

# 化學精華

吳瑞年編

中華書局印行

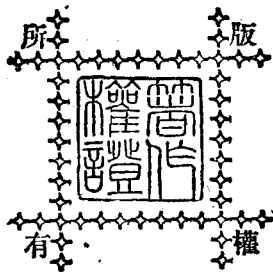


民國三十八年十月六版

化學精華 (全一册)

◎ 基價十一元三角

(郵運匯費另加)



編者 吳瑞年

發行人 李虞杰  
中華書局股份有限公司代表

印刷者 上海澳門路八九號  
中華書局永寧印刷廠

發行處 各埠中華書局

(二九二八)書

# 萬 國 原 子 量 表

1 9 4 3

元 素 名 稱	符 號	原 子 序	原 子 量	元 素 名 稱	符 號	原 子 序	原 子 量
鋁 Aluminium ...	Al	13	26.97	鉬 Molybdenum	Mo	42	95.95
銻 Antimony ....	Sb	51	121.76	釷 Neodymium ..	Nd	60	144.27
氬 Argon .....	A	18	39.944	氖 Neon .....	Ne	10	20.183
砷 Arsenic .....	As	33	74.91	鎳 Nickel .....	Ni	28	58.69
鋇 Barium .....	Ba	56	137.36	氮 Nitrogen .....	N	7	14.008
鈹 Beryllium ....	Be	4	9.02	銱 Osmium.....	Os	76	190.2
鉍 Bismuth .....	Bi	83	209.00	氧 Oxygen .....	O	8	16.000
硼 Boron .....	B	5	10.82	鈀 Palladium....	Pd	46	106.7
溴 Bromine .....	Br	35	79.916	磷 Phosphorus...	P	15	30.98
鎘 Cadmium.....	Cd	48	112.41	鉑 Platinum.....	Pt	78	195.23
鈣 Calcium.....	Ca	20	40.08	鉀 Potassium....	K	19	39.098
碳 Carbon.....	C	6	12.010	鐳 Praseodymium	Pr	59	140.92
鈦 Cerium.....	Ce	58	140.13	錒 Protactinium .	Pa	91	231.
銻 Cæsium .....	Cs	55	132.91	鐳 Radium .....	Ra	88	226.05
氯 Chlorine.....	Cl	17	35.457	釷 Radon .....	Rn	86	222.
鉻 Chromium....	Cr	24	52.01	錳 Rhenium .....	Re	75	186.81
鈷 Cobalt .....	Co	27	58.94	銲 Rhodium.....	Rh	45	102.91
鈾 Columbian...	Cb	41	92.91	銻 Ruthidium....	Rb	37	85.48
銅 Copper .....	Cu	29	63.57	鈷 Ruthenium ...	Ru	44	101.7
鐳 Dysprosium ..	Dy	66	162.46	釷 Samarium....	Sm	62	150.43
鐳 Erbium .....	Er	68	167.2	釷 Scandium ....	Sc	21	45.10
鐳 Europium ...	Eu	63	152.0	硒 Selenium.....	Se	34	78.96
氟 Fluorine .....	F	9	19.00	矽 Silicon .....	Si	14	28.06
釷 Gadolinium ...	Gd	64	156.9	銀 Silver.....	Ag	47	107.880
鋁 Gallium .....	Ga	31	69.72	鈉 Sodium .....	Na	11	22.997
錳 Germanium ..	Ge	32	72.60	鈾 Strontium....	Sr	38	87.62
金 Gold.....	Au	79	197.2	硫 Sulfur .....	S	16	32.06
釷 Hafnium.....	Hf	72	178.6	鉭 Tantalum ....	Ta	73	180.88
氦 Helium .....	He	2	4.003	碲 Tellurium ....	Te	52	127.61
釷 Holmium.....	Ho	67	164.94	鐳 Terbium .....	Tb	65	159.2
氫 Hydrogen ....	H	1	1.0080	鉍 Thallium .....	Tl	81	204.39
銲 Indium .....	In	49	114.76	釷 Thorium .....	Th	90	232.12
碘 Iodine .....	I	53	126.92	鐳 Thulium .....	Tm	69	169.4
銲 Iridium .....	Ir	77	193.1	錫 Tin .....	Sn	50	118.70
鐵 Iron .....	Fe	26	55.85	鈦 Titanium....	Ti	22	47.90
氪 Krypton .....	Kr	36	83.7	鎢 Tungsten....	W	74	183.92
釷 Lanthanum ...	La	57	138.92	鈾 Uranium .....	U	92	238.07
鉛 Lead .....	Pb	82	207.21	釷 Vanadium....	V	23	50.95
鋰 Lithium .....	Li	3	6.940	氙 Xenon .....	Xe	54	131.3
鐳 Lutecium ....	Lu	71	174.99	釷 Ytterbium ...	Yb	70	173.04
鎂 Magnesium ...	Mg	12	24.32	釷 Yttrium.....	Yt	89	88.92
錳 Manganese ...	Mn	25	54.93	鋅 Zinc .....	Zn	80	65.38
汞 Mercury.....	Hg	80	200.61	鈷 Zirconium ....	Zr	40	91.22

# 鹽及鹽基的溶解度表

水溫 18°

	鉀	鈉	銣	銀	鉍	鎂	鎂	鉍	鈣	鎂	鋅	鉛
氯化鉀	32.95	35.86	77.79	0.0 <sub>3</sub> 13	0.3	37.24	51.09	73.19	55.81	203.9	1.49	
氯化鈉	3.9	5.42	13.3	0.0 <sub>5</sub> 9	0.013	1.7	3.0	5.4	5.1	9.2	0.05	
氯化銣	65.86	88.76	168.7	0.0 <sub>4</sub> 1	0.042	103.6	96.52	143.3	103.1	478.2	0.598	
氯化鈉	4.6	6.9	12.6	0.0 <sub>6</sub> 6	0.0015	2.9	3.4	5.2	4.6	9.8	0.02	
氯化銣	137.5	177.9	161.5	0.0 <sub>6</sub> 35	0.006	201.4	169.2	200.0	148.2	419.0	0.08	
氯化鈉	6.0	8.1	8.7	0.0 <sub>7</sub> 1	0.0 <sub>3</sub> 17	3.8	3.9	4.8	4.1	6.9	0.002	
氯化銣	92.56	4.44	0.27	195.4	72.05	0.16	0.012	0.0016	0.0087	0.005	0.06	
氯化鈉	12.4	1.06	0.11	13.5	3.0	0.0092	0.001	0.0002	0.0014	0.0005	0.002	
氯化銣	30.34	83.97	71.43	213.4	8.91	8.74	66.27	121.8	74.31	117.8	51.66	
氯化鈉	2.6	7.4	7.3	8.4	0.35	0.33	2.7	5.2	4.0	4.7	1.4	
氯化銣	6.6	97.16	313.4	12.25	3.69	35.42	174.9	179.3	126.4	183.9	150.6	
氯化鈉	0.52	6.4	15.3	0.6	0.13	1.1	4.6	5.3	4.7	5.3	3.16	
氯化銣	6.38	36.67	152.5	0.59	0.30	0.8	30.0	88.17	42.86	58.43	1.3	
氯化鈉	0.38	2.2	8.20	0.025	0.009	0.02	0.9	2.3	1.5	1.8	0.03	
氯化銣	7.62	8.33	80.43	0.004	0.059	0.05	0.25	0.25	6.87	0.83	0.002	
氯化鈉	0.35	0.4	3.84	0.0 <sub>3</sub> 14	0.0016	0.001	0.0057	0.007	0.26	.02	0.003	
氯化銣	142.9	116.4	12.04	0.01	40.04	3.7	0.77	0.17	0.001	0.0005	0.01	
氯化鈉	18.0	21.0	5.0	0.001	1.76	0.22	0.063	0.02	0.0002	0.0 <sub>5</sub> 5	0.0 <sub>3</sub> 4	
氯化銣	11.11	16.83	35.64	0.55	4.74	0.0 <sub>3</sub> 23	0.011	0.20	35.43	53.12	0.0041	
氯化鈉	0.62	1.15	2.8	0.020	0.09	0.0 <sub>4</sub> 10	0.0006	0.015	2.8	3.1	0.0 <sub>3</sub> 13	
氯化銣	63.1	61.21	111.6	0.0025	0.006	0.0 <sub>3</sub> 35	0.12	0.4	73.0	.....	0.0 <sub>4</sub> 2	
氯化鈉	2.7	3.30	6.5	0.0 <sub>5</sub> 75	0.0001	0.0 <sub>4</sub> 14	0.006	0.03	4.3	.....	0.0 <sub>5</sub> 5	
氯化銣	30.27	3.34	7.22	0.0034	1.48	0.0085	0.0046	0.50	0.03	0.0 <sub>6</sub> 64	0.0 <sub>3</sub> 16	
氯化鈉	1.6	0.24	0.69	0.0 <sub>3</sub> 17	0.030	0.0 <sub>3</sub> 88	0.0 <sub>2</sub> 26	0.43	0.0027	0.44	0.0 <sub>5</sub> 54	
氯化銣	108.0	19.39	1.3	0.003	4.95	0.0023	0.0011	0.0013	0.1	0.0042	0.0 <sub>3</sub> 1	
氯化鈉	5.9	1.8	0.17	0.0001	0.10	0.0 <sub>2</sub> 11	0.0 <sub>4</sub> 7	0.0 <sub>2</sub> 13	0.01	0.0 <sub>3</sub> 32	0.0 <sub>4</sub> 3	

表中各格數字，上數示 100c.c. 水中溶質的公分數，下數示 1 坩匏和溶液中所含克分子濃度。

## 自序

化學爲符號科學之一種，學習後若不時時加以溫習，則在短時期間，必將忘却無疑，俗語云話不離口，拳不離手，正爲此理也。但是讀者每於學習化學之後，對於一般書本之蕪雜散漫，莫不感有難於記憶之苦，因之使其對於研究化學之興趣，學習化學之成績，減低不少。

著者現本多年教學化學之經驗，根據一般高中化學教本之教材，精密注意，分類排列，內容求其完備，文字求其簡明，務使讀者閱後，能首尾一貫，有深刻之印象，故名之爲化學精華。

本書將歷屆各省會考題及國內著名各大學入學試題，分別列於各部材料之後，使學者養成死書活用之習慣，並爲助學者確實理解化學起見，編插化學題解，凡化學上各方面之問題，大半羅列，且各附加簡明之解答，使初學者得有潛心領會之機緣，故本書無論對於初中學生或高中學生作爲入學之參考或複習之書本莫不適用。

本書之編列法，別創一格，在我國化學書本中，尤屬創見，尙請高明不吝賜教。

吳瑞年序於滬新中學

中華民國三十三年一月

# 化學精華目錄

第一部	定義 定律 別名	1
第一篇	定義	1
第二篇	定律	42
第三篇	物質別名	55
第二部	非金屬及其化合物	88
第一篇	空氣及惰性氣體	88
第一節	空氣	88
第二節	惰性氣體	88
第二篇	一價元素	88
第一節	氫	88
第二節	水	90
第三節	過氧化氫	91
第四節	氫	92
第五節	氟化氫	93
第六節	氯	93
第七節	氯化氫	95
第八節	鹽酸與氯酸	96
第九節	溴及溴化氫	97

第十節 碘及碘化氫	98
第十一節 氰及氫氰酸	99
第三篇 二價元素	101
第一節 氧	101
第二節 臭氧	102
第三節 硫黃	103
第四節 硫化氫	104
第五節 二氧化硫	106
第六節 亞硫酸	107
第七節 三氧化硫	107
第八節 硫酸	108
第四篇 三價元素	110
第一節 氮	110
第二節 氨	111
第三節 氧化二氮	113
第四節 氧化氮	113
第五節 過氧化氮	114
第六節 硝酸	114
第七節 磷	116
第八節 磷化氫	117
第九節 火柴	117
第十節 砷	118
第十一節 砷化氫	118
第十二節 銻	119



第十三節	硼	119
第五篇	四價元素	121
第一節	碳	121
第二節	二氧化碳	121
第三節	一氧化碳	123
第四節	二硫化碳	124
第五節	矽	125
第三部	金屬元素	126
第一篇	鹼金屬	126
第一節	鈉	126
第二節	氫氧化鈉	126
第三節	碳酸鈉	127
第四節	氯化鈉	128
第五節	鉀	129
第六節	氫氧化鉀	130
第七節	碳酸鉀	130
第二篇	鹼土金屬	131
第一節	鈣	131
第二節	氧化鈣	131
第三節	碳酸鈣	132
第四節	氫氧化鈣	132
第五節	鎂	133
第六節	鋇	134

第七節	鍺	135
第三篇	鋅族	136
第一節	鋅	136
第二節	鎂	137
第三節	鎳	138
第四篇	土族	139
第一節	鋁	139
第二節	陶磁器	140
第三節	稀土元素	141
第五篇	錫族	142
第一節	錫	142
第二節	鉛	143
第三節	鉍	144
第六篇	鐵族	146
第一節	鐵	146
第二節	銻	150
第三節	錳	151
第四節	鈷	152
第五節	鎳	153
第六節	鎘	154
第七篇	銅族	155
第一節	銀	155
第二節	汞	156
第三節	銅	157
第四節	硫酸銅	159

---

第八篇	金族	160
第一節	金	160
第二節	鉑	161
第四部	有機化合物	185
第一篇	碳化氫	185
第一節	概說	185
第二節	飽和碳氫化合物	186
第三節	不飽和碳氫化合物	187
第四節	環狀碳氫化合物	188
第二篇	醇類	190
第一節	甲醇	190
第二節	乙醇	191
第三篇	醚 醛 酮	192
第一節	醚類	192
第二節	醛類	192
第三節	酮類	193
第四篇	有機酸類	194
第一節	有機酸類	194
第二節	多鹽基酸	195
第三節	醇酸	196
第五篇	酯	197
第六篇	碳水化合物	198
第一節	單糖類	198
第二節	多糖類	199

第七篇	香精類 彈性樹膠 樟腦類	201
第一節	香精類	201
第二節	彈性樹膠	201
第三節	樟腦類	201
第八篇	植物鹼 蛋白質 營養素	203
第一節	植物鹼	203
第二節	蛋白質	203
第三節	營養素	204
第五部	化學雜解	209
第一篇	區別問題	209
第二篇	檢查問題	213
第三篇	分離問題	217
第四篇	證明問題	219
第五篇	說明問題	221
第六篇	列舉問題	229
第七篇	敘述問題	232
第六部	化學計算	245
(一)	關於分子式分子量的計算	245
(二)	關於溶液濃度的計算	256
(三)	關於原子量原子價當量的計算	264
(四)	關於化學方程式之計算	269
(五)	關於溶液反應計算	280
(六)	關於化學平衡的計算	285

# 化學精華

## 第一部

### 第一篇 定義

1. 吸收 (absorption) 固體或液體吸收氣體之現象，稱爲吸收，如石灰水之吸收二氧化碳。

2. 絕對溫度 (absolute temperature) 以攝氏零度下273度爲起點之溫度，稱爲絕對溫度。簡言之，絕對溫度即攝氏溫度加273度。

3. 絕對零度 (absolute zero) 一般氣體，若依常溫之縮率，則於攝氏溫度  $-273^{\circ}$  時其體積將等於零，故以攝氏溫度  $-273^{\circ}$  爲零度，稱爲絕對零度。

4. 蓄電池 (accumulator) 蓄電池非真儲蓄電力以備他日取用之器具，實乃利用電流以產化學反應，將電能變爲化能，當此反應向反向進行時，其中化能復變爲電能而放出，因之稱爲蓄電池。

5. 酸 (acid) 凡含有可被金屬元素替代之氫根，其溶液發生氫離子，能改變藍色石蕊變爲紅色，與鹽基中和生鹽與水之物質稱爲酸。酸可依其強度分爲三種：(1)強酸如  $\text{HCl}$ 、 $\text{HNO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ；(2)中酸如  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_3$ ；(3)弱酸如  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{HF}$ 。

6. 酸度 (acidity) 一鹽基之分子中所含能被非金屬根或酸根替代之氫氧根數，稱爲酸度。鹽基常依其所含之氫氧根數分爲一酸鹽基如  $\text{NaOH}$ 、 $\text{KOH}$ ；二酸鹽基如  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ；三酸鹽基如  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

7. 酸式鹽 (acid salt) 酸中一部分之氫根被金屬替代所成之鹽稱爲酸式鹽，如  $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaHSO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 。酸式鹽中雖含有氫根，其水溶液不一定具有酸性，有中性者，亦有鹼性者。

8. 吸附 (adsorption) 一物質凝集而附着於一固體表面之作用，稱爲吸附，如活性碳之吸收毒氣，肥皂之去垢。膠體狀態物質與易於液化之氣體，易於發生吸附作用。如一物質被一固體所吸收而並非附着於該固體之表面則稱吸收 (absorption)，如氧化鈣之吸收二氧化碳。

9. 親和力 (affinity) 凡起化學作用之力謂之化學親和力，或稱爲愛力。物質之親和力較強者，則難於分解，如氟化氫。其親和力較弱者，則易於分解，如氧化汞。其無親和力者，則不能起化學作用，如氮與氫。

10. 鹼金屬 (alkali metals) 構成週期表中第一類之金屬元素，稱爲鹼金屬，如鋰、鈉、鉀、銣、銫，其氫氧化合物之鹼性極強。

11. 鹼類 (alkalies) 極易溶解之鹽基類而有最顯著之鹽基性者，通稱之爲鹼類，如  $\text{NaOH}$ 、 $\text{KOH}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

12. 鹼度 (alkalimetry) 每一酸之分子中所含可置換之氫原子數，稱爲鹼度或鹽基度，如  $\text{HCl}$ 、 $\text{HNO}_3$  均稱爲一鹽基酸； $\text{H}_2\text{SO}_4$  二鹽基酸； $\text{H}_3\text{PO}_4$  三鹽基酸。

13. 鹼土金屬 (alkali earth metal) 週期表中第二類第一組之金屬，稱爲鹼土金屬，其中最著者爲 Ca、Ba、Sr。

14. 植物鹼 (alkaloids) 植物中含有氮元素並具有鹽基性之物質通稱爲植物鹼，如嗎啡  $C_{17}H_{19}NO_3$ 、奎寧  $C_{20}H_{21}N_2O_2$ 。

15. 同素異性體 (allotropic forms) 凡元素在同一形態中能以二種或二種以上之形式而存在，其相互間可藉能之吸收或釋放，而使此形變爲他形之關係。此類元素之變體，謂之同素異性體，如石墨與金剛石，黃磷與赤磷，氧與臭氧。

16. 合金 (alloy) 數種金屬一同熔融，能全體混勻，冷後成一種狀似金屬之物質稱爲合金，簡稱爲齊。合金有爲金屬之固態溶液，亦有爲金屬之化合物者，如十八開金爲金與銅之合金，青銅爲銅與錫之合金。

17. 礬 (alum) 一克分子單價金屬如鈉、鉀、銨等之硫酸鹽，與一克分子三價金屬，如 Al、Fe、Cr、Mn 等之硫酸鹽，結合而成之重鹽，統稱爲礬，如  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ 。

18. 無定形體 (amorphous substance) 物質有時雖爲固態，但無一定之結晶及無一定之熔點，則稱爲無定形體，如玻璃、油墨及無定形硫。

19. 兩性物質 (amphoteric substance) 凡元素之具有金屬性質及非金屬性質，或物質之具有鹽基性而兼有酸性者，統爲兩性物質，如 Zn、Al、Sn 等爲兩性元素， $As_2O_3$ 、 $Zn(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3$  等爲兩性化合物。

20. 分析 (analysis) 將物質分爲各成分的化學方法，稱爲分析，祇測定物質之成分者謂之定性分析；測定物質之組成者

謂之定量分析。

21. 酐 (anhydride) 凡能與水化合生成酸或鹼之氧化物，通稱為酐，其與水化合成酸類之氧化物稱為酸酐。其與水化合成鹼類之氧化物稱為鹼酐。如 $P_2O_5$ 、 $N_2O_5$ 、 $As_2O_3$  均為酸酐， $CaO$ 、 $Na_2O$ 、 $BaO$ ，均為鹼酐。

22. 陰游子 (anions) 荷有陰電之原子或原子團稱為陰離子或陽向離子，如 $Cl^-$ 、 $S^{--}$ 、 $NO_3^-$ 、 $SO_4^{--}$ 。

23. 陽極 (anode) 電解槽中電子離去之處謂之正電極，又稱陽極。

24. 重合 (association) 一物質之數個分子自相結合而成同一物質之較複雜分子之作用，稱為重合，如 $H_2F_2$ 、 $N_2O_4$ 、 $(H_2O)_n$ 。

25. 原子 (atom) 構成元素不能再行分割之極微粒子，或為元素參與化學反應之最小單位，稱為原子。

26. 原子序數 (atomic number) 元素在週期表中所佔位置之排列順序，或元素原子中心核內之未中和陽電子數，或元素原子中心核外之游電子數，均可稱之為原子序數，如氧之原子序為8，鈣之原子序為20。

27. 原子熱 (atomic heat) 每一克原子量之元素，溫度升高一度所需之熱量稱為原子熱。

28. 原子容積 (atomic volume) 每一克原子量元素所佔之體積，稱為原子容積。

29. 原子量 (atomic weight) 各元素之原子與氧原子16相比之重量稱為原子量，亦即為一元素之各種化合物一分子量



中所含該元素之諸重量之最大公約數，如  $H = 1.008$ 、 $Cl = 35.46$ 、 $O = 16$ 。

30. 屬性 (attributes) 重量、大小與體積均為物質之屬性，但相同物質常有不同之重量、大小與體積，反之不同之物質常有相同之重量、大小與體積，故重量、大小與體積不能稱為物質之性質，不過為測量物質多少之方法。

31. 鹽基 (base) 凡含有氫氧根，溶於水中而生氫氧離子，能使紅石蕊變藍色，與酸類中和發生鹽類與水之物質，稱為鹽基。鹽基常依其強度分為三種：(1)強鹽基如  $NaOH$ 、 $KOH$ ；(2)中鹽基  $Ca(OH)_2$ 、 $Ba(OH)_2$ ；(3)弱鹽基如  $NH_4OH$ 、 $Mg(OH)_2$ 。

32. 鹽基性鹽 (basic salt) 鹽基中一部分之氫氧根被非金屬根所化代而成之鹽，謂之鹽基式鹽，如  $CaOHCl$ 。

33. 鹽基度 (basicity) 酸類之分子中所含能被氫氧離子中和之氫原子數稱為鹽基度。其含有一氫原子者，稱為一鹽基酸，如  $HCl$ 、 $HNO_3$ 。其含二氫原子者，稱為二鹽基酸，如  $H_2SO_4$ 、 $H_2S$ 。其含三氫原子者，稱為三鹽基酸，如  $H_3PO_4$ 、 $H_3BO_3$ 。其餘之酸可依此類推。

34. 沸點 (boiling point) 液體蒸氣漲力正足制勝大氣壓力時之溫度，稱為液體之沸點。如水之沸點為  $100^\circ C$ ，即在  $100^\circ C$  時水蒸氣之漲力適等於 760 托。

35. 英制量熱單位 (British thermal unit) 能使一磅水溫度升高攝氏一度之熱量，稱為一個 B.T.U. 即英制量熱單位之簡稱。

36. 布朗運動 (Brownian movement) 物質之微粒懸浮

散佈於一液體中，皆呈繼續不絕之漫射運動，稱為布郎運動。

37. 緩和鹽 (buffer salt) 凡能使一溶液中之氫離子  $H^+$  或氫氧離子  $OH^-$  之濃度近一定值之鹽類，稱為緩和鹽。酸性溶液常用較不活潑酸類所成之鈉鹽，鹽基性溶液常用較不活潑鹽基類所成之鹽以緩和之，如  $NaC_2H_3O_2$ 、 $NH_4Cl$ 。

38. 卡路里 (calorie) 能使一克水之溫度增高攝氏溫度計一度所需之熱量，稱為一卡路里，簡稱為卡。每1000卡稱為一大卡。

39. 觸媒作用 (catalysis) 利用觸媒之存在，變更一化學反應之速度，稱為觸媒作用，亦稱接觸作用。

40. 觸媒 (catalyzer) 凡自身不起永久變化而能改變其他物質化學變化速度之物質，稱為觸媒，亦稱接觸劑 (catalytic agent)。如氯酸鉀加熱分解之加入二氧化錳，氨之合成利用鐵粉。凡能使物質化學變化之速度加增者，稱為正觸媒，能使物質化學反應速度減緩之觸媒，稱為負觸媒，如雙氧水中之酸，水泥中之石膏。

41. 電泳 (cataphoresis) 膠溶體中膠體微粒受高壓電流影響，向陽極或陰極移動之現象，稱為電泳。混懸膠體中之金屬及金屬硫化物之微粒，皆荷陰電荷，金屬之氫氧化合物之微粒膠體，皆荷陽電荷，如  $As_2S_3$ 、 $Al(OH)_3$ 。

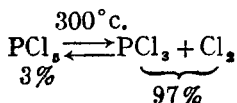
42. 陰極 (cathode) 電解槽中之電子進入之處稱為負極亦稱陰極。

43. 陽離子 (cation) 荷有陽電之離子或原子團稱為陽離子，或陰向離子，如  $Na^+$ 、 $NH_4^+$ 、 $H^+$ 。

44. **化學變化** (chemical change) 物質之形態與化性均已改變而成新物質之變化，即改變物質組成之變化，稱為化學變化，如鐵之生鏽，漂白褪色。

45. **化學方程式** (chemical equation) 利用化學式代表各反應物與生成物，列成代數方程式以表示化學反應，稱為化學方程式。

46. **化學平衡** (chemical equilibrium) 當可逆反應中之正逆兩方進行速度達到相等情況時，稱為化學平衡，當化學平衡之時，正反應中所生成物質之分子數，與逆反應中產生原物質所用去該物質分子數相等，兩方各保持一定濃度而不變。如五氯化磷於溫度 $300^{\circ}\text{C}$ . 有97%解離為三氯化磷與氯，即：



47. **化學性質** (chemical properties) 一物質與另一物質發生化學反應之傾向，稱為化學性質，如鐵與氧作用成氧化鐵，與硫作用成硫化鐵，與鹽酸作用生氯化鐵與氫，均為鐵之化性。

48. **化學** (chemistry) 化學為一種研究物質與物質相互間所起之變化，及各物質之組成性質和製法之科學。

49. **膠結作用** (coagulation) 使膠溶體中之散佈膠體微粒結集而沉澱析出之作用，稱為膠結作用，如氫氧化鐵之膠溶體中加入硫酸數滴，氫氧化鐵即行沉澱，又如水中加入明礬因發生氫氧化鋁而使水中懸浮質與細菌等迅速沉出，亦藉膠結作用。膠

結係與膠化相反之作用。

50. 膠體 (colloids) 化學組成較為複雜與分子量較大之物質，分散於他物質中成膠體散佈者，稱為膠體，如樹膠、卵白等物質，均為膠體。

51. 膠狀懸浮 (colloidal suspension) 物質分散於一液體中，其散佈之微細質點較電解質與氣體及許多有機物等之分子為大，而較懸浮質之粒子為小時，稱為膠狀懸浮，如動植物膠散佈於水中所成之膠水，澱粉置於沸水中所成之稀漿糊，均為膠狀懸浮。

52. 化合作用 (combination) 二種或二種以上之物質化合而成一種新物質之作用，稱為化合作用。元素與元素，元素與化合物，化合物與化合物之間均能起化合作用。如(1)氫與氧化合為水；(2)氯與一氧化碳合成光氣；(3)氧化鈣與二氧化碳化合為碳酸鈣。

53. 化合量 (combining weight) 元素之間各有特別重量以與其他元素相化合，此等重量稱為元素之化合量。因有數種原因，常以氧8克為標準重量，然則一元素之化合量，即為該元素與8克氧相化合之重量。

54. 化燒 (combustion) 凡放熱同時發光之化學作用，均稱為化燒。

55. 錯離子 (complex ion) 一簡單之離子常與水、氨或其他類似之物質，合成為一較複雜之離子，稱為錯離子，如  $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{++}$ 、 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 、 $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$ 、 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{---}$ 。

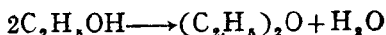
56. 錯鹽 (complex salt) 凡兩種不同之鹽，結合所成之

另一種鹽，在水溶液中游離發生非原鹽具有之離子者，稱為錯鹽，如  $K_3Fe(CN)_6$ 、 $KAg(CN)_2$ 。

57. 組成 (composition) 化合物中各成分所含重量之比，謂之組成，凡分析一化合物後，常以百分率表示其組成，即化合物百分中含有各成分元素若干分，如水中含氧 88.81% 及氫 11.19%。

58. 化合物 (compound substance) 二種或二種以上元素化合所成之新物質，其化能與其各成分單獨所有者不同，此等物質稱為化合物，如硫化鐵為一化合物，因其含有鐵及硫，且其所有化能，與鐵或硫單獨所有者之化能不同。

59. 縮合 (condensation) 一物質之數個分子自相結合分出水之作用稱為縮合，如二分子乙醇，縮去一分子之水而成醚之作用：

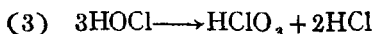
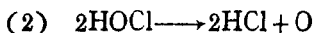


60. 冷凝點 (condensing point) 液體物質之蒸汽開始冷凝之溫度稱為冷凝點，液體在某壓下之沸點，即為其蒸汽在該壓下之冷凝點。

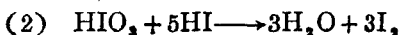
61. 濃溶液 (concentrated solution) 一溶液中含有多量之溶質者，謂之濃溶液。

62. 並進反應 (concurrent reactions) 同一物質在相同時間內，發生數種不同之反應稱為並進反應。如次氯酸在相同期間發生三種不同之反應：





63. 遞進反應 (consecutive reactions) 化學反應中，前階段反應之生成物，繼續起作用而生成別種物質者，稱為遞進反應，如：



64. 成分 (constituents) 構成化合物之各元素稱為成分，如水為氫與氧之化合物，即氫與氧乃組成水之成分。

65. 庫倫 (coulomb) 一秒鐘內所通過電流強度為一安培 (ampere) 之電流量稱為庫倫，每96450庫倫稱為一法拉 (farad)。

66. 共合價 (covalence) 一原子與其鄰接原子所共有之若干對電子，稱為該原子之共合價。

67. 偶 (couple) 兩種金屬置於酸中，經連接後而能發生電流者稱為偶。如鋅與銅，稱為鋅銅偶。

68. 崩解法 (cracking process) 在高壓下將沸點較高之重分子石油強熱至500°C. 相近，使分解成沸點較低之汽油，稱為崩解法或分裂法。

69. 臨界點 (critical point) 一液體之密度與其蒸氣之密度相等時，二者間之界線消滅，當達到此種狀態之溫度，謂之臨界溫度，而此蒸汽所施之壓力，謂之臨界壓力。今將數種氣體之臨界點列表於下：

臨 界 點 表

沸 點	臨界溫度	臨界壓力
氫.....-252.7°	-884.5°	20.0氣壓
氮.....-195.7°	-146.0°	33.0氣壓
氧.....-182.9°	-119.0°	50.0氣壓
二氧化碳.....-76.0°	+31.35°	72.9氣壓
水.....+100.0°	+365.0°	194.6氣壓

70. 冰晶點 (Cryohydric point) 某晶質固體溶於水中成溶液，冷卻至某溫度，溶質與冰同時結晶析出，此溫度稱為冰晶點。

71. 結晶體(crystals) 凡物質具有一定之幾何學形態之多面體者，稱為結晶體，簡稱結晶。

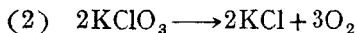
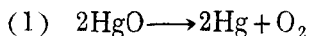
72. 晶形固體(crystalline solid) 凡固體有固定之晶形與一定之熔點者，稱為晶形固體。

73. 結晶作用(crystallization) 從溶液中使溶質成結晶體析出之作用，稱為結晶作用。由溶液中用結晶法所得之不純晶體，復使溶解，再用結晶法以析出純淨晶體，稱為再結晶。

74. 晶質(crystalloid) 化學成分較為簡單與分子量較小之物質，溶於水中成真溶液者，稱為晶質，如無機物質中之電解質，有機物質中之葡萄糖、蔗糖與尿素。

75. 傾瀉(decantation) 液體中之懸浮質，倘易於沉出者，可俟其沉淀後將上面液體傾出以分離之，稱為傾瀉作用。

76. 分解(decomposition) 一種物質分為兩種或兩種以上新物質之化學變化稱為分解，一種物質可以分為兩種元素，或一種元素與一種化合物，或為二種化合物，如：



77. 電離度 (degree of ionization) 溶液中電解質，其已起電離作用之分子數與溶質之總分子數之比，稱為電離度，如  $18^\circ\text{C}$ . 時，1M. 之 HCl 其電離度為 92%，即該溶液中其已起電離成離子之分子數，與溶液中之 HCl 總數比為 92 與 100 之比。

78. 脫水作用 (dehydration) 由一化合物之分子，除去與水比率相當之氫氧原子之作用，稱為脫水作用，用以使化合物脫水之物質稱為脫水劑。

79. 潮解 (deliquescence) 凡極易溶解之物質，常從空氣中吸收濕氣，與所吸之水變成溶液，此種現象謂之潮解，如氯化鎂與氯化鈣。

80. 透析 (dialysis) 利用多孔之薄膜，使膠體散佈中之晶體溶質藉擴散作用而透過薄膜，以與膠體分離之方法，稱為透析。

81. 破壞蒸餾 (destructive distillation) 隔絕空氣而強熱固體物料，使分解以蒸餾出揮發性液體之方法，謂之乾餾或破壞蒸餾。

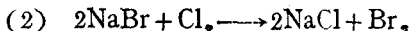
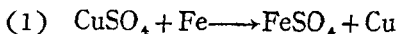
82. 擴散 (diffusion) 兩種物質 (氣體、液體或固體) 相接觸，因分子運動而自行互相混合之作用，稱為擴散，亦稱瀰散。如置氫於氧之上，該二氣體不因密度之不同與地心吸力之各異，而保持其原狀，不久即互相混和。空氣組成常能保持一定，各氣體之擴散作用亦為原因之一。



83. 稀溶液 (diluted solution) 一溶液中含有比較少量之溶質者謂之稀溶液。

84. 散佈系 (disperse system) 一物質以微粒分散另一物之中，謂之散佈，此分散之物質謂之散佈相 (disperse phase) 或稱內相 (inner phase)。容納散佈物質之另一物質稱為散佈媒 (disperse medium) 或稱外相 (outer phase)。

85. 化代 (displacement) 一種元素置換化合物中之另一元素，使之游離，而與該化合物中其餘成分結合成另一化合物，此種化學變化，稱為化代亦稱置換，金屬常能置換另一金屬，非金屬亦能置換另一非金屬如：



86. 易位次序 (displacement series) 氫及各種金屬可以列成一表，其中任何一元素，可將其下位之任一元素，由其鹽中排出，此表謂之易位次序，亦稱電化次序。(electrochemical series)

易位次序表

鉀 → 鈉 → 鈣 → 鎂 → 鋁 → 錳 → 鋅 → 鐵 → 鎳  
錫 → 鉛 → 氫 → 銅 → 汞 → 銀 → 鉑 → 金

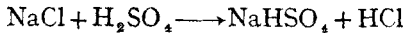
87. 解離 (dissociation) 凡分解作用之為可逆者稱為解離，如  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{HCl}$ ;  $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$

88. 溶解 (dissolve) 一物質以分子態分佈於另一物質之中稱為溶解。

89. 蒸餾 (distillation) 加熱於一液體至沸騰而成蒸氣，

復冷却使液化為純淨液體，謂之蒸餾。

90. 複分解 (double decomposition) 兩種化合物互相交換其成分，而成另兩種化合物之化學變化，稱為複分解如：



91. 複鹽 (double salt) 由兩種不同之鹽，結合而成另一種鹽，在水溶液中游離發生各原鹽所有之單離子者，謂之複鹽，亦稱重鹽如  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

92. 催乾劑 (dryer) 促進塗料乾燥之物質，稱為催乾劑。如用  $\text{PbO}_2$  或  $\text{MnO}_2$  與亞麻仁油共煮，則亞麻仁油易於乾燥。

93. 乾性油 (drying oil) 凡含有不飽和之高級有機酸酯之植物油，能吸氧而凝結者，稱為乾性油，例如桐油、亞麻仁油。

94. 染料 (dyes) 有色物質之能直接或藉媒染劑作用而固着於纖維上者，稱為染料。

95. 湍泡現象 (effervescence) 當氣體藉壓力之作用溶於一液體中，於壓力除去時，則過餘之氣體逸出而生泡沫逸出，稱為湍泡現象，如蘇打水中之二氧化碳及一般發生二氧化碳之滅火器等是。

96. 風化 (efflorescence) 水化物在空氣中失去結晶水而崩壞其晶體成為粉末之現象，稱為風化，如  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  與  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  置於空氣中非常易於風化。

97. 電化次序 (electro-chemical series) 見易位次序。

98. 電極 (electrode) 電解槽中用適當材料製成之板或棒以與電池或發電機之導線兩端連接，用以使電解質中之正負離子在此析出者，稱為電極，簡言之即電解槽中電子進入與離去

之處。

99. 電滲 (electro-endosmosis) 膠體中~~有半透膜~~之，通電流於兩方電極，則一方溶劑移動經過薄膜而滲入他方，此種現象稱爲電滲。

100. 電解 (electrolysis) 藉電流之作用，以使電解質分爲其組成之元素，稱爲電解。

101. 電解質 (electrolytes) 凡物質之水溶液能傳導電流並能被電流分解者，稱爲電解質。無機物質中之酸類、鹽類與鹽基類均稱爲電解質。

102. 電子 (electron) 原子中荷有單位陰電之質點，其質量約爲氫原子量 $\frac{1}{1800}$ ，此等微粒，普通稱之爲電子。

103. 元素 (element) 凡物質不能用現今化學所有之方法，使之分離爲二種以上之不同物質，亦不能由他種物質化合而成者，謂之元素或原物質 (elementary substance)。元素一名，可用於游離態之單質，亦可指化合物中之成分。

104. 乳濁液 (emulsion) 二種不相融和之液體，藉機械力之作用，使暫成一種不安定之混懸液，謂之乳濁液。

105. 乳膠體 (emulsoid) 散布質點如爲液體之膠液，稱爲乳膠體。

106. 乳化劑 (emulsifier) 加於二種不融和液體所成乳狀液，其能包裹於乳化微粒之外層而使難於凝集，使成安定乳狀液之物質，稱爲乳化劑，如油與水中加入肥皂。

107. 酵素 (enzymes) 凡有接觸效用能促進有機化合物起化學作用之有機體統稱爲酵素，如酒精酵素 (zymase)，轉化

糖酵素(invertase), 麥芽糖酵素(maltase)。

108. 吸熱反應 (endothermal reaction) 當化學反應進行時吸收熱能者, 謂之吸熱反應, 如  $N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO - 43200$  卡。

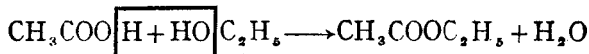
109. 能 (energy) 能可視為一種工作之能力。發生化學變化時所需之能, 必變為物質中所含他種之能, 或由物質中之他種能而生成, 此種能稱為化能。

110. 平衡恆數 (equilibrium constant) 一化學平衡中生成物質之分子濃度乘積, 對於反應物之分子濃度乘積之比為一恆數, 稱為平衡恆數, 如  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ , 恆為:

$$\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = K$$

111. 當量 (equivalent weight) 用原子價除原子量所得之商數, 稱為該元素之當量, 其以克為單位以表示其當量者, 稱為克當量。

112. 酯化作用 (esterification) 有機酸類與醇類起作用生成酯類與水稱為酯化作用。如:



113. 共熔點 (eutectic point) 合金成分同時熔化之最低溫度, 稱為共熔點。

114. 蒸發 (evaporation) 液體物質之分子, 自表面逸出成為氣體之現象, 稱為蒸發。

115. 放熱反應 (exothermal reaction) 當化學反應進行時, 放出熱能者, 謂之放熱反應, 如  $C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 96960$  卡。

116. 爆炸圈 (explosive range) 氫與空氣混合, 在一氣

壓之下，如氫之容積在4%—75%之間，常能發生爆炸作用；不在此範圍之內，則不生爆炸。故此比例，稱為爆炸範圍。

117. **發酵** (fermentation) 有機物質如澱粉與糖類藉細菌之作用，成為較簡單之物質時，稱為發酵。倘生成物質之中，有酒精者，是為酒精發酵。

118. **肥料** (fertilizer) 補充土壤中植物所吸收營養成分之物質，稱為肥料，肥料之三要素為鉀、磷與氮。

119. **過濾** (filtration) 將液體流過有孔性層，以除去不溶解固體物之方法，謂之過濾。

120. **定氮法** (fixation of nitrogen) 將空氣中游离之氮，合成安定氮化物之方法，稱為定氮法。

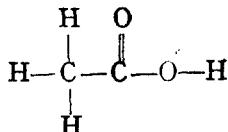
121. **火焰** (flame) 氣體燃燒所及之範圍，謂之火焰，燭火可分為三層，(1)內焰——乃由可燃之蒸氣而成，(2)中焰——蒸氣在此處因熱分解，使碳分離使火焰發光，此層火焰因有未燃之碳粒及氫之存在，具有還原作用，故亦稱為還原焰，(3)外焰——該層非常之薄，幾不可見，碳與氫在此處燃燒成水及二氧化碳，因該層極熱，易受氧化物置其中則受氧化，故亦稱氧化焰。

122. **焰色反應** (flame reaction) 有數種金屬於無色焰中，發生特殊之色，利用此種焰色，可以鑑別各物質中各種金屬之有無，稱為焰色反應，如鈉及其化合物，呈黃色之火焰，鉀紫色，銦深紅色，銦綠色。

123. **熔劑** (flux) 冶金時常加入一種物料，使與礦石中之雜質相化合成一種液體，故凡質料為此目的而加入者，謂之熔劑。熔劑與礦石所成之液體，稱為礦滓 (slag)，如含  $\text{SiO}_2$  之鐵礦

加入  $\text{CaCO}_3$  爲熔劑，所成之  $\text{CaSiO}_3$  爲礦滓。

124. 式 (formulas) 用以代表物質之符號稱爲式。一般化學式可以分爲四種：(1) 僅能表示物質組成之最簡單化學式，稱爲實驗式，醋酸之實驗式爲  $\text{CH}_2\text{O}$ ；(2) 能表示物質之組成及其分子量之化學式，稱爲分子式 (molecular formula)，如醋酸之分子式爲  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ；(3) 能表示化合物分子中各原子間互相接合情形之化學式，稱爲結構式 (structural formula)，如醋酸之結構式爲



(4) 標記化合物中所含特殊之根或基而能顯示其特性之化學式，稱爲示性式 (rational formula)，如醋酸之示性式爲  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 。

125. 分結晶 (fractional crystallization) 一溶液中溶有數種結晶體時，如將此溶液蒸發，則溶度較小之溶質，可先結晶析出，稱爲分結晶。

126. 分餾法 (fractional distillation) 依沸點之高低逐漸蒸餾混合液體，而分別凝集蒸餾液以取各液體之方法，稱爲分餾法。

127. 遊離態 (free state) 元素單獨存在於自然界中之狀態，謂之遊離態。

128. 寒劑 (freezing mixture) 兩種或兩種以上物質相混和而能發生低溫度者，稱爲寒劑。如冰內加入食鹽，溫度可使之降至  $-21^\circ\text{C}$ ，加入氯化鈣，則可降至  $-55^\circ\text{C}$ 。

129. 凝固點 (freezing point) 液體變為固體之現象，稱為凝固；液體變為固體之一定溫度，稱為凝固點，或冰點，如水之冰點於標準狀態時為  $0^{\circ}\text{C}$ 。

130. 浮沫法 (froth flotation) 將含有硫化物之礦石磨成粉末，置入有油之水中，通入空氣，則硫化物黏於泡沫之表面，其他雜質則沉於水底，藉此可使一硫化礦石與其雜質分離，稱為浮沫選礦法。

131. 燃值 (fuel value) 一單位重量或體積之燃料，燃燒時所放出之熱量，稱為燃值。

132. 膠凝體 (gel) 膠體之為半固體狀之膠凍物者，稱為膠凝體，其以水為散佈媒者，稱為水凝體 (hydrogel)。

133. 幾何異性體 (geometrical isomers) 尋常之式，不能表示構造之不同，必須藉立體之構造式表明者，稱為幾何異性體，例如丁烯-2， $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ ，有二種立體構造式，一名正型，一名轉型。

134. 克原子量 (gram atomic weight) 以克為單位所表示之原子量，稱為克原子量，如氫之克原子量為 1.008 克，氧之克原子量為 16 克。

135. 克分子容積 (gram molecular volume) 每一克分子量氣體在標準狀態下所佔有之容積，稱為克分子容積，簡稱 G.M.V. 每一克分子量氣體，在標準狀態下所佔之容積，幾皆為 22.4 呎。

136. 克分子量 (gram molecular weight) 以克為單位所表示之分子量稱為克分子量，如氧之克分子量為 32 克，氫之克分子量為 2.016 克。

137. 半衰期 (half period) 各放射性元素，當其放射能減為最初之半所須之時間，稱為半衰期。

138. 硬水 (hard water) 含有鈣鹽及鎂鹽 (有時含鐵鹽) 之水，稱為硬水；其不含鈣鹽鎂鹽之水，稱為軟水 (soft water)。水中含有酸性碳酸鈣或碳酸鎂者，一經煮沸，則分解成為碳酸鹽而析出，故含有  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  或  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  之水，稱為暫硬水 (temporary hard water)。水中含有鈣鎂之硫酸鹽或氯化物者，即使煮沸，此等礦質亦不能除去，故稱為永硬水 (permanent hard water)。

139. 融解熱 (heat of fusion) 改變一克在熔點之固體為同一溫度之液體時，所吸收之熱量稱為融解熱。反之，其凝固時放出之熱量與其融解時所吸收之熱量相等，是為凝固熱 (heat of solidification)。

140. 氣化熱 (heat of vaporization) 於沸點時，改變一克液體為一克同溫度之蒸氣時，其所需之熱量，稱為氣化熱。如水之氣化熱為 539 卡。反之其冷凝時放出之熱量，正等於氣化時所需之熱量，是為冷凝熱 (heat of condensation)。

141. 非勻系 (heterogeneous system) 互相發生化學反應之物質祇發生於接觸處表面者，稱為非勻系，如置鋅於稀硫酸，氫祇發生於鋅之表面與硫酸接觸之處。

142. 均勻系 (homogeneous system) 互相發生化學反應之物質完成於頃刻之間者，稱為均勻系，如氫與氧混合後，通電則立刻爆炸成水，因該兩種氣體在未通電以前，已均勻混合。

143. 含水物 (hydrate) 物質與一定量之水化合而成之



結晶形化合物稱爲含水物，亦稱水化物。含水物中所含化合之水分，稱爲結晶水 (water of hydration)；含水物失去其結晶水後之物質稱爲無水物 (anhydrous substance)。如碳酸鈉之結晶體 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 爲含水碳酸鈉，其粉末狀之物質 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 爲無水碳酸鈉，其中所含之水爲結晶水。

144. 油之氫化 (hydrogenation of oil) 以鎳爲接觸劑，使液體植物油直接吸入氫而成爲固體脂肪之作用，稱爲油之氫化，如  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO})_3 + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3$ 。

145. 氫離子指數 (hydrogen-ion index) 一溶液發生一克氫離子所需之坵數之對數，稱爲氫離子之指數，或簡稱爲氫之電位值 (pH-value)，如水之  $\text{pH} = 7$ 。當一溶液之氫離子指數爲  $10^{-7}$  時，則該溶液爲中性，小於此數時則爲酸性，大於此數時則爲鹽基性。

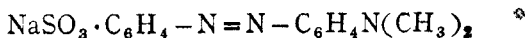
146. 水解 (hydrolysis) 鹽類與水反應發生酸與鹽基之作用，稱爲水解。或一物質與水反應而成較簡物質之複分解作用，亦稱水解。

147. 收潮性 (hygroscopic) 一般固體物質於空氣中吸收水分，使凝結於其表面之現象，稱爲收潮性。

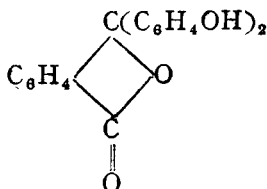
148. 理想氣體 (ideal gas) 完全能適合波義耳定律與查理定律所支配之幻想氣體，謂之理想氣體。

149. 誘導反應 (induced reaction) 凡一物質本不起某種反應，但可爲他種物質所誘而起，該項反應稱爲誘導反應，如亞砷酸鈉本不被空氣氧化，但如加入亞硫酸鈉，則受氧化而成砷酸鈉。

150. 指示劑 (indicator) 凡物質能在酸性溶液中，發生一稱特殊之顏色，而在鹼性溶液中改變為別一種顏色者，稱為指示劑，如石蕊質，甲烷橙：



酚酞：

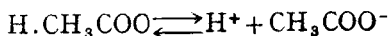


151. 惰性氣體 (inert gas) 氣體如氦、氖、氬、氪、氙等，不能與任何元素發生化學反應，稱為惰性氣體。

152. 轉化 (inversion) 加稀硫酸或鹽酸於蔗糖之水溶液而熱之，則水解而成葡萄糖與果糖，亦稱右旋糖與左旋糖，此種作用稱為轉化作用，而一分子之左旋糖與一分子之右旋糖之混合物，稱為轉化糖 (invert sugar)。

153. 電離作用 (ionization) 電解質溶於水中，一部分之分子自行分離為荷電之原子或原子團之作用，稱為電離作用，亦稱游離作用，如  $\text{NaNO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$

154. 電離恆數 (ionization constant) 溶液中弱電解質電離作用達到平衡時，其離子之克分子濃度乘積與未電離之分子之克分子濃度的比，常為一恆數，稱為電離恆數，茲試以醋酸說明之：



若以平衡恆數論，則亦可書之如下：

$$\frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[HCH_2COO]} = K$$

K 卽爲電離恆數，祇適用弱電解質，至強電解質，則不適用。

155. 離子 (ions) 電解質在溶液中所生荷電之原子，或原子團稱爲離子或游子，如  $Na^+$ 、 $NH_4^+$ 、 $Cl^-$ 、 $CO_3^{--}$ 。

156. 同電點 (iso-electric point) 蛋白質如麩質，酪素等在一特殊之酸度或鹼度中，吸水傾向最微弱且析出最完全時謂之同電點，如卵白在 pH 值 4.8 時，析出最爲完全。

157. 同量素 (isobare) 凡原子量相等，性質相異之元素，稱爲同量素，如錫有原子量 116 之同位素，鏷亦有原子量 116 之同位素，如此原子量同爲 116 之錫鏷兩元素，卽是同量元素。

158. 異構物 (isomers) 成分與組成相同，因分子結構不同而性質各異之物質，稱爲異構物，亦稱同分異性體，如  $C_2H_6O$  一爲乙醇  $C_2H_5OH$ ，一爲二甲醚  $(CH_3)_2O$ ，其他如葡萄糖及果糖。

159. 異質同形體 (isomorphism) 二種不同物質，結成同形之晶體，且其軸之斜度相等，軸長之比亦同者，稱爲異質同形體，如皓礬  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  與綠礬  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  爲異質同形體。

160. 同位素 (isotopes) 凡化學性質相同在週期表中佔同一位置，而原子量不相等之元素，稱爲同位素，如氫之原子量有 1、2、3 三種同位素，氧有 16、17、18 三種同位素，現在元素中發現有同位素者甚多。

161. 開爾文溫度表 (Kelvin scale) 卽絕對溫度表。

162. 燃度 (kindling temperature) 物質開始燃燒之最低溫度，稱爲燃度，亦稱着火點。

163. 沉澱色質 (lake) 用作媒染劑之化合物，可由含染料之溶液中，使之沉下，該沉澱雖不常與染料同色，然着色則甚強，此種有色沉澱，稱為沉澱色質。

164. 液化 (liquefaction) 加增壓力降低溫度，使氣體變成液體之現象，稱為液化。氣體液化時之一定溫度，稱為液化點。在相同壓力下，液體之沸點與液化點相同。

165. 液體 (liquids) 物質有一定之容積，無一定之結晶狀，常聚集於容器之底，隨所貯之器而變其形，能保持上面固有之境界者，謂之液體。

166. 物料 (material) 天然存在或為人造之一切不純物質，均稱為物料，如鐵礦、海水、玻璃。

167. 融點 (melting point) 結晶體變為液體之一定溫度，稱為融點，融點與凝固點為同一溫度。

168. 消旋光體 (meso-form) 旋光體之分子中，如含兩個不稱碳原子（即此碳原子之四個價鍵所聯之四個原子或原子團均不相同）且所起之旋光性適足抵消，稱為消旋光體，如酒石酸。

169. 冶金術 (metallurgy) 由礦石中提出金屬之方法，謂之冶金術。

270. 金屬元素 (metallic elements) 凡元素之具有金屬光澤，富延展性，能傳熱導電，其化合物電離時可單獨成陽游子，其氧化物與水化合而成鹽基者，謂之金屬元素，或陽電性元素。

171. 融和 (miscibility) 凡物質能相互溶解者，稱為融和，其能以任何比例溶解於另一物質中者，謂之完全融和，如水與酒精。其有相當限制或於任何溫度不能完全融和者，謂之部份

融和，如水與石碳酸在  $68^{\circ}\text{C}$ . 以上，可完全融和，在  $68^{\circ}\text{C}$ . 以下，則為部分融和。

**172. 混合鹽 (mixed salt)** 酸中氫原子被兩種不同金屬元素所化代而成之正鹽，或鹽基中氫氧根被兩種不同之非金屬根所化代而成之鹽，如  $\text{NaKCO}_3$ 、 $\text{CaClNO}_3$ 。

**173. 混合物 (mixture)** 數種物質以任何比例混和後，而仍各保持其原有性質之物質，稱為混合物，如空氣。

**174. 克分子溶液 (molar solution)** 溶液一呎中含有—克分子量之溶質，稱為克分子溶液，如 1000cc. 之硫酸溶液中，含有 98 克純硫酸者，稱為—克分子溶液，因 98 克為硫酸之克分子量。

**175. 克分子沸點昇高常數 (molar elevation of the boiling point)** 每一克分子量之非電解質，非揮發體，溶於 1000 克之溶劑中，其沸點之昇高度數，恆為—常數，稱為克分子沸點昇高常數。

克分子沸點昇高常數與冰點降低常數表

溶 劑	沸 點	克 分 子 沸 點 昇 高 度	克 分 子 冰 點 下 降 度
水 (water)	$100^{\circ}\text{C}$ .	0.52	1.86
酒精 (alcohol)	$78.26^{\circ}\text{C}$ .	1.24	—
苯 (benzene)	$82.61^{\circ}\text{C}$ .	2.58	5.12

**176. 克分子冰點降低常數 (molar lowering of the freezing point)** 每一克分子之非電解質，非揮發體，溶於 1000 克之溶劑中，其冰點之下降，恆為—常數，稱為克分子冰點降低常數。

**177. 摩爾 (mole)** 克分子量之簡稱為摩爾，如一摩爾氫

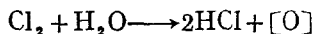
即為 32 克氧。

178. 分子氣體常數 (molecular gas constant) 根據氣體方程式  $PV = RT$ ,  $\frac{PV}{T} = R$ ,  $R$  即分子氣體常數。

179. 分子量 (molecular weights) 各化合物的分子與氧分子量 32 相比之重量, 稱為分子量, 如二氧化碳之分子量為 44, 即一分子  $CO_2$  之重量與一分子氧之重量之比為 44:32。

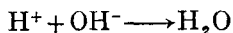
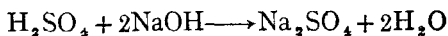
180. 分子 (molecule) 物質之能獨立存在並保持其原有性質之極限小質點, 稱為分子。

181. 新生態 (nascent state) 正當化學反應之瞬間, 元素從化合物中析出之原子態, 其化學性特強, 稱為新生態, 如:



182. 中和溶液 (neutral solution) 每一坩之溶液中, 所含氫離子之濃度與氫氧離子之濃度各為  $10^{-7}$  時, 該溶液稱為中和溶液。

183. 中和作用 (neutralization) 酸類與鹽基類相混和, 生成鹽類與水, 而消失其酸性與鹽基性之作用, 稱為中和。依離子說釋之, 中和即酸中氫離子與鹽基中之氫氧離子結合而成水之作用:



184. 中子 (neutron) 一質子與一電子結合而成不荷電之中性質點, 謂之中子。

185. 氮化作用 (nitrification) 氮之化合物藉氮化細菌作用變為硝酸鹽, 使適於植物營養之作用, 稱為氮化作用。

186. 非金屬元素 (non-metallic element) 凡元素之氧化物與水化合而成酸者，稱為非金屬元素，如 S、P、Cl。

187. 非極性化合物 (non-polar compounds) 兩元素之原子，因共合電子而構成分子之化合物，在水溶液中不起電離者，謂之非極性化合物，亦稱共合價化合物 (co-valent compound)，如  $\text{CCl}_4$ 、 $\text{S}_2\text{Cl}_2$ 。

188. 正鹽 (normal salt) 酸中之氫原子，完全被金屬元素所化代而成之鹽，謂之正鹽，如  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_3\text{PO}_4$ 。

189. 規定液 (normal solution) 一坩溶液中含有1克當量之溶質，稱為規定液，亦稱當量溶液，如一坩稀硫酸中含有49克  $\text{H}_2\text{SO}_4$  稱為1規定，簡寫 IN。

190. 原子核 (nucleus) 由全數質子與一部分電子所組成之荷陽電之原子核心，謂之原子核。

191. 封閉 (occlusion) 金屬關閉氣體之作用稱為封閉，如鈹之吸氫。

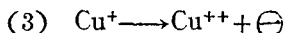
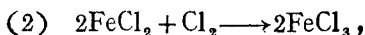
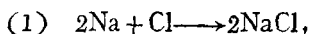
192. 光學異性體 (optical isomers) 化合物之分子中，因有不稱碳原子 (asymmetric carbon atom) 而有無旋光性與有旋光性者。又有左旋、右旋與消旋者。因此所成之異性體，稱為光學異性體，如葡萄糖，又稱為右旋糖，果糖稱為左旋糖。

193. 有機物質 (organic substance) 凡含有碳元素之物質，除碳酸鹽外，均稱為有機化合物。

194. 滲透 (osmosis) 溶劑之分子由較稀之溶液或純溶劑中，透過半滲透膜而入於隔層較濃之溶液中之移動現象，稱為滲透，如植物從根部吸取養分，即滲透作用。

195. 滲透壓力 (osmotic pressure) 當溶液用薄膜與溶劑隔離時，阻止溶劑滲透移動時所須之壓力，稱爲滲透壓力。

196. 氧化作用 (oxidation) 凡物質與氧化合之化學反應，稱爲氧化，但廣義釋之：(1) 凡物質與陰性元素化合之化學反應，(2) 凡增加陽性元素之原子價的化學反應，(3) 凡增加陽電荷之化學反應，均稱之爲氧化。如：



197. 氧化劑 (oxidizing agent) 凡能放出氧，使別種物質氧化之物質，稱爲氧化劑，換言之，一氧化劑必含有一種元素，能由高原子價之陽性到低原子價之陽性，或成爲更陰性之原子價，如  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Cl}_2$ 。

198. 不動態 (passive state) 金屬如鎳、鉻等，常因浸在濃硝酸或稀硝酸之酒精液中，而生一種氧化物之薄膜，暫時不溶解於酸中之現象，稱爲不動態。

199. 膠化作用 (peptization) 加入一種物質使膠體微細粒子分成高度膠體散佈之作用，稱爲膠化，用以阻止膠體物質之微粒併成較大粒子而協助其散佈作用之物質，稱爲膠化劑，如黑墨水中加入之阿刺伯膠。

200. 百分比溶液 (percentage solution) 以溶液 100 克中所含溶質之克數，表示濃度單位之溶液，稱爲百分比溶液，如 3% 之雙氧水，即百克雙氧水中含有 3 克之過氧化氫，其餘爲水。

201. 光合作用 (photosynthesis) 植物吸收空氣中之二



氧化碳氣，藉陽光作用，造成較繁有機物質之作用，稱為光合作用。

**202. 物理變化 (physical change)** 凡物質祇改變其形態，而不改變其實質之變化，稱為物理變化，如水之結冰，摩擦生熱，磁石之吸鐵。

**203. 物理性質 (physical properties)** 用以鑑別一物質之特殊性質，謂之物理性質，如色、臭味、熔點、沸點等。

**204. 極性化合物 (polar compound)** 兩元素之原子，因電子之授受而構成化合物之分子，在水溶液中能生電離作用者，稱為極性化合物，或游離化合物 (ionic compound)，如 NaCl、HCl、HNO<sub>3</sub>、NaOH。

**205. 聚合 (polymerization)** 一物質之數個分子自相結合，而成另一物質分子之作用，稱為聚合。由聚合作用生成之組成相同分子量不同之物質，稱為聚合體，如  $3C_2H_2 \longrightarrow C_6H_6$ 。

**206. 陽電子 (positron)** 與具有陰電子相等之電量但電性相反之最小質點，謂之陽電子。

**207. 沉澱作用 (precipitation)** 使一物質由其濃溶液中成結晶體析出之作用，稱為沉澱作用。

**208. 發生爐煤氣 (producer gas)** 一氧化碳與氮及微量氫之混合氣體，稱為發生爐煤氣，其中加入碳氫化合物，以使其火焰更加光輝者，稱為豐富爐煤氣 (enriched producer gas)。

**209. 助媒劑 (promotor)** 凡用以增進觸媒效能之物質，稱為助媒劑，如用 K<sub>2</sub>O 與 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 以增進合成氨中觸媒鐵之效能。

**210. 保護膠體 (protective colloid)** 加於不安定之膠溶

體中，能包裹混懸微粒成一種保護層以阻止其沉澱之膠體，稱為保護膠體，如照相片上所用之溴化銀之混懸液，係加入明膠為保護膠體。

**211. 質子 (proton)** 荷有單位陽電量與單位質量之質點，謂之質子。氫原子中失去電子後之質點，即為質子  $H^+$ 。

**212. 量子 (quanta)** 放射體所放出或接受之極限單位能之量，稱為量子，或稱光子 (photon)

**213. 泯旋光體 (racemic form)** 混合物中含有左旋光體及右旋光體兩種分子適相等時，則失其旋光性，此混合物稱為泯旋光體，如發酵乳酸。

**214. 根或基 (radical)** 一組元素，當起化學變化時，團結如一單位原子而作用者，稱為基，其帶電性之基，特稱曰根，如  $C_nH_{2n+1}$  為烴基，CHO 為醛基， $NO_3^-$  為硝酸根， $SO_4^{--}$  為硫酸根。

**215. 放射性元素 (radioactive element)** 鈾、鐳和釷等類似之元素，能放出三種不同之射線：一為荷正電之  $\alpha$  線，另一為荷負電之  $\beta$  線，其餘為電中性之  $\gamma$  線，稱為放射性元素。

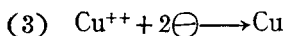
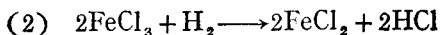
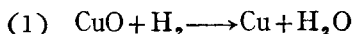
**216. 反應物 (reactant)** 用以發生化學反應之各種不同物質，稱為反應物。

**217. 再結晶 (recrystallization)** 由溶液中一次所得之結晶體，常不甚純粹，可用適當溶劑，使之溶解，再行結晶，使析出純淨晶體，稱為再結晶。稀土元素之鹽類，嘗經數百次之再結晶，方得純淨之晶體。

**218. 還原劑 (reducing agent)** 凡能取去氧化物中之氧而與之化合之物質，謂之還原劑。自廣義言之，凡能放電子之物

質，謂之還原劑。故每一還原劑，其中必含有一種或數種元素，能由較低陽性原子價至高陽性原子價，或減低其陰性原子價，如 C、H<sub>2</sub>、CO、H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>。

**219. 還原作用 (reduction)** 凡自氧化物中除去氧之化學反應，謂之還原作用。自廣義言之：(1) 凡自化合物中減去非金屬元素之反應，(2) 降低元素之正原子價，或升高元素之負原子價之反應，(3) 獲取電子反應，統稱為還原，如：



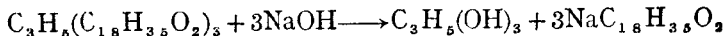
**220. 發冷劑 (refrigerant)** 氣化熱很大之液體，使其氣化以吸去四周熱量而發冷者，稱為發冷劑。如液化氨、液化二氧化硫、液化二氧化碳。

**221. 發生物 (resultants)** 凡由化學反應所生之新物質稱為發生物，或反應產生物。

**222. 可逆反應 (reversible reaction)** 正逆兩方同時均能進行之反應，稱為可逆反應，如： $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

**223. 鹽 (salts)** 凡酸中之氫原子被金屬所化代，而成之化合物，或鹽基中之氫氧根被酸根所代而成之物質，統稱為鹽，如： $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3$

**224. 鹼化作用 (saponification)** 脂肪或油類與鹼類作用成為甘油與石鹼之作用，稱為鹼化，如：



**225. 飽和碳氫化合物 (saturated hydrocarbon)** 碳氫

化合物中，其碳原子與氫原子之比例，適合於  $C_nH_{2n+2}$  之程式者，均稱為飽和碳氫化合物，因其中之碳原子價，除自相連結外，均與氫原子結合。

**226. 飽和溶液 (saturated solution)** 溶液中所含未溶解溶質固體溶解之速度，和已溶解溶質分子析出之速度成平衡狀態時，是為飽和溶液。如未溶解溶質溶解之速度，大於已溶解溶質分子析出之速度，換言之，該溶質之晶體置其中，逐漸減小，是為未飽和溶液。反之，已溶解溶質分子析出之速度，大於未溶解溶質固體溶解之速度，換言之，該溶質之晶體置其中，逐漸增大，是為過飽和溶液。

**227. 凝固 (solidification)** 液體變為固體之現象，稱為凝固，每克物質於凝固時所放出之熱，稱為凝固熱。

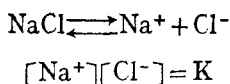
**228. 固體 (solids)** 物質常具有一定之體積，一定之結晶狀，能保持其固有之形狀，與所貯器具之形無涉者，謂之固體。

**229. 膠溶體 (sols)** 膠體散佈於散佈媒中而能成澄清液者，稱為膠溶體。其以水為散佈媒者，稱為水溶體 (hydrosols)，如未成凍結之清矽酸，加熱之明膠液。

**230. 溶解度 (solubility)** 一定溫度時，100 克溶劑中能溶解某物質而達飽和時之量 謂之該物質之溶解度；表示物質溶解度因溫度而變化之曲線，謂之溶解度曲線。如  $20^{\circ}C$ . 時  $NaCl$  之溶解度為 36，即  $NaCl$  在該溫度時每 100 克水能溶解 36 克，而達飽和態。

**231. 溶解度乘積恆數 (solubility product constant)** 在飽和溶液中，一物質之離子濃度之乘積，恆為一恆數，稱為溶

解度積恆數，如：



K 字之數大者表示溶解度大，K 之字數小者表示溶解度小。

232. 溶質 (solute) 凡溶解於另一物質中之物質，稱為溶質。

233. 溶液 (solution) 二種物質以均勻態所成之混合物統稱為溶液；其以水為溶媒者，稱為水溶液，亦簡稱溶液。溶液除為液體外，有氣體者，亦有固體者，如空氣為氣態溶液，18K 金為固態溶液。

234. 溶媒 (solvents) 凡用以溶解其他物質之物質，稱為溶媒，亦稱溶劑。

235. 比熱 (specific heat) 使一克物質溫度升高  $1^{\circ}\text{C}$ . 所需之熱量，稱為比熱。

236. 自燃 (spontaneous combustion) 物質在空氣不流通之處，因和緩氧化所發生之熱不能發散，溫度漸漸增高而至發火點，以引起之自然燃燒，謂之自燃。

237. 標準狀況 (standard condition) 溫度在  $0^{\circ}\text{C}$ . 及壓力 760 耗時之狀況，稱為標準狀況。

238. 標準溶液 (standard solution) 測定溶液中一物質之量所須濃度已知之一定溶液，稱為標準溶液。

239. 蒸汽蒸餾法 (steam distillation) 凡不易揮發之物質，可藉蒸汽之氣流作用，使與蒸汽一同蒸出，稱為蒸汽蒸餾法，蒸出物質之分子與各個物質之蒸汽壓力成正比。

240. 位置異性體 (steric isomer) 由物質分子中所有原子及基之位置不同而生異性體，稱為位置異性體。

241. 昇華 (sublimation) 固體直接變為氣體，或氣體直接變為固體，而不經過液體之現象，謂之昇華，如硫、碘、樟腦均有昇華性。

242. 物質 (substance) 凡具有一定性質與一定成分之物料，稱為物質，如海水為物料，純水為物質。凡不能再使分解成更簡單之物質，稱為單質。單質雖由一種元素所構成，但一種元素非祇能構成一種單質，有時能構成數種單物質者，如  $O_2$  與  $O_3$ ， $N_2$  與  $N_3$ 。

243. 過度冷卻 (super-cooling) 液體溫度降至凝固點以下，而仍未凝固者，此種現象，稱為過度冷卻。

244. 表面張力 (surface tension) 液體減少其面積之傾向，稱為表面張力。

245. 懸濁液 (suspension) 一種物質以較大質點散佈於一液體中，具不安定性而易於沉澱者，稱為懸濁液，如含有泥質之水。

246. 懸膠體 (suspensoid) 散佈質點為固態之膠體者，稱為懸膠體，如膠體金粒。

247. 符號 (symbols) 用以代表元素原子之記號，稱為符號，如 H、O、C。

248. 合成 (synthesis) 由簡單物質使直接化合而成一化合物之方法，謂之合成，如合成氨  $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$ 。

249. 強煨 (tempering) 若將含碳 0.5—1.5% 之鋼，經

加熱至赤熱溫度而徐徐冷卻之，稱爲緩冷 (annealing)。若熱至赤熱高溫，而後突然浸之於冷水或油中以驟冷之，其性質即變成極硬而脆，稱爲硬煨 (hardening)。若使已經硬煨之鋼，再徐徐加熱 ( $200^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$ )，而使其徐徐冷卻，則其硬度介於硬煨鋼及緩冷鋼之間，此法謂之強煨。

250. 鋁熔接劑 (thermite) 鋁粉與氧化鐵之混合物，灼熱時發生強烈反應，放出巨量之熱，使游離出之鐵成液體，可用爲金屬之熔接，稱爲鋁熔接劑，簡稱鋁劑。

251. 鋁熱法 (thermite process) 用鋁粉與金屬之氧化物混合而熱之，即起還原而游離其金屬，此種用鋁提煉金屬之方法，稱爲鋁熱法，亦稱戈德斯密特法 (Goldschmidt process)，金屬如錳、鉻、鎢、鈦等之提煉，皆用此法。

252. 熱化學方程式 (thermo-chemical equation) 將化學反應中放出或吸出之熱，標記於方程式內者，稱爲熱化學方程式，如： $2\text{CO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 135800 \text{卡}$ 。

253. 滴定法 (titration) 測定一溶液中之化學反應完成時所需另一溶液之容積方法，稱爲滴定法。

254. 構通元素 (transition element) 週期表內每一長週之中間三種元素，性質非常類似，排成一類，稱爲構通元素。

255. 交點 (transition point) 物質改變形態之溫度，稱爲交點。

256. 元素之蛻變 (transmutation of elements or disintegration) 一元素之原子，因放出射線而變爲另一種元素之原子，稱爲蛻變。如鐘原子放射一  $\alpha$  射線即氦原子後，原子量較

其母體元素小 4 單位，而成氫之同位素原子。

257. 真溶液 (true solution) 物質以分子態分散於一液體中所成之溶液，謂之真溶液。

258. 丁鐸爾現象 (Tyndall phenomena) 以光柱通過膠體散佈，因膠體微粒之反射，而發生星星閃爍之光徑，此種現象，稱為丁鐸爾現象。

259. 限外過濾 (ultrafiltration) 在濾紙上或在未塗釉之陶器上，敷膠凝體一層為過濾器，用高壓力以使散佈媒質滲過，而膠體微粒則不能，此種膠溶體之過濾，稱為限外過濾。

260. 原子價 (valence) 元素之一原子，與氫或氯化合時所需氫或氯原子之數，稱為原子價，如硫化氫中之硫原子價為 2，四氯化碳中碳原子價為 4。

261. 蒸汽 (vapor) 單加壓力而能液化之氣體，稱為蒸汽。

262. 黏度 (viscosity) 液體之分子，阻止其鄰近之分子經過之傾向，稱為黏度。黏度適與流動度相反，黏度愈大者，流動度愈小；反之，黏度愈小者，則流動度愈大。

263. 加硫法 (vulcanizing) 在彈性樹膠中，加入 1% 硫黃而熱之，即變為堅韌強固之橡皮，此種方法稱為加硫法。

## 習 題

1. 何謂同素異形體？試舉五種元素之同素體名稱。
2. 何謂風化？試舉可風化之水化物二種。
3. 何謂潮解？試舉有潮解性之物質三種。
4. 何謂媒染劑？試舉染色術上常用之媒染劑五種。



5. 何謂自燃?
6. 何謂氧化?試舉五種常用之氧化劑。
7. 何謂還原?試舉五種常用之還原劑。
8. 何謂同位素?試舉十種有同位素之元素,並示其各個之原子量。
9. 何謂吸附作用?試舉二種日常生活中所遇之吸附作用。
10. 試釋下列各名詞之意義:(1)化學平衡,(2)溶度積數,(3)接觸反應,(4)原子序數。
11. 試述下列各名詞之意義,並舉例以說明之:(1)滲透,(2)水解,(3)昇華,(4)電解,(5)電離。
12. 試舉下列各名詞之意義,並舉例以說明之:(1)燃燒點,(2)飽和溶液,(3)當量,(4)原子量,(5)克分子濃度。
13. 試作下列各名詞之定義(須詞簡而意達):(1)化學變化,(2)溶液,(3)沸點,(4)正鹽,(5)非金屬。
14. 何謂觸媒?試舉正負觸媒各兩種,並示其在各化學反應之功用。
15. 何謂放射性?試舉四種有放射性之元素,並述各種放射線之性質。
16. 何謂極性化合物與非極性化合物?試各舉二例以明之。
17. 何謂兩性元素與兩性氫氧化合物?試舉五種兩性元素及三種兩性氫氧化合物。
18. 普通之化學作用有幾?試各舉二例釋之。
19. 氧化與還原之廣義若何?試一一舉例釋之。
20. 原子量與原子價之關係何在?試申論之。

21. 何謂金屬?金屬元素在化學上之特性若何?試一一述之。
22. 金屬封閉氣體作用,是何名稱?試舉幾種能封閉氣體之金屬。
23. 何謂並進反應與遞進反應?試各舉一例以釋之。
24. 試舉電解與氧化及還原之關係。
25. 何謂解離?氯酸鉀加熱,成氯化鉀與氧;和氧化汞加熱,成汞與氧有無區別?試略述之。
26. 牛乳與豆漿是否真溶液?試言其故。
27. 酸酐是否無水酸?
28.  $H_2SO_4$  與  $H_3PO_4$  二者之酸性孰強?試言其故。
29. 固體、液體和氣體之定義若何?是否一切物質皆能以此三種形態存在。
30. 飽和溶液是否均為濃溶液?稀溶液均為不飽和溶液?試言其理。
31. 玻璃是否為一晶體?試言其故。
32. 何謂水化物,無水物與結晶水?
33. 何謂原子價?試舉一、二、三、四、五、六、七價之元素各兩種。
34. 何謂臨界溫度與臨界壓力?
35. 何謂化學平衡?試述其平衡時之特性。
36. 酸性鹽之水溶液是否酸性?鹽基性鹽之水溶液,是否鹽基性?正鹽之水溶液,是否中性?試言其故。
37. 何謂飽和溶液,過飽和溶液,未飽和溶液?試投入溶質之結晶體以釋之。

38. 如何區別下列各名詞：(1)物質與物料，(2)混合物與化合物，(3)水化與水解，(4)碳氫化合物與碳水化合物？

39. 如何區別：(1)結晶體與無定形體，(2)真溶液與膠狀液，(3)乳狀液與膠狀液？

40. 試區別下列各名詞之意義：(1)膠結與沉澱，(2)溶解與潮解，(3)飽和溶液與濃溶液，(4)燃度與爆炸範圍。

41. (1)  $\text{SO}_2$  是否為酸？(2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是否鹽基？(3)  $\text{NaHCO}_3$  是否鹽類？(4)石鹼是否酯？(5)玻璃是否固體？

42. (1)使碘純潔，(2)飴糖變酒，(3)煤成煤氣，(4)使液體油變為固體脂肪，(5)硬水軟化，(6)鋼之淬燬，將用物理方法抑用化學方法？試申述之。

43. 能否有兩種不同之元素而有相同之原子量？

44. 能否製出兩種成分相同而性質各異之化合物？

45. 試述下列各名詞之區別：(1)錯鹽及複鹽，(2)同位素與同量素，(3)重合與聚合，(4)電離與電解，(5)吸收與吸附，(6)濃溶液與飽和溶液，(7)燒燃與氧化，(8)元素與單質，(9)分子與克分子，(10)分析與分解，(11)合成與組成，(12)乳狀液與膠狀液，(13)滲透與透析。

46. 下列各名詞之區別安在？試舉例明之：(a)電子、質子、中子、原子、分子，(b)同素異性體、異質同形體、光學異性體、位置異性體，(c)正鹽、混合鹽、錯鹽、酸性鹽，(d)當量、化合量、原子量、分子量。

47. 試詳別下列各名詞：(1)原子、原子價、原子量、原子序數、原子熱，(2)分子、分子量、克分子、克分子容積、分子冰點下

降度，(3)電離、解離、分離、遊離，(4)溶液、溶質、溶劑、溶解、溶解度、溶解積數，(5)實驗式、分子式、示性式、構造式、化學方程式，(6)濃溶液、稀溶液、飽和溶液、克分子溶液、規定溶液，(7)電解、電解質、電極、電子、電離，(8)分解、水解、電解、溶解、潮解。

48. 下列各名詞之區別何在？試舉例明之：蒸發與昇華，媒染劑與接觸劑，複鹽與混合鹽。

49. 試詳論：布朗運動、電泳、電滲、同電點、氫之指數 pH。

50. (1)肥皂之清潔功用何以較苛性鈉為佳？(2)鐵上塗錫是否較塗鋅為佳？(3)碳酸鈉之軟化硬水是否較石灰水為優？(4)石英製成之化學用具，是否較玻璃為佳？試言其故。

51. 如何鑑別：(1)電解質與非電解質，(2)金屬氧化物與非金屬氧化物，(3)飽和碳氫化合物與未飽和碳氫化合物。

52. 下列名詞有何區別？舉例證明：(1)符號與公式，(2)化學反應與化學方程式，(3)擴散與膨脹，(4)溶液與溶化，(5)電解質與電極。

53. (1)氨之用於發冷機，(2)鋁粉之用於戈德斯密特法，(3)四乙基鉛之用於乙烷基汽油，其功效何在？試分述之。

54. (1)二氧化碳是否為酸？(2)乙醇是否為鹼？(3)肥皂是否為酯？(4)玻璃是否為固體？(5)糖液是否導電？(6)化代是否氧化？(7)氫化是否還原？(8)油之變乾是否蒸發？(9)織物染色是否化學變化？試舉最正確之理解釋之。

55. 何謂指示劑？試舉三種指示劑，並述其在酸性及鹼性溶液所生之特殊顏色。

56. 何謂加水分解？何種鹽類起加水分解作用？試舉例說明

各項鹽類起加水分解後之溶液性質若何？

57. 何謂原子序數？原子序數與原子量有何關係？原子序數與原子量二者在週期表排列中，孰為重要？

58. 下列之事實，是否正確，試言其故：(1)酸性鹽之水溶液具有酸性，(2)鹽基是含有氫氧根之化合物，(3)飽和溶液為溶液中所含溶質之量已達最高度，(4)加入一溶解物質常使水之沸點升高。

59. 何謂發酵作用？試舉幾種酵素之特殊效用。

60. 何謂吸熱反應與放熱反應？試各舉一例以釋之。

61. 何謂原子量？何謂化合量？二者有無區別？何時可以相同？

62. 酸度、鹽基度、電離度、溶解度之定義若何？試各舉一例以明之。

63. 何謂：(1)膠溶體，(2)膠凝體，(3)保護膠體？

64. 何謂緩和鹽？以何種鹽緩和一酸之酸性為最佳？

65. 何謂膠化作用？試舉幾種膠化法及幾種膠化劑。

66. 何謂硬煅與強煅？其對於鋼之性質有何影響？

67. 何謂結晶體，結晶體有何特性？不同之物能否有相同之結晶？相同之物能否有不同之結晶？

## 第二篇 定律及學說

1. 亞佛加特羅定律 (Avogadro's law) 在同溫同壓之下，相同容積內所容之各種不同氣體之分子數恆相等，不因分子之大小而異。此定律原為一種臆說，後由氣體之運動能而證明其確實。即在標準狀況下，每一克分子容積即22.4呎內含有等數之分子數為  $6.06 \times 10^{23}$ ，稱為亞佛加特羅數。

2. 波義耳定律 (Boyle's law) 一定量氣體之容積，在相同溫度下，恆與其所受之壓力成反比。

$$\text{公式} \quad \frac{P_1}{P} = \frac{V}{V_1} \text{ 或 } PV = P_1V_1; V = \frac{P_1V_1}{P}$$

3. 查理定律 (Charles' law) 一定量氣體之容積，於壓力一定時，恆視其絕對溫度之昇降而增減，適成一正比。

$$\text{公式} \quad \frac{T}{T_1} = \frac{V}{V_1} \text{ 或 } VT_1 = V_1T; V = V_1 \times \frac{T}{T_1} = V_1 \times \frac{273^\circ}{273^\circ + t}$$

4. 道爾敦的分壓定律 (Dalton's law of partial pressure) 混合氣體中各氣體之分壓，與同體積單獨存在時所呈之壓力相等，混合氣體之合壓力，則為各氣體分壓之總和。

$$\text{公式} \quad P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

$$P_1 = \frac{V}{V_1} \times P$$

5. 杜龍與柏第定律 (Dulong and Petit's law) 各元素之原子量與其固體時之比熱相乘之積數為一恆數，約為6.4。

6. 愛因斯坦之光化作用定律 (Einstein's photochemical law) 各種光化作用中之初步效應，即每一分子吸收一量子之能。

公式：

$$A + h\nu = A'$$

$\text{\AA} = 10^{-8}$  厘米，波長之單位，常稱為安格斯特恩 (Ångstrom) 單位， $h\nu(\text{erg}) =$  一量子之能。

7. 格累海姆之氣體擴散定律 (Graham's law of diffusion of gases) 氣體擴散之速度，與其密度之平方根成一反比例，如氧之密度大於氫16倍，但氫之擴散速度則四倍於氧。

8. 法拉台定律 (Faraday's law) (1) 電解質被電流所電解之質量，與所流過之電量成正比，(2) 同量之電所能電解之各電解質之量，與其當量成正比，即每 96540 庫倫之電量能電解 1 克當量之任何元素或根。

9. 給呂薩克之氣體反應定律 (Gay-Lussac's law of combining volume of gases) 氣體在化學反應中，無論其為反應物或為產生物，其容積間常成一小整數之比例，如一容積  $\text{H}_2$  與一容積  $\text{Cl}_2$  化合成二容積之氯化氫： $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$

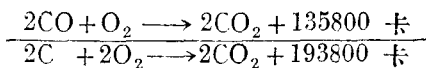
10. 哈台定律 (Hardy's law) 凡膠體溶液，均能以電性相反之離子使之沉澱，如硫化砷之膠體帶有陰電，加入帶有陽電之氫氧化鐵後，則立即沉澱。

11. 亨利之氣體溶解定律 (Henry's law of solubility of gases) 氣體溶解於液體中之濃度，與其所受之壓力成正比例。

12. 赫斯之總熱定律 (Hess' law of heat of summation) 化學反應生成之熱量，僅與反應物質及生成物質有關，而與生成之方法及其間各段變化無關。如燃碳十二克，使成二氧化碳，所放之熱可表之如下： $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 96900$  卡

若使十二克之碳先成一氧化碳，再由一氧化碳使成二氧化碳，所放之總熱量，與十二克碳直接燃燒成二氧化碳所放之熱量

相等,如:  $2C + O_2 \longrightarrow 2CO + 58000 \text{ 卡}$



被 2 除之,即與上述之方程式相等。

**13. 拉沙特利之化學平衡移動定律**(Le Chatelier's law of mobile chemical equilibrium) 在一化學作用之平衡體系中,若變更維繫平衡之條件,則使此平衡趨向於回復原來情況之方向而變動,如:(1)增加溫度,使平衡趨向於吸熱一方進行,(2)增加壓力使平衡趨向於容積較小之一方進行,(3)增加濃度,如其為反應物,則使反應趨向於正面而進行。

**14. 拉烏爾之溶液蒸汽漲力定律**(Raoult's law of vapor tension of solution) 溶液蒸汽漲力之降低度,恆與其所溶之不揮發溶質分子濃度成正比,即(1)同一物質,溶解於一定量之同一溶劑中,其冰點之下降度,沸點之上昇度,恆與溶質分子之濃度成一比例;(2)不同物質,溶解於一定重量之同一溶劑中,其冰點之下降度,沸點之上昇度,不因物質而異,如92克甘油或342克蔗糖,溶於1000克之水中,其冰點之下降,均為 $1.86^{\circ}\text{C}$ ,沸點之上昇,均為 $0.52^{\circ}\text{C}$ 。

**15. 范特荷夫定律**(Van't Hoff's law) 當化學反應達平衡時,升高溫度,則增進吸熱反應之進行,降低溫度,則增進放熱反應之進行。

**16. 化合比例定律**(Law of combining proportions) 在每一化合物中,每一元素均有一固定之比量,或為此比量之整數倍數。



17. 共同離子定律 (Law of common ion effect) 弱電解質之電離度,常因加入一強電解質而具有共同離子者所減低。

18. 能常住定律 (Law of conservation energy) 一物體系中之能量,除外加或外逸外,不能改變。

19 質量常住定律 (Law of conservation matter) 在任何化學作用中,反應前後各物質之總和,必無增減。

20. 定比定律 (Law of definite proportion) 在任何化學變化中,反應物與產生物之間,有一固定不變之相對重量。

21. 組成不變定律 (Law of definite composition) 凡一純粹化合物之各成分質量之比,恆為一定。

22. 整數比例定律 (Law of intergral proportion) 每一化合物中,各元素之原子間,常成一簡單整數比,如氯酸鉀中之鉀原子與氯原子與氧原子之比為1:1:3。

23. 離子乘積恆數定律 (Law of ion product constant)

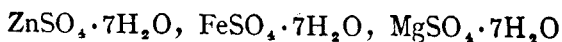
在飽和溶液之中,溶質離子之克分子濃度相乘之積數,為一恆數,如氫氧化鈣於溫度 18°C. 時,其克分子濃度為 0.02,其電離限度之百分率為88%,其離子乘積恆數為

$$(\text{Ca}^{++}) \times (\text{OH}^{-})^2 = 0.0176 \times (0.036)^2 = 0.0_{.2}$$

亦稱為溶解積數定律 (Law of solubility product)。

24. 分子濃度定律 (Law of molecular concentration) 化學反應之速度,恆與參與反應諸物質之克分子濃度成正比,此定律亦常稱為質量作用定律 (Law of mass action)。

25. 同形定律 (Law of isomorphism) 凡同數之各原子以同一方式結合,則得同式之結晶,如:



26. 倍比定律 (Law of multiple proportion) 任何二元素 A 及 B, 化合而成一種以上之化合物時, 其與一定量 B 相合之 A 之諸重量間, 恆互成簡單整數之比, 如:

水……………H:O=1:7.94

過氧化氫……………H:O=1:15.88

27. 音諧定律 (Law of octaves) 元素依其原子量順序排列, 每隔七元素, 即第八元素之性質與其第一元素相類似, 此為牛蘭 (Newland) 之音諧定律, 亦稱八距定律, 雖有若干元素尚能符合, 但並非九十二種均能發生此種關係, 現已不能適用。

28. 滲透定律 (Law of osmosis) 滲透壓力之值, 恆與溶質之濃度及絕對溫度成爲正比。

29. 分配定律 (Law of partition) 當物質分別溶解於兩種不融和之混合液體中時, 兩溶液濃度之比爲一常數, 亦稱爲 Law of distribution。如碘溶於水與醚之混合液中, 其比例始終爲 1:200。

30. 互比定律 (Law of reciprocal proportion) 甲乙二種元素, 與同一重量之另一種元素相化合所需之重量, 即爲甲乙二元素間互相化合時之重量, 如 A 以相當之量與 B 化合, B 以同量與 C 化合, 則 A 與 C 之間, 亦能以此重量互相化合。

31. 熱中和定律 (Law of thermoneutrality) 當兩種鹽類溶液混和時, 若無共同離子存在, 亦無沉澱發生時, 則亦無熱之現象, 換言之, 即無化學作用發生。

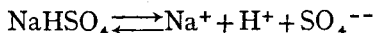
32. 週期定律 (Periodic law) 元素之性質, 爲其原子序

之週期函數。

**33. 道爾頓之原子說(Dalton's atomic theory)** 其要點略述如下：(1)凡有重量之一切元素體，乃由無數不可分割之極小質點，稱為原子者所構成；(2)同元素之原子，皆有同一之平均質量，異元素之原子，則其重量各不相同，又於化合時一定數之一種原子，與一定數之他種原子相化合而成一化合物之分子，故每一化合物之組成，恆一定而不變；(3)各個元素之原子，當參加化學作用時，質量不變，換言之，即原子不能創造與毀滅；(4)二種不同元素之原子，在不同情況之下，可以各種不同之比例而結成數種化合物；(5)原子與原子互相化合成一化合物之分子時，其原子必為整數，故一化合物中之各個原子比，為一簡單整數。

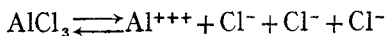
**34. 電離論 (Ionic theory of Arrhenius)** 電離論之要點分述於下：

(1)凡酸類、鹼類及鹽類等之分子溶於水中時，一部份之分子，即分離成兩個或數個帶有電荷之原子或原子團，稱為游子或離子 (ion)，其荷陽電者，稱為陽離子或陰向離子，其荷陰電者，稱為陰離子或陽向離子，如：



(2)溶液之性質，均為其中所有之離子性質。

(3)其中各個離子所荷陽電之總數，等於其他離子所荷陰電之總數，如：



故該溶液，仍不失為電中性。

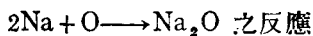
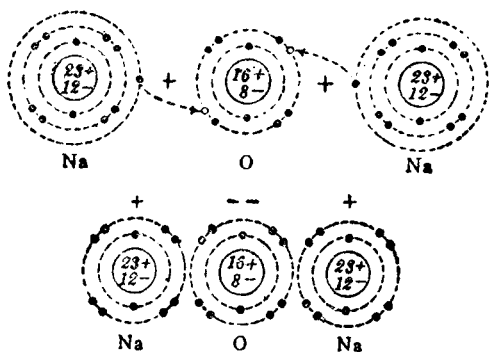
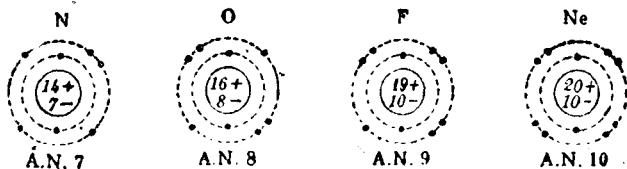
(4)一原子價之離子，所荷之電量恆相等，其他原子價之離子所荷之電量，恆與其原子價成一正比。

(5)非一切物質溶於水中，均生電離作用，其生電離作用者，稱為電解質，其不生電離作用，稱為非電解質。

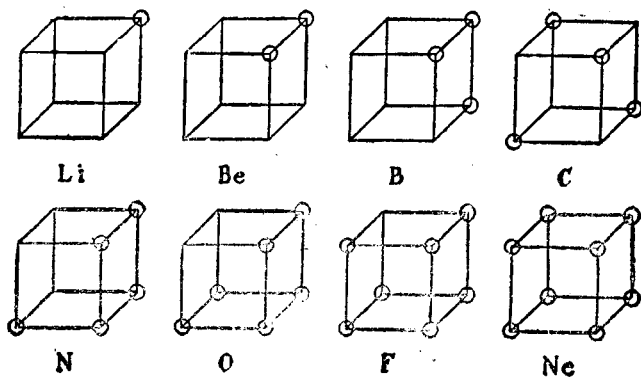
**35. 氣體分子運動說** (Kinetic molecular theory of gases) 氣體分子運動說之要點：(1)一切氣體皆由距離較遠之極限質點，稱為分子者所構成，(2)氣體分子之間距離甚大，在標準狀態時，約為其分子直徑 13 倍，故施以壓力可使分子間距離縮小，而佔較小之地位，(3)氣體分子，皆以極大速度繼續不斷向四方運動，衝擊於其所容器之四周，而使其容器四周感受壓力，往來次數愈多，則所施之壓力愈大，(4)分子互相衝擊，而無互相粘合之傾向，故其互相衝擊後，運動力仍能不減，(5)分子運動之速度隨溫度之昇降而增減。

**36. 原子構造說**(Theory of atomic structure) 其大意謂：一切原子，均由若干質子與同數電子所組成，質子荷一單位陽電，並有單位之質量，電子荷一單位陰電，其質量約為質子質量  $\frac{1}{1850}$ ，故原子之質量，得就質子而計算之，其意即原子之量當為質子總數之和。原子以全數質子和一部份電子組成原子核，其餘電子，則循相當軌道，環繞運行於原子核之周圍，是為游電子。其第一層軌道上之電子最多為 2，其次為 8，再次為 18，更次為 32，最外層之電子，司原子價之值是為價電子，其電子數達到成一完全軌道，則成為無化性之元素，茲將數種原子構造圖示如下：

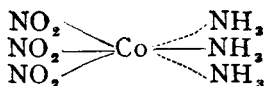




除此說外，又有所謂八角說 (Octet theory) 者，即元素之原子，爲一立方形，其價電子分佈於立方形之八角，如下圖所示：



37. 偉納對位說 (Werner's coordination theory) 原子價可分二種，一爲主價，另一爲副價，主價即尋常之原子價，副價可視爲一原子當其主原子價已飽和時，尙殘剩之對他原子之引力，如：



其實線爲主原子價，虛線爲副原子價，四數與六數，即稱爲對位數。如四數或六數中之若干原子價，被副原子價之原子或原子團所代替，則此核成正離子，若副原子價被主原子價之原子或原子團所代替，則成負離子。

## 習 題

1. 今有氮、氧氣體各一克，(1)問兩氣體所含之分子數是否相同？其比例若何？(2)問兩氣體之體積，在同一情況下是否相同？如溫度、體積均相同時，其氣壓之比例若何？
2. 試述週期律及週期表之應用。
3. (1)乾燥空氣與潮濕空氣孰重？(2)海水與純水之冰點孰低？(3)強酸與弱酸導電孰易？試各舉理由以對。
4. 氣體分子運動說之要點爲何？如何可用以解釋波義耳定律及查理定律？
5. 試略舉電離說之要點。
6. 何謂定比定律與倍比定律？試各舉一例以明之？
7. 何謂給呂薩克之氣體化合容積定律與亞佛加特羅定律？二者之關係何在？試略述之。

8. 亞佛加特羅定律，對於分子量之測定有何關係？試申述之。
9. 拉沙特利定律大意若何？試由氨之合成以討論之。
10. 拉烏爾定律若何？其對分子量之測定有何關係，試申論之。
11. 道爾頓之原子說要點若何？試用之說明定比定律及倍比定律。
12. 當汽水之瓶塞揭開時，則有湍泡現象發生，是何定律之表現？試言其故。
13. 當鉛中含有銀時，將如何提出之，根據何種定律之原理，試略論之。
14. 當氫與氧混和時，將如何使之分離？所用之法，根據何種定律？
15. 試證明氫之分子與氯之分子各為二原子所構成，并言所用定律之原理。
16. 試用氣體分子運動說釋波義耳定律。
17. 試用氣體分子運動說釋查理定律。
18. 試用氣體分子運動說證明亞佛加特羅定律。
19. 試用氣體分子運動說證明氣體擴散定律之真實。
20. 鉀之原子量為39，原子序數為19，試繪其原子構造式。
21. 銀之原子量為107，原子序數為47，試繪其原子構造式。
22. 銦之原子量為130，原子序數為54，試繪其原子構造式。
23. 波爾對原子構造意見若何？試略述之；並依其原理繪出鈉原子之構造式。

24. 試以電離論說明酸、鹽基與中和之意義。
25. 增高溫度可使一吸熱反應更趨於完成，是何原理？
26. 何謂分子濃度定律？試舉例釋之。
27. 食鹽溶液之冰點下降度與沸點上昇度，異於相同濃度之白糖溶液，其故安在？試申述之。
28. 試以電離論說明以硫化鐵製硫化氫之原理。
29. 食鹽之飽和溶液，加入鹽酸而生沉澱，試以溶解積數說明之。
30. 醋酸之電離度，何以因加入醋酸钠而減低，其原理是何定律？
31. 試述法拉台定律對於元素當量和原子量測定之關係。
32. 試由一氧化碳與二氧化碳說明倍比定律。
33.  $Mg(OH)_2$  於  $MgCl_2$  存在時不生沉澱，試言其故？
34. 食鹽溶液與蔗糖溶液之區別何在？試述其理。
35. 試述：(1)水蒸汽與壓力之關係，(2)氣體溶解度與壓力之關係，(3)滲透壓力與濃度之關係，(4)氣體擴散之速度與密度之關係。
36. 試舉三種事實，以證明電離現象。
37. 將鹽酸加氫氧化鋇之懸濁液中，結果若何？試略述之。
38. 置鋅於硫酸鎂與硫酸銅之溶液中，有無作用？試言其故。
39. 硫化鋅能否用  $H_2S$  通入鋅鹽溶液使之沉澱？試言其故。倘若加入 (1) $HCl$ , (2) $(NH_4)_2S$ , (3) $CuCl_2$ , (4) $NaOH$ , 結果如何？理由安在？



40. 何謂根？試書錳酸根、高錳酸根、鉻酸根、重鉻酸根，并示各根之價與其具有氧化作用之原因。

41. 試各舉一法以測(1)分子量，(2)原子量，(3)當量，所用之方法屬於何種定律之原理？

42. 鹽酸之酸性，何以因加入醋酸鈉而減低？

43. 硫酸鉛之沉澱，何以因加入過量硫酸而趨於更完成？

44. 能否製出兩種濃度相同之酸，但酸味不同？

45. 鐵上塗鋅與塗錫孰佳？試言其理由。

46. 碳酸鈣非常溶於鹽酸之中，而氯化鈉之溶解度，在鹽酸反為減低，其理何在？

47. 能否有兩種溶液在某溫之下，氣壓相同，但在同壓力之下，而沸點不同？

48. 氧化鈣常吸收二氧化碳而成碳酸鈣，但氧化鈣反由碳酸鈣分解而成，何故？

49. 能否有二種水化物之溶解度相同，而成分各異？

50. (1)接觸劑能否增加一可逆反應之產生物比例？(2)油之氫化，是否增進油之乾燥力？(3)相對濕度是否影響鹽類之潮解？(4)硝酸之濃度對於一金屬與其作用之速度，有否影響？(5)元素之放射，是否影響其週期表中之地位？

51. 試釋下列各種之事實：(1)苛性鹼較蘇打為強，何以後者之用途較前者為廣？(2)銅在化代次序表中在氫之下，何以仍能與濃硫酸作用？

52. (1)成分一定為化合物之特性，何以鐵能成兩種不同氧化物？(2)鉛有毒性，何以仍用之為自來水管？(3)磷酸并非一強

酸，何以磷酸鈉能作為清潔劑？

53. 試簡述近代之原子構造式。何謂電子與質子？試述其對於原子價之關係。一元素之原子之失去電子或獲得電子，如何決定？

54. 試述亞佛加特羅定律與亨利定律。分子運動說與亨利定律之關係若何？試略述之。

55. (1)泡沫選礦法，(2)派克鉛中提銀法，根據何種原理。

56. (1)鉛與鐵之比熱孰大？(2)氯與氧之密度孰高？(3)火油與火酒之光度孰強？試各舉理由以對。

57. 試用電子學說以解釋：(1)電解之現象，(2)電池之產生電流，(3)作圖以表示下列各物之構造：(1)汞原子，(2)氯原子，(3)氯化鈉，(4)氯分子，(5)二氧化碳。

58. 試以原子構造學說解釋：(1)金屬與非金屬性質之異點，(2)極性化合物與非極性化合物中原子結合之不同。

59. (1)碳有兩種氧化物，是否不合於組成不變定律？(2)各種氣體之分子體積有大小，是否不合於亞佛加特羅定律？試申述之。

60. (1)化合量與原子量，(2)固體元素之原子量與比熱，(3)原子序數與分光譜，其關係各若何？試說明之。

61. 下列各項是否為可能之事實，試申述其理由：(1)兩種化合物成分相同而性質各異。(2)兩種元素原子量互異而化合量相同。(3)兩種溶液酸味不同，而需等量之鹼以中和之。

第三篇 物質別名

中文名稱	英文名稱	說明
空氣硝石	air saltpeter	由電弧法製成之稀硝酸，用石灰中和所成之硝酸鈣售作肥料之用，常稱為空氣硝石。
雪花石膏	alabaster	結晶形石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 之一種。
火酒明礬	alcohol alum	乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 之通稱 硫酸鉀與硫酸鋁之複鹽 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。
燒明礬	alum, burnt	經加熱後，失去水分及一部三氧化硫之明礬。
鉻明礬	alum, chrome	硫酸鉀與硫酸鉻之複鹽 $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。
鐵明礬	alum, ferric	硫酸鉀與硫酸鐵之複鹽。
礬土	alumina	天然氧化鋁。
人造剛玉砂	alundum	人造之純潔氧化鋁 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。
明礬石	alunite	含有鉀之鹽基性硫酸

阿 米 拖 兒	amatol	鋁礦物。
硝 精	ammonia	三硝基甲苯與硝酸鉍混合製成之炸藥。
多 硫 化 鉍	ammonium poly-sulfide	三氯化氮 $\text{NH}_3$ ，化名為氨。
脫 氯 劑	antichlor	硫溶於硫化鉍之黃色溶液。
吐 酒 石	antimonyl tartrate	硫代硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 在漂白作用中有去氯之功用故名。
磷 灰 石	apatite	含有銻氧根之酒石酸鉀 $\text{KSbOC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ 。常用為醫藥及媒染劑。
硝 精 水	aqua ammonia	磷酸鈣之主要礦物。
硝 鐵 水	aqua fortis	氨之水溶液，其中為氫氧化鉍。
王 水	aqua regia	硝酸 $\text{HNO}_3$ 之普通名稱。
霰 石	aragonite	一分硝酸三分鹽酸之混合液。
銀 輝 礦	argentite	結晶形碳酸鈣之一種。
生 酒 石	argol	天然之硫化銀礦。
		由釀造葡萄酒所得之純潔酒石酸鉍鉀。

白 砒	arsenic, white	$KHC_4H_4O_6$ 三氧化二砷 $As_2O_3$ 之普通名稱。
硫 砷 鐵 礦	arsenopyrite or mispickel	天然之硫砷鐵礦 $FeAsS$ 。
石 綿	asbestos	鎳及鈣之矽酸鹽，用以製耐火布及蓋覆水管及汽爐之用。
石 瀝 青	asphalt	碳氫化合物之天然固體混合物。
阿 蘇 特	azote	氮 $N_2$ 之法文名稱。
伯 蒲 特 金	Babbitt metal	銻、錫和銅之合金，用以製造機器承軸，可以減少磨力。
倍 克 來 (或 電 木)	bakelite	甲醛與酚縮合製成之膠木。
焙 用 蘇 打	baking soda	重碳酸鈉 $NaHCO_3$
重 晶 石	barite	天然硫酸鋇 $BaSO_4$
重 土 水	baryta water	氫氧化鋇之水溶液。
水 礬 土 礦	bauxite	天然氧化鋁之含水物 $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$
硝 酸 鉍 基 質	bismuth subnitrate	含氧之硝酸鉍 $BiONO_3$
黑 色 火 藥	black gun powder	硝石、硫與木炭之混

布蘭克費克斯	Blanc fixe	化合物。
漂 白 粉	bleaching powder	硫酸鋇 $\text{BaSO}_4$ 之別名。 亦名氯化石灰 $\text{CaOCl}_2$
漂 白 液	bleach liquors	次氯酸鹽之溶液，用 於漂白工業。
藍 印	blue print	藉檸檬酸鐵與鐵氰化 鉀混合液，受陽光作 用，發生 <u>滕氏藍</u> (fer- ro-ferri-cyanide) 所 成之印像。
藍 石	blue stone •	硫酸銅之結晶體 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
藍 礬	blue vitriol	同上。
硼 砂	borax	五縮四原硼酸鈉之結 晶體 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
硼 砂 珠	borax beads	硼砂加熱後，失水熔 融之透明物。
硼 酸	boric acid	即原硼酸(orthoboric acid) $\text{H}_3\text{BO}_3$
波爾多混合物	Bordeaux mixture	硫酸銅與石灰乳之混 合殺蟲劑。
黃 銅	brass	銅與鋅之合金，

硫	黃	brimstone	天然之硫黃礦石。
白 泰 禮	金	Britannia metal	含有銻10%，及銅少許之錫合金。
不 列 顛	膠	British gum	糊精 (dextrine)。
溴	水	bromine water	溴之水溶液。
青	銅	bronze	銅與錫之合金。
燒 石	灰	burnt lime	氧化鈣 CaO
銻 白	脫	butter of antimony	三氯化銻之軟形結晶體 SbCl <sub>3</sub> 。
電	石	calcium carbide	碳化鈣 CaC <sub>2</sub> ，與水作用，發生乙炔故名。
方 解	石	calcite	碳酸鈣CaCO <sub>3</sub> 之天然結晶體。
甘	汞	calomel	氯化亞汞，Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> 。
蔗	糖	cane sugar	即普通之白糖 C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>
魚	糖	caramel	加熱失去水分之白糖。
石 碳	酸	carbolic acid	即苯醇亦名酚 C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
卡 波	那	carbona	含有四氯化碳之不燃性去漬藥水。
金 剛	砂	carborundum	碳化矽 SiC，用作磨擦劑。
洋	紅	carmine	由 <u>墨西哥</u> 小蟲製成之

苛 性 鹼	caustics	紅顏料。 鹼金屬之氫氧化合物。
天 青 石	celestite	硫酸銫 $\text{SrSO}_4$ 之礦名。
賽 璐 風	cellophane	由纖維製成玻璃之透 明紙。
賽 璐 酥	cellosolve	由甘醇製成之醚，用 作噴漆之溶劑。
水 門 汀	cement	矽酸鈣、鋁酸鈣和石 灰之混合物，亦名水 泥。
脆 鋼	cementite	碳溶於鐵所成之碳化 鐵 $\text{Fe}_3\text{C}$
白 堊	chalk	爲不純潔之碳酸鈣， 普通所用之粉筆，其 成分大部爲硫酸鈣。
鐵 礦 泉 水	chalybeate water	含有碳酸氫鐵 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 之水。
木 炭	charcoal	由木乾餾所得之炭。
智 利 硝 石	Chile saltpeter	天然硝酸鈉 $\text{NaNO}_3$ ，
中 華 白	Chinese white	氧化鋅 $\text{ZnO}$ ，常用爲 白顏料。
氯 化 石 灰	chloride of lime	卽漂白粉。
哥 羅 芳	chloroform	三氯甲烷 $\text{CHCl}_3$ 之普 通名稱。



窒息濕氣		choke damp	礦中之二氧化碳 $\text{CO}_2$
銻	黃	chrome yellow	銻酸鉛 $\text{PbCrO}_4$
辰	砂	cinnabar	天然硫化汞 $\text{HgS}$
黏	土	clay	高嶺土、雲母、石英及鈣、鎂和鐵等之混合物。
牙	蟲紅	cochineal	由胭脂蟲所得之紅染料，其主要成分為胭脂酸 (carminic acid) $\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_{13}$
膠	棉	collodion	硝酸纖維溶於酒精與醚之混合液。
混	凝土	concrete	水泥、砂、小石子與水混和，用於耐高壓之建築。
綠	礬	copperas	亦名 green vitriol $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
柯	代特	cordite	火棉 65%、硝化甘油 30%、凡士林 5% 溶於丙酮製成之炸藥。
昇	汞	corrosive sublimate	二氯化汞 $\text{HgCl}_2$ 因其有昇華性故名。
剛	玉石	corundum	不純潔之天然氧化鋁，性質非常之硬，用

酒 石 乳	cream of tartar	作磨擦劑。 純潔之酒石酸鉀，置於焙用粉中。
克 列 斯 可	crisco	由氫化棉籽油製成之猪油代替品。
冰 晶 石	cryolite	氟化鈉與氟化鋁 $\text{Na}_3 \cdot \text{AlF}_6$ 之複鹽。
<u>台 金 液</u>	Dakin's solution	次氯酸鈉與氯化鈉之溶液，并略含硼酸，用以洗滌創口。
變 性 酒 精	denatured alcohol	酒精中加入甲醇，或苯類之物質，使不適於作為飲料，而於工業無礙。
金 剛 石	diamond	純碳之結晶體。
白 雲 石	dolomite	天然碳酸鈣和碳酸鎂 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 之複鹽。
鋼 精	duralumin	含有90—95%鋁與微量銅之合金，用製家庭烹飪器具，商業名稱鋼精。
抗 酸 鋼	duriron or tantiron	含有15%矽之鋼，抗酸力極強，無論稀濃

代拉買特	dynamite	冷熱之硫酸或醋酸均無反應。 火棉溶於硝化甘油製成之炸藥。
珐瑯	enamel	鐵面上所附熔融不透明之硼砂玻璃，稱為珐瑯，亦名搪磁。
厄普孫鹽	Epsom salt	硫酸鎂 $MgSO_4$ 亦稱瀉鹽。
乙基氣	ethyl gas	含四乙基鉛之汽油，可免劇烈之震擊。
帆布力高	fabrikoid	硝酸纖維製成之人造皮革。
費林試液	Fehling solution	氫氧化銅溶於酒石酸鉀鈉之溶液。
長石	feldspar	矽酸鉀與矽酸鋁之礦石。
坑氣	fire damp	存於烟煤礦中之氣，大部均為沼氣 $CH_4$ ，常與空氣混合而爆炸。
閃光粉	flash light powder	鎂粉與氯酸鉀之混合物，用以晚間攝影。
螢石	fluorite or fluor-spar	天然氟化鈣 $CaF_2$ 石。

硫 黃 華	flower of sulfur	用硫蒸餾所得硫之細末。
福 美 林	formalin	甲醛亦名蟻醛 $\text{CH}_2\text{O}$ 之水溶液。
果 糖	fruit sugar	存於蜂蜜及一般水果中,有左旋光性 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。其中含有酮基,故屬於酮糖之類。
漂 布 土	fuller's earth	特種矽酸鋁,常充濾料,以去油類之色。
發 烟 硝 酸	fuming nitric acid	成分超過65%之濃硝酸,常因含有二氧化氮 $\text{NO}_2$ 而生黃色。
發 烟 硫 酸	fuming sulfuric acid	含有三氧化硫之濃硫酸。
雜 醇 油	fusel oil	由穀類釀造乙醇時蒸餾所得較高分子量有毒性的醇類。
熔 金	fusible metal	含有鉍之低熔點合金。
方 鉛 礦	galenite	天然產出之硫化鉛 $\text{PbS}$ 礦石。
鋅 鍍 鐵	galvanized iron	附有鋅層之鐵皮或鐵絲。

汽	油	gasoline	由石油蒸餾所得沸點70—90°C之碳氫化合物，以己烷與庚烷爲主。	
膠	拉	丁	gelatine	又稱動物膠，爲動物蛋白質之一種。
玻	璃	glass	普通玻璃爲矽酸鈉，矽酸鈣與二氧化矽之混合物。	
芒	硝	Glauber's salt	結晶形之硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	
甘	油	glycerin	丙三醇 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ ，具有甜味之油狀液體。	
甘	醇	glycol	乙二醇 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ ，味極甜，故名。	
葡	萄	糖	grape sugar	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，具有右旋光性，爲含有醛基之單糖。
石	墨	graphite	結晶形碳之一種，常誤稱黑鉛，用以製造鉛筆及電極之用。	
火	棉	gun cotton	爲高級硝基纖維，即六硝基纖維，用以製造無烟火藥。	

石 膏	gypsum	結晶狀之含水硫酸鈣 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
天 然 食 鹽	halite	天然產生之氯化鈉。
赤 鐵 礦	hematite	天然產出之三氧化鐵 礦。
大 蘇 打	hypo	硫代硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 亦名大蘇打。
冰 洲 石	iceland spar	天然產出之碳酸鈣結 晶。
藍 靛	indigo	藍靛之分子式為 $\text{C}_{16}$ $\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$ 由焦油腦 合成之染料，為不溶 性之青色固體，還原 之，則成溶解於鹼之 白靛。
墨 水	ink	沒食子酸與硫酸亞鐵 之水溶液，加入藍顏 料而製成。
黃 碘	iodoform	三碘甲烷 $\text{CHI}_3$
鉍 鐵 金 礦	iridosmine	天然鉍鐵合金，硬度 極強，用於自來墨水 筆頭之尖。
喬 費 爾 水	Javelle's water	次氯酸鉀之水溶液， 用以去漬及漂白。

久恩光料	Juane brilliant	硫化鎘 CdS
鉀瀉利鹽	kainite	天然氯化鉀與硫酸鎂之複鹽 $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$
高嶺土	kaolin	純淨之矽酸鋁 $Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O$ 稱為高嶺土，亦稱陶土。
鎧恩水泥	Keene's cement	石膏加強熱去其水分後，加入明礬，助其再行水化，稱為鎧恩水泥。
燈用火油	kerosene	石油分餾所得沸點 $150-225^{\circ}C$ 之碳氫化合物。
噴漆	lacquer	硝酸纖維溶於揮發溶劑，如醋酸戊酯製成之漆，用噴射器噴於金屬，或木材上者。
拉白雷奎液	Labarraque solution	次氯酸鈉 $NaClO$ 之溶液，用作洗滌之用。
燈墨	lamp black	油類在不充空氣中燃燒所凝之純碳微粒。
笑氣	laughing gas	氧化亞氮 $N_2O$ 之別名。
鈣硫噴劑	lime sulfur spray	硫黃與石灰化合之殺

石 灰 水	line water	蟲劑，其主要成分爲多硫化鈣。
密 陀 僧	litharge	氫氧化鈣溶液。
銻 銀 白	lithopone	黃色一氧化鉛 PbO
		硫化銻與硫酸銻之混合白顏料。
磁 石	loadstone	磁性氧化鐵 $Fe_3O_4$
潤 滑 油	lubricating oil	分餾石油，溫度超過 $300^{\circ}C$ . 之碳氫化合物部分。
月 腐 蝕 劑	lunar caustic	硝酸銀 $AgNO_3$ 之別名。
鹼 汁	lye	氫氧化鈉溶液之別名。
苦 土	magnesia	氧化鎂 $MgO$ 有時亦稱爲煨製苦土 (Magnesia usta), 與石灰相同之點甚多。
白 苦 土	magnesia alba	鹽基性碳酸鎂 $Mg(OH)_2 \cdot 3MgCO_3 \cdot 3H_2O$ 常充化粧品及藥劑之用。
鎂 鋁 齊	magnalium	爲鎂及鋁之合金，質輕而硬。
孔 雀 石	malachite	綠銅礦，爲鹽基性碳酸



大理石	marble	銅 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 天然之碳酸鈣石。
沼氣	marsh gas	甲烷 $\text{CH}_4$ 之別名。
鉛黃	massicot	未經熔化之黃色一氧化鉛 $\text{PbO}$ ，供製紅鉛之用。
海泡石	meerschaum	水化矽酸鎂，成分與滑石和石棉相似。
黑銅礦	melaconite	天然氧化銅 $\text{CuO}$
絲光棉	mercerized cotton	棉布用濃氫氧化鈉處理後，將其張緊防其收縮，即形成似絲之物，謂之絲光棉。
小天地鹽	microcosmic salt	磷酸氫銨鈉 $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$ 之別名。
鉛丹	minium	四氧化鉛 $\text{Pb}_3\text{O}_4$ 亦稱紅鉛，用黃鉛置空氣強熱即得，為漆髹建築鐵料用之顏料。
莫爾鹽	Mohr's salt	硫酸銨與硫酸亞鐵之含水物 $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
稀土礦石	monazite	針與其他稀土之礦石亦名單晶礦。

三 合 土	mortar	水與氫氧化鈣和砂之混合物。
樟 腦 丸	moth ball	焦油腦 $C_{10}H_{16}$ 製成之蠹蟲丸，俗名樟腦丸。
鹽 酸	muriatic acid	工業用之鹽酸 HCl
鹽 酸 鹽	muriate	鹼金屬氯化物之通稱。
芥 末 氣	mustard gas	硫化二氯二乙烷( $ClC_2H_4CH_2Cl$ ) <sub>2</sub> S 俗名芥末氣，軍用毒氣之糜爛劑。
揮 發 油	naphtha	蒸餾石油，由溫度 $80^{\circ}$ — $120^{\circ}C$ .之蒸液，其中大部為庚烷與辛烷。
天 然 氣	natural gas	由煤油中所得之煤氣，大部均為甲烷。
涅 斯 拉 液	Nessler's solution	乃碘化汞與碘化鉀混和，加入氫氧化鉀製成，其中含有 $K_2HgI_4$ ，用以檢驗氨及銨根。
牛 敦 合 金	Newton's metal	含有鈹之合金，熔點甚低，約為 $94.5^{\circ}C$ 。
硝 石	niter	硝酸鉀 $KNO_3$ 。
那 德 哈 曾 酸	Nordhausen acid	同發烟硫酸。
赭 石	ocher	三氧化二鐵 $Fe_2O_3$ 之

礬	油	oil of vitriol	別名。 濃硫酸。
奧萊麥琪林		oleomargarine	由棉籽油氫化製成之 人造牛酪。
奧	濃	oleum	發烟硫酸之別名。
雄	黃	orpiment	三硫化二砷 $As_2S_3$ 之 礦石。
巴	黎	Paris green	砷酸銅與醋酸銅之複 鹽，常用作殺蟲劑。
珍	珠	pearl ash	純潔之碳酸鉀 $K_2CO_3$ ， 用以製造肥皂和玻璃。
永	久	permanent white	硫酸鋇 $BaSO_4$ 常用為 白色顏料。
交	替	permutite	乃人造之矽酸鋁鈉， $Na_2Al_2Si_2O_8$ 常簡寫 如 $Na_2P$ ，用以軟化硬 水。
石	油	petroleum	未經精煉之煤油。
石	油	petroleum ether	低沸點約 $40-70^\circ C$ 之 石蠟組碳氫化合物， 大部為戊烷與己烷。
白	鐵	pewter	錫與鉛之合金。
白	味	picric acid	三硝基酚。
粉	紅	pink salt	錫氯化鐵 $(NH_4)_2SnCl_6$ 。

瀝青鈾礦	pitchblende	染色工業上用作煤染劑，謂之粉紅鹽。 含鈾之礦石，其中之氧鈾大部為 $U_3O_8$ 。
巴黎石膏	plaster of Paris	為慎熱失去一部水分之石膏 $(CaSO_4)_2 \cdot H_2O$ ，亦稱燒石膏，供雕刻，接骨等用。
黑鉛	plumbago	石墨之別名。
波特蘭水泥	Portland cement	為矽酸鈣、鋁酸鈣與石灰之混合物，其成分約與波蘭之石相類似，故名。
發生爐煤氣	producer gas	為一氧化碳、氮與微量氫之混合物。
普魯士藍	Prussian blue	即亞鐵氰化鐵， $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ ，乃藍顏料之一種。
赤血鹽	prussiate of potash, red	即鐵氰化鉀， $K_3Fe(CN)_6$ ，之別名。
黃血鹽	prussiate of potash, yellow	即亞鐵氰化鉀 $K_4Fe(CN)_6$ 之別名。
青酸	prussic acid	氫氰酸 HCN 普通稱為青酸。

蓋蘇斯紫	purple of Cassius	吸附於氧化錫上之膠狀金粒，亦稱紫金粉。
派靈	pyrene	含四氯化碳之滅火劑。
耐熱玻璃	pyrex glass	含有三氧化二硼之玻璃，能耐高熱。
焦性沒食子酸	pyrogallic acid	$C_6H_3(OH)_3$ 焦性沒食子酸之鹼性溶液，用以吸氧。
焦木酸	pyroligneous acid	由木材蒸餾所得之不純醋酸。
軟錳礦	pyrolusite	二氧化錳 $MnO_2$ 之礦名。
焦磷酸	pyro-phosphoric acid	焦磷酸 $H_4P_2O_7$
焦硫酸	pyro-sulfuric acid	焦硫酸 $H_2S_2O_7$
派羅克司令	pyroxylin	低級硝酸纖維
生石灰	quicklime	即氧化鈣 $CaO$ ，亦名活石灰。
水銀	quicksilver	汞 $Hg$ 之普通名稱。
人造絲	rayon	由纖維素製成之絲狀物質，俗稱人造絲。
雞冠石	realgar	二硫化砷 $As_2S_2$ 之礦名。
賴格拉斯	regulus	由礦質還原所得之錒

雷 策 爾 鹽	Rochelle salt	或其他金屬。 酒石酸鉀鈉 $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ 。
岩 鹽	rock salt	不純潔之天然氯化鈉。
橡 皮	rubber	橡樹膠經加硫後製成之塑料。
糖 精	saccharine	$\text{C}_6\text{H}_4\text{CONHSO}_2$ 俗名糖精。
礪 砂	sal ammoniac	氯化銨 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 之普通名稱。
洗 濯 蘇 打	sal soda	結晶之碳酸鈉 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
馱 菓 強 礬	sal tartar	碳酸鉀 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 之另一名稱
揮 發 鹽	sal volatile	碳酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
塞 爾 賴 塔 司	saleratus	碳酸氫鈉 $\text{NaHCO}_3$ 或碳酸氫鉀 $\text{KHCO}_3$
普 通 食 鹽	common salt	即氯化鈉 $\text{NaCl}$
檸 檬 鹽	salt of lemon	草酸氫鉀 $\text{KHC}_2\text{O}_4$
酒 石 鹽	salt of tartar	碳酸鉀 $\text{K}_2\text{CO}_3$
硝 石	saltpeter	硝酸鉀 $\text{KNO}_3$
智 利 硝 石	saltpeter, Chile	硝酸鈉 $\text{NaNO}_3$
許 理 綠	Scheele's green	亞砷酸氫銅 $\text{CuHAsO}_3$
蛇 紋 石	serpentine	矽酸鋁與矽酸鎂之複

洋 乾 漆	shellac	鹽。 蟲類在樹上分泌之樹脂，溶於酒精，即成假漆。
消 石 灰	slaked lime	氫氧化鈣 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 之普通名稱。
花 紺 青	smalt	含有鈷之藍色玻璃物質，用以代替一氧化鈷，充作顏料。
菱 錳 礦	Smithsonite	碳酸錳 $\text{ZnCO}_3$ 礦石。
石 鹼 石	soapstone	含有矽酸鎂石類之一種，有時亦稱 <u>法國白堊</u> ，其細粉常以製化妝粉及安足粉之用。
鑲	solder	錫與鉛之合金。
溶 解 玻 璃	soluble glass	膠狀矽酸鈉 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ，亦稱為水玻璃。
生 錳	spelter	氧化錳經還原後蒸餾所得之錳。
尖 晶 玉	spinel	鋁酸鎂 $\text{Mg}(\text{AlO}_2)_2$
酒 精	spirits	乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 之普通名稱。
氨 酒 精	spirits of ammonia	氨溶於酒精之溶液。

芬芳氨酒精	spirits of ammonia, aromatic	加入碳酸銨之氨性酒精液。
古魯精	spirits of Cologne	乙醇之別名。
鹿角精	spirits of hartshorn	由動物之蹄與角乾餾所得之鹵精水溶液稱爲鹿角精。
甲醇化酒精	spirits, methylated	滲入甲醇之酒精。
甜硝酒精	sweet spirit of niter	亞硝酸乙酯 $C_2H_5NO_2$ 之酒精液。
木精	spirits, wood	由木材乾餾所得之甲醇。
漿糊	starch gum	糊精。
輝銻礦	stibnite	天然硫化銻 $Sb_2S_3$ 礦
鉛糖	sugar of lead	醋酸鉛之結晶體 $Pb(CH_3COO)_2$
鉀石鹽	sylvite	天然氯化鉀。
滑石	talc	矽酸鎂礦石之一種。
酒石	tartar	酒石酸氫鉀 $KHC_4H_4O_6$
吐酒石	tartar emetic	含有銻氧基之酒石酸鉀， $KSbOC_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ ，稱爲吐酒石，常用爲藥劑。



酒石酸	tartaric acid	酒石酸 $H_2C_4H_4O_6$
鋁熔接劑	thermite	鋁粉與氧化鐵之混合物。
錫鹽	tin salt	結晶狀之氯化錫 $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ 或為氯化錫與氯化銨之複鹽。
錫石	tin stone	氧化錫 $SnO_2$ 礦石。
黃玉	topaz	氟化矽與氟化鋁之錯鹽。
屈拋利粉	tripoli powder	即矽藻土，其中大部均為二氧化矽。
滕氏藍	Turnbull's blue	鐵氰化亞鐵 $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ 是一種藍色顏料。
透拍斯	Turpeth	硫酸亞汞 $Hg_2SO_4$ 之別名。
羣青	ultramarine	由粘土、硫酸鈉、木炭和硫黃加熱生成之藍顏料。
羣黃	ultramarine, yellow	鉻酸鋇 $BaCrO_4$
尿素	urea	尿素 $CO(NH_2)_2$
凡士林	vaseline	為高分子量之碳氫化合物，平均約為 $C_{22}H_{46}$

赤	茶	Venetian red	人造之三氧化二鐵 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 之紅色顏料。
銅	綠	verdigris	鹽基性醋酸銅 $[\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_4]$ 之普通名。
銀	硃	vermillion	紅色硫化汞 $\text{HgS}$ , 爲 製上等油漆之顏料。
醋		vinegar	不純潔之醋酸, 含有 麥芽糖, 其他香料。
紡	絲	viscose	纖維素經濃氫氧化鈉 處理後, 溶於二硫化 碳, 用以製造人造絲 者。
藍	礬	vitriol, blue	硫酸銅結晶體 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
綠	礬	vitriol, green	硫酸亞鐵結晶體 $\text{FeSO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
皓	礬	vitriol, white	硫酸鋅結晶體 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
洗	濯	washing soda	碳酸鈉之結晶體。
水	玻	water glass	矽酸鈉或矽酸鉀, 統 稱爲水玻璃。
蠟		wax	高級脂肪酸與一價醇 所成之脂如蜜蠟 $\text{C}_{15}$

鉛	白	white lead	$H_{31}COOC_{30}H_{61}$ 鹽基性碳酸鉛 $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$
鎢	礦石	wolframite	為亞鐵亞錳之鎢酸鹽 $(Fe, Mn)WO_4$
武德	金	Wood's metal	含鈹、鉛、錫和鎳之合金，融點為 $60.5^\circ C$ 。
鍛	鐵	wrought iron	為鑄鐵中大部分之碳、矽、磷及硫燒去而成。
鋅	白	zinc white	氧化鋅 $ZnO$ 之白顏料。

## 習 題

- 何謂油漆？何謂噴漆？二者之區別何在？二者之乾燥孰快？
- 試說明下列各物質之組合，或舉出其化學式：  
(1)王水，(2)瀉鹽，(3)混凝土，(4)金剛砂，(5)水玻璃，(6)乾冰，(7)木醇。
- 試別下列各物：清水，硬水，氨水，王水，鱈水。
- 下列各物為何物？如何製法？有何用途？(1)鉛丹，(2)熔接劑，(3)金剛砂，(4)普魯士藍，(5)波特蘭水泥，(6)燒石膏。
- 下列各物如何製法？并述其緊要用途：(1)焦煤，(2)肥皂，(3)汽油，(4)熟石灰，(5)漂白粉。
- (1)藍墨水，(2)玻璃，(3)阿米拖兒 (amatol) (4)笑氣，

試述製造上列各物之原料、方法與狀況。

7. 甘汞與昇汞之區別何在?
8. (1)白苦土與苦土,(2)礬土與水礬土,(3)重晶石與重土之區別如何?
  9. 波多爾混合物爲何物?成分若何?有何用途?
  10. 漂白液是否漂白粉之溶液。
  11. 大蘇打是否爲碳酸鈉?試書其化學式。
  12. 小蘇打是否碳酸氫鈉?試書其化學式。
  13. 綠礬、皓礬、藍礬、明礬之成分若何?試舉出之。其中各個之結晶水有幾?試將其化學式書出。
  14. 焙用蘇打與洗濯蘇打有何不同之處?試由其成分說明之。
  15. 碳酸與石碳酸有何不同之處?試書其化學式。
  16. 燒石灰、燒石膏與燒明礬各爲何物?試舉出之。
  17. 黏土、高嶺土、混凝土、三合土之區別若何?
  18. 何謂變性酒性?
  19. 市上所售之豬油代替品,稱爲克列斯可 (Crisco),如何製法?用何原料?
    20. 甘醇與甘油之區別何在?試由其成分說明之。
    21. 鋅白與鉛白各爲何物?二者孰優?試言其故。
    22. 橡皮是否爲一化合物?其中成分若何?
    23. 雞冠石與雄黃同爲砷之硫化物,有何不同之處?
    24. 水煤氣、發生爐煤氣、豐富爐煤氣各爲何物?如何產生。
    25. 木精、鹿角精、古魯精各爲何物?試區別之。

26. 酒石、吐酒石、酒石鹽與酒石酸之區別若何？
27. 羣青與羣黃之區別何在？
28. 揮發油、潤滑油各為碳氫化合物，有何不同之處？
29. 倍克來(bakelite)為何物？如何製法？用何原料？
30. 藍印術之原理何在？試略述之。
31. 石墨如何製成？有何用途？
32. 燈用火油與汽油同為碳氫化合物，因何其用途各不相同？試言其故。
33. 鋅鋁白為何物？有何用途？
34. 試書下列各物之化學式：福美林、硫代硫酸鈉、鉛丹、木精。
35. 黃銅是否金屬？烟是否氣體？牛乳是否懸浮液？酚是否鹽基？甘油是否醇類？明礬是否酸性鹽？乾燥氯是否漂白劑？煤焦油是否膠狀液？試詳述之。
36. 試書下列各物之化學式並舉其用途：(1)水礬土，(2)黃鐵礦，(3)輝銻礦，(4)鎢礦石。
37. 染料與顏料之區別若何？試略述之。
38. 矽藻土與黏土、消石灰與燒石膏、鑄鐵與鍛鐵之區別何在？
39. 何種物質，將用作製造下列各物之原料：(1)混凝土，(2)橡皮，(3)藍印，(4)隱顯墨水，(5)乙烷氣，(6)噴漆，(7)閃光粉，(8)泡沫滅火劑，(9)糝革，(10)磁上之釉。
40. 下列各物為何物？如何製造？有何用途：(1)水煤氣，(2)硼砂，(3)乾冰，(4)藍礬，(5)不變鋼，(6)人造絲，(7)水玻璃。

41. 試述：(1)三硝基甲苯之用作炸藥，(2)過磷酸石灰之用作肥料，(3)明礬之於淨水，(4)氟化氫之於刻玻璃，(5)石灰石之製鐵，(6)冰晶石之於製鋁，各有何特殊之功用。

42. 普魯士藍與滕氏藍各爲何物？試書其公式。

43. 隱顯墨水爲何物？試舉其隱顯之原理。

44. 試舉數種殺蟲劑。略論其中之成分。

45. (1)瓷器與土器，(2)玻璃與珉瑯之區別若何？試由其成分說明之。

46. 芒硝、智利硝、硝石各爲何物？試書其化學式。

47. 苛性石灰、苛性蘇打、苛性鉀各爲何物？試舉其各個之用途。

48. 小天地鹽爲何物？如何製成？屬於何種鹽類？

49. 明礬、燒礬、鉻礬、鐵礬各爲何物？試舉其化學式。

50. 厄普孫鹽、格羅柏鹽、莫爾鹽、檸檬鹽、食鹽、羅策鹽各爲何物？試舉其化學式。

## 第二部

### 非金屬及其化合物

#### 第一篇 空氣及情性氣體

##### 第一節 空氣

1. 組成 空氣為氧、氮、及氫、氫、氫、氫、水蒸氣及二氧化碳等氣體之混合物，常混有塵埃、微生物等固體，氧約佔全體積之20% (約 $\frac{1}{5}$ )，氮佔78% (約 $\frac{4}{5}$ )，其他共佔有1%。

成分	組成	體積組成%	重量組成%
氧		20.99	23.08
氮		78.08	75.58
氫		0.98	1.28
碳酸氣		0.035	0.063
氫		0.01	0.001
氫、氫、氫、氫等		0.0024	0.001

碳酸氣、水蒸氣含量均隨時地而差異，水蒸氣造成雲雨等天氣之變化，與人類生活關係甚大，塵埃雖有害於衛生，但有助於水蒸氣之凝結以成雲雨，與反射日光之作用。

##### 2. 混合物之證明

(一)各地空氣之組成，並不絕對的一定不變，每有微少差異。

(二)空氣中各成分之性質，仍各保持未變，空氣之密度亦得

依各成分之混合量計算，

(三)液體空氣蒸發時，較易揮發之氮先行氣化，氧仍遺留為液態。

(四)將氮、氧等氣體依空氣組成相混合，即成空氣，並無溫度、體積等的變化。

(五)通空氣於水，氧溶解之量較氮為多，與空氣中原有混合量不同。

(六)空氣中各成分重量之比，並不與其原子量成整數比，故不能以分子式表示之。

### 3. 性質

(一)無色、無味、無臭之氣體。

(二)每升之重為1.293克。

(三)用高壓力壓縮空氣，使急速膨脹而冷卻，反復行之，即液化而成液體。

(四)助物質之燃燒，氧化各種金屬。

(五)在地球表面發生大氣壓(1033.5克/平方厘米)

### 4. 各成分測定法

(一)氧 置黃磷於刻度管中，插於水面上，待管內空氣之氧完全與磷化合而成 $P_2O_5$ ，溶於水中後，測其所減少之體積，即為氧之體積。

(二)氮 通已除去氧之空氣經過熱之金屬鎂上，氮與鎂化合而成 $Mg_3N_2$ ，測其所減少之體積，即為氮之體積，剩餘氣體為氫等惰性氣體。

(三)水蒸氣 通已知體積之空氣經過 $CaCl_2$ 管，測 $CaCl_2$ 所



增之重量，即水蒸氣之重量。

(四)碳酸氣 通體積已知之空氣經過NaOH溶液，則NaOH所增之重量，即為碳酸氣之重量。

## 第二節 惰性氣體

5. 氫、氦、氖、氬、氙 空氣中之氫佔 0.94 % 體積，氦佔  $\frac{1}{250000}$ ，氖佔  $\frac{1}{80000}$ ，氬、氙等量極微。氦在美國多處地方自流井中所放出之天然氣體中，約含有2%，年產頗豐。將空氣通過灼熱鎂粉上，則氧、氮均與鎂化合，殘餘之氣體，即為五種稀有氣體。分餾液體空氣，最初得氮(沸點為 $-268^{\circ}\text{C}.$ )，次得氖(沸點為 $-245.9^{\circ}\text{C}.$ )，最後為氫(沸點為 $-185.7^{\circ}\text{C}.$ )。氫、氦、氖、氬、氙皆為無色無臭氣體，不與任何物質起化學作用，故稱“惰氣”(Argon, 氫原義為懶惰; helium, 氦, 原義為太陽)。一切氣體中除氫外，以氦為最輕，密度每坪重0.177克，其沸點亦為最低( $-268.9^{\circ}\text{C}.$ )，為最難液化之氣體(現時利用液體氦之急速蒸發，造成最低之溫度 $-272.918^{\circ}\text{C}.$ )。氫用以充電燈泡，可防止鎢絲之氣化而凝於燈泡之上，增長使用時間，且能省電。氦用以充飛艇氣囊，絕不致起燃燒，生爆炸危險。氖用以製造廣告用之霓虹燈。

表 一  
非金屬之摘要  
(一)非金屬元素

元 素		化 學 量				性 質			
		符號	分子式	原子量	原子價	融 點	沸 點	比 重	特 性
鹼 族	氫	H	<i>H<sub>2</sub></i>	1	1	-259°	-252.5°	0.07(液)	氫易與氧和氯化合。
	氟	F	<i>F<sub>2</sub></i>	19	1	-233°	-187°	0.99(液)	與諸元素化合極烈。
	氯	Cl	<i>Cl<sub>2</sub></i>	35.5	1	-102°	-33.6°	1.47(液)	與氫，金屬化合。
	溴	Br	<i>Br<sub>2</sub></i>	80	1	-7°	59°	3.19	同 上
鹵 素 族	碘	I	<i>I<sub>2</sub></i>	127	1	116.1°	184.4°	4.93	同 上 變潔粉為青色。
	氧	O	<i>O<sub>2</sub></i>	16	2	-227°	-183°	1.13(液)	與鹵素以外之元素化合甚烈。
	臭氧	—	<i>O<sub>3</sub></i>	—	—	—	-120°	—	氧化力強。
氣 族	硫	S	<i>S<sub>2</sub>→S<sub>8</sub></i>	32	2	113°— 120°	445°	2	與氧及金屬化合。
	氮	N	<i>N<sub>2</sub></i>	14	3	-211°	-196°	0.80(液)	化合力鈍。
氮 族	磷	P	<i>P<sub>4</sub></i>	31	3	44°	290°	1.8	易氧化。
	砷	As	<i>As<sub>4</sub></i>	75	3	486° (加壓)	450°	5.73	與鉛之合金則硬。
	銻	Sb	<i>Sb<sub>4</sub>?</i>	120	3	630°	1300°	6.8	與鉛之合金，凝固之際則膨脹。
碳 族	硼	B	<i>B<sub>2</sub>?</i>	11	3	—	—	2.5—2.7	—
	碳	C	—	12	4	—	—	1.5—3.5	有化學的耐性，在高溫時氧化。
	矽	Si	—	28	4	1500°	—	2.4—3.0	—

(1)本表及次表之分子式，為在常溫時之狀態。用斜體字表氣體，普通字表液體，黑體字表固體。

表 二

(二)非金屬相互之化合物

—	H	Cl	O	S	其 他	離 子 (元素) (根)	
H	$H_2$	$HCl$	$H_2O$	$H_2S$	$B_3N_3H_6$	H'	OH'
F	$H_2F_2$	—	—	—	—	F'	—
Cl	$HCl$	$Cl_2$	$Cl_2O, ClO_2,$ $Cl_2O_7$	$S_2Cl_2$	( $HClO_3$ ) $NH_4Cl$	Cl'	$ClO_3'$
Br	$HBr$	—	—	—	$PBr_3$	Br'	—
I	$HI$	—	( $I_2O_5$ )	—	$PI_3$	I'	—
O	$H_2O$ $H_2O_2$	( $Cl_2O$ )	$O_2, O_3$	$SO_2$	—	—	—
S	$H_2S$	( $SCl_2$ )	$SO_2, SO_3$	$S_2, S_8$	$H_2SO_3, H_2SO_4$ ( $H_2S_2O_3$ )	S''	$SO_4''$ $SO_3''$
N	$NH_3$	( $NCl_3$ )	$N_2O, NO$ $NO_2, N_2O_4$	—	$HNO_3, (HNO_2)$ $C_2N_2, HCN$	—	$NO_3'$ $NH_4'$
P	$PH_3$	$PCl_3$ $PCl_5$	$P_2O_6$	( $P_2S_5$ )	$HPO_3, H_3PO_4$ $H_4P_2O_7$	—	$PO_4'''$
As	$AsH_3$	$AsCl_3$	$As_4O_6$	$As_2S_3$	—	As...	$AsO_3'''$
Sb	$SbH_3$	$SbCl_3$ $SbCl_5$	$Sb_2O_3$	$Sb_2S_3$	—	Sb...	$SbO_4'''$
B	$B_2H_6$	( $BCl_3$ )	( $B_2O_3$ )	—	$H_3BO_3$	—	$BO_3'''$
C	$CH_4, C_2H_6$ $C_2H_4$	( $CCl_4$ )	$CO, CO_2$	$CS_2$	( $H_2CO_3$ ) $SiC, CH_3CO_2H$	—	$CO_3''$
Si	( $SiH_4$ )	( $SiCl_4$ )	$SiO_2$	—	$SiF_4$ $H_2SiO_3$	—	$SiO_2''$

## 第二篇 一價元素

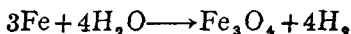
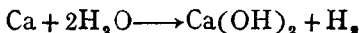
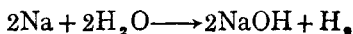
### 第一節 氫 (hydrogen, H, 原子價 1)

6. 氫之發現 氫於 1776 年爲英人卡芬狄士(Cavendish)所發現。

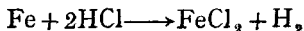
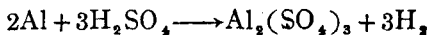
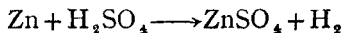
7. 存在 太陽四周與大氣高層,均有游離氫之存在,水中含氫,其他含氫之化合物頗多。

8. 製法 (A)實驗室製法:

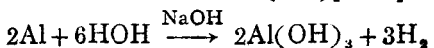
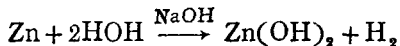
(一)金屬與水作用 鈉、鈉與冷水起猛烈作用,鈣、鎂能與熱水作用,紅熾之鐵與蒸氣作用發生氫。



(二)金屬與酸作用 實驗室內常加稀硫酸或鹽酸於鋅,以製取氫。其他金屬如鎂、鐵、鋁等亦可發生相同作用。

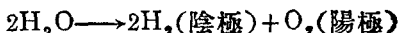


(三)金屬與水作用 鋅與鋁在水中以強鹼爲接觸劑,加熱亦能起化代作用放出氫。

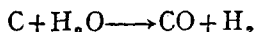


(B)工業製法:

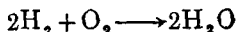
(一)水之電解 加少量硫酸於水中,通以電流,氫在陰極上放出:



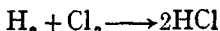
(二)水蒸氣與赤熱焦煤反應(水煤氣)



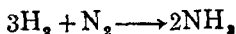
9. 性質 (一)無色無臭無味氣體;(二)較空氣輕 14.5 倍(每升重 0.08987 克);(三)甚難溶解於水(每 100 體積祇可溶 2 體積);(四)化合力頗弱,惟對氧之化合則甚猛烈,能在空氣中或氧中燃燒,氫氧混合物遇火即起爆發:



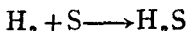
(五)與氯直接化合而成氯化氫:



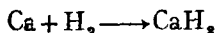
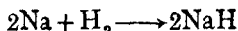
(六)與氮直接化合而成氨:



(七)與硫直接化合而成硫化氫:

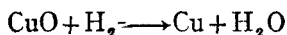


(八)與活潑金屬化合而成氫化物:



10. 用途 (一)用以充實飛艇氣囊(現今多用氫);(二)用以發生氫氧火焰(溫度可達 2000°C.),鎔接金屬;(三)用作還原劑,使金屬氧化物失去氧;(四)用以硬化液體油,使變成固體脂肪;(五)用以與氮直接化合成氨;(六)藉 ZnO 與銅粉之觸媒作用,氫與一氧化碳直接化合製造甲醇與甲醛;(七)使金屬氧化物

受還原作用：



## 第二節 水 (water, $\text{H}_2\text{O}$ )

11. 存在 地球表面水佔總面積 $\frac{1}{2}$ ，空中含有蒸氣，人體中水分佔全重量75%，動植物及土質皆含有水分。

12. 雜質 天然水都含有雜質，就種類而言可分：(1)礦物，(2)有機物質；就在水中之狀態而言，可分：(1)溶解質，(2)懸浮質。

13. 潔淨法 (一)膠結法 加明礬於水，可使懸浮質膠結沉澱。

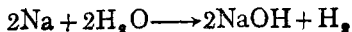
(二)過濾法 將水流過沙礫層，可使懸浮物濾除。

(三)殺菌法 加氯水或漂白粉於水，可殺滅細菌。

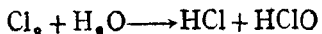
(四)煮沸法 煮水至沸騰，可殺死細菌。

(五)蒸餾法 將水煮至沸騰導蒸氣而冷卻之，可得最純粹之水。

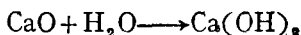
14. 性質 (一)無色無臭無味液體 (深時呈藍色)；(二)4°C. 時體積最小，密度最大，每立方厘米重一克；(三)冰點0°C.，沸點 100°C.；(四)比熱爲一，在一切物質中爲最大；(五)有極強之溶解性；(六)極難分解，熱至2000°C.，祇有1.8%解離；(七)與鹼金屬起化代作用：



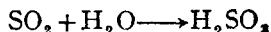
(八)與非金屬作用：



(九)與金屬氧化物化合成鹽基:



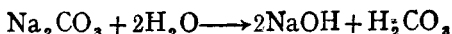
(十)與非金屬氧化物化合成酸:



(十一)與化合物結合成含水物:



(十二)與鹽類起水解作用:

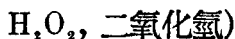


15. 組成之測定 (一)分析法 將水電解,測量陰陽兩極氫氧體積,得知水之組成爲氫與氧成2與1之比。若秤其重量(或以密度乘體積),可得重量組成,氫與氧爲1與7.94之比。

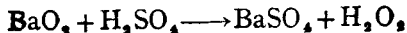
(二)合成法 (1)體積合成法 將氫、氧導入刻度玻璃管內,計算其體積,連接感應圈放電,使氫、氧化合成水,復計算其化合物之體積,即得水之體積組成。

(2)重量合成法 將氫氣通過重量已知之加熱氧化銅上,經還原作用生成蒸氣,使通過重量已知之氯化鈣管,將其吸收,然後秤氧化銅所失去之重,即得氧之重。從水重中減去氧之重,即水中氫之重。由此即可得重量組成,氫、氧成1與7.94之比。

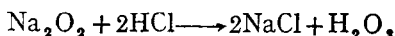
### 第三節 過氧化氫(hydrogen peroxide,



16. 製法 (一)加過氧化鋇於稀冷硫酸內,濾去硫酸鋇沉澱,即得 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液(鹽酸、碳酸或磷酸亦可):

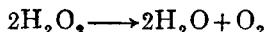


(二)加過氧化鈉於稀鹽酸中：

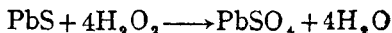


純過氧化氫可將稀溶液用減壓蒸餾法製得。

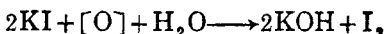
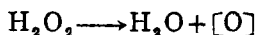
17. 性質 (一)無色無臭糖漿狀之液體；(二)較水爲重(比重1.458)；(三)甚易凝固(冰點 $-2^\circ\text{C}.$ )；(四)易溶於水或酒精，以任何比例融和；(五)極易分解，放出氧：



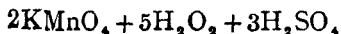
二氧化錳、金粉、鉛粉可促進此種分解，加微量之酸或(Acetanilide)可減緩其分解；(六)能漂白有色物質；(七)能氧化黑色硫化鉛使轉成白色硫酸鉛



(八)能氧化碘化物而游離碘：



(九)加過氧化氫於高錳酸鉀液中放出氧：



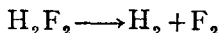
18. 用途 (一)醫藥上用以殺菌消毒，藥用雙氧水爲3%之水溶液；(二)工業上用以漂白絲毛象牙；(三)化學上用作爲氧化劑。

#### 第四節 氟 (fluorine, $\text{F}_2$ , 原子價-1)

19. 存在 氟無遊離存在，其化合物以螢石( $\text{CaF}_2$ )冰晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )爲廣。



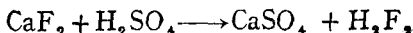
20. 製法 氟乃1886年法人莫遜(Moissan)用電解法而製出,其法以氟化氫液體中加入  $\text{KHF}_2$  或  $\text{KF}$  通以電流,陽極上即放出氟:



21. 性質 (一)淡黃色有刺激臭氣體;(二)較空氣略重(每升重1.69克);(三)有劇烈毒性;(四)金屬元素中化學性最活躍者,與氫起猛烈合成氟化氫  $\text{H}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{F}_2$ ;(五)與水起劇烈作用,生成氧及臭氧  $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{F}_2 + \text{O}_2 + 2 \times 6800$  卡;(六)氟與鉑不起作用,與銅則僅表面生氟化銅( $\text{CuF}_2$ )薄膜,使可阻止內部繼續受侵蝕作用。

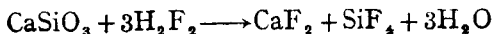
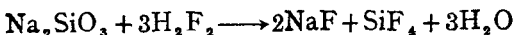
### 第五節 氟化氫 (hydrogen fluoride, $\text{H}_2\text{F}_2$ )

22. 製法 濃硫酸與螢石加熱即得氟化氫:



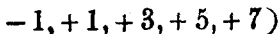
氟化氫之水溶液,稱氫氟酸。

23. 性質 (一)無色液體;(二)甚易揮發,沸點  $19.4^\circ\text{C}$ ., 冰點  $-93.2^\circ\text{C}$ .;(三)有劇毒性;(四)甚易溶解於水;(五)能腐蝕石英及玻璃等物質,因之氫氟酸須貯於蠟製或硬橡皮瓶中:



24. 用途 雕刻玻璃及用作果樹殺蟲劑。

### 第六節 氯 (chlorine, $\text{Cl}$ , 原子價有

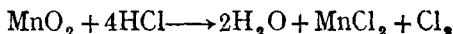


25. 氯之發現 氯為 1774 年許理 (Scheele) 所發現, 其原子價有  $-1, +1, +3, +5, +7$ 。

26. 存在 天然間無遊離氯存在, 其化合物以食鹽 (NaCl), 氯化鉀 (KCl)、氯化鎂 ( $MgCl_2$ ) 為最多。

27. 製法 (A) 實驗室製法:

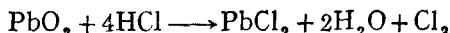
(一) 濃鹽酸與二氧化錳加熱, 即發生氯 (Weldon 法)



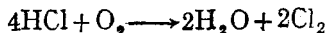
又如用食鹽與二氧化錳混和, 再加硫酸而熱之, 亦可製得氯

$$2NaCl + MnO_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2$$

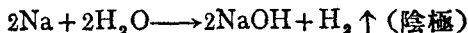
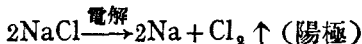
(二) 加鹽酸於強氧化劑, 如高錳酸鉀、重鉻酸鉀或二氧化鉛等即得氯。



(三) 用氯化銅為觸媒, 將氯化氫與氧 (空氣) 混合通過灼熱之玻管, 則鹽酸被氧化而產生氯 (Deacon 法):

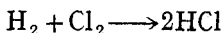


(B) 工業製法 電解食鹽溶液, 則氯於陽極上發出:



28. 性質 (一) 黃綠色有刺激臭氣體; (二) 較空氣重二倍半 (每升重 3.214 克); (三) 性極毒; (四) 甚易液化, 冷至  $-34^\circ C$ , 則凝結而變為濃厚之黃綠色油狀液體, 比重為 1.5, 更冷至  $-101.6^\circ C$ , 則變為結晶狀之固體; (五) 能與氫直接化合而成氯

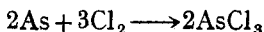
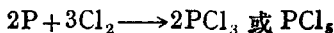
化氫，氫能在氯中燃燒，氯與氫混合物受日光作用，即發生猛烈之爆炸：



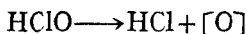
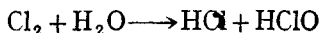
(六)與多數金屬直接化合生成氯化物：



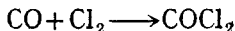
(七)與多數非金屬直接化合：



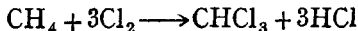
(八)氯與水作用生成鹽酸與次氯酸，次氯酸(HClO)復分解放出初生態之氧，有強烈氧化性，可氧化有色物質，呈漂白作用：



(九)氯與一氧化碳經日光作用合成光氣：

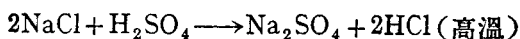


(十)氯與多種有機物作用而成氯化物，如燭火能繼續燃燒於氯中，沼氣能與氯起氯化反應：

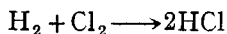


**29. 用途** (一)用為漂白劑(常製成漂白粉以運用)，漂白棉織物、麻織物、紙粕及麵粉(絲、毛不能用氯漂白)；(二)消毒飲料水；(三)製造軍用毒氣，如光氣(COCl<sub>2</sub>)、芥子氣[(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Cl)<sub>2</sub>S]、氯苦味質(CCl<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>)、二苯氯胂[(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>AsCl]等。

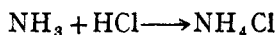
80. 製法 加硫酸於食鹽而熱之，即生氯化氫：



氫與氯混合，受日光作用直接化合而成氯化氫：



81. 性質 (一)無色有刺激臭之氣體；(二)較空氣略重(母坩重1.642克)；(三)極易溶解於水(1容積水約可溶解500容積)；(四)易液化成液體，融點 $-112.5^\circ$ ，沸點 $-83^\circ$ ，臨界溫度 $-52.3^\circ$ ，液態氯化氫不傳電，對於多數金屬不生作用；(五)與氨化合成氯化銨，發生白色烟霧：

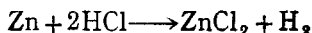


第八節 鹽酸(hydrochloric acid, HCl)

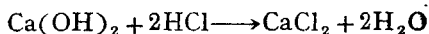
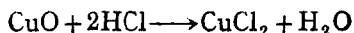
與氯酸(chloric acid,  $\text{HClO}_3$ )

32. 製法 通氯化氫於水，即溶解而成鹽酸。

33. 性質 (一)無色有酸味之水溶液；(二)呈強酸性；(三)電化次序表氫以上各金屬可化代氫：



(四)與氧化物及氫氧化物中和：



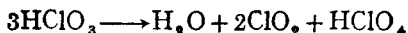
34. 用途 (一)用以製造氯，(二)用以製造調味劑，(三)實驗室內之重要試藥，(四)用以清潔金屬之表面。

35. 氯酸 氯酸與微黃色無臭黏稠之液體，吾人所知者只

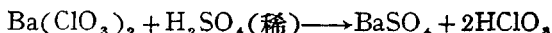
爲其水溶液。極易分解而遊離其氧，熱之則爆炸：



亦可分爲：



其製法可以氯酸鉍加入稀硫酸濾去硫酸鉍而製成：



### 第九節 溴 (bromine, Br, 原子價有 -1 +1 及 +5)

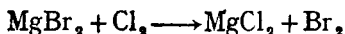
及溴化氫 (hydrogen bromide HBr)

36. 存在 天然間無遊離溴存在，其化合物以  $\text{MgBr}_2$ 、 $\text{NaBr}$  分佈爲多，產於海水及鹽湖中。

37. 製法 (一) 溴化鉀(或溴化鈉、溴化鎂)與二氧化錳混和，再加硫酸而熱之，經蒸餾即得溴：



(二) 通氯於溴化鎂(或溴化鉀、溴化鈉)溶液中而逐出其溴：

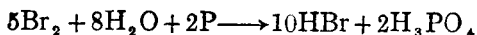


38. 性質 (一) 暗褐色有揮發性之液體；(二) 有特殊刺激臭，並具毒性，蒸氣爲紅棕色，刺激淚腺咽喉；(三) 比水重三倍(比重)；(四) 略溶於水(水溶液曰溴水)；(五) 化學作用與氯類似，但化合力較弱。

39. 用途 (一) 用以製造染料；(二) 用以製造毒氣，如二溴化乙烯  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$  (催淚毒氣)；(三) 用以製造乾片與印像紙(溴化銀)；(四) 用爲白喉塗敷或吸入之藥；(五) 用以製造神經鎮靜劑。

40. 溴化氫 溴化氫爲無色發烟性之氣體，每一容積之水

可溶600容積之溴化氫，其製法可藉赤磷之助而使與水中之氫相結合：



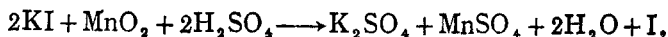
溴化氫之水溶液稱為氫溴酸，其性質與鹽酸相同，但不若鹽酸之強。次溴酸(HBrO)及溴酸(HBrO<sub>3</sub>)為次氯酸及氯酸之類似物，其鹽類亦與氯之各該化合物相似。

## 第十節 碘 (iodine, I<sub>2</sub>, 原子價 -1, +1, 及 +5)

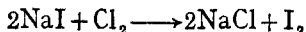
### 及碘化氫 (Hydrogen iodide, HI)

41. 存在 天然間無遊離存在，其化合物以NaI和NaIO<sub>3</sub>分佈較多，存在於海藻灰及智利硝石中。

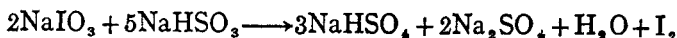
42. 製法 (一)碘化鉀與二氧化錳混和，加硫酸而熱之，昇華而得碘：



(二)通氯於海藻灰(含NaI)水中，經化代而碘遊離：



(三)加酸性亞硫酸鈉於智利硝石母液中(含NaIO<sub>3</sub>)，可以製碘：

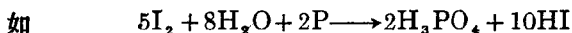


43. 性質 (一)有金屬光澤之紫黑色片狀結晶體；(二)較水約重五倍，比重 4.93；(三)有昇華性，其蒸氣為紫色而微臭；(四)難溶於水，但有KI存在時則頗能溶解(成KI<sub>3</sub>)，甚易溶解於有機溶劑中，如醚、酒精(以上褐色)、苯、四氯化碳及二硫化碳(以上紫色)等物質中；(五)化學性質與溴相似，但較溴更弱；(六)碘

能使澱粉液變為藍色。

44. 用途 (一)製造碘酒及多種藥品,如黃碘  $\text{CHI}_3$ ; (二)製造染料; (三)作檢驗澱粉之試藥。

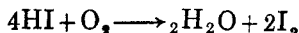
45. 碘化氫 碘化氫為無色發烟性氣體,能溶解其400倍之體積於水。其製法亦可藉赤磷之作用,使與水之氫成分相結合,



或溶碘於硫化氫之水溶液中,則硫被替代沉澱析出:



其性質與  $\text{HCl}$  及  $\text{HBr}$  相似,但較不穩定,其水溶液露置空氣中,則受氧作用而遊離其碘,變為黃色:



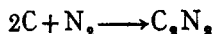
碘酸  $\text{HIO}_3$  及過碘酸  $\text{H}_5\text{IO}_6$  亦已知之,均為白色固體,此等酸與其鹽均為強氧化劑。

### 第十一節 氰 (cyanogen $\text{C}_2\text{N}_2$ ) 及

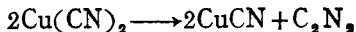
#### 氫氰酸 (hydrocyanic acid)

46. 概說 氰 (Cyanogen) 氰為碳與氮之化合物,因其性質與鹵族元素相似且為一價,故置此處論之。

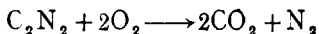
47. 製法 (1)碳在高溫度時,與氮化合而生氰:



(2)氰化銅分解:



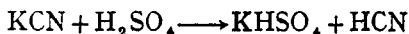
48. 性質 (一)氰為一無色極毒之氣體; (二)點火則呈赤紫色火焰而燃燒,生碳酸氣而遊離氮:



(三)與氰類似，如與鉀、鈉等元素化合，則生與氰化物相當之氰化物KCN, NaCN。

49. 用途 (一)用以製造氰化物，(二)氰化鈉或氰化鉀用以提取金礦石中之金。

50. 氰化氫 氰化氫乃一極易揮發之液體，常以硫酸與氰化鉀或氰化鈉作用製出：



其沸點為 $26^\circ\text{C}$ ，具有與桃仁相似之臭，性質極毒，其蒸氣常用以殺蟲，可以任何比例溶於水中，其水溶液稱氫氰酸，普通稱為青酸，約含2%之氫氰酸水溶液，可供呼吸器病或皮膚洗滌用之醫藥。其他如氰酸HCNO與雷酸CNOH為同分異構物。雷酸之汞鹽，又稱雷汞，常以之置於子彈及炸藥之雷管中。



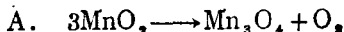
## 第三篇 二價元素

### 第一節 氧 (oxygen, O<sub>2</sub>)

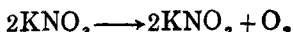
51. 發現 1774年英人(Priestley)發現。

52. 存在 空氣中有21%遊離氧。水、泥土、岩石及一切生物均爲含氧之化合物。

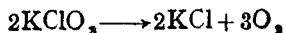
53. 製法 (一)實驗室法：(1)氧化物加熱：



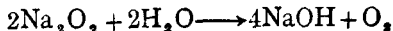
(2)硝酸鉀加熱：



(3)加熱於氯酸鉀與二氧化錳之混合物，使分解放出其氧(用排水集氣法集取)：



(4)過氧化鈉與水作用：

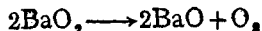


(二)工業法：(1)電解水，在陽極上放出氧，在陰極上放出氫：



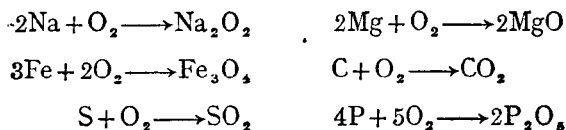
(2)蒸發液體空氣，氮先行氣化逸出，餘則爲氧。

(3)強熱過氧化鋇：



54. 性質 (一)無色無臭無味氣體；(二)較空氣略重(每

蛎重 1.429 克);(三)微溶於水(0°C.時溶解體積5%);(四)甚難液化(沸點-182°C.,冰點-218°C.);(五)化性極活潑,在高溫度時,幾能與各種元素相化合。氫、鈉、鎂、鐵、硫、碳、磷等,均能在氧中燃燒:



55. 用途 (一)空氣中之氧,供生物之呼吸,以維持生命;助物質之燃燒,為光與熱之源。(二)純粹之氧,工業上用以發生氫氧焰(2000°C.),氧炔焰(3000°C.);(三)醫藥上用以治療呼吸器官病;在飛行、採礦、潛水方面,用以調節呼吸之空氣。

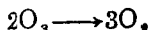
## 第二節 臭氧 (ozone, O<sub>3</sub>)

56. 生成 (一)在空氣中或氧中放電與雷鳴時,空中均發生臭氧;(二)氧受紫外光線或鐳射線作用,即變為臭氧;(三)黃磷半沉於水,臭氧因黃磷之氧化而生成;(四)氟將水分解,發生臭氧;(五)加硫酸於高錳酸鉀時,亦發生臭氧。

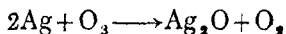
57. 製法 將氧通過兩高壓電極中間,無聲放電,即得臭氧:



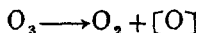
58. 性質 (一)有刺激性特臭之無色氣體;(二)較空氣重 1.5 倍;(三)微溶於水;(四)以液空氣冷卻之,則變為濃青之液態臭氧;(五)熱至 280°C. 以上,則完全變為遊離態氧:



(六)銀箔在臭氧中,變為褐色之氧化銀;



(七)甚易分解出新生態氧：



因此氧化性甚強，有漂白殺菌之效用，能氧化碘化鉀而遊離碘（故檢驗臭氧用碘化鉀澱粉紙）：



59. 用途 (一)漂白象牙、絲毛織物、油脂及澱粉等。(二)殺滅飲料水中之細菌及清潔室內空氣。

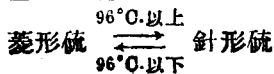
### 第三節 硫黃 (sulfur, S, 原子價 -2, +4, +6)

60. 存在 遊離硫多產於火山附近，硫化物礦有黃鐵礦 ( $\text{FeS}_2$ )、黃銅礦 ( $\text{FeCuS}_2$ )、輝銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{S}$ )、輝銀礦 ( $\text{Ag}_2\text{S}$ )、方鉛礦 ( $\text{PbS}$ )、辰砂 ( $\text{HgS}$ )、方鋅礦 ( $\text{ZnS}$ )、硫酸鹽礦如石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、重晶石 ( $\text{BaSO}_4$ )等，分佈頗廣。

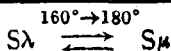
61. 製法 (一)用天然所產遊離硫加熱，導其蒸氣而冷凝之即得，昇華所成粉狀硫稱硫華；(二)用壓榨空氣從深井中由分管壓上。

62. 同素體 硫之同素體，固態的有菱形硫、針形硫、彈性硫三種，液態的有  $S_\lambda$  與  $S_\mu$  兩種。

種類	比重	融點	穩定狀	製法
菱形硫(斜方晶硫)	2.06	114.5°C.	穩定	由 $\text{CS}_2$ 溶液蒸發
針形硫(單斜晶硫)	1.96	119°C.	不	由融體之結晶
彈性硫(無定形硫)	1.95	無定	不	由融體之急冷



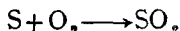
種類	色	性質	存在溫度
$S_\lambda$	淡黃	流動性大	$114.5^\circ\text{C.} \longrightarrow 160^\circ\text{C.}$
$S_\mu$	褐黃	黏稠性大	$160^\circ\text{C.} \longrightarrow 180^\circ\text{C.}$



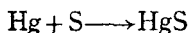
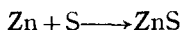
硫之分子組織隨溫度高低而變異：



63. 化學性質 (一)在空氣燃燒發藍色火焰成二氧化硫



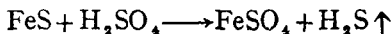
(二)與金屬直接化合成硫化物(除金鉛外)：



#### 第四節 硫化氫 (hydrogen sulfide, $H_2S$ , 氫硫酸)

64. 存在 火山噴出氣體中,硫黃泉水中,均含有硫化氫,有機物質及蛋等腐敗時,亦發生此氣。

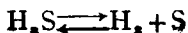
65. 製法 (一)氫與硫直接化合;(二)加鹽酸或硫酸於硫化鐵:



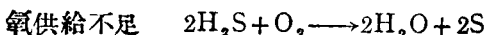
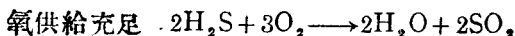
66. 性質 (一)無色有惡臭氣體;(二)有毒性;(三)較空氣略重(每升重1.54克);(四)甚易溶於水( $0^\circ\text{C.}$ 時,可溶解4倍體積);(五)水溶液呈弱酸性反應,常稱氫硫酸:



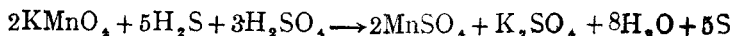
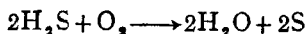
(六)性不安定,加熱則分解為氫與硫:



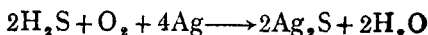
(七)能在空氣中燃燒：



(八)易受氧化，呈還原性，可還原種種氧化劑——水溶液久置空氣中，即有硫遊離：

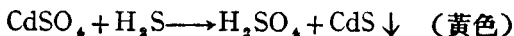


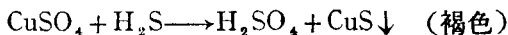
(九)銀遇硫化氫，即變黑色成爲硫化銀：



(十)在水溶液中， $\text{H}_2\text{S}$ 能與多種金屬鹽類作用，生成不溶解不同顏色之硫化物沉澱：(a)不溶解於酸性溶液中之硫化物，可由其鹽溶液通入硫化氫而沉澱者，如 $\text{CuS}$ 、 $\text{HgS}$ 、 $\text{PbS}$ 、 $\text{Sb}_2\text{S}_3$ 、 $\text{As}_2\text{S}_3$ 。(b)硫化物溶於酸性溶液中，但不溶解於鹼性溶液者，可由其鹽類加入硫化鈉或硫化銨之溶液，使之沉澱，如 $\text{ZnS}$ 、 $\text{FeS}$ 、 $\text{MnS}$ 、 $\text{NiS}$ 。(c)硫化物之不溶於水但與水發生作用者，不能在溶液中製之，可以利用金屬與硫直接化合，或以碳使其硫酸鹽還原，如 $\text{CaS}$ 、 $\text{BaS}$ 等

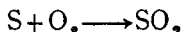
(十一)有數種金屬硫化物，發生特殊之色，分析化學上常藉此以檢該金屬之離子，如



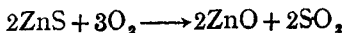
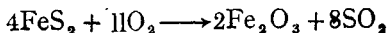


## 第五節 二氧化硫 (sulfur dioxide, $\text{SO}_2$ , 亞硫酸)

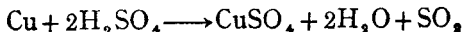
67. 製法 (一)硫在空氣中燃燒:



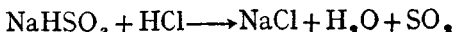
(二)煅燒金屬硫化物,如黃鐵礦、方鉛礦:



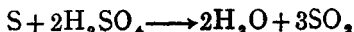
(三)濃硫酸與銅共熱:



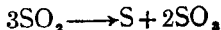
(四)亞硫酸氫鈉或亞硫酸鈉加鹽酸分解:



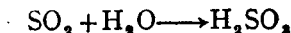
(五)硫與硫酸加熱:



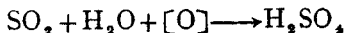
68. 性質 (一)無色有刺激臭之氣體;(二)較空氣爲重(每升重2.93克);(三)甚易液化,沸點 $-8^\circ\text{C}$ .);(四)氣化熱極大,其液體蒸發時可生 $-60^\circ\text{C}$ .之低溫;(五)甚易溶解於水(可溶解50倍體積於水);(六)熱至 $1800^\circ\text{C}$ .即分解爲硫與三氧化硫:



(七)與水化合而成亞硫酸:



(八)能氧化成三氧化硫,爲一強還原劑,呈漂白性:

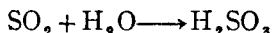


69. 用途 (一)製造硫酸;(二)用爲冷却劑以製冰;(三)

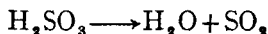
用爲漂白劑，漂白絲、毛、草等；(四)用爲殺菌防腐劑。

### 第六節 亞硫酸 (Sulfurous acid, $H_2SO_3$ )

70. 製法 通  $SO_2$  於水中，即溶解而成亞硫酸：



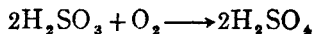
71. 性質 (一)甚易分解(祇存在於水溶液中)：



(二)呈弱酸性反應：



(三)易受氧化而成硫酸，是一種還原劑，能還原有機物使有色變爲無色而呈漂白作用：

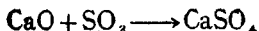


72. 用途 (一)用爲漂白劑，以漂白絲、毛、草等；(二)用爲殺蟲劑(昔用於罐頭物品)。

### 第七節 三氧化硫 (sulfur trioxide, $SO_3$ , 硫酐)

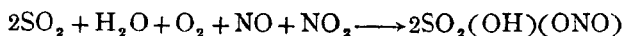
73. 製法 用氧(或空氣)與二氧化硫之混合氣體，於溫度  $400^\circ C$ . 通過鉑粉或鉑石棉上，即化合而成三氧化硫，可用冰冷凝之(砷有害於鉑之接觸效用，現時多用鈳之氧化物爲接觸劑)。

74. 性質 (一)液態三氧化硫是無色，於  $16.8^\circ C$ . 凝固，固態三氧化硫有三種不同晶形；(二)易溶於水，與水化合而成硫酸發生大量熱  $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$ ；(三)低溫時重合而成  $S_2O_6$ ，高溫( $100^\circ C$ .) 則完全分解；(四)與金屬氧化物直接化合成硫酸鹽：



## 第八節 硫酸 (sulphuric acid, $H_2SO_4$ )

**75. 製法** (一)鉛室法——於爐中燃燒黃鐵礦以發生二氧化硫與空氣，將硝酸蒸氣(氧化氮)及水蒸氣，同時送入鉛室內，起下列反應而成硫酸：



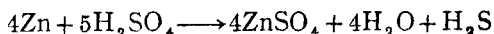
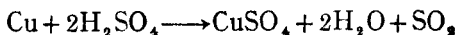
(二)接觸法——將乾純之  $SO_2$ ，與空氣通過  $450^\circ C$ . 左右之鉑石棉觸媒，使氧化而成  $SO_3$ ，再導入於稀硫酸中，使與水化合而成硫酸：



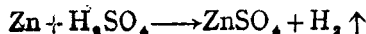
**76. 性質** (一)純粹硫酸為無色油狀液體；(二)與水以任意重量相互密切混和；(三)沸點甚高( $330^\circ C$ .)，故常用以製造沸點較低酸類如鹽酸、硝酸等；(四)吸收水分之力極強(與水化合成水化物，同時發生大量之熱)，故糖類，纖維質如布、木、紙及皮膚等，遇濃硫酸立被破壞而遊離黑色碳素；(五)有強酸性反應，電離度次於鹽酸和硝酸；(六)加熱至高溫度即起分解：



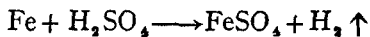
(七)對於金屬作用：(A)濃硫酸對金屬起氧化作用：



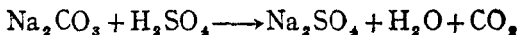
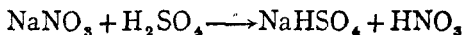
(B)稀硫酸對於電化次序表氫以前金屬起化代作用：







(八)與鹽類相作用,以製造沸點較低之酸類:



77. 用途 (一)化學工業上應用最廣之原料,如製造鹽酸、硝酸、肥料、提煉石油、炸藥等;(二)用為脫水劑與乾燥劑。

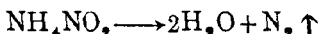
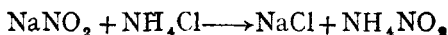
## 第四篇 三價元素

### 第一節 氮 (nitrogen, N<sub>2</sub>)

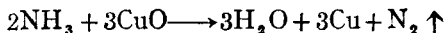
78. 發現 英人盧施福德(Rutherford)於1772年發現。

79. 存在 空氣中有遊離氮<sub>2</sub>，蛋白質為氮之複雜化合物。

80. 製法 (一)蒸發液體空氣，氮先行氣化逸出；(二)燃燒黃磷於密閉器中，氧被除去，餘即為氮；(三)通空氣經過熱銅屑上，使氧與銅化合，氮則逸出；(四)亞硝酸鈉與氯化銨混和而熱之，即放出氮(實驗室法)：



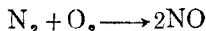
(五)將氨通過熱氧化銅，起如下反應而放出氮：



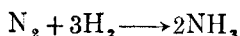
81. 性質 (一)無色無臭無味氣體；(二)較空氣略輕(每升重1.2507克)；(三)微溶解於水；(四)甚難液化(沸點-195.7°C. 冰點-210.5°C.)；(五)氮分子經無聲放電，則一部份變為極不穩定之原子氮，原子氮能與分子氮化合而成N<sub>3</sub>；(六)常溫時化性極弱，不助燃，亦不能自燃，但在高溫度時能與鈣、鎂直接化合成氮化物：



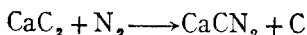
(七)經電弧作用能與氧直接化合而成氧化氮：



(八)經接觸作用能與氫直接化合而成氨：



(九)氮被灼熱之碳化鈣吸收而生氰氨化鈣：

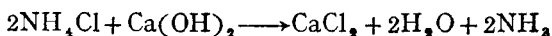


82. 用途 (一)空中之氮可沖淡氧以緩和氧化作用；(二)填充溫度計上端之空間，製造高溫溫度計；(三)工業上用以製造氨、酸硝、肥料、炸藥。

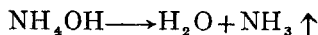
## 第二節 氮 (ammonia, $\text{NH}_3$ )

83. 概說 俗稱阿摩尼亞，亦稱礪精，現稱為氨。

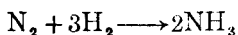
84. 製法 (一)用氯化銨(礪砂)與消石灰混和後加熱(上方換代空氣法集取)，硫酸銨或硝酸銨可代替氯化銨；氫氧化鈉，氫氧化鉀可替代消石灰：



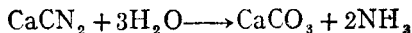
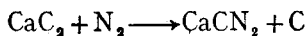
(二)加熱氨水，分解氫氧化銨：



(三)合成法(哈保Haber法) 將空氣中氮與氫混合於 $450^\circ\text{C}$ . 200氣壓時，通過鐵粉接觸劑，便直接合成氨：

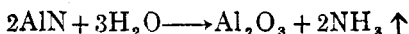


(四)氰氨化鈣法 將空中氮氣通過高熱之碳化鈣，使化合成氰氨化鈣，再於高壓下通水蒸氣，即分解而生氨：



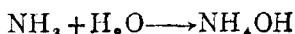
(五)氮化鋁法 將氧化鋁與焦煤混合於電爐中熱之，通以空氣中之氮，化合成氮化鋁，再於高壓下通以水蒸氣，則分解而

生氨：

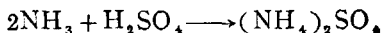
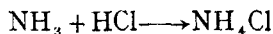


(六)乾餾煤製得煤氣時之副產物。

85. 性質 (一)無色有惡臭之氣體；(二)較空氣為輕(每坩重0.7708克)；(三)極易液化為液體，(在常溫時，僅加七氣壓即得液化之硝精，比重0.6，於 $-33^\circ\text{C}$ .沸騰)；(四)至 $-77^\circ\text{C}$ .以下，則結為固體；(五)氣化熱非常之大，每克液體氨氣化時吸320卡熱，常利用此性以製冰；(六)極易溶解於水(標準狀態下1體積水可溶解氨1148體積)；(七)氨熱至高溫或受電火花作用，就解離為氫與氮(八)與水化合而成氫氧化銨：



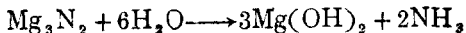
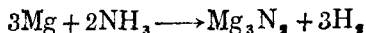
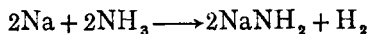
(九)與各種酸類化合成銨鹽：



(十)能在純氧中燃燒發生黃色火焰：



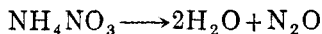
(十一)鉀、鈉能取代氨中一部分的氫，成氨基化物，鎂、鋇則能取代氨中所有的氫，成氮化物，皆能與水作用變成氨：



86. 用途 (一)製造硝酸、氮肥料及銨鹽；(二)製造人造冰；(三)家庭中用氨水為洗濯劑與清潔劑(蟲類毒液)。

### 第三節 氧化二氮(nitrous oxide, N<sub>2</sub>O)

87. 製法 加熱硝酸銨，用排熱水法集取之：

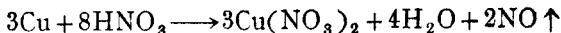


88. 性質 (一)無色，微臭，略有甜味之氣體；(二)較空氣略重(每升重 1.93 克)；(三)易液化(0°C. 30氣壓)；(四)略能溶解於水(但不溶於熱水)；(五)甚易分解成氮與氧，故碳、硫、磷等均能在此氣中燃燒，其現象與在氧中燃燒時相似；(六)吸入多量能使人發狂笑，故俗稱笑氣。

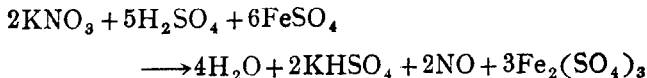
89. 用途 昔多用為外科牙醫之麻醉劑。

### 第四節 氧化氮(nitric oxide, NO)

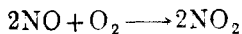
90. 製法(一)加稀硝酸於銅(或汞)：



(二)加硝酸於硫酸亞鐵，或用硝酸鉀與硫酸及硫酸亞鐵熱之，可得純粹之氧化氮：



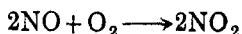
91. 性質 (一)無色無臭之氣體；(二)較空氣略重(每升重 1.34 克)；(三)難溶於水；(四)甚難液化；(五)頗難分解，但燃着之磷能在此氣中繼續燃燒；(六)與氧直接化合成紅棕色氣體之二氧化氮：



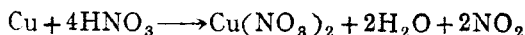
92. 用途 (一)用製硝酸，(二)用為鉛室製造硫酸法中之接觸劑(NO<sub>2</sub>與NO)。

### 第五節 過氧化氮(nitrogen peroxide, $N_2O_4$ , $NO_2$ )

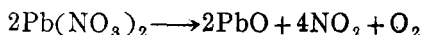
93. 製法 (一)由氧化氮與氧直接化合:



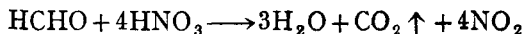
(二)加濃硝酸於銅:



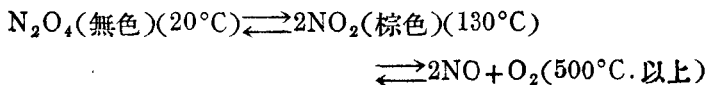
(三)強熱硝酸鉛,即分解成氧與二氧化氮,導經 U 形管,外以冰冷却之,遂得黃色液態二氧化氮:



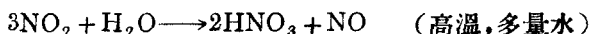
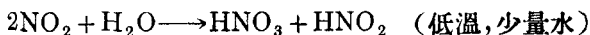
(四)加甲醛液於濃硝酸:



94. 性質 (一)常溫為紅棕色有惡臭之氣體;(二)具有毒性;(三)甚易液化為淡黃色之液體,於  $-30^\circ C$ . 時凝固;(四)低溫時重合為四氧化二氮;高溫時則分解成氧與氧化氮:

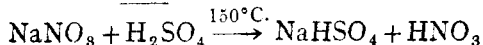


(五)甚易溶於水,並與水化合而成硝酸:



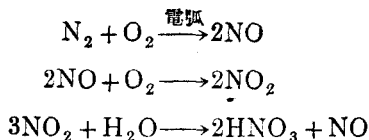
### 第六節 硝酸(nitric acid, $HNO_3$ )

95. 製法 (一)智利硝石與濃硫酸混合加熱蒸餾即得硝酸:

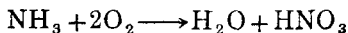


(二)電弧法 通空氣經過電弧( $3500^\circ C.$ ),一部份氧與氮即

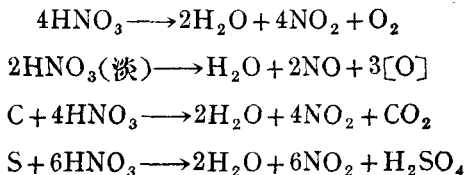
化合成氧化氮，冷卻之復與氧直接化合成二氧化氮，用水吸收即成硝酸：



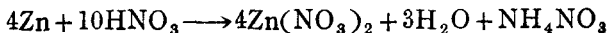
(三)氧化氨法(Ostwald 法) 氨與空氣混合通過高熱(600°C.)之鉑網(接觸劑)，即氧化成硝酸：



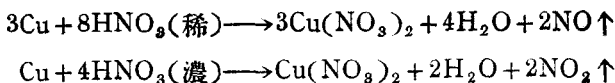
96. 性質 (一)純硝酸為無色液體(比重 1.53, 含  $\text{NO}_2$  帶黃色); (二)易揮發(沸點  $86^\circ\text{C}.$ ); (三)吸水性頗強, 可與水以任何比例量融和; (四)呈強酸性反應; (五)甚易分解放出氧, 為一強氧化劑:



(六)除金與鉑外, 硝酸能溶解一切普通金屬, 電次化序表氫以上之金屬與硝酸作用, 多發生  $\text{NO}$  或  $\text{NH}_3$ :



電化次序表氫以下之金屬與稀硝酸作用, 常發生氧化氮, 與濃硝酸作用多發生二氧化氮:



(七)可與鹽酸作用放出氯:

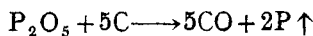
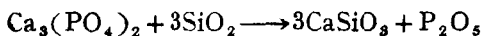


97. 用途 (一)製造炸藥、染料、賽璐珞、肥料等；(二)用為腐蝕劑，溶解金屬。

### 第七節 磷(phosphorus, P<sub>4</sub> 或 P, 原子價 3,5)

98. 存在 在自然界中，無遊離磷存在，礦產以磷灰石礦 Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 分佈最廣，動物骨中含有磷。

99. 製法 將磷灰石與焦煤及二氧化矽混合，置於電爐中強熱之，則起變化，即發生磷之蒸氣，導入冷水中，則凝固成白磷(黃磷)：



將白磷置於密閉器中，熱至 250°C. 左右，即變成赤磷(加微量之磷為觸媒)。

100. 性質 白磷與赤磷之性質列表比較如下：

	黃 磷	赤 磷
狀態	白色、淡黃色、蠟狀固體。	暗紅色粉末
臭味	有蒜臭	無臭味
毒性	有劇毒性	無毒性
比重	1.83—1.85	2.65—2.69
融點	44°C.	500°—600°C.
着火點	頗低約 30°C.	260°C.
磷光	在黑暗處發磷光	在暗處不發磷光
溶解性	不溶於水，能溶於 CS <sub>2</sub>	均不溶解
與氧作用	成 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 或 P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	成 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 或 P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
與鹵素作用	猛烈燃燒成 PCl <sub>3</sub> 或 PCl <sub>5</sub>	作用較緩和

101. 用途 製造火藥及軍用煙幕。摩擦火柴，昔時多用黃



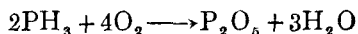
磷，現時用三硫化四磷 $P_4S_3$ ，安全火柴則用赤磷。

### 第八節 磷化氫 (phosphine, 三氫化磷, $PH_3$ )

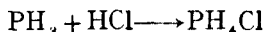
102. 製法 置黃磷於濃氫氧化鉀溶液中加熱，即得磷化氫，同時有少量之 $P_2H_4$ 生成：



103. 性質 (一)無色有惡臭劇烈之毒性之氣體；(二)微溶於水，不與水化合，與 $NH_3$ 異；(三)能在空氣中燃燒(含有 $P_2H_4$ 自燃)：



(四)與鹵族元素之氫化物化合生成鹽：



### 第九節 火柴 (matches)

104. 摩擦火柴 主要原料昔用黃磷，現用三硫化四磷 $P_4S_3$ 。火柴頭藥料為 $P_4S_3$ 與硫黃或三硫化二銻之易燃物，與二氧化鉛或氯酸鉀之氧化劑及膠水混合物。先將火柴軸頭浸於熔融石蠟中，再蘸着 $P_4S_3$ 混合糊而乾燥之即成。

105. 安全火柴 軸頭藥料與匣邊藥料如下：

軸頭	}	易燃物	硫黃、三硫化二銻。
		氧化劑	氯酸鉀、二氧化錳、重鉻酸鉀。
		固着劑	膠。
匣邊	}	引火劑	紅磷。
		易燃物	三硫化二銻。
		氧化劑	二氧化錳。

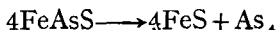
摩擦劑 玻璃粉。  
 固着劑 膠。

先將火柴棒一端浸入熔融石蠟中，再蘸着軸頭藥料混合糊而乾燥之，另以匣邊藥料混合物塗於匣之兩邊。當火柴頭在匣邊上摩擦時，因摩擦所生之熱，紅磷變黃磷而發火，於是引起火柴頭上易燃物之燃燒，更進燒至木柴。

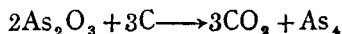
### 第十節 砷 (arsenic, $As_4$ , 原子價 3, 5.)

106. 存在 礦產有硫砷鐵礦 ( $FeAsS$ )、雄黃 ( $As_2S_3$ )、雞冠石 ( $As_2S_2$ ) 與砒石 ( $As_2O_3$ ) 等。

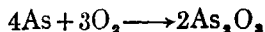
107. 製法 (一) 強熱硫砷鐵礦，分解而遊離砷：



(二) 三氧化砷與焦炭混和而熱之，遂還原而遊離砷：



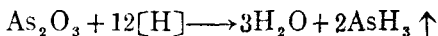
108. 性質 砷有灰砷、黑砷、黃砷三種同素體。普通的砷是灰砷，其特性有：(一) 灰色，性脆，而有金屬光澤之固體；(二) 有昇華性，蒸氣有蒜臭；(三) 有毒性；(四) 比重在非金屬中很大 (5.7)；(五) 能傳熱導電；(六) 在空中燃燒生成三氧化砷：



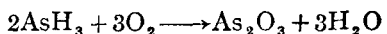
109. 用途 製造鉛彈常加微量之砷於鉛，以增鉛之硬度。

### 第十一節 砷化氫 (arsine, $AsH_3$ )

110. 製法 三氧化砷與鋅同置玻璃瓶中加入鹽酸，則  $As_2O_3$  被氫所還原而成砷化氫：



111. 性質 (一)無色有臭之氣體;(二)有劇毒性;(三)甚易被熱分解;(四)能在空氣中燃燒:



當空氣供給不充足,則氧化不完全,砷一部分遊離在冷表面上結成光亮砷鏡(馬氏試砷法)。

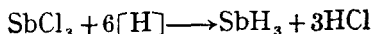
## 第十二節 銻 (antimony, Sb, 原子價 + 3, + 5)

112. 存在 礦產以輝銻礦( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ )最多,湖南新化出產甚著。

113. 製法 輝銻礦與鐵同熱:



114. 性質 銻有三種同素體:(1)普通銻,(2)黃銻,(3)黑銻。(一)普通銻為銀白色有光澤之斜方晶形固體;(二)性脆,其質重(比重6.7);(三)為不良導體;(四)液體凝固時體積略膨脹;(五)在空氣中加熱即發藍色焰而燃燒,與氯起劇烈化合生成三氯化銻;(六)與濃鹽酸,硫酸可起作用,與濃硝酸作用則氧化成不溶解之氧化銻;(七)硫化銻可用銻鹽溶液,通過硫化氫而製成;(八)三氫化銻可用新生氫與三氯化銻還原而成:

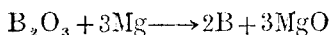


115. 用途 (一)鑄造鉛活字;(二)三硫化銻用以製造火柴,及橙色顏料;(三)五硫化銻供赤色橡皮之製造,亦用作除痰藥。

## 第十三節 硼 (boron, 原子價 + 3)

116. 存在 硼常以硼酸及硼酸鹽而存於自然界。

117. 製法 可由其氧化物與鋁或鎂共熱，使還原而製之：



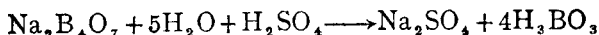
118. 性質 (一)黑褐色無定形之固體；(二)比重2.5；(三)有結晶狀與無定形狀二種同素體；(四)結晶狀硼硬度僅亞於金剛石；(五)強熱於空氣中，則氧化而生硼酐：



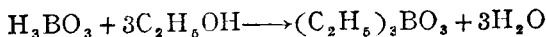
(六)與鹽酸作用，則生三氯化硼。

119. 用途 硼元素在工商業上無甚用途。

120. 硼之其他化合物 (一)硼酸( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) 溫泉水中，常含有硼酸與水蒸氣一同蒸出，實驗室內常以硼砂之熱濃溶液加硫酸以製之：

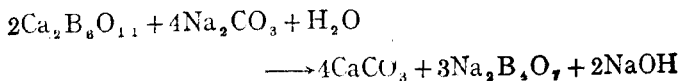


硼酸為片狀之結晶體，其水溶液呈弱酸性，能殺菌，與酒精加熱則生硼酸乙酯：



燃之發生綠綠之火焰，常用為防腐劑及洗滌之用。

(二)硼砂( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) 硼砂，乃五縮四原硼酸鈉鹽之含物，市上所售之硼砂，多由硼酸鈣礦(colemanite)與碳酸鈉溶液作用以製之：



其水溶液有鹼性反應，家常軟化硬水，防腐消毒等多用之。又金屬氧化物置硼珠中熱之使熔，多能顯其特有之色，分析上用以鑑別金屬；工業上常用為製造玻璃及瑤瑯之原料。

## 第五篇 四價元素

### 第一節 碳 (carbon, C, 原子價 + 4, - 4)

121. 存在 金剛石、石墨、煤為天然產之遊離碳，碳酸氣、碳酸鹽及一切有機化合物，均為碳化合物。

122. 碳同素體 (一) 金剛石 金剛石為正八面結晶體，極純者透明無色，不純者則呈種種之色，劣者為黑色，硬度在一切物質中為最高，比重為3.5，折射率頗大，在氧中強熱之，則起燃燒而成  $\text{CO}_2$ 。用作裝飾品及切割玻璃瓷器研磨之用。產金剛石最著名之地為南非洲。法人莫愛遜 (Moisson) 發明人造法：加純粹之碳(由蔗糖製得)於熔融之鐵內，急速冷卻使之凝固，碳在鐵中變成微粒金剛石，用強酸溶去鐵即得。

(二) 石墨 石墨為黑色有光澤而柔軟之片狀結晶體，較金剛石為輕(比重2.25)，為傳電良導體，能耐高溫，但在氧中強熱之亦起燃燒而成  $\text{CO}_2$ 。用以製造鉛筆、電極，及作減摩劑。工業上用焦煤置於電爐中，隔絕空氣，強熱至高溫度，可製成石墨。

(三) 無定形碳 (1) 木炭 由乾餾木材而成，同時得甲醇、乙酸、丙酮等副產物。為黑色無定形之多孔物質，日常用為燃料，冶金上用為還原劑。如乾餾椰子殼、胡桃殼所得之炭，再經鹽酸與高熱蒸氣處理，則有吸附毒氣效力，稱為活性炭。用為防毒之吸收劑。

(2) 煤 煤為太古植物，埋於地下久受地熱與強壓作用，漸行分解而成。視年代長短，碳化程度分無烟煤、有烟煤、褐煤、泥

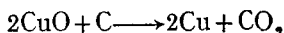
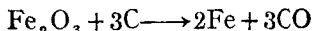
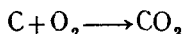
煤等，皆用爲燃料，有烟煤可用以製造煤氣與焦煤。

(3) 焦煤 乾餾烟煤，得煤氣、氨、煤焦油，殘餘固體即焦煤。用作燃料及冶金上之還原劑及製造石墨。

(4) 骨炭 乾餾動物之骨所得之炭，有吸着色素之特性，用以精製蔗糖。

(5) 油煙 將松脂油類置於空氣不流通處燃燒之，冷卻所生黑煙，即爲油煙。用以製造黑墨、油墨及顏料。

123. 性質 (一)除金剛石外皆爲黑色固體；(二)不能熔融爲液體，熱至 $3500^{\circ}\text{C}$ 以上則氣化；(三)在常溫時，不與任何物質起作用，高溫度在空中燃燒成二氧化碳，並能還原金屬氧化物：

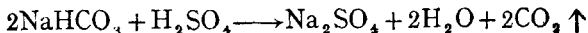
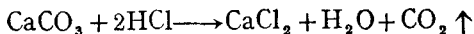


(四)用電爐之高溫度，碳能與鐵、鈣、矽、硫等化合而成碳化物，如： $\text{Fe}_3\text{C}$ 、 $\text{CaC}_2$ 、 $\text{Al}_4\text{C}_3$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{CS}_2$ 。

## 第二節 二氧化碳 (carbon dioxide, $\text{CO}_2$ , 碳酐)

124. 存在 空氣中約有萬分之三、四，其來源：(1)動物之呼吸；(2)物質之燃燒；(3)有機物之腐敗與發酵。

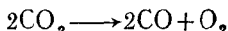
125. 製法 (一)加鹽酸於石灰石，或加硫酸於碳酸鈉或碳酸氫鈉：



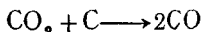
(二)在充分空氣中燃燒煤或碳： $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow$

(三)強熱石灰石： $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

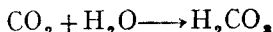
126. 性質 (一)無色無臭氣體；(二)較空氣重 1.5 倍(每坪重 1.9768 克)；(三)易溶於水，常溫約能溶等量氣體；(四)在高壓下甚易液化  $5^\circ\text{C}$ ., 40 氣壓)；(五)不能助燃亦不能自燃；(六)極難分解， $2000^\circ\text{C}$ . 時祇有 1.8% 分離：



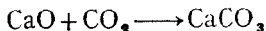
(七)高溫度時，碳能還原之，使成一氧化碳。鎂能在此氣中燃燒：



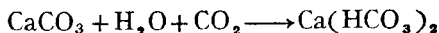
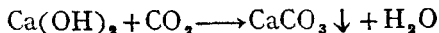
(八)與水化合成弱酸性之碳酸：



(九)與金屬氧化物化合成碳酸鹽：



(十)與石灰水作用，生白色沉澱之碳酸鈣，通入過量，則成酸性碳酸鹽而溶解：



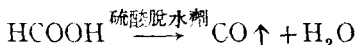
127. 用途 (一)空中碳酸氣為植物生長要素(光合作用)；(二)製造清涼飲料如汽水、啤酒等；(三)用以滅火(小蘇打與硫酸)；(四)液體二氧化碳用為寒劑(乾冰是固體二氧化碳)；(五)製造碳酸鈉、碳酸鉛之原料。

### 第三節 一氧化碳(carbon monoxide, CO)

128. 製法 (一)碳或煤在空氣供給不足之處燃燒，或通

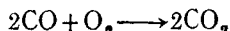
二氧化碳經赤熱之碳： $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$ ,  $CO_2 + C \longrightarrow 2CO$

(二)加甲酸於熱濃硫酸中，或用草酸與濃硫酸加熱：

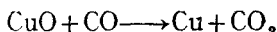


將混合氣體通過NaOH液除去CO<sub>2</sub>。

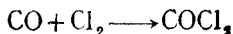
**129. 性質** (一)無色無味微臭之氣體；(二)較空氣略輕(每升重 1.25 克)；(三)甚難溶解於水；(四)極難液化(沸點 -192°C.)；(五)有劇烈毒性(因與血液中之紅血球結合，使喪失輸送氧之機能)；(六)能在空氣中燃燒成二氧化碳：



(七)有還原性，能在氧化物中吸取氧：



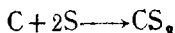
(八)與氯混合通過骨炭觸媒，或經日光，化合而成光氣：



**130. 用途** (一)氣體燃料(水煤氣主要成分)；(二)冶金術上用為還原劑，提煉金屬；(三)製造毒氣、甲醇及甲醛。

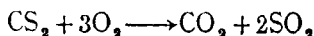
#### 第四節 二硫化碳 (carbon disulfide)

**131. 製法** 用焦煤與硫混合於電爐內強熱而製之：

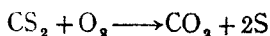


**132. 性質** (一)無色揮發性之液體，沸點46°C.；(二)因夾有某種硫化物而放不快之臭氣；(三)比重1.3；(四)屈折分散光線之性甚強；(五)能溶解黃磷、硫、碘及脂肪、樹膠等物質；(六)點火舉青色之燄而燃燒：





(七)在空氣中受氧化作用則析出硫：



133. 用途 (一)用為溶劑；(二)製造折光器械；(三)用作殺蟲劑。

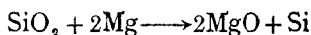
### 第五節 矽 (silicon, Si, 原子價 4)

134. 存在 分佈極廣，佔地殼總量之 26.3%，二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 和各種矽酸鹽為礦石與土質之主要成分。

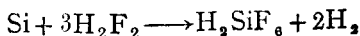
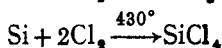
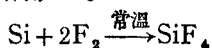
135. 製法 (一)將二氧化矽與焦炭混和，置於電爐中強熱之，則還原而遊離出矽：



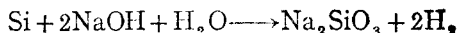
(二)以鎂粉或鋁粉與矽混和而熱之：



136. 性質 (一)無定形矽為棕褐色粉末；(二)比重 2.37；(三)融點頗高 ( $1400^\circ\text{C}.$ )；(四)甚易與鹵族元素化合成氣體化合物，溶解於氫氟酸中成氟矽酸。



(五)與熱氫氧化鈉作用，發生氫：



(六)於電爐中與碳化合成碳化矽 ( $\text{SiC}$ )，俗稱金剛砂。

137. 用途 製造矽鐵齊、抗酸鋼與金剛砂。

## 第 三 部

### 第一篇 鹼金屬

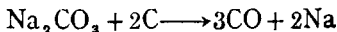
#### 第一節 鈉 (sodium, Na, 原子價 +1)

138. 存在 自然界中無遊離存在，化合物中以食鹽分佈最廣，智利硝石、碳酸鈉亦多。

139. 製法 (一)電解法 電解熔融氫氧化鈉。



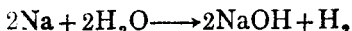
(二)還原法 將碳酸鈉與焦炭混和強熱之：



140. 性質 (一)銀白色柔軟之金屬；(二)較水為輕(比重 0.97)；(三)融點頗低(97°C.)，(沸點 880°C.)；(四)在空氣中極易氧化，在空氣中或氧中熱之，則起燃燒(鈉須貯於石油中)。



(五)遇水立起猛烈作用，放出氫：



(六)與鹵族元素直接化合：



141. 用途 製造鈉汞齊，用為還原劑，與鈉蒸氣電燈。

#### 第二節 氫氧化鈉 (sodium hydroxide,

NaOH, 亦名苛性鈉或燒鹼)



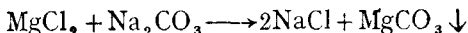


148. 存在 海水中約含 2.5%。自海水中取得者曰海鹽，自鹽井或鹽池取得者曰井鹽，又成礦岩產出者曰岩鹽。

149. 製法 (一)曬法 日光曝曬海水蒸發水分；(二)煎法 置鹽滿於鍋中煎煮。

150. 性質 (一)白色有鹹味之立方結晶體；(二)易溶於水；(三)加熱能液化成液體，並能氣化為氣體；(四)粗製食鹽含有氯化鎂，在空氣中易潮解，並帶苦味。除去粗鹽中氯化鎂之方法：  
(1)煎炒之使  $MgCl_2$  水解成  $MgO$ :  $MgCl_2 + H_2O \rightarrow MgO + 2HCl \uparrow$

(2)加碳酸鈉於粗鹽水溶液，使成碳酸鎂沉澱：

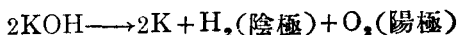


151. 用途 (一)日常用作調味品與防腐劑(醃製食物)；(二)工業上利用鈉之成分以製造氫氧化鈉及鈉金屬，利用氯之成分以製造氯、鹽酸及漂白粉等。

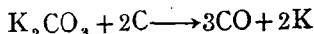
### 第五節 鉀 (potassium, K, 原子價 + 1)

152. 存在 自然界中無遊離鉀存在，礦物分佈頗廣，如鉀石鹽 Sylvite  $KCl$ ，白鹵鹽 Carnallite  $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$

153. 製法 (一)電解法 電解熔融氫氧化鉀：

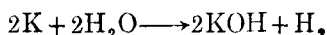


(二)還原法 將碳酸鉀與焦炭混和強熱之：



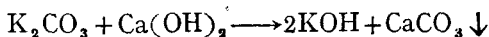
154. 性質 (一)銀白色柔軟之金屬；(二)較水為輕(比重為 0.86)；(三)融點甚低( $62.5^\circ C.$ )；(四)在空氣中極易氧化，甚至引起燃燒(故鉀須貯於石油中)；(五)遇水立起猛烈作用，發生

氫，並起燃燒，發紫色火焰：

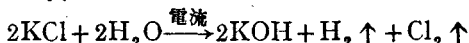


## 第六節 氫氧化鉀 (potassium hydroxide, KOH, 苛性鉀)

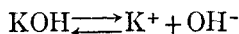
155. 製法 (一)加消石灰於碳酸鉀水溶液：



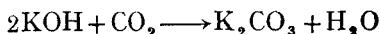
(二)電解氯化鉀溶液：



156. 性質 (一)白色脆性固體；(二)極易潮解；(三)甚易溶於水中，溶解時發生大熱；(四)有強腐蝕性；(五)水溶液有強鹼性反應：



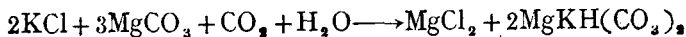
(六)甚易吸收二氧化碳，與之化合成碳酸鹽：



157. 用途 製造軟肥皂(工業上多用NaOH代之)。

## 第七節 碳酸鉀 (potassium carbonate, $K_2CO_3$ )

158. 製法 (一)與路布蘭製造 $Na_2CO_3$ 法同，但用KCl為原料。(二)將有 $MgCO_3$ 之KCl溶液通入 $CO_2$ 熱之，取得 $MgKH(CO_3)_2$ ，再將 $MgKH(CO_3)_2$ 熱至 $120^\circ C.$ ，使之分解：



159. 性質 與 $Na_2CO_3$ 類似。

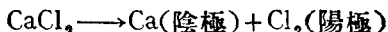
160. 用途 用以製造玻璃、肥皂。

## 第二篇 鹼土金屬

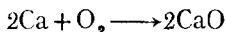
### 第一節 鈣 (calcium, Ca, 原子價 + 2)

161. 存在 自然界中無遊離存在，礦物常以碳酸鈣 ( $\text{CaCO}_3$ )、石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、矽酸鈣 ( $\text{CaSiO}_3$ )、磷酸鈣 [ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ] 及氟化鈣 ( $\text{CaF}_2$ ) 產出。

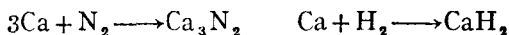
162. 製法 電解熔融之氯化鈣：



163. 性質 (一)銀白色之金屬；(二)較水略重(比重1.55)；(三)融點高(760°C.)；(四)在空氣中易氧化，溫度愈高氧化愈速：



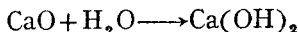
(五)在高溫度與氮、氫均能直接化合：



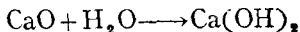
### 第二節 氧化鈣 (calcium oxide, CaO)

164. 製法 石灰石加熱  $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

165. 性質 (一)白色無定形固體；(二)極不易熔融；(三)在氫之火焰中能發強光(石灰光)；(四)與水起劇烈作用，發大熱：



(五)在空氣中逐漸變為氫氧化鈣與碳酸鈣(空氣消和)：

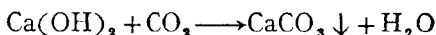


166. 用途 製造氫氧化鈣用於建築上，用為冶金中熔劑，氣體或液體之吸水劑。

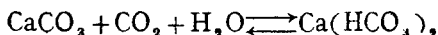
### 第三節 碳酸鈣 (calcium carbonate, $\text{CaCO}_3$ )

167. 存在 天然礦產極廣，如方解石、大理石、石灰石、鐘乳石、石筍、霰石、貝殼等皆是。

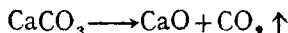
168. 製法 通碳酸氣於石灰水得沉澱之碳酸鈣：



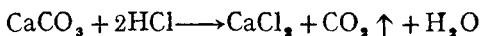
169. 性質 (一)白色粉狀晶體；(二)不溶於水，但能溶於含有碳酸氣之水中：



(三)強熱之則分解而成氧化鈣



(四)遇酸則分解放出碳酸氣：



170. 用途 石灰石製造生石灰、水泥、玻璃等。

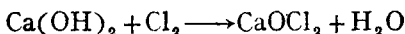
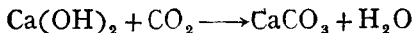
### 第四節 氫氧化鈣 (calcium hydroxide,

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，俗稱熟石灰或消石灰)

171. 製法 加水於生石灰即起劇烈作用而成熟石灰：



172. 性質 (一)吸收二氧化碳成碳酸鈣；(二)吸收氯而成漂白粉：



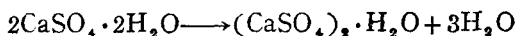
(三)與氯化銨共熱發生氨；(四)水溶液呈鹼性反應，用以代替氫



氧化鈉。

173. 用途 (一)用製苛性鈉、苛性鉀、氫等之鹼性物質；(二)製造漂白粉；(三)作肥料之用；(四)獸皮脫毛劑；(五)消毒劑。

174. 其他鈣之化合物 其他鈣之化合物如 (一)碳化鈣，可用石灰與焦煤混和，藉電爐之高熱以製成  $\text{CaC}_2$ ，為製造乙炔及氰氨化鈣之原料。(二)燒石膏乃石膏失去一部結晶水而成：

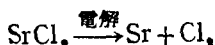


能與水化合復行硬化，用以製作模型、塑像，又固定綑帶等用，或為膠固洋燈之金屬火口用。過燒石膏即無水硫酸鈣，用以製白粉筆。

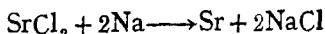
### 第五節 銣 (strontium, 原子價 + 2)

175. 存在 銣在天然間成硫酸鹽  $\text{SrSO}_4$  與碳酸鹽  $\text{SrCO}_3$  而產出。

176. 製法 可由電解熔融之二氯化銣與製鈣之方法相同：



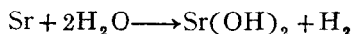
或用鈉分解其氯化物：



177. 性質 (一)銣為柔軟白色之金屬；(二)比重 2.5；(三)融點  $600^\circ\text{C}$ .；(四)在空氣中急速氧化；(五)熱之則舉紅色之火焰而燃燒：



(六)對水作用較鈣更烈：



178. 用途 銣元素本身無甚用途。

179. 銣之其他化合物 (一)硝酸銣  $[\text{Sr}(\text{NO}_3)_2]$  乃由氧化銣與硝酸作用而製成，與氧化劑及易燃物質，如氯酸鉀及硫等相混，以製赤色之焰火。(二)硫酸銣  $(\text{SrSO}_4)$  天然間成斜方柱狀之結晶而產出，較硫酸鈣更難溶於水中。

### 第六節 鋇 (barium, 原子價 + 2)

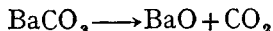
180. 存在 鋇在天然間亦如銣成碳酸鹽，礦名毒重石  $(\text{BaCO}_3)$  及硫酸鹽俗名重晶石  $(\text{BaSO}_4)$  而產出。

181. 製法 與製鈣及製銣之法相同，可由電解氯化物而製成。

182. 性質 (一)白色柔軟之金屬；(二)比重3.8；(三)融點甚低，在赤熱以下；(四)易於氧化；(五)與水作用遊離其氫。

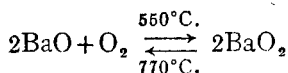
183. 用途 鋇金屬本身無甚用途，其硫酸鋇則為白顏料，過氧化鋇為製過氧化氫之原料。

184. 鋇之其他化合物 (一)硫酸鋇  $(\text{BaSO}_4)$  由可溶性之鋇鹽與硫酸或硫酸鹽作用以製之，呈不變之白色，常用以為鉛白之代用品。(二)氧化鋇  $(\text{BaO})$  俗稱重土，可由碳酸鋇或硝酸鋇加熱以製成：



溶於水中成氫氧化鋇俗稱重土水 (baryta water)。(三)過氧化鋇  $(\text{BaO}_2)$ ，當一氧化鋇在空氣中強熱之約於  $550^\circ\text{C}$ . 時，則吸收

氧而成過氧化鋇，更熱之，則復行分解爲一氧化鋇及氧：



工業上利用此性質吸取空氣中之氧。

### 第七節 鐳 (radium, 原子價 + 2)

185. **存在** 鐳爲產量極少之鹼土族元素，常以微量存於瀝青鈾礦 (pitchblende) 之中。

186. **製法** 可由電解其氯化物而得。

187. **性質** (一)爲銀白色金屬；(二)比重較金爲大；(三)熔點約爲 $700^\circ\text{C.}$ ；(四)與空氣接觸，即與氮化合；(五)投於水中，則使水分解而溶去；(六)鐳及其化合物，不絕崩壞而放射氦原子。

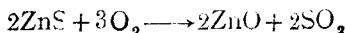
188. **用途** 醫療癌病之用。

### 第三篇 鋅族

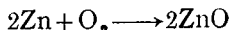
#### 第一節 鋅 (zinc, Zn, 原子價 2)

189. 存在 礦產以方鋅礦(ZnS)、氧鋅礦(ZnO)、菱鋅礦(ZnCO<sub>3</sub>)爲多。

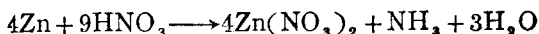
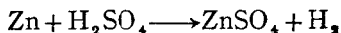
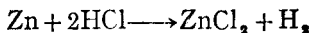
190. 冶金 先將方鋅礦於空氣中煅燒之,使變成氧化鋅。然後與焦炭混合,於爐中熱之,即還原而得鋅:



191. 性質 (一)青白色堅硬而脆之金屬;(二)比重略小於鐵(7.2);(三)融點甚低(419°C.),沸點907°C.;(四)熱至100°—150°C.,始有延展性;(五)在乾燥空氣中幾不生變化,在濕空氣中,則表面變成鹽基性碳酸鋅薄層,可以防止內部受氧化;(六)在空氣中強熱之,則發青色火焰而燃燒:



(七)能溶於鹽酸、硫酸、硝酸中:



(八)並能溶解於強鹼(NaOH、KOH)溶液中:



192. 用途 (一)製造鋅鍍鐵;(二)製取氫;(三)用爲還原劑;(四)製造合金。

193. 鋅之主要化合物 (一)氧化鋅(ZnO)亦稱鋅華,可由燒鋅大規模製出,遇硫化氫能不變黑,故為寶貴白色顏料,又常用為敷撒劑及製軟膏之用。(二)氯化鋅(ZnCl<sub>2</sub>)可由鋅或氧化鋅與鹽酸作用而製出,常用以灌注鐵道之枕木以防腐,因能溶解棉,故為溶媒,以供電燈泡用碳絲之製造。(三)硫酸鋅(ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O)可由硫化鋅燃燒使成硫酸鋅,再用水抽出,亦稱皓礬,常用為媒染劑,又為點眼之用。

## 第二節 鎂 (magnesium, Mg, 原子價 2)

194. 存在 自然界無遊離鎂存在,礦產以菱苦土(MgCO<sub>3</sub>)、白雲石(CaCO<sub>3</sub>·MgCO<sub>3</sub>)及砂金石(KCl·MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O)最廣。

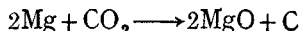
195. 製法 電解熔融之氯化鎂或砂金石:



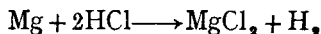
196. 性質 (一)銀白色之金屬;(二)質頗輕,比重 1.74;(三)融點 651°C;沸點 1100°C;(四)在乾燥空氣中幾不氧化,在濕空氣中於表面生成鹽基性碳酸鎂薄層,但不致侵蝕內部;(五)在空氣中點火,則猛烈燃燒,放出極強白光,富有紫外線:



(六)有強還原性,能燃燒於碳酸氣中,並能在沸水中化出氫:



(七)不溶於鹼中,易溶於酸中放出氫:



197. 用途 (一)閃光粉(鎂粉、氯酸鉀之混合物)用於夜間攝影;(二)製造鋁鎂合金。

**198. 鎂之主要化合物** (一)氧化鎂可由碳酸鎂加熱製成,用以塗敷電爐及製造鋼爐之內面,又為制酸劑及解亞砷酸毒之有效藥。(二)氯化鎂可由氧化鎂與鹽酸作用製成。能使棉線變為黏韌,紡織業多用之。(三)硫酸鎂俗稱瀉鹽,可由碳酸鎂與硫酸作用製出,為無色結晶體,常用為瀉劑。

### 第三節 鎘(Cadmium, Cd, 原子價 2)

**199. 存在** 鎘常成硫化物存於方鉛礦之中。

**200. 製法** 因鎘常成硫化物與方鉛礦相伴而產生,故製鋅時,硫化鎘亦為所還原,先鋅揮發而出。

**201. 性質** (一)鎘為青白色柔軟金屬;(二)比重為 8.6,(三)融點甚低為 $321^{\circ}\text{C}$ ;(四)沸點為 $767^{\circ}\text{C}$ ;(五)在空氣中強熱則發外緣青色之焰;(六)其他化學性質與鋅極類似。

**202. 用途** (一)其主要用途為製武德合金;(二)其汞齊片刻即可硬化,可供齒科填補齲齒之用;(三)其硫化物為黃色,常藉此以與他種金屬區別。

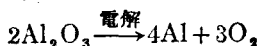
## 第四篇 土族

### 第一節 鋁 (aluminium, Al, 原子價 3)

203. 製法 昔時製法係用鉀與氯化鋁( $\text{AlCl}_3$ )混合加熱，或用鉀還原氧化鋁：

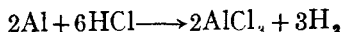


此法現已廢棄。近時工業上製造鋁多用美人赫爾 (Hall) 氏於 1886 年發明之電解法，將冰晶石與氧化鋁置於電解槽內，此種電解槽為鐵製，內襯炭層以為陰極，另以炭桿懸槽中為陽極，通以強電流熔融之，氧化鋁被電所分解為鋁與氧，鋁因高熱而融為液體，降於槽底，流出以取之：

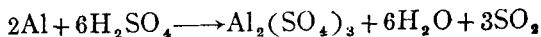


此處冰晶石為一種熔劑，用以傳導電流者。

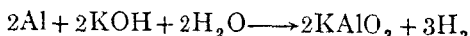
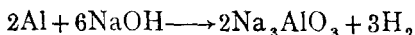
204. 性質 (一)青白色有金屬光澤之固體；(二)質堅硬而輕，比重 2.7；(三)融點  $657^\circ\text{C}$ ；(四)沸點  $1800^\circ\text{C}$ ；(五)展性延性均大，傳熱和導電度僅次於銅；(六)在空氣中頗難受氧化，即氧化亦僅於表面生一薄層堅固氧化物，使氧化不致侵及內部，故能保存，不易銹壞；(七)與鹽酸起作用放出氫(稀硫酸、稀硝酸則遲緩溶解)：



(八)與濃硫酸作用則受氧化而發生  $\text{SO}_2$  氣：



(九)與鹼類溶液作用而放出氫：



(十)將鋁加入昇汞溶液中(0.5%)則生鋁汞齊。(十一)鋁粉與氧化鐵混合,以鎂燃之,則起猛烈還原作用,溫度極高(約3000°C.)工程上用爲融接劑,軍事上用爲放火劑(Thermite)。

205. 用途 (一)製造日用品;(二)製造電絲電線;(三)製造飛機,飛艇及機件;(四)與油類混合製銀色塗料;(五)製造鋁融接劑,以接鋼軌及軍事放火彈;(六)製造特種鋼如鋁鋼(鋼中加鋁少許可使鋼質加堅);(七)製造合金如鋁銅合金色似黃金。

## 第二節 陶瓷器

206. 原料 陶土、黏土、長石。

207. 成分 矽酸鋁以及鈣鈣等之矽酸鹽。

208. 製法 製造手續大概如次:(1)研和 將陶土、長石研爲極細粉末用水調和。(2)成形 造成種種器物而乾燥之。(3)素燒 將乾燥成形物置於窯內燒之成素坯。(4)加釉 塗釉藥於素坯表面,釉藥是長石、石英、礬砂、碳酸鉀(或灰汁)之混合物,用水調和而成。(5)再燒 將施釉之器物再送入窯中燒之,則釉藥在表面生成玻璃質之薄層,即成素白陶瓷器。(6)着色 (a)上繪 先施釉藥於素坯,再用彩色釉繪畫於釉藥之上,(b)下繪 先用彩色料繪畫於素坯上,然後施加釉藥。

209. 陶器瓷器之區別 (1)陶器用不純之陶土製成,瓷器則用極純之陶土製成。(2)陶器在較低溫度之窯內燒成,瓷器則



在極高溫度火焰之窰內燒成。(3)陶器質粗鬆色不一，多不施釉藥，常能滲透水，瓷器質細密，色白，半透明，多施釉着色，絕不滲水。

### 第三節 稀土元素

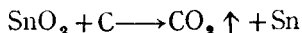
**210. 稀土元素** 週期表內第 III A 族中，在鋁之下端，有十六種元素性質極相類似，總稱為稀土元素，其原子價幾盡為 3，但在最近發見之化合物中，其化合價有 2，亦有 4 者如銻 Eu 與鏡 Yb。稀土元素，並非指其稀少，實乃難於取得之謂。如製白熾燈罩所用之氧化鈦，年需巨量。此等元素之化性，非常類似，除用部份結晶法外，極難使之分離。其主要用途為製造合金。電解其熔融之氯化物，可得各種金屬或其合金。其中鈾與鐵及他種金屬之合金擊之即起火花，稱為自燃合金(pyrophoric alloys)，可以製自動生火器。其他稀土元素，對於工業上不甚重要。

## 第五篇 錫族

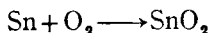
### 第一節 錫 (tin, Sn, 原子價 2, 4)

211. 存在 礦物以錫石 ( $\text{SnO}_2$ ) 最多。

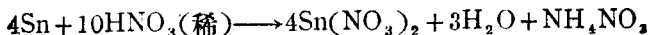
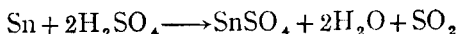
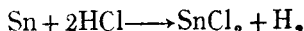
212. 冶金 先將錫石於空氣中煅燒, 使硫、砷雜質等氧化而逸去, 乃與炭混和置於爐中熱之, 則還原而得錫:



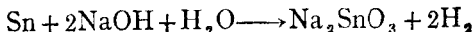
213. 性質 (一)為銀白色柔軟之金屬;(二)甚易熔融(融點 $232^\circ\text{C}$ ., 沸點 $2275^\circ\text{C}$ .);(三)比重略小於鐵(7.3);(四)富有延展性;(五)在空氣中不易氧化, 若在空氣中強熱之, 則成二氧化錫:



(六)能溶解於濃鹽酸、濃硫酸和稀硝酸中, 在濃硝酸中則較難溶解, 因生成不溶性偏錫酸:



(七)與氫氧化鈉溶液共熱則成錫酸鹽:



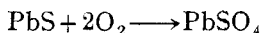
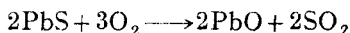
214. 同素體 錫有灰錫、白錫(正方形)、菱形錫(斜方形)、三種同素體。

215. 用途 (一)製造馬口鐵;(二)製造合金, 如白鐵、鋅藥、鉛字金、易融金、青銅;(三)製錫箔為包裹之用。

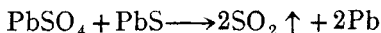
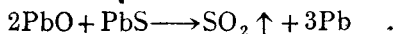
## 第二節 鉛(lead, Pb, 原子價 2,4)

216. 存在 礦物方鉛礦(PbS)爲多。

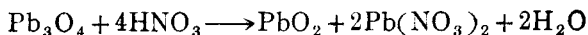
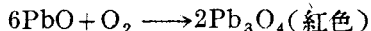
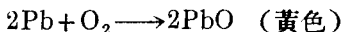
217. 冶金 先將方鉛礦置於爐中，通入空氣煅燒之，使一部分變成氧化鉛，另一部分變成硫酸鉛：



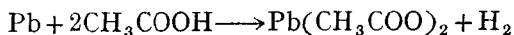
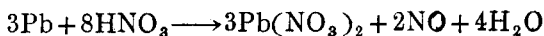
再在爐中強熱之，則硫化鉛與氧化鉛及硫酸鉛還原而成鉛：



218. 性質 (一)灰白色而柔軟之金屬；(二)質頗重(比重 11.4)；(三)融點頗低(327°C.)；(四)沸點 1520°C；(五)富有延展性；(六)在空氣中表面易生氧化鉛及鹽基性碳酸鉛薄層，可保護內部；(七)在空氣中加熱，則先變爲一氧化鉛，繼成四氧化三鉛，又名鉛丹，四氧化三鉛遇硝酸，則變爲褐色之二氧化鉛：

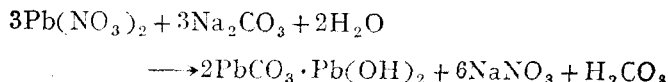


(八)甚難爲鹽酸、硫酸所侵蝕，因生成不溶性之氯化鉛與硫酸鉛之故，但能溶於硝酸與醋酸中：

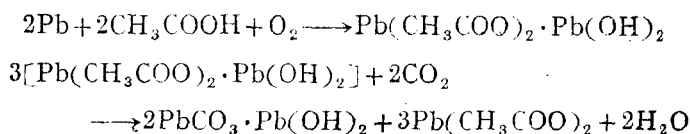


219. 用途 製造水管、電線管、鉛絲、炮彈，及蓄電池板及多種合金如活字金、錐藥、易融金等。

**220. 其他鉛之化合物** 其他鉛之化合物，尚有鹽基性碳酸鉛，可由鉛鹽之溶液加入碳酸鈉而製成：



工業上則使鉛藉醋酸之補助作用，與空氣中之氧、水蒸氣及碳酸氣化合而製之：

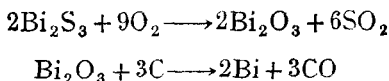


鹽基性碳酸鉛俗稱鉛白，可供製造化粧品之用，又可用製塗料，遇硫化氫即變黑，為其缺點。

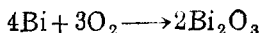
### 第三節 鉍 (bismuth, Bi, 原子價 3)

**221. 存在** 自然界中雖常有遊離鉍產出，但為量不多，其較為普通之礦石，乃氧化鉍及硫化鉍。

**222. 冶金** 遊離態之鉍礦，可熔融使與土砂等分離，如其為礦石，則先煨之成氧化物而後用炭使之還原。

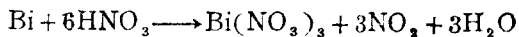


**223. 性質** (一)鉍為微紅色之金屬；(二)比重 9.8；(三)融點 269°C；(四)沸點 1435°C；(五)於空氣中燃燒生青色火焰而成氧化鉍：

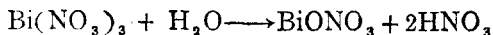


(六)不易與鹽酸作用；(七)與濃硝酸或濃硫酸加熱，生硝酸鉍或

硫酸鉍：



(八)與王水作用則成氯化鉍；(九)硝酸鉍溶於水中，發生次硝酸鉍：



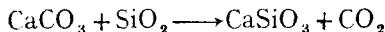
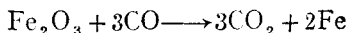
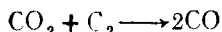
224. 用途 鉍之緊要用途為製低熔點之合金，如武德合金 (Wood's metal)。次硝酸鉍能止下痢，為胃腸症所廣用之藥劑。

## 第六篇 鐵族

### 第一節 鐵 (Iron, Fe, 原子價 2, 3)

225. 存在 鐵礦以赤鐵礦( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、磁鐵礦( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、褐鐵礦( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )、菱鐵礦( $\text{FeCO}_3$ )為最多，黃鐵礦( $\text{FeS}_2$ )不能用以冶鐵，土壤含有微量的鐵，植物體內葉綠素，動物體內赤血素亦含鐵質。

226. 冶金 將氧化鐵礦石，與焦煤及石灰石置於鼓風爐中，通入高熱空氣，焦煤先起燃燒，並使氧化鐵還原而生鐵，熔融集於爐底，至於礦石中矽礦等雜質，則與石灰石共熔而成矽酸鈣之熔滓，浮於鐵之上層，可防止鐵再受氧化，自爐底放出之鐵是為鑄鐵：



將鑄鐵置於反射爐中，通入煤氣焰強熱之，則鑄鐵中之碳、硫、磷、矽受氧化而成氧化物，或為氣體而逸出，或成溶滓而浮於上層，從爐中取出之鐵，最為純粹，是為鍛鐵。

227. 煉鋼法 煉鋼之法有四：

(一) 柏塞麥 (Bessemer) 法 或稱迴轉爐法，此法祇適宜於煉含硫磷較少之鑄鐵，將熔融鑄鐵傾入內面塗有矽土之迴轉爐

中，從爐底孔中送入高壓熱空氣，以氧化鐵中之碳、硫、磷、矽等雜質，待碳質完全燃燒逸出後，另加入適量之碳，即轉動迴轉爐而傾出其鋼。

(二)開爐 (open-hearth) 法 或稱平爐法與西門子馬丁法，此法適宜於硫磷較多之鑄鐵，將鑄鐵與氧化鐵置於平爐內，通入氣體燃料與空氣而強熱之，鐵中之碳、磷、硫、矽起氧化，或成氣體逸出，或成熔滓而浮於上層，取出熔融之鐵，即成鋼。

(三)電爐法 將鑄鐵置於內面塗有石灰或苦土之電爐內，以兩炭棒為電極，通以電流，由電極間所生之熱熔融鑄鐵，其中硫、磷等雜質則與石灰或苦土化合成礦滓除去，可得純良之鋼。

(四)坩堝法 將鍛鐵與適量之炭置於坩堝中強熱之，可得品質極佳之鋼。

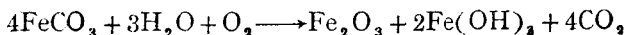
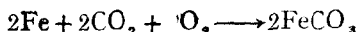
**228. 種類** (一)生鐵 含有(3—5%)的碳及少量之硫、磷、矽等雜質，性堅硬而脆，彈性頗弱，抗張度亦低，不能延展，亦不能鍛接，惟融點較低，凝固時略為膨脹，故宜鑄造物品，因之亦稱鑄鐵。

(二)鍛鐵 亦稱銑鐵，含碳量在(0.2%)以下，不含硫、磷、矽等雜質，為幾近純粹之鐵，性強韌而富有延展性，可鍛接，易感磁，較鑄鐵略軟，適用以製鐵絲、鐵釘、馬蹄鐵及電磁石等。

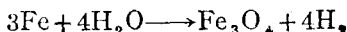
(三)鋼 含碳之量在生鐵與鍛鐵之間(0.5%—1.5%)，而不含磷、硫、矽等雜質，融點較純鐵為低，性極強韌，彈性頗強，可以鍛接，亦能感磁，適於製造機械，用途最廣。

**229. 鐵之性質** (一)灰白色有光澤之金屬；(二)富於延展性，能傳電導熱，並具感磁性；(三)比重 7.8；(四)融點甚高

(1530°C.);(五)沸點 2950°C; (六)在乾空氣中幾無變化,但在濕空氣中,則與氧及水蒸氣化合而成氧化鐵與三氫氧化鐵複合物之鐵銹:



(七)高溫度時與水蒸氣作用,成磁性氧化鐵:



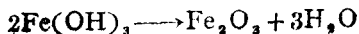
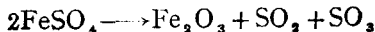
(八)能溶解於鹽酸、硫酸中,但不溶於濃硝酸中(惰性):



**230. 鋼之淬硬** 鋼在 900°C. 以上,其中之碳與一部份之鐵化合而成碳化鐵 ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ),如急速冷下,則碳化鐵溶於鐵中,使鋼變為極硬而脆,若徐徐冷之至 700°C,則碳化鐵分離而散佈於鐵中,使鋼變為柔軟而強韌,若變更加熱之溫度而後冷却之,可煅煉鋼軟化至任何程度,謂之淬硬 (Tempering)。

**231. 特種鋼** 加少量別種金屬如鎳、鉻、鎢、鈳、錳等於鋼中,可以改善鋼之品質,謂之特種鋼或合金鋼,有錳鋼、鎢鋼、鈳鋼、鉻鋼、鎳鋼、鉬鋼、矽鋼等種。

**232. 鐵之化合物** (一)氧化鐵 鐵之氧化物較為普通者有三氧化二鐵與四氧化三鐵,三氧化二鐵 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 多成赤鐵礦而產生,俗稱代赭石,化學法可由焙燒硫酸鐵或使氫氧化鐵失水而製成:

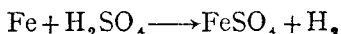




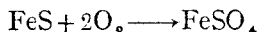
爲赤色不溶性粉末，常用作顏料，及供金屬或玻璃研磨之用。

四氧化三鐵 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 亦名磁性氧化鐵，可由鐵在高溫度氧化或以水蒸氣通過灼赤之鐵製成。性質密緻，常使生成鐵器之表面以防銹。其中鐵之原子價，可視爲一氧化鐵與三氧化二鐵各一分子化合而成之氧化物。

(二)鐵之硫酸鹽 硫酸亞鐵可由鐵與硫酸作用製成之：



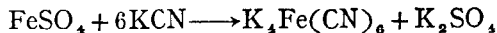
工業上則以硫化鐵於不充分空氣中煨燒以製之：



其含有七分子水之結晶體俗稱綠礬，常利用其與沒食子酸作用，生黑色沉澱以製墨水。又硫酸亞鐵之溶液，能與一氧化氮生黑色之化合物 ( $\text{FeNOSO}_4$ )，可用以鑑識硝酸及硝酸鹽。

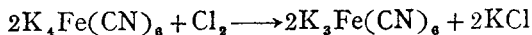
硫酸亞鐵受氧化作用而成硫酸鐵，加入硫酸鉀，即生鐵明礬之複鹽。

(三)鐵之錯鹽 (a)亞鐵氰化鉀俗稱黃血鹽，由氰化鉀與硫酸亞鐵之水溶液作用製成：



工業上常用動物之血、毛及爪等含氮物質與碳酸鉀及鐵屑共熔，用水抽出，使其結晶析出，遇鐵離子則生普魯士藍  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ，常用以檢驗鐵離子。

(b)鐵氰化鉀俗稱赤血鹽，可用氯使亞鐵氰化鉀氧化製成：



遇亞鐵離子，則生青色之滕氏藍沉澱。

其他鐵之化合物有(1)氯化鐵通氯於二氯化鐵溶液中製成，

吸濕性極強，有收斂性，常用作止血藥。(2)氫氧化鐵  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  爲加鹼於鐵鹽溶液時所生之褐色沉澱，失水則變爲三氧化二鐵。

**233. 鐵之用途** (一)鍛鐵因有一時之感磁性，供製電氣機械之電磁石。(二)鑄鐵可供鐵管、鐵柱、器械、器具之製造。(三)鋼供刃器、鐵甲板、銃鉤、鐵軌、機械、建築材料等用。(四)用製特種鋼，以適特殊之用途。(五)用以製造鐵之化合物。

## 第二節 鉻 (chromium, Cr, 俗稱克羅米, 原子價 3, 6)

**234. 存在** 礦物以鉻鐵礦  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  爲多。

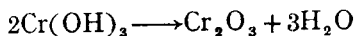
**235. 冶金** 將氧化鉻與鋁粉混和強熱之，則還原而得鉻：



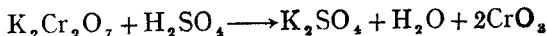
**236. 性質** (一)銀白色光澤之金屬；(二)質堅而脆；(三)比重 6.8；(四)融點頗高 ( $1615^\circ\text{C}$ .); (五)常溫時在空氣中頗安定，但熱至高溫即起氧化；(六)能溶解於鹽酸與硫酸中，而不溶解於硝酸中。

**237. 用途** (一)鍍於鐵之表面，防鐵生銹。(二)製造鉻鋼及鐵鉻齊。

**238. 鉻之化合物** (一)三氧化二鉻 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )，俗稱鉻綠，以供顏料及陶瓷器着色之用。可由氫氧化鉻加熱製成：

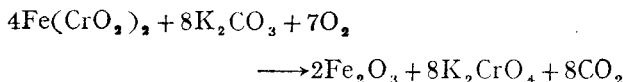


(二)三氧化鉻 ( $\text{CrO}_3$ )，爲強氧化劑，可由重鉻酸鉀加濃硫酸製出：



(三)鉻酸鉀 ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ )，加碳酸鉀於鉻鐵礦與一氧化劑共熔，

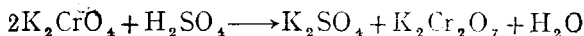
則生鉻酸鉀，用水抽出使結晶：



鉻酸離子遇鉛離子，則生鉻酸鉛之黃色沉澱：



(四)重鉻酸鉀由鉻酸鉀加硫酸而製成：



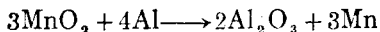
常用於染色，鞣皮工業及電池之製造。

(五)鉻明礬 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ，由重鉻酸鉀加硫酸蒸發析出之結晶體，常應用於鞣皮及染色。

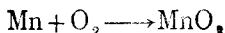
### 第三節 錳 (manganese, Mn, 原子價 2, 4, 6, 7)

**239. 存在** 錳礦以軟錳礦( $\text{MnO}_2$ )分佈為多。

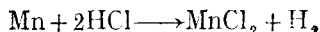
**240. 冶金** 將軟錳礦與焦炭混和，於電爐中強熱之，即還原而得錳。純錳用 Goldschmidt 法提煉，以軟錳礦與鋁粉混和強熱之：



**241. 性質** (一)紅灰色之金屬(可割玻璃)；(二)性硬而脆；(三)比重略小於鐵(7.2)；(四)融點頗高(1250°C.，沸點1900°C.)；(五)在空氣中不易氧化，在高溫度及濕空氣中，則較易氧化：

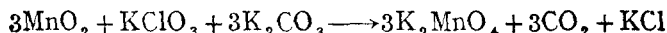


(六)易與酸作用而成錳鹽：



242. 用途 製造錳鋼。

243. 錳之化合物 (一) 錳酸鉀 ( $K_2MnO_4$ ), 可取二氧化錳及氧化劑, 如氯酸鉀或硝石與碳酸鉀或氫氧化鉀共熔後, 用水抽出蒸發至乾即得:



(二) 高錳酸鉀 ( $KMnO_4$ ), 可由錳酸鉀之水溶液, 通入碳酸氣而製之:

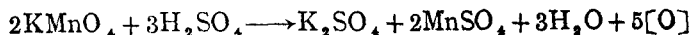


高錳酸鉀為紫色稜狀之結晶, 有強氧化力, 無論何種情況, 均有氧化作用:

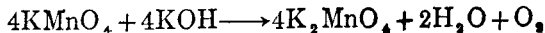
1. 加熱分解之氧化作用:



2. 在酸性溶液中之氧化作用:



3. 在鹼性溶液中之氧化作用:



4. 在中性溶液中之氧化作用:



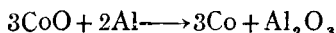
故為氧化性殺菌劑, 以作含漱劑及防臭之用。又供有機物質或亞鐵之定量分析。

#### 第四節 鈷 (cobalt, Co, 原子價 2, 3)

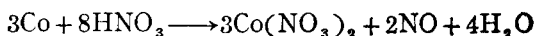
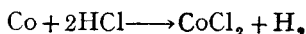
244. 存在 以砷鈷礦( $CoAs$ ), 輝鈷礦( $CoAsS$ )為主。

245. 冶金 先將礦石煅燒, 使變為氧化鈷, 次以鋁還原

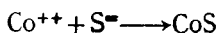
之，則鈷遊離而出：



**246. 性質** (一)赤白色硬金屬；(二)比重8.9；(三)融點1486°C；(四)不易受空氣氧化作用；(五)徐溶解於鹽酸及硫酸，而易溶解於硝酸：



(六)鈷鹽與硫化銨作用生黑色之硫化鈷：



(七)二氯化鈷( $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )之水溶液，常用為隱顯墨水。

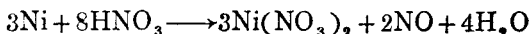
**247. 用途** 實用上尚未發見其用途。

### 第五節 鎳 (nickel, Ni, 原子價 2, 3)

**248. 存在** 砷鎳礦( $\text{NiAs}$ )，硫砷鎳礦( $\text{NiAsS}$ )。

**249. 冶金** 將礦石焙燒，使氧化成氧化鎳，並除去硫、砷，再與焦炭混和熱之，則還原而得鎳。

**250. 性質** (一)銀白色之金屬；(二)堅硬而富有延展性，並且有磁性；(三)比重大於鐵(8.8)；(四)融點很高(1452°C.)；(五)在空氣中不易氧化；(六)難溶於鹽酸、硫酸，而易溶於硝酸：



**251. 用途** (一)鍍於銅鐵之表面，以防止生銹(先鍍銅於鐵表面，再鍍鎳於銅外)；(二)製造合金及鋼，並鑄造貨幣；(三)鎳粉用為硬化油之接觸劑。

## 第六節 鎢 (wolfram, tungsten, W,

原子價 +2, +4, +6)

**252. 存在** 重石 ( $\text{CaWO}_4$ )、鎢錳鐵礦 ( $\text{MnFeWO}_4$ )，我國粵贛出產甚著。

**253. 製法** 鎢礦與碳酸鈉共熔，使成鎢酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{WO}_4$ )，加酸得鎢酸 ( $\text{H}_2\text{WO}_4$ )，再加熱使分解為氧化鎢 ( $\text{WO}_3$ )，置於電爐中用氫氣流還原即得金屬鎢。

**254. 性質** (一) 灰色堅硬之金屬；(二) 質重而富延性；(三) 比重 19.3；(四) 為良導體；(五) 熔點在金屬中最高 ( $3540^\circ\text{C}$ )；(六) 在空氣中不易氧化；(七) 不溶解於鹽酸與硫酸。

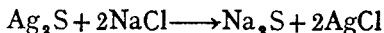
**255. 用途** 製造電燈內之燈絲及鎢鋼。

## 第七篇 銅族

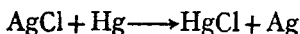
## 第一節 銀 (silver, Ag, 原子價 1)

256. 存在 自然界中有遊離銀產出，礦物以輝銀礦(Ag<sub>2</sub>S)爲多，方鉛礦(PbS)中常含有微量之銀。

257. 冶金 (一)混汞法 輝銀礦與食鹽煨燒之得氯化銀：

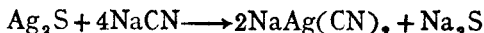


加氯化銀於汞中(或加鐵屑)而蒸餾之，則一部分汞化代氯化銀中之銀而使遊離，一部分汞則溶解遊離銀，蒸餾汞即得銀：

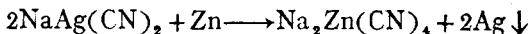


(二)派克(Parkes)法 從方鉛礦中提取銀鉛齊，加入鋅熔融之，則銀轉溶於鋅成合金浮於上面，取出蒸餾，則鋅去而得銀。

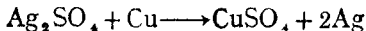
(三)氰化法 將輝銀礦浸於氰化鈉溶液中，則變爲銀氰化鈉：



加鋅於銀氰化鈉溶液中，則銀被化代析出：

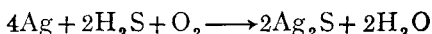
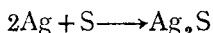


(四)將輝銀礦於空氣中煨熱，先氧化而成硫酸銀，溶硫酸銀於水中，加入銅，則銀被化代析出：

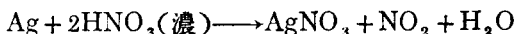
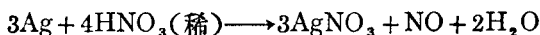
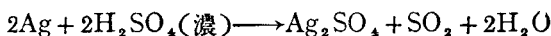


(五)電解法 以不純銀爲陽極，純銀爲陰極，浸於銀氰化鉀液或硝酸銀液中，通以電流，則純銀沉積於陰極。

**258. 性質** (一)乳白色有光澤而柔軟之金屬;(二)熱與電之最良導體;(三)比重較銅大(10.5);(四)融點 $960^{\circ}\text{C}$ ., 沸點 $1955^{\circ}\text{C}$ ;(五)雖加熱於空氣中並不氧化,亦不與水生作用;(六)遇硫、硫化氫或硫化物,表面即生黑色之硫化銀:



(七)不溶於鹽酸與稀硫酸,而能溶於硝酸與熱濃硫酸中:



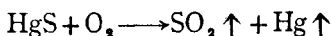
(八)硝酸銀可用硝酸與銀作用,蒸發其溶液製出,可供實驗室用作試藥,又可供製造鹵化銀,在醫藥上為腐蝕劑、殺菌劑,用於咽喉炎、胃腸病、點眼等用。(九)氯化銀、溴化銀、碘化銀均可由銀離子與鹵素離子化合製出,氯化銀溶於氨水中成 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$ ,溴化銀溶於濃氨水中成相似物質,碘化銀則否。

**259. 用途** 製造貨幣、裝飾品,及供攝影術上用之溴化銀,又電鍍用之銀氰化鉀  $\text{KAg}(\text{CN})_2$ 。

## 第二節 汞 (mercury, Hg, 原子價 1,2)

**260. 存在** 礦產以辰砂( $\text{HgS}$ )為多。

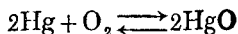
**261. 冶金** 將辰砂置爐中通入空氣煅燒之,則硫氧化逸出,汞成蒸氣導出冷凝之,即得汞:



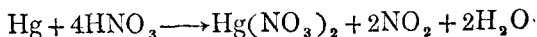
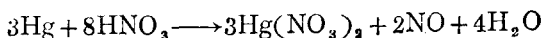
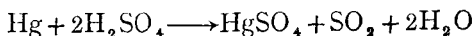
**262. 性質** (一)銀白色有光澤之液體;(二)質頗重(比重



13.6); (三)冰點頗低( $-39^{\circ}\text{C}.$ ),沸點為 $357^{\circ}\text{C}.$ ; (四)除鉑與鐵外,能溶解一切金屬而成合金(汞齊); (五)常溫時在空氣中不起變化,加熱至 $300^{\circ}\text{C}.$ ,則氧化而成紅色氧化汞,但更高溫度則又分解:



(六)不與鹽酸、稀硫酸作用,而能溶解於硝酸與熱濃硫酸中:



**263. 用途** 製造氣壓計、溫度計、日光燈、雷汞炸藥、銀珠顏料、醫藥品、合金,及用以提煉金屬。

**264. 汞之主要化合物** (一)氧化汞( $\text{HgO}$ ),俗名三仙丹,可由硝酸汞加熱分解製出,為赤色不溶性之粉末,熱之則分解,用以製取氧。(二)硫化汞( $\text{HgS}$ ),俗稱銀珠,可由汞與硫研和昇華而製出,為貴重之顏料。(三)氯化亞汞( $\text{HgCl}$ ),常稱為甘汞,可由氯化汞與汞昇華製之,醫藥上用作利尿劑。(四)氯化汞( $\text{HgCl}_2$ ),俗稱昇汞,可用硫酸汞與食鹽加熱昇華製出,性質極毒,常用為殺菌劑,如中昇汞之毒,可用卵白解之。

### 第三節 銅 (copper, Cu, 原子價 1, 2)

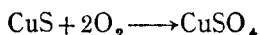
**265. 存在** 礦產有赤銅礦( $\text{Cu}_2\text{O}$ )、輝銅礦( $\text{Cu}_2\text{S}$ )、黃銅礦( $\text{CuFeS}_2$ )及綠銅礦 $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ 、斑銅礦( $\text{Cu}_3\text{FeS}_3$ )等。

**266. 冶金術** 赤銅礦煉銅法,可用炭於爐中熱之,即還原

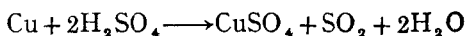


#### 第四節 硫酸銅 (cupric sulfate, $\text{CuSO}_4$ )

**269. 製法** 在工業上常將硫銅礦徐徐燒於空氣中，以水浸出其氧化生成之硫酸銅，此法可多量製出之：



在實驗室內，則溶銅於濃硫酸而製之：



**270. 性質** 由硫酸銅之濃溶液析出者，為五水藍青色稜柱狀之結晶， $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，俗稱膽礬。無水硫酸銅 吸水性極強，常用以吸酒精中之水。

**271. 用途** 硫酸銅為銅化合物中之最有用者：(一)可供製造電池；(二)顏料製造；(三)木材之防腐；(四)製殺蟲劑。

## 第八篇 金族

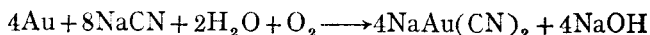
### 第一節 金 (gold, Au, 原子價 1, 3)

**272. 存在** 自然界中多為遊離金，存在於石英、砂土中。

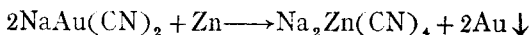
**273. 冶金** (一)淘洗法 置砂金石於淘器中，用水淘洗之，較輕之泥砂漂去，金則沉積於器底。

(二)混汞法 將礦砂搗碎與水混和，傾過塗有汞之銅板上，金溶解於汞而成合金，取下蒸餾之，即得金。

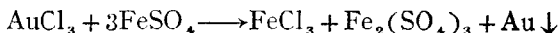
(三)氰化法 將碎礦砂置於氰化鈉(或氰化鉀)溶液中，經氧化而成金氰化鈉：



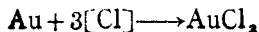
加鋅於液中，則金被化代而析出：

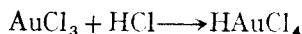


(四)氯化法 置碎礦砂於水中，通入氯，則金溶解成三氯化金，加入硫酸亞鐵還原之，金即析出：



**274. 性質** (一)黃色有美麗光澤之柔軟金屬；(二)延性展性最大；(三)質甚重(比重19.3)；(四)融點較鐵低(1063°C.)；(五)化學作用極遲鈍，在空氣中雖歷久而不稍起變化，祇能溶解於王水、氯水成金氯酸，溶於含有氧之氰化鉀溶液中成金氰化鉀，用作鍍金液：



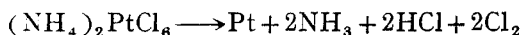


275. 用途 製造貨幣及裝飾品、金箔、金筆尖及照相用鍍金液。

## 第二節 鉑(platinum, Pt, 原子價 2,4)

276. 存在 在自然界中皆成遊離鉑存在於砂金土中。

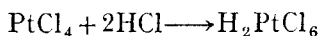
277. 冶金 將礦溶解於王水中，使與鐵、鉍分離，蒸發溶液，加入氯化銨，使成鉑氯化銨  $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ 。沉澱，強熱分解之，再在電爐中熱熔之，即得鉑：



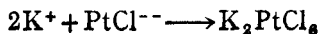
278. 性質 (一)銀白色有光澤之金屬；(二)質極重(比重 21.6)；(三)融點極高(1755°C.)；(四)富於延展性(次於銀)；(五)膨脹率極小(與玻璃膨脹率相近)；(六)化學性極遲鈍，祇能溶解於王水中，及含有遊離氯溶液中，有顯著之催化作用。

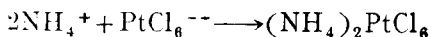
279. 用途 (一)製造裝飾品，化學用具(鉑絲、鉑片、坩堝)。(二)用為接觸劑，常用之鉑觸媒：(1)鉑黑——加還原劑(如甲醛)於鉑氯酸鹽溶液，則得黑色粉狀沉澱物之鉑黑。(2)鉑海棉——強熱鉑氯化銨即成海棉狀鉑。(3)鉑石棉——將石棉浸於鉑氯酸溶液中，取出強熱之，則分解而成之鉑附着於石棉上，是為鉑石棉。

280. 鉑氯酸 蒸發鉑之王水溶液，則得鉑氯酸：



此物在水溶液中，遇鉀離子或銨離子，則生黃色之沉澱：





常用以鑑識可溶性鉀鹽及銨鹽。

**281. 與鉑有關之其他金屬** 與鉑有關之金屬有鈳 Ru, 銑 Rh, 鈀 Pd, 銱 Os, 和銹 Ir 等五種, 在自然界中常混於砂石內產出。鈳與鈀能溶解大量之氫與氧, 其化性與銀相似, 其粉末常用為接觸劑。

銱與銹為與鉑相關密切之金屬, 其合金非常之硬, 常用於自來墨水筆頭之尖端。四氧化銱 ( $\text{OsO}_4$ ) 常誤稱為銱酸, 用作脂肪及顯微鏡片之染色劑。

金屬一覽表

	元 素	比 重	融 點	符 號	原子價	單離子(色)	錯 離 子 (複 離 子)(色)
鹼 族	鈉	0.97	97.5°	Na	1	Na <sup>+</sup> (無)	——
	鉀	0.86	62.5°	K	1	K <sup>+</sup> (無)	——
	(銨)	——	——	(NH <sub>4</sub> )	1	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (無)	——
鹼 土 族	鈣	1.55	760°	Ca	2	Ca <sup>2+</sup> (無)	——
	鐳	2.5	600°	Sr	2	Sr <sup>2+</sup> (無)	——
	鋇	3.75	——	Ba	2	Ba <sup>2+</sup> (無)	——
鋅 土 族	鋅	7.2	418°	Zn	2	Zn <sup>2+</sup> (無)	ZnO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> (無)
	鎂	1.75	651°	Mg	2	Mg <sup>2+</sup> (無)	——
	鋁	2.7	657°	Al	3	Al <sup>3+</sup> (無)	AlO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> (無)
錫 族	錫	7.3	232°	Sn	2,4	Sn <sup>2+</sup> , Sn <sup>4+</sup> (無)	——
	鉛	11.4	327°	Pb	2	Pb <sup>2+</sup> (無)	——
	鉍	9.8	270°	Bi	3	Bi <sup>3+</sup> (無)	——
鐵 族	鐵	7.8	1530°	Fe	2,3	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> (微綠, 微黃)	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup> (赤) Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup> (黃)
	鉻	6.8	1615°	Cr	3,6	Cr <sup>3+</sup> (綠)	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (黃) Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> (赤)
	錳	7.2	1245°	Mn	2,7	Mn <sup>2+</sup> (淡紅)	MnO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (綠) MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (紫)
	鎳	8.8	1452°	Ni	2	Ni <sup>2+</sup> (綠)	——
	鈷	8.9	1486°	Co	2	Co <sup>2+</sup> (桃紅)	——
銅 族	銀	10.5	960°	Ag	1	Ag <sup>+</sup> (無)	Ag(CN) <sub>2</sub> <sup>-</sup> (無)
	汞	13.6	-38.9°	Hg	1,2	Hg <sup>+</sup> , Hg <sup>2+</sup> (無)	Hg(CN) <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (無)
	銅(黃赤)	8.9	1083°	Cu	1,2	Cu <sup>+</sup> (青)	Cu(CN) <sub>2</sub> <sup>-</sup> (無)
金 族	金(黃)	19.3	1062°	Au	1,3	Au <sup>3+</sup> (黃)?	AuCl <sub>4</sub> <sup>-</sup> (黃) Au(CN) <sub>4</sub> <sup>-</sup> (無)
	鉑	21.6	1750°	Pt	2,4	Pt <sup>2+</sup> (黃褐)	PtCl <sub>6</sub> <sup>2-</sup> (黃褐)

## 金屬化合物一覽表(甲)

元素	氧化物 (O)	氫氧化物 (OH)	硫化物 (S)	氯化物 (Cl)	硝酸鹽 (NO <sub>3</sub> )
鈉 鉀 (鉍)	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> KO <sub>2</sub> ——	NaOH KOH NH <sub>4</sub> OH	Na <sub>2</sub> S(灰) K <sub>2</sub> S(灰) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S (無)	NaCl KCl NH <sub>4</sub> Cl	NaNO <sub>3</sub> KNO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
鈣 鐳 鎂	CaO SrO BaO, BaO <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> Sr(OH) <sub>2</sub> Ba(OH) <sub>2</sub>	CaS(黑) —— ——	CaCl <sub>2</sub> SrCl <sub>2</sub> BaCl <sub>2</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
鋅 鎂 鋁	ZnO MgO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Zn(OH) <sub>2</sub> Mg(OH) <sub>2</sub> Al(OH) <sub>3</sub>	ZnS(白) —— ——	ZnCl <sub>2</sub> MgCl <sub>2</sub> AlCl <sub>3</sub>	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
錫 鉛 鉍	SnO <sub>2</sub> PbO, PbO <sub>2</sub> (淡黃)(黑褐) Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (赤) Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sn(OH) <sub>2</sub> Sn(OH) <sub>4</sub> Pb(OH) <sub>2</sub> Bi(OH) <sub>3</sub>	SnS(黑) SnS <sub>2</sub> (黃) PbS(黑) Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (黑)	SnCl <sub>2</sub> SnCl <sub>4</sub> PbCl <sub>2</sub> BiCl <sub>3</sub>	Sn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
鐵 鉻 錳 鎳 鈷	(FeO), Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (褐) Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (黑紫) Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (綠) MnO <sub>2</sub> (黑) NiO (黑) CoO(黑)	Fe(OH) <sub>2</sub> (淡綠) Fe(OH) <sub>3</sub> (褐) Cr(OH) <sub>3</sub> (綠) Mn(OH) <sub>2</sub> (淡紅) Ni(OH) <sub>2</sub> (綠) Co(OH) <sub>2</sub> (桃)	FeS, FeS <sub>2</sub> (黑) —— MnS (淡紅) NiS (黑) CoS(黑)	FeCl <sub>2</sub> (淡綠) FeCl <sub>3</sub> (褐) CrCl <sub>3</sub> (綠) MnCl <sub>2</sub> (淡紅) NiCl <sub>2</sub> (綠) CoCl <sub>2</sub> (桃)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (褐) —— Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (淡紅) Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (綠) Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (桃)
銀 汞 銅	(Ag <sub>2</sub> O) (灰) HgO (赤)(黃) Cu <sub>2</sub> O CuO (暗赤)(黑)	—— —— Cu(OH) <sub>2</sub> (青)	Ag <sub>2</sub> S (黑) HgS (赤)(黑) Cu <sub>2</sub> S, CuS (黑)	AgCl HgCl HgCl <sub>2</sub> CuCl(白) CuCl <sub>2</sub> (青)	AgNO <sub>3</sub> HgNO <sub>3</sub> Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (青)
金 鉑	—— ——	—— ——	—— ——	AuCl AuCl <sub>3</sub> (黃) PtCl <sub>4</sub> (褐)	—— ——



金屬化合物一覽表(乙)

元素	碳酸鹽 (CO <sub>3</sub> )	硫酸鹽 (SO <sub>4</sub> )	其他之鹽 (I, Br, CN, Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , MnO <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 等)	複鹽, 錯鹽
鈉	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	—
鉀	NaHCO <sub>3</sub>	NaHSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	—
鉍	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KBr, KI, KClO <sub>3</sub>	—
	KHCO <sub>3</sub>	KHSO <sub>4</sub>	KCN, KCNS	—
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> NaHPO <sub>4</sub>	—
	NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>		(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	—
鈣	CaCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	—
鎂	SrCO <sub>3</sub>	SrSO <sub>4</sub>	CaH <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , CaF <sub>2</sub>	—
鋇	BaCO <sub>3</sub>	BaSO <sub>4</sub>	—	—
鋅	ZnCO <sub>3</sub>	ZnSO <sub>4</sub>	—	—
鎂	MgCO <sub>3</sub>	MgSO <sub>4</sub>	—	—
鋁	—	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> AlO <sub>3</sub>	KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> AlF <sub>3</sub> ·3NaF
錫	—	SnSO <sub>4</sub>	—	—
鉛	PbCO <sub>3</sub>	PbSO <sub>4</sub>	2PbCO <sub>3</sub> ·Pb(OH) <sub>2</sub>	—
鉍	—	—	Pb(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> Bi(OH) <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	—
鐵	FeCO <sub>3</sub>	FeSO <sub>4</sub> (淡綠) Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (黃)	Fe(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (褐)	K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> , FeK(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (黃) (淡紫)
鉻	—	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (紫)	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> , PbCrO <sub>4</sub> (黃) (黃)	K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> (赤) CrK(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (黑紫)
錳	MnCO <sub>3</sub> (淡紅)	MnSO <sub>4</sub> (淡紅)	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , KMnO <sub>4</sub> (赤) (紫)	—
鎳	NiCO <sub>3</sub> (綠)	NiSO <sub>4</sub> (綠)	—	NiSO <sub>4</sub> ·(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (綠)
鈷	CoCO <sub>3</sub> (桃)	CoSO <sub>4</sub> (桃)	—	—
銀	Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	AgI, AgBr (黃) (淡黃)	KAg(CN) <sub>2</sub>
汞	Hg <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	—
銅	CuCO <sub>3</sub> ?	HgSO <sub>4</sub> CuSO <sub>4</sub> (藍)	Cu(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (青) CuCO <sub>3</sub> ·Cu(OH) <sub>2</sub> (綠青)	KCu(CN) <sub>2</sub>
金	—	—	—	HAuCl <sub>4</sub> (黃), HAu(CN) <sub>4</sub> NaAuCl <sub>4</sub> (黃赤) H <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> , K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> (黃赤) (黃赤)
鉑	—	—	—	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub> (赤黃) BaPt(CN) <sub>4</sub> (黃)

## 習 題

1. 試用方程式表示下列化合物之製法，必要時並表明反應時所需之情況：——

(A)  $\text{KMnO}_4$  (原料:  $\text{MnO}_2, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{KNO}_3$ )。

(B)  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  (原料:  $\text{NaCN}, \text{FeSO}_4, \text{FeCl}_3$ )。

(C)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (原料:  $\text{KCl}, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{C}, \text{CaCO}_3$ )。

(D)  $\text{C}_2\text{H}_2$  (原料:  $\text{CaO}, \text{C}, \text{H}_2\text{O}$ )。

2. 已知某種食鹽樣品中含有蔗糖、硫酸鈉、氯化鈣等各雜質，試擬一實驗程序，使此食鹽變為純淨。

3. 何以(1) $\text{AgCl}$ 在鹼精中可以溶解？(2) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 之飽和溶液加入 $\text{MgCl}_2$ 之濃液則 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉澱？

4. 試用簡單化學方法，分別下列諸物質：(1)銀與鉑，(2)一氧化碳與二氧化碳，(3)一氧化鉛與二氧化鉛，(4)碳酸鈉與碳酸氫鈉，(5)氯化鈉與硫酸鈉。

5. 試舉下列化學作用所得產物之名稱及分子式：(1)電解氯化鈉之水溶液，(2)通氯入於濃氫氧化鈉溶液，(3)浸含金之礦粉於氰化鉀水溶液內，(4)硫酸鋁之水解，(5)三氯化磷之水解。

6. 用食鹽以製(1)氯，(2)鹽酸，(3)氫氧化鈉，(4)碳酸鈉，其手續應各若何？

7. 試述氨之各種實驗室製法。

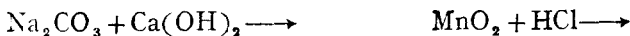
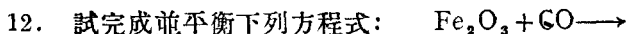
8. 試述氯之實驗室製法，詳述其任何一法。

9. 用化學方程式寫完全並平衡下列反應：(1)氫氧化鋁加

硫酸，(2)氨加二氧化碳及水，(3)銅加濃硝酸，(4)鋅加稀硫酸，(5)氯酸鈉加熱。

10. 金屬與非金屬之物理性質及化學性質區別何在？試各舉例說明之。

11. 以食鹽為原料，在工業上可以製取多種物品，試作一表以表示所用之法及所得之物。



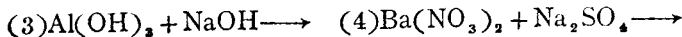
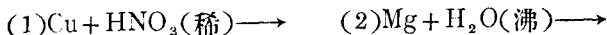
13. 試述肥皂之普通製造法：(1)原料，(2)化學反應，(3)副產品及副產品之功用。

14. 下列各物各以何種化學方法檢別之：(1)碳酸鹽與重碳酸鹽，(2)鹽酸與硫酸，(3)二氧化碳與氮，(4)氧化鈣與二氧化矽？

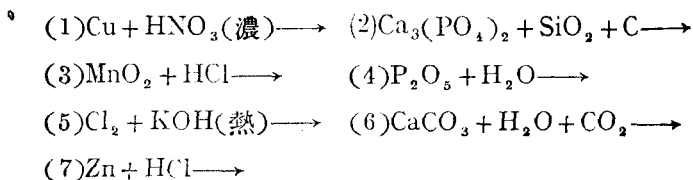
15. 說明下列各項之理由：(1)銅在電化次序表中地位在氫之下，何以能溶於濃硫酸中？(2)何以海水較普通之水難於結冰？(3)何以  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  生成  $\text{PbS}$  之沉澱須加入  $\text{H}_2\text{S}$  而成飽和溶液？(4)何以  $\text{ZnSO}_4$  溶液呈酸性？

16. 試述二氧化碳及氯之實驗室製法，並說明其裝置及其化學變化。

17. 完成下列各方程式，且平衡之：



18. 完成下列各化學方程式，並使其兩邊相等：



19. 試寫出下列各物之化學式：(1)一液體金屬元素，(2)一種酸酐，(3)一潮解性鹽，(4)一昇華物質，(5)一氧化劑，(6)一還原劑，(7)一鹼金屬，(8)一鹼土金屬，(9)一鹵化物，(10)一稀有氣體。

20. 如何由下列已知物質製備所需之物質？在製備時儘可應用其他化學品與已知物質起化學作用，而得所需之物質，試以方程式表示製備之作用：(1)由  $\text{NH}_4\text{Cl}$  製氨，(2)由  $\text{BaO}_2$  製  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，(3)由  $\text{CaC}_2$  製  $\text{C}_2\text{H}_2$ ，(4)由硫製硫酸，(5)由  $\text{NaCl}$  製  $\text{Cl}_2$ 。

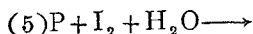
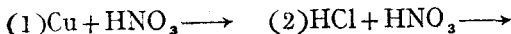
21. 金屬之普通提煉法如何？試舉例說明。

22. 試比較硫與磷之物理性質及化學性質。

23. 食物之成分爲何？其消化程序如何？

24. 試釋電解食鹽溶液在兩電極所生之化學作用。

25. 試完成下列諸方程式並使其兩邊相等：



26. 試列舉氧之製法兩種。

27. 試寫明下列各化合物之分子式：硫化氫，亞硫酸，大蘇打，漂白粉，硝酸銀，碳化鈣，氯化鈹，過氧化氫，高錳酸鉀，重鉻酸鉀。

28. 試說明下列各物質之組合，或舉其化學公式：(1)王水 (2)鉛字金，(3)筆鉛，(4)波爾多混合物，(5)瀉鹽，(6)德國銀，(7)混凝土，(8)金剛砂，(9)水玻璃，(10)木精。

29. 試以平衡之方程式說明下列之事實：(1)烘製麵包時麵粉之發酵，(2)石灰之製造，(3)玻璃器皿之刻字，(4)汽油(假定主要成分為 $C_8H_{18}$ )在汽缸內之燃燒，(5)電石氣(即乙炔)之產生。

30. 試說明鋼與鐵之區別。

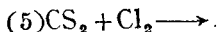
31. 何謂特種鋼？試舉二例並說明其用途。

32. 試述二氧化碳之性質與通常應用之製備法。

33. 一氧化碳與二氧化碳之異點何在？化學上用何法可以區別之？又生理上之作用如何不同？

34. 試述下列物質之工業製法：(1)氫，(2)氯，(3)二氧化碳，(4)鈉。

35. 試完成以下諸方程式並使其兩邊平衡。何者為氧化作用？何者為還原作用？並指明其原子價之變更：



36. 試述適合下列各項條件物質之名稱：(1)液體而為金屬之元素，(2)於常溫與水有作用之金屬，(3)易氧化之物質，(4)易風化之物質，(5)最易導電之金屬。

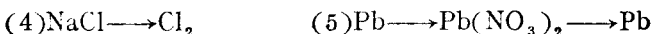
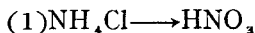
37. 試述氨之工業製法，並舉其性質及用途。

38. 試述下列各物加熱後之變化：(1)硝酸銨，(2)碳酸銀，

(3) 氯酸鉀, (4) 氧化汞。

39. 試述下列化學實驗之正當手續: (1) 濃硫酸與水攪合使成淡溶液, (2) 由氫氧發生器導出氣體燃之以火, (3) 證明水為氫與氧之化合物, (4) 除去天然水所含臨時硬度, (5) 從濃硫酸製二氧化硫並收集其氣體。

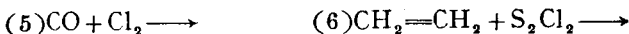
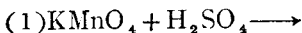
40. 欲求下列化學變化之完成, 須用何種手續及藥劑? 寫完全方程式:



41. (1) 肥皂如何製造, 其副產物如何利用? (2) 汽油為何種化合物, 有否人工製造法? (3) 防毒面具之主要吸收劑為何物, 其原理何在? (4) 工業應用純粹金屬, 每遜於合金, 試舉例說明之。

42. 試依八隅說作圖, 以示下列各物之構造: (1) 氮原子, (2) 氮分子, (3) 氟原子, (4) 氟分子, (5) 氟化鈉。

43. 試完成下列方程式並使其兩邊相等:



44. 金屬存在有為遊離狀態者, 有為化合狀態者, 試申說其不同之原因, 並各舉三種金屬以為例。

45. 鐵器面上往往鍍鋅或鍍鎳, 其目的安在? 略述鍍鋅及鍍鎳之方法。

46. 冶金方法因物而異, 試以鋁、鐵、鋅為例, 略述三種不

同之方法。

47. 用完全方程式表示下列各種化學變化：(1)五氯化磷溶解於水，(2)碳酸氣導入含有碳酸鈣沉澱之溶液，(3)將硝酸銨加熱而生強烈爆炸，(4)氯化鋅溶液加入多量氫氧化鈉，先得沉澱，繼又溶化，(5)濃硫酸加小塊銅片而生氣體。

48. 下列物品用化學分子式各舉一例：(1)黃色顏料，(2)氧之同素異性體，(3)元素在尋常情形下之為液體者，(4)在酸性溶液內所用之氧化劑，(5)有機酸之可以調味者，(6)製玻璃之主要原料，(7)無機鹼類溶液之導電薄弱者，(8)有機硝基化合物之能用為炸藥者，(9)煤膏中所含之芳香有機化合物，(10)元素結構之最外軌道僅含二電子者。

49. 試書下列各物之式或化學名稱：(1)一含氮肥料，(2)一氣體燃料，(3)一液體燃料，(4)一氧化劑，(5)一乾燥劑，(6)硬水中一種主要化合物，(7)三種主要營養素，(8)一常用之合金。

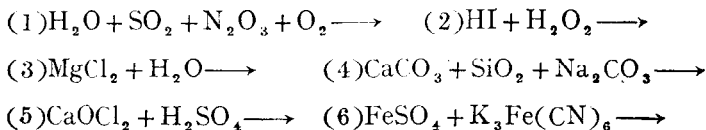
50. 最普通之鐵礦為何？用何法可製鐵？試述之並寫出各方程式。

51. 作下列各實驗時，應起何種變化？試言其故：(1)置濃硫酸於木上，(2)加氫氧化鈉於氯化銨溶液中，(3)呼氣入石灰水中，(4)置鋅條於硝酸銀溶液中。

52. 試詳述氨之實驗室製法及工業製法。

53. 何謂硬水？硬水之種類如何？硬水變成軟水之方法如何？試分述之。

54. 試完成下列各方程式，並使其兩邊相等：——



55. 試註明下列各物之分子式，並述其重要製法，性質，及用途各一種：(1)氯酸鉀，(2)鉻酸鉛，(3)硫酸鈉，(4)石膏，(5)硼砂，(6)溴化鎘，(7)碳化鈣，(8)水玻璃。

56. 設欲鑑別下列各物，有何簡單化學方法？試分述之：  
(1)二氧化碳與一氧化碳，(2)稀硫酸與稀硝酸，(3)氯化物與碘化物，(4)鐵鹽與亞鐵鹽。

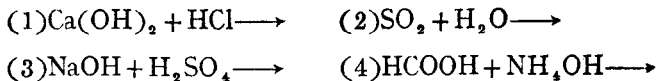
57. 註明下列物質之化學名稱及其分子式：硝石、生石灰、石膏、膽礬、綠礬、瀉利鹽。

58. 石灰水內，不絕通入二氧化碳，呈何現象？並書出其反應式。

59. 試述硼精之製法及其性質。

60. 電解水時，何以必須加硫酸？試述明之。

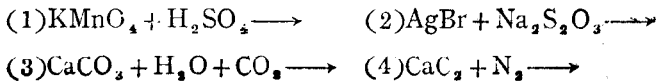
61. 試完成下列諸方程式：



62. 試述鉛之製法及其在工業上效用。

63. 亞硝酸及亞硫酸各有還原氧化兩種作用，其故安在？試用方程式表明之。

64. 完成下列各種化學方程式：——







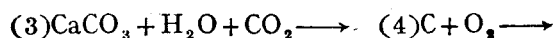
65. 試就化學成分及物理性質，述鋼和生鐵之區別。

66. 試略述鋼及生鐵之製造方法。

67. 何謂烟煤？何謂焦煤？試述其異點及其用途。

68. 試舉國內之重要煤礦，及已開採之煤礦。

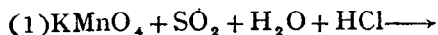
69. 試補足下列各方程式，並平衡之：



70. 如何區別硫化氫與二氧化硫？

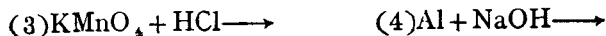
71. 二氧化硫與氯之漂白作用區別何在？何種物料不能用氯漂白，而能用二氧化硫漂白？

72. 試完成以下諸方程式，並使其兩邊平衡：



73. 試作表列舉下列各物之分子式，近代通用製造法及其重要用途：(1)氫，(2)硝酸，(3)碳酸鈉，(4)電木，(5)燒鹼，(6)水煤氣。

74. 試舉出下列各式之產物，如該式不能發生任何反應，說明其理由：



75. 試解釋下列每種物品之功用：(1)鋁用以製造鍋具，

(2)骨炭用以淨煉白糖，(3)硫黃用於橡皮工業，(4)石灰使硬水

變爲軟水，(5)氫用以充實飛艇。

76. 試解釋下列各項之理由：(1)硬水不合洗濯與鍋爐之用，(2)鐵易生銹而鋁則否，(3)硝酸鈉不適於製配黑色火藥。

77. 下列各物質，其性質有何區別：(1)氯與鹽酸，(2)一氧化碳與二氧化碳，(3)一氧化氮與二氧化氮，(4)氧化鎂與氧化鋁。

78. 今欲(1)從碳製四氯化碳，(2)從硫酸製亞硫酸鈉，(3)從氮製氨，(4)從磷製磷酸，(5)從氯製氯酸鉀，其步驟應若何？試以方程式表示之。

79. 使用黃磷時，宜如何注意？其性質與赤磷有何差異？

80. 試舉酸之兼有氧化性者及兼有還原性者各二種。

81. 試記實驗室中製取二氧化硫之方法，並略述其性質。

82. 用方程式表明下列各變化：(1)由石灰及氯製造漂白粉，(2)用碳酸鈉使永久硬水軟化，(3)用石灰及碳酸鈉製造氫氧化鈉，(4)由硝酸鈉製造硝酸。

83. 試述碳酸鈉之各種製法，及其化學性質暨用途。

84. 試以方程式表示下列各化學反應：(1)食鹽與硝酸銀，(2)硫酸鈉與氯化鋇，(3)鉻酸鉀與硝酸鉛，(4)三氯化鋁與氫氧化鈉，(5)三氯化鐵與黃血鹽。以上各反應，在分析術上，爲何能檢出：(1)氯遊子，(2)硫酸遊子，(3)鉻酸遊子，(4)鋁遊子，(5)鐵遊子。

85. 試述從硫鐵礦製造硫酸之方法。

86. 指出下列各方法中所包含之化學變化：(1)製藍圖法，(2)氰化鈉煉金法，(3)鉛室法製硫酸，(4)鉛極蓄電池之放電。

87. 試述下列各物品之主要用途，製造程序，及其在國防與建設上之重要：——(1)氯，(2)氫，(3)鋁，(4)汽油。

88. (1)明礬之於淨水，(2)還原劑之於攝影術，(3)氫於發冷機，(4)鎢之於電燈泡，(5)硫之於橡皮，(6)鋁之於鐸接術，功用究安在？試各就所知，指出其精確理由。

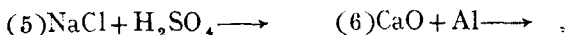
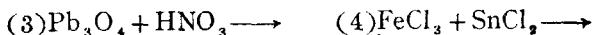
89. 試簡要敘述下列各工業方法，並標明其產出品之用途：(1)煤之乾餾，(2)油之氫化，(3)電木之製造，(4)澱粉之發酵。

90. 試解釋下列各事實：(1)銅可以用電解法精鍊，(2)用氫以充實氣球，較氫為佳，(3)硬水不適用於鍋爐及洗滌，(4)加電解質於膠體溶液恆起沉澱，(5)加硫酸於氫氧化鋁溶液，其導電度隨加入之分量而逐漸變化。

91. 試述製鋼之用柏塞麥法，及開爐法之重要異點。

92. 今欲用(1)磷製磷酸，(2)氯製氯酸鉀，(3)二氧化錳製高錳酸鉀，其手續應若何？

93. 試述下列各反應之出產品，或不能發生反應之理由：



94. 試舉下列各物之重要用途，並述兩種不同之工業上製造方法：(1)氫，(2)硫酸，(3)硝酸，(4)氫氧化鈉。

95. 試比較(1)製鋼用之柏塞麥法及開爐法之異同，(2)製鹼用之路布蘭法及索爾未法之異同。

96. 試指出最適宜於下列各用途之特殊材料，並說明其理

由：(1)充盛氣球，(2)精煉粗糖，(3)鋼鐵防銹，(4)爐鍋水之軟化。

97. 試述三種不同製備鹽類之方法，及三種不同之影響反應速率之因素，並舉例以明之。

98. 試作表舉出下列各物之性質、製法及用途：(1)甘油，(2)石墨，(3)三硝基甲苯，(4)普魯士藍，(5)變性酒精，(6)過磷酸石灰。

99. 試比較(1)水煤氣及爐煤氣之燃燒性質，(2)氯及二氧化硫之漂白作用。

100. 試解釋下列各物之功用：(1)明礬之於淨水，(2)氟化氫之於刻玻璃，(3)冰晶石之於製鋁，(4)石灰石之於製鐵，(5)水泥之於三和土。

101. 試述(1)溴化物，(2)硫酸鹽，(3)硝酸鹽之化學檢驗法。

102. 試略述路布蘭，索爾未，與電解法之製造碳酸鈉，各法之優點，並詳書其化學方程式。

103. 水之電解須加硫酸少許，其故安在？試述此電解之詳情並詳書其方程式。

104. 食物之重要成分為何？消化在化學上是何意義？試略述之。

105. 試略述戰爭毒氣之種類，簡單的防禦方法，及其防禦作用的要由。

106. 試述鉀與鈉二元素之性質之同異點。

107. 試述磷之製造法及其用途。

108. 試以方程式，表出下列各物質之對水之化學變化：

(1)三氯化銻,(2)氟化矽,(3)硝酸鈹。

109. 氮之氧化物有若干種,並各略舉其製法與性質。

110. 試述一工業製造碳酸鈉之方法。

111. (1)由氮用何法可以製造硝酸? 試說明之,並用方程式表明其作用。試言在何種情形之下,此項反應方能發生。(2)試述硝酸之化學特性二種,並用方程式表明之。

112. 中國現有何種大規模化學工廠? 所造何物? 其所在地何名?

113. 金屬元素與非金屬元素,化學性質上有何根本不同之點? 試用方程式表示其差異。

114. 說明給呂薩克之氣體合成定律,書三例表示此定律所依賴之根據。

115. 試述氮之(1)工業製造法,(2)實驗室製法,(3)主要性質,(4)主要用途。

116. 試完成下列諸方程式,並使其兩邊相等:



117. 何謂週期律? 現今通用之週期表共有幾期? 將各元素分成幾類? 此表有何價值? 有何缺點? 試詳述之。

118. 試述下列各物之製法,及其主要用途: (1)磷,(2)過氧化氫,(3)鉛白,(4)鋁。

119. 試作一圖表明在實驗室中取氮之法,將所用物品及裝置之用意於圖中註明之。

120. 以食鹽爲原料，可以製取各種物品，試作一表，表明所用之法，及其所得之物。
121. 試舉漂白劑兩種，並分述其用途及化學作用之異同。
122. 試將下列各物之式註出，並指出各物之用途：(1)明礬，(2)石膏，(3)硃砂，(4)砒霜，(5)銻。
123. 電解水時，常滴硫酸於水中，試以電離論說明之，並逐步書出其方程式。
124. 試書下列各化合物之結構式： $\text{HClO}_2$ ， $\text{HClO}_4$ ， $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ， $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 。
125. 舉例說明蒸餾、分餾、乾餾及過濾等操作在化學上之價值。
126. 電解醋酸溶液時，陰極及陽極恆生何種氣體？
127. 氧於自然界甚爲普遍，用何法可以察其存在？
128. 氧與碳之化合物甚多，試最少述出三種，並各略述其製法及性質。
129. 試書重水分子式，並述重水之製法及性質。
130. 試圖解馬氏試砷法。
131. 用化學方程式寫完全並平衡以下之方程式：(1)氫氧化鋁加硫酸，(2)氨加二氧化碳、水及食鹽，(3)硝酸加銅，(4)加熱於氯酸鉀，(5)鋅加稀硫酸。
132. 下列諸事實各證明一種定律，書各該定律及其名稱：(1)汞成二種氯化物，其方程式爲  $\text{HgCl}$  及  $\text{HgCl}_2$ ，(2)氫成二種氧化物，其程式爲  $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{H}_2\text{O}_2$ 。
133. 試述下列物質之工業製造法：(1)鉛白，(2)鋁。

134. 試述下列諸物質之性質及功用：(1)磷，(2)氫氧化鈉，(3)硝酸，(4)氯。

135. 試完成下列各反應式，如有不生反應者，則說明其理由：



136. (1)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  溶液被電解時，生何產品？試說明其所以然。(2) 溶液顯鹽基性，其故何在？(3)  $\text{CO}_2$  通過石灰水何以初則發生沉澱，繼則沉澱漸漸消失？

137. 試述下列各金屬元素提取法之大概：(1)鈉，(2)汞(3)鋅，(4)鐵。

138. 說明下列各物之功用：(1)鋁粉之於哥德斯密斯法，(2)  $\text{N}_2\text{O}_3$  之於鉛室製硫酸法，(3) 活性炭之於防毒面具，(4) 濃鹽酸之於製取氯，(5) 濃硫酸之於製造炸藥，(6) 半透膜之於滲透作用。

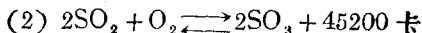
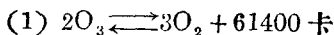
139. 設一元素之原子量為25，測試其原子核內外之電子數，原子序數，最高價數。此元素在週期表上位置如何？應為那一種常見元素之同位素？

140. 用何種方法可使氯化物變為硝酸鹽？硝酸鹽變為硫酸鹽？

141. (1) 如何驅除溶液中之氨？(2) 酒精與水混合，如何使之分離？

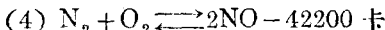
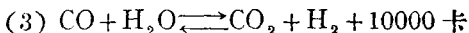
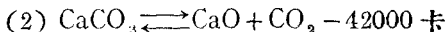
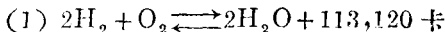
142. (1) 試述溫度、壓力對於下列兩平衡式之影響，並指

出平衡點移動之方面：

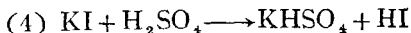
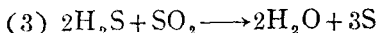
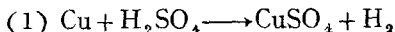


143. (1) 醋酸溶液中加入  $H_2SO_4$ , 其電離程度受重大影響否? (2) 氫氧化銨溶液中, 加入  $NH_4Cl$ , 其鹼性強度有變動否? 試言其理。

144. 設有如下列化學平衡式, 若加熱各起何種變化? 若加壓力各起何種變化:



145. 下列反應有無錯誤? 試改正之:



146. 空氣中含氮( $N_2$ )、二氧化碳( $CO_2$ )及水蒸氣, 用何法能試出其存在?

147. (1) 氮與銨有何區別? (2) 銻礦和鎢礦產於中國何省為最多? (3) 中國何處有製  $H_2SO_4$ 、 $HCl$  及  $HNO_3$  廠? 何處有製鹼廠( $Na_2CO_3$  及  $NaOH$ )?

148. (a) 書出下列各物之分子式: (1) 鐵氰化鉀, (2) 過氯酸, (3) 氮化鎂, (4) 生石灰, (5) 酒精, (6) 蔗糖, (7) 醋酸鉛, (8) 亞



砷酸鈉。(b)書出下列各物之名稱：(1) $\text{CCl}_4$ ，(2) $\text{Mg}_3\text{P}_2\text{O}_7$ ，  
(3) $\text{Cu}_3\text{P}_2$ ，(4) $\text{C}_6\text{H}_6$ ，(5) $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ，(6) $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ，(7)He。

149. 略述製造硫酸之接觸法，就何點論之，接觸法較優於鉛室法？

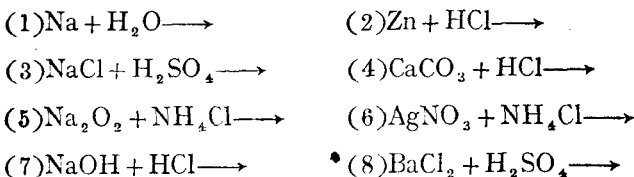
150. 下列各種工業，所需之原料為何？試列舉之，並用方程式解釋之：(1)肥皂，(2)水煤氣，(3)索爾未製鹼法，(4)哈保製氨法。

151. 完全反應如何解釋？如何可使一般反應趨向於完全？如何可使沉澱作用近乎完全？試明晰論之。

152. 試就所知，詳述週期表之排列法。

153. 試述下列各物之主要用途：(1)鋁，(2)鐵，(3)銅，(4)金，(5)鎳，(6)氯，(7)氧，(8)氫，(9)氮，(10)氨。

154. 完成並平衡下列各化學反應式：



155. 試述下列各物之製法：(1)甘油，(2)漂白粉，(3)火酒，(4)硫酸，(5)碳酸鈉。

156. 水之成份為何？如何測定其成份？

157. 解答以下各問題：(1)如何使液體物與固體物分開？(2)如何始能從稀薄食鹽水溶液中，得到純潔固體食鹽？(3)驟熱或驟冷時，玻璃器具有何影響？(4)何以無水氯化鈣及含水碳酸鈉不能保存於開口瓶中？(5)如何從濃硫酸製稀硫酸？

158. 試述以下各種變化，普通應在何種情形下始克實現，並舉例以說明之：(1)氣體變為液體，(2)液體變為固體，(3)固體變為氣體。

159. 試完成下列方程式，並說明其反應種類：



160. 寫出製造時之主要化學反應：(1)鉛室法製硫酸，(2)索爾未法製碳酸鈉，(3)電解食鹽溶液製造氯及漂白粉。

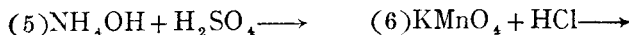
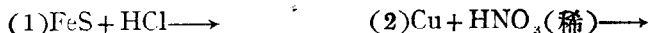
161. 試述硫化氫之實驗室製法，及其對於溶液中之金屬離子作用。

162. 試說明銑鐵、鍛鐵及鋼之異點。

163. 在實驗室中如何製備下列各物質：(1)氮，(2)硫酸鋇，(3)硫酸銅。

164. 在實驗室中，如何製備硝酸？試簡單說明之。

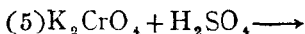
165. 完成下列諸方程式：



166. 指示(1)在尋常情形之下，何者為氣體物質： $\text{Br}_2$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{HCl}$ , (2)何者為不易溶於水中： $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{HgCl}_2$ , (3)何者為有色化合物： $\text{KI}$ ,  $\text{HgO}$ ,  $\text{HgS}$ ,  $\text{PbCrO}_4$ , (4)何者在稀液內導電力強，何者導電力弱： $\text{HCN}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

167. 略述下列化學工業之原理：(1)電解製氮，(2)空中取氮。

168. 試完成以下諸方程式：



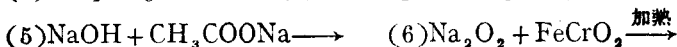
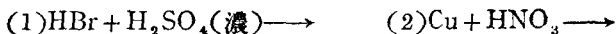
169. 硫酸之化學反應甚多，試用方程式舉出四種性質各別之反應。

170. 試述玻璃之種類、製造各種玻璃之原料，其特性及其用途。

171. 鈉之原子價為一，鈣為二，鐵為三，若以三元素變為氧化物，硫酸鹽及磷酸鹽時，其程式如何？

172. 以電化法提取金屬鈉，何以不用鹽水？

173. 完成下列諸方程式：

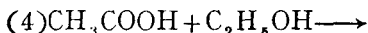
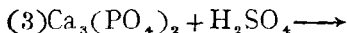
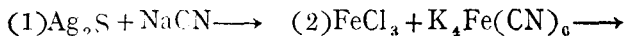


174. 食鹽、二氧化碳、醋酸鈉、氧化鈣、碳酸鉀、氯化銨、酒精等分別溶解於水，此等溶液孰呈酸性？孰呈鹼性？孰呈中性？

175. 由食鹽如何可製鹽酸、碳酸鈉、氫氧化鈉？並略記此等化合物之用途。

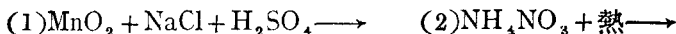
176. 氨遇水或酸各有何作用？所成之結果物如更加熱，又各有何變化？

177. 完成下列各方程式，並舉出其主要生成物之名稱：



178. 現在吾國欲造一製 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 之工廠，試就所知，說明硫酸銨應如何製法，所用原料來源若何？硫酸銨之用途若何？

179. 試完成下列諸方程式：



180. 空氣中含有氮、氧、二氧化碳及水蒸氣，用何法能試出其存在？

181. (1) 甘油、煤油、脂肪油各爲何種物質？(2) 錫礦、鎊礦、鐵礦，各產於何省爲最多？

182. 普通洗濯用之所謂鹼，究係何物？中國有製造廠否？昔時用草木灰水溶液洗衣，利用其何種成分？

183. 試述由空氣中固定氮之方法。

184. 何種元素屬於鹼土族？試舉其來源、製法、性質，及用途。

185. 試將硫之下列化合物(1) $\text{H}_2\text{S}$ ，(2) $\text{SO}_2$ ，(3) $\text{SO}_3$ ，(4) $\text{H}_2\text{SO}_3$ ，(5) $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ，(6) $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，(7) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ，(8) $\text{CS}_2$ ，繪一簡易圖表，以解釋其製造程序。

186. (1) 最主要之三種磷酸爲何？(2) 試寫出磷在氧內燃燒後所得之物體，溶於沸水內之各種化學作用之方程式，及命名其所得之產物。

187. 電解 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 及 $\text{CuSO}_4$ 之溶液，應得何種物體？

## 第四部

# 有機化合物

### 第一篇 碳化氫

#### 第一節 概說

1. **有機化合物** 有機化合物之名稱，原來僅限用於直接或間接由動植物所取得之物質。自 1828 年，德人韋勒 (Wohler) 氏用氰酸銨加熱，製出動物尿中之尿素後，昔日之生活力觀念因之打破。其後有機化合物由人工合成者為數日增，故舊有之有機化合物與無機化合物上之區別不復存在。今日之所謂有機化合物，實乃碳之各種化合物耳。

有機化合物可依其碳原子之結構形狀，分為兩大類：其為鏈狀結構者，總稱為開鏈式化合物，該類化合物多屬於脂肪及其衍生物，故亦稱為脂肪族化合物。其為環狀結構者，總稱為閉鏈式化合物。該類化合物多屬於芬芳物質及其衍生物，故亦稱芳香族化合物。

2. **碳化氫** 碳與氫之化合物，稱為碳氫化合物，簡稱為**烴**，其主要之化合物如下：

烷屬烴 $C_nH_{2n+2}$	烯屬烴 $C_nH_{2n}$	炔屬烴 $C_nH_{2n-2}$	苯屬烴 $C_nH_{2n-6}$
甲 烷 $CH_4$ (methane)			
乙 烷 $C_2H_6$ (ethane)	乙 烯 $C_2H_4$ (ethylene, ethene)	乙 炔 $C_2H_2$ (ethine, Acetylene)	
丙 烷 $C_3H_8$ (propane)	丙 烯 $C_3H_6$ (propylene, propene)	丙 炔 $C_3H_4$ (propyne)	
丁 烷 $C_4H_{10}$ (butane)	丁 烯 $C_4H_8$ (butylene, butene)	丁 炔 $C_4H_6$ (butyne)	
戊 烷 $C_5H_{12}$ (pentane)	戊 烯 $C_5H_{10}$ (pentylene, pentene)	戊 炔 $C_5H_8$ (pentyne)	
己 烷 $C_6H_{14}$ (hexane)	己 烯 $C_6H_{12}$ (hexylene, hexene)	己 炔 $C_6H_{10}$ (hexyne)	苯 $C_6H_6$ (benzene)
庚 烷 $C_7H_{16}$ (heptane)	庚 烯 $C_7H_{14}$ (heptylene, heptene)	庚 炔 $C_7H_{12}$ (heptyne)	甲 苯 $C_7H_8$ (toluene)
辛 烷 $C_8H_{18}$ (octane)	辛 烯 $C_8H_{16}$ (octylene, octene)	辛 炔 $C_8H_{14}$ (octyne)	二 甲 苯 $C_8H_{10}$ (xylene)
壬 烷 $C_9H_{20}$ (nonane)			
癸 烷 $C_{10}H_{22}$ (decane)			
十一烷 $C_{11}H_{24}$ (undecane)			

其化合物飽足者，為飽和碳氫化合物，亦稱飽和烴。如烷屬是也。其化合物未飽足者，為不飽和碳氫化合物，亦稱不飽和烴，如烯屬、炔屬是也。凡分子式以  $CH_2$  為差諸化合物，稱為同系物。

## 第二節 飽和碳氫化合物

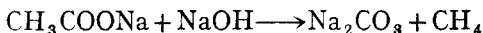
3. 飽和碳氫化合物之一般性質 烷屬碳氫化合物乃由石油分餾而得，凡碳原子數在 1—4 之間者，常溫時為無色氣體，在 5—16 之間者，無色液體。其碳原子數較更多者，為易熔之白色固體，不溶於水，但溶於酒精、二乙醚中。其為液態者，能溶解樹脂、脂肪等物質，其化學性甚為穩定，不為強酸或強鹼所作用，但與

氯或溴作用時，則其中之氫原子被氯或溴所置換。少一氫原子之一價基  $C_nH_{2n+1}$ ，總稱為烷基(alkyl radical)。

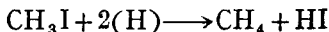
#### 4. 甲烷 (methane, $CH_4$ )

**存在** 天然煤氣中含有此氣約 90—95%，池沼中之有機物質腐爛時，亦生此氣，故又常稱作沼氣。

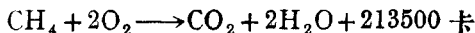
**製法** (一)以無水醋酸鈉與鹼石灰混合加熱：



(二)以鋅銅偶作用於碘甲烷之酒精溶液，藉新生氫使之還原以製之：



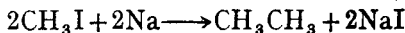
**性質** (一)為無色無臭氣體；(二)微溶於水；(三)不受強酸、強鹼之作用；(四)與空氣混合，加熱則爆發。燃燒時發生大量之熱，常用為燃料：



(五)與氯、溴、碘等作用，發生取代物。如三氯甲烷、四氯化碳、三碘甲烷等，均可藉此作用製成。

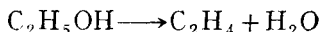
**用途** (一)燃料；(二)製造三氯甲烷、三碘甲烷之原料。

5. 烷之同系物 烷之同系，除可依製甲烷之製法製成外，亦可由甲烷合成之，其法先將甲烷製成碘甲烷，再以鈉、鋅或銀等金屬共熱之，即得：

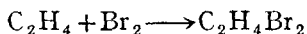


此等合成稱為符次法(Wurtz synthesis)。由是而製成丙烷、丁烷及其他烷之同系物，均可由此類推。

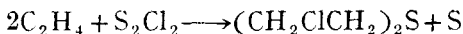
6. 不飽和碳氫化合物 較烷屬烴少二原子氫之不飽和碳化氫稱爲烯屬，又稱成油屬；更少二原子氫之碳化氫稱爲炔屬。烯屬烴可由醇類失去水分以製成，通常所用之脫水劑爲硫酸、磷酸與氯化鋅。其中最普通者爲乙烯，乃由酒精與濃硫酸共熱製成：



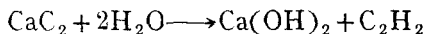
爲無色可燃性之氣體，與氯和溴等相遇，立加二原子而成飽和化合物：



極易受氧化作用，常用爲製造芥子氣之原料：



炔屬烴爲碳化氫中之最不飽和者。其碳與碳之間，有三重價標，其中較重要者爲乙炔，乃注水於碳化鈣而成：



爲無色有毒性之氣體。燃燒時發有極強之光焰，常爲燃燈之需。氧炔焰溫度可達  $3000^\circ\text{C}$ 。用於金屬之鋸切。遇氯或溴，加四原子而成飽和化合物。與亞銅鹽之鹵精液相遇，則生赤色之二碳化二銅( $\text{Cu}_2\text{C}_2$ )，可供乙炔之檢出。

#### 第四節 環狀碳氫化合物

7. 環狀碳氫化合物 環狀碳氫化合物，可由分餾煤焦油而得。此類化合物，常統稱爲煤焦油化合物。茲略述其數種：

苯 (Benzene,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ) 俗稱安息油，爲無色液體，有特殊臭味，沸點  $80.5^\circ\text{C}$ 。不溶於水，但溶於醚與石油。脂肪、樹脂、樟腦、硫黃、碘等，不溶於水之物質，均能溶於苯中。燃燒時焰放光輝而



多烟。雖爲不飽和之化合物，但性質與飽和者同，不受強鹼之作用，與濃硫酸及濃硝酸共熱，則生成氫之置換物 ( $C_6H_5NO_2$  及  $C_6H_5SO_3H$ )，與鹵族元素共作用時，在常溫生鹵素置換體，在高溫生其加成物。其誘導物有甲苯 ( $CH_3C_6H_5$ )，乃無色液體，爲製造三硝基甲苯 (T. N. T.) 之原料。酚 ( $C_6H_5OH$ ) 俗稱石炭酸，爲白色結晶體，性甚毒，常用爲消毒劑，亦爲製造苦味酸與電木之原料。甲酚 ( $C_7H_7OH$ ) 爲良消毒劑。硝基苯 ( $C_6H_5NO_2$ ) 爲微黃油狀之液體，有芬芳臭味，還原則生苯胺 (氨基苯， $C_6H_5NH_2$ )，俗稱安尼林，專供製造染料之用。苯甲酸 ( $C_6H_5COOH$ ) 俗稱安息酸，其鈉鹽用作食物防腐劑。苯甲醛 ( $C_6H_5CHO$ ) 爲有芳香無色油狀之物質，可由苦杏仁製取之，常作爲香料。水楊酸 [ $C_6H_4(OH)COOH$ ] 爲白色之針狀結晶體，有強殺菌性，用爲防腐劑，其鈉鹽用爲風濕病 (rheumatism) 特效藥及解熱劑。沒食子酸 [ $C_6H_2(OH)_3COOH$ ] 爲白針狀結晶體，其溶液遇鐵離子則生黑色沉澱，供墨水之製造。沒食子酸加熱，發生二氧化碳，變爲焦性沒食子酸 [ $C_6H_3(OH)_3$ ]，焦性沒食子酸還原力極強，與苯二酚 [ $C_6H_4(OH)_2$ ] 均供攝影顯像用。鞣酸 O ( $C_6H_2(OH)_2COOH$ )<sub>2</sub> 亦稱單寧酸，通常用熱水由五倍子浸出而製之，遇蛋白質生不溶性之化合物，並能使色質固着於纖維，供染色與鞣皮之用。

其他苯屬化合物尚有焦油腦 ( $C_{10}H_8$ )，爲二苯基互相結合之碳化氫，可由分餾煤焦油時之中油部分使其結晶析出，爲白色片狀結晶體，有昇華性，殺菌力極強，市售之樟腦丸即爲此物製成，又爲製造藍靛之原料。綠油腦 ( $C_{14}H_{10}$ )，乃由分餾煤焦油最後所得之綠油中提出，性質與焦油腦類似，爲供製靛素染料之原料。

## 第二篇 醇類

8. 醇類 (alcohols) 醇類為碳氫化合物中氫原子被氫氧基換置所生成物質如  $(C_nH_{2n+1} \cdot OH)$  之總稱，其中含有一氫氧基者稱爲一元醇，二氫氧基者爲二元醇，數氫氧基者稱爲多元醇。又一元醇之氫氧基在鏈端者稱爲第一醇，在鏈間者稱爲第二醇，在鏈側者稱爲第三醇。通常爲中性無色之液體，碳原子數愈多，沸點愈高，有特殊香氣，刺激性甚強。高級之醇類多爲固體。其主要者如次：

$(C_nH_{2n+1} \cdot OH)$	名 稱
$n = 1 \dots\dots\dots CH_3 \cdot OH \dots\dots\dots$	甲醇 (methyl alcohol)
$n = 2 \dots\dots\dots C_2H_5 \cdot OH \dots\dots\dots$	乙醇 (ethyl alcohol)
$n = 3 \dots\dots\dots C_3H_7 \cdot OH \dots\dots\dots$	丙醇 (propyl alcohol)
$n = 4 \dots\dots\dots C_4H_9 \cdot OH \dots\dots\dots$	丁醇 (butyl alcohol)
$n = 5 \dots\dots\dots C_5H_{11} \cdot OH \dots\dots\dots$	戊醇 (amyl alcohol)
$n = 16 \dots\dots\dots C_{16}H_{33} \cdot OH \dots\dots\dots$	十六碳醇 (cetyl alcohol)
$n = 30 \dots\dots\dots C_{30}H_{61} \cdot OH \dots\dots\dots$	三十碳醇 (melissyl alcohol)

### 第一節 甲醇

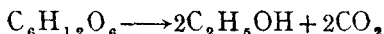
9. 甲醇 甲醇常由木材乾餾液中以石灰乳中和醋酸後更蒸餾而取得，故亦稱木精，沸點  $66^\circ C.$ ，有芳香，性毒，40 克即足致死。受氧化作用，先成蟻醛，次成蟻酸：



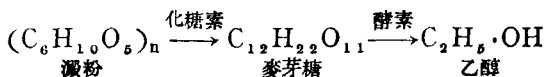
供製假漆、甲醛及酒精變性等用，又常作爲燃料。

## 第二節 乙醇

10. 乙醇 乙醇俗稱酒精，可由葡萄糖之水溶液，加酵母使發酵製成：



工業上多用米、麥、馬鈴薯等之澱粉質為原料，反應如下：



乙醇之沸點為78°C.，化學性與水相類似，與濃硫酸共熱，生乙烯或二乙醚，視情況而異，能溶樹脂、脂肪、樟腦與碘等物質，故為一良好溶劑，受氧化作用先成為乙醛，次成醋酸，又常為飲料，燃料，與防腐劑。

11. 雜醇油 由穀類與馬鈴薯之澱粉發酵時，除產乙醇外，尚有丙醇、丁醇、戊醇及其他高級醇類，存於乙醇蒸餾後之殘液中，總稱為雜醇油，為無色有毒性之油狀液體，為供製造香料之用。

12. 丙三醇 丙三醇  $[C_3H_5(OH)_3]$  俗稱甘油，常與高級脂肪酸或油酸化合，存於動植物之脂肪中，為製造肥皂之副產物，為無色有甘味黏性液體，吸濕性極大，與硝酸共熱，加入硫酸奪去其生成之水，則成硝化甘油：

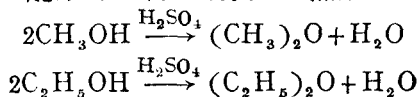


以矽藻土25%，吸收甘油75%，製成甘油炸藥。

## 第三篇 醚 醛 酮

### 第一節 醚類

13. 醚類 凡醇中與氧結合之氫，被烴基置換所生之物質，兩基相同或不相同總稱為醚(ether)，故醚可視為烴之氧化物，其中較為重要者，為二甲醚及二乙醚。若取甲醇與濃硫酸共熱時，則生二甲醚，如取乙醇與濃硫酸共熱，則生二乙醚：



二乙醚通常簡稱為醚，為無色易流動之液體，比重 0.74，沸點 35°C.，其蒸氣有強芳香，能溶解樹脂、脂肪、油類等，故常用作溶媒，又常利用其揮發性以作寒劑，蒸氣用作麻醉劑，以供治療。

### 第二節 醛類

14. 醛類 凡第一醇類受不充分氧化作用，其含有氫氧基之碳原子上除去二氫原子，生成之物質，稱為醛類， $\text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\text{O}$ ，其主要者有二種，一為甲醛，一為乙醛。

15. 甲醛 甲醛(HCHO)又稱蟻醛，可以銅絲或鉑石棉為接觸劑，使甲醇受空氣不充分氧化作用而成：

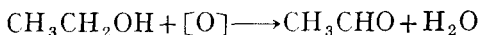


其40%之水溶液，稱為福美林(formalin)，還原性極強，能使氧化二銀還原呈銀鏡反應，而自成蟻酸：



殺菌力極強，常用為消毒劑，又常使與石炭酸縮合成電木。

16. 乙醛 乙醛( $\text{CH}_3\text{CHO}$ )可用製甲醛相同方法製出之：

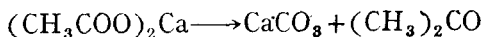


乙醛為具揮發性之無色液體，有劇毒性，吸入其蒸氣，片刻後，即喪失其呼吸力。常使縮合為 $(\text{CH}_3\text{CHO})_3$ ，而供催眠鎮痛之用，還原性與蟻醛無異。

### 第三節 酮類

17. 酮類 第二醇類受不充分氧化作用，其含有氫氧基之碳原子上除去二氫原子，生成之物質稱為酮( $\text{R}_2\text{C}=\text{O}$ )，其中較為重要者為丙酮一種。

18. 丙酮 丙酮由木材乾餾之際由木醋酸中得之，故亦名木酮，或以醋酸鈣乾餾以製之：



丙酮為無色有特異香氣之液體，還原力較乙醛為弱；與漂白粉作用，則生三氯甲烷；加鹼與碘，則生三碘甲烷，故為製造此等物質之原料。火藥棉溶於其中，加入硝化甘油，可製成紐形火藥(cordite)。

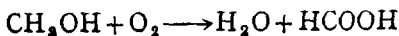
## 第四篇 有機酸類

### 第一節 有機酸類

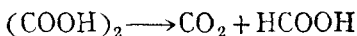
19. 概說 凡碳氫化合物中之氫原子爲酸性碳鹽基〔簡稱羧基(carboxyl)〕所置換生成之物質，稱爲有機酸或羧酸。烷類化合物中之一氫原子爲羧基置換所成之酸，稱爲脂肪酸。烯類及炔類化合物中之一氫原子爲羧基置換所生成之酸，稱爲油酸及亞油酸。苯類化合物中之氫原子爲羧基置換所成之酸，稱爲芳香酸。

脂 肪 酸	油 酸	亞 油 酸	芳 香 酸
甲 酸 (formic acid) $\text{H}\cdot\text{COOH}$			
乙 酸 (acetic acid) $\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$			
丙 酸 (propionic acid) $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$	丙 烯 酸 (acrylic acid) $\text{CH}_2\text{:CH}\cdot\text{COOH}$	丙 炔 酸 (propionic acid) $\text{CH}\text{:C}\cdot\text{COOH}$	
戊 酸 (valeric acid) $\text{C}_4\text{H}_9\cdot\text{COOH}$			苯 甲 酸 (benzoic acid) $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{COOH}$
軟 脂 酸 (palmitic acid) $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\cdot\text{COOH}$			
硬 脂 酸 (stearic acid) $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\cdot\text{COOH}$	油 酸 (oleic acid) $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\cdot\text{COOH}$	乾 性 油 酸 (linoleic acid) $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\cdot\text{COOH}$	

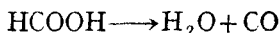
20. 甲酸 甲酸可藉鉑石棉之接觸作用，使甲醇受氧化作用而製成：



工業上常以甘油爲觸媒將草酸分解，更分餾而得之：

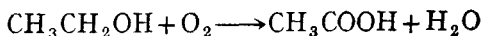


甲酸又稱蟻酸，沸點  $101^\circ\text{C}$ ，其水溶液有酸性，加硫酸加熱則分解：



常用爲殺菌劑，又醫藥上用作皮膚刺激劑。

21. **醋酸** 醋酸常由木材乾餾而取得，或以鉑石棉或醋母爲接觸劑，使乙醇氧化而製成：

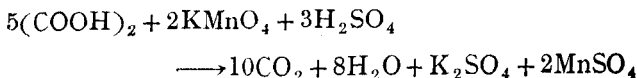


醋酸爲無色有刺激臭之液體，在溫度  $17^\circ\text{C}$  以下，即結爲透明結晶狀之固體，稱爲冰醋酸。吾人食用之醋爲其 3—5% 之水溶液。供製鉛白、醋酸銅等之原料，又常用爲媒染劑。

22. **高級酸** 硬脂酸、軟脂酸、油酸、乾性油酸等爲高級脂酸。天然間與丙三醇結合而成脂肪、油脂及蠟，此等酯類使與水、酸或鹼共熱，則起加水分解作用，而生高級脂酸或其鈉鹽。高級脂肪酸之鈉鹽即爲石鹼。

## 第二節 多鹽基酸

23. **多鹽基酸** 多鹽基酸即一分子式中含有二個以上之羧基之有機酸。乙二酸俗稱草酸，有還原性，能使高錳酸鉀褪色：

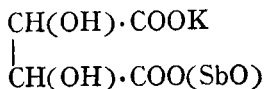


其水溶液能去鐵銹及藍墨水之污點，草酸及其鹽類於有機色質之製造、染色、照相、化學分析等應用頗廣。丙二酸多成鈣鹽存於

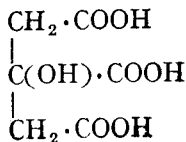
甜蘿蔔中，故亦名甜蘿蔔酸(malonic acid)。丁二酸由蒸餾琥珀而得，故亦稱琥珀酸(succinic acid)。

### 節三節 醇酸

**24. 醇酸** 凡含有氫氧基與羧基之酸稱為醇酸或羥基酸，通常醇酸之酸性較之無氫氧基為強。2-羥基丙酸 $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{COOH}$ ，俗稱乳酸，乃牛乳受乳酸菌作用發酵而生。羥基丁二酸， $\text{COOH} \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ ，天然間存於葡萄、蘋果等果實中，故亦名蘋果酸(malic acid)。二羥基丁二酸， $\text{COOH} \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{COOH}$  常成酸性鉀鹽，即酒石，存於葡萄之中。洛瑟爾鹽(Rochelle salt) 即酒石酸鉀鈉。若加氧化銻於酒石之水溶液加熱，則得吐酒石(tartar emetic)：



3-羧基戊醇-3-二酸常以遊離態存於橙、柑等果實中，故亦稱檸檬酸(或枸橼酸)，有愉快酸味，故常加於清涼飲料及糖果中。其分子結構如下：





## 第五篇 酯

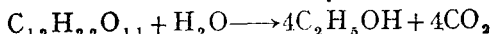
25. 酯類 (esters) 爲酸中得與金屬相置換之氫原子爲烷基所置換而成之物質之總稱。其製法由加濃硫酸於有機酸與醇之混合物，以奪去其所生之水，更分餾之以取得。其最普通者爲乙酸乙酯， $\text{CH}_3 \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$ ，乃由醋酸與酒精混和，加濃硫酸爲脫水劑，加熱生成，爲無色芳香有揮發性之液體，可作餅餌、肥皂等之香料。低級脂肪酸與一價醇化合所成之酯，均爲有果香之液體，總稱爲果香油，如香蕉油爲乙酸戊酯，蘋果油爲戊酸戊酯。高級脂肪酸與一價醇所成之酯，均爲白色或黃色半透明之固體，稱爲蠟。又高級脂肪酸與丙三醇所成之酯，是爲脂肪。其融點較高之飽和酸酯，於常溫時都爲固體，統稱爲脂肪，如軟脂 ( $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO}$ )<sub>3</sub> $\text{C}_3\text{H}_5$ ，硬脂 ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}$ )<sub>3</sub> $\text{C}_3\text{H}_5$  等，其不飽和之酸酯爲液體，統稱爲油，如油脂 ( $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}$ )<sub>3</sub> $\text{C}_3\text{H}_5$ ，乾性油脂 ( $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COO}$ )<sub>3</sub> $\text{C}_3\text{H}_5$  等，均爲製造石鹼之原料。



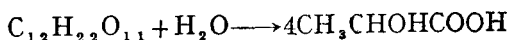
## 第二節 多醣類

28. 雙醣類 蔗糖 ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) 爲一分子之葡萄糖與一分子之果糖縮合而成, 常由甘蔗、甜菜等汁液中, 在減壓下蒸發之而使之結晶析出, 味極甘, 加熱至  $160^{\circ}C.$ , 則熔融。至  $200^{\circ}C.$ , 則變暗褐色之焦糖 ( $C_{12}H_{10}O_6$ ), 無還原性, 加入稀酸共煮, 則發生水解而生葡萄糖與果糖, 此等作用, 稱爲轉化作用, 所成之混合糖, 稱爲轉化糖 (invert sugar)。

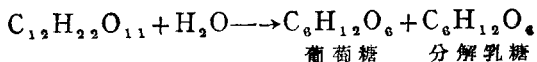
麥芽糖 ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) 由麥酵素促進澱粉加水分解而成, 與稀酸共熱, 只生葡萄糖, 與蔗糖不同, 由釀母作用而起酒精發酵:



乳糖 ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) 存於哺乳動物乳汁中, 爲白色之結晶體, 甘味弱於蔗糖, 不甚溶解, 經乳酸酵母發酵作用而生乳酸:



與稀酸共煮, 則變爲葡萄糖及分解乳糖:



29. 多醣類 澱粉 ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> 多量存於米、麥, 與馬鈴薯之根莖中, 爲白色之粉末, 由纖維素所成之細胞膜所包被, 加酸於水中共熱, 則吸收水而膨脹, 因之細胞膜破裂, 生成黏液, 卽生糊精。澱粉遇碘則生藍色, 爲貴重之營養料, 供酒精、麥芽糖、葡萄糖、糊精等之製造。

纖維素 ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> 爲構成植物組織之主要成分, 棉與麻實爲純粹之纖維素。成純白色之纖維狀, 在稀薄之酸類中或濃厚

---

之鹼中，不為所侵，但於濃硫酸中，先成稠液，若以水稀釋之，則經糊精變為葡萄糖。因濃硫酸之脫水作用，與硝酸化合而成硝化纖維素，是為膠棉或火藥棉，供人造絲、賽璐珞及炸藥等之製造，纖維素又為造紙之原料。

## 第七篇 香精類 彈性樹膠 樟腦類

### 第一節 香精類

30. 香精類 香精類為松萜 (terpene) 碳化氫之總稱，乃  $C_{10}H_{16}$ 。分子式之異構體，其主要者為松精與檸檬精二種，松精為由松柏科植物幹內液汁，或松脂通過熱水蒸氣蒸餾而得，其以松香精 ( $C_{10}H_{16}$ ) 為主成分之香精類，稱為松節油，有旋光性，能溶解磷、硫、樹脂、樹膠等物，為製造假漆及人造樟腦之原料。檸檬精乃由水蒸氣通於檸檬、佛手、柑子等皮蒸餾所得之檸檬油，其主要成分為檸檬精 ( $C_{10}H_{16}$ )，供製香水及香油等用。

### 第二節 彈性樹膠

31. 彈性樹膠 將熱帶橡樹所產之乳狀液汁，加醋酸使凝固，即成所謂彈性樹膠，或稱生橡皮。富有彈性，但在空氣中易於變脆。若將其置於密閉器中，加 10% 硫共熱至  $150^{\circ}C$ 。即得適於實用之橡皮。若混多量之硫於彈性樹膠，加熱至  $180^{\circ}C$ 。則得黑色角狀之物質，稱為硬橡皮或稱硬膠 (ebonite)。其用途為製造鈕扣、髮梳、傘柄、自來水筆管及電器絕緣物。

### 第三節 樟腦類

32. 樟腦類 樟腦類之組成，頗似香精類之氧化物，悉為白色揮發性之結晶，有下三種之別：(1)樟腦 ( $C_{10}H_{16}O$ ) 乃用水蒸氣通過於樟樹之碎片，蒸餾而得，性易揮發，防腐驅蟲殺菌之

- 力甚強，其酒精液爲樟腦酊，醫藥上用爲興奮劑，工業上可供炸藥及賽璐珞等之製造。(2)龍腦( $C_{10}H_{18}O$ )，又名冰片，可由樟腦還原而得，性質與樟腦相似，適於香料及供醫藥之用。(3)薄荷腦( $C_{10}H_{20}O$ )，其分子式較龍腦更多二氫原子，有清涼味香，用爲香料及醫藥品。

## 第八篇 植物鹼 蛋白質 營養素

### 第一節 植物鹼

33. 植物鹼 植物鹼為植物中含有氮之鹼性有機化合物，其分子式極為複雜，且種類甚多，少數為液體，多數為結晶固體，均有苦味，性多劇毒，於生理上均呈猛烈之刺激及興奮，微量即足以致死，久食成癮。(1)茶素(theine,  $C_8H_{10}N_4O_2$ )，又名咖啡精(caffeine)，存於茶葉及咖啡豆中。(2)菸鹼(nicotine,  $C_{10}H_{14}N_2$ )存於菸草中，為無色油狀液體，有惡臭和猛毒。(3)嗎啡(morphine,  $C_{17}H_{19}NO_3$ )存於罌粟果中，常製為鹽酸鹽或硫酸鹽，以供醫藥上鎮痛、催眠，和麻醉等用。(4)古柯鹼(cocaine,  $C_{17}H_{21}NO_4$ )存於古柯樹葉中，為白細稜柱狀態之結晶體，外科上用為局部麻醉劑，以供眼、耳、齒、鼻等之治療。(5)莨菪鹼(atropine,  $C_{17}H_{23}NO_3$ )存於茄科植物之根中，為針狀結晶體，用作鎮痙藥，分泌限制藥，及放瞳孔藥。(6)番木鱉鹼(strychnine,  $C_{21}H_{22}N_2O_2$ )亦稱馬前霜，常與蘋果酸成鹽存於番木鱉果實中，供製神經興奮劑用。(7)鷄納霜(quinine,  $C_{20}H_{24}N_2O_2$ )存於熱帶植物鷄那樹皮中，為治瘧之特效藥，又為解熱劑。

### 第二節 蛋白質

34. 蛋白質 蛋白質為組成複雜之碳氫氧氮之化合物，有時亦含有硫及磷，其構造式極為複雜，且性不安定，既不揮發，又不結晶，故其分子量及分子式至今尚不能完全明瞭。牛乳之乾酪

素，雞蛋之蛋白，麥粉之麩質，動物膠，絲與毛等物質，均為蛋白質之例。

### 第三節 營養素

**35. 營養素** 蛋白質，碳水化合物，脂肪三類物質，稱為營養素。蛋白質供身體組織之新生及保存用，碳水化合物則用以保持體溫，脂肪則兼上之兩作用而有之。

**36. 生活素** 生活素亦稱維他命，為保持人生健康及發育必要之質素，現已發見者種類甚多，其重要者如下：(1)生活素 A (vitamin A) 能溶於脂肪，亦稱為脂溶性 A (fat soluble A)，存於魚肝油、牛脂、牛乳及蛋黃中，有促進生長，抵抗乾性眼結膜炎之特效。(2)生活素 B (vitamin B) 能溶於水，故亦稱水溶性 B (water soluble B)，存於米糠、酵母及穀類幼芽中，有抵抗腳氣病之特效。(3)生活素 C (vitamin C) 存於菜蔬及果實中，缺乏此種生活素，即起壞血症。(4)生活素 D (vitamin D) 存於動物肝油之中，有抵抗佝僂病之特效。(5)生活素 E (vitamin E) 有微量普遍生存於植物中，而尤以小麥胚中含量最多，為生殖腺之發育及作用上必需之要素。(6)生活素 K (vitamin K) 存於豬肝油，番茄等之中，有抵抗出血之功效。(7)生活素 P (vitamin P) 存於檸檬等果實中，有防止血細管脆弱之功效，故能預防中風。



有機化合物一覽表

種類	名稱及分子式(示性式)
碳化氫	甲烷 乙烷 乙烯 乙炔 苯 $CH_4$ $C_2H_6$ $C_2H_4$ $C_2H_2$ $C_6H_6$
	焦油腦 綠油腦 松節油 彈性樹膠 $C_{10}H_{14}$ $C_{14}H_{10}$ $C_{10}H_{16}$ $(C_5H_8)_n$
醇與酚	甲醇 乙醇 戊醇 甘油 $CH_3OH$ $C_2H_5OH$ $C_5H_{11}OH$ $C_3H_7(OH)_3$
	石炭酸 焦性沒食子酸 $C_6H_5OH$ $C_6H_3(OH)_3$
醛	蟻醛 乙醛 苯甲醛 $H\cdot CHO$ $CH_3CHO$ $C_6H_5CHO$
有機酸	羧酸 醋酸 乳酸 酪酸 $HCO_2H$ $CH_3CO_2H$ $C_2H_4(OH)CO_2H$ $C_3H_7CO_2H$
	軟脂酸 硬脂酸 油酸 乾性油酸 $C_{15}H_{31}CO_2H$ $C_{17}H_{33}CO_2H$ $C_{17}H_{33}CO_2H$ $C_{17}H_{31}CO_2H$
	草酸 琥珀酸 蘋果酸 酒石酸 $CO_2H$ $CH_2CO_2H$ $CH_2CO_2H$ $CH(OH)CO_2H$
	$CO_2H$ $CH_2CO_2H$ $CH(OH)CO_2H$ $CH(OH)CO_2H$
	檸檬酸 安息酸 水楊酸 $CH_2CO_2H$ $C_6H_5CO_2H$ $C_6H_4(OH)CO_2H$
	$C(OH)CO_2H$ 沒食子酸 鞣酸 $CH_2CO_2H$ $C_6H_3(OH)_3CO_2H$ $C_{14}H_{19}O_9$
	$CH_2CO_2H$ $C_6H_3(OH)_3CO_2H$ $C_{14}H_{19}O_9$
有機鹽基	苯胺 茶素 安知必林 菸鹼 $(C_6H_5NH_2)$ $(C_8H_{10}N_4O_2)$ $(C_{11}H_{12}N_2O)$ $C_{10}H_{14}N_2$
	嗎啡 古柯鹼 關羊花鹼 鷄那霜 $C_{17}H_{19}NO_3$ $C_{17}H_{21}NO_4$ $C_{17}H_{23}NO_3$ $C_{20}H_{24}N_2O_2$
	馬前霜 $C_{21}H_{22}N_2O_2$

有 機 酸 鹽	醋酸鈉	醋酸鉛	醋酸鐵	醋酸鉻
	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$	$(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{Pb}$	$(\text{CH}_3\text{CO}_2)_3\text{Fe}$	$(\text{CH}_3\text{CO}_2)_3\text{Cr}$
	醋酸鋁	軟脂酸鈉	軟脂酸鉀	硬脂酸鈉
	$(\text{CH}_3\text{CO}_2)_3\text{Al}$	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{Na}$	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{K}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CO}_2\text{Na}$
	硬脂酸鉀	水楊酸鐵		沒食子酸鐵
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CO}_2\text{K}$	$[\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CO}_2]_3\text{Fe}$		$[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3\text{CO}_2]_3\text{Fe}$	
	酒石		吐酒石	
	$\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}$		$\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{K}$	
	$\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{K}$		$\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2(\text{SbO})$	
酯	氯仿	黃磷	硝化甘油	硼酸乙酯
	$\text{CHCl}_3$	$\text{CHI}_3$	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{BO}_3$
	乙酸乙酯		醋酸乙酯	鯨蠟
	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$		$\text{C}_3\text{H}_7\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{C}_{16}\text{H}_{33}$
	蜂蠟		軟脂	
	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{C}_{30}\text{H}_{61}$		$(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2)_3\text{C}_3\text{H}_5$	
	硬脂		油脂	
$(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CO}_2)_3\text{C}_3\text{H}_5$		$(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CO}_2)_3\text{C}_3\text{H}_5$		
	乾性油脂	硝化纖維素	火藥棉	
$(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CO}_2)_3\text{C}_3\text{H}_5$		$\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_5(\text{NO}_3)_4$	$\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4(\text{NO}_3)_5$	
碳 水 化 物	葡萄糖	果糖	蔗糖	乳糖
	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
	麥芽糖	澱粉	糊精	纖維素
	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$
雜 化 合 物	二乙醚	二甲醚	樟腦	冰片
	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	$(\text{CH}_3)_2\text{O}$	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$
	硝基苯	藍靛	茜素	糖精
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$	$\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_4$	$\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{NS}$	
( 氰 化 物 )	氰	氰化氫	氰化鉀	氰酸鉍
	$\text{C}_2\text{N}_2$	$\text{HCN}$	$\text{KCN}$	$\text{NH}_4\text{OCN}$
	硫氰酸鉀	金氰化鉀	鉍氰化鉍	尿素
	$\text{KSCN}$	$\text{KAu}(\text{CN})_4$	$\text{BaPt}(\text{CN})_4$	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$
	銅氰化鉀	黃血鹽	赤血鹽	
$\text{KCu}(\text{CN})_2$	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$		
蛋 白 質	蛋白	乾酪質	膠	豆素
				麵筋質

## 習 題

1. 試述沼氣及安息油之構造式，及其化學名稱。
2. 試述飽和碳化氫之意義及其性質。
3. 電石氣之性質及用途若何？
4. 舉由木材乾餾及石炭乾餾所得之重要產物。
5. 煤礦中易生爆炸危險，其原因何在？
6. 煤礦中之安全燈之金屬絲網，是否可用不能燃燒之石棉織物替代之？並簡述其理由。
7. 汽油、焦煤及木炭對於工業之關係如何？
8. 甘油之製法如何？在軍事上有何功用？
9. 用澱粉可以製乙醇，其化學變化如何？試說明之。
10. 甲醇與乙醇之組成及化學性質有何區別？
11. 試寫出三種醇類及三種有機酸的化學之構造式。
12. 酒變為醋，其變化如何？以化學方程式表明之。
13. 說明由葡萄糖製醋酸之化學變化。
14. 試書醛、酮、酯之一般示性式。
15. 試書蔗糖、甘油、草酸、樟腦之分子式。
16. 說明硝化甘油與硝化纖維素之製法並舉其用途。
17. 肥皂之製法如何？試用方程式以表示之，可產生何種副產物？
18. 試述肥皂去污之原因。
19. 試說明麥芽糖與蔗糖之區別。
20. 詳述硝化纖維之用途。

21. 試述生活素之種類及其對於人體健康上之關係。
22. 主要之營養料爲何?其對生理上之關係又若何?
23. 試舉屬於下記各類之物質名稱各兩種:(a)脂肪酸,(b)碳化氫,(c)碳水化合物,(d)蛋白質,(e)植物鹼。
24. 橡皮是如何製成?有何用途?
25. 樟腦、龍腦及薄荷腦之區別何在?

## 第五部

### 化學雜解

#### 第一篇 區別問題

##### 1. 說明物質與能的區別。

物質佔有空間，具有重量。至於能，乃是一種工作之能力，既不佔空間，亦不具重量，惟能則恆由物質發生變化時而產生。

##### 2. 元素和化合物之區別何在？

元素是現今無法可使之再分解，構成單質之質素。化合物是由數種不同的元素化合所成的物質，可由化學方法使之再行分解。

##### 3. 化合物與混合物之區別何在？

混合物是二種以上的物質互相混合而成，各物質原有之性質，仍保持未變。化合物是二種以上的物質經過化學變化化合而成，各物原有性質已完全改變。兩者之區別，可由下列五點討論之：

(一)化合物的性質與各成分原有性質各異，混合物中各成分之性質則各保持未變。

(二)化合物中各成分之重量間有一定不變之比例，混合物各成分之重量，則無一定。

(三)化合物中各成分，不能用物理方法分開，而混合物則可。

(四)化合物當化合生成時，必生熱、光、電等能力的變化，而混合物當混合時，則無此種作用。

(五)化合物中組織絕對是勻態的，而混合物的組織，則不一定是均勻狀態。

#### 4. 燃燒和呼吸的區別何在？

燃燒和呼吸均為氧化作用，不過燃燒是猛烈的氧化，故有光和熱發生。呼吸為緩和的氧化，祇發生熱而無光。

#### 5. 氧和臭氣的區別何在？

(一)臭氣有臭味，而氧則無；(二)臭氣較氧重；(三)臭氣較氧之氧化力為強，故能殺菌與漂白；(四)臭氣較氧之溶解度為大。

#### 6. 一氧化碳和二氧化碳之區別何在？

(一)一氧化碳有劇毒性，而二氧化碳則無；(二)一氧化碳較二氧化碳為輕；(三)二氧化碳能使石灰水生白色沉澱，一氧化碳則不起此種作用；(四)二氧化碳能滅熄火焰，而一氧化碳則能自燃。

#### 7. 純氯化氫與鹽酸之區別何在？

※(一)純氯化氫不顯酸性反應，鹽酸則能改藍色石蕊紙為紅色；(二)純氯化氫則不能導電，而鹽酸則能導電；(三)純氯化氫之化合力較弱，祇能與少數強金屬如鉀、鈉等化代作用，鹽酸則能與化代次序表中氫以前各金屬起化代作用。

#### 8. 原子與分子之區別何在？

原子是元素不能再分割之最小微粒，分子是化合物不能再分割之最小微粒，乃由數個原子所構成。分子能分解成相異的元素之原子，而原子則不能分解成相異的原子。

#### 9. 原子與離子之區別何在？

荷電之原子或原子團是為離子，故離子荷電，而原子則不荷電，陰陽電量相等而呈中性。如原子失去或獲得電子，即成陽離子或陰離子。

#### 10. 電離和電解之區別何在？

電離為電解質在水中自身分離成帶陽電或帶陰電之原子或原子團之作用，仍能自相結合成原物質，電解則由電力將電解質分解放出其各原子的作用。

#### 11. 潮解與熔解之區別何在？

潮解是物質在空氣中漸漸吸收空中水汽而溶解成液體之現象，熔解乃是由物體受熱熔為液體之現象。

12.  $\text{NH}_3$  與  $\text{NH}_4^+$  之區別何在？（ $\text{SO}_3$  與  $\text{SO}_4^{--}$ ； $\text{NO}_3^-$  與  $\text{NO}_2^-$ ； $\text{CrO}_3$  與  $\text{CrO}_4^{--}$ ； $\text{CO}_2$  與  $\text{CO}_3^{--}$  同）

$\text{NH}_3$  為一種化合物，有特殊臭味，可以獨立存在，而  $\text{NH}_4^+$  為一種原子團，須與別種元素結合，而不能單獨存在。

13.  $\text{NO}_2$  與  $\text{NO}_2^-$  之區別何在？（ $\text{SO}_3$  與  $\text{SO}_3^{--}$  等同）

$\text{NO}_2$  為一種化合物，棕色氣體，能單獨存在； $\text{NO}_2^-$  為一種離子，乃由電解質（如  $\text{HNO}_2$ ， $\text{NaNO}_2$ ）溶於水中時電離所產生，無色，不能單獨存在，祇能存在於溶液中。

14.  $\text{O}$ 、 $\text{O}_2$  與  $\text{O}_3$  之區別何在？

$\text{O}$  為一個原子之代表， $\text{O}_2$  為一個氧分子之代表，乃由二個氧原子結合而成， $\text{O}_3$  為一個臭氧分子之代表，乃由三個氧原子結合而成。

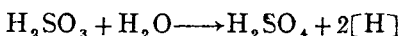
15. 氯與亞硫酸（或二氧化硫）之區別何在？

氯溶於水，一部分即和水化合生成次氯酸，次氯酸即分解發

生初生態之氧。



初生態氧 $[\text{O}]$ 之氧化力極強，能使有色物質受氧化而褪色，故氯之漂白性乃由於氧化作用。至於  $\text{SO}_2$  (二氧化硫) 則先和水化合成亞硫酸，亞硫酸和水發生作用生初生態之氫，以還原有色物質而使之褪色：



是則亞硫酸之漂白性，乃由於還原作用。

#### 16. 黃磷和紅磷之區別何在？

(一)黃磷為黃色蠟狀固體，紅磷為暗紅色粉末；(二)黃磷之着火點甚低，而紅磷之着火點甚高；(三)黃磷能溶於  $\text{CS}_2$  中，而紅磷則不能；(四)黃磷在暗處發磷光，而紅磷則不發；(五)黃磷有劇毒，而紅磷則無。

17. 膠結 (coagulation) 與沉澱 (precipitation) 之區別何在？

膠體液中之膠質粒子沉澱析出之現象，是為膠結。真正溶液中之結晶質沉澱析出之現象，是為沉澱。

#### 18. 膠體溶液與真正溶液之區別何在？

真正溶液為溶質以分子狀態分散於溶劑中之溶液。膠體溶液是膠質以較大粒子 ( $1\mu\mu$  (micro micro)— $100\mu\mu$  直徑) 分散於膠體液中之溶液。

$$1\mu\mu = \frac{1}{1000000} \text{ 耗}$$

#### 19. 飽和溶液與濃溶液之區別何在？

飽和溶液是溶質不能更多溶解的溶液，即固體溶質與已溶



解於液體中溶質分子成平衡時的溶液。濃溶液是含有溶質之量很多之溶液。溶解質之溶解度很大之濃溶液不一定為飽和溶液，溶解質之溶解度極小之飽和溶液並非濃溶液。(參看第一部P.32之定義)

20. 金屬元素與非金屬元素之區別何在？

參看第一部 P.24 及 27 之定義

21. 酸與鹼之區別何在？

參看第一部 P.1 及 2 之定義

22. 礦物油與脂肪油之區別何在？

礦物油為碳氫化合物，脂肪油為高級酸類與三價醇之酯類。

23. 同素異性體與同分異構體之區別何在？

參看第一部 P.3 及 23 之定義

同素異性體為同元素而性質相異之單質，同分異構體為組成與分子量相同，而性質與結構相異之化合物。前者屬於元素，後者則屬於化合物。

## 第二篇 檢查問題

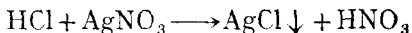
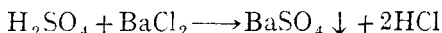
24. 今有氧、氮、碳酸氣各一瓶，如何檢別之？

先加石灰水少許於各瓶中而搖動之，如有乳白色沉澱生成者，則為碳酸氣。次再將燭火送入此三瓶中，其使燭火熄滅者即為碳酸氣，其使燭火熄滅而於瓶口有火焰燃燒者為氫，其使燭火光度增強者為氧。

25. 今有鹽酸、硝酸、硫酸各一瓶，如何檢別之？

自各瓶中取出少許酸，置於試管中，先加入  $BaCl_2$  溶液，若

有白色沉澱生成者為硫酸。次再取其餘二酸各少許，以硝酸銀溶液少許滴入，其有白色沉澱生成者是為鹽酸，其無變化者為硝酸：



### 26. 怎樣檢別鉀和鈉之化合物？

用白金絲蘸鉀和鈉化合物之溶液，入無色火焰中，焰色為紫色者係鉀的化合物，焰色為黃色者，是鈉的化合物（焰色反應檢別法）。

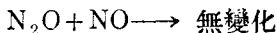
若各加醋酸數滴於鉀、鈉兩種化合物溶液中，使呈微酸性，再各加鈷亞硝酸鈉  $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$  溶液，如有黃色沉澱生成者，即為鉀化合物，因鉀離子與鈷亞硝酸鈉化合成  $\text{K}_2\text{NaCo}(\text{NO}_2)_6$  不溶解之沉澱物，而鈉之化合物則無此作用（離子反應）。

### 27. 怎樣檢別金屬氧化物與非金屬氧化物？

將氧化物溶於水中，而以石蕊質試之，呈酸性反應者，為非金屬氧化物；呈鹼性反應者，為金屬氧化物。

### 28. 今有 $\text{O}_2$ 、 $\text{NO}$ 各一瓶，如何檢別之？

將一氧化氮  $\text{NO}$  通入兩瓶中，如無變化者為 $\text{O}_2$ ，如生紅棕色的氣體，便是 $\text{NO}$ ：



### 29. 如何檢別 $\text{NO}$ 與 $\text{N}_2\text{O}$ ？

將  $\text{O}_2$  通入兩氣體中，原理與上題同。

### 30. 如何檢別 $\text{CO}$ 與 $\text{CO}_2$ ？

(一)以火燃之，如能引起燃燒者為CO，其不燃燒者則為CO<sub>2</sub>；  
(二)通入石灰水中，如有白色沉澱生成者為CO<sub>2</sub>，無沉澱者為CO。

**31. 電解質與非電解質如何區別？**

將其溶解於水中，通以電流，能導電者為電解質，不能導電者為非電解質。

**32. 如何檢別硫酸鹽與亞硫酸鹽？**

加入(BaCl<sub>2</sub>)溶液，有白色沉澱者為硫酸鹽，無白色沉澱生成者，則為亞硫酸鹽(在加BaCl<sub>2</sub>之前應各先加鹽酸少許)。

**33. 如何檢別硫酸鹽和氯化物？**

加入BaCl<sub>2</sub>於氯化物，不生顯著作用；於硫酸鹽則生白色硫酸鋇(BaSO<sub>4</sub>)沉澱。

**34. 如何檢別硫酸鹽與硝酸鹽？**

同上

**35. 如何檢別硝酸鹽和氯化物？**

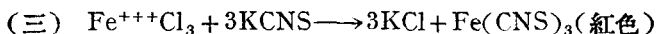
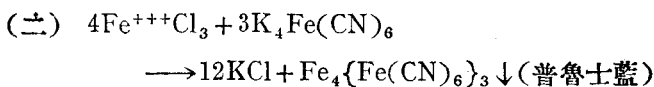
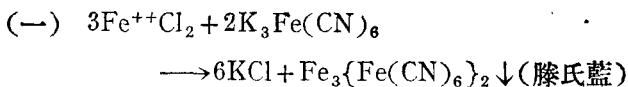
加AgNO<sub>3</sub>溶液，硝酸鹽不生作用，氯化物則產生白色氯化銀(AgCl)沉澱。

**36. 如何檢別二價鐵鹽與三價鐵鹽(Fe<sup>++</sup>與Fe<sup>+++</sup>)？**

(一)用赤血鹽[K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>]檢別之。將赤血鹽溶液分別加入二價鐵鹽與三價鐵鹽溶液中，其有深藍色沉澱者，為二價鐵鹽(滕氏藍，Turnbull's blue)；其無沉澱生成者則為三價鐵鹽。

(二)用黃血鹽[K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>]檢別之。將黃血鹽加入其溶液中，如有深藍色沉澱(普魯士藍)生成者，為三價鐵鹽，其始為白色沉澱，而立即受氧化變成藍色者，為二價鐵鹽。

(三)用硫氰化鉀(KCNS)以檢別之。將KCNS溶液分別加入溶液中,如變成紅色之硫氰化鐵溶液者為三價鐵鹽,其無變化者則為二價鐵鹽。



### 37. 如何檢別氯化物、溴化物、碘化物?

將硝酸銀溶液分別加入三種溶液中,氯化物生成白色沉澱,溴化物生成淡黃色沉澱,碘化物生成黃色沉澱。

### 38. 如何能很顯著的檢出溴化物和碘化物?

將溴化物和碘化物分別加入稀薄之澱粉糊中,而通入氯氣,如變化成深藍色者,為碘化物;其不變成深藍色者,為溴化物。

### 39. 如何檢出碳酸鹽?

加鹽酸於某物質,如有二氧化碳氣發生,則可證明其為碳酸鹽。

### 40. 如何檢別銨鹽和別種鹽?

用氫氧化鈉分別加入混和而熱之,其有氨氣( $\text{NH}_3$ )發生者為銨鹽,反之則非。

### 41. 如何檢別水和雙氧水?

取水與雙氧水,分別加入溶解有碘化鉀之稀薄澱粉糊中,其能使之變成藍色者為雙氧水,其無變化者為水。

### 42. 如何區別葡萄糖與果糖?

取濃鹽酸少許，加同體積水，再加少量果糖溶液，混和，再加苯二酚(resorcinol)晶體少許，熱之，則液轉紅色，並生紅褐色沉澱。葡萄糖則無此種顏色反應。

**43. 怎樣檢別硫化物與硫酸鹽？**

將硫酸或鹽酸加於硫化物或硫酸鹽上，試驗其何者生硫化氫( $H_2S$ )氣體，則為硫化物，不生 $H_2S$ 者則為硫酸鹽。

如為溶液，則於兩溶液中各加入 $AgNO_3$ 液或 $Pb(NO_3)_2$ 液，如有黑色沉澱生成者，為硫化物。

**44. 怎樣檢別硫化物與硝酸鹽？**

同 43。

**45. 怎樣檢別硫化物與氯化物？**

同 43。

**46. 設有 $CuSO_4$ 、 $FeSO_4$ 與 $K_2SO_4$ 三種稀溶液，如何檢別之？**

將 $H_2S$ 氣體通入三種溶液中，生黑色沉澱者為硫酸銅，其他二種溶液則無沉澱。再於二種溶液各加入氨水少許，如有黑色沉澱生成者，則為 $FeSO_4$ 溶液，鉀溶液則無顯著之反應發生。

**47. 設有白粉兩種，如何檢出其一為澱粉？**

各取少量溶於水中而熱之，俟其冷後加入一二滴碘酒，其變成深藍色者即為澱粉。

### 第三篇 分離問題

**48. 怎樣將黑色火藥中三成分分離出來？**

先以火藥加於水中，則硝酸鉀溶解於水，而硫與木炭則不溶

解；過濾後，加於二硫化碳中，則硫溶解，而木炭仍不溶解。

49. 怎樣分離硝酸和硫酸？

硝酸之沸點為  $86^{\circ}\text{C}$ ., 硫酸之沸點為  $338^{\circ}\text{C}$ ., 兩者沸點相距甚遠；如加熱蒸餾，則先蒸餾所得為硝酸，而硫酸則仍留於蒸餾器中。

50. 怎樣分離硫酸與鹽酸？

同 49。

51. 怎樣分離  $\text{AgCl}$  與  $\text{AgI}$ ？

如將  $\text{AgCl}$  與  $\text{AgI}$  之混合物加入氨水中，則  $\text{AgCl}$  溶解於氨水中而生成  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$  溶液， $\text{AgI}$  則不溶解，過濾後於濾液中再加入  $\text{HCl}$ ，則  $\text{AgCl}$  沉澱而出。

52. 怎樣分離  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  與  $\text{CaCO}_3$ ？

以之投入水中，則  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶解，而  $\text{CaCO}_3$  則不溶解，過濾後，蒸發濾液即得  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。

53. 怎樣分離水和甘油？

甘油之沸點甚高 ( $290^{\circ}\text{C}$ .)，如蒸餾水與甘油之混合液，則先蒸餾所得為水。

54. 怎樣分離藍澱與普魯士藍？

藍澱能與硫酸起作用，而生硫酸藍澱，其鈉鹽即可溶於水中，普魯士藍則不能與硫酸起作用，仍不溶解。

55. 怎樣分離糖與食鹽？

取糖與食鹽之混合物，置於石灰乳中煮之，糖則變成鈣鹽而沉澱，過濾後，蒸發濾液得食鹽，將沉澱置於水中而熱之，通入  $\text{CO}_2$ ，則鈣成碳酸鈣而沉澱，再過濾，則得糖水，由真空蒸餾以取

糖。

56. 怎樣分離  $Zn(OH)_2$  與  $Mn(OH)_2$ ?

置於氫氧化鈉溶液中，則  $Zn(OH)_2$  變為  $(Na_2ZnO_2)$  而溶解，但  $Mn(OH)_2$  則仍不溶解。鎳、鈷與錳相同，不溶解於  $NaOH$  液中。鋁、鉻與鋅相同，則能溶於  $NaOH$  液中。

57. 怎樣分離空氣中氧、氮兩氣？

先將空氣液化成液體空氣，然後再蒸發液體空氣，則沸點較低之氮先氣化成氣體，氧仍為液體。

58. 怎樣分離  $NH_3$  與  $H_2$  (或  $N_2$ )?

將混合氣體通過水中，則  $(NH_3)$  即溶解，而  $(N_2)$  或  $(H_2)$  不溶解。

## 第四篇 證明問題

59. 列舉數點證明空氣為一混合物而非化合物。

見第二部空氣。

60. 列舉二點證明金剛石(或石墨)為碳之同素體？

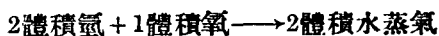
(一)如將金剛石置於純氧中燃之，即化合而成二氧化碳；  
(二)如將純碳加於熔融鐵中，傾於冷水而急冷之，再用鹽酸溶去鐵，即可得人造金剛石。

61. 列舉數點證明動植物纖維並非為同一種物質(檢別植物纖維和動物纖維之方法)。

試驗方法(列舉四種)	動物纖維	植物纖維
浸於濃NaOH或KOH液	溶解	不溶解
點火燃之	捲曲收縮,發生臭氣	不變原形,不生臭
浸於苦味酸溶液中	染成黃色	不染色
浸於稀硝酸中而熱之	變成黃色	不變色

62. 證明一分子氧由兩個氧原子所組成。

由實驗知：



又由亞佛加德羅之假設：設1體積氧中含有 $n$ 個氧分子，則2體積氫中含有 $2n$ 個氫分子，2體積水蒸氣中含有 $2n$ 個水蒸氣分子，據此可知2個水蒸氣分子，乃由於一個氧分子與2個氫分子化合而成。則一個水蒸氣分子，乃由半個氧分子與一個氫分子化合而成，又根據分子定義，分子為不可分割之質點，則半個分子氧便不能成立，但一個氧分子必為二個氧原子所組成，半個氧分子則為一個氧原子，方與理論不悖，故兩個氧原子組成一個氧分子。

同理：由氫與氯合成氯化氫，可證明氫與氯分子皆各二個原子所組成。由氫與氮化合成氨，可證明氮分子亦由二個原子所組成。

63. 試由實驗方法證明空氣中含有碳酸氣與水蒸氣。

如將乾燥之氯化鈣置於空中，不久即行潮解，是為空氣中含有水蒸氣之證明。

如將空氣通入澄清之石灰水，即生乳白色沉澱，是為空氣中含有碳酸氣之證明。



**64. 證明糖爲一碳水化合物。**

將白糖置試管中強熱之，則放出水蒸氣，最後試管中殘餘焦黑之炭（或將濃硫酸加於白糖上吸水，白糖立變黑焦炭），由此可證明白糖爲一種碳水化合物。

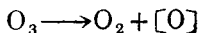
**65. 設有一黃色粉末，試證明其爲硫黃。**

如以之置於水中不溶解，置於二硫化碳中即溶解，燃點之能起燃燒作用，發生藍色火焰與特殊臭味之二氧化硫氣體者，便是硫黃。

## 第五篇 說明問題

**66. 說明臭氧之氧化作用強於氧之原因。**

臭氧爲一種不穩定物質，極易起下列變化，而發生原子狀態之初生氧，原子狀態之初生氧的氧化作用特強：



故臭氧之氧化作用較氧爲猛烈。

**67. 說明過氧化氫之漂白作用。**

過氧化氫爲一種不安定而極易分解之化合物，當分解之際，發生原子狀態之初生氧，其氧化之能大於遊離之氧，故能氧化有色物質，使之褪色而呈漂白作用。

**68. 說明氯之漂白作用。**

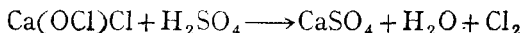
見第五部第 211 頁第 15 題。

**69. 說明二氧化硫（或亞硫酸）之漂白原理。**

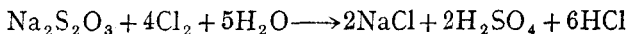
見第五部第 211 頁第 15 題。

**70. 說明漂白粉於漂白時之作用。**

用漂白粉施行漂白物體時，先將物體(如布)浸於漂白粉，再浸酸，即起下列化學反應而發生氯：



於是由氯之漂白性使物體上之色褪去，惟物體既行漂白後，必須除去遺留於物體上之氯，此則再以之浸於大蘇打液中以行之，其反應如下：



71. 說明物質在純氧中燃燒比在空中燃燒為猛烈之原因。

一切化學反應之速度，正比例於參與反應各物質之濃度(質量作用定律)，物質之濃度愈大，則反應速度愈大，因之反應時所表現之現象亦愈猛烈。空氣中之氧，佔全容積五分之一，是空中氧之濃度較諸純氧中為差，故物質在空中燃燒時，不及在純氧中燃燒時之猛烈也。

72. 說明用氫氧吹管時，必須將氧通入內管，氫通入外管，方可得溫度極高之火焰的原因。

氧自內管通出，氫自外管通出，則氫出管口燃燒時火焰內外皆與氧接觸，氧化作用因此迅速而完全，熱度亦高增，乃得溫度極高之火焰。

73. 說明純氫何以非完善之燃料。

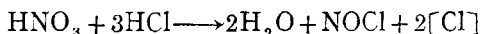
純氫燃燒時，火焰之光度極弱，故非完善燃料。

74. 說明氦代氫以製飛艇氣囊之原因。

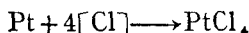
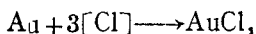
氫能自燃，飛艇氫氣囊往往有發生爆炸之危險，而氦則絕對不與任何物質化合，故可保持安全。

75. 說明王水溶解黃金和白金之原因。

當黃金或白金加入王水中後，鹽酸與硝酸即起下列反應而生初生氯：



此原子狀態之初生氯，遂直接與金或鉑化合而成三氯化金或四氯化鉑：



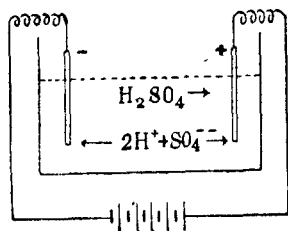
所生氯化物，復溶於鹽酸中而成氫金氯酸或氫鉑氯酸，其反應如下：



76. 說明電解水時，何以必須加入微量硫酸之原因，及電解時之作用，此外有何物質可代替硫酸？

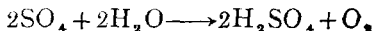
純水為不能傳導電流之非導體，故電解時必須加入微量之適當的電解質，使之在水中電離而成為傳導電流之溶液，電流方始能通過而造成電解作用。此外如氫氧化鈉、氫氧化鉀均可代替硫酸，但鹽酸則不能，因如用鹽酸，則電解時，氯將於陽極上放出，氫在陰極上放出也。

77. 試述水電解時，所加硫酸之作用。



硫酸溶於水中，即電離而成  $2\text{H}^+$  與  $\text{SO}_4^{2-}$ ， $2\text{H}^+$  被陰極所引，而趨向於陰極，當達到陰極時， $2\text{H}^+$  離子所荷陽電，遂與陰極陰電起電的中而消失，於是氫乃成不荷電之分子，游離自陰極上放出，至於  $\text{SO}_4^{2-}$  離子

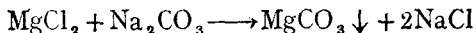
則趨向陽極，達到陽極，立起電的中和， $\text{SO}_4^{2-}$  所荷陰電遂消失，但  $\text{SO}_4$  非一種氣體可以游離放出，其化性極烈，惟時立即與陽極附近之水化合，而放出氧：



如是復生硫酸，環循作用於溶液中，以至水完全被電解為止。

78. 粗製食鹽，何以帶有苦味而易潮解？試說明其原因。

粗製食鹽中含氯化鎂雜質，氯化鎂為一種味苦而有潮解性的物質，於是食鹽亦因之而帶有苦味而易潮解矣。欲除去之，可於精製食鹽之鹽水中，加入碳酸鈉，使生碳酸鎂以沉澱。



79. 試說明智利硝石，不能用以造黑色火藥之原因。

智利硝石 ( $\text{NaNO}_3$ ) 在空中易吸收空中水分而潮解，故不能用以製造黑色火藥。 $\text{KNO}_3$  則否。

80. 試說明物質在空中風化與潮解之原因。

物質在空中風化或潮解，全視物質自身之水蒸氣壓與空間水蒸氣壓之比較大小如何而定，如物質自身之蒸氣壓較空中之水蒸氣壓為大時，則此種物質置於空中時，便起風化作用，如  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ； $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  等是也。若物質自身之蒸氣壓較空中之水蒸氣壓為小時，則此種物質置於空中時，便徐徐吸空中水蒸氣而漸漸溶為液體，起潮解作用，如  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$  等是也。

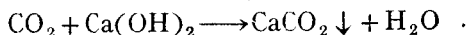
81. 乾燥之氫氧化鈉，何以不能與乾燥之氯化氫中和？

物質中和之化學反應，乃起於離子與離子之間，乾燥之  $\text{NaOH}$  與  $\text{HCl}$  均無電離作用，既無離子生成，則中和作用便無從

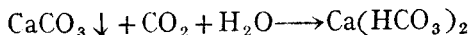
發生矣。

82. 通  $\text{CO}_2$  於石灰水，初時有白色沉澱生成，如繼續通入許久，則沉澱又復消失，變為澄清溶液，何故？加熱何以復生沉澱？

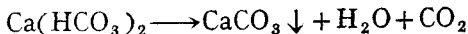
當  $\text{CO}_2$  通過  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  之澄清溶液中，即起如下反應，生成不溶解之白色  $\text{CaCO}_3$ ，故有白色沉澱析出：



設繼續通入  $\text{CO}_2$ ，則已沉澱之  $\text{CaCO}_3$  乃與  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  化合，成可溶解之  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ，於是沉澱消失，溶液復澄清：

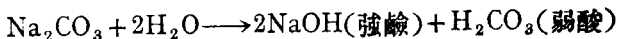


如加熱於此澄清溶液，則其中所溶解之  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  乃又分解而成  $\text{CaCO}_3$ ，沉澱復出：

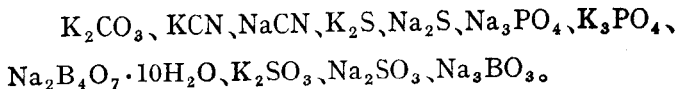


83. 碳酸鈉之水溶液，何以呈鹼性反應？

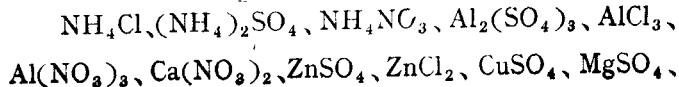
碳酸鈉溶於水中，即起加水分解作用，生成弱酸性之碳酸，與強鹼性之  $\text{NaOH}$ ，今  $\text{NaOH}$  之鹼性，強過於碳酸之酸性，故其溶液呈鹼性反應：



(一) 溶於水中呈鹼性反應之鹽類：



(二) 溶於水中呈酸性反應之鹽類：



$\text{FeCl}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$ 。

(三)溶於水中呈中性反應之鹽類：

$\text{NaCl}$ 、 $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{KNO}_3$ 、 $\text{K}_2\text{SO}_4$ 、  
 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 。

84. 鹽酸之化性，何以強於純粹氯化氫？

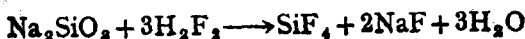
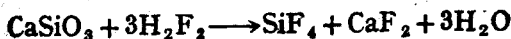
物質之化學反應，均起於離子或原子與原子之間，純粹之氯化氫為分子狀態，而鹽酸則為氯化氫之水溶液，氯化氫分子則大都電離成  $\text{H}^+$  與  $\text{Cl}^-$  離子，易與他物質起化學反應，故鹽酸之化性較純粹氯化氫為強也。

85. 何以定氧之原子量為16以為原子量之標準？試說明之。

欲使無有一元素之原子量小於一，則必須使質量最小之氫元素原子量等於一，氧元素約重於氫16倍，故以氧原子量定為16以為原子量之標準。至何以不用氫原子量等於1，以為原子量之標準者，則因氧重於氫15.88倍，如定氫原子量為1作為標準，則氧之原子量當為15.88。自然界中氧之化合物最多，計算時應用其原子量時亦最多，如用15.88為其原子量，則有兩位小數，計算時甚不便，是以將氧原子量略加大使等於整數16，而將氫之原子量定為1.008(1.0078)。其基點完全在應用時之便利計也。

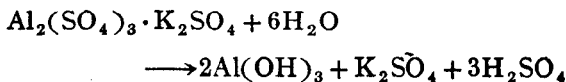
86. 氟化氫(氫氟酸)何以能腐蝕玻璃？

玻璃為  $\text{SiO}_2$  與  $\text{CaSiO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  等矽酸鹽之凝體，此等物質均能與氟化氫化合而移去，故玻璃能被氟化氫所腐蝕也：



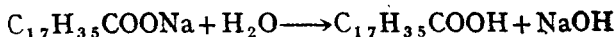
87. 明礬何以能澄清水？

將明礬加於水中，即起加水分解而生成膠性氫氧化鋁，遂使水中懸浮 (Suspension) 雜質團聚而漸向下沉澱：



88. 肥皂何以能去垢？

肥皂溶於水中，即起加水分解而生脂肪酸與微量氫氧化鈉，此氫氧化鈉遂將物體上之油垢變成乳狀微粒，送入水中，復由肥皂泡沫之“吸着作用”將垢除去：



89. 氯何以不能漂白絲毛？

氯能與絲毛中之蛋白質成分起作用，破壞絲毛，故不能用以漂白絲毛。

90. 說明乾燥之氯無漂白作用之原因。

氯之漂白作用，乃由於氯和水化合後所發生之初生氧，使有色物質受氧化而褪色。乾燥之氯無水之存在，即無初生氧產生，當然無漂白作用也。

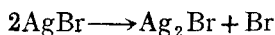
91. 試述銀在空中變黑之原因。

銀在空中如遇硫或硫化氫或硫化物，便與之化合而成黑色之硫化銀。

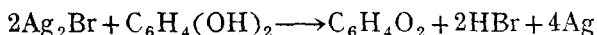
92. 說明攝影術之原理。

將混有溴化銀(或氯化銀、碘化銀)之膠體塗於玻片上，而陰影之，是為乾片。取乾片裝入照相機，開放鏡頭，使感光而攝取物象於片上，此時受光處之溴化銀即起下列之變化，而未受光處之

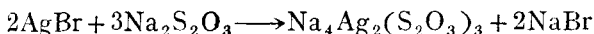
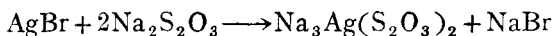
溴化銀則無變化，片上溴化銀變化之多少，適與感光之強弱成正比：



取出已感光之乾片，浸於顯影液（如焦性沒食子酸，苯二酚，Metol 等還原劑）中，則已變化之  $\text{Ag}_2\text{Br}$  還原成銀，未變化之  $\text{AgBr}$  則不生影響：



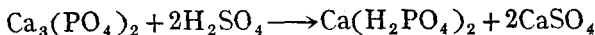
於是再由顯影液中取出，置於定影液（大蘇打液）中，以溶去未受變化之  $\text{AgBr}$ ：



如是取出後，用水洗之，則成底片。如將底片置於感光紙上（塗有  $\text{AgBr}$  膠體之紙），使之感光，復進行上述同樣操作，遂成像片。

**93.** 磷灰石何以不能直接用做肥料？試說明其原因。

磷灰石之主成分為磷酸鈣， $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ，因其不能溶解於水，加於土壤中，植物不能吸收，故不能直接用做肥料。如用硫酸處理後即成為可溶之酸性磷酸鈣，即良好之磷肥料也：



**94.** 製造活字之鉛，何以要加用銻？

銻金屬由液體凝固成固體時，體積略膨脹，如加銻於鉛，可使鑄成的字明晰。

**95.** 試說明鋁金屬適宜於製造飛機之特點。

鋁和其合金質地既輕（約為鋼重之三分之一），硬度且高，在空中并難氧化而可耐久，故適於製飛機。



96. 鋁製器具何以不能用鹼水洗滌?

石鹼 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 溶於水中, 因加水分解作用, 而生  $\text{NaOH}$ , 而鋁能被  $\text{NaOH}$  所腐蝕溶解, 故鋁製器具, 不能用鹼水洗滌。

97. 被蜂蟻等蟲類刺後, 用氨水塗之立愈, 何故?

蜂蟻等毒液, 均為酸性, 用鹼性氨水使之中和消失, 因得以立愈。

## 第六篇 列舉問題

98. 試列舉有同素異性體之元素, 及其同素體之名。

(一) 氧——臭氧。

(二) 磷——黃磷、赤磷。

(三) 硫——針形硫 (單斜硫), 菱形硫 (斜方硫), 彈性硫,  $S_8, S_F$ 。

(四) 碳——金剛石、石墨 (以上結晶形)、木炭、焦炭、獸炭、油煙、活性炭 (以上無定形)。

(五) 砷——黃砷、金屬砷。

(六) 硒——紅色無定形、紅色結晶形、金屬光澤硒。

(七) 碲——無定形碲、黑色粉狀碲、白色金屬狀碲。

(八) 硼——褐色無定形、金屬光澤結晶形。

(九) 銻——金屬狀銻、黑銻、黃銻。

(十) 錫——灰錫、白錫、斜方錫。

99. 試列舉各種有漂白性之物質。

(一) 臭氧, (二) 二氧化二氯, (三) 氯, (四) 漂白粉, (五) 亞硫

酸(二氧化硫),(六)過氧化鈉。

100. 列舉數種重要的炸藥及其分子式。

(一)黑色火藥—— $\text{KNO}_3$  75%,  $\text{C}$  15%,  $\text{S}$  10%。

(二)硝化火棉—— $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{NO}_3)_3$  或  $\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4(\text{NO}_3)_6$ 。

(三)硝化甘油—— $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ 。

(四)三硝基甲苯 T.N.T. ——  $\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)(\text{NO}_2)_3$ 。

(五)苦味酸—— $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})(\text{NO}_2)_3$ 。

(六)三硝基苯—— $\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_3$ 。

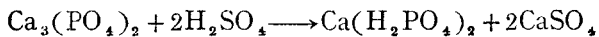
(七)雷酸鹽——雷汞  $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ 、雷銀  $\text{AgCNO}$ 。

101. 列舉各種人造肥料。

氮、磷、鉀是為肥料三要素。

(一)氮肥料——最良好經濟之氮肥料為  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，此外  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{CaCN}_2$  均是氮肥料(天然氮肥料糞，荳餅)。

(二)磷肥料——過磷酸石灰(天然磷肥料為骨、血、毛)：



(三)鉀肥料—— $\text{K}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{KNO}_3$  天然鉀肥料為植物灰。

102. 列舉食物之營養要素。

(一)醣(碳水化合物)	}	三大營養要素
(二)脂肪		
(三)蛋白質		

(四)無機鹽類——鈉、磷、鈣、鐵、碘等鹽類。

(五)維他命(生活素——已發現有許多種)。

此外水亦為生理作用上必需之要素。

103. 列舉有放射性之元素。

鐳、鈾、釷、錒、鐳、均為具有放射性之元素。

104. 列舉有磁性之金屬。

鐵、鈷、鎳，為能使顯磁性之金屬。

105. 列舉四種特殊鋼。

(一) 鉻鋼——(含鉻2-4%) 堅硬異常，用以製切鑿工具及  
盔甲板等。

(二) 鎳鋼——(含鎳約3.5%) 堅硬而有彈性，用以製鐵  
鏈，彈簧等。

(三) 鈳鋼——(含鈳0.1-0.4%及鉻1%)

(四) 矽鋼——(含15%矽) 遇硫酸與硝酸能抵抗其侵蝕 (不  
常用於機械工具)。

(五) 不銹鋼——(含鉻11-14%，錳0.5%)

106. 列舉四點以證明離子學說之真實。

(一) 電離質之溶液能導電，且為電流所分解。

(二) 溶液沸點升高，冰點降低，蒸氣壓變小。

(三) 游離物質原子與溶液中原子性質不同。

(四) 酸性及鹼性暨兩者之中和。

107. 列舉物質的各種質點。

(一) 分子，(二) 原子，(三) 離子，(四) 電子，(五) 原子核，  
(六) 中子，(七) 正子。

108. 列舉重要觸媒作用之例。

(一) 用  $KClO_3$  加熱製氧，加  $MnO_2$  觸媒。

(二)Haber 法將  $N_2$  與  $H_2$  化合成氨，用鐵粉爲觸媒。

(三)將  $SO_2$  與  $O_2$  化合成  $SO_3$ ，用鉑，或鈳爲觸媒。

(四)使  $NH_3$  氧化，成爲  $HNO_3$  用鉑爲觸媒。

(五)熱黃磷成紅磷，常用碘爲觸媒。

109. 列舉數種能吸收水分之物質。

(一) $H_2SO_4$ ，(二) $CaCl_2$ ，(三) $CaO$ ，(四) $P_2O_5$ ，(五) $C_2H_5OH$ 。

110. 列舉四種媒染劑。

媒染劑爲定着染料於織物上之一種媒介物。

(一)硫酸鋁(明礬)，(二)鞣酸( $C_{14}H_{10}O_6$ )，(三)三氫氧化鐵，(四)四氯化錫。

## 第七篇 敘述問題

111. 試述固定空中氮之方法。

見前第一部化學名詞

112. 試述硬水之害。

(一)汽鍋屢用硬水，則水中酸性碳酸鹽受熱分解，成碳酸鹽而沉澱，久後積成鍋垢，既使鍋之導熱作用低減而多費燃料，復因鍋垢爲礦物質，膨脹率小於鐵鍋，加熱時內外受熱膨脹不均，會引起爆炸危險。

(二)家庭中用硬水洗滌衣服時，肥皂與水中鈣鎂鹽類化合成不溶解之脂酸鈣或鎂，因是多費肥皂。

113. 試述防止鐵生銹之方法。

(一)表面塗油漆。(二)表面鍍一層他種金屬如鋅、錫(白鐵、

馬口鐵)。(三)表面電鍍鎳或鉻。(四)使表面經氧化變為磁性氧化鐵。

114. 試述火焰之構造。

(一)焰心——內層——火焰內層之黑暗部分，乃將燃而未燃之氣體。

(二)內焰——中層——火焰光強部分，含有遊離的固體碳微粒，有還原性，故又名還原焰。

(三)外焰——外層——火焰最外層光輝甚弱，但熱度極高，因與空氣接觸，氧化完全，有氧化性，又名氧化焰。

115. 試述合金之特點。

(一)合金之硬度，較其中各成分金屬為高；(二)合金之融點，較其中各成分金屬之融點為低；(三)合金之傳熱導電的傳導度均降低；(四)合金之展性、延性均降低；(五)合金較難氧化，較難受酸侵蝕。

116. 試述玻璃之種類、原料、成分、性質及用途。

種類	原料	成分	性質	用途
鈉玻璃 (軟玻璃)	碳酸鈉	$\text{Na}_2\text{SiO}_3$	質軟易損，易 熔化，易受藥 品侵蝕。	窗玻璃 瓶類 普通日常用具
	石灰石	$\text{CaSiO}_3$		
	石英砂	$\text{SiO}_2$		
鉀玻璃 (硬玻璃)	碳酸鉀	$\text{K}_2\text{SiO}_3$	質硬堅固，難 熔融，耐受藥 品侵蝕。	化學用具
	石灰石	$\text{CaSiO}_3$		
	石英砂	$\text{SiO}_2$		
鉛玻璃	碳酸鉀	$\text{K}_2\text{SiO}_3$	質軟融點低， 甚重，屈折率 大，易熔融。	光學器具 透鏡 裝飾品
	氧化鉛	$\text{PbSiO}_3$		
	石英砂	$\text{SiO}_2$		

### 117. 試述普通金屬的冶金的一般方法。

普通金屬如鐵、銅、錫、鋅的冶金方法，無甚殊異，若礦石非為氧化物，則先經煅燒，使和空氣中氧化合變為氧化物，然後與焦炭混和置於爐中，燒至高溫度，使起還原作用而游離金屬，熔融集於爐底。

### 118. 試述火柴之製法。

#### (一)安全火柴

匣邊——用紅磷，三硫化二銻，玻璃粉和膠水的混合物，塗於匣邊。

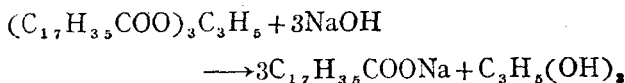
軸頭——用易燃物之三硫化二銻或硫，與氧化劑之氯酸鉀（或二氧化錳，重酪酸鉀），油煙和膠水的混合物，膠著於火柴軸頭。

#### (二)摩擦火柴

將火柴軸頭浸於熔融石蠟中，再蘸三硫化四磷( $P_4S_3$ )，氯酸鉀與膠的混合物而成。昔時用黃磷製摩擦火柴，現已禁止。

### 119. 試述肥皂之製造法。

將牛油與椰子油（或他種動植物油）熔融於鍋中，加入氫氧化鈉溶液而煮之，起下列鹼化作用：



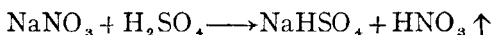
而成肥皂，待鹼化完全後，加入食鹽溶液，使肥皂與甘油分離，凝冷後肥皂則凝積於上層。

### 120. 試述促進化學變化之方法。

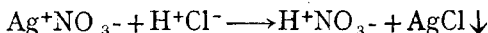
(一)改變溫度和壓力,(二)增強濃度,(三)施用接觸劑。

121. 溶液中使化學反應完全之方法如何?試詳述之。

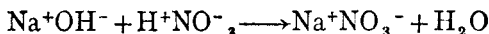
(一)使發生揮發性氣體而逸散——例如將硝酸鈉與硫酸混和,似無反應發生,若加熱至硝酸沸點以上,則反應平衡中所有  $H^+$  與  $NO_3^-$  離子即合成硝酸蒸發逸出,卒至反應完成而始止:



(二)使發生不溶解固體而沉澱——例如將硝酸銀溶液與鹽酸液混合,則起複分解而生硝酸與氯化銀,但因氯化銀為不能溶解物質,既生成後遂立即沉澱,而無可逆反應之可能,直至所有  $Ag^+$  與  $Cl^-$  離子幾完全沉澱為止,故得使反應達於完成:



(三)使發生不電離之分子——例如將硝酸與氫氧化鈉溶液混合,則  $H^+$  與  $OH^-$  離子結合而成不電離之水分子,無可逆反應之可能,卒至所有  $H^+$  與  $OH^-$  離子完全成爲水爲止,故得使達於完成:



122. 試述鎢適用於製造電燈絲之性質。

(一)熔點極高,約在  $3000^\circ C$ . 左右,(二)雖延成極細之絲,仍甚強韌,(三)耗電流量極微(僅爲碳絲之三分之一)。

123. 試述石英玻璃之特性。

(一)不受普通酸類之侵蝕,(二)膨脹率極小,(三)熔點頗高,(四)能透過紫外光線,(五)與鹼類共熱,能被侵蝕,(六)能被氫氟酸所溶解。

(一)(二)(三)(四)乃石英玻璃較普通玻璃爲優之要點。

## 124. 試述影響化學反應之條件。

(一)反應物之活動性——物質之活動愈強，反應之速率愈大。

(二)溫度之高低——多數反應，溫度愈高，反應愈速，在普通溫度時，溫度每升高  $10^{\circ}\text{C}$ ., 速度可快一倍。

(三)接觸作用——甚多化學反應，可用適當之接觸劑以促進之或阻撓之。

(四)質量作用——物質之分子濃度愈大，作用之進行亦愈快。

(五)接觸之面積——物質愈細分，其接觸面積愈大，反應亦愈快。

## 125. 試述實在氣體與理想氣體差異之原因。

(一)實在氣體之分子間，具有黏着力，在低溫度時，其黏着力亦愈強，故受壓而縮小之性較波義爾定律所示之關係更甚。

(二)實在氣體之分子本身亦佔有空間，受壓後空間愈小分子愈近，則較波義爾定律所示之關係愈難符合。(三)溫度愈低體積愈小，但至絕對零度而體積并非零者，因分子本身之大小不能減縮故也。

## 126. 試述物質之構成。

(1)質子(2)電子(3)陽電子	}	原子核	}	原子→分子→物質
(4)重質子(5)中子(6)氦核子				

## 127. 試述同位元素與同量元素之原子構成之解釋。

同一元素之原子，其質子數若不相等，則原子量遂有差異。



但原子核內陽電荷相等，核外之遊電子數亦相等，則元素之性質相同在週期表中佔同一位置，即為同位元素。相異元素之同位元素中，若原子核中之質子數相等，則其原子量相同，但核外電子數不相等，性質因之相異，即所謂同量元素。

128. 試述影響物質溶解度之因素。

(一)溶質之性質——物質各有其一定之溶解度。

(二)溶劑之性質——同一物質在不同溶劑中，溶解度不同。

(三)溫度——固體與液體之溶解度，常隨溫度之升高而增加，氣體則反是。

(四)壓力——氣體之溶解度，隨壓力增加而增加。

(五)同離子濃度——溶液中溶質之溶解度，常因加入相同之離子而減少。

129. 試述固體物質溶解度之規則。

(一)氧化物及氫氧化合物 除  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  外，其他一切氧化物及氫氧化合物，均不溶解於水。

(二)硝酸鹽 一切硝酸鹽均可溶解於水。

(三)鹵素化合物 除  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{++}$ ,  $\text{Hg}^+$  外，其他一切鹵素化合物，均可溶解於水。

(四)硫酸鹽 除  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ba}^{++}$ ,  $\text{Pb}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Sr}^{++}$  外，其他之硫酸鹽均可溶解。

(五)硫化物 除鹼金屬  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  之硫化物能溶解外，其他一切硫化物，均不溶解於水。

(六)碳酸鹽、磷酸鹽、草酸鹽、硼酸鹽、矽酸鹽及氟化物除鹼金屬外，其他各種金屬之各種上述鹽類，均不溶解於水。

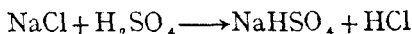
## 130. 酸類強弱如何解釋?

強酸之分子在溶液中，幾盡能遊離，故氫離子 $H^+$ 特多，酸性特強。反之，弱酸之分子在溶液中，多數不遊離，其氫離子 $H^+$ 特少，故酸弱，鹼之強弱亦如是。

## 131. 試述酸類製取法。

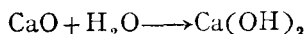
(一)含氧之酸類，可由非金屬之氧化物，與水直接化合製取之，例如： $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

(二)易於揮發之酸類，可由鹽類與另一不揮發之酸混合加熱以製取之，例如：

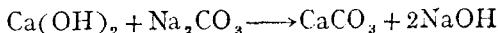


## 132. 試述鹽基之製取法。

(一)由可溶解之金屬氧化物與水作用以製取之，例如：

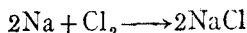


(二)由另一鹽基與一種鹽反應而製取之，例如：

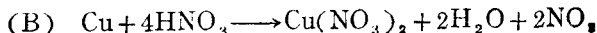
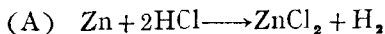


## 133. 試述鹽類製取法。

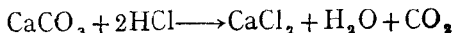
(一)金屬與非金屬直接化合：



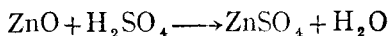
(二)金屬與酸作用：



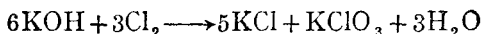
(三)酸與另一鹽類作用：



(四)酸與金屬氧化物作用：



(五)非金屬與氫氧化合物作用：



(六)不溶解之鹽類，多由二種可溶性化合物於溶液中，使生沉澱以製取之：

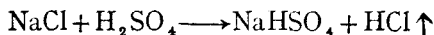


134. 試述破壞可逆反應之方法。

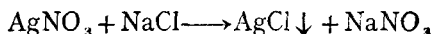
在任何可逆反應中，移去一種產生物，逆作用遂無從發生，反應即可達於完成。

135. 試述溶液內反應完成法。

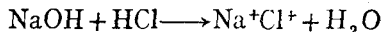
(一)使產生物中有一揮發性之物質而產出。



(二)使產生一不可溶解之固體而沉澱。



(三)使產生一不電離之物質。

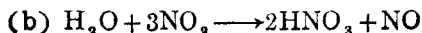


136. 試述移動化學平衡之方法。

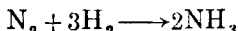
(一)移去一種反應生成物，(二)增加反應物質之濃度，(三)改變反應時之情況，如溫度與壓力。

137. 試述氮之固定法。

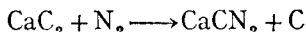
(一)直接氧化法或電弧法 在高溫下通空氣經強電弧中間，氮氣二氣一部化成氧化物。



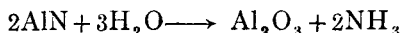
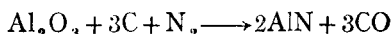
(二)合成氨法 在溫度  $500^{\circ}\text{C}$ . 壓力 200 氣壓之下,以鐵粉為接觸劑,使氫與氮直接化合成氨:



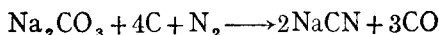
(三)氰化鈣法 在高溫之下,通氮於碳化鈣上,使成氰化鈣,再於高壓下通以水蒸氣,遂分解而成氨:



(四)氮化鋁法 將  $\text{Al}_2\text{O}_3$  與焦炭共熱於電爐內通入氮,即起作用而成氮化鋁,然後於高壓下,通以水汽則分解成氨:



(五)氰化鈉法 將  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  與焦炭共熱,通入氮即成氰化鈉:



### 138. 試述週期表之效用與缺點。

效用:(一)類別化學成為有系統之科學,(二)改正原子量之錯誤,(三)預示新元素之存在,(四)引起新學理之研究。

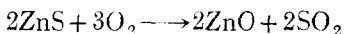
缺點:(一)氫無適當之位置,(二)氫與鉀、碲與碘位置,依原子量大小相顛倒,(三)十二種稀土金屬佔有同一位置,(四)過於重視元素之一種原子價。

### 139. 試述冶金術之概要。

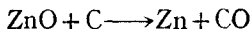
普通冶金術之重要步驟,可分為四:

(1)選礦 除去礦物中之無用雜質,如為硫化物則常用浮沫法,使之純潔。

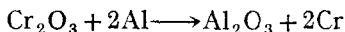
(2)煨燒 使礦石在空氣中加熱而成氧化物：



(3)還原 混合焦炭加熱，使氧化物還原成金屬：



幾不能用炭還原者，則用鋁使之還原：



(4)精煉 選用適合之熔劑，以除去粗製金屬中之少量他種金屬，有時用電解法以精製之。

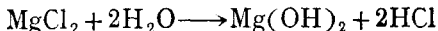
#### 140. 硬水何故不適於應用？

(一)鈣鹽與鎂鹽，均能與肥皂作用而成不溶性沉澱，加增肥皂之消耗。

(二)鈣鎂之酸性碳酸鹽，於加熱後生成不溶性之碳酸鹽，積為鍋垢，減低鍋爐之傳熱效率，增多燃料之耗費，且每致爆炸之危險。

(三)鐵鹽與錳鹽，在水中易於水解而成氫氧化合物，繼成氧化物，使衣服污有斑點。

(四)氯化鎂在水中於高溫度時，易水解而成鹽酸，侵蝕鍋爐：



#### 141. 試述爐垢生成之原因。

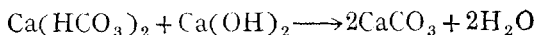
(一)鎂鈣之酸性碳酸鹽，加熱後分解，而成不溶解之碳酸鹽而沉澱。

(二)鎂鹽加熱後，經水解而生成不溶解之氫氧化鎂而沉澱。

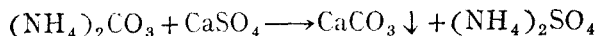
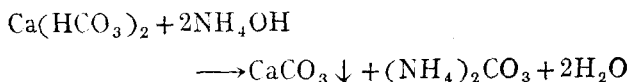
(三)硫酸鈣在強熱之水內，溶解度降低而沉澱。

#### 142. 試述硬水軟化之方法。

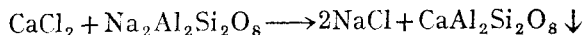
(1)專門處理暫硬水之法 (a)煮沸使酸性碳酸鈣與酸性碳酸鎂沉澱析出。(b)加石灰水於暫硬水，使鈣與鎂之酸性碳酸鹽成碳酸鹽析出：



(2)處理暫硬水和永硬水法 (a)加碳酸鈉於硬水中，可使鈣鎂等鹽類成不溶性之碳酸鹽沉澱析出。(b)加入氫氧化鈉，使與碳酸氫鈣作用，成爲碳酸鈣與碳酸鈉，再由碳酸鈉與鈣鎂等鹽類化合：



(c)將硬水濾經泡沸石，則鈣鎂等鹽類變爲不溶性之鈣鎂泡沸石：



### 143. 比較金屬元素與非金屬元素之化學性質。

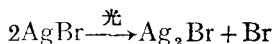
(a)金屬氧化物爲鹽基性，與水化合成鹽基類；非金屬氧化物爲酸性，與水化合成酸類。(b)金屬不易與氫化合，但非金屬常能與氫化合成氫化物。(c)金屬氯化物水解後，常能生可逆之反應，非金屬則否。(d)化合物溶於水中，金屬能單獨成陽離子，非金屬成陰離子。

### 144. 試述合金之特點。

(1)合金之硬度，較其各成分金屬之硬度爲高，(2)合金之融點，較其各成分金屬之融點爲低，(3)合金之延展性，較其各成分之金屬延展性爲弱，(4)合金之傳導度，較其成分各金屬爲低。

### 145. 試述攝影術之原理。

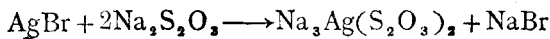
(a)底片之製成 底片爲塗有鹵素化銀混懸膠體之玻片或硝化纖維之膠片，當攝影露光時，則溴化銀起分解作用，其變化之程度，依所受光之強弱而分差異。



(b)顯影 已感光之底片浸入一種還原劑溶液中，使感光部分之溴化銀還原爲銀，通常所用之還原劑，爲苯醇之衍生物，如苯二酚，焦性沒食子酸等。



(c)定影 將已顯影之底片浸入大蘇打溶液中，以除去未變化之溴化銀：



(d)印影 晒片手續完全與攝影底片之原理相同，不過所成之像適與底片相反。





## 第六部

### 化學計算

#### (一) 關於分子式分子量的計算

##### 1. 已知物質之分子式,求分子量

明礬之分子式為  $K_2SO_4Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$  求其分子量。

$$2K = 2 \times 39.1 = 78.2$$

$$4S = 4 \times 32 = 128$$

$$2Al = 2 \times 26.97 = 53.94$$

$$16O = 16 \times 16 = 256$$

$$24H_2O = 24 \times 18 = 432 \quad (+$$

---

947.14 所求之明礬的分子量。

##### 2. 已知氣體物質之分子式或分子量求密度

公式 
$$\text{氣體密度} = \frac{\text{分子量}}{22.4}$$

(一) 試求氯在標準狀態時之密度。

氯之分子式為  $Cl_2$ , 則氯之分子量

$$= 2 \times 35.46 = 70.92$$

標準狀態時一克分子的氣體的體積恆為 22.4 呎。

$$\therefore \text{氯之密度} = \frac{70.94}{22.4} = 3.165 \text{ 克/呎。}$$

(二) 試由氯之分子式, 求其在標準狀態時之密度。

氨之分子式爲  $\text{NH}_3$ ，則氨之分子量

$$= 14 + 3 \times 1.008 = 17.024$$

$$\therefore \text{氨之密度} = \frac{17.024}{22.4} = 0.77 \text{ 克/坳}$$

### 3. 已知氣體之體積，求重量

$$\text{公式} \quad \text{氣體重量} = \text{體積} \times \frac{\text{分子量}}{22.4}$$

(一) 標準狀態時56坳之氯化氫的重量爲若干?

$$\text{氯化氫之分子量} = 1.008 + 35.46 = 36.468$$

$$\therefore \text{所求氯化氫之重量} = 56 \times \frac{36.468}{22.4} = 91.27 \text{ 克。}$$

(二) 溫度  $27^\circ\text{C}$ ，壓力 80 cm. 時，152 立方糎(c.c.)之碳酸氣的重量爲若干克?

先由 Boyle 與 Charles 兩定律的連合公式求出標準狀態時之體積。

$$\text{公式} \dots\dots \frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

$0^\circ\text{C}$ ., 76 cm 之體積

$$= 152 \times \frac{80}{76} \times \frac{273}{273 + 27} = 145.6 \text{ c.c.}$$

碳酸氣( $\text{CO}_2$ )分子量 =  $12 + 32 = 44$ ;

$$145.6 \text{ c.c.} = 0.1456 \text{ 坳。}$$

$\therefore$  所求碳酸氣之重量

$$= 0.1456 \times \frac{44}{22.4} = 0.285276 \text{ 克。}$$

### 4. 已知氣體之重量求體積

$$\text{公式} \quad \text{氣體體積} = \frac{\text{重量}}{\text{分子量}} \times 22.4$$

(一)試求16克二氧化硫,在標準狀況時之體積。

二氧化硫( $\text{SO}_2$ )之分子量 =  $32 + 32 = 64$

$$\therefore \text{所求之體積} = \frac{16}{64} \times 22.4 = 5.6 \text{ 呎}$$

(二)試求0.25克氫在 $7^\circ\text{C}$ ., 75 cm.時之體積。

0.25克氫在標準狀態時之體積

$$= \frac{0.25}{2} \times 22.4 = 2.8 \text{ 呎}.$$

$\therefore 7^\circ\text{C}$ ., 75 cm 時之體積

$$= 2.8 \times \frac{273 \times 7}{273} \times \frac{76}{75} = 3.66 \text{ 呎}.$$

### 5. 已知氣體之體積及重量,求密度

公式 氣體之密度 =  $\frac{\text{重量}}{\text{體積(呎,標準狀態)}}$

(一)標準狀況時 560 c.c. 氧之重量為 0.25 克,求其密度。

$$\text{氧之密度} = \frac{0.25}{560 \div 1000} = 1.429 \text{ 克/呎}.$$

(二) $30^\circ\text{C}$ ., 78 cm. 時 1000 c.c. 氧之重量為 1.323 克,求氧之密度。

標準狀態時之體積

$$= 1000 \times \frac{78}{76} \times \frac{273}{273 + 30} = 925 \text{ c.c.}$$

$$\text{故所求之密度} = \frac{1.323}{925 \div 1000} = 1.427 \text{ 克/呎}.$$

### 6. 已知氣體之密度,求分子量

公式 分子量 = 氣體密度  $\times 22.4$

(一)標準狀況時,每呎硫化氫之重為 1.54 克,試求其分

子量。

$$\text{硫化氫之分子量} = 1.54 \times 22.4 = 34.5$$

7. 已知氣體之體積及重量，求分子量

解法 5與6聯合，先求密度。

(一)標準狀況時，300 c.c. 二氧化硫之重量為0.878克，求其分子量。

$$\text{二氧化硫之密度} = \frac{0.878}{300 \div 1000} = 2.92 \text{ 克/坵。}$$

$$\therefore \text{二氧化硫之分子量} = 2.92 \times 22.4 = 64.06$$

(二)25°C., 77 cm 時 200 c.c. 氯化氫之重量為 0.304 克，求氯化氫之分子量。

在標準狀況時，氯化氫之體積

$$= 200 \times \frac{77}{76} \times \frac{273}{273 + 25} = 185.6 \text{ c.c.}$$

$$\text{故氯化氫之分子量} = 1.64 \times 22.4 = 36.6$$

8. 已知氣體的重量和同體積氧的重量，求分子量

$$\text{公式 氣體分子量} = 32 \times \frac{\text{氣體密度}}{\text{氧之密度}}$$

$$= 32 \times \frac{\text{氣體重量(或比重)}}{\text{同體積氧重量}}$$

(一)今有重為 13.251 克之瓶，先後充以一氧化碳及氧秤之，各得 19.506 及 20.397 克，試求一氧化碳之分子量。

所求之一氧化碳分子量

$$= 32 \times \frac{19.506 - 13.251}{20.397 - 13.251} = 28$$

(二)沼氣對於氧之比重為 0.504，試求沼氣之分子量。

$$\text{沼氣之分子量} = 32 \times 0.504 = 16.12$$

### 9. 已知分子式，求百分組成

$$\text{公式} \quad \text{百分率} = \frac{\text{含量}}{\text{分子量}}$$

試由氯酸鉀之分子式( $\text{KClO}_3$ )求其百分率。

$$\text{氯酸鉀之分子量} = 39.1 + 35.46 + 48 = 122.56$$

$$\therefore \text{鉀之百分率} = \frac{39.1}{122.56} = 0.319 = 31.9\%$$

$$\text{氯之百分率} = \frac{35.46}{122.56} = 0.289 = 28.9\%$$

$$\text{氧之百分率} = \frac{48}{122.56} = 0.392 = 39.2\%$$

### 10. 已知百分組成，求實驗式

$$\text{公式} \quad \text{原子數比值} = \frac{\text{含量}}{\text{原子量}}$$

(一)今有一物質，其組成爲鈉57.5%，氫2.5%，氧40%，

試求此物質之實驗式。

$$\text{此物質中鈉原子數比} = \frac{\text{鈉含量}}{\text{原子量}} = \frac{57.5}{23} = 2.5$$

$$\text{此物質中氫原子數比} = \frac{\text{氫含量}}{\text{原子量}} = \frac{2.5}{1} = 2.5$$

$$\text{此物質中氧原子數比} = \frac{\text{氧含量}}{\text{原子量}} = \frac{40}{16} = 2.5$$

即此物質原子數比爲：Na:O:H

$$= 2.5:2.5:2.5 = 1:1:1$$

$\therefore$ 此物質之實驗式爲  $\text{Na}_1\text{O}_1\text{H}_1 = \text{NaOH}$ 。

(二)今有一化合物，分析之得下列組成，試求其實驗式：鋁5.96；氮3.09；氫0.88；硫14.13；氧28.26；水47.68。

Al.....	$\frac{5.96}{26.97} = 0.2214 \dots 1$ (原子數比)	$\frac{.2214}{.2214} = 1$
N.....	$\frac{3.09}{14.008} = 0.2214 \dots 1$	$\frac{.2214}{.2214} = 1$
H.....	$\frac{0.88}{1.008} = 0.88 \dots 4$	$\frac{.88}{.2214} = 4$
S.....	$\frac{14.13}{32.06} = 0.442 \dots 2$	$\frac{.442}{.2214} = 2$
O.....	$\frac{28.26}{16} = 1.775 \dots 8$	$\frac{1.775}{.2214} = 8$
H <sub>2</sub> O...	$\frac{47.68}{18.016} = 2.645 \dots 12$	$\frac{2.645}{.2214} = 12$

∴此化合物之實驗式為  $\text{AlN}_1\text{H}_4\text{S}_2\text{O}_8 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$   
 $= \text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

(三)今有0.17937克之木酮，完全燃燒時，生0.4077克之碳酸氣，及0.1670克水，試求木酮之化學式。

$$\text{含碳之量} = 0.4077 \times \frac{12}{44} = 0.1113 \text{克}$$

$$\text{含氫之量} = 0.1670 \times \frac{2.016}{18.016} = 0.01869 \text{克}$$

$$\begin{aligned} \text{含氧之量} &= 0.17937 - (0.1113 + 0.01869) \\ &= 0.04939 \end{aligned}$$

$$\text{C} \dots \frac{0.1113}{12} = 0.00926 \dots 3 \text{ (原子數比)} \quad \frac{0.00926}{0.003085} = 3$$

$$\text{H} \dots \frac{0.01869}{1.008} = 0.0185 \dots 6 \quad \frac{0.0185}{0.003085} = 6$$

$$\text{O} \dots \frac{0.04939}{16} = 0.003085 \dots 1 \quad \frac{0.003085}{0.003085} = 1$$

∴木酮之化學式為  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

### 11. 已知分子量及組成，求分子式

(一)今有含碳40%，氫6.6%，氧53.4%之化合物，其分子量為60，試求其分子式。

$$C \cdots \cdots \frac{40}{12} = 3.3 \cdots \cdots 1 \quad (\text{原子數比}) \quad \frac{3.3}{3.3} = 1$$

$$H \cdots \cdots \frac{6.6}{1} = 6.6 \cdots \cdots 2 \quad \frac{6.6}{3.3} = 2$$

$$O \cdots \cdots \frac{53.4}{16} = 3.3 \cdots \cdots 1 \quad \frac{3.3}{3.3} = 1$$

∴故其實驗式為  $\text{CH}_2\text{O}$

又分子式為實驗式之整數倍，以  $n$  表其倍數

$$(\text{CH}_2\text{O})_n = n(12 + 2 + 16) = 60$$

$$\therefore n = \frac{60}{12 + 2 + 16} = 2$$

∴此化合物之分子式為  $(\text{CH}_2\text{O})_2$  即  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  ……  
醋酸。

(二)今有組成為氫7.7%，碳92.3%之化合物，其分子量為78，試求此化合物分子式：

$$H \cdots \cdots \frac{7.7}{1} = 7.7 \cdots \cdots 1 \quad (\text{原子數比})$$

$$C \cdots \cdots \frac{92.3}{12} = 7.7 \cdots \cdots 1 \quad \therefore \text{此化合物之實驗式為 } \text{CH}$$

$$(\text{CH})_n = n(12 + 1) = n(13) = 78 \quad \therefore n = \frac{78}{13} = 6$$

∴此化合物之分子式為  $(\text{CH})_6 = \text{C}_6\text{H}_6$  …… 苯

## 12. 已知氣體密度及組成，求分子式

解法 根據 §6. 由密度求出分子量，再依  $n$  求分子式。

例如標準狀況時，某碳氫化合物每坪之重為1.26克，今測知其組成為碳85.62%，氫14.38%，試求此化合物之分

子式。

此化合物之分子量 =  $1.26 \times 22.4 = 28.224$

$$\text{C} \cdots \cdots \frac{85.62}{12} = 7.135 \cdots \cdots 1 \quad (\text{原子數比}) \quad \frac{7.135}{7.135} = 1$$

$$\text{H} \cdots \cdots \frac{14.38}{1} = 14.38 \cdots \cdots 2 \quad \frac{14.38}{7.135} = 2$$

∴此化合物之分子式為  $\text{C}_1\text{H}_2 = \text{CH}_2$

$$(\text{CH}_2)_n = n(12 + 2) = n(14) = 28.224$$

$$\therefore n = \frac{28.224}{14} = 2$$

∴此碳氫化合物之分子式為  $(\text{CH}_2)_2$

=  $\text{C}_2\text{H}_4$  …… 乙烯(成油氣)

### 13. 已知氣體體積和重量及組成, 求分子式

解法 根據 §7. 由氣體之重量與體積求分子量, 再依  $n$  求分子式。

例如有組成爲氫7.7, 碳92.3之化合物0.5克, 熱至  $117^\circ$

C. 時變爲 205.1c.c. 之蒸氣, 問此化合物之分子式如何?

$$\begin{aligned} 0^\circ\text{C. 時之體積} &= 205.1 \times \frac{273}{273 + 117} \\ &= 143.6\text{c.c.} = 0.1436\text{ 餅。} \end{aligned}$$

$$\text{此物之分子量} = \frac{0.5}{0.1436} \times 22.4 = 78.05$$

再依照11與12, 求得此物之分子式爲

$\text{C}_6\text{H}_6$  …… 苯

### 14. 已知氣體之重量與同體積氧之重量及組成, 求分子式

根據 §8. 由重量與同體積氧之重量(或對氧之比重)求分子量, 再依11求分子式。



15. 已知1000克溶媒中含有溶質之重量及沸點昇高度數，求分子量

$$\begin{aligned} \text{公式} \quad \text{克分子量} &: 1000 \text{ 克溶媒中溶質重量} \\ &= \text{克分子液沸點昇高常數} : \text{溶液昇高度數} \end{aligned}$$

今有蔗糖水溶液，每升水中含有蔗糖 85.54 克，加熱煮之，於  $100.13^{\circ}\text{C}$ . 沸騰，試求蔗糖之分子量。(克分子水溶液沸點昇高度數為  $0.52^{\circ}$ )

$$\text{分子量} : 85.54 = 0.52 : (100.13 - 100)$$

$$\therefore \text{蔗糖之分子量} = 85.54 \times \frac{0.52}{0.13} = 342.16$$

16. 已知溶媒與溶質重量及沸點昇高度數，求分子量

$$\text{公式} \quad M = 1000 \times K_b \times \frac{g}{G \cdot dT_b}$$

$$\text{即} \quad \text{分子量} = 1000 \times \text{克分子溶液沸點昇高常數} \times$$

$$\frac{\text{溶質重量}}{\text{溶媒重量} \times \text{溶液昇高度數}}$$

(一) 30 克某有機物質溶於 500 c. c. 水內，所成溶液之沸點為  $100.173^{\circ}\text{C}$ .，求此有機物之分子量。

此有機物之分子量

$$= 1000 \times 0.52 \times \frac{30}{500 \times 0.173} = 180.3$$

$$(100.173 - 100 = 0.173)$$

(二) 50 克有機物溶於 150 克苯醇中，沸點為  $183.12^{\circ}\text{C}$ .，試求此有機物之分子量。(苯醇沸點昇高常數 = 3.04，苯醇沸點 =  $182.90^{\circ}\text{C}$ .)

$$\text{苯醇昇高沸點度數 } dT_b = 183.12 - 182.9 = 0.22$$

此有機物之分子量

$$= 1000 \times 3.04 \times \frac{50}{150 \times 0.22} = 460.6$$

17. 已知1000克溶媒中含有溶質重量及冰點降低度數，求分子量。

原理 溶液冰點降低度數與濃度成正比

公式 克分子量：1000 克溶媒中溶質重量

= 克分子溶液冰點降低常數：溶液降低度數

今有每坩水含有 42.77 克蔗糖之蔗糖溶液，於零度下 0.233 度凝固，試求蔗糖之分子量。(水之克分子溶液冰點降低常數為 1.86)

$$\text{此溶液冰點降低度數} = 0 - (-0.233) = 0.233$$

$$\text{蔗糖分子量} : 42.77 = 1.86 : 0.233$$

$$\therefore \text{蔗糖分子量} = 42.77 \times \frac{1.86}{0.233} = 342$$

18. 已知溶媒與溶質重量及冰點降低度數，求分子量

$$\text{公式} \quad m = 1000 \times K_f \times \frac{g}{G \cdot dT_f}$$

即 分子量 = 1000 × 克分子溶液冰點降低常數 ×

$$\frac{\text{溶質重量}}{\text{溶媒重量} \times \text{溶液降低度}}$$

將蔗糖 0.875 克溶於 50 克水中，其冰點降低度數為 0.095，試求蔗糖之分子量。

$$\text{蔗糖分子量} = 1000 \times 1.86 \times \frac{0.875}{50 \times 0.095} = 342$$

19. 已知溶液百分率濃度及冰點降低度數及沸點昇高度

(天)

數,求分子量。

(一)含3%過氧化氫之雙氧水,其冰點為 $-1.7^{\circ}\text{C}$ .,試求過氧化氫之分子量。

$$\text{分子量} = 1000 \times 1.86 \times \frac{3}{(100-3) \times 1.7} = 34$$

(二)含2.5%樟腦之樟腦酚,其沸點升高 $0.18^{\circ}\text{C}$ .,試求樟腦之分子量。(酒精沸點上異常數為1.15)

$$\text{樟腦之分子量} = 1000 \times 1.15 \times \frac{2.5}{0.18 \times (100-2.5)} = 152.128$$

20. 已知百分組成及溶劑溶質重量和冰點降低度數,求分子式。

(一)由分析知葡萄糖之組成爲:碳40.00%,氫6.667%,氧53.333%,如將7.26克葡萄糖溶於500克水中,則溶液之冰點爲零下0.15度,試求葡萄糖之分子式。

葡萄糖之分子量

$$= 1000 \times 1.86 \times \frac{7.26}{500 \times 0.15} = 180$$

$$\text{C} \cdots \cdots \frac{40.00}{12} = 3.3 \cdots \cdots 1 \quad (\text{原子數比}) \quad \frac{3.33}{3.33} = 1$$

$$\text{H} \cdots \cdots \frac{6.66}{1} = 6.66 \cdots \cdots 2 \quad \frac{6.66}{3.33} = 2$$

$$\text{O} \cdots \cdots \frac{53.33}{16} = 3.33 \cdots \cdots 1 \quad \frac{3.33}{3.33} = 1$$

葡萄糖之實驗式爲 $\text{CH}_2\text{O}$ ,而分子式爲 $(\text{CH}_2\text{O})_n$

$$(\text{CH}_2\text{O})_n = n(12 + 2 + 16) = 180$$

$$n = \frac{180}{12 + 2 + 16} = 6$$

∴葡萄糖之分子式爲 $(\text{CH}_2\text{O})_6 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

(二)有一化合物,含氫6%,氧94%,其水溶液含此物百

分之三，於  $-1.7^{\circ}\text{C}$ . 冰結，試求此物之分子式。

此物之分子量

$$= 1000 \times 1.86 \times \frac{3}{(100-3) \times 1.7} = 34$$

$$\text{H} \cdots \cdots \frac{6}{1.008} = 5.95 \cdots \cdots 1$$

$$\text{O} \cdots \cdots \frac{94}{16} = 5.95 \cdots \cdots 1$$

∴ 此物之實驗式為 HO，分子式為 (HO) $n$

$$(\text{HO})n = n(1 + 16) = n(17) = 34$$

$$n = \frac{34}{17} = 2$$

∴ 此化合物之分子式為  $(\text{HO})_2 = \text{H}_2\text{O}_2$

## (二) 關於溶液濃度的計算

1. 已知溶質和溶劑之重，求百分濃度，或互求。

(一) 如取 20 克純硫酸，加入於 60 克之水中，求此溶液百分濃度。

$$\text{溶液濃度} = \frac{20}{20 + 60} = 0.25 = 25\%$$

(二) 150 克之 36% 鹽酸中，含有氯化氫多少克？

$$\text{氯化氫之重量} = 150 \times 36\% = 150 \times 0.36 = 54 \text{ 克}$$

(三) 今有氫氧化鈉 50 克，如欲製成 20% 之溶液，須加水幾克？

$$\frac{50}{50 + x} = 20\% \quad x = 200 \text{ 克}$$

∴ 欲製成 20% 溶液，須加水 200 克。

2. 已知溶液體積及比重，百分率濃度，求溶質重量，或互求

(一) 500 c.c. 之 98% (比重 1.84) 硫酸中含有純硫酸多

少克?

$$500\text{c.c. 硫酸之量} = 500 \times 1.84 = 920\text{克}$$

$$\therefore \text{含硫酸 } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 之重量} = 920 \times 98\% = 901.6\text{克}$$

(二)今有氨400.2克，欲製成21.75%之氨溶液(比重0.92)，求此溶液之體積為若干呎?

$$1\text{c.c. 中含氨之重量} = 0.92 \times 21.75\% = 0.2001\text{克}$$

$$\therefore \text{所求氨溶液之體積} = \frac{400.2}{0.2001} = 2000\text{c.c.} = 2\text{呎}$$

(三)由2.812尅純硝酸，可製得60%硝酸溶液(比重1.4)幾呎?

$$1\text{c.c. 中含 } \text{HNO}_3 \text{ 之重量} = 1.4 \times 60\% = 0.84\text{克}$$

\therefore \text{所求硝酸溶液之體積}

$$= \frac{2.812}{0.84} = 3.3475\text{c.c.} = 3.3475\text{呎}$$

3. 已知溶質重量及溶液體積，求克分子濃度，或互求。

(一)將8克NaOH溶於水中，得溶液400c.c.，求此溶液克分子濃度。

NaOH之分子量=40，因1000c.c.溶液中，含有40克之NaOH之溶液，是為1克分子濃度溶液，故得下列比例：

$$\frac{40}{1000} : \frac{8}{400} = 1 : x$$

$$\therefore x = \frac{8 \times 1000}{400 \times 40} = 0.5$$

答此溶液之濃度為0.5克分子 (摩爾 mole)

(二)300 c.c. 的 2.5 克分子食鹽溶液中，含有若干克氯化鈉?

設所求之NaCl重量為x；NaCl之分子量=58.46

$$\therefore \frac{58.46}{1000} : \frac{x}{300} = 1 : 2.5$$

$$x = \frac{58.46 \times 2.5}{1000} \times 300 = 43.845 \text{ 克}$$

答含有氯化鈉43.845克

(三)欲製1.2克分子濃度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液1.5呎,須用 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 多少克?

設 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 所求之重量為 $x$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 之分子量為106

$$\frac{106}{1000} : \frac{x}{1500} = 1 : 1.2;$$

$$\therefore x = \frac{106 \times 1.2}{1000} \times 1500 = 190.8 \text{ 克}$$

答須用 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 190.8克

(四)用30克KOH製備0.5克分子濃度溶液,其體積為若干?

設所求溶液體積為 $x$ ; KOH之分子量為56.1

$$\frac{56.1}{1000} : \frac{30}{x} = 1 : 0.5;$$

$$x = \frac{1000 \times 30}{56.1 \times 0.5} = 1071.4 \text{ c.c.} = 1.0714 \text{ 呎}$$

答所求之溶液體積為1.0714呎,或1071.4c.c.

4. 已知百分濃度、分子量、溶液比重,求克分子濃度,或互求。

(一)63.23%硝酸溶液(比重1.39)的克分子濃度為何?  
每1c.c.中含 $\text{HNO}_3$ 之重

$$= 1.39 \times 63.23\% = 0.8789 \text{ 克}$$

設所求克分子濃度為 $x$ ;  $\text{HNO}_3$ 之分子量為63

$$\frac{63}{1000} : \frac{0.8789}{1} = 1 : x$$

$$\therefore x = \frac{1000 \times 0.8789}{63 \times 1} = 13.95M (\text{摩爾})$$

(二)欲製造 0.5 克分子濃度的硫酸溶液 600c.c., 需用 80.68% 的硫酸若干?(比重 1.74)

設所需純硫酸重量為  $x$ ;  $H_2SO_4$  之分子量為 98.

先由(3)方法求出所需純硫酸重量:

$$\frac{98}{1000} : \frac{x}{600} = 1 : 0.5$$

$$\therefore x = \frac{98 \times 0.5}{1000} \times 600 = 29.4 \text{ 克}$$

每 1c.c. 80.68% 硫酸含純  $H_2SO_4$  之重量 =

$$1.74 \times 80.68\% = 1.404 \text{ 克。}$$

$$\therefore \text{所需硫酸之體積} = \frac{29.4}{1.404} = 20.655 \text{ c.c.}$$

(三)用 30c.c. 的 98.10% 硝酸(比重 1.51)可製成 1.5 克分子濃度的硝酸溶液若干體積?須加水若干體積?

每 1c.c. 中含純  $HNO_3$  之量 =  $1.51 \times 98.10\% = 1.481$ 。

30c.c. 中含純  $HNO_3$  之重量 =  $1.481 \times 30 = 44.43$  克。

設  $x$  為可製成硝酸溶液之體積,

$$\frac{63}{1000} : \frac{44.43}{x} = 1 : 1.5$$

$$\therefore x = \frac{44.43 \times 1000}{63 \times 1.5} = 470.2 \text{ c.c.}$$

$$470.2 - 30 = 440.2 \text{ c.c.}$$

答可製成 470.2c.c. 硝酸溶液, 須加水 440.2c.c.

5. 已知溶質與溶劑重量及溶液比重,求克分子濃度,或互求。

將 18.63 克  $\text{NH}_3$  溶於 41.37c.c. 水中,所得溶液的比重為 0.892,求其克分子濃度。

$$\frac{17}{1000} : \frac{18.63}{41.37 + 18.63} \times 0.892 = 1 : x$$

$$\therefore x = \frac{18.63 \times 0.892 \times 1000}{(41.37 + 18.63) \times 17} = 16.3\text{M(摩爾)}$$

6. 已知溶質量、溶液體積及重量,求規定濃度,或互求。

(一)將 245 克純  $\text{H}_2\text{SO}_4$  加入水中,得 2 呎硫酸溶液,求規定濃度。

$$\text{硫酸當量} = \frac{1}{2} \text{分子量} = \frac{1}{2} \times 98 = 49$$

$$\frac{49}{1000} : \frac{245}{2000} = 1 : x$$

$$x = \frac{245 \times 1000}{2000 \times 49} = 2.5\text{N(規定濃度)}$$

(二)欲製下列物質之  $\frac{1}{10}$  規定溶液,需用各物質若干?

(a)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; (b)  $\text{FeSO}_4$ ; (c)  $\text{AgNO}_3$ 。

本題未指定溶液體積,即表示 1 呎,計算更為簡易。

$$\text{所需 } \text{H}_3\text{PO}_4 \cdots \frac{1}{10} \text{當量} = \frac{1}{10} (\frac{1}{3} \text{分子量})$$

$$= \frac{1}{30} \times 98 = 3\frac{8}{30} \text{克}$$

$$\text{所需 } \text{FeSO}_4 \cdots \frac{1}{10} \text{當量} = \frac{1}{10} (\frac{1}{2} \text{分子量})$$

$$= \frac{1}{20} \times 152 = 7.6 \text{克}$$



$$\begin{aligned}\text{所需 AgNO}_3 \cdots \frac{1}{10} \text{ 當量} &= \frac{1}{10} \text{ 分子量} \\ &= \frac{1}{10} \times 170 = 17 \text{ 克}\end{aligned}$$

(三)用 196 克硫酸(純)製造 0.5 規定濃度溶液,可得若干體積?

$$\begin{aligned}\frac{49}{1000} : \frac{196}{x} &= 1:0.5 \\ x &= \frac{1000 \times 196}{49 \times 0.5} = 8000 \text{ c.c.} = 8 \text{ 坩}\end{aligned}$$

(四)欲製備 2 規定濃度 NaOH 溶液 400 c.c. 須用若干克 NaOH?

NaOH 的當量 = 分子量 = 40, 設溶液體積為  $x$

$$\begin{aligned}\frac{40}{1000} : \frac{x}{400} &= 1:2; \\ \therefore x &= \frac{40 \times 400 \times 2}{1000} = 32 \text{ 克}\end{aligned}$$

7. 已知溶質和溶劑重量, 比重及當量, 求規定濃度, 或互求。

將 50.15 克氯化氫溶於 200 c.c. 水中, 其規定濃度為何? (比重 1.1)

每 1 c.c. 中含有氯化氫重量

$$= 1.1 \times \frac{50.15}{50.15 + 200} = 0.22 \text{ 克}$$

HCl 當量 = 36.465; 設所求規定濃度為  $x$

$$36.465 : 1000 \times 0.22 = 1 : x$$

$$x = \frac{1000 \times 0.22}{36.465} = 6.03 \text{ N (規定)}$$

8. 已知溶質的重量條件,和溶液體積及當量,求規定濃度或互求。

(一)如用 26.36% 硝酸(比重1.16) 50c.c. 加水稀釋至 400c.c., 試求此硝酸溶液之規定濃度。

50c.c. 硝酸含純  $\text{HNO}_3$  之量

$$= 50 \times 1.16 \times 26.36\% = 15.3 \text{ 克}$$

硝酸當量 = 63.016; 設所求規定濃度為  $x$ ;

$$\frac{63.016}{1000} : \frac{15.3}{400} = 1 : x$$

$$x = \frac{15.3 \times 1000}{63.016 \times 400} = 0.607\text{N (規定濃度)}$$

(二)欲製備 5.2 規定濃度之硫酸 1500c.c., 須用 39.19% 硫酸(比重1.3)若干體積? 又須加水若干?

設所需純  $\text{H}_2\text{SO}_4$  之量為  $x$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  當量

$$= \frac{1}{2} \cdot 98 = 49; \quad \frac{49}{1000} : \frac{x}{1500} = 1 : 5.2$$

$$x = \frac{49}{1000} \times 5.2 \times 1500 = 382.5 \text{ 克}$$

每 1c.c. 之 39.19% 硫酸, 含純硫酸  $1.3 \times 39.19\%$   
= 0.51 克

$$\therefore \text{所須 } 39.19\% \text{ 硫酸之體積} = \frac{382.5}{0.51} = 750 \text{ c.c.}$$

須加之水的體積 =  $1500 - 750 = 750 \text{ c.c.}$

(三)如用 20c.c. 之 25.48% 磷酸(比重1.155) 可製成 0.9 N 之磷酸溶液若干體積?

$$\text{磷酸當量} = \frac{1}{3} \text{ 分子量} = \frac{1}{3} \cdot 98.051 = 32.69$$

20c.c. 之 25.48% 磷酸含純  $\text{H}_3\text{PO}_4$

$$= 20 \times 25.48\% \times 1.155 = 5.888 \text{ 克}$$

$$\frac{32.69}{1000} : \frac{5.888}{V} = 1:0.9;$$

$$\therefore V = \frac{1000 \times 5.888}{32.69 \times 0.9} = 200 \text{ c.c.}$$

答所求磷酸溶液體積 = 200 立方糎。

9. 已知百分濃度、溶液比重、當量，求規定濃度，或互求。

(一) 問 27.32% 之稀硫酸 (比重 1.2) 為若干規定?

$$\begin{aligned} 1000 \text{ c.c. 中含有硫酸之重} &= 1000 \times 1.2 \times 27.32\% \\ &= 327.8 \text{ 克} \end{aligned}$$

$$\text{硫酸當量} = \frac{1}{2} \text{ 分子量} = \frac{1}{2} \times 98 = 49$$

$$\text{設所求規定濃度為 } x; \quad \therefore 49:327.8 = 1:x;$$

$$x = \frac{327.8}{49} = 6.69 \text{ (規定濃度)N}$$

(二) 試求 75.08% 之磷酸 (比重 1.589) 為若干規定液?

$$1000 \text{ c.c. 中含有 } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ 之重}$$

$$= 1000 \times 1.589 \times 75.08\% = 1193.3 \text{ 克}$$

$$32.684:1193.3 = 1:x$$

$$\therefore x = \frac{1193.3}{32.684} = 36.59 \text{ N (規定濃度)}$$

$$\text{(磷酸當量} = \frac{1}{3} \text{ 分子量} = \frac{1}{3} \times 98.051 = 32.6847)$$

10. 已知克分子濃度，求規定濃度，或互求。

(一) 0.6 克分子濃度的硫酸溶液，其規定濃度為何?

$$\text{所求規定濃度} = 2 \times 0.6 = 1.2 \text{ N}$$

(因  $\text{H}_2\text{SO}_4$  含有 2 個可化代之氫原子)

(二) 1.5 規定濃度的磷酸溶液，其克分子濃度為何?

所求克分子濃度 =  $\frac{1}{3} \times 1.5 = 0.5M$

(因  $H_3PO_4$  含有3個可化代的氫原子)

### (三) 關於原子量、原子價、當量的計算

#### 1. 已知兩元素化合物之組成，及一元素之當量，求別一元素當量

(一) 今有某種金屬氧化物 1.5 克，在氫氣流中熱之，得 1.05 克之金屬，試求此金屬之當量。

1.5 克氧化物中含有之氧量 =  $1.5 - 1.05 = 0.45$  克

設此金屬之當量為  $x$ ； 氧之當量為 8；

$$1.05 : 0.45 = x : 8, \quad x = \frac{1.05 \times 8}{0.45} = 18.67$$

(二) 今有某種金屬元素之氯化物，其組成金屬佔 20.22 %，氯佔 79.78 %，試求此金屬之當量。

設此金屬之當量為  $x$ ；

氯之當量 = 原子量 = 35.46

$$20.22 : 79.78 = x : 35.46$$

$$x = \frac{35.46 \times 20.22}{79.78} = 8.79$$

#### 2. 已知分子式求原子價

(一) 試求下列各化合物中鉻 Cr 之原子價：

(1)  $Cr_2O_3$ , (2)  $Na_2CrO_4$ , (3)  $Na_2Cr_2O_7$

(1)  $Cr_2O_3$        $2 \times x + 3 \times (-2) = 0$ ,

$x = 3$  原子價 3

(2)  $Na_2CrO_4$        $2 \times 1 + 1 \times x + 4 \times (-2) = 0$ ,

$x=6$  原子價6

$$(3) \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \quad 2 \times 1 + 2 \times x + 7 \times (-2) = 0,$$

$x=6$  原子價6

(二)試求下列各化合物中錳之原子價：

$$(1) \text{MnO}_2, \quad (2) \text{KMnO}_4, \quad (3) \text{K}_2\text{MnO}_4$$

$$(1) \text{MnO}_2 \quad 1 \times x + 2 \times (-2) = 0,$$

$x=4$  原子價4

$$(2) \text{KMnO}_4 \quad 1 \times 1 + 1 \times x + 4 \times (-2) = 0,$$

$x=7$  原子價7

$$(3) \text{K}_2\text{MnO}_4 \quad 2 \times 1 + 1 \times x + 4 \times (-2) = 0,$$

$x=6$  原子價6

### 3. 已知分子式,求化合物之化學當量

(一)試求  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{H}_3\text{PO}_4$  之化學當量。

$$(1) \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 當量} = \frac{\text{分子量}}{\text{氫原子數}}$$

$$= \frac{98.076}{2} = 49.038$$

$$(2) \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ 當量} = \frac{\text{分子量}}{\text{氫原子數}}$$

$$= \frac{98.044}{3} = 36.016$$

(二)試求  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  之化學當量。

$$(1) \text{Ca}(\text{OH})_2 \text{ 當量} = \frac{\text{分子量}}{\text{OH根數}}$$

$$= \frac{74.086}{2} = 37.043$$

$$(2) \text{Fe}(\text{OH})_3 \text{ 當量} = \frac{\text{分子量}}{\text{OH根數}}$$

$$= \frac{106.864}{3} = 35.62$$

(三) 試求  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  之化學當量。

公式 鹽類之化學當量

$$= \frac{\text{分子 量}}{\text{所含金屬根放出之總電子數}}$$

今一分子  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  中 2Cr 原子所放出之總電子數為 6, 故  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  化學當量 =  $\frac{392.18}{6} = 65.36$

#### 4. 已知原子量和原子價, 求當量, 或互求。

(一) 試由  $\text{FeCl}_2$  與  $\text{FeCl}_3$  計算鐵之兩種當量。

由  $\text{FeCl}_2$  知鐵之原子價為 2, 鐵之原子量在表中檢得為 55.84

$$\therefore \text{在 } \text{FeCl}_2 \text{ 物中鐵之當量} = \frac{1}{2} \times 55.84 = 27.92$$

又由  $\text{FeCl}_3$  中知鐵之原子價為 3

$$\therefore \text{在 } \text{FeCl}_3 \text{ 物中鐵之當量} = \frac{1}{3} \times 55.84 = 18.61$$

(二) 2.01 克四價金屬元素與 0.54 克之氧化合, 求該金屬原子量並其氧化物之分子式。

先求此金屬之當量, 假設為  $x$  (氧之當量為 8)。

$$\therefore 2.01 : x = 0.54 : 8; \quad x = 29.78 \dots \dots \text{金屬當量}$$

所求金屬元素之原子量 =  $4 \times 29.78 = 119.12$

其分子式為  $\text{MO}_2$

(三) 今有一種氮的氧化物, 分析結果, 氮和氧之量為

1.355 與 2.3212 之比, 試求氮在化合物中之原子

價並其分子式。

設氮在此氧化物中之當量為  $x$

$$1.355:2.3212 = x:8$$


$$\therefore x = 4.67 \dots \dots \dots \text{氮之當量}$$

$$\text{所求氮之原子價} = \frac{\text{原子量}}{\text{當量}} = \frac{14.008}{4.67} = 3$$

故此氮之氧化物之分子式為  $N_2O_3$ 。

### 5. 已知某元素諸化合物組成及分子量，求原子量。

由實驗測得九種碳之化合物之組成及分子量，試求碳之原子量。

碳化物	含碳百分率	分子量	一分子量中含碳之量	最大公約數
一氧化碳	42.9%	28	$28 \times 42.9\% = 12$	原子量  12
二氧化碳	27.27%	44	$44 \times 27.27\% = 12$	
碳酸鈉	11.32%	106	$106 \times 11.32\% = 12$	
乙 烯	85.7%	28	$28 \times 85.7\% = 24$	
丙 烷	81.8%	44	$44 \times 81.8\% = 36$	
二硫化碳	15.76%	76.12	$76.12 \times 15.76\% = 12$	
苯	92.31%	78	$78 \times 92.31\% = 72$	
丁 烷	82.8%	58	$58 \times 82.8\% = 48$	
蔗 糖	42.1%	342	$342 \times 42.1\% = 144$	

### 6. 已知元素之比熱，求近似原子量

汞之比熱為 0.032，鉛之比熱為 0.031，錳之比熱為 0.122，試求汞、鉛、錳三元素之近似原子量。

$$\text{汞之原子量} = \frac{6.4}{0.032} = 200$$

$$\text{鉛之原子量} = \frac{6.4}{0.031} = 206.4$$

準確原子量爲207.22

$$\text{錳之原子量} = \frac{6.4}{0.122} = 52.46$$

準確原子量爲54.93

7. 已知元素之當量及比熱，求原子量。

鋅之當量爲32.69，比熱爲0.094，求原子量。

$$\text{鋅之近似原子量} = \frac{6.4}{0.094} = 67.77$$

約爲當量32.69之2倍

$$\text{鋅之原子量} = 32.69 \times 2 = 65.38$$

8. 已知化合物之組成及元素之比熱，求原子量

(一)鋅19克，升高 $1^{\circ}\text{C}$ 。所需之熱量，可使0.2克之水升高9.73度，又氯化鋅之百分組成爲鋅47.9%，氯52.1%，問鋅之原子量爲幾何？

$$\text{鋅之比熱} = \frac{0.2 \times 9.73}{19} = 0.1024$$

$$\text{鋅之近似原子量} = \frac{6.4}{0.1024} = 62.79$$

氯之原子量爲35.46，又由組成得比例

$$52.1:47.9 = 35.46:x$$

$$x = \frac{35.46 \times 47.9}{52.1} = 32.6$$

∴鋅之當量爲32.6，約爲上求得近似原子量62.79之 $\frac{1}{2}$

$$\therefore \text{鋅之原子量} \quad 32.6 \times 2 = 65.2$$

(二)今有一金屬氧化物 1.5 克，在氫氣流中熱之，得1.05克之金屬，又測此金屬之比熱得0.114之值，問此金屬



之原子量。

$$\text{照前法先求此金屬之當量} = \frac{1.05 \times 8}{1.5 - 1.05} = 18.67$$

$$\text{此金屬之近似原子量} = \frac{6.4}{0.114} = 56.14$$

約為當量18.67之3倍

$$\therefore \text{此金屬之原子量} 18.67 \times 3 = 56.01$$

9. 已知化合物之組成，原子價及一元素之原子量，求另一元素之原子量。

用磷18.585克，能製得42.584克之五氧化二磷，試求磷之原子量。

設磷之原子量為  $x$ ，則  $2x$  克之磷能與  $5 \times 16$  克之氧化合而成五氧化二磷。

$$\text{得比例 } 18.585 : (42.584 - 18.585) = 2x : 5 \times 16$$

$$\therefore x = 31 \quad \text{答磷之原子量為} 31$$

#### (四) 關於化學方程式之計算

1. 已知物料之重量，試求產物之重量。

(一) 將 30.64 克氯酸鉀加熱，使之完全分解，可得若干克之氧？



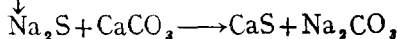
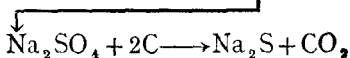
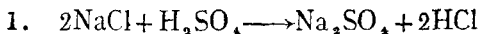
$$2. \quad 2 \times 122.56 \qquad \qquad \qquad 96$$

$$3. \quad 30.64 \qquad \qquad \qquad x$$

$$4. \quad 2 \times 122.56 : 30.64 = 96 : x$$

$$5. \quad x = \frac{30.64 \times 96}{122.56 \times 2} = 12 \text{克} \quad \text{所求氧之重量}$$

(二)用100尅之食鹽能製得幾仟克之碳酸鈉?



$$2. \quad 2 \times 58.46 \qquad \qquad \qquad 106.005$$

$$3. \quad 100 \qquad \qquad \qquad x$$

$$4. \quad 2 \times 58.46 : 100 = 106.005 : x$$

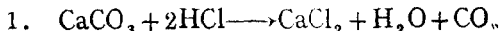
$$5. \quad x = \frac{100 \times 106.005}{2 \times 58.46} = 90.6 \text{ 尅}$$

所求碳酸鈉之重量。

## 2. 已知物料之百分率及重量,求產物之重量

(一)將728.65克之20%鹽酸,完全與多量大理石作用,可得多少克之氯化鈣和二氧化碳?

$$728.65 \text{ 克 } 20\% \text{ 鹽酸含有之 } \text{HCl} = 728.65 \times 20\% \\ = 145.73 \text{ 克}$$



$$2. \quad 2 \times 36.46 \qquad 110.99 \qquad 44$$

$$3. \quad 145.73 \qquad x \qquad y$$

$$4. \quad (a) \quad 2 \times 36.46 : 145.73 = 110.99 : x$$

$$(b) \quad 2 \times 36.46 : 145.73 = 44 : y$$

$$5. \quad (a) \quad x = \frac{145.73 \times 110.99}{2 \times 36.46} = 221.83 \text{ 克}$$

所求CaCl<sub>2</sub>之重量

$$(b) \quad y = \frac{145.73 \times 44}{2 \times 36.46} = 87.9 \text{ 克}$$



$$2. \quad 98 \qquad 2 \times 36.46$$

$$3. \quad 210 \qquad x$$

$$4. \quad 98:210 = 2 \times 36.46 : x$$

$$5. \quad x = \frac{210 \times 2 \times 36.46}{98} = 156.26 \text{ 克}$$

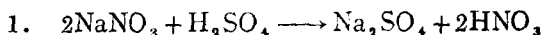
所求HCl之重量

$$\therefore \text{所求} 30\% \text{ 鹽酸之重量} = 156.26 \div 30\% = 520.87 \text{ 克。}$$

### 3. 已知物料之百分率，比重，及體積，求產物之重量。

(一)將 500c.c. 之 48% 硫酸，比重 1.38，與多量智利硝酸混合熱之，完全作用後，可得純  $\text{HNO}_3$  幾克？以之製成 47.5% 硝酸，比重 1.3，可得幾 c.c.？

$$\begin{aligned} & 500\text{c.c.} 48\% \text{ 硫酸中，含純 } \text{H}_2\text{SO}_4 \\ & = 500 \times 1.38 \times 48\% = 331.2 \text{ 克} \end{aligned}$$



$$2. \quad 98 \qquad 2 \times 63$$

$$3. \quad 331.2 \qquad x$$

$$4. \quad 98:331.2 = 2 \times 63 : x$$

$$5. \quad x = \frac{331.2 \times 2 \times 63}{98} = 425.3 \text{ 克}$$

所求  $\text{HNO}_3$  之重量。

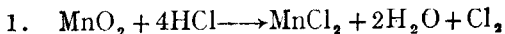
$$\begin{aligned} \therefore \text{所求} 47.5\% \text{ 硝酸之體積} &= 425.3 \div (1.3 \times 47.5\%) \\ &= 688.7 \text{ c.c.} \end{aligned}$$

(二)如將 650c.c. 之 29.57% 鹽酸(比重 1.15)與多量二氧化錳熱之，作用完全後可得幾克之氯？又在標準狀況時之

體積爲幾呎？

650c.c.之29.57%鹽酸中含有純HCl之量

$$= 650 \times 1.15 \times 29.57\% = 221 \text{ 克}$$



$$2. \quad \quad \quad 4 \times 36.46 \quad \quad \quad 2 \times 35.46$$

$$3. \quad \quad \quad 221 \quad \quad \quad x$$

$$4. \quad 4 \times 36.46 : 221 = 2 \times 35.46 : x$$

$$5. \quad x = \frac{221 \times 2 \times 35.46}{4 \times 36.46} = 107.48 \text{ 克}$$

所求氯之重量。

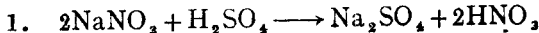
$$\therefore \text{所求氯之體積} = 107.48 + \frac{2 \times 35.46}{22.4} = 33.94 \text{ 呎}$$

4. 已知一物料重量，求另一物料重量。

**解法** 如物料非爲純粹的，先就題中所給數值，照上法求出純物料之重量，然後再依化學方程式計算法計算。

(一)用80%硫酸721克與智利硝熱之，以製硝酸，須用多少克純硝酸鈉？又須用多少克92%智利硝石？

721克80%硫酸含純 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 之量=577克



$$2. \quad 2 \times 85 \quad 98$$

$$3. \quad x \quad 577$$

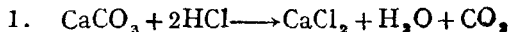
$$4. \quad 2 \times 85 : x = 98 : 577$$

$$5. \quad x = \frac{2 \times 85 \times 577}{98} = 1000 \text{ 克}$$

所須純 $\text{NaNO}_3$ 之重量。

∴所須92%智利硝石之重量 =  $1000 \div 92\% = 1087$   
克。

(二)如從酸與碳酸鹽作用以製取  $\text{CO}_2$  時,試求須要多少c.c.之鹽酸(比重1.2;39.11%純)以與30克之碳酸鈣完全作用?



$$2. \quad 80.08 \quad 2 \times 36.47$$

$$3. \quad 30 \quad x$$

$$4. \quad 80.08:30 = 2 \times 36.47:x$$

$$5. \quad x = \frac{30 \times 2 \times 36.47}{80.08} = 27.32 \text{ 克}$$

純HCl之重量。

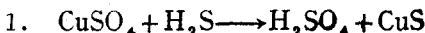
∴所求須要鹽酸之體積

$$= 27.32 \div (1.20 \times 39.11\%) = 58.21 \text{ c.c.}$$

### 5. 已知產物重量求所需物料重量

**解法** 如題給產物重量,非為純粹的,先算出純產物重量後,再進行方程式計算。如題求物料重量,非為純粹的,先從方程式計算求出純物料重量後,再算不純物料重量。

(一)從純硫酸銅之溶液中,欲用  $\text{H}_2\text{S}$  沉澱銅50克,求所需之  $\text{H}_2\text{S}$  幾克?



$$2. \quad 34.076 \quad 63.57$$

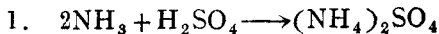
$$3. \quad x \quad 50$$

$$4. \quad 34.076:x = 63.57:50$$

$$5. \quad x = \frac{50 \times 34.076}{63.57} = 26.8 \text{ 克}$$

即所需  $\text{H}_2\text{S}$  重量。

(二)通  $\text{NH}_3$  於硫酸，製得  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  1320 尅，試求所需 98% 硫酸(比重 1.84)之體積？(截取交大試題)



$$2. \quad \begin{array}{ccc} & 98 & 132 \end{array}$$

$$3. \quad \begin{array}{ccc} & x & 1320 \end{array}$$

$$4. \quad 98 : x = 132 : 1320$$

$$5. \quad \therefore x = \frac{1320 \times 98}{132} = 980 \text{ 尅}$$

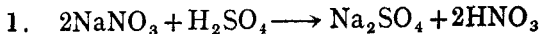
所需純  $\text{H}_2\text{SO}_4$  重量。

$$\therefore \text{所求 } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 之體積} = 980 \times 1000$$

$$\div (1.84 \times 98\%) = 543470 \text{ c. c.} = 543.47 \text{ 呎。}$$

(三)如欲製造 65.3% 硝酸(比重 1.4) 500 呎，須要多少體積的 84.5% 硫酸(比重 1.78)與多少重的 85% 智利硝石混合熱之？

$$\begin{aligned} 500 \text{ 呎硝酸所含純硝酸} &= 500 \times 1.4 \times 65.3\% \\ &= 456.05 \text{ 尅。} \end{aligned}$$



$$2. \quad \begin{array}{ccc} 2 \times 85 & 98 & 2 \times 63 \end{array}$$

$$3. \quad \begin{array}{ccc} y \text{ 尅} & x \text{ 尅} & 456.05 \text{ 尅} \end{array}$$

$$4. \quad (a) \quad 98 : x = 2 \times 63 : 456.05$$

$$(b) \quad 2 \times 85 : y = 2 \times 63 : 456.05$$

$$5. \quad (a) \quad x = \frac{98 \times 456.05}{2 \times 63} = 354.7 \text{ 尅}$$

所需純  $H_2SO_4$  之重量。

$$(b) \quad y = \frac{2 \times 85 \times 456.05}{2 \times 63} = 615.3 \text{ 尪}$$

所需純  $NaNO_3$  之重量。

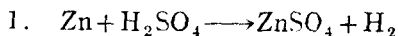
$$\therefore \text{所求硫酸之體積} = 354.7 \div (1.78 \times 84.5\%) \\ = 235.85 \text{ 呷。}$$

$$\text{又所需智利硝石之重量} = 615.3 \div 85\% \\ = 723.9 \text{ 尪。}$$

### 6. 已知物料重量, 求產物(氣體)體積, 或反求, 互求。

**解法** 如題給物料重量非為純物質, 須求得純粹重量後, 再依化學方程式計算。如所求氣體產物為不純氣體, 或任意溫度及壓力下體積, 則先依化學方程式計算法算出純氣體及標準狀況下之體積後, 再化算之。反求及互求時亦須如是。

(一) 以16克鋅與足量硫酸作用, 在氣壓 754m.m. 及溫度  $20^\circ C$ . 時可得氫若干呷?



$$2. \quad 65.38 \qquad \qquad \qquad 22.4 \text{ 呷}$$

$$3. \quad 16 \qquad \qquad \qquad x$$

$$4. \quad 65.38 : 16 = 22.4 : x$$

$$5. \quad x = \frac{16 \times 22.4}{65.38} = 5.48 \text{ 呷}$$

標準狀況下氫之體積。

$$\therefore 20^\circ C. 754m.m. \text{ 下氫之體積} \\ = 5.48 \times \frac{273 + 20}{273} \times \frac{760}{754} = 5.87 \text{ 呷。}$$

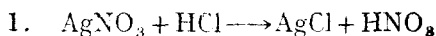
(二) 在標準情況下, 須用若干體積氯化氫氣體與125立



方糖0.4克分子硝酸銀液化合?所得之氯化銀若干重量?

125c.c. 硝酸銀液中, 所含硝酸銀之量

$$= 125 \times 0.4 \times \frac{170}{1000} = 8.5 \text{ 克}$$



2.     170   22.4 坩   143.4

3.     8.5          $x$           $y$

4. (a)  $170:22.4 = 8.5:x$

(b)  $170:143.4 = 8.5:y$

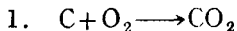
5. (a)  $x = \frac{8.5 \times 22.4}{170} = 1.12 \text{ 坩}$

所需氯化氫之體積。

(b)  $y = \frac{8.5 \times 143.4}{170} = 7.17 \text{ 克}$

所求氯化銀之重量。

(三)欲使1克純炭燃燒成 $\text{CO}_2$ , 需要標準狀況下之空氣體積若干?(空氣含21%體積之氧)



2.   12   22.4 坩

3.   1      $x$

4.  $12:1 = 22.4:x$

5.  $x = \frac{1 \times 22.4}{12} = 1.86 \text{ 坩} \dots$  所需純氧體積。

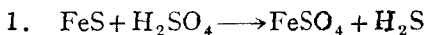
$\therefore$  所求空氣之體積  $= 1.86 \div 21\% = 8.9 \text{ 坩}$ 。

(四)於 $15^\circ\text{C}$ ., 600m.m. 時, 欲製5升之硫化氫, 須用

27.32% 硫酸(比重1.29)若干c.c. 與硫化鐵作用?

標準狀況時硫化氫之體積

$$= 5 \times \frac{273}{273+15} \times \frac{600}{760} = 3.74 \text{ 呎}$$



$$2. \quad \quad \quad 98 \quad \quad \quad 22.4 \text{ 呎}$$

$$3. \quad \quad \quad x \quad \quad \quad 3.74 \text{ 呎}$$

$$4. \quad 98 : x = 22.4 : 3.74$$

$$5. \quad x = \frac{98 \times 3.74}{22.4} = 16.4 \text{ 克}$$

所需純硫酸重量。

$$\therefore \text{所求硫酸體積} = 16.4 \div (1.29 \times 27.32\%) = 40.8 \text{ c.c.}$$

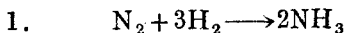
### 7. 已知一氣體體積，求另一氣體體積。

**解法** 如題給氣體為不純氣體，須先算出純氣體體積，或非標準狀況時，須先算至標準狀況時體積，而後進行化學方程式計算。如所求氣體體積為不純氣體或不在標準狀況時，須依化學方程式計算法先算出純氣體及標準狀況下之體積而後化算之。

(一)今在 $500^\circ\text{C}$ ., 200氣壓下，由 Haber 法製得氮2500呎，試求需要 $15^\circ\text{C}$ ., 750m.m. 之空氣(含氮體積78%)及氫各幾呎?

標準狀況下氮之體積

$$= 2500 \times \frac{273}{273+500} \times \frac{200}{1} = 176600 \text{ 呎}$$



$$2. \quad 22.4 \quad 3 \times 22.4 \quad 2 \times 22.4$$

$$3. \quad x \quad y \quad 176600 \text{ 呎}$$

4. (a)  $1:x=2:176600$

(b)  $3:2=y:176600$

5. (a)  $x=\frac{1}{2}\times 176600=88300$  呎

所需氮之體積 (標)

(b)  $y=\frac{3}{2}\times 176600=264900$  呎

所需氫之體積 (標)

$$\begin{aligned} \text{所需標準狀況時空氣之體積} &= 88300 \div 78\% \\ &= 113200 \text{ 呎} \end{aligned}$$

∴ 所求  $15^{\circ}\text{C.}$ ,  $750\text{m.m.}$  空氣之體積

$$= 113200 \times \frac{273+15}{273} \times \frac{760}{750} = 121000 \text{ 呎}$$

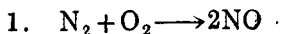
又所求  $15^{\circ}\text{C.}$ ,  $750\text{m.m.}$  氫之體積

$$= 264900 \times \frac{273+15}{273} \times \frac{760}{750} = 284000 \text{ 呎}$$

(二)如將空氣通過電弧,有 5% 化合成  $\text{NO}$ , 今欲製成 5000 呎( $400^{\circ}\text{C.}$ )之  $\text{NO}$ , 需要若干呎  $18^{\circ}\text{C.}$  的空氣?(假設壓力不變, 空氣含氧 21%)

 $18^{\circ}\text{C.}$  時  $\text{NO}$  之體積

$$= 5000 \times \frac{273+18}{273+400} = 2161.9 \text{ 呎}$$



2.  $22.4 \quad 2 \times 22.4$

3.  $x \quad 2161.9 \text{ 呎 (在 } 18^{\circ}\text{C.})$  (應以氧  
為計算標準)

4.  $1:2 = x:2161.9$

$$5. \quad x = \frac{1}{2} \times 2161.9 = 1080.9 \text{ 呎}$$

所需  $18^{\circ}\text{C}$ . 時純氧體積。

$\therefore$  所求  $18^{\circ}\text{C}$ . 時空氣之體積

$$= 1080.9 \div 21\% \div 5\% = 103000 \text{ 呎}$$

## (五) 關於溶液反應計算

### 1. 已知一物重, 求另一物之重量。

(一) 需要幾克之 30% 稀硫酸, 適能與 3.2 克氫氧化鈉相中和?



$$2 \times 40 \quad 98$$

$$3.2 \quad x$$

$$2 \times 40 : 3.2 = 98 : x$$

$$x = \frac{3.2 \times 98}{2 \times 40} = 3.92 \text{ 克} \dots \text{所需純硫酸之量。}$$

$\therefore 3.92 \div 30\% = 13.07 \text{ 克} \dots \text{所需 } 30\% \text{ 硫酸之量。}$

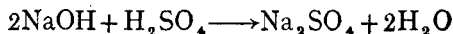
(二) 由下列事實, 求原用氯化銨液中所含  $\text{NH}_4\text{Cl}$  之重量。氯化銨液與 25c.c. 苛性蘇打液(濃度每 1000c.c. 含 40 克  $\text{NaOH}$ ) 混合後煮沸之, 待無礬精之發生為止, 此時混合液中殘餘之苛性蘇打恰可為 5c.c. 之 1 規定硫酸液所中和。

25c.c.  $\text{NaOH}$  液中所含有  $\text{NaOH}$

$$= 25 \times \frac{40}{1000} = 1 \text{ 克}$$

5c.c.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  液中所含有  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$$= 5 \times \frac{49}{1000} = 0.245 \text{ 克}$$



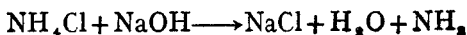
$$2 \times 40 \quad 98$$

$$x \quad 0.245$$

$$2 \times 40 : 98 = x : 0.245$$

$$\therefore x = \frac{2 \times 40 \times 0.245}{98} = 0.2 \text{ 克}$$

即被5c.c.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  液中和之NaOH重量為0.2克



$$53.5 \quad 40$$

$$x \quad (1 - 0.2) \text{ 克}$$

$$53.5 : x = 40 : (1 - 0.2)$$

$$\therefore x = \frac{53.5 \times (1 - 0.2)}{40} = 1.07 \text{ 克}$$

即所求  $\text{NH}_4\text{Cl}$  之重量。

2. 已知兩液濃度及另一液體積，求另一液容積，或互求。

$$\text{公式 } N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

(一) 用 0.2N 之  $\text{H}_2\text{SO}_4$  液以中和 300 c.c. 之 0.15N 的 NaOH 液，求需幾 c.c. 之  $\text{H}_2\text{SO}_4$  液？

$$0.15 \times 300 = 0.2 \times V_2$$

$$\therefore V_2 = \frac{0.15 \times 300}{0.2} = 225 \text{ c.c.}$$

即所求  $\text{H}_2\text{SO}_4$  液之體積。

(二) 將 0.52N 之鹽酸 56c.c. 滴加於 NaOH 液 80c.c. 中適成中和，求 NaOH 之規定濃度。

$$0.52 \times 56 = N_2 \times 80$$

$$\therefore N_2 = \frac{0.52 \times 56}{80} = 0.364N$$

所求 NaOH 之規定濃度。

(三) 中和比重 1.0412, 含有醋酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  百分之 30 的醋酸液 5c.c. 所需之 0.2N 氫氧化銨溶液容積爲幾何?

$$\begin{aligned} 1\text{c.c. 醋酸液中含醋酸之量} &= 1.0412 \times 30\% \\ &= 0.31236\text{克} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{醋酸液之規定濃度} &= \frac{1\text{c.c. 液中溶質量}}{\text{溶質分子量}} \times 1000 \\ &= \frac{0.31236}{60} \times 1000 = 5.206N \end{aligned}$$

$$5.206 \times 5 = 0.2 \times V_2$$

$$\therefore V_2 = \frac{5.206 \times 5}{0.2} = 130.15\text{c.c.}$$

所求  $\text{NH}_4\text{OH}$  液之容積。

### 3. 已知一物重量, 及一液體積, 求溶液濃度, 或互求。

(一) 將硫酸液滴加於含有 0.125 克  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  之溶液中, 達硫酸液容積至 23.58c.c. 適成中和, 求  $\text{H}_2\text{SO}_4$  之規定濃度。

$$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{之克當量} = \frac{106}{2} = 53\text{克}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{之耗當量} = \frac{53}{1000} = 0.053\text{克}$$

$$0.125\text{克 Na}_2\text{CO}_3 = \frac{0.125}{0.053} = 2.358\text{耗當量}$$

因 1 克當量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  與 1 克當量  $\text{H}_2\text{SO}_4$  適相中和, 則 2.358 耗當量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  須與 2.358 耗當量  $\text{H}_2\text{SO}_4$  適成中和。

$$\text{公式 耗當量} = \text{規定濃度} \times \text{溶液容積 (c.c.)} = N \times V$$

$$2.358 = N \times 23.58$$

$$\therefore N = \frac{2.358}{23.58} = 0.1N$$

所求  $H_2SO_4$  之規定濃度。

(二)將0.66N之NaOH液滴加於300c.c.之硫酸中至25c.c.時適成中和,求硫酸之規定濃度及其重量。

$$0.66 \times 25 = N \times 300$$

$$\therefore N = \frac{0.66 \times 25}{300} = 0.055N \quad \text{硫酸之規定濃度。}$$

$$\text{公式 溶質重量} = \text{規定濃度} \times \text{溶液容積} \times \frac{\text{當量}}{1000}$$

$\therefore 300\text{c.c.}$  硫酸中含有  $H_2SO_4$  之重量

$$= N \times V \times \frac{49}{1000} = 0.055 \times 300 \times \frac{49}{1000}$$

$$= 0.8085\text{克}$$

(三)欲使30.5c.c.之0.1N· $H_2SO_4$ 完全沉澱成 $BaSO_4$ 需 $BaCl_2$ 幾克?

$$\text{硫酸之耗當量} = 30.5 \times 0.1 = 3.05$$

欲使硫酸完全沉澱,必須3.05耗當量之 $BaCl_2$

$\therefore$ 所求 $BaCl_2$ 之重量

$$= 3.05 \times \frac{104.14}{1000} = 0.3176\text{克}$$

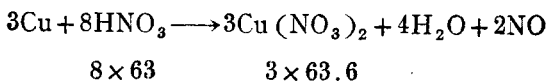
$$(\text{BaCl}_2 \text{ 當量} = \frac{1}{2} \text{ 分子量} = \frac{1}{2} 208.28 = 104.14)$$

(四)以8N之稀硝酸溶解10克銅片需若干c.c.?

假設所求之 $HNO_3$ 容積為 $x$

$$\text{則所需硝酸之量} = 8 \times x \times \frac{63}{1000}$$

(硝酸當量 = 63)

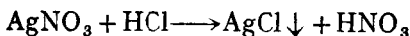
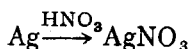


$$8 \times x \times \frac{63}{1000} \qquad 10$$

$$8 \times 63 : 8 \times x \times \frac{63}{1000} = 3 \times 63.6 : 10$$

$$\therefore x = \frac{10 \times 63 \times 8 \times 1000}{3 \times 63.6 \times 8 \times 63} = 52.4 \text{ c.c.}$$

(五)將銀元(重 26.85 克)溶於 300c.c. 硝酸中, 取出 30c.c., 加入 0.6N 之 HCl 液, 至 36.3c.c. 適使銀完全沉澱成 AgCl, 求銀元成色?



由方程式知 1 當量銀需要 1 當量 HCl, 使之完全沉澱。

$$\text{HCl 之耗當量} = 0.6 \times 36.3 = 21.79 \text{ 耗當量。}$$

則 30c.c. AgNO<sub>3</sub> 液中之銀亦必為 21.79 耗當量, 於是知 30c.c. AgNO<sub>3</sub> 液中所含銀之重

$$= 21.79 \times \frac{108}{1000} = 2.353 \text{ 克}$$

則銀元一元中含有純銀之重

$$= 2.353 \times 10 = 23.53 \text{ 克。}$$

$$\therefore \text{銀元之成色} = \frac{23.53}{26.85} \times 100 = 87.64\%$$



## 4. 已知溶液濃度及離子濃度,求電離度,或互求。

(一)如將6N. NaOH溶液5c.c. 加於水中,使成300c.c. 之NaOH溶液,求克分子濃度,如電離後離子濃度為0.0477克分子,求電離度。

6N. NaOH 5c.c. 中含有NaOH之量

$$= \frac{5 \times 6 \times 40}{1000} = 1.2 \text{ 克}$$

$$\therefore 300\text{c.c. NaOH 溶液濃度} = \frac{\frac{1.2}{300} \times 1}{\frac{40}{1000}}$$

$$= 0.1 \text{ 克分子}$$

$$\text{所求電離度} = \frac{\text{已電離離子濃度}}{\text{未電離分子濃度}} = \frac{0.0477}{0.1 - 0.0477}$$

$$= 0.912 = 91.2\%$$

(二)0.01克分子KOH溶液之電離度為95%,試求其中OH<sup>-</sup>離子濃度。

設所求OH<sup>-</sup>濃度為  $x$ , 則得

$$\frac{x}{0.01 - x} = 95\%; \quad x = 0.01 \times 0.95 - 0.95x$$

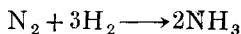
$$\therefore x = \frac{0.01 \times 0.95}{1 + 0.95} = 0.0049 \text{ 克分子。}$$

## (六) 關於化學平衡的計算

## 1. 已知各物質之濃度,求平衡常數,或互求。

(一)在溫度 500°C. 時,氮合成的結果,其平衡混合物濃度為一公升中含有氮0.8克分子,氫 2.4 克分子及氨 0.4

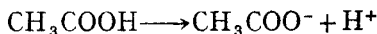
克分子，試求其在此溫度時之平衡常數。



$$0.8\text{M} \quad 2.4\text{M} \quad 0.4\text{M}$$

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(0.4)^2}{0.8 \times (2.4)^3} = 0.0156$$

(二)今有一醋酸溶液，電解平衡時，各物濃度為氫離子0.00134克分子，醋酸根離子0.00134克分子，未電離的醋酸為0.09866克分子，求其電離平衡常數。



$$0.09866 \quad 0.00134 \quad 0.00134$$

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

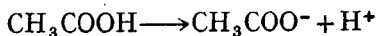
$$= \frac{0.00134 \times 0.00134}{0.09866} = 0.0000182$$

(三)計算0.05克分子濃度的 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液中之 $\text{H}^+$ 離子濃度及其電離度。

(醋酸電離平衡常數為0.000018)

設所求 $\text{H}^+$ 濃度 =  $x$ ，則 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 濃度亦必為 $x$ ，

醋酸未電離分子濃度應為 $0.05 - x$



$$0.05 - x \text{ 克分子} \quad x \quad x$$

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

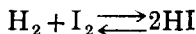
$$= \frac{x \cdot x}{0.05 - x} = 0.000018$$

∴  $x = 0.0019$  克分子...  $H^+$  濃度

$$\text{電離度} = \frac{0.0019}{0.05} = 0.038 = 3.8\%$$

(四)於某溫度下,氫與碘直接化合成碘化氫時,測得五升之容量中,  $H_2$  為 3.1 克分子,  $I_2$  為 0.1 克分子及 HI 為 3.8 克分子成平衡狀態,試求此反應平衡恆數。

$$\begin{aligned} \text{氫之濃度} &= \frac{3.1}{5}, \quad \text{碘之濃度} = \frac{0.1}{5}, \quad \text{碘化氫之濃度} \\ &= \frac{3.8}{5} \end{aligned}$$



$$\frac{3.1}{5} \quad \frac{0.1}{5} \quad \frac{3.8}{5}$$

$$\therefore K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{3.8}{5}\right)^2}{\frac{3.1}{5} \times \frac{0.1}{5}} = 46.5$$

2. 已知濃度與反應百分率(或電離度),求平衡常數,或互求。

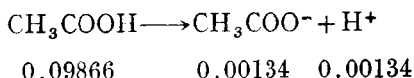
(一)今有一醋酸溶液含醋酸 0.1 克分子/升,其電離度測知為 1.34%,試求電離平衡恆數。

溶液中氫離子  $H^+$  濃度 =  $0.1 \times 1.34\% = 0.00134$  克分子/升。

溶液中  $CH_3COO^-$  濃度亦為 0.00134 克分子/升。

未電離之醋酸分子濃度為  $(100 - 1.34)\% \times 0.1 =$

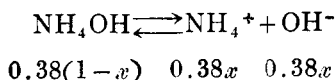
0.09866克分子/蚡。



$$\begin{aligned} \therefore K_c &= \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \\ &= \frac{0.00134 \times 0.00134}{0.09866} = 0.0000182 \end{aligned}$$

(二) 0.38N之 $\text{NH}_4\text{OH}$ 溶液電離恆數為 $9.55 \times 10^{-6}$ ，試計算其電離度。

設所求電離度為 $x$ ，又 $0.38 \text{ N} = 0.38 \text{ M}$



$$K_c = 9.55 \times 10^{-6} = \frac{0.38x \times 0.38x}{0.38(1-x)}$$

解方程式，得 $x = 2.7 \times 10^{-3} = 0.27\%$  (電離度)

### 3. 求電離平衡時之 Ph 值

(一) 今有某濃度之醋酸溶液，其電離度為 $1.3\%$ ，試求 Ph 值。(已知醋酸之平衡恆數為 $0.000018$ )

設 $x$ 為醋酸之克分子濃度，

則 $\text{H}^+$ 濃度 $= 0.013 \times x$

同理 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 濃度 $= 0.013 \times x$

$[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 分子 $= x - 0.013x$

$$\therefore K_c = \frac{[0.013x][0.013x]}{[x - 0.013x]} = 0.000018$$

解方程式，得 $x = 0.105$  克分子

於是得  $H^+$  之濃度  $= 0.105 \times 0.013 = 0.00136$  克分子

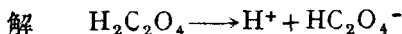
$$\therefore \text{所求 Ph} = \log \frac{1}{[H^+]} = \log \frac{1}{0.00136} = 2.8665$$

(二) 試求電離度為 0.0001% 之 0.05M.HCN 溶液之 Ph 值。

氫離子  $H^+$  之濃度  $= 0.05 \times 0.0001\% = 0.000005$  克分子。

$$\therefore \text{所求 Ph} = \log \frac{1}{[H^+]} = \log \frac{1}{5 \times 10^{-6}} = 5.301$$

(三) 試求  $\frac{1}{100}$  規定濃度之草酸第一段電離平衡時之 Ph 值。(平衡常數為  $3.8 \times 10^{-2}$ )



$H^+$  離子濃度  $= \sqrt{C \times K}$  ( $C =$  濃度,  $K =$  平衡常數)

$$= \sqrt{\frac{1}{100} \times 3.8 \times 10^{-2}}$$

$$= 1.949 \times 10^{-2}$$

$$\therefore \text{Ph 值} = \log \frac{1}{[H^+]} = \log \frac{1}{1.949 \times 10^{-2}} = 1.71$$

## 習 題

1. 將金屬 A 之氯化物 13.46 克, 加入足量之金屬 B 之溶液內, 則生不溶解之金屬 B 之氯化物, 衡之得 28.67 克, 若以金屬 A 之氧化物 4.96 克加至赤熱, 并通以氫, 則得 1.80 克之水及純金屬 A, 試計算金屬 A 及金屬 B 之當量。

2. 取含 80%  $FeS_2$  之硫鐵礦 1.5 尪以燃燒, 所得之二氧化硫, 在  $500^\circ C.$  及 750m.m. 時, 其體積為若干? 將此二氧化硫氧化

以製硫酸，可得比重1.8，含量98%之濃硫酸若干坩？

3. 設有1尅之石灰石，含有80%純碳酸鈣，須用比重1.4含水40%之硫酸若干坩以溶解之，使生成二氧化碳，並求此酸液之克分子濃度及規定濃度。

4. 某化合物之組成爲碳85.72%，及氫14.28%，對氫之比重爲14，求此化合物之分子式。

5. 設在溫度攝氏27度，氣壓750糎時，將硫化氫通入200毫坩硫酸銅當量溶液；問至反應完畢時，共需硫化氫若干坩？

6. 以硫酸與鋅起化學作用而欲得4.06克之氫，問硫酸與鋅各若干克？

7. (1) 氧之分子量爲幾何？

(2) 如氧之原子量爲1時，則氫之原子量應爲幾何？

(3)  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$ ，一克氧能氧化若干克銅？

8. (1) 在標準狀況下0.22克之某一氣體之容積爲112公撮，試求其分子量。

(2) 如在標準狀況下某一金屬24克，能置換32.4坩氫，則此金屬之當量應爲幾何？

(3) 如50克A與20克B起作用而全成爲C與D。今知D之重量爲40克，C之重量應爲幾克？

(4) 如欲製1坩0.1N之NaOH溶液，應溶解NaOH若干克？

(5) 25公撮之上述NaOH，問溶液中中和時須用0.2N之 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 若干公撮？

(6) 某化合物含硫50%及氧50%，其最簡單之化學式爲

何?

9. 普通濃硫酸含96%之 $H_2SO_4$ ,其比重為1.84,欲製此酸1000噸,問須用純度為85%之黃鐵礦若干噸?

10. 今在一試管內置少許氯酸鉀,并以二克二氧化錳與之混合,將試管加熱至 $273^{\circ}C$ .時,氧連續產生,其容積共計274c.c.而彼時之氣壓適為380托,問(1)在此試驗中曾用氯酸鉀若干克?(2)試驗後試管中所剩之物質尚重幾何?

11. 中和26.5c.c.之0.1N鹽酸需要若干c.c.之0.085N氫氧化鈉?

12. 在溫度 $20^{\circ}C$ .及氣壓760m.m.情形下某氣體化合物(含碳氫二元素)稱重0.12克,佔容積120c.c. 憑分析結果,此氣含碳85.7%,試求此氣體之分子式。

13. 甲乙兩物質各有下列百分組成,試求其最簡之化學式

(1)C=58.54%,H=4.07%,N=11.38%,O=26.01%

(2)Na=29.11%,S=40.51%,O=30.38%

14. 食鹽2.34克溶於40克水中,所得溶液之沸點為 $100.936^{\circ}C$ .,求食鹽之電離度。

15. 硫8克,鐵10克混合,徐徐加熱至恰好發生反應,如將製成之硫化鐵加鹽酸而生硫化氫氣所得之氣體重量為何? 在溫度 $25^{\circ}C$ .,氣壓745m.m.情形下,佔何容積?

16. 標準情形時,鎂8克,與多量鹽酸起作用,可得氫若干升?

17. 10升硫化氫如完全燃燒(甲)需氧幾升(乙)成二氧化硫氣幾升?

18. 以 168 克之鐵與稀硫酸作用時，在標準狀況下，所生氫若干升？

19. 今有一小型齊柏林式飛艇，能容 1000 立方尺之氫（溫度  $17^{\circ}\text{C}$ ，氣壓 740m.m.），問應電解多少重量的水可得如許體積的氫，並問同時放出多少體積的氧？

20. 燃燒 100 尅純度 60% 之硫化鋅，可製成比重 1.84 純度 96% 之硫酸若干克？

21. 在溫度  $546^{\circ}\text{C}$  與壓力 780 托時，令 14.8 克之三氧化二鐵還原成鐵，須用一氧化碳若干體積？

22. 今取無水硼砂  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  若干，和以等量之石英粉，及半量之白堊熔化之，問其所成之物質內含有氧化鈉、氧化鈣、氧化矽、氧化硼，各占百分之幾？

23. 茲有某硝酸工廠用水煤氣入手，通入空氣燃燒之，使其所含之一氧化碳，變成二氧化碳，易為鹼液所吸收，其剩留之氫氮二氣，先經化合而成氨，復用接觸法使氨與氧化合而成硝酸。今試就製造濃 41% 之淡硝酸 31500Kg 計算，問(1)硝酸之規定濃度實為若干？(2)所需之氨在溫度  $546^{\circ}\text{C}$  及 200 倍氣壓下之體積多少？(3)製煤氣時所需之焦煤重量若干？(4)其所需空氣在標準情形下，總體積應為幾何？(5)所需之水蒸氣重量若干？(6)倘用濃度 80% 之氫氧化鈉溶液為吸收劑，其體積應為若干？(硝酸之比重為 1.26，氫氧化鈉之比重為 1.2，空氣內假定含氮體積為 80%，含氧 20%)

24. 如用超過需要 50% 空氣以燃燒 640 尅之純粹硫黃，試計算(1)燃燒後各種氣體體積之百分比數，及(2)離燃燒爐之混



合氣體在攝氏百度及常壓之總積(假定空氣含氮80%,含氧20%)

25. 今有硫酸溶液一種 30c.c.適與 25c.c.鹽基液中和而50 c.c.適當於碳酸鈉1.06,問酸與鹽基二液之規定濃度,及製備一坩溶液所需要之氫氧化鈉重量為若干?

26. 用氯化銨製取氫氧化銨時,欲得體積2坩,濃度0.5克分子之氫氧化銨之水溶液,應取氯化銨若干克?

27. 在標準溫度與壓力時,32.4坩水蒸汽縮為水,佔體積若干c.c.?

28. 於一溶有二氧化硫與氯化銨之水溶液中,傾入 100c.c.之溶有氯之水溶液,整個之氯皆加入於反應,結果得71克之硫酸銨。問:(1)其化學反應為如何?(2)此100c.c.之水溶液含有若干量之氯(以容積計之)?(3)其反應所造成之鹽酸量為若干克?

29. 有石灰石100尅,含 $\text{CaCO}_3$  98%,加熱分解為生石灰及二氧化碳。問:(1)可得生石灰若干尅?(2)在壓740托及溫度 $50^\circ\text{C}$ .,其所生之 $\text{CO}_2$ 體積若干?(3)須加水若干尅?始能將所產之 $\text{CaO}$ 變為熟石灰?

30. (a)今取純淨之硫通入 2.01 倍應需之空氣燃燒之,因有過剩之氧,其硫量10%,復氧化而成三氧化硫,假定空氣之成分以容積計算,為氧一氮四,試求其所發出之爐氣內各氣體之容積百分比。

(b)設每小時平均燃燒22.75尅之硫,而所用之空氣為 $27^\circ\text{C}$ .壓力750托,問每二十四小時應輸入空氣為若干立方米?

(c)今以上述之爐氣為製造硫酸鈉及亞硫酸鈉之用,問每日須用6N氫氧化鈉溶液若干坩?

(d)倘先取此氣氧化之，使成三氧化硫，再通入水中吸收之，問可得比重1.8含量98%之濃硫酸若干立方米？

31. 在溫度 $20^{\circ}\text{C}$ .,及氣壓755m.m.時,0.58克之某種氣體適佔體積半坩,該氣體之成分爲氫14.3,及氧85.7,試求該氣體之分子式。

32. 以二氧化錳與鹽酸合併加熱,得氯71克。(1)試求二氯化錳之重量,(2)如所用之鹽酸比重爲1.20,含量爲40%,應需鹽酸之容積爲若干?(3)所發生之氯,可製漂白粉若干?

33. 今有40%之硫酸377c.c.其比重爲1.3,若與鋅作用,問可溶鋅若干克?若在 $20^{\circ}\text{C}$ .,及735m.m.壓力之下,問可製氫若干體積?

34. 設有一種碳氫氧之氣體化合物,其中碳爲40%,氫爲6.7%,氧爲53.3%,如壓力爲770托,溫度爲 $273^{\circ}\text{C}$ .,一克之氣體容量爲0.7466坩,試求其分子式。

35. 取2克之氯化鉀與氯化鈉之混合物,若加以硫酸於此2克之混合物中而使之起作用於高溫度,則結果得有2.391克之硫酸鹽,問此2克之混合物中,含有若干量之氯化鉀與氯化鈉?

36. 2.45克重之氯酸鉀,分解應得氯化鉀若干克?放出之氧在 $27^{\circ}\text{C}$ .並75°m.m.下量之佔體積若干?

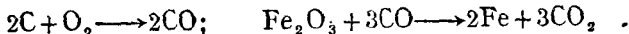
37. 今有一化合物內含鉀28.15%,含氯25.61%,含氧46.23%,試將此化合物之最簡式寫出。

38. 設在溫度 $25^{\circ}\text{C}$ .,氣壓750m.m.時,將硫化氫通入500c.c.硫酸銅當量溶液,問至反應完畢時,共需硫化氫若干坩?

39. 一種氣體,在溫度攝氏表25度,氣壓爲760托時,其體積

爲一呎。(a)如溫度不變，問氣壓須達若干耗時，該氣體體積始爲原有體積 $3/4$ ? (b)如氣壓不變，問溫度須達攝氏表若干度時，該氣體體積始爲原有體積之 $1.5$ 倍?(c)溫度氣壓同時變遷達到(a)與(b)中所求之數，其時該氣體所有體積爲若干呎?

40. 鍊鐵爐中之化學作用，大致可以用下列兩方程式表明之：



設所取鐵礦爲純粹的 $Fe_2O_3$ ，所用的焦煤爲純碳，問一噸需若干噸焦煤方爲夠用?又問如此須用若干噸空氣?

41. 酒精蒸汽 $100$ 呎，完全燃燒時，需純氧若干?

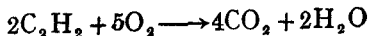
42. 加熱於 $100$ 克碳酸鈣使之分解(1)在標準情形之下能得若干呎二氧化碳?(2)在 $27^\circ C$ .與 $5$ 氣壓時能得若干呎二氧化碳?

43. 設將 $29.2$ 克之 $NaCl$ ，加入過量之 $H_2SO_4$ ，熱至高溫度，問可得氯化氫若干克?若將此氣溶於水成鹽酸，使與過量之碳酸鈣反應，問得 $CO_2$ 體積應爲若干?

44. 有一化合物，其分子量爲 $26$ ，由分析知含碳 $92.31\%$ ，氫 $7.69\%$ ，問此化合物爲何物?

45. 某三價金屬之氧化物，含 $47.1\%$ 之氧，試求此金屬元素之原子量。

46. 在 $20^\circ C$ .及一氣壓下燃燒 $240.4c.c.$ 乙炔，使成二氧化碳，其反應如下式：



試算出所需氧之重量，及所生二氧化碳之重量。

47. 今在標準狀況下，欲完全氧化 $10$ 呎下列各氣體，應用

若干坩氧? (1) $H_2S$  (2) $CO$  (3) $CH_4$

48. (a)在溫度  $100^\circ C.$ , 壓力 741 耗時, 一氣體重 0.062 克, 佔 25.64 c.c. 計算分子量。

(b) 硫酸 25 c.c. 與氯化鋇作用生 1.167 克之硫酸鋇, 求硫酸之規定濃度。

49. 今有 500 c.c. 之稀鹽酸欲行定量, 此酸 50 c.c. 需要 1 規定之  $NaOH$  溶液 42 c.c. 問稀鹽酸中之  $HCl$  量及濃度各如何?

50. 一氣體在  $25^\circ C.$  及壓力 740 耗時之容積為 300 c.c. 在標準狀況時, 其容積為何?

51. (1) 計算大理石  $CaCO_3$  20 克加多量鹽酸後, 放出碳酸氣 ( $CO_2$ ) 之重量。

(2) 上題所得碳酸氣 ( $CO_2$ ) 在溫度  $22^\circ C.$ , 氣壓 740 耗情形下量之應得容積為何?

52. 有一化合物甲含氫 6%, 氧 94%, 其水溶液含百分之三之甲於  $-1.7^\circ C.$  冰結, 試求甲之分子式。

53. 今欲於溫度  $16^\circ C.$ , 壓力 750 耗時, 在實驗室中製取氫 100 坩於水上, 問須硫酸若干克?

54. 由下列事實, 求原用  $NH_4Cl$  溶液中, 所含之氯化銨之重量: 一氯化銨溶液與 25 c.c. 苛性鈉之 1N 溶液混合後煮沸之, 待無氨氣發生為止, 此時混合液中殘餘之苛性鈉, 恰可為 5 c.c. 之 1N 硫酸液所中和。

55. 有 88% 之  $Fe_2O_3$  之礦砂一百噸, 問煉鐵時需要焦炭若干噸。

56. 今有 500 c.c. 之硫酸溶液, 含有 0.49 克硫酸, 此溶液之

克分子濃度及規定濃度各如何?

57. 由含97%碳酸鈣之石灰石1000 尅,能製石灰若干尅?又使石灰消和成熟石灰,須用水若干?

58. 問27.32%之稀硫酸,比重1.2,爲若干規定濃度。

59. 今有一乾燥氣體,在標準溫度壓力之下,其體積爲一呷。設將此氣體通過 $20^{\circ}\text{C}$ .之水,而仍收集於一呷之瓶內,如此時氣體溫度亦爲 $20^{\circ}\text{C}$ .,問瓶內全體氣壓爲若干?水在 $20^{\circ}\text{C}$ .時之飽和蒸汽壓力爲17 托。

60. 2.01克之四價金屬與0.54克之氧化合,求該金屬之原子量並其氧化物之化學式。

61. 鋅與鹽酸起反應即可得氫,設欲得10 呷之氫,溫度爲 $150^{\circ}\text{C}$ .,壓力爲745托,問須用鋅若干克?

62. 1尅之煤內含84% C, 12% H, 及4%不能燃燒之物質,問於溫度 $27^{\circ}\text{C}$ .及750m.m.壓力時,欲其完全氧化,所需之空氣體積爲若干?所生之氣體在標準狀態時體積之百分比若何?

63. 溶鋅13.08克於稀硫酸中,所生之氫於溫度 $27^{\circ}\text{C}$ .及壓力740m.m.有體積若干?又問需若干克之氯酸鉀所生之氧以與此氫化合爲水?

64. 試計與5 尅之碳酸鉀化合成硫酸鉀所需之硫酸重量,又所生之二氧化碳於溫度 $35^{\circ}\text{C}$ .及壓力770m.m.時,其體積爲若干?

65. 試計6.54克鋅與硫酸作用放出之氫,需若干克之氯酸鉀放出氧與之化合爲水。

66. 25c.c.之NaOH溶液與20c.c.之 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液中和,但

50c.c.之硫酸溶液適與1.06克之 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 化合，放出二氧化碳氣，(1)試求此兩種溶液之規定濃度？(2)問需固體之 $\text{NaOH}$ 若干克及比重1.8495% $\text{H}_2\text{SO}_4$ 若干c.c.以製1呎之該溶液。

67. 問需鋅若干克，以與稀硫酸作用，使放出之氫於溫度 $20^\circ\text{C}$ ., 壓力770耗時適為1呎？問所成之硫酸鋅若干克？

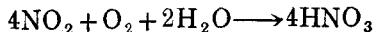
68. 問需 $\text{NaCl}$ 若干以與 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 作用，使放出之 $\text{HCl}$ 適足製成比重1.1, 含量20%之 $\text{HCl}$ 溶液一呎？欲使所成之 $\text{HCl}$ 溶液之濃度為2N, 其體積應為若干？

69. 置6400克硫於爐中燃燒之，所用之空氣超過其所需者50%，試計爐中各氣容積之百分比。又於溫度 $100^\circ\text{C}$ ., 一氣壓時，由爐內放出之氣體總容積為若干？

70. 通空氣與水蒸氣於赤熱之煤上，使所生之氫與氮化合為氨，再以稀硫酸吸之使成硫酸銨，如所生之 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 為1320尅，問(1)可製成10N之 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液若干呎，(2)98%比重1.84之硫酸若干？(3)所成之氨與所需之煤各若干？(4)所需之空氣於溫度 $27.3^\circ\text{C}$ ., 200氣壓時之容積若干？(5)所需之水蒸氣重量若干？

71. 200c.c.之氫在水面上之集氣管中，當時之溫度為 $21^\circ\text{C}$ ., 壓力為740m.m., 管內之水面高於管外之水面40.8m.m., 該求氫在標準狀況下之容積。(水蒸氣張力於溫度 $21^\circ\text{C}$ . = 18.5)

72. 過氧化氮與充分氧溶於水中，發生硝酸，如下方程式：

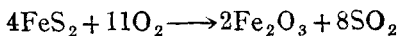


試求(a)1000呎 $\text{NO}_2$ 所需之氧？(b)1000呎 $\text{NO}_2$ 所生之 $\text{HNO}_3$ 重量，(c)製成60% $\text{HNO}_3$ (密度=1.4)之體積若干？

73. 5克鈉使水分解,試求(1)所成NaOH之重量,(2)所需 $\frac{N}{10}$  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液中和此NaOH之量,(3)所生之氫於溫度25°C.,及壓力740m.m.之容積,(4)所需之鋅與鹽酸化合發生同量之氫。

74. 一化合物含C 40%,H 6.6%,O 53.4%,試求其最簡單之式。如一克分子之上述化合物含碳72克,其分子量若干?其分子式若何?

75. 取含90%FeS<sub>2</sub>之黃鐵礦2 尅,通以過量之空氣,在爐中燃燒之,設其反應之方程式為



而所生之爐氣含有10%之二氧化硫(以體積計算),(1)間通入之空氣在溫度27°C.及壓力780m.m.時,體積應為若干立方米(空氣以體積計,含氧20%,氮80%)?(2)若將前題之二氧化硫以製硫酸,間可得比重1.84含量98%之濃硫酸若干坩?(3)若欲製備5 坩之6N.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,間須用上之濃硫酸若干立方糎?

76. 1000 坩熔融之銑鐵置於柏塞麥迴轉爐中,並將空氣壓入,以燃去鐵中之雜質,若銑鐵含有3%之碳,而三分之一碳燃燒成二氧化碳,三分之二燃燒成一氧化碳,又設空氣之成分以體積計算,為氧一氮四,間輸入之空氣在溫度21°C.,壓力750m.m.時,應為若干立方米?

77. 於鉛鹽之當量溶液10 立方厘米中通入硫化氫而飽和之,可得硫化鉛之沉澱若干毫克?再加過量之雙氧水,可得硫酸鉛若干毫克?