

臺北市立成功高級中學 113 學年度

第 1 次正式教師甄選【化學科】初試試題

請不要翻到次頁！

※請先目視確認准考證號碼是否與桌面、答案本上的准考證號碼是否一致無誤。

如有不同應立即請監試人員處理。使用非本人答案本作答者，不予計分。

請閱讀以下測驗作答說明

- 測驗時間90分鐘，鐘聲響起即可開始作答、鐘聲響畢請立即停筆。
- 考試結束，答案本和試題務必繳回，未繳回者以零分計算。
- 考試時發現試題本錯誤、缺漏、污損或印刷不清時，應立即舉手請監試人員處理。如屬試題疑義（如題意不清、資訊錯誤或遺漏等）則請依題意判斷。

請聽到鈴（鐘）聲響後再翻頁作答

※應考人請於鈴鐘響後、翻頁前，先填寫准考證後二碼 _____

參考資料：

說明：元素週期表（1~36 號元素）

1 H 1.0																2 He 4.0	
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

非選擇題（共 100 分）

一、填充題：共七大題，共 30 分。

答題注意事項：

(一)化學反應式均須平衡，違者以 0 分計算。

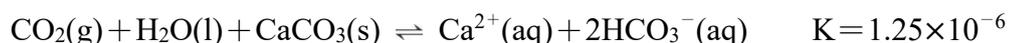
(二)除題目另有標記外，答案若非整數，不能整除者請以小數表示至小數點以下第一位。

1. 小功發現實驗室有一瓶標籤掉落的溶液，老師告訴小功這瓶溶液可能含有 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 和 NaOH 等物質。小功從瓶中取出 50.00 mL 溶液，加入數滴的酚酞指示劑後，以 0.10 M 的 $\text{HCl}(\text{aq})$ 進行滴定，加入 22.00 mL 滴定液時，到達滴定終點。另從相同的瓶中取 50.00 mL 溶液，加入甲基紅指示劑後，同樣地以 0.10 M 的 $\text{HCl}(\text{aq})$ 進行滴定，此時加入 49.00 mL 時，到達滴定終點。請根據上文，回答下列問題：

(1) 試問此瓶溶液中含有哪些成分？【3 分，全對才給分】

(2) 計算出溶液中這些成分的濃度為多少？【3 分，全對才給分】

2. 已知二氧化碳通入澄清的石灰水中可產生白色的碳酸鈣沉澱，但若通入過量的二氧化碳時，生成的碳酸鈣沉澱即轉變為碳酸氫鈣而溶解，反應式如下：



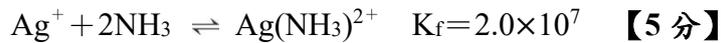
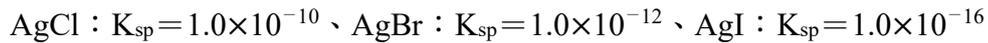
試求空氣—飽和碳酸鈣水溶液的 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 的體積莫耳濃度為多少？

（已知：當時 CO_2 的分壓 = 4×10^{-4} atm； CaCO_3 的 $K_{\text{sp}} = 4.0 \times 10^{-9}$ ）【3 分，全對才給分】

3. 將鋁粉與氫氧化鈉混合，再與水充分反應。此反應可用作水管阻塞時的疏通劑，已知：
 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 、 $\text{NaAl}(\text{OH})_4(\text{aq})$ 之 ΔH_f° 分別為 -470 kJ/mol 、 -286 kJ/mol 、 -1133 kJ/mol 。
 請根據上述資訊，回答下列各題：（原子量： $\text{Na}=23$ ， $\text{Al}=27$ ）
- (1) 寫出此反應的淨離子反應式。【3分】
- (2) 計算出該反應式之 ΔH° 為多少 kJ/mol ? 【3分】
4. 已知實驗室中有三種不同濃度的 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ，小成取其體積比為 $2:3:1$ ，恰好可分別與相同莫耳數的 $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ 、 $\text{Fe}(\text{s})$ 和 $\text{Al}(\text{s})$ 完全反應，試問此三種 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 的體積莫耳濃度比為多少？
 【3分】
5. 某科學家發現某化合物Z，經檢測後，它是一種熱力學不穩定的化合物，相當難以製備，然而在沒有空氣和水的情況下，科學家已經可以合成少量的Z。已知此化合物Z僅含有I和Fe兩種元素，試利用下列半反應和電位大小，預測此化合物的化學式為何？【3分】
- $$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^- \quad E^0 = 0.535 \text{ V}$$
- $$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+} \quad E^0 = 0.770 \text{ V}$$
6. 已知甲、乙、丙是週期表上相鄰的三種元素，甲與乙是同週期的元素，乙與丙是同族的元素。請回答下列問題：
- (1) 甲、乙、丙的原子序之和為27，請依甲、乙、丙順序，寫出符合上述條件的非金屬元素符號。【請以(○、○、○)型式表示，3分】
- (2) 若此三種元素均為金屬，請由大至小排列原子半徑大小。【請以元素符號表示，3分】
7. 魯夫設計了下列測定硝酸鉀溶解度的實驗，他的實驗時過程與實驗紀錄如下：
- 製備室溫下硝酸鉀的飽和溶液：在定量水中加入 KNO_3 固體，邊加邊攪拌，直到有未溶解的固體。
 - 把製備好的飽和溶液（不含未溶解的固體）倒入蒸發皿中，稱量蒸發皿和飽和溶液的總質量為 x 克。
 - 把蒸發皿放在鐵架的鐵圈上，用酒精燈加熱，同時用玻棒不斷地攪拌，直到水分全部蒸發為止。
 - 用電子天平稱量蒸發皿和蒸發皿中固體的總質量為 y 克。
 - 用電子天平稱量空蒸發皿的質量為 z 克。
- 根據實驗得到的資料，計算室溫下硝酸鉀的溶解度（ $\text{s}/100\text{g}$ 水）為多少？
 【請以 x 、 y 、 z 表示，3分】

二、簡答題：共四大題，共 20 分。

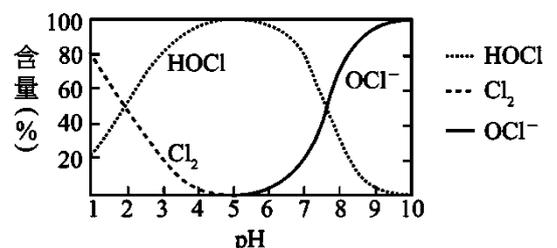
1. 試解釋為何氯化銀 (AgCl) 能溶於 6 M 的濃氨水，而碘化銀 (AgI) 卻無法溶於濃氨水？



2. 藍印術實驗：將草酸鐵鉀 (potassium ferrioxalate) 放置在酸性條件下，草酸根離子會形成草酸分子而失去配位基功能，其錯合物結構瓦解，鐵(III)離子就被釋出，鐵(III)離子與草酸開始發生光催化反應①，故草酸鐵鉀必須隔離光線與酸性物質來收藏；若鐵(II)離子與赤血鹽相遇，則會形成深藍色的沉澱物②，此時，利用晒圖製版印刷的技術，就可以做出藍底白線條的圖案，此稱為藍晒圖。試寫出上述反應①和②的化學方程式，並平衡之。【5 分】

3. 最廣為人知的一種家用次氯酸鹽消毒劑 (漂白水) 就是次氯酸鈉 (NaClO)。請說明如何利用碘滴定法來測量漂白水中的次氯酸根含量。【5 分】

4. 新冠病毒猖獗，使用含氯的非酒精性消毒劑甚多，也常發生意外。右圖為定溫下，某濃度的溶液中 Cl_2 、HOCl 及 OCl^- 三個物種的含量 (%)，隨 pH 值不同而變化的曲線。試說明隨著 pH 值增加， Cl_2 含量為何會逐漸下降，但是溶液 pH 值上升達一定值後， OCl^- 含量逐漸增加？【5 分】



三、課程與實驗教材說明：共兩大題，共 25 分。

1. 2018 公布的十二年國民基本教育課程綱要中，最令人注目的就是其強調核心素養的教學。自然領域課程綱要中，關於模型有許多相關的內容說明：

(1) 探究學習內容—「論證與建模」：

要求學生能夠「整理分析數據並提出或結論或找出解決方案，以及模型來呈現、預測各變項（或因素）之間的關係。檢視資料數據與其他研究結果的異同，以提高實驗或探究結果的可信度，並察覺所建立的模型的限制」。

(2) 普通型高中必修課程學習重點—探究能力的學習表現：

「能依據科學問題自行運思或經由合作討論來建立模型，並使用例如：「比擬或抽象」的形式來描述一個系統化的科學現象。進而能分析各種模型的特性，且了解模型可隨著對科學事物複雜關係的認知增加來修正。」

(3) 普通型高級中等學校加深加廣選修課程—有機化學與應用科技（科學、科技、社會及人文）的學習內容提及「科學模型的特性與演變」。

依據自然科學探究與實作的學習內容，試以現行高中化學課程內容的模型做為範例（原子模型除外），向學生說明科學模型的特性與演變等相關內容，以及模型如何應用於實際的學習情境中。

【10 分】

2. 阿斯匹靈（aspirin）對許多人而言並不陌生，它是對抗疼痛發燒的藥物。近來亦發現它能防治心血管疾病，並有研究指出它是具有抗癌及抗阿茲海默症潛力藥物。

(1) 請依照高中加深加廣選修化學的實驗課程內容，說明製備阿斯匹靈的過程與相關原理。

【10 分】

(2) 若小成於實驗中遇到下列的狀況：

① 實驗攪拌混合溶液時發現溶液有突沸的現象，以致溶液濺出。

② 實驗過程中並沒有產生預期的白色固體（阿斯匹靈），卻發現實驗過程中產生類似油狀的物質。

請問你能舉出可能在哪一個實驗步驟會發生上述的這些現象，以及如何對學生解釋其原因？

【5 分】

四、素養題命題：共兩大題，共 15 分。

1. 請閱讀下列文章，依據文章的內容，以「大學學測」的形式與範圍命題，題幹可利用文章改寫的形式來說明，命題形式以一題的多重選擇題的形式，並須給正確答案與詳解。【5 分】

沖出好咖啡關鍵要素「手沖咖啡萃取原理」介紹

咖啡萃取是一種藉由水通過咖啡粉，溶解而萃取出咖啡粉中物質的過程，也是一種可被實驗的科學原理。在水與咖啡粉接觸之時，大部分的水溶性物質都會被帶出並相互融合，進而萃取出不論完美與否的各種咖啡風味，最終才得以沖煮出一杯咖啡。

咖啡萃取是一個複雜的化學變化，烘焙狀態、豆粉調配、萃取粉量和水量...等參數的不同，都會成為改變咖啡香氣的因素，「但凡事想要沖煮一杯咖啡就需要粉和水的融合」，而完美的咖啡萃取，有助於提升品飲者的味蕾感受，因此，水穿透咖啡粉這件事，便成為影響咖啡萃取的關鍵動作。

一般來說，咖啡萃取最先被釋出的就是咖啡香氣和酸感，這也是為什麼水一通過咖啡粉層，空氣中就飄散著滿滿的咖啡香味，而於中後調才會陸續帶出甜感和苦感，不過，若過度萃取（超出萃取後調的時間），則會擁有過重的苦味和澀感，導致咖啡最終的風味過於濃稠且空洞，此外，咖啡顆粒如果過細，也較容易過度萃取（因為咖啡顆粒很快就被萃取完，如水分尚未穿透，就會變成浸泡）；反之，咖啡顆粒過粗，則容易萃取不足（因為與水尚未完整接觸之時，水就已經完全滲透），所以，針對不同沖煮方式，搭配適合的咖啡粉粗細度和各項參數，才能將咖啡的萃取完美詮釋。

參考網址：<https://blog.idrip.coffee/pourover-coffee-extraction/>

2. 請閱讀下列文章，依據文章的內容，以「分科測驗」的形式命題，題幹可利用文章改寫的形式來說明，命題形式以兩小題的非選擇題的形式，並須給正確答案與詳解。【10 分】

【2003 諾貝爾化學獎】細胞膜的分子通道—蔡蘊明譯

早在 19 世紀中葉，人們就知道細胞一定有一個管道讓水與鹽類流通。在 1950 年代中期，發現有一個只能讓水分子迅速進出細胞的通道存在，在這之後的三十年間，透過詳細的研究，結論是一定有某種選擇性的過濾裝置能阻斷離子通過細胞膜，但卻能讓中性的水分子自由通過，而且每分鐘有成千上萬的水分子通過一個單一的通道！

雖然知道這些，但一直等到 1992 年都尚無人能指出這個分子機器到底長相如何；換言之，就是能找到一個或多個蛋白質所構成的真正通道。在 1980 年代中期，Peter Agre 研究紅血球細胞上的各種細胞膜蛋白質（插在細胞膜上），他也在腎臟中發現一個同類型的蛋白質，在解開了這個蛋白質的序列以及相對應的 DNA 序列之後，他體認到這一定就是在他之前的眾多學者所搜尋的那個蛋白質：細胞的水通道。

Agre 利用一個簡單的實驗(圖 1)來測試他的假設，在此實驗中，他比較含有此膜蛋白與不含此膜蛋白的細胞，當這些細胞放入水中時，那些含有此膜蛋白的細胞因為滲透壓之故會吸收水分而漲大，而那些沒有此膜蛋白者則聞風不動。Agre 又利用一種稱為 liposome 的人造細胞來測試，那是一種內外都是水的一種肥皂泡泡，他發現當此肥皂泡的膜上植有此膜蛋白時，水就可以自由進出。

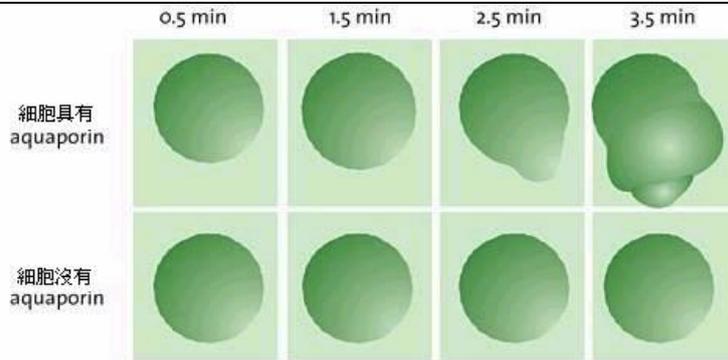


圖 1. Agre 在含有 aquaporin 與不含 aquaporin 的細胞所做的實驗。

要有 aquaporin 在細胞膜上才能吸水而脹大。

由於 Agre 知道汞離子會阻礙細胞吸收及釋放水，因此他也證明了這個他所發現能控制水進出細胞的蛋白質，也會因為汞離子的存在而無法讓水通過。這使得他更確定這個蛋白質就是真正的水通道，他命其名為 aquaporin，即“水洞”之意。

一個結構與功能的問題：水通道如何運作？

在 2000 年，透過與其他研究團隊的合作，Agre 發表了一個 aquaporin 的高解析度 3D 圖像，藉這些數據，就能按圖索驥，仔細的描繪出一個水通道是如何運作的（圖 2）。為何它只讓水通過而不讓其它的分子或離子放行？例如細胞膜是不允許質子（ H^+ ）滲漏的，這點非常重要，因為細胞就是靠著內外質子濃度的差異來維持細胞能量儲存的系統。

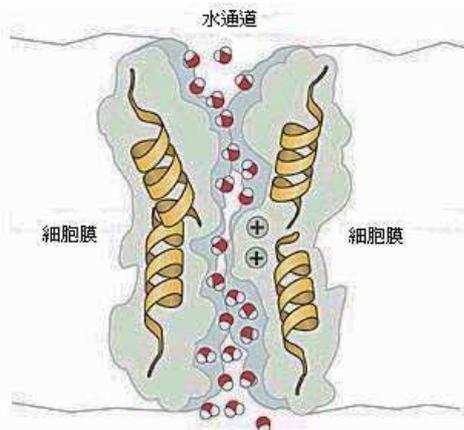


圖 2. 水分子通過 aquaporin AQP2。由於通道中心的正電荷，如 H_3O^+ 般

帶正電荷的離子會被驅逐，這可避免質子的滲漏。

選擇性是這個通道的主要性質，水分子必須順著由構成通道壁的原子所形成的電場方向，鑽過一個狹窄的通道，質子（ H_3O^+ ）將會在中途因為其所帶的正電荷而被驅逐。

在過去十年裡，水通道已發展成為一個不斷被討論的研究領域。大家發現 aquaporin 是屬於一個蛋白質家族的成員，它們存在於細菌與動植物中；僅在人體就發現至少有七種不同的變體。

摘錄：<https://teaching.ch.ntu.edu.tw/nobel/2003>

五、計算與問答題：共兩大題，共 10 分。須詳列計算過程或理由。

1. 化學實驗室常會使用一些玻璃度量儀器。當我們需要準確測量液體體積時，應先查驗這些儀器的準確性，若其容積與刻劃標線不一致時，則應該進一步校正之。小成為分析某 NaOH(aq)的濃度，細心地校正了酸鹼滴定管，表 1 為小成的實驗結果，已知當時實驗時室溫為 26°C，總校正誤差為該區間與其上各區間之各別校正誤差之和。

表 1 以 26°C 水校正滴定管至 20°C 時體積的實驗結果

測量區間	滴定管讀值 (mL)	滴定體積讀值 (mL)	總重量 (g)	重量差 (g)	20°C 下真實體積 (mL)	校正誤差值 ΔV (mL)	總校正誤差 (mL)
開始	0.03	—	36.430				
0~10	10.04	10.01	46.421	9.991	10.03		
10~20	21.01	9.97	56.379	9.958	10.00		
20~30	30.01	10.00	66.357	9.978	10.02		
30~40	39.98	9.97	76.278	9.921	9.96		
40~50	50.00	10.02	86.289	10.01	10.05		

若是小功同學向小成借這支滴定管進行酸鹼滴定，已知滴定管初體積為 10.40 mL，終點體積為 41.36 mL，則經校正過後之滴定體積為何？【5 分】

2. 某日，高三的小成在電視上看到一則「伊是阿芬」廣告，內容介紹乙醯胺酚 (Acetaminophen) 是一種可用於治療疼痛與發燒的藥物。若是準備申請入學的小成嘗試以高中加深加廣選修化學所學習的內容來製備乙醯胺酚，以苯酚為出發點，最後合成乙醯胺酚，小成可以採取什麼的方式來合成乙醯胺酚，請寫出其反應過程的相關反應式？【5 分】

