

物質科學_化學篇(下)

第十章 非金屬元素的性質

10-1 氫氣

1. 氫

- (1) 氫是宇宙中含量最豐的元素，據估計約佔宇宙組成成分的 93.4%，太陽約有 90% 的質量是氫，地球上氫原子的數目約為所有原子數目的 15%，但質量卻不到 1%。
- (2) 許多物質如水、石油和其它有機物中，均含有氫。生物中，不論植物或動物，氫都是生命中的一種重要元素。
- (3) 氫的同位素

名稱	元素符號	質子數 (電子數)	中子數	原子量 (amu)	含量	放射性
氫	1_1H	1	0	1.008	99.985%	無
氘	2_1H 或 D	1	1	2.014	0.015%	有
氚	3_1H 或 T	1	2	3.016	$10^{-17}\%$	有

2. 氫氣的基本性質

- (1) H_2 是一種無色、無味、無臭的氣體，也是最輕的氣體。
- (2) 氫氣具有高度可燃性，可和空氣中的氧反應生成水，具爆炸性。因氫氣浮力很大，可用於航空用途，但 1937 年德國興登堡飛船發生爆炸，顯示出氫氣的危險性，現今飛船都以氦氣代替氫氣。

(3) 基本性質

熔點(°C)	-259(14K)
沸點(°C)	-253(20K)
密度(克/升，STP 下)	0.0898
鍵長(nm)	0.074
鍵解離能(仟焦耳/莫耳)	436

3. 氫氣的製備

反應	方程式
水+烴	$CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow{Ni\ 900^\circ C} 3H_{2(g)} + CO_{(g)}$ $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow{Fe_2O_3\ \Delta} 3H_{2(g)} + CO_{2(g)}$
水+碳	$C_{(s)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow{\Delta\ 1000^\circ C} CO_{(g)} + H_{2(g)} \text{ (水煤氣)}$
水+鐵	$3Fe_{(s)} + 4H_2O \xrightarrow{\Delta\ 65^\circ C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$
電解水	<p>鹼氯工業的副產物：陰極得到氫氣。</p> $2NaCl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ <p>電解純水：$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$</p>
由酸製得	$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + ZnCl_{2(aq)}$ $Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + FeCl_{2(aq)}$ $Zn_{(s)} + 2H_2SO_{4(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + ZnSO_{4(aq)}$

4. 氫氣的用途

用途	方程式
氨的製造	哈柏法製氨 $N_2 + 3H_2 \xrightarrow{\text{高溫高壓, 催化劑}} 2NH_3$
石油產物加氫作用	烯或炔的加成。 $H-C \equiv C-H \xrightarrow{H_2 (Pt)} \begin{array}{c} H & & H \\ & \backslash & / \\ & C = C \\ & / & \backslash \\ H & & H \end{array}$
植物油的氫化	烯或炔的加成。 $\begin{array}{c} H & & H \\ & \backslash & / \\ & C = C \\ & / & \backslash \\ H & & H \end{array} \xrightarrow{H_2 (Pt \text{ or } Ni)} \begin{array}{c} H & & H \\ & & \\ H-C & - & C-H \\ & & \\ H & & H \end{array}$
甲醇的製造	在高溫高壓下，以 ZnO/Cr_2O_3 為催化劑。 $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_3OH_{(g)}$
燃料、焊接及切割	氫氧焰、火箭燃料、燃料電池等。 $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -571kJ$
金屬氧化物的還原	強還原劑，如 $H_{2(g)} + CuO_{(s)} \rightarrow H_2O_{(g)} + Cu_{(s)}$
其他化學品的製造	

5. 氫的非金屬性質：氫的熔點、沸點低，常溫常壓下形成氣體分子，可與 /

A 及 I/A 族化合成鹽狀金屬氫化物，與非金屬類似。 $2Na_{(s)} + H_{2(g)} \rightarrow 2NaH_{(s)}$

6. 氫的類金屬性質：氫離子在水中帶正電，與金屬類似。

10-2 稀有氣體

1. 惰性氣體

- (1) 惰性氣體包含：氦、氖、氬、氪、氙、氡，由英國化學家雷姆塞(W.Ramsey)在 1894~1898 年間陸續發現的。

(2) 氬的發現

- (a) 1892 年，英國科學家雷立(L.Rayleigh)進行氮氣密度的測定，他將空氣中的氧氣、二氧化碳、水蒸氣移去後，求出氮氣密度為 1.2561 克/升，而從

$4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$ 所製得氮氣密度則為 1.2498 克/升。

- (b) 雷姆塞認為從空氣取得的氮氣中，應含有較重的未知的氣體，他和雷立進行分離實驗，將鎂帶和空氣中的氮氣進行燃燒反應，反應方程式為

$3Mg_{(s)} + N_{2(g)} \rightarrow Mg_3N_{2(s)}$ ，當氮氣全部耗盡後，仍有少數氣體殘留，經仔細的分離研究後，於 1894 年宣布發現了氬元素。

(3) 其他惰性氣體的發現

- (a) 1894 年，雷姆塞將鈾礦加熱而分離出氡，1903 年，從鐳的衰變中也測得

氦。 ${}_{88}^{226}Ra \rightarrow {}_{86}^{222}Rn + {}_2^4He$

- (b) 1898 年，雷姆塞和其同事從液態空氣中，陸續分離出氖、氬、氙等元素。

- (c) 1910 年，雷姆塞從鈾的衰變產物中發現了氡。

2. 惰性氣體的性質

(1) 惰性氣體的通性

- (a) 惰性氣體位於週期表中的 VIII A 族(18 族)。

(b) 惰性氣體均具有極安定的電子組態，除了氦為 $1s^2$ 外，其他元素最外層的電子組態均為 ns^2np^6 。

(c) 惰性氣體均為無色、無臭、無味的氣體。

(d) 均為單原子分子，分子間引力極微，故熔點、沸點低，但隨原子序增加而增加，不易液化。

(e) 化學性質比氮更不活潑，但仍可與氟或氧等活性大的元素形成化合物，如 XeF_2 、 XeF_4 、 XeF_6 等。

(2) 物理性質的比較

元素	符號	原子序	原子量	密度 (克/升) STP	熔點 (°C)	沸點 (°C)	特點
氦	He	2	4.003	0.178	-272.2	-268.9	僅次於氫的最輕氣體
氖	Ne	10	20.18	0.900	-248.7	-245.9	紅色霓虹燈光
氬	Ar	18	39.95	1.78	-189.2	-185.7	空氣中含量僅次於氮、氧
氪	Kr	36	83.80	3.70	-156.6	-152.9	藍色燈光
氙	Xe	54	131.30	5.85	-112	-107.1	藍色燈光
氡	Rn	86	222.0	9.73	-111	-61.8	放射性氣體

3. 惰性氣體的應用

(1) 氦

(a) 氦的密度很小，僅次於氫的最輕氣體。

(b)空氣中含量甚微，但在天然氣中含量多達 2%，是工業用氦氣的重要來源。氦的製備方法，是將天然氣壓縮及冷卻使其液化，因氦是最難液化的氣體，因而可以分離。

(c)氦因不易燃，用於裝填飛船及氣球，比氫氣更安全。

(d)潛水夫在深水處，因海水壓力高使過多氣體溶於血液，浮出水面後形成氣泡，造成潛水夫病。由於氦不易溶於血液，因此可用以稀釋氧氣，防止潛水夫症。

(2) 氖：氖氣可由液態空氣分餾時分離製得。在真空放電管中發出紅色光，可用以製造廣告招牌的霓虹燈。

(3) 氬：空氣中有微量存在外，也存在於溫泉和火山噴出的氣體中。化性不活潑，可用以灌充燈泡來保護鎢絲。

(4) 氪和氙：兩者的沸點比氦、氖、氬高，是分餾液態空氣時的最後殘留物。在真空放電管中發出藍色光，可做探照燈的充填氣體。

(5) 氡：是一種放射性氣體，自然界中幾乎不存在。

10-3 液化空氣

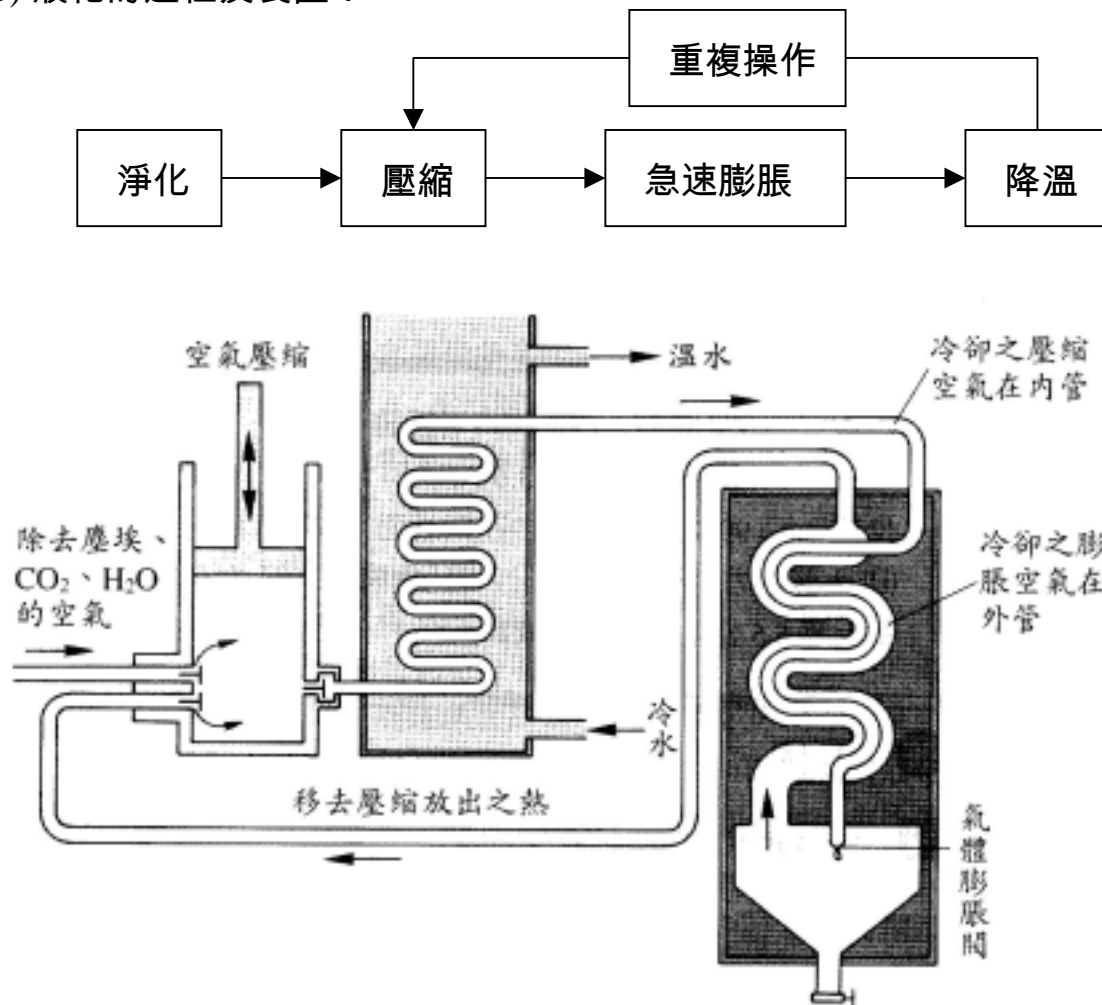
1. 空氣的液化

(1) 將空氣施壓和降溫，可將其液化成液體，即俗稱的液態空氣(liquid air)。

(2) 當空氣進入壓縮機壓縮並冷卻後，再使此壓縮的空氣膨脹，讓空氣的溫度降得更低，如此重複壓縮、冷卻、膨脹的過程，便可使空氣溫度不斷不降，

而得到液態空氣。

(3) 液化的過程及裝置：



2. 液態空氣的性質

- (1) 液態空氣外觀像水，呈淡藍色，密度約為 0.91g/ml。
- (2) 液態空氣的沸點約為-190℃，是一種極佳的冷劑。
- (3) 將橡皮筋放入液態空氣中變得硬而脆，失去彈性。將液態汞放入液態空中會變得似鐵般的堅硬。
- (4) 鑽石在空氣中加熱，幾乎是不可燃的，但是在液態空氣中，鑽石的燃燒卻是相當劇烈。

(5) 液態空氣徐徐蒸發時，氮會先行氣化而分離，氖、氬、氪、氙等稀有氣體等皆可從分餾液態空氣而獲的。

10-4 鹵素

1. 鹵素的性質

(1) 週期表右側第 17 族(VIIA 族)含有五個元素：氟(F)、氯(Cl)、溴(Br)、碘(I)及砹(At)，合稱為鹵素元素(halogens)。其中砹有放射性，在自然界中存量極少。

(2) 鹵素元素的比較

元素	分子	原子序	原子量	價電子組態	原子半徑(Å)	離子半徑(Å)	熔點(°C)	沸點(°C)	顏色
氟	F_2	9	19.00	$2s^2 2p^5$	0.72	1.33	-222	-188	淡黃色氣體
氯	Cl_2	17	35.45	$3s^2 3p^5$	0.99	1.81	-101	-34	黃綠色氣體
溴	Br_2	35	79.90	$4s^2 4p^5$	1.14	1.96	-7	59	紅棕色液體
碘	I_2	53	126.9	$5s^2 5p^5$	1.33	2.19	114	184	黑紫色固體

(3) 鹵素的通性

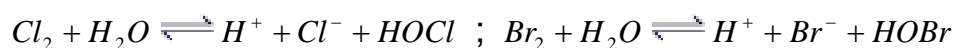
- (a) 鹵素均為雙原子分子，以通式 X_2 表示。
- (b) 易獲得一個電子而形成安定八隅體組態的陰離子，以通式 X^- 表示。
- (c) 鹵素為有色、有毒之物質，化學性質很活潑，活性隨原子序增加而減弱。

氧化力：氟>氯>溴>碘，氟是最活潑的非金屬。

(d) 與水反應

㉑ 氟與水激烈反應產生氧： $F_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2HF_{(aq)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

㉒ 氯可溶於水，溴微溶於水，部分起自身氧化還原反應：



㉓ 碘幾乎不溶於水，但可溶於碘化鈉(或碘化鉀)水溶液中： $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$

2. 鹵素的存在與製備

元素	主要存在	X_2 的製備
氟(F)	氟石(CaF_2)、冰晶石(Na_3AlF_6)、氟磷灰石($Ca_5(PO_4)_3F$)	電解 KF 的熔鹽： $2HF_{(l)} (in\ KF) \xrightarrow{\text{電解}} H_{2(g)} + F_{2(g)}$
氯(Cl)	Cl^- (海水) $NaCl$ (岩鹽)	實驗室中： $4HCl_{(aq)} + MnO_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} MnCl_{2(aq)} + Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ 工業上：電解濃食鹽水 $2NaCl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{電解}} Cl_{2(g)} + H_{2(g)} + 2NaOH_{(aq)}$
溴(Br)	Br^- (海水)	氯氧化溴化物： $2Br^-_{(aq)} + Cl_{2(g)} \rightarrow Br_{2(l)} + 2Cl^-_{(aq)}$
碘(I)	I^- (海水、海藻灰) $NaIO_3$ (智利硝石之不純物)	氯氧化碘化物： $2I^-_{(aq)} + Cl_{2(g)} \rightarrow I_{2(l)} + 2Cl^-_{(aq)}$ 亞硫酸氫鈉還原碘酸鈉： $2IO_3^-_{(aq)} + 5HSO_3^-_{(aq)} \rightarrow$ $I_{2(s)} + 5SO_4^{2-}_{(aq)} + 3H^+_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

3. 鹵化氫

(1) 比較

化學式	分子量	熔點(°C)	沸點(°C)	H-X 鍵長(Å)	溶解度(g/100g 水)	H-X 的製造(鹵化物+酸)
HF	20.0	-83	19.5	0.92	∞	$CaF_2 + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} 2HF + CaSO_4$
HCl	36.5	-115	-84.2	1.27	78	$NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} HCl + NaHSO_4$
HBr	80.9	-89	-67.1	1.41	210	$NaBr + H_3PO_4 \xrightarrow{\Delta} HBr + NaH_2PO_4$
HI	127.9	-51	-35.1	1.61	234	$NaI + H_3PO_4 \xrightarrow{\Delta} HI + NaH_2PO_4$

(2) 鹵化氫的用途

(a) HF：蝕刻玻璃、陶瓷 $SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$

(b) HCl：

㉑ 製造鹽酸，與金屬產生氫： $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

㉒ 與大理石反應產生二氧化碳： $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

㉓ 其他：製造味精、醬油、溶解鐵鏽、浴廁清潔劑。

4. 鹵素的含氧酸

(1) 比較

氧化數	化學式			中文名稱
	Cl	Br	I	
+1	HClO	HBrO	HIO	次鹵酸
+3	HClO ₂	-	-	亞鹵酸
+5	HClO ₃	HBrO ₃	HIO ₃	鹵酸
+7	HClO ₄	HBrO ₄	KIO ₄	過鹵酸

(2) 酸性大小

(a) 含氧酸愈多，酸性愈強。 $HClO_4 > HClO_3 > HClO_2 > HClO$

(b) 原子序愈大，酸性愈弱。 $HClO_3 > HBrO_3 > HIO_3$ ； $HClO > HBrO > HIO$

(c) 受熱之安定性： $HClO_4 > HClO_3 > HClO_2 > HClO$

5. 鹵素的用途

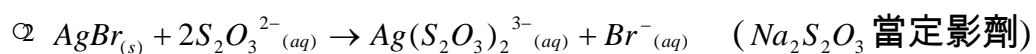
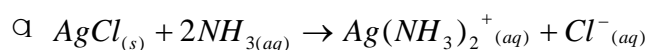
鹵素	用途
氟(F)	① 可製冷媒(氟利昂， CCl_2F_2)。 ② 特夫綸(四氟乙烯)，具抗熱、抗蝕、可用於不沾鍋。 ③ 自來水或牙膏中添加氟離子(NaF 或 $Na_4(PO_4)F$)，可降低 齒 的罹患率。 ④ 與 U 結合成 UF_6 氣體，利用擴散分離 ^{235}U 和 ^{238}U 。
氯(Cl)	① 在酸中穩定，但在鹼中易起自身氧化還原反應 $Cl_2 + 2OH^- \xrightarrow{\text{冷}} Cl^- + ClO^- + H_2O$ $3Cl_2 + 6OH^- \xrightarrow{\Delta} 5Cl^- + ClO_3^- + 3H_2O$ ② 氯在水中生成的 $HOCl$ 為強氧化劑，具有漂白、殺菌的作用，水處理也常以氯消除水中的細菌。 ③ 製當造有機氯化物，用於溶劑、塑膠、殺蟲劑、醫藥、染料。 ④ 與熟石灰作用可製造漂白粉($Ca(ClO)_2$)
溴(Br)	① 製造高級汽油之添加劑二溴乙烷，以及各種農藥。 ② 製造照相底片的感光劑 $AgBr$ 。
碘(I)	① 可製造醫藥用的碘酒(碘和碘化鉀的酒精溶液) ② 食鹽中添加少量碘化鈉，可防止因缺碘引起甲狀腺腫。

6. 鹵離子的檢驗

(1) 加 Ag^+ 形成沉澱，並觀察在 $NH_{3(aq)}$ 及硫代硫酸鈉溶液($Na_2S_2O_3$)中的溶解情形。

(2) 比較結果

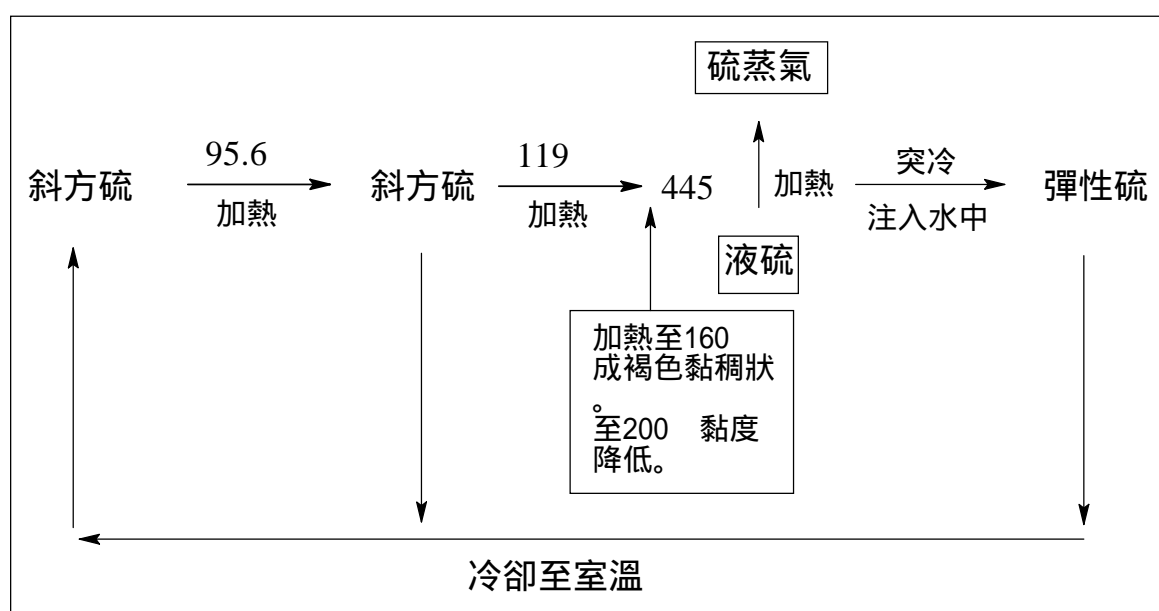
鹵化銀	純水中	氨水中	硫代硫酸鈉溶液中
$AgCl$ (白色)	難溶	可溶 ^Q	可溶
$AgBr$ (淡黃)	難溶	微溶	可溶 ^Q
AgI (黃色)	難溶	難溶	難溶



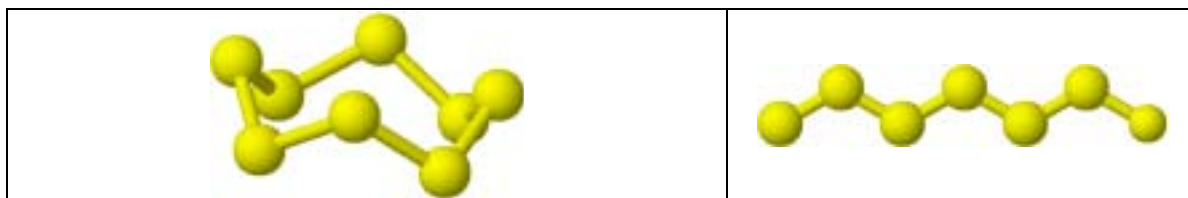
10-5 氮、磷、硫及其他化合物

1. 硫及其化合物

(1) 硫的加熱變化與同素異形體



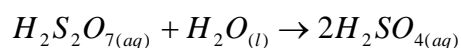
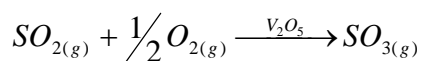
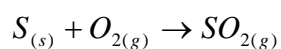
斜方硫	單斜硫	彈性硫
黃色錐狀結晶	黃色長針形結晶	黃色無定形
S_8 單元	S_8 單元	S_x 單元



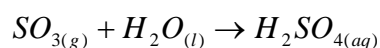
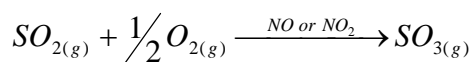
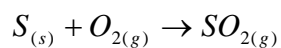
(2) 硫的化合物

(a) 硫酸的製備

㉑ 接觸法(現代的，可得 90% 以上的硫酸)



㉒ 鉛室法(古法，只能得到 70% 的硫酸)

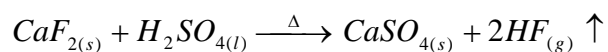
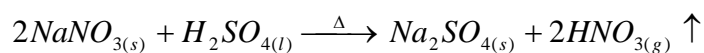
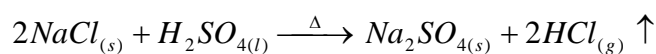


(b) 硫酸的性質及用途

㉑ 稀硫酸為二質子酸，可與許多金屬產生 H_2 ，如 $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

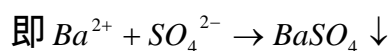
㉒ 熱濃硫酸有強的氧化力，可氧化 Cu 、 Zn 等生成 SO_2 或 S 。

㉓ 高沸點、低揮發性，可與許多鹽類共煮製得有揮發性的酸，如



㉔ 脫水性：可當乾燥劑除去水，可使糖脫水成焦炭，使藍色硫酸銅脫水呈白色粉末。

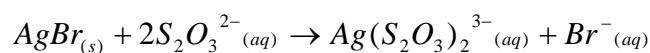
㉕ SO_4^{2-} 檢驗：加 Ba^{2+} (氯化鋇溶液) 於硫酸鹽溶液中，產生白色硫酸鋇沉澱。



(c) 硫代硫酸鈉(Na_2SO_3 ，俗稱海波(hypo)或大蘇打)

㉑ 製備：亞硫酸鈉與元素硫共熱，可得硫代硫酸鈉， $SO_3^{2-}(aq) + S_{(s)} \rightarrow S_2O_3^{2-}(aq)$

㉒ 用途：在攝影術中做為定影劑，用以溶解未感光之溴化銀。



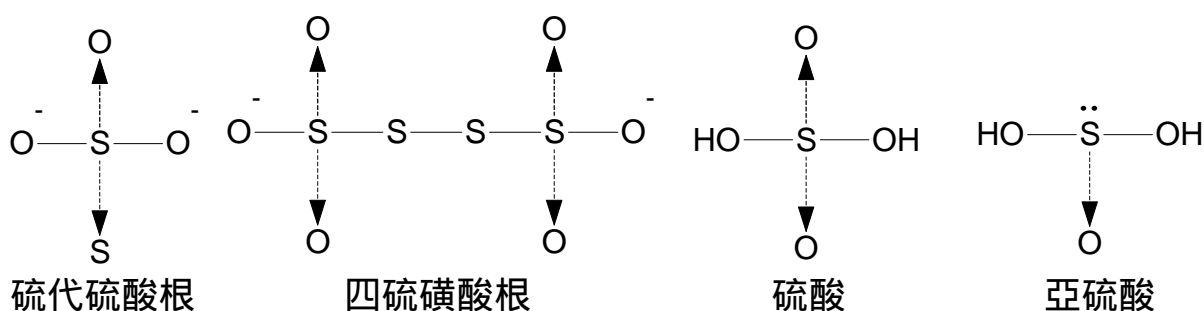
(d) 硫酸鹽

㉑ 淨水劑：硫酸鋁 $Al_2(SO_4)_3$ ，或明礬 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 。

㉒ 添加劑：硫酸鈉 Na_2SO_4 ，造紙添加劑。

㉓ 肥料：硫酸銨 $(NH_4)_2SO_4$

(e) 硫含氧酸的分子結構





2. 氮、磷及其化合物

(1) 氮和磷的比較

	氮(N)	磷(P)
--	------	------

基態電子組態	$[He]2s^2 2p^3$	$[Ne]3s^2 3p^3$
分子	N_2	P_4
熔點(°C)	-210.0	44.1(白磷) 600(紅磷)
沸點(°C)	-195.8	280(白磷)
存在	大氣，智利硝石($NaNO_3$)	磷酸鹽岩 $Ca_3(PO_4)_2$ ， 磷灰石 $Ca_5(PO_4)_3F$ ， $Ca_5(PO_4)_3Cl$
製備	工業上：液化空氣分餾 實驗室： $\text{A } NH_4Cl + NaNO_2 \rightarrow$ $N_2 + NaCl + H_2O$ $\text{B } 2NaN_3 \rightarrow 2Na + 3N_2$ (汽車安全氣囊的作用)	工業上： $2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C$ $\xrightarrow{\Delta} 6CaSiO_3 + 10CO + P_4$
用途	液氮可當冷凍劑 製造 NH_3 、 HNO_3 、炸藥、肥料	製造 P_4O_{10} 、 H_3PO_3 、火柴、炸藥、煙火、肥料、農藥

(2) 磷的同素異形體：紅磷和白磷的比較

	白磷(P_4)	紅磷(P_4)
結構		
燃點(°C)	35(易燃、極危險)	400(較安定)

外觀	白色蠟狀物質，表面易轉變成紅磷而變黃，亦稱黃磷。	紅色固體
毒性	毒性強，接觸皮膚亦會造成灼傷。	毒性較低
溶解性	可溶於醚、二硫化碳等溶劑	不易溶
活性	在空氣中自燃，須存放在水中。與鹵素生成 PX_3 及 PX_5 ，與活潑金屬生成 Na_3P 或 Ca_3P_2 。	亦可與鹵素及活潑金屬反應，但反應溫度需更高。

(3) 氮的化合物

(a) 氮的檢驗

❑ 有些活潑的金屬可和氮反應生成氮化物，例如鎂可和氮反應生成黃色的氮化鎂，其反應方程式為 $N_{2(g)} + 3Mg_{(s)} \rightarrow Mg_3N_{2(s)}$ (黃色)

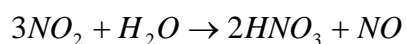
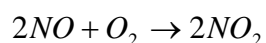
❑ 氮化鎂遇水即產生氨氣，使濕石蕊試紙呈藍色，故可用鎂檢驗氮氣的存在。

❑ 氮化鎂遇水即產生氨氣，使濕石蕊試紙呈藍色，故可用鎂檢驗氮氣的存在。

(b) 氮的反應

❑ 哈柏法： $N_2 + 3H_2 \xrightarrow{\text{高溫高壓}} 2NH_3$

❑ 奧士華法： $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$

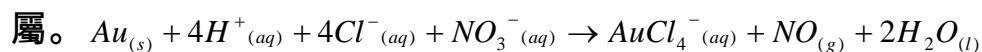


(c) 硝酸

❑ 是一種強酸，實驗室常用的濃硝酸約 70%，相當於 16M 左右。

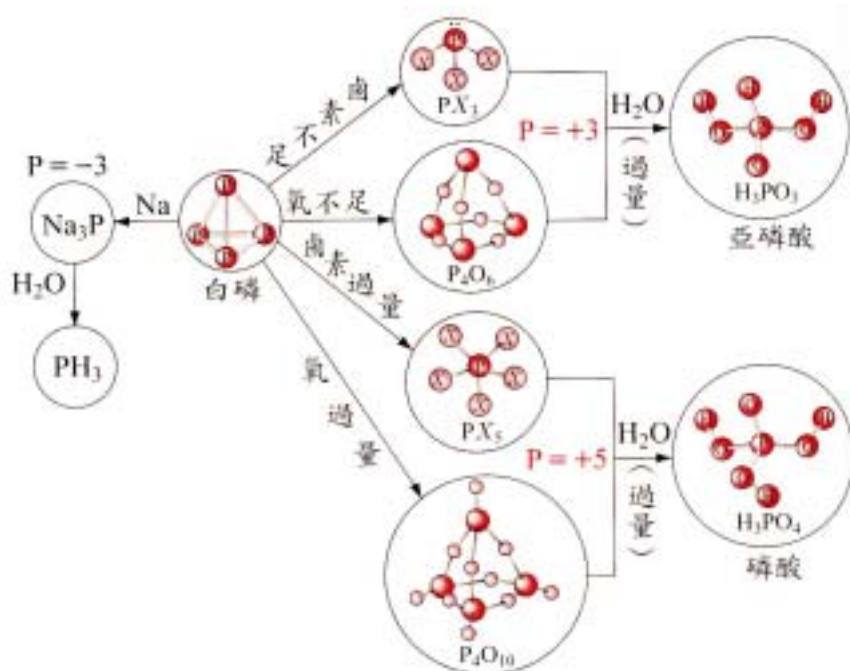
② 是一種強氧化劑，氧化力與溫度、濃度及還原劑的性質有關。銅與稀硝酸產生 NO ，與濃硝酸產生 NO_2 。

(d) 王水：硝酸與鹽酸以體積比 1 : 3 混合而成的溶液，可溶解金與鉑等貴金屬。

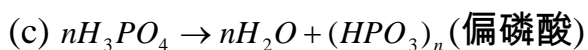
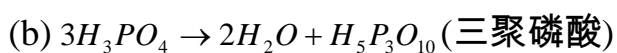
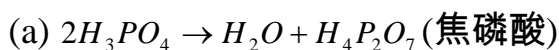


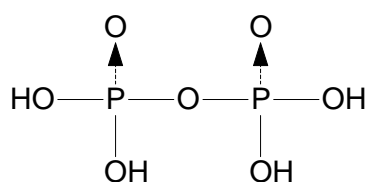
(e) 亞硝酸：亞硝酸鈉($NaNO_2$)可當肉類防腐劑，但在人體中可能致癌，應避免使用。

(4) 磷的化合物

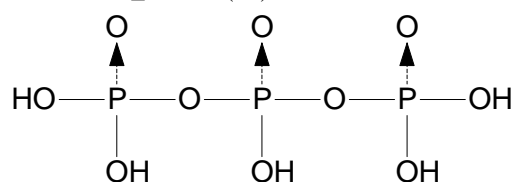


(5) 磷的縮合(脫水)

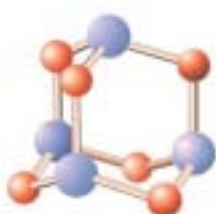
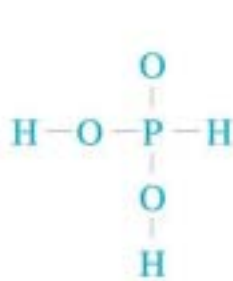
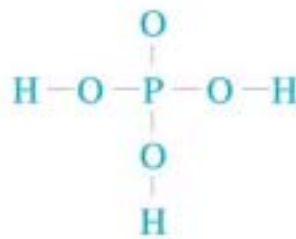




焦磷酸



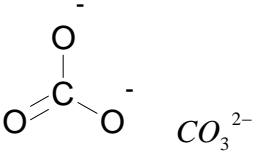
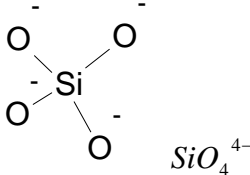
三聚磷酸

(a) 氧化磷Ⅲ (P_4O_6)(b) 氧化磷Ⅴ (P_4O_{10}) 的結構(a) 亞磷酸 (H_3PO_3)(b) 磷酸 (H_3PO_4) 的結構

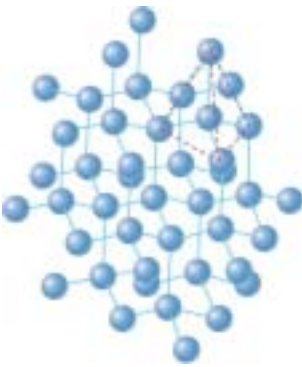

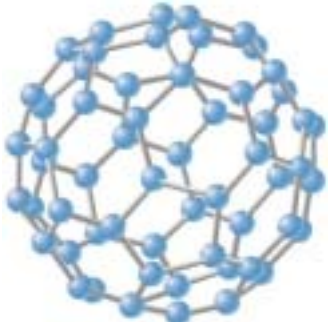
10-6 碳與矽

1. 碳與矽的比較

	碳(C)	矽(Si)
基態電子組態	$[\text{He}]2s^2 2p^2$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^2$
同素異形體	金剛石、石墨、碳-60、焦碳、煤、活性碳、...等	類似金剛石的一種安定晶體結構。
氧化物	CO 、 CO_2	SiO_2

離子	 CO_3^{2-}	 SiO_4^{4-}
C-C 鍵能 (kJ/mol)	347	226
存在	碳酸鹽礦($CaCO_3$ 、 $MgCO_3$)， 大氣(CO_2)，有機體(0.01%)	岩石，沙礫(SiO_2)中，黏土
用途	金剛石：切割 石墨：電極、鉛筆芯 碳黑：墨水、輪胎 活性碳：除臭、脫色 碳纖：複合材料 ^{14}C ：同位素定年	純矽：半導體 水玻璃($Na_2O \cdot xSiO_2$)：黏著、防水、防火 碳化矽(SiC)：金剛砂、砂輪 黏土、沸石：離子交換 矽酸鹽類：玻璃、陶瓷、水泥

2. 碳的同素異形體

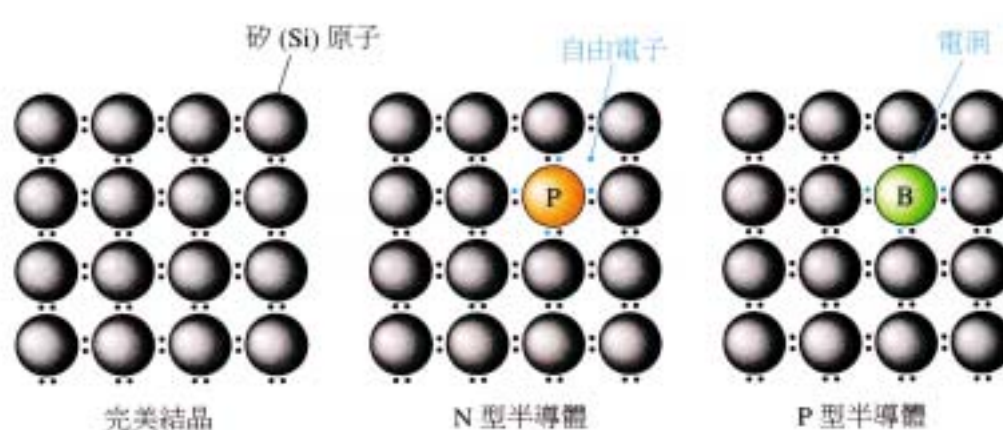
	金剛石	石墨	C_{60}
C-C 鍵結 軌域	sp^3	sp^2	sp^2
分子形狀	立體網狀	平面層狀	由層狀結合成球面
模型			
用途	切割、鑽磨 (硬度最大)	電極、鉛筆芯 (可導電)	觸媒、塑膠、奈米材料、...

3. 碳的氧化物

	二氧化碳(CO_2)	一氧化碳(CO)
外觀	無色、無臭之氣體	無色、無臭之氣體
毒性	無毒	有劇毒(易與紅血球結合)
沸點	-79(昇華)	-192
對水溶解度	8.7mL/mL 水	難溶
製造	大理石與鹽酸： $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CO_2 + CaCl_2 + H_2O$ 灰石強熱分解： $CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + CaO$	含碳物不完全燃燒： $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ 葉綠素分解(自然界) 甲酸脫水： $HCOOH \xrightarrow{conc.H_2SO_4} CO + H_2O$

4. 矽的應用與純化

(1) 半導體



Ⓐ VA 族如 P ，較 Si 多一個電子，可使矽導電度增加，形成 n 型半導體。

Ⓑ IIIA 族如 B ，較 Si 少一個電子，可使矽導電度增加，形成 p 型半導體。

(2) 矽的純化

(a) 矽的初製造： $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\Delta} \text{Si}(\text{純度}98\%) + 2\text{CO}$

(b) 分離雜質： $\text{Si} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{SiCl}_{4(l)}$ (與雜質分離)

(c) 用 H_2 或 Zn 、 Mg 予以還原： $\text{SiCl}_4 + 2\text{Zn} \rightarrow 2\text{ZnCl}_2 + \text{Si}(\text{純度}99.9999\% \text{以上})$

5. 矽的化合物

(1) 二氧化矽(SiO_2)：水晶、石英、石英玻璃(耐熱)、光纖的主要成分。

(2) 水玻璃：矽石與氫氧化鈉共熱時，可得到水溶性的矽酸鈉，俗稱水玻璃，

其反應式如下： $x\text{SiO}_{2(s)} + 2\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O} \quad x = 0.5 \sim 4$

(3) 矽酸鹽：矽酸(H_4SiO_4)的衍生物。 SiO_4^{4-} 是常見礦物的基本結構。如矽酸鉬

礦 ScSi_2O_7 含焦矽酸根 $\text{Si}_2\text{O}_7^{2-}$ 及橄欖石 M_2SiO_4 ($\text{M} = \text{Fe}, \text{Mg}$) 含矽酸根 SiO_4^{4-} 。



(4) 矽酸脫水的粒狀固體為矽膠(H_2SiO_3)。

(5) 碳化矽俗稱金剛砂，工業上製造碳化矽的方法是將矽石與煤焦共置於電爐

中強熱而製得的： $\text{SiO}_{2(s)} + 3\text{C}_{(s)} \rightarrow \text{SiC}_{(s)} + 2\text{CO}_{(g)}$ ，碳化矽的硬度和鑽石相近，

用來製造砂輪，可供磨光金屬或切割金屬之用。

補充資料：

奈米碳管(carbon nanotubes)

C_{60} 和奈米碳管都是碳的同素異形體。1985年英國的科羅特(Sir H. W. Kroto)及美國的柯爾(R. F. Curl)和史摩力(R. E. Smalley)發現六十個碳原子組成的足球狀分子，取名碳六十，又名富勒烯(fullerene)。1996年合得諾貝爾化學獎。

1991年飯島澄男(Sumio Iijima)利用碳棒電弧放電法合成碳六十，而發現了碳原子構成的中空碳管，直徑約為數奈米至數十奈米，長度可達數微米，稱作奈米碳管。奈米碳管的每一個碳原子皆為 sp^2 混成鍵結，主要是由一層或多層的石墨層捲成，石墨層之構造與碳六十相似。

奈米碳管管徑約1~100 nm之間，只有髮絲的萬分之一粗細，長度從0.1到數百微米不等，但其導電率可達銅的1萬倍，強度是鋼的100倍，重量只有鋼的1/6，具有很好的彈性。奈米碳管的性質因管徑不同，可改變導電性及機電性質。管內經過充填後，可製作奈米線或發光材料；管外添加金屬，具超導性，添加磁性材料，則為磁奈米管，應用潛力無窮，如光電、電子元件、生化醫學、能源材料或人造鑽石等，是先進科學研究及科技、工業與商業的新焦點。



課後練習

10-1 氫氣

一. 單一選擇題

- () 在實驗室欲製備氫氣時，所需試劑的組合，下列何者最適合？(A)鋅與稀硫酸 (B)銅與熱濃硫酸 (C)鋅與稀硝酸 (D)銅與濃硝酸
- () 酸性溶液與金屬反應會產生何種氣體？(A)氧氣 (B)二氧化碳 (C)氫氣 (D)一氧化氮
- () 有關氫氣的敘述，下列何者錯誤？(A)密度最小 (B)無色、無臭、無味的氣體 (C)氫氣容易在空氣中點火爆炸 (D)氫氣易溶於水
- () 下列有關氫的性質，何者正確？(A)氫是活潑的元素 (B)氫氣(H_2)是一種無色、無臭的液體 (C)其熔點為 $-260^{\circ}C$ (D)氫氣具有助燃性
- () 德國的興登堡曾發生飛船爆炸事件，因此現今的飛船已改用何種氣體代替氫氣？(A)氖氣 (B)氮氣 (C)氦氣 (D)氫
- () 下列何種氣體具可燃性？(A)氧 (B)氫 (C)二氧化碳 (D)氫
- () 下列有關氫氣的基本性質之敘述，何者錯誤？(A)氫氣之密度為

0.0898(克/升，在 STP 下)(B)可和空氣中的氧氣反應生成水 (C)氫氣的沸點為 -100°C (D)空氣中若含 4% 到 74% 體積的氫氣時，具有爆炸性

- 8、() 下列有關氫的性質之敘述，何者錯誤？(A)氫是最輕的元素 (B)生活中許多物質如水、石油和其他物質，均含有氫，所以不論動物或植物，氫都是生命中的一種重要物質 (C)氫有三種同位素 (D)氫不是星球的主要組成元素

二. 多重選擇題

- 9、() 下列有關製備氫氣的方法，何者正確？(A)將液態空氣蒸發 (B)電解水 (C)將鋅粒和稀鹽酸反應 (D)可由天然氣製取 (E)銅與熱濃硫酸
- 10、() 下列有關氫同位素之敘述，何者正確？(A)氫有三個同位素 (B)質量數為 2 的同位數，稱為氘，以符號 T 表示 (C)質量數為 3 的同位素，稱為氚，又稱重水 (D)由於氘、氚具有放射性，可用於生物學領域中 (E)氚是氫彈的一種重要成分
- 11、() 在實驗室中製備氫，可用下列哪些組合最適當？(A)鋅與稀硝酸 (B)鉀與稀硝酸 (C)鋅與稀硫酸 (D)鉀與稀硫酸 (E)鋅與稀鹽酸
- 12、() 下列有關氫的用途，何者正確？(A)可製造氨 (B)製造甲醇 (C)用來固化植物 (D)製造硝酸 (E)植物油的加氫作用

10-2 稀有氣體

一. 單一選擇題

- 1、() 填裝氣球或飛船之氣體最好使用 (A)氧 (B)氮 (C)氦 (D)氫
- 2、() 在放電管中可產生紅光而用以製造霓虹燈的氣體是 (A)氮 (B)氖 (C)氫 (D)氦
- 3、() 氖氣在真空放電管中會發出何種顏色的光，所以可用來製造廣告招牌的霓虹燈？(A)藍色 (B)紅色 (C)黃色 (D)綠色
- 4、() 下列關於氦的性質何者錯誤？(A)可與氟化合成 KrF_2 (B)為一放射性氣體 (C)氦在真空放電管中會發出紅色光輝 (D)氦的密度為 9.73(克/升)，在 STP 下
- 5、() 大氣中惰性氣體含量最高的為 (A)氦 (B)氖 (C)氫 (D)氦

- 6、() 下列有關氮氣的敘述，何者錯誤？(A)氮的密度很小，是無色、無臭、無味的氣體 (B)在油井所產的天然氣中含量多達 2%，為工業用氮氣的重要來源 (C)氮的沸點(-268.9°C)比氦高 (D)由於氮不溶於血液，呼吸用氮稀釋的氧氣，可防止潛水病 —
- 7、() 1894 年，雷姆塞將鈾礦加熱而分出何種氣體？(A)氮 (B)氖 (C)氫 (D)氦
- 8、() 要防止電燈泡燈絲汽化，應使燈泡內 (A)真空 (B)填充氧氣 (C)填充空氣 (D)填充氬氣
- 9、() 下列何種氣體與氧混合可供潛水者呼吸，以預防潛水病？(A)氮 (B)氖 (C)氫 (D)氦
- 10、() 下列有關氮的用途，何者正確？(A)可製霓虹燈 (B)可裝入白熾燈泡，防止燈絲汽化 (C)可填充氣球或飛艇的氣囊 (D)可以沖淡氧，防止氧化過於激烈

二. 多重選擇題

- 11、() 以下關於惰性氣體的各項敘述中，正確是 (A)現代化學家又稱它們為貴重氣體(noble gas) (B)惰性氣體是由英國化學家雷姆塞在 1894 ~ 1898 年間陸續發現 (C)在氣態及液態均是單原子分子 (D)是元素中存在量最少的，又稱稀有元素 (E)幾乎不與其他元素反應
- 12、() 下列有關英國科學家雷姆塞發現惰性氣體的歷史、由來，何者錯誤？(A)雷姆塞認為從空氣中取得之氮氣中，仍含有未知的氣體，經過分析研究後，發現了氫 (B)雷姆塞將鈾(Ce)加熱分解出氮 (C)1898 年，雷姆塞與同事從液態空氣中陸續分離出氖、氬和氙等元素 (D)1910 年，從鈾的衰變產物中發現了氮 (E)雷姆塞在 1904 年獲得到諾貝爾化學獎
- 13、() 有關惰性氣體的敘述，哪些正確？(A)氫填充白熾燈泡，可防止鎢絲氧化延長燈泡壽命 (B)飛船及熱氣球填充氮，是因為氮比氫氣輕 (C)裝氖氣的真空放電管發出紅色光，因折射率甚低，在濃霧中透光性好，適合當霧燈 (D)氮是最難液化的氣體 (E)惰性氣體的化合物至今仍無法合成

10-3 液化空氣

一. 單一選擇題

- 1、() 生產液氮的成本遠比液氧為高，可能的原因有：(1)氮的沸點比氧低很多(2)氮的化學活性比氧低(3)自然界中氮的含量極低。下列何者正確？
(A)正確的原因是(1)(2) (B)正確原因是(2)與(3) (C)正確原因是(1)與(3)
(D)(1)(2)(3)全是正確原因
- 2、() 氧的工業製法除了電解水之外，還可用下列何種方法？ (A)氯酸鉀加熱分解 (B)氯化汞加熱分解 (C)臭氧分解 (D)液態空氣分餾
- 3、() 氧除了可以從液態空氣中分餾出來外還可從下列的方式製備，下列有關氧氣的製備實驗，何者正確？ (A)將氯酸鉀與二氧化錳置於鉢中研磨成細粉使充分混合 (B)加熱所用的硬質試管口需向下傾斜 10 度角 (C)二氧化錳作為氧化劑 (D)若未加入二氧化錳，即使加熱仍不可能有氧氣生成
- 4、() 老師說：若將液態空氣緩緩蒸發，會發現氮比氧先蒸發出來。討論時，甲生說：氮的活性比氧大；乙生說：氧的沸點比氮高；丙生說：液態空氣是混合物；以上三位同學的說法，較合理的是下列哪一項？ (A)甲、乙 (B)甲、丙 (C)乙、丙 (D)甲、乙、丙
- 5、() 下列何種情況最容易使氣體液化？ (A)高溫低壓 (B)高溫高壓 (C)低溫高壓 (D)低溫低壓
- 6、() 下列對液態空氣的敘述，正確的為 (A)將空氣降低壓力、升高溫度，即可液化成液態空氣 (B)外觀像水，呈現透明無色 (C)沸點為 195.8°C (D)將液態空氣徐徐蒸發，氮先汽化
- 7、() 下列何種氣體具有助燃性？ (A)氫氣 (B)氧氣 (C)氮氣 (D)氫氣

二. 多重選擇題

- 8、() 下列有關液態空氣的敘述，何者錯誤？ (A)將空氣施加高壓低溫，可使其液化成液體 (B)液態空氣的主成分為氧和氮 (C)氦、氬、氖、氙等稀有氣體皆可從分餾液態空氣而獲得 (D)氮因其價格較昂貴，所以是由天然氣中分離出來 (E)其組成與空氣組成完全相同，有固定的沸點，可儲存於杜而瓶中

- 9、()下列有關液態空氣的敘述，何者正確？(A)液態空氣的外觀像水一樣，呈極淡的藍色 (B)液態空氣的密度為每毫升 2.31 克 (C)儲存於杜而瓶(Dewar flask)中 (D)鑽石在液態空氣中不可燃燒 (E)氦、氖、氬、氪、氙等稀有氣體皆可從分餾液態空氣而獲得
- 10、()下列敘述何者正確？(A)空氣是混合物，主要成分是氮(約佔 4/5)、氧(約佔 1/5)、氬、二氧化碳及稀有氣體等 (B)因空氣在低溫低壓下，即變成淡藍色液體，稱為液態空氣 (C)將液態空氣蒸發，氮氣因其沸點較低會先蒸發出來 (D)空氣中的氮氣可以沖淡氧氣，防止氧化作用過於劇烈 (E)其組成與空氣組成完全相同，有固定的沸點，可儲存於杜而瓶中

10-4 鹵素

一. 單一選擇題

- () 下列何者的金屬性最強？(A)F (B)Cl (C)Br (D)I
- () 氯氣在水中的殺菌效果，pH 最好控制在 (A)酸性 (B)中性 (C)鹼性 (D)以上皆可
- () 有關鹵素元素之敘述中，下列何者正確？(A)碘之氧化力最強，氟最弱 (B)銅、鎳二元素皆能與最活潑之 F_2 反應完全 (C)NaClO 可做漂白液 (D)碘、氟兩離子皆可作為還原劑
- () 現在冷凍機所用之冷媒及若干噴霧劑中之噴射藥常用氟氯烷(Freon)冷劑，其分子式為 (A) Cl_2F_2 (B) $CClF_3$ (C) CCl_2F_2 (D) CCl_3F
- () 有關 HF、HCl、HBr、HI 的下列問題，何者正確？(A)極性：HI 最大 (B)鍵能：HF 最小 (C)水溶液的酸性：HF 最強 (D)沸點：HF 最高
- () 氯及碘均能與氫氧化鈉作用，在此反應中 (A)氯及碘均發生自身氧化還原 (B)氯及碘均不發生自身氧化還原 (C)只有氯發生自身氧化還原 (D)只有碘發生自身氧化還原
- () 有關氯的含氧酸，其錯誤敘述為？(A)過氯酸中，氯的氧化數為+7 (B)氧化數愈大的含氧酸，其酸性愈弱 (C)次氯酸根的水溶液加熱，即分解產生氯酸根 (D)過氯酸是最安定的氯之含氧酸
- () 下列何者不能氧化氯離子？(A) F_2 (B) H_2SO_4 (C) $KMnO_4$ (D) MnO

- 9、() 下列鹵化氫之還原力，何者最強？(A)氟化氫 (B)氯化氫 (C)溴化氫 (D)碘化氫
- 10、() 食鹽中常加入何者來預防甲狀腺腫大？(A)NaF (B)NaCl (C)NaBr (D)NaI
- 11、() 有關鹵素，下列何者敘述為正確？(A)I⁻遇澱粉時變為藍色 (B)皆為單價，且有顏色、有毒，在自然界由游離產生 (C)隨原子序增加，游離能漸高 (D)隨原子序增加，熔點漸高 (E)以上皆非
- 12、() 實驗室中製備氯是用鹽酸和下列何項物質加熱而製得？(A)特氟龍 (Teflon) (B)硝酸鈉 (C)食鹽 (D)二氧化錳
- 13、() 下列製備氯之正確方法為 (A)電解氟化氫水溶液 (B)電解氟化鉀水溶液 (C)將氯氣通入氟化鉀水溶液中 (D)電解氟化鉀熔鹽中之氟化氫
- 14、() 氯化氫的水溶液稱為 (A)硫酸 (B)硝酸 (C)鹽酸 (D)醋酸
- 15、() 下列鹵素離子在水溶液中，何者為最弱還原劑？(A)I⁻ (B)Br⁻ (C)Cl⁻ (D)F⁻
- 16、() 關於鹵素分子之性質，何者有誤？(A)活性大，皆能與 H₂ 反應 (B)均可溶於水，具有漂白能力 (C)皆帶有顏色，但離子則無 (D)與鹼金屬反應生成白色固體
- 17、() 在四個普通鹵素中，氯是 (A)最強還原劑 (B)最具金屬性 (C)地殼中存量最多 (D)最不易被氧化
- 18、() 有關鹵素，下列何者敘述錯誤？(A)游離能依次遞減，故化性愈活潑 (B)離子半徑約等於凡得瓦半徑 (C)分子之氧化力隨原子序之增加而減少 (D)易成 X⁻ 之化合態 (E)各原子參與化學變化之價電子均為 7 個
- 19、() 在自來水中加入下列何者，可降低齲齒的罹患率？(A)NaF (B)NaCl (C)NaBr (D)NaI
- 20、() 漂白粉含下列何種組成在水溶液中具有漂白功能 (A)ClO⁻ (B)ClO₂⁻ (C)ClO₃⁻ (D)ClO₄⁻ 【86 推廣教育】

二. 多重選擇題

- 21、() 下列關於鹵素的敘述，何者正確？(A)鹵素分子間的作用力隨原子序的增加而加強 (B)在常溫下，氯和溴為氣體 (C)碘為常溫下唯一的

液態非金屬 (D)砷為放射性元素，在自然界中含量很少 (E)氯、溴、碘大部分存於海水中，其中以氯的含量最大

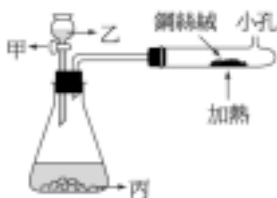
- 22、() 下列有關鹵素應用之敘述，何者正確？ (A)在自來水中添加 1 ppm 氟離子，可以大量降低齲齒之罹患率 (B)在自來水處理，常以氯氣消除水中之細菌 (C)在食鹽添加少量之碘化鈉，可以避免因缺碘而引起的甲狀腺腫 (D)氯酸鉀可用以製造炸藥 (E)四氯化碳可當滅火器材料
- 23、() 玻璃器不適合裝下列何種溶液？ (A)濃硝酸 (B)濃硫酸 (C)濃鹽酸 (D)氫氧化鈉 (E)氫氟酸
- 24、() 有關鹵素及其化合物的下列敘述，何者為正確？ (A)氟原子在鹵素中體積最小，所以同體積的固態鹵素中，氟的分子最密，密度最大，熔點最高 (B)氟的離子半徑在鹵素中最小，所以 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 中，以 F_2 的鍵結能為最大 (C)鹵素都有 +1、+3、+5、+7 的氧化數 (D)鹵化銀中，以氟化銀最易溶於水 (E) Cl_2 的氧化力較 Br_2 強
- 25、() 有關鹵素及其化合物，下列敘述何者正確？ (A)其元素在常溫下皆具顏色 (B)酸性： $HClO_4 > HClO_3 > HClO_2 > HClO > HCl$ (C)沸點： $HF > HCl > HBr > HI$ (D)對水溶解度： $AgF > AgCl > AgBr > AgI$ (E)氧化劑強度： $HClO_4 > HClO_3 > HClO_2 > HClO$
- 26、() 下列有關碘的敘述，何者正確？ (A)碘在室溫下為紫黑色固體 (B)某些海洋生物如珊瑚、海綿、海藻等，均含有碘鹽 (C)高鹽濃度的死海為碘的主要來源 (D)在醫藥上可做為藥品的防腐劑 (E)在高溫下可自燃
- 27、() 檢驗 $I^-_{(aq)}$ 可在溶液中加入少量澱粉和下列哪些試劑而檢驗之？ (A) $SO_{2(aq)}$ (B) $H_{2S(aq)}$ (C) H_2O_2 酸性液 (D) $Cr^{2+}_{(aq)}$ (E) IO_3^- 酸性液
- 28、() 氟氯碳 (chlorofluorocarbons，簡稱 CFCs) 如 CCl_2F_2 等釋放到大氣，經紫外光照射產生「活性物質」，會與臭氧反應，造成臭氧破洞，下列何種活性物質會造成此現象？ (A) $\cdot Cl$ (B) $\cdot F$ (C) $\cdot Ocl$ (D) $\cdot C$ (E) $\cdot CF$ 【90 臺中一中】
- 29、() 有關氟及其化合物之敘述，下列何者正確？ (A) F_2 遇水可發生自身氧化還原反應 (B)氟通入溴化鉀水溶液中可得溴和氧 (C)特夫綸

(Teflon)廣泛應用做冷媒 (D) UF_6 可用於鈾同位素之分離 (E) 氫氟酸不可儲存於玻璃瓶中

- 30、() 工業上製溴乃在含溴離子的水溶液中通氯氣。以下各項敘述中正確的是 (A) 反應完成即可獲得純溴 (B) 乃為氧化還原反應 (C) 反應能發生是因為溴比氯安定，氯離子比溴離子安定 (D) 反應能發生是因為溴比溴離子安定而氯離子比氯安定 (E) 可以用同樣的方法製碘及氟

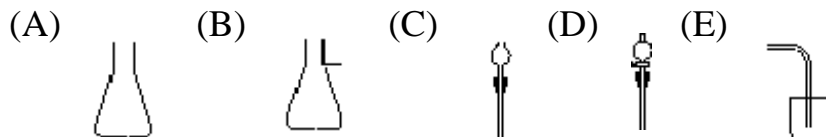
三. 題組題

- ◎下圖的左邊是產生氯氣的裝置，右邊的硬試管上方開有小孔，試管內盛鋼絲絨，試回答下列問題：



- 31 儀器甲名稱為_____，上方加入的乙物質為_____，下方瓶內盛的丙物質為_____。
- 32 打開甲的活栓後，右方的硬試管下方是否需要加熱才能反應？_____。
- 33 承(小題題目 2)，反應生成物質的化學式為_____；反應開始後移去熱源，反應是否能繼續發生？_____。
- 34 另取試管內盛溴液體數滴，則塞入鋼絲絨加熱時，反應生成物質的化學式為_____；反應劇烈的程度較氯為強或弱？_____。
- 35 再另取試管內盛碘一小片，塞入鋼絲絨後加熱，是否有反應產生？_____。
- 36 氯、溴、碘對鐵反應活性由大而小為_____。

- ◎實驗室中有如下列的儀器，欲製造氯氣，試回答下列問題：



- 37 氯發生器的裝置應選用上列哪些儀器_____。(填代號)
- 38 應選取下列哪一組實驗藥品來製造氯氣？(A)鹽酸與過錳酸鉀(B)鹽酸與碳酸鈣(C)鈉與水(D)硫酸與過錳酸鉀。_____。

39 製出的氯氣，除了供應實驗使用以外，多餘的氯氣，應通入下列何種溶液，以避免氯氣逸散？(A)本氏液(B)鹽(C)氫氧化鈉溶液(D)食鹽水溶液。_____。

◎填寫下列空格：

40 利用 Cl_2 和 NaI 反應，製備 I_2 ，需使溶液酸化

①其主要原因在於_____。

②製 I_2 之反應式為_____。

41 碘主要用途為醫藥及照相感光片，食鹽中常添加少量_____ (化學式)以防甲狀腺腫。

42 溴的最大用處是製造汽油添加劑_____ (化學式)。

10-5 氮、磷、硫及其他化合物

一. 單一選擇題

- () 下列何項不能說明濃硫酸的脫水性？(A)對紙的作用 (B)製備純 CO_2 以排水集氣法收集之 CO_2 通過 (C)糖、 KClO_3 混合物滴入硫酸則可引火 (D) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- () 在常溫常壓下，下列物質之分子量何者最大？(A)氫 (B)白磷 (C)硫 (D)氯
- () 何種分子式的硫在室溫下最穩定？(A) S_2 (B) S_3 (C) S_4 (D) S_8
- () 酸雨主要是由哪一種氣體所引起？(A)一氧化碳 (B)二氧化碳 (C)二氧化氮 (D)二氧化硫
- () 磷的自身氧化還原反應： $\text{P}_4 + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + \text{H}_2\text{PO}_2^-$ ，則 1 莫耳的 P_4 完全反應，可得 PH_3 若干莫耳？(A)1/3 (B)1/2 (C)1 (D)2
- () 有一蠟狀低熔點的白色物質，化性極活潑，在空氣中會自燃，通常儲存在水中。下列何者最可能為此一物質？(A)鈉 (B)鉀 (C)硼 (D)白磷
- () 對硫酸的性質而言，下列敘述何者是錯誤的？(A)好的脫水劑 (B)強酸 (C)與水作用會吸熱 (D)與大部分的金屬作用可產生氫氣
- () 下列何者又稱為果實肥？(A)氮肥 (B)鉀肥 (C)磷肥 (D)複合肥料
- () 植物灰是天然的 (A)氮肥 (B)磷肥 (C)鉀肥 (D)鈣肥

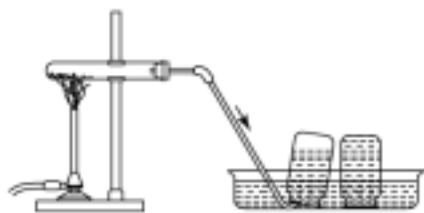
- 10、() 下列有關硫的敘述何者不正確？(A)硫很易溶於水 (B)硫在自然界中以游離態存在 (C)常溫下，彈性硫會轉變成斜方硫 (D)當加熱至 190℃時，液態硫變得更有黏性
- 11、() 硫的同素異形體中，哪一種屬於鏈狀分子？(A)斜方硫 (B)單斜硫 (C)彈性硫 (D)全部皆是
- 12、() 硫的同素異形體中，何者為鏈狀結構？(A)斜方硫 (B)單斜硫 (C)液態硫 (D)彈性硫
- 13、() 二氧化硫氣體溶於水中，其水溶液呈 (A)酸性 (B)中性 (C)鹼性 (D)兩性
- 14、() 俗稱果實肥者為 (A)氮肥 (B)磷肥 (C)鉀肥 (D)複合肥料
- 15、() 鋅與稀硝酸作用時硝酸中之氮原子的氧化數變化，何者正確？(A) $+5 \rightarrow +2$ (B) $+5 \rightarrow +4$ (C) $+5 \rightarrow -3$ (D) $+5 \rightarrow 0$
- 16、() 發煙硫酸是硫酸中含有 (A)S (B)SO₂ (C)SO₃ (D)SO₄²⁻
- 17、() 下列哪個氧化物的吸水性最強？(A)SiO₂ (B)P₄O₁₀ (C)Al₂O₃ (D)MgO
- 18、() 斜方硫、單斜硫二者是屬於 (A)同分異構物 (B)立體異構物 (C)同素異形體 (D)同位素
- 19、() 硫酸可製造其他酸最主要原因 (A)沸點高 (B)比重大 (C)脫水性強 (D)溶解度大
- 20、() 有關於磷化合物的敘述，下列何者正確？(A)PCl₅ 分子形狀為八面體 (B)分子形狀為正四面體 (C)PCl₃ 溶於水中生成 H₃PO₄ (D)Ca₃P₂ 與水反應產生 PH₃

二. 多重選擇題

- 21、() 在實驗室欲製備二氧化氮氣體時，所需試劑是 (A)濃鹽酸 (B)濃硝酸 (C)濃硫酸 (D)金屬鈉 (E)銅片
- 22、() 有關白磷、赤磷的性質比較，正確者為何？(A)燃點：赤磷 > 白磷 (B)活潑性：白磷 > 赤磷 (C)白磷可與鹵素作用，赤磷不能與鹵素作用 (D)白磷之標準生成熱 = 0，赤磷之標準生成熱 ≠ 0 (E)白磷可溶於 CS₂ 及苯，赤磷則否

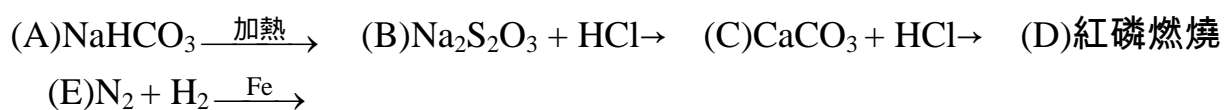
- 23、() 下列何項反應，係利用濃硫酸的強氧化力性質？(A)銅片溶於濃硫酸，產生有刺激臭氣體 (B)利用食鹽和濃硫酸製氯化氫 (C)硝酸銀滴入硫酸生成白色沈澱 (D)蔗糖滴加濃硫酸而變黑 (E)碳 + 濃硫酸產生氣體
- 24、() 下列有關赤磷、白磷的敘述，何者正確？(A)赤磷無毒，白磷有毒 (B)赤磷可由白磷加熱而成 (C)都可在空氣中自燃 (D)其所含的中子數相同 (E)赤磷不溶在 CS_2 中，而白磷卻可溶
- 25、() 下列有關氮與磷的物質中，那些在常溫常壓時是固態的？(A) N_2O_5 (B) P_2O_5 (C) NH_4Cl (D) P_4 (E) N_2H_4 【91 指定科目考試】
- 26、() 下列關於硫酸(H_2SO_4)的敘述，何者正確？(A)以接觸法製 H_2SO_4 ，以 V_2O_5 為催化劑 (B)鉛室法製備硫酸以 NO 及 NO_2 為催化劑 (C)接觸法製備的硫酸是將焦亞硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 還原 HSO_3^- 為兩性離子，因它可與 H^+ 作用，也可與 OH^- 作用區別 Na_2CO_3 與 Na_2SO_3 可用酸性 KMnO_4 溶液 (D)區別 NaHCO_3 與 NaHSO_3 可用 KIO_3 溶液 (E) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 溶於水放出 SO_2 並得 Na_2SO_3 亞硫酸鹽，甚不安定且在酸中產生 SO_2 ，硫酸提供 H^+
- 27、() 下列何反應，是利用硫酸的強氧化力？(A)利用食鹽和濃硫酸製造氯化氫 (B)硝酸銀滴入硫酸中產生白色沈澱 (C)蔗糖滴入濃硫酸會變黑 (D)銅片溶於濃硫酸中，產生有刺激臭味的氣體 (E)碳加濃硫酸會產生氣體
- 28、() 關於硫酸的製備，下列敘述何者正確？(A)可以接觸法或鉛室法製硫酸 (B)硫酸製備時需加催化劑是因 $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ 反應速率太慢 (C)以 V_2O_5 為催化劑所得硫酸，純度較高 (D)接觸法中，硫酸吸收 $\text{SO}_{3(g)}$ 後，將反應生成發煙硫酸 (E)以 NO 、 NO_2 製備硫酸的方法，近來較常使用
- 29、() 下列有關硫的敘述，何者正確？(A)硫的同素異形體，分子式均為 S_8 (B)斜方硫和單斜硫均易溶於 CS_2 (C)硫沸騰後成為氣態，可能含 S_8 、 S_6 、 S_4 、 S_2 ，溫度愈高，低分子量的含量愈少 (D)硫的同素異形體，在常溫下，以斜方硫最安定 (E)用放大鏡觀察，斜方硫為菱形晶體，單斜硫為針狀晶體，彈性硫為富彈性之黃褐色非晶體

- 30、() 下列那一個製造氣體的反應，要以下圖的方法製造和收集？(A) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$ (B) $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$ (C) $\text{KClO}_3 \rightarrow$ (D) $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$ (E) $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow$



三. 題組題

◎已知五個化學反應的反應物分別為：



試回答下列問題：

- 31 上述反應中哪些會產生相同的氣體？_____。(請填代號)
32 哪一個反應所產生的氣體溶於水呈鹼性？_____。(請填代號)

◎ N_2 氣的檢驗：

- 33 將 N_2 通入_____ (金屬)，則產生黃色化合物 I _____ (寫出化學式)
34 再將化合物 I 溶於水中，則產生_____ 及 _____，可使濕石蕊試紙變 _____ 色。

10-6 碳與矽

一. 單一選擇題

- () 工業上製造二氧化碳常用下列何種方法？(A) 大理石和鹽酸作用 (B) 強熱石灰石(碳酸鈣) (C) 液態空氣分餾 (D) 碳酸氫鈉加硫酸作用
- () 關於特殊玻璃之敘述，何者錯誤？(A) 添 K^+ 可提高熔點 (B) 添加 Cr^{3+} 可成為深綠色 (C) 加 SnO_2 可為不透明 (D) 實驗用之玻璃器材為添加硼酸
- () 乾冰是固態的 (A) 水 (B) 一氧化碳 (C) 二氧化碳 (D) 二氧化氮
- () 大理石與鹽酸反應可以產生何種氣體？(A) 二氧化氮 (B) 氧氣 (C) 一氧化碳 (D) 二氧化碳
- () 水泥的主要成分為何？(A) 砂 (B) 泥土 (C) 碎石 (D) 黏土

- 6、() 下列各組化合物沸點的高低比較，何者正確？(A)氧 > 氮 (B)三氧化磷 > 氯化鈉 (C)碘化氫 > 溴化氫 (D)硫 > 矽 (E)氧化磷 > 二氧化矽
- 7、() 何種同位素可測定古生物年代？(A)氮 (B)碳 (C)氧 (D)硫
- 8、() 矽為半導體，其與普通金屬不同的是其導電性 (A)隨溫度升高而減少 (B)隨溫度升高而增加 (C)與溫度變化無關 (D)不由電子傳遞電流
- 9、() 有關二氧化碳的敘述，何者正確？(A)利用濃鹽酸與大理石反應以製備 CO_2 時，必須用本生燈加熱才能使反應增快 (B)二氧化碳易溶於水成碳酸，實驗室常用濃碳酸加水稀釋以製備稀碳酸 (C)二氧化碳不具助燃性，但將燃燒的鎂帶置於二氧化碳中仍繼續燃燒並產生黑煙 (D)通 CO_2 於澄清石灰水中，產生白色 CaCO_3 沉澱，且通入 CO_2 愈多沉澱愈多
- 10、() 在矽晶中加入下列何種元素，可得到 p-型半導體？(A)鉀 (B)砷 (C)磷 (D)硼
- 11、() 關於矽及其化合物的敘述，何者是錯誤的？(A)高純度的矽加少量的硼可生成 p - 型半導體，若加磷就可生成 n - 型半導體 (B)玻璃是 SiO_2 、 Na_2CO_3 、 CaCO_3 等熔化混合，所以不得裝氫氟酸 (C)製造玻璃時添加硼矽所製成的儀器，因膨脹係數小，所以溫度劇變也不易破 (D)白砂以石墨、鋁或是鎂還原就可得純矽。矽於常溫下易與鹵素、氧作用
- 12、() 石英的主要成分是 (A) Al_2O_3 (B) MgO (C) SiO_2 (D) CaO
- 13、() 玻璃是由何種熔融的矽酸鹽所組成？(A) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CaSiO}_3$
(B) $\text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{MgSiO}_3$ (C) $\text{CaSiO}_3 + \text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_3$ (D) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3$
- 14、() 所謂硬玻璃是指 (A)鈉玻璃 (B)鉀玻璃 (C)硼玻璃 (D)石英玻璃
- 15、() 所謂軟玻璃是指 (A)鈉玻璃 (B)鉀玻璃 (C)硼玻璃 (D)石英玻璃
- 16、() 矽能溶於下列何種溶劑中？(A) HF (B) HCl (C) HBr (D) HI
- 17、() 汽機車排氣系統中裝置觸媒轉化器，以減少空氣污染物的排放，關於觸媒轉化器的作用，何者錯誤？(A)內裝的固態觸媒通常為蜂巢式結構以增加接觸面積 (B)可減少二氧化碳的排放量，減低溫室效應 (C)可將一氧化碳、碳氫化合物轉化為二氧化碳及水 (D)可將氮氧化合物 NO_x 轉為氮氣
- 18、() 下列各組中何者不是同素異形體？(A)石墨；金剛石 (B)黃磷；白磷

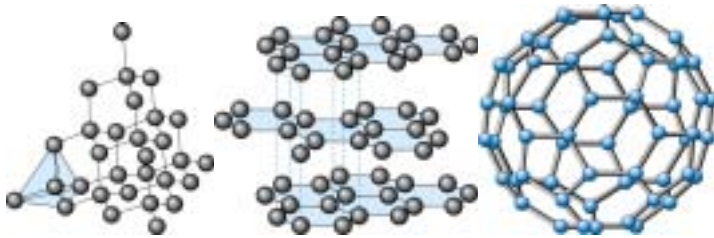
(C)氧；臭氧 (D) α 斜方硼； β 斜方硼 (E)斜方硫；單斜硫

- 19、() 有關碳的下列敘述何者不正確？(A)碳在週期表上的位置屬於第 IVA 族 第二週期 (B)碳和矽是同族元素 (C)碳原子在原子核內有 6 個質子 (D)碳原子易在最外殼層獲得 4 個電子變成四價陰離子
- 20、() 矽為半導體，其導電性的敘述，下列何者正確？(A)不由電子傳遞電流 (B)隨溫度升高而減少 (C)與溫度變化無關 (D)加入雜質會降低其導電性

二. 多重選擇題

- 21、() 有關於玻璃和水玻璃的敘述，下列何者正確？(A)玻璃和水玻璃均屬於人造矽酸鹽物質 (B)二者所含的主要成分相同，但水玻璃中不含 Na^+ ，玻璃中含 Na^+ (C)水玻璃的溶液呈中性 (D)水玻璃廣泛用於黏著劑 (E)水玻璃的溶液酸化後，可得矽酸
- 22、() 下列何種元素具有半導體的性質？(A)鎳 (B)錳 (C)銅 (D)磷 (E)矽
- 23、() 下列有關矽酸鹽基本結構之敘述，何者錯誤？(A)矽酸鹽基本結構均以 SiO_4^{4-} 四面體為其單元 (B)二個四面體以共用一個氧原子相連接而形成 $\text{Si}_2\text{O}_7^{2-}$ (C)二個四面體以共用二個氧原子相連接而形成 $\text{Si}_2\text{O}_6^{5-}$ (D)多個四面體互以共用一個氧原子相連接，若每個四面體有二個共用氧原子，則形成 $(\text{SiO}_3^{3-})_n$ 之鏈狀結構 (E)多個四面體互以共用一個氧原子相連接，若每個四面體有三個共用氧原子，則形成 $(\text{SiO}_5^{2-})_n$ 之片狀結構
- 24、() 下列有非金屬元素及其化合物的敘述，何者正確？(A)元素矽可用金屬鋁還原白砂而得 (B)硼的氧化數可為 +3，很容易形成離子化合物 (C)白磷與鹼金屬反應所得磷化物與水會反應生成磷化氫 (D)氯酸根離子是平面形狀 (E)硫酸的氧化力比磷酸強但比硝酸弱
- 25、() 有關於矽與其化合物之性質，下列何者正確？(A)n - 型半導體是純矽中加少量的砷 (B)矽酸鹽類皆以 SiO_2 為基本單位組成 (C) $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$ 為三度空間 (D) $[\text{SiO}_3]_n^{2n-}$ 為二度空間 (E)石英 SiO_2 為三度空間，氧原子之共有數為 2

- 26、()下列有關第三列元素之敘述，何者正確？(A)矽、硫、氫能以元素態存在於自然界中 (B)鈉、鎂可由電解其熔融之氯化物製得 (C)磷可由磷酸鈣與砂、焦煤共熱製得 (D)氯可由碘與水溶液中之氯離子反應製得 (E)氫可由液態空氣分餾而得
- 27、()下列何組物質屬於同素異形體？(A)黃磷與赤磷 (B)氧與臭氧 (C)斜方硫與單斜硫 (D)金剛石與石墨 (E)石英與水晶
- 28、()有關矽的化學性質，何者正確？(A)矽為半導體，即其價帶與傳導帶重疊 (B)溫度愈高，矽的導電度愈大 (C)p - 型半導體為在矽中加入少量鋁或硼等電子對受體而形成 (D)n - 型半導體為在矽中加入少量砷或磷等電子對授受體而形成 (E)導電度比較：矽 > p - 型半導體 > n - 型半導體
- 29、()有關玻璃之敘述，何者正確？(A)為一種矽酸鹽，具一定的熔點 (B)以 K_2CO_3 替代 Na_2CO_3 製成之玻璃，質硬且熔點高 (C)為一種晶體 (D)若添加 Cr_2O_3 可呈現鮮豔的綠色 (E)可被 $HF_{(aq)}$ 或 $NaOH_{(aq)}$ 腐蝕
- 30、()下圖依序為金剛石，石墨， C_{60} 之構造。試回答下列問題？(A)三者為同素異形體 (B)金剛石為三維網狀固體 (C) C_{60} 為分子固體 (D) C_{60} 為最簡式 (實驗式) (E) C_{60} 內碳-碳間為共價鍵



【90 松山高中】

答案

10-1 氫氣

一. 單一選擇題

1、(A) 2、(C) 3、(D) 4、(C) 5、(C) 6、(B) 7、(C) 8、(D)

二. 多重選擇題

9、(BCD) 10、(ACD) 11、(CE) 12、(ABCE)

10-2 稀有氣體

一. 單一選擇題

1、(C) 2、(B) 3、(B) 4、(C) 5、(C) 6、(C) 7、(A) 8、(D) 9、(A) 10、(C)

二. 多重選擇題

11、(ABCE) 12、(ACE) 13、(ACD) 14、(ADE) 15、(ABE)

10-3 液化空氣

一. 單一選擇題

1、(C) 2、(D) 3、(B) 4、(C) 5、(C) 6、(D) 7、(B)

二. 多重選擇題

8、(DE) 9、(AC) 10、(ACD)

10-4 鹵素

一. 單一選擇題

1、(A) 2、(A) 3、(C) 4、(C) 5、(D) 6、(A) 7、(B) 8、(B) 9、(D) 10、(B)

11、(D) 12、(D) 13、(D) 14、(C) 15、(D) 16、(B) 17、(D) 18、(A) 19、(A) 20、(A)

二. 多重選擇題

21、(ABE) 22、(ABCDE) 23、(DE) 24、(DE) 25、(AD) 26、(ABD) 27、(ACE)

28、(AC) 29、(BDE) 30、(BC)

三. 題組題

(31)分液漏斗；鹽酸；過錳酸鉀 (32)是 (33) FeCl_3 ；是 (34) FeBr_3 ；弱 (35)是 (36)氯>溴>碘
(37)(B)(D)(E) (38)(A) (39)(C)

(40)① $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{HOCl}$ 酸化使 Cl_2 不發生上述反應。 ② $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$

(41) NaI (42) $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}$

10-5 氮、磷、硫及其他化合物

一. 單一選擇題

- 1、(B) 2、(C) 3、(D) 4、(D) 5、(C) 6、(D) 7、(C) 8、(C) 9、(C) 10、(A)
11、(C) 12、(D) 13、(A) 14、(B) 15、(C) 16、(C) 17、(B) 18、(C) 19、(A) 20、(D)

二. 多重選擇題

- 21、(BE) 22、(ABDE) 23、(AE) 24、(ABDE) 25、(BCD) 26、(BD) 27、(DE)
28、(ACE) 29、(BDE) 30、(CD)

三. 題組題

- (31)(A)(C) (32)(E) (33)鎂(Mg) ; Mg_3N_2 (34) $\text{Mg}(\text{OH})_2$; NH_3 ; 藍色

10-6 碳與矽

一. 單一選擇題

- 1、(B) 2、(D) 3、(C) 4、(D) 5、(D) 6、(A) 7、(B) 8、(B) 9、(C) 10、(D)
11、(D) 12、(C) 13、(A) 14、(B) 15、(A) 16、(A) 17、(B) 18、(B) 19、(D) 20、(B)

二. 多重選擇題

- 21、(ADE) 22、(AE) 23、(CE) 24、(ACE) 25、(AB) 26、(BCE) 27、(ABCD)
28、(BCD) 29、(BDE) 30、(ABCE)