

高中新舊化學實驗教材比較研究

(+)探討“非金屬元素及其化合物”

新舊實驗教材之異同

許丹瓊

臺北市立第一女子高級中學

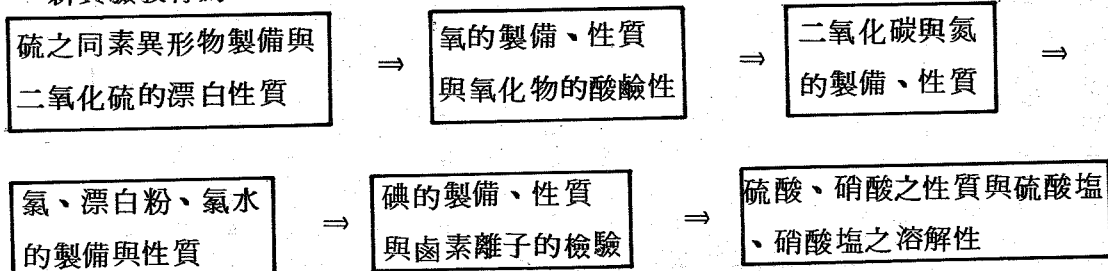
王澄霞

國立臺灣師範大學化學系

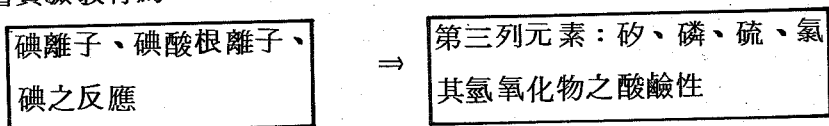
本文將新舊化學教材中，有關“非金屬元素及其化合物”主題概念之實驗整理於表中，並就實驗前後順序，實驗項目及內容之異同，加以比較研究^(1, 2, 3)。

(1) 實驗前後順序：

新實驗教材爲：



舊實驗教材爲：



(2) 實驗項目之異同：

將新舊實驗項目之異同分爲八個階段比較之。

(十) “非金屬元素及其化合物” 主題概念之新舊實驗教材要目

新教材	實驗活動名稱	與課本有關概念(知能)	實驗主要內容	科學過程、技能	藥品
基礎理化	[基化-10.1] 非金屬元素及其化合物——硫的同素異形物	13-3-(4) 硫 1. 硫的同素異形物 2. $\text{SO}_2(\text{g})$ 溶於水呈酸性 3. $\text{SO}_2(\text{g})$ 有毒，具有還原性	1. 斜方晶硫的製備 2. 單斜晶硫的製備 3. 彈性硫的製備 4. $\text{SO}_2(\text{g})$ 的漂白性質	1. 製備硫之同素異形物 2. $\text{SO}_2(\text{g})$ 漂白作用後，殘餘 $\text{SO}_2(\text{g})$ 之處理	硫粉 二硫化碳 藍色石蕊試紙 1M NaOH
	[化-3] 氧	3-4 氧 1. 氧的物性與化性 (1) 化性活潑，大部分元素能與氧化合。 (2) 非金屬氧化物溶於水呈酸性 (3) 金屬氧化物溶於水呈鹼性 2. 氧的製法 實驗室將 $\text{KClO}_3(\text{s})$ 與 $\text{MnO}_2(\text{s})$ 混合加熱製備氧氣	1. 氧的製備與催化劑的效用： 將氯酸鉀與二氧化錳(當作催化劑)混合加熱製備氧，以排水集氣法收集。 2. 氧氣性質的試驗： (1) 助燃性 (2) 與硫粉作用 (3) 與鎂帶作用 (4) 與鋼絲絨作用	1. 製備氧的裝置 2. 氧氣的收集	$\text{KClO}_3(\text{s})$ $\text{MnO}_2(\text{s})$ 硫粉 鎂帶 鋼絲絨 石蕊試紙
高中化學					

實驗活動名稱	與課本有關概念(知能)	實驗主要內容	科學過程、技能	藥品
〔化一·4〕二氧化碳及氮	3-3 氮 1. 氮的物性與化學性 (1) 化性不活躍常溫幾乎不與任何元素化合 (2) 高溫與氧、鋰、鎂化合 (3) 氮化鎂遇水產生氨氣，可用濕石蕊檢驗其存在。 2. 氮的製法 純氮可由亞硝酸鈉和氯化銨混合加熱製取 3-5 二氧化碳 1. 二氧化碳的物性與化學性不可燃，不助燃比空氣重，可用做滅火劑。 2. 二氧化碳的製法 實驗室將碳酸鹽類加酸製造二氧化碳。	1. 二氧化碳的製備： 大理石與濃HCl作用產生CO ₂ (g) 2. 二氧化碳的性質試驗： (1) 火柴餘燼熄滅 (2) 水溶液呈酸性 (3) 點燃之蠟燭，通入CO ₂ (g)會熄滅 3. 氮的製備： 亞硝酸鈉和氯化銨混合加熱製備氮，以排水集氣法收集。 4. 氮的性質試驗： (1) 火柴餘燼熄滅 (2) 點燃之鎂帶置入氮氣瓶中，殘留物滴水，以濕紅色石蕊試紙觀察現象。	1. 製備CO ₂ 的裝置 2. 製備N ₂ 的裝置 3. CO ₂ 的收集 4. N ₂ 的收集	濃HCl 大理石 石蕊試紙 火柴 亞硝酸鈉 氯化銨 鎂
〔化三·2〕氯及漂白粉	11-1-1 鹵素的通性 11-1-3 氯 氯的製備與性質 11-1-5 氯的含氧酸 氯氣通入水中，反應生成次氯酸，是弱氧化劑，但是為很強氧化劑。	1. 氯、漂白粉、氯水的製備： (1) MnO ₂ 與濃HCl加熱製備氯氣 (2) 氯氣與熟石灰作用製備漂白粉，通入水中得氯水。 2. 氯的性質： (1) 以濕石蕊試紙和碘化鉀-澱粉試紙放入氯瓶，觀察變化。 (2) 與鎂粉作用 (3) 與紅磷作用 (4) 乾、濕彩色布條放入氯瓶中，觀察變化。 (5) KI(aq)或KBr(aq)加入氯水，再加入CCl ₄ ，搖盪，觀察水層，CCl ₄ 層顏色。 3. 漂白粉的性質： (1) 加水，滴入濃HCl，彩布浸入數分鐘取出，觀察顏色變化。 (2) 滴入濃HCl，辨認生成之氣體。	1. 氯、漂白粉、氯水的製備之裝置。 2. 殘餘氯之處理	熟石灰粉末 1M Na ₂ S ₂ O ₈ MnO ₂ (s) 12MHCl 石蕊試紙 碘化鉀-澱粉試紙 鎂粉 紅磷 彩色布條 1MKBr 1MKI CCl ₄

高中化學

新教材

實驗活動名稱	與課本有關概念(知能)	實驗主要內容	科學過程、技能	藥品
〔化三·3〕碘及鹵素離子的檢驗	11-1-1 鹵素的通性 11-1-4 溴與碘 碘的製法與用途	1. 碘的製備： (1) NaI 與 MnO_2 混合置蒸發皿中加入 $9MH_2SO_4$。 (2) 漏斗倒置蒸發皿上，加熱產生紫色碘蒸氣，附着在漏斗內壁。以濕碘化鉀-澱粉試紙置漏斗口，觀察變化。 2. 碘的性質： (1) 投入水中，觀察其溶解情形，加入 NaI(s)，再觀察。 (2) 投入酒精，CCl_4，中觀察溶液顏色。 (3) 碘溶液，碘化鈉溶液分別加入澱粉液，比較顏色。 3. 鹵素離子的檢驗： A. 與銀離子反應 (1) Cl^-，Br^-，I^- 加入 $AgNO_3$ 產生 $AgCl$，$AgBr$，AgI 沈澱。 (2) 沈澱加入氨水，觀察溶解情形。 B. 與二氧化錳反應 (1) $NaCl$，$NaBr$，NaI 分別與 MnO_2 混合。 (2) 滴入濃 H_2SO_4 加熱，觀察氣體之產生。 C. 與氯水反應 $NaCl$，$NaBr$，NaI 溶液，加入飽和氯水與 CCl_4，搖盪，觀察 CCl_4 層顏色。 D. 碘與澱粉的反應 $NaI(aq)$ 加入澱粉溶液和 H_2O_2 觀察變化。	1. 製備碘的裝置 2. 鹵素離子的檢驗	NaI(s) $MnO_2(s)$ $9MH_2SO_4$ 碘化鉀-澱粉試紙 95%酒精 1%澱粉溶液 1M NaCl 1M NaBr 1M NaI 1M $AgNO_3$ 0.5M $NH_3(aq)$ $NaCl(s)$ $NaBr(s)$ $18MH_2SO_4$ 飽和氯水 CCl_4 3%雙氧水

高中化學

新教材

實驗活動名稱	與課本有關概念(知能)	實驗主要內容	科學過程、技能	藥品
〔化三・4〕硫酸及硝酸	11-2-2 硫酸及有關化合物 1. 稀釋硫酸會產生大量熱 2. 濃硫酸具有強脫水性及氧化力 11-3-1 亞硝酸與硝酸 硝酸的氧化能力與溫度 濃度以及還原劑性質有關	1. 硫酸性質： (1)濃硫酸滴入水中，放熱。 (2)稀硫酸加入鋅片，生成 $H_2(g)$ ，以點燃之火柴試驗。 (3)稀硫酸加入銅片，微熱，觀察反應否。 (4)濃硫酸加入銅片，加熱生成 $SO_2(g)$ 淺聞其氣味。 (5)濃硫酸加入蔗糖中，觀察變化。 (6)稀硫酸在白紙上寫字，供乾觀察變化。 2. 硝酸性質： (1)木屑強熱，滴入濃硝酸。 (2)硫粉加入濃硝酸中，強熱觀察生成之氣體。 (3)銅片加入濃硝酸。 (4)銅片加入稀硝酸。 (5)煮熱蛋白滴入濃硝酸。 3. 硝酸鹽及硫酸鹽的溶解性： 取硝酸鹽、硫酸鹽各六種，加水搖盪，觀察其溶解情形。	1. 濃硫酸的稀釋 2. 觀察鹽類溶解性	濃硫酸 (18M) 濃硝酸 (15M) 石蕊試紙 鋅片 銅片 蔗糖 木屑 硫粉 煮熱蛋白 NH_4NO_3 $NaNO_3$ $Mg(NO_3)_2$ $Ba(NO_3)_2$ $Cu(NO_3)_2$ $Pb(NO_3)_2$ $(NH_4)_2SO_4$ Na_2SO_4 $MgSO_4$ $BaSO_4$ $CuSO_4$ $PbSO_4$

高中化學

新教材

	實驗活動名稱	與課本有關概念(知能)	實驗主要內容	科學過程、技能	藥品
高中化學舊教材	〔二十四〕碘之化學反應	12-3 鹵化物離子 鹵化物離子與Ag^+反應生成沉澱，可檢驗Cl^-，Br^-，I^-的存在。 12-6 鹵素的含氧酸 碘在鹼性溶液中，起自身氧化還原變化。 即 $3\text{I}_2 + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1. 碘離子的反應： (1) I^- (aq) 加入 AgNO_3 (aq) (2) KI 和澱粉液，加入少量 NaOCl 呈藍色，再加入 NaOCl 藍色消失。 (3) KI 和澱粉液，加入 H_2O_2。 2. 碘酸根離子的反應： (1) KIO_3 (aq) 加入 KI 和 H_2SO_4 (2) KIO_3 (aq) 加入 KI 和 KOH (3) KIO_3 (s) 與 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (s) 混合共熱。 3. 碘在鹼性溶液中的反應： (1) I_2 (s) 加入 KOH (aq) 溶解而消失，冷卻直至溶液中產生白色固體。 (2) 傾出上層液，加入 AgNO_3 (aq)。 (3) 白色固體加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (s) 共熱。	1. 碘離子的檢驗 2. 碘酸根離子的檢驗	I_2 (s) KIO_3 (s) 飽和 KIO_3 (aq) 0.1 M KI $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (s) 6 M HNO_3 0.1 M AgNO_3 6 M H_2SO_4 5% NaOCl 3% H_2O_2 6 M KOH 澱粉液
	〔二十五〕第三列元素——砷、磷、硫、氯	13-4 第三列元素氫氧化物的酸性和鹼性	1. $\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ (s) 加入水中 P_4O_{10} (s) 加入水中 另外取 H_2SO_4，HClO_4。 2. 用燈 IV 或廣用指示劑，測上述溶液或懸浮液之 $[\text{H}^+]$。 3. 將懸浮液分成兩部分，一部分加入 HCl (aq)，另一部分加入 NaOH (aq)，注意變化。	1. 配置溶液 2. 氫氧化物懸浮液滴加強酸、強鹼。	P_4O_{10} (s) $\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ (s) 0.5 M H_2SO_4 0.5 M HClO_4 6 M HCl 6 M NaOH 燈 IV 或廣用指示劑

	實驗項目	項目之異同
第一階段	硫及其化合物	新教材之實驗舊教材無
第二階段	氧之製備、性質及其化合物	同上
第三階段	氮之製備、性質及其化合物	同上
第四階段	二氧化碳之製備與性質	同上
第五階段	氯、漂白粉、氯水之製備與性質	新教材之實驗，舊教材只有過氯酸溶液呈強酸性之項目
第六階段	碘之製備、性質與鹵素離子的檢驗	新、舊實驗項目大致相同
第七階段	硫酸、硝酸的性質及其鹽類之溶解性	新教材之實驗，舊教材只有硫酸溶液呈強酸性之項目
第八階段	矽、磷氫氧化物之酸性	舊教材之實驗，新教材無

(3) 實驗內容之異同：

第一階段：硫及其化合物

新教材：高一〔基化—10·1〕硫的同素異形物和 $\text{SO}_2(\text{g})$ 之漂白作用：先分別製備硫的三種同素異形物——斜方晶硫、單斜晶硫和彈性硫。所導引的概念是：在室溫時最穩定的是斜方晶硫，將其加熱到 96°C ，則可轉變成單斜晶硫，但單斜晶硫在室溫下會逐漸再變成斜方晶硫。如把硫粉加熱熔化成約 300°C 的液相硫，然後傾入冷水中，則會形成彈性硫，其在室溫下也會逐漸再變成斜方晶硫。

硫在空氣中燃燒時所生成二氧化硫氣體，能使花瓣退色。（因二氧化硫是一種有毒的氣體，所以利用 1M 氫氧化鈉吸收殘餘之二氧化硫。）所導引的概念是：二氧化硫是一種具有還原性質的氣體，所以有漂白作用。進行此實驗時須有通風設備，以免學生吸入過多刺激性的二氧化硫氣體，而傷到氣管。做過此實驗後，老師可以與學生討論到目前大型煉油廠與火力發電廠所排放出的大量二氧化硫氣體，在空氣中會氧化成三氧化硫

，並進而變成硫酸，此是形成“酸雨”的主要原因之一，而造成對生物及建築物之傷害。如此使新實驗教材與生活環境相連繫，更能發揮新教材的精神。

舊教材：無此方面的實驗。

第二階段：氧之製備、性質及其化合物

新教材：高二〔化一·3〕氧：將氯酸鉀與二氧化錳（當作催化劑）混合加熱，則氯酸鉀快速分解而得到氧，以排水集氣法收集之。所導引的概念是：氯酸鉀製備氧的過程中，所加入的二氧化錳有催化效用，以及氧在水裏的溶解度非常小，因此可用排水集氣法予以收集。

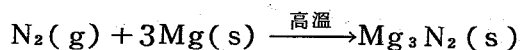
另外試驗氧氣的性質，以及試驗硫粉、鎂帶、鋼絲絨與氧作用後之氧化物水溶液之酸鹼性質。所導引的概念是：氧氣具有助燃性，其化性活潑能與大部分元素化合成氧化物，金屬氧化物溶於水呈鹼性，而非金屬氧化物溶於水則呈酸性。

舊教材：無此方面的實驗。

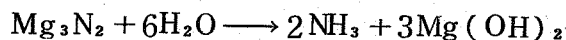
第三階段：氮之製備、性質及其化合物

新教材：高二〔化一·4〕二氧化碳及氮：將氯化銨和亞硝酸鈉加熱製取純氮，以排水集氣法收集之。所導引的概念是：氮氣在空氣中雖然含量極豐富（約78%），但在普通實驗室，不易由空氣中得到純氮，只能利用化學試劑製備，且氮在水裏的溶解度非常小，因此可用排水集氣法予以收集。

另外試驗氮氣的性質及點燃的鎂帶與氮作用後之氮化物水溶液之酸鹼性質，所導引的概念是：氮氣不可燃，也不能助燃，其化性頗不活潑。常溫時氮幾乎不與任何元素化合，高溫時鎂帶在其中燃燒則生成二氮化三鎂（ Mg_3N_2 ），其反應方程式為：



Mg_3N_2 遇水則生成 NH_3 和 $Mg(OH)_2$ 使石蕊試紙變藍。



舊教材：無此方面的實驗。

第四階段：二氧化碳之製備與性質

新教材：高二〔化一·4〕二氧化碳及氮：將大理石與濃鹽酸作用製取二氧化碳，以向上排空氣法收集之。所導引的概念是：在實驗室裏可利用自然界產量極豐的碳酸鹽如大理石、石灰石和濃鹽酸或濃硫酸反應製取。二氧化碳比空氣重，在水裏的溶解度比氮或氧大，因此用向上排空氣法收集之。但欲得純粹的二氧化碳，還是得用排水集氣法來收集。

另外試驗二氧化碳的性質及將其通入水中所呈之酸鹼性質，所導引的概念是：二氧化碳不可燃、不助燃，且比空氣重，因此可用做滅火劑。又其水溶液是弱酸性，可使藍色石蕊試紙變紅。

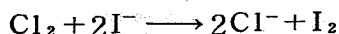
舊教材：無此方面的實驗。

第五階段：氯、漂白粉、氯水之製備與性質

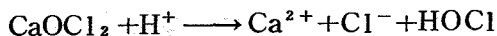
新教材：高三〔化三·2〕氯及漂白粉：將二氧化錳與濃鹽酸加熱製備氯氣，方程式如下： $2\text{Cl}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Cl}_2 + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 將氯氣通過熟石灰即可製備漂白粉(CaOCl_2)，其方程式如下： $\text{Cl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ；將氯氣通於水中即可得氯水，其中部分氯與水反應生成鹽酸與次氯酸，其方程式如下：

$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$ 。所導引的概念是：氯的化性活潑，在自然界中常以化合態存在於海水及礦物。在實驗室裏可利用氧化劑如二氧化錳、過錳酸鉀…等氧化濃鹽酸製取。氯是黃綠色，具有刺激臭及毒性的氣體，因此實驗應在通風櫥進行，且剩餘之氯氣用 $1\text{M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 吸收之。

另外試驗氯、漂白粉、氯水之性質：氯能使濕石蕊試紙及碘化鉀—澱粉試紙變色，且可使濕的彩色布條退色，能與錒粉、紅磷直接反應。所導引的概念是：氯水呈酸性，氯的氧化力相當強，化性活潑。氯水加入 $\text{KI}(\text{aq})$ ，或 $\text{KBr}(\text{aq})$ 再加入 CCl_4 搖盪，則 CCl_4 層分別是紫色或紅色。方程式如下：



所導引的概念是：氯的氧化力比溴和碘強。漂白粉滴加濃 HCl 後使彩色布條退色，所導引的概念是：漂白粉滴加酸後反應生成 HOCl ，方程式如下：



HOCl 中的 OCl^- 具有漂白的作用。

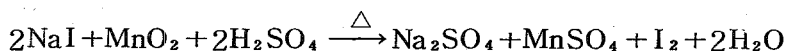
舊教材：〔二十五〕第三列元素——氯，以指示劑測過氯酸溶液中之 $[\text{H}^+]$ ，知道是強酸性。

第六階段：碘之製備、性質與鹵素離子的檢驗

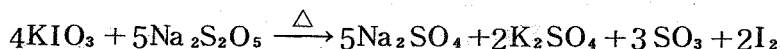
新教材：高三〔化三·3〕碘及鹵素離子的檢驗，舊教材在〔二十四〕碘之化學反應，皆探討碘之製備、性質與鹵素離子的檢驗。為方便於比較實驗內容之異同，分成下列五部分來討論。

〔第一部分〕碘之製備

新舊實驗教材碘之製備方法不同，新教材將碘化鈉、二氧化錳與濃硫酸共熱以製備碘，方程式如下：



所導引的概念是：以二氧化錳為氧化劑，將碘化鈉氧化以製備碘。而舊教材將碘酸鉀與焦亞硫酸鈉共熱以製備碘，方程式如下：

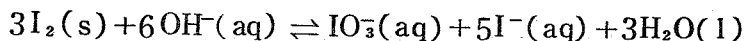


所導引的概念是：以焦亞硫酸鈉為還原劑，將碘酸鉀還原以製備碘。

新教材的優點是以潤濕的碘化鉀——澱粉試紙放在漏斗口上，觀察試紙的顏色變化，以確認其生成物為碘。而舊教材只觀察生成物蒸氣的顏色——呈紫色，以推斷生成物為碘。

〔第二部分〕碘之性質

新舊實驗教材內容不同，新教材觀察碘在各種溶劑如水、酒精、四氯化碳中之溶解情形，發現碘不易溶於水，但水中投入碘化鈉固體後，則溶解之碘量增加。此外碘易溶於酒精中呈褐色、四氯化碳中呈紫色。所導引的概念是：碘在有機非極性溶劑如四氯化碳的溶解度比極性溶劑水中為大。另外將碘化鈉固體投入水中，因生成 I_3^- 離子，溶解碘量亦增加。而舊教材觀察碘片加入 $6\text{MKOH}(\text{aq})$ 之情形，碘片會溶解，溶液呈無色，方程式如下：



所導引的概念是：碘在鹼性溶液中不安定，會自身氧化還原生成碘酸根離子與碘離子。

〔第三部分〕鹵素離子的檢驗

（方法一）與銀離子的反應

新教材分別於 Cl^- ， Br^- ， I^- 中加入硝酸銀溶液，觀察沈澱的生成與顏色，然後再加入氨水觀察各沈澱的溶解情形。所導引的概念是：銀離子遇鹵素離子即生成不同顏色的鹵化銀沈澱，氯化銀（白色）、溴化銀（淡黃色）、碘化銀（黃色），加入氨水後氯化銀可溶，溴化銀微溶，而碘化銀則不溶。舊教材實驗內容少，只將硝酸銀加入 $\text{I}^-(\text{aq})$ 中，觀察沈澱的生成與顏色，所導引的概念與新實驗教材相同。

（方法二）與二氧化錳的反應

新實驗教材分別將 Cl^- ， Br^- ， I^- 等離子與二氧化錳、濃硫酸微熱，觀察所產生氣體的顏色。所導引的概念是：二氧化錳可將 Cl^- ， Br^- ， I^- 分別氧化生成 $\text{Cl}_2(\text{g})$ ， $\text{Br}_2(\text{g})$ ， $\text{I}_2(\text{g})$ 而呈黃綠色、紅棕色、紫色。

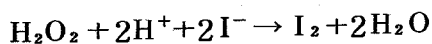
舊教材無此方面的實驗。

(方法三)與氯水反應

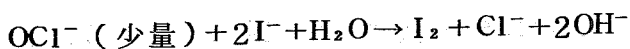
新實驗教材分別將 Cl^- ， Br^- ， I^- 等離子，加入飽和氯水，再加入 CCl_4 時，用力搖盪觀察 CCl_4 層之顏色變化。所導引的概念是：氯的氧化力大，可將 Br^- ， I^- 分別氧化生成 Br_2 ， I_2 ，而使 CCl_4 層呈現紅色、紫色，所以利用 CCl_4 層所產生的不同顏色，可以區分 Cl^- ， Br^- ， I^- 三種離子。舊實驗教材也有此部分實驗，但放在配合“氧化還原”主題概念之實驗項目中。

〔第四部分〕碘離子之反應

新舊實驗教材都觀察“當滴入3% H_2O_2 於含碘離子的澱粉溶液中時，有固體碘生成且溶液呈藍紫色”，其方程式如下：



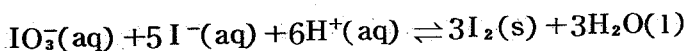
所導引的概念是：利用3% H_2O_2 當氧化劑，可以將溶液中的碘離子氧化產生碘，碘與澱粉相遇呈現出藍紫色。但舊教材多觀察了“當滴入少量5% NaOCl 於含碘離子的澱粉溶液中時，溶液呈藍紫色，但繼續滴入 NaOCl 時，則溶液藍紫色會消失”，其方程式如下：



所導引的概念是：利用5% NaOCl 當作氧化劑，少量時可以將溶液中碘離子氧化產生碘，使溶液呈藍紫色。但過量時 OCl^- 再將溶液中碘再氧化產生碘酸根離子，而使溶液之藍紫色消失。

〔第五部分〕碘酸根離子之反應

舊實驗教材，於含碘酸根離子的溶液中，加入碘化鉀和硫酸，發現溶液中有固體碘生成。但加入碘化鉀和氫氧化鉀，則無反應，可利用下面之方程式說明之：



所導引的概念是：碘酸根離子和碘離子在酸中不安定，會反應產生固體碘，而在鹼中則安定存在。

新教材無此方面的實驗。

第七階段：硫酸、硝酸的性質及其鹽類之溶解性

新教材：高三〔化三·4〕硫酸及硝酸：將濃硫酸稀釋時會放熱，稀硫酸遇活潑金屬鋅會產生氫氣，濃硫酸加入銅片中並加熱則產生二氧化硫的氣體，濃硫酸加入蔗糖中則蔗糖變焦黑，稀硫酸在白紙上寫字烘乾則呈黑色。以上實驗所導引的概念是：(1)濃硫

酸稀釋時大量放熱，因此正確的稀釋方法是將濃硫酸慢慢滴入水中。(2)利用稀硫酸之特性與鋅片作用產生氫氣。(3)利用濃硫酸之強氧化力與銅片作用產生二氧化硫。(4)濃硫酸有強脫水性，而使蔗糖呈焦黑。

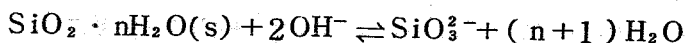
將濃硝酸滴入木屑、硫粉中時，產生二氧化碳、二氧化硫之氣體；銅片加入濃硝酸、稀硝酸中，產生二氧化氮、一氧化氮之氣體；煮熟蛋白加入濃硝酸呈黃色。所導引的概念是：稀硝酸、濃硝酸均具有強氧化力，因此可將木屑、硫粉、銅片分別氧化，而煮熟之蛋白加入濃硝酸呈黃色，此為檢驗蛋白質之簡單方法。

另外各取六種硝酸鹽、硫酸鹽加水搖盪，觀察其溶解情形。所導引的概念是：硝酸鹽對水的溶解度都大，而硫酸鹽中除硫酸鋇、硫酸鋁、硫酸鉛外，大都可溶於水中。

舊教材〔二十五〕第三列元素——硫：以指示劑測硫酸溶液中之 $[H^+]$ ，知道呈強酸性。

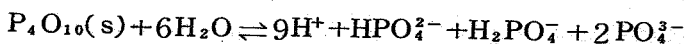
第八階段：矽、磷氫氧化物之酸性

舊教材〔二十五〕第三列元素——矽、磷：矽之氫氧化物即水合二氧化矽($SiO_2 \cdot nH_2O$)難溶呈懸浮狀，滴加強鹼氫氧化鈉於懸浮液則溶解，其方程式如下：



所導引的概念是：水合二氧化矽的溶液呈弱酸性，滴加強鹼氫氧化鈉時，則酸、鹼作用，產生鹽類而溶解。

另外將磷的氧化物(P_4O_{10})，每次以微量加入水中，以指示劑測其 $[H^+]$ 。所導引的概念是磷的氧化物(P_4O_{10})溶於水中，生成磷酸，依方程式解離如下：



而使溶液呈中強酸性。

新教材無此方面的實驗。

總而言之，有關“非金屬元素及其化合物”的實驗，〔第一階段〕硫及其化合物，〔第二階段〕氧之製備、性質及其化合物，〔第三階段〕氮之製備、性質及其化合物，〔第四階段〕二氧化碳之製備與性質，都是新教材的實驗項目而舊教材中沒有，顯見新教材注重實驗，且安排之實驗項目與日常生活都有密切關係，能夠引起學生的學習興趣。〔第五階段〕氯、漂白粉、氯水之製備與性質仍是新教材之實驗項目，而舊教材只有過氯酸溶液呈強酸性之項目。〔第六階段〕碘之製備、性質與鹵素離子的檢驗，新舊實驗項目大致相同。〔第七階段〕硫酸、硝酸的性質及其鹽類之溶解性，仍是新教材之實驗項目，而舊教材只有硫酸溶液呈強酸性之項目。〔第八階段〕矽、磷氫氧化物之酸性，

爲舊教材之實驗而新教材則無。從以上可以看出新實驗教材項目多，且注重與日常生活有關化學品如硫，二氧化硫、氧、氮、二氧化碳、氯、漂白粉、氯水、硫酸、硝酸……等之製備與性質之探討。而舊實驗教材項目少，且較注重理論之探討，如以碘代表典型鹵素元素，研究其氧化態之變化，及研討週期表第三列元素：矽、磷、硫、氯之氫氧化物之酸性，由左至右變化之趨勢。

參考資料

1. 師大科教中心：高中基礎理化下冊第45頁至第46頁。
高中基礎理化實驗手冊下冊，國立編譯館。
2. a. 師大科教中心：高中化學第一冊第37頁至第46頁。
高中化學實驗手冊第一冊，國立編譯館。
b. 師大科教中心：高中化學第三冊第56頁至第66頁。
高中化學實驗手冊第三冊，國立編譯館。
3. a. 陳朝棟、王澄霞：高中化學（自然科組）下冊第109頁至第110頁、
第116頁至第120頁、第142頁至第146頁。
高中化學實驗（自然科組）下冊，商務印書館。
b. 車乘會、吳德堡：高中化學（自然科組）下冊第123頁至第129頁、
第143頁至第148頁。
高中化學實驗（自然科組）下冊，東華書局。
c. 其他我國各書局出版的高中化學教科書。