體，均無色無嗅。氬有極純品。商業用氬之價格約爲每立方呎美金一角。氬雖爲知名之鈍氣，惟亦聞有少數化合物。

砷(arsenic, 拉丁, arsenicum, 希臘 arsenikon 雌

黃——與 arsenikos 區別，後者如男性，昔信金屬有男女性別——阿拉伯 Az-zernikh，從波斯 zerui-zar 之雌性字，波斯字義為金)，As；原子量74.9216；原子序33；原子價+3或+5。元素砷有三種不同之固體形態：黃、黑、與灰，其比重順序為1.97、4.73，與5.73。灰砷為習常之穩定形式，其熔點為817°C（28大氣壓）昇華點為613°C。

衆信 Albertus Magnus 在1250年獲得此元素。在1649年Schroeder發表兩種製備砷之方法。天然產者；其硫化物為雄黃（realgar）及雌黃（orpiment），亦有重金屬之砷化物及硫砷化物，尚有氧化砷及砷酸鹽。毒砂（mispickel，或稱 arsenopyrite 砷黃鐵礦，FeSAs）為最普通之砷礦，加熱以後，砷即昇華而留剩硫化亞鐵。此元素為鋼灰色，甚脆、晶形、半金屬固體。其在空氣中即會失去色澤，加熱後迅即氧化變為三氧化砷（As₂O₃）並有蒜味。砷與其化合物均有毒性。砷在空氣中安全含量之最高值為0.3毫克/立方米。砷亦用於製青銅，製烟火，且能使球形彈丸堅硬而更趨球形。最重要之砷化物為白砷（As₂O₃），硫化砷，巴黎綠 [3Cu(AsO₂)₂·Cu(C₂H₃O₂)₂]，砷化鈣及砷酸鉛，後三者用於農藥殺蟲劑及毒藥。馬許氏（Marsh）檢驗法，可使之變為三氫化砷（AsH₃，arsine）。砷有甚純品。純砷用於固態物理之電晶體中作摻雜物。砷化鎵（Ga）為製造雷射（laser）之材料，可將電能變為同相光（coherent light）。

砷（astatine，希臘，astatos，不穩定），At；原子量210——最穩定之同位素；原子序85；原子價1, 3, 5，或7。

加州大學 D. R. Corson, K. R. Mac Kenzie 與 E. Segré 於1940年用 α 質點撞擊鉍（Bi）而製成。最長半化期之同位素為 At-210，其半化