

教育部化學奧林匹亞及 化學研習營的實作測驗

方泰山

國立臺灣師範大學化學系

緒 論

化學是一門實驗的科學，近年來課程的發展，一直也都以“實驗”為其主要的訴求重點。這可由一般所設計的課程目標窺知，如英國奈飛爾化學所標榜的八大項目標⁽¹⁾如下：

- (1)喚起“資訊”及“經驗”所需的“軟體”及“硬體”設施。
- (2)處理物質及做正確的觀察，操作儀器，執行有“食譜式”的實驗。
- (3)設計用以解決實際問題所需要的適當構想及儀器的“技巧”。
- (4)處理及分類資訊的技巧。
- (5)利用“判斷力”及“已知的訊息”去解釋“新的訊息”。
- (6)利用舊經驗去創造新經驗，以培養創造性的思考能力。
- (7)能勝任撰寫報告，或發表評論，討論化學題材。
- (8)打開心胸至學校課程教材以外，海濶天空的化學領域所有的資訊。

要評量這些目標，一般的紙筆測驗，確實是有它的無力感。雖然測驗專家，想辦法從紙筆測驗的命題去評量這似乎較為公正，客觀的測量方式，但卻無法單獨評出器具實作及操作實驗的真正技巧，以及隱含的所謂科學精神與態度了，如此實作測驗就成為輔助紙筆測驗不足的評量方式。

行政院對於資賦優異學生的培養與輔導等問題相當關切，教育部於七十一年十一月十八日公佈中學數學及自然科學資賦優異學生輔導要點，從七十一學年度起，每年在師大科教中心舉行研習營甄選發掘科學人才⁽²⁾；且自73年實施新教材的第2年起，為導致教學正常化，舉行實作抽測，漸漸演變為實驗操作競賽，到目前的化學奧林匹亞競賽⁽³⁾

，讓高中同學有機會嚐試實作是如何從經驗裡評量，以引導學校的正常化教學；本報告將過去國內實作測驗用在化學競試及研習甄選營的經驗，分享並就教專家學者。

實作測驗的本質與問題

一般說來，實作測驗是以知識經驗做導引所做的以“技巧”為中心的評量。儘管各種不同命題及形式的實作測驗為測驗專家所採用，但這種形式的評量從命題到運作有它必需仔細推敲與考慮的困難度⁽⁴⁾。首先遭遇到的是大規模的實作測驗，紙筆測驗只要多印幾張紙，加派幾個監考官即容易同時進行，然而實作測驗，則要考慮到器材及實作場所的種種問題，即使這些都可以辦得到，監考與評量技術更又是一大的問題；如此無可避免測驗的範籌與命題就不能隨心所欲，要受到很大的限制。

以最受國際矚目的國際化學奧林匹亞競賽來看，實作部份佔總分的40~50%，最近的一屆競賽1989年，7月在匈牙利舉行的22屆IChO，已有來自四大洲，26國的110位高中生參加，主辦單位要準備一百多份一模一樣的器材及藥品。到目前為止，仍是費盡心機去執行同時一人一組的單打獨鬥的實作比賽。當局決定，如果人數再增加，超過一般實驗室的飽和容量，特考慮把選手分成數組，同時輪換做不同實驗。為了達到公平性，委員會要求命題委員會，要在一年前將競賽參考樣品題，送達選手，同時要告知實作的範籌，並且要強調，“創造思考性”及“獨立解決問題”的實作。

再之，就是實作的安全問題。人本主義高漲的今天，在安全第一的原則下，要考慮所配備的儀器設備的安全，及最容易忽視的藥品。有很多對健康有害的藥品清單及安全操作程序，必需要遵行。其中幾個先進國家都禁止用的藥品⁽⁵⁾有：甲苯胺、蔥、芳香胺、砷及其化合物、石棉、重氮染料、苯、聯苯胺、鎘及其化合物、氯化鋇、三氧化鉻、鉻及其化合物、1,2-雙溴乙烷、1,2-雙氯乙烷、硫酸二甲基、氧化乙烯、聯胺、萘、2-胺萘、硝基萘、亞硝基萘、硝基酚、丙基硫尿、放射性化物、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯化碳、氯仿、1,3-二甲基苯、二硫化碳、氰化物、氫氟酸、硫化氫、汞及其化合物、尼古丁、過氯酸、三氧烷磷、四羰鎳、過氧化鋇、過氧苯甲酸、磷、鉀、氯酸鉀、等等化合物，這些藥品，不外乎是致癌性、發火性或爆炸性，顯然對高中生應在禁止使用之列。

美國的IAC課程⁽⁷⁾相當重視技巧為中心的實作測驗，其所採取的評量法，是設立多個實驗站，每一個實驗站設計所要測驗的技能，利用試卷命題的指示要學生操作及回

答相關的問題，在限定的時間內完成，並指示完成實作後要復原，也列為評量科學態度的一部份。

英國的APU (Assessment of Performance Units, 單元實作的評量)⁽⁸⁾，在做實作的群測驗法，是一些群組實作題所組成的同時進行輪換實作站。每一站約只有6分鐘，做一個小問題，其中最多也只有三個小問題。受測的學校，所做的實測歷時約一小時，分二個輪換圈，每一圈為9個站，可測驗9個人。尤其重要是測驗站的安排，要注意：①所命的問題，其所涉及的瓦斯，水與電是否適當配置好。②實作站的進行測試路線，是否井條有序的規劃好。③輪換的測驗站次序會不會影響實作結果的評量。④實作目標的評估，是否達到方便，公正客觀，且能具有科學性與教育性。

至於實作測驗內容，即命題，則應是決定整個測驗的成敗，首先要訂出命題的準則，了解受測對象在化學“滋養環境”——比如國內由國小的自然科學，國中的理化，高一基礎理化到高二、三的化學課程教材內容，置入第一備忘錄，往上發展到大一普通化學，一直到高年級及研究所化學各專門的分科為指導綱領。瞭解世界各國同步在高中階段科學成就及性向有關實作測驗發展出來的模式，如IEA，正發展中的IAEP，英國的APU⁽⁸⁾，再以國際化學奧林匹亞歷年試題（如附件一）樣本所擬的化學內含為最高指導原則；據此組成命題委員會，依照科學過程技能來發展實作測驗。

總之，實作測驗，要在學科的目標，行政層面與安全實作前提之下，所發展出來的一種最能符合評量化學科學成就及潛力的一種較為困難，但又是最實際的評量方法與技術。

化學奧林匹亞^(9, 10)

目標與宗旨：推動國家級的卓越化學教育與發掘具有化學科學性向及天賦才能的優秀人材，從事化學科學的研究與發展。

候選人：分三個層次，逐級競賽推薦。(一)學校級：每一所普通高級中學自行競賽，依學校學生數的比例，推派出一至二隊代表，每隊二名，參與區域性的比賽，結果約有四萬名高中生參與。(二)區域級：在台灣區，將台灣省分成三區六個站及二個院轄市區，共八個區域站，約350名學生參加。(三)國家級：由各區域選出的代表，再加上金馬地區，共約40人，由教育部科教指導會指導，科學教育中心承辦，聘請各大學院化學系所教授組成的命題及評審委員會，主司這個競賽。

我國化學奧林匹亞，開始於民國 73 年的實驗操作競賽，當時，測驗的範圍也僅止於實驗教材內容之抽測，前年開始，模仿國際化學奧林匹亞模式，加入了一些紙筆測驗，由 20 % 增加到去年的 40 %，難度也逐年加深深。表一為民國 78 年整個競賽架構的程序，試題見參考資料(3)。實作競賽的重要性與其所顯出精神，仍是必需強調的，但在考試升學競爭激烈的我們這個國度裡，為求公平性，較客觀的紙筆測驗，盡可能包容在實作測驗的引導方向中。

表一：總決賽程序表

78 年 2 月 20 日 (星期一)								78 年 2 月 21 日 (星期二)				
報 到	賽 前 說 明 會 議	開 幕 式	筆 試 (I)	實驗操作(I) (分三站進行) 物質性質的探究 三元				筆 試 (II)	實 驗 操 作 (II) (合成與分析)	實 驗 評 審 會 議 (內容檢討及 示範)	閉 幕 式 及 頒 獎	賦 歸
08:00 ?	08:30 ?	09:00 ?	09:40 ?	13:30 ?	14:30 ?	15:30 ?	16:30 ?	08:30 ?	09:40 ?	14:00 ?	16:00 ?	17:00
08:30	09:00	09:40	11:40	14:20	15:20	16:20	17:20	09:30	12:30	16:00	17:00	

化學研習甄選營⁽¹⁰⁾

目標與宗旨：經過研習與評量的過程，甄選有志從事化學科學為終身職志的工作者與學者，免試進入大學的化學系就讀。

候選人：由各學校就化學科在學校表現為前 1 % → 推薦，經過智商及性向測驗合格或參加全國科學展覽及教育部奧林匹亞競賽優勝者，由教育部所組成的評審會甄選。每年約 10 ~ 30 人，進入化學研習甄選營。

這個研習營也是由師大科學教育中心承辦，商請化學科系的大學教授組成的委員會，安排研習營的課程與評量工具。表二，即為一個代表性的研習課程表。由表二可看出，實作評量，為整個研習營的主要部份。而實作又分為二大類，一為封閉性，較接近競賽的一般所謂實作測驗，附件二舉一些試題；另一類則為較開放式的所謂探討式的研究

實作，命題方式，也依一般命題原則，只是在探討及結論部分，留下較廣寬的空間，做為爾後的發表論文與討論會之評量。

表二：化學科高中組研習活動日程表

時 間 \ 日 期		三月二十九日 (星期六)		三月三十日 (星期日)		三月三十一日 (星期一)		四月一日 (星期二)		四月二日 (星期三)		四月三日 (星期四)	
上 午 8:00 ~ 11:30	第一節	8:10~10:00 開 訓 典 禮 (本部大禮堂)	實 驗 能 力 測 驗 (D405)	探討研究(一) 神奇的液體(A) (D405)	探討研究(三) 紫色高麗菜 (D405)	研究報告 寫作指導 (一)書面研究 報告 (二)口頭報告 1.摘 要 2.透明片 (E301)	成果發表(三) (通230)						
	第二節												
	第三節	專 題 演 講 (E302)	專題演講 (E301)					10:00~ 12:00 結訓典禮 (本部大 禮堂)					
	第四節												
下 午 1:30 ~ 5:00	第五節	化 學 電 影 欣 賞 與 討 論 (E302)	創意實驗 (一)二氧化 碳的製 備與檢驗 (二)水的電解 與合成 (三)配置飽和 而澄清的 消石灰水 溶液 (D415)	專 題 演 講 (A307)	學力測驗 (A307)	成果發表(一) (E301)							
	第六節												
	第七節	專 題 演 講 (E301)		探討研究(二) 神奇的液體(B) (D405)	探討研究(四) 討 論 (D405)	成果發表(二) (E301)							
	第八節												

結 論

實作測驗是化學教育評量重要的一環，但是在像我們這種“考試”發達的國家，確

實是有其無力感。如果實作評量建立在教育者自己本身，即所謂的內在評量的自圓內，老師們對自己的學生做小規模實作測驗，可增加施測者的頻率，如此較易增加實作評量的可靠性，毫無疑問可接受老師們所評量出的學生成熟度。然而老師們的經驗，再加上實作評量的本質，已有足夠的問題讓想施行的老師煩惱的。因而只有求救於外在的評量，來衡量內在評量的可靠性，像實驗操作競賽，國家化學奧林匹亞及甄選研習營。

外在的“實作測驗”的難處既然有這麼多，為什麼還要堅持呢？⁽¹⁰⁾主要是：有比沒有好，且如果沒有的話，將成為學校不做實驗的最好藉口，如此就剝奪了訓練學生實作的機會。

實作的命題確是受制於行政的運作與實驗安全；國內的化學實作測驗，大至教育部的化學奧林匹亞及化學甄試研習營⁽³⁾，小至個人研究興趣的實作測驗工具，為瞭解如認知發展學派所設計的實作⁽¹¹⁾，科學過程技能所設計的萬寶箱，簡易示範實驗⁽¹²⁾，再結晶技術⁽¹³⁾及科學態度的評量工具⁽¹⁴⁾都是成為實施集體實作測驗的最好題材與典範。

誌謝：感謝第三屆中日科學教育研討會讓筆者有機會報告這篇經驗式的實作測驗論文。

參考資料

(1) Nuffield 化學，修訂版（1975），1980，1983，再版，Nuffield 基金會，Longman Group Limited, Longman House, England.

(2) 中學數學及自然科學資賦優異學生輔導升學總報告教育部中等教育司主辦，國立台灣師範大學科學教育中心編印，民國71年，72年，73年，74年，75年，76年，77年及78年。

(3) 方泰山，教育部七十七學年度高級中學化學能力競賽總決賽透視，科學教育月刊118期，民國78年3月，P.31～P.53頁及其內容參考資料。

(4) J.C. Mathews, "Assessment of Students" in "Teaching School Chemistry", Unesco, ed. by D.J. Waddington, P223, (1984)。

(5) "Chemistry Olympiad Forum", 10th International Conference on Chemical Education, 14:00～17:00, Aug.20 (1989), University of Waterloo, Canada.

(6) "Forbidden Chemicals in Secondary Schools" 20th International

Chemistry Olympiad, Report, Finland, P66-76 (1988)。

(7) Interdisciplinary Approaches to Chemistry (IAC), Chemistry Associates of Maryland, Inc, Happer & Row Publishers (1987)。

(8) Assessment of Performance Unit (APU), Science in Schools, by R.Driver, R.Gott, S.Johnson, C.Worsley, and F.Wylie, London, Her Majesty's Stationery office (1982)。

(9) 方泰山，“卓越的化學教育—第10屆國際化學教育記實”科學教育月刊，民78年10月，No. 123. P. 99 (1989)。

(10) : (a) Tai-Shan Fang, and Ming-Tong Wey, 10th ICCE. abstracts, MPO4, (1989), Waterloo, Canada.

(b) 科學教育月刊，No 122, P16 (1989)。

(11) 黃湘武、黃寶鈿，“溶液相關概念之認知發展層次的研究”及其它相關研究，國科會七十八年度科學教育專題研究計畫，年終成果討論會，成果摘要P.263 (1989)。

(12) 蕭次融、陳素貞，“我國學生科學過程技能學習成就水準之研究”同上，P213—218, P219—223。

(13) 王澄霞“化學實驗技能學習成就評量工具之開發”，同上，P238～245。

(14) 魏明通，“高級中學學生科學態度之評量研究”同上，P246～247。

附件一

第20屆 IChO實作題目

(1988年 芬蘭 赫爾新基)

實驗1. : 合成(共10點)：

目的：合成一個有機酸鈉鹽的衍生物： NaHX

器具：1 燒杯 (250cm^3)

2 燒杯 (50cm^3)

1 刻度管 (10cm^3 ；刻畫之間距為 0.1cm^3)

1 量筒 (50cm^3)

1 毛細滴管 (巴斯德滴管)

1 溫度計

1 過濾用磁漏斗 (G4)

1 抽濾裝置

1 玻棒

藥品：1 - 醇 - 4 - 硫酸根 - 萘的鈉鹽 (固)

分子量：246.22 克 / 莫耳

(即：1 - 萘醇 - 4 - 硫酸鈉)

亞硝酸鈉 (分子量：69.00 克 / 莫耳)

鹽酸水溶液 (2 莫耳 / dm^3)

去離子水

絕對酒精

實驗步驟：

將工業級，標示為 I 的起始物 (含有 1.50g 的 S 化合物，1 - 醇 - 4 - 硫酸根萘) 和 0.6 克的 NaNO_2 置入 - 50 cm^3 燒杯，加水 10 cm^3 混合均勻。將其用冰浴 (用 - 250 cm^3 燒杯盛冰水)，冷卻至 0 - 5 $^{\circ}\text{C}$ 的溫度，保持在這個溫度，慢慢一滴滴加入 5 cm^3 的 2M HCl (aq) 至這個混合物。加完後，再攪拌約數分鐘，使所產生的黃色沉澱的鹽 $\text{NaHX} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 完全。精稱過濾用的濾紙至 $\pm 0.5\text{mg}$ 。利用抽濾裝置過濾沈澱物，再用約 5 cm^3 少量的冰水沖洗，再用約各 10 cm^3 的乙醇清洗晶體二次，然後將晶體在 110 $^{\circ}\text{C}$ 烘乾 30 分鐘。取出冷卻，精稱，放在濾紙裡的晶體，將其交給評閱人員。計算 NaHX (分子量：275.20g / 莫耳) 的產量百分比。

注意：你的產物 (NaHX) 的純度會影響你下一個實驗的結果。

實驗 2. : 分析：(共 30 點)

目的：利用光譜分析法，決定 H_2X 的平衡常數 K_{a2} 及 PK_{a2} 。

器具：7 量瓶 (100 cm^3)

2 燒杯 (50 cm^3)

1 毛細滴管 (巴斯德)

1 (滴管) 吸管 (10 cm^3 ; 刻畫區間為 0.1 cm^3)

1 洗瓶

1 玻棒

1 廢液收集瓶

漏斗

藥品：化合物NaHX

Na_2X 的水溶液 ($0.00100 \text{ mol} / \text{dm}^3$)

過氯酸鈉 (VII) 水溶液 ($1.00 \text{ mol} / \text{dm}^3$)

HCl 水溶液 ($0.1 \text{ mol} / \text{dm}^3$)

NaOH 水溶液 ($0.1 \text{ mol} / \text{dm}^3$)

實驗步驟：

(a) 精稱 $183.5 \pm 0.5 \text{ mg}$ 的 NaHX，將其置入一 100 cm^3 的量瓶，加水溶解，至刻度。取出其中的 15.0 cm^3 置入於另一 100 cm^3 量瓶，再加水至刻度，做為基本溶液，若你沒有自己合成的 NaHX，可向服務台的老師領取該化合物。

(b) 在另外五個 100 cm^3 量瓶，分別標上 1~5 的數字所裝的五種的溶液，都要符合下列條件：(1) $[\text{X}^{2-}] + [\text{HX}^-]$ 總濃度必需剛好都為 $0.000100 \text{ mol} / \text{dm}^3$ ；

(2) 每一溶液的過氯酸 (VII) 鈉的濃度，必須是 $0.100 \text{ mol} / \text{dm}^3$ ，以保持離子強度為一定值。以上溶液的配法：在 1~5 量瓶，量取精確體積的 NaHX 及 Na_2X 基本溶液，再加入所須的過氯 (VII) 酸鈉溶液，再加水至刻度。

— 溶液 1 是精確量取所需的 NaHX 基本溶液，加入約 3 cm^3 $\text{HCl}(\text{aq})$ 以保證在加過氯酸鈉以前有足夠陰離是以 HX^- 存在。

— 溶液 5 是精確量取，在我們已為你準備的 Na_2X 基本溶液，加入約 3 cm^3 的 NaOH 以保證加入過氯酸鈉以前，所有的陰離子以 X^{2-} 形式存在。

— 剩下的溶液 2 - 4，以下列 NaHX 和 Na_2X 基本溶液的比例，在加入過氯酸鈉以前，分別配製下列 2~4 的溶液。

溶液號碼	$\text{NaHX}(\text{aq}) : \text{Na}_2\text{X}(\text{aq})$
2	7 : 3
3	1 : 1
4	3 : 7

(c) 取你所配製的五種溶液瓶，到測 U.V. 及 pH 的二個服務台，由服務員代測 300—500 nm 的 UV 光譜及 pH 值，你可以觀看。

(d) 畫出吸收度和波長的關係，選擇適當的波長定每個溶液 H_2X 的 PKa_2 ，及吸收度。

(e)由 pH—吸收度數據，當離子強度 $I=0.1$ 及室溫 25°C)，計算 H_2X 的 PKa_2

$$\text{注意：} \text{Ka}_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{X}^{2-}]}{[\text{HX}^-]} = \frac{C_{\text{H}^+} C_{\text{X}^{2-}}}{C_{\text{HX}^-}}$$

$$\text{Ka}_2 = \frac{[A - A_{\text{HX}^-}][\text{H}^+]}{[A_{\text{X}^{2-}} - A]}$$

$$\text{或 } A = A_{\text{X}^{2-}} - (A - A_{\text{HX}^-}) \frac{[\text{H}^+]}{\text{Ka}_2}$$

$$\text{Pf}_{\text{H}^+} = \frac{0.509 \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}$$

(f)你所配製的那一個溶液的緩衝能力 (P) 最大？以適當的方法計算此緩衝能力 (P)

你可利用下列所給的方程式：

$$P = 2.3 \times \left\{ [\text{OH}^-] + [\text{H}^+] + \frac{\text{Ka} [\text{H}^+] C}{(\text{Ka} + [\text{H}^+])^2} \right\}$$

$$P = 2.3 \times \left\{ \frac{K_w}{[\text{H}^+]} + [\text{H}^+] + \frac{[\text{X}^{2-}][\text{HX}^-]}{C} \right\}$$

其中 C 為酸的所有濃度，且

$$K_w = 2.0 \times 10^{-14} \quad (I=0.1, 25^{\circ}\text{C})$$

附件二

探討實作：指示劑法與導電法滴定

編號：_____

姓名：_____

說明：現有一瓶已知濃度的 H_2SO_4 (0.01M)，今用來滴定未知濃度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，並進而求 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 。請依據下列指示，完成此二百分鐘的設計及實驗。

1. 初步實驗：

(1)取一試管，滴入約 0.5 cm 高的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，加入數滴硫酸，你看到什麼？_____。寫出其反應方程式_____ (4分)

(2)利用你的燒杯，分別測試下列各項：

① $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 BaSO_4 三種溶液的導電度。(3分)

結果： $\text{Ba}(\text{OH})_2$ _____。

BaSO_4 _____。

BaSO_4 _____。

② 以下溶液各取數滴，以酚酞試之。(3分)

結果： $\text{Ba}(\text{OH})_2$ _____。

BaSO_4 _____。

H_2SO_4 _____。

③ 試求 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 及 BaSO_4 在室溫的溶解度。(利用 10 ml 的飽和溶液)

結果： $\text{Ba}(\text{OH})_2$: 10ml 可溶 _____ 克 (5分)

BaSO_4 : 10ml 可溶 _____ 克 (5分)

2. 實驗設計：

試利用下法，設計二實驗由已知濃度之 H_2SO_4 滴定未知濃度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液。

(1) 色素指示劑滴定法

(2) 發光二極體導電指示劑滴定法 (已知 BaSO_4 之 K_{sp} 為 1.3×10^{-10}) (15分)

3. 滴定：

利用本實驗所供給之器材，自行組合你所設計之二組滴定裝置。你如何得知何時達滴定終點？(5分)

4. 實驗紀錄：

(1) 取用多少未知濃度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液？ _____ ml (2分)

(2) 達滴定終點時，你用了多少 0.01 M 之 H_2SO_4 溶液？ _____ ml

莫耳 (3分)

(3) 達終點後，繼續加入 H_2SO_4 有何現象發生？(4分)

色素指示劑滴定法：_____。

發光二極體導電指示劑滴定法：_____。

(4)一莫耳之 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 可和多少莫耳的 H_2SO_4 作用？_____。(2分)

(5)給你的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 之濃度為多少？(重複以上實驗2至3次，求 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 之平均濃度)(5分)

實驗數據1：_____ 實驗數據2：_____ 實驗數據3：_____

平均值：_____。

5.用滴定法求 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 之 K_{sp} ：

(1)自行配製飽和的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液。

(2)滴定前應如何處理 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液？為什麼要事先處理？(3分)

室溫：_____ °C (4分)

	第一次	第二次	第三次
$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液體積			
H_2SO_4 溶液體積			

計算：(10分)

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 之 K_{sp} ：_____。

6.(1)試說明發光二極體導電滴定指示法在用途上受到的限制。(5分)

(2)現有未知濃度之 NaOH 溶液，今如用發光二極體導電指示劑滴定法，試說明如何利用已知濃度之 H_2SO_4 滴定其濃度，其利弊各如何，試說明之。

(10分)

7.試比較及論說(1.(2).③與(4))所表示的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶解度之差異性。

(40分)