

國立嘉義高級中學 113 學年度科學班甄選入學科學能力檢定-化學科能力檢定試題

作答與計分方式：

答案請依題號填寫於答案卷上。

本份試卷共 22 題，總分共 100 分。

參考資料：原子量：H=1，C=12，N=14，O=16，Na=23，Al=27，Cu=64，Zn=65，Ba=137。

一、單一選擇題 (第 01.~06.題，每題 5 分，共 30 分)

01. 依物質的組成成分可將其區分為純物質和混合物，其中純物質又可分為元素與化合物，下列相關的敘述，何者正確？
(A)石油分餾後可得到柴油，表示柴油為純物質
(B)水電解可得氫氣與氧氣，表示水為氫與氧元素形成之化合物
(C)某物質燃燒後可得到二氧化碳與水蒸氣，表示某物質必為混合物
(D)碳酸鎂遇熱會分解產生氧化鎂與二氧化碳，表示碳酸鎂為混合物
(E)石灰水無法利用過濾的方式分離出兩種以上物質，表示石灰水為化合物。
02. 為了避免過濾操作的錯誤或產生不必要的誤差，在操作要點上，對裝置有所謂的「一貼二低三靠」，如濾紙邊緣應比漏斗口稍「低」。下列選項中，何者不在「一貼二低三靠」的要點中？
(A)眼睛視線應比漏斗口「低」
(B)玻棒應斜「靠」在濾紙處
(C)濾紙須緊「貼」漏斗內壁
(D)漏斗頸部末端應緊「靠」在燒杯內壁
(E)傾倒液體時手持的燒杯口要緊「靠」玻棒。

03.~04.題為題組

漂白劑依作用方式可分成氧化型漂白劑和還原型漂白劑。

一、氧化型漂白劑：可分為氯系漂白劑和氧系漂白劑。

A. 氯系漂白劑具有很強的氧化能力，漂白效果較強，殺菌、除臭的效果亦佳，可用於環境消毒，但不適用於絲綢、羊毛及花色衣物，常見的氯系漂白劑有：次氯酸鈉 NaOCl 、次氯酸鈣 Ca(OCl)_2 、氯化次氯酸鈣 Ca(OCl)Cl 及二氧化氯 ClO_2 等。市售的氯系漂白劑以次氯酸鈉 NaOCl 最為廣泛，製備方法為氯氣通入氫氧化鈉水溶液中而得，反應式表示如下： $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaOCl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ，此為可逆反應，若在酸性條件下，會產生高毒性的氯氣 Cl_2 及次氯酸 HOCl ，因此氯系漂白劑一般需保持於鹼性環境中，而不能加入酸性物質，以免造成傷害。

B. 氧系漂白劑的漂白力較溫和，絲綢、羊毛及花色衣物均可安心使用，常見的氧系漂白劑為過氧化氫 H_2O_2 、過碳酸鈉 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ 及過硼酸鈉 $\text{NaBO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 等。市售的氧系漂白劑成分以雙氧水居多，雙氧水在金屬離子存在下會分解為氫氧自由基，反應式表示如下： $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{OH} + \text{OH}^- + \text{Fe}^{3+}$ ，氫氧自由基氧化能力極佳，可用於漂白衣物及殺菌，且不易使花色衣物褪色，商業上常稱為增豔漂白水。

二、還原型漂白劑：

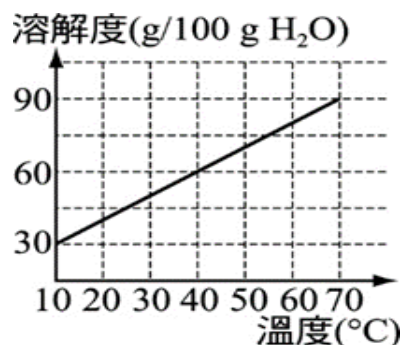
還原能力佳，與清潔劑併用，可漂白衣物的黃斑和茶垢，但處理後若再接觸空氣，易再次氧化，而使汙漬重現。亦常使用於蔬果的防腐與漂白，例如：豆芽、金針乾、金棗、柿餅、葡萄乾及其他果乾，常見的還原型漂白劑成分主要為二氧化硫及其他含硫鹽類，例如：亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、亞硫酸鉀、連二亞硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 及焦亞硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 等。

根據上文，回答下列各題：

03. 下列哪一選項的敘述最合理？
(A)氯化次氯酸鈣可用來漂白花色襯衫
(B)將次氯酸鈉與檸檬酸併用，可提升清潔效果且安全無虞
(C)二氧化氯水溶液可作為消毒劑，當氧化劑，可起還原反應
(D)市售增豔漂白水的主要成分為二氧化硫，本身會失去電子起氧化反應
(E)洗衣時，若添加亞硫酸鉀水溶液來去除咖啡漬，漂白後，可使衣物常保潔白。
04. 二氧化氯在極低的濃度 0.5~1.0 mg/L 時，1 分鐘內能將水中 99% 的細菌殺滅，滅菌效果為氯氣的 10 倍。常見的二氧化氯藥片重 1.0 g，其中二氧化氯的含量是 12%。則使用重 1.0 g 的藥片來配製 0.6 ppm 的消毒水，需水量為多少 L？（設消毒水與水的密度皆為 1.0 g/cm³）
(A) 0.2 (B) 0.5 (C) 20 (D) 50 (E) 200。

05.~06.題為題組

附圖是某鹽類 X 的溶解度對溫度曲線圖，已知 X 中所有原子之原子量總和 = 60：

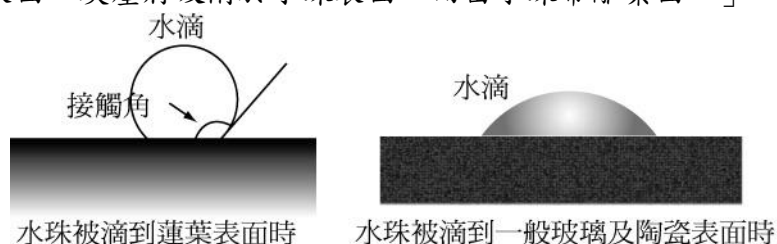


05. 在 40°C 時，X 的飽和溶液體積莫耳濃度為多少 M？(假設溶液的密度 = 1 g/cm³)
(A) 6.25 (B) 7.89 (C) 10 (D) 10.5 (E) 15

06. 在 70°C 下，1140 克之飽和溶液冷卻至 10°C 時，可析出 X 物質幾克？
(A) 120 (B) 240 (C) 360 (D) 400 (E) 480

二、多重選擇題 (第 07.~08.題，每題 5 分，答錯一選項扣 2 分，該題題分扣完為止，共 10 分)

07. 「蓮花能出淤泥而不染、水珠不會分散的原因是蓮葉表面有自然的微小奈米級顆粒，讓汙泥、水粒子不容易沾附表面，這是自然界中有名的蓮花效應(Lotus effect)。原來在蓮葉葉面上存在著非常複雜的多重奈米和微米級的超微結構。在高解析電子顯微鏡下可以清晰看到，在蓮葉葉面上布滿著一個挨一個隆起的「小山包」，它上面長滿絨毛，在「山包」頂又長出一個饅頭狀的「碉堡」凸頂。因此，在「山包」間的凹陷部分充滿著空氣，這樣就在緊貼葉面上形成一層極薄，只有奈米級厚的空氣層。這就使得在尺寸上遠大於這種結構的灰塵、雨水等降落在葉面上後，隔著一層極薄的空氣，只能與葉面上「山包」的凸頂形成幾個點接觸。此亦即蓮葉表面有許多粗糙而且排水的結構。當一顆 10 μ L 的水珠被滴到蓮葉表面，其接觸角可高達 160° (附圖)，可見其排水性良好。當蓮葉表面受到灰塵汙染時，當有水珠滾過蓮葉表面，灰塵將吸附於水珠表面，而由水珠帶離葉面。」



下列有關此段文字的敘述，哪些正確？

- (A) 1 微米 = 10³ 奈米
(B) 灰塵、雨水等的顆粒大小都是屬於奈米級
(C) 蓮花之所以可以排除灰塵，是因表面有微小奈米級顆粒結構
(D) 通常水珠被滴到一般玻璃及陶瓷表面之接觸角為 160°~180°
(E) 雨水降落在蓮葉表面上後，完全不會接觸到蓮葉上的奈米結構。
08. 為有效促使廢食用油的再利用，環保署列管全國大型連鎖速食店的廢食用油，用來提煉生質柴油。所謂生質柴油是以各種動植物油脂為原料，經過轉酯化反應、中和、水洗及蒸餾之後，所形成的一種脂肪酸甲酯，例如將廢食用油、氫氧化鈉、甲醇加熱可製得生質柴油和甘油。它不僅有替代柴油燃料的功用，具有生物可分解和無毒等特性，更可大幅降低柴油引擎所排放的黑煙、未燃碳氫化合物、一氧化碳、以及多環芳香烴等毒性物質。
已知生質柴油熱值為 36000 kJ/kg，石化柴油熱值 46000 kJ/kg，(註：單位質量的燃料完全燃燒時所放出的熱量。)
若兩者密度皆約 0.80 g/cm³，假設生質柴油主要為油酸甲酯(C₁₇H₃₁COOCH₃)，石化柴油主要為十六烷(C₁₆H₃₄)。

下列敘述何者正確？

- (A) 生質柴油屬於一種再生能源
(B) 每公升生質柴油燃燒時所釋放的二氧化碳較石化柴油少
(C) 每公升生質柴油燃燒時所釋放的二氧化碳約為 51.7 mol
(D) 分別燃燒一莫耳油酸甲酯與十六烷，十六烷所消耗的氧氣較多
(E) 若在石化柴油中添加 2%(W%)的生質柴油，熱值約為 43000 kJ/kg。

三、非選擇題 (第 09.~17.題，每題 5 分；第 18.~22.題，每題 3 分，共 60 分)

09. 取 2.7 克的 Al 與 5 M 的 NaOH 溶液 10 mL 反應，反應方程式如下：



試問：可產生多少莫耳的氫氣？

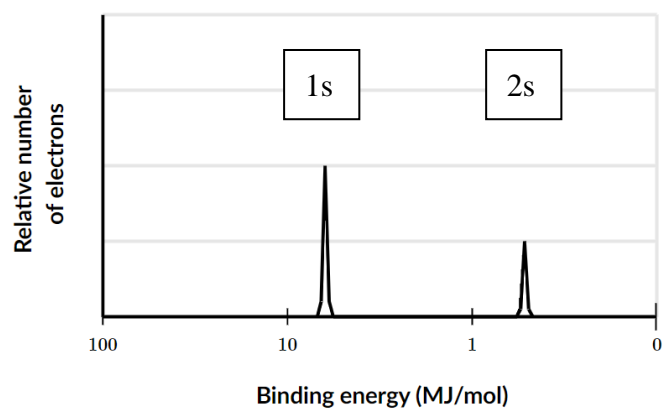
10. 光電子能譜儀(Photoelectron Spectroscopy, PES)是一種表面化學分析技術，是用來分析材料表面的電子結構與化學組成的重要方法。光電子能譜儀技術是基於光電效應，這是由愛因斯坦在 1905 年首次描述的物理現象。光電效應的內容如下：當金屬中的電子受到足夠輻射的光照射時，這些電子會從金屬表面脫離。如果知道脫離電子(稱為光電子)的動能和入射光的能量，就能計算出固體金屬中電子的能量，再推得各軌域中電子的相對數量。

光電子能譜實驗的數據通常以各軌域中光電子的相對數量與結合能(binding energy)作圖呈現，結合能在原子尺度上，是指使原子分解為電子和原子核所需的能量，通常以每莫耳之電子伏特(eV)或兆焦耳(MJ)為表示單位。為了協助解釋數據與視覺方便性，元素的 PES 圖譜通常繪製成橫軸右方為結合能較低的方向，因此即可將左下方繪圖原點視為原子核的位置。

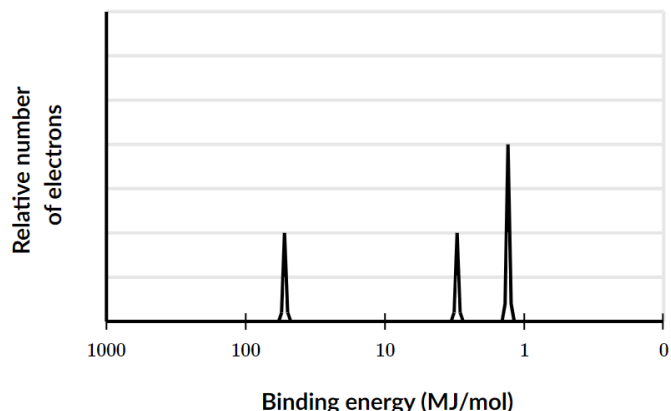
典型 PES 圖譜在不同結合能處會有峰值，這是由於原子之特定軌域中的電子具有相同的結合能，因此每個峰值對應於不同軌域中的電子。由峰值對應到的結合能可得知從此軌域中移除一個電子所需的能量，而峰值的強度則可得知軌域中電子的相對數量。

圖譜解釋範例為：一基態元素的 PES 圖譜如右上圖，其顯示了兩個峰值，可推斷此元素有二個有填電子的軌域，橫軸由左至右所對應到的軌域分為 1s 與 2s。

此外 1s 峰值強度是 2s 峰值強度的兩倍，因此可推斷 1s 內的電子數是 2s 的兩倍，即可推出此元素之電子組態為 $1s^2 2s^1$ ，則可得此為之元素為鋰(共有 3 個電子)。

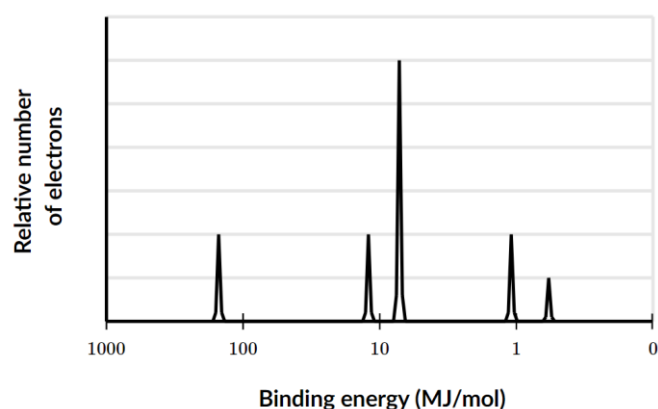


再舉例，右下圖有三個峰值，因此可推斷此元素有三個有填電子的軌域，橫軸由左至右所對應到的軌域分別為 1s、2s 與 2p。而峰值強度為 1：1：2，由此可推得三個軌域內的電子數為 2、2、4，所以電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^4$ ，此為基態氧原子(共有 8 個電子)的 PES 圖譜。



試問：

下圖為某未知基態元素的完整 PES 圖譜，試推斷此元素為何？(請以元素符號作答)



11. 某同學使用如圖所示之裝置步驟，分析鋅銅合金的組成，其步驟如下：

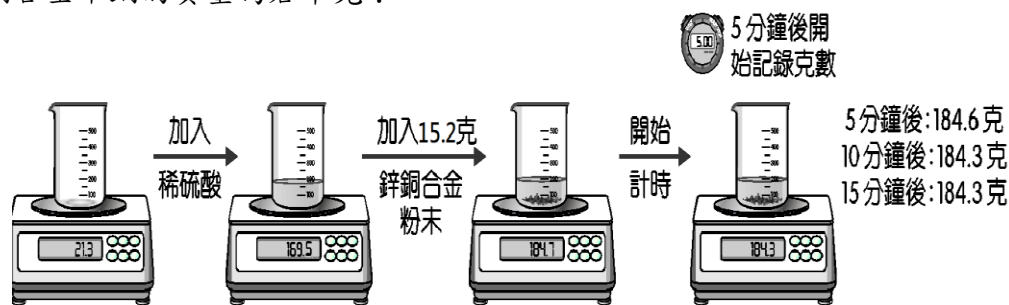
I、將空燒杯置於電子天平上，此時電子天平讀數為 21.3 克。

II、承 I，取足量稀硫酸，加入燒杯中，此時電子天平讀數為 169.5 克。

III、承 II，取 15.2 克鋅銅合金粉末，加入燒杯中，並開始計時。

IV、承 III，加入合金後 5 分鐘，電子天平讀數為 184.6 克；加入合金後 10 分鐘，電子天平讀數為 184.3 克；加入合金後 15 分鐘，電子天平讀數為 184.3 克。

試問：鋅銅合金中銅的質量為若干克？



12. 反應速率與濃度及接觸面積的關係(均為正向關係)

已知金屬鋅與鹽酸之反應速率和鹽酸濃度平方成正比。

實驗一：

若把右圖(一)金屬鋅的立方體溶於 2 M HCl 溶液中，所需時間為 600 s；

而將右圖(二)金屬鋅的立方體共 1000 個溶於同體積、1 M HCl 溶液中，所需時間為 240 s。

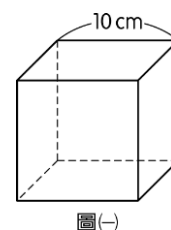
實驗二：

若在相同條件(同溫)下，由實驗一獲得反應速率與接觸面積的關係；

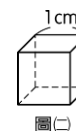
今將一長、寬、高分別為 12、9 和 6 公分的金屬鋅與 2M HCl 溶液反應，完全溶解所需時間為 560 s；

另取一相同大小的金屬鋅，若將長、寬、高各邊分別以 3 等分、5 等分及 6 等分分割，

試問：此時將分割後的金屬鋅，全部與同體積、2 M HCl 溶液反應，所需時間為若干秒？



圖(一)



圖(二)

13. 鍵線式是一種簡單的有機物繪圖表示方式，用繪圖方式繪出化合物骨架，骨架的交點及末端都代表一個碳原子，氫原子可能會標示出來，但因有機化合物中碳幾乎都是四價，也可能省略。由於有機化合物中幾乎都依照碳四價、氧二價、氫一價的原則繪製。在有機化學中，官能基(functional group)，其可引發分子的特徵性化學反應。官能基的原子或原子團決定了有機化合物的化學性質。

酯化反應一般是可逆反應。一般是指醇和酸作用，生成酯和水的一種有機化學反應。

例如：脂肪就是一種酯，酯可以經水解再分解為醇和酸。

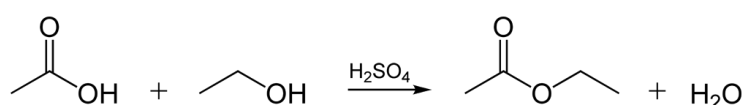
一般的脂肪是三酸甘油酯，是由甘油(丙三醇)和脂肪酸(有機羧酸)合成的。

也可說是 A 酸與 B 醇會產生 A 酸 B 酯與水。

Fischer 酯化反應：傳統的酯化技術是用酸和醇在酸(常為濃硫酸)催化下加熱回流反應。

濃硫酸的作用是催化劑和脫水劑；也可以除去反應的副產物水，提高酯的產率。

乙酸乙酯的有機反應機構如下圖，也就是「酸出羥基，醇出氫」生成水。



試問：請以鍵線式畫出無色有果香味的丙酸甲酯？

14. 物質分離的方法，隨著混合物的狀態與組成不同，包含蒸餾、分餾、結晶、過濾、色層分析等。

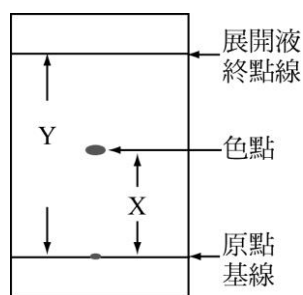
濾紙色層分析主要部分為固定相(濾紙)與移動相(展開液)。

待分離試樣加入後，藉由移動相流經固定相，因試樣與移動相和固定相之間作用力的不同，而分離出各成分物質。

科學家提出了 R_f 值(retention factor)的概念，其定義如下(式 1)。

分離時，因待測物有其特定的 R_f 值，藉由對照比較標準物與待測物之間的 R_f 值，即可初步得到辨別待測物的訊息。

一般而言，在條件不變之下，待測物之間的 R_f 值相差愈大，會具有較佳的分離效果。



$$R_f = \frac{\text{待測物在濾紙上升的高度}}{\text{展開液上升的高度}} = \frac{X}{Y} \quad (\text{式 1})$$

X：待測物從原點上升的距離

Y：展開液從原點至終點距離

(圖：濾紙色層分析 R_f 值示意圖)

想藉由濾紙色層分析法，檢定 A、B、C、D 四種色素。

在未知物色素檢測前，先以標準物與展開液作空白試驗，其簡述步驟如下：

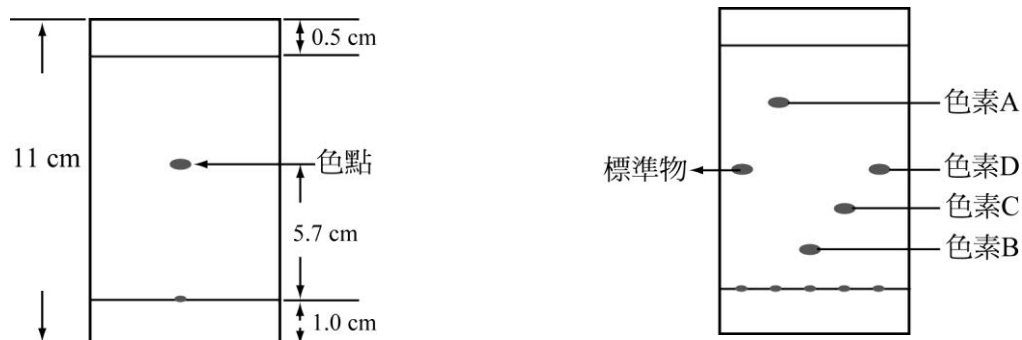
步驟 1：先將標準液，以毛細管吸取，然後標記在濾紙原點的基線上，

另外將配好的展開液，取適量放入 500 mL 燒杯中，再將濾紙垂直正立放入展開液並蓋上培養皿，當液體上升至展開液終點線時，取出濾紙，以吹風機吹乾，可得實驗結果如下圖左。

步驟 2：再將待檢定的 A、B、C 及 D 四種色素配置成溶液，

以毛細管吸取標準液及 A、B、C 及 D 四種溶液，分別標記在濾紙原點的基線上。

重複步驟 1 流程，觀察並記錄各種色素於濾紙的移動情形，得到結果如下圖右。



根據上述實驗結果得知色素 D 與標準液可能是同一物質。

試問：色素 D 的 R_f 值為何？

15. ABS 工程橡膠(Acrylonitrile Butadiene Styrene 的字首縮寫)是由丙烯腈($\text{CH}_2=\text{CHCN}$)、

1,3-丁二烯($\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$)及苯乙烯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$)三種單體依一定比例共聚而成，經電鍍處理後，常作為電器用品的外殼或旋鈕。現有某一 ABS 的樣品，經由元素分析得知其實驗式為 $\text{C}_{23}\text{H}_{25}\text{N}$ ；

試推算：

此樣品中丙烯腈、1,3-丁二烯、苯乙烯三者的最簡單混合莫耳數比(丙烯腈：1,3-丁二烯：苯乙烯)為何？

酸鹼中和滴定實驗

藥品：濃硝酸(比重 1.5、濃度 63%)、氫氧化鋇、酚酞、水(密度為 1.0 g/mL)

實驗步驟：

步驟 I：取一 100 mL 的(儀器 A)，先倒入 30 mL 的水；

步驟 II：組裝(儀器 B)與安全吸球，吸取濃硝酸 10 mL，置入 100 mL 容量瓶內，再加入水至刻度；

步驟 III：將配置好的硝酸水溶液利用漏斗，倒入滴定管中，設定好實驗裝置；

步驟 IV：秤取氫氧化鋇 X 克，置入(儀器 C)，加 45 mL 水溶解；

步驟 V：用滴管吸取酚酞加入 Y 容器 2~4 滴；

步驟 VI：開始滴定，當達當量點時，得使用硝酸水溶液為 20 mL。

試問：

16. 當達當量點時，將液體蒸發，所得鹽類的重量有若干克？(四捨五入寫至小數點後第 1 位)

17. 若稀釋後的硝酸水溶液比重為 1.05，則稀釋過程中加入多少 mL 的水？

18. (儀器 C)中文名稱為何？

19. 稀釋後的硝酸水溶液體積莫耳濃度為何？

20. 當達當量點時，混合溶液的顏色為何？

蒸餾，是利用物質揮發性的差異，將液體經過加熱得到充分的熱能，在它的沸點完全汽化，然後經由冷凝管冷卻，凝結成為液體，而達到分離收集的目的。包括汽化(vaporize)、凝結(condense)與收集(collect)三個程序。這項技術是純化與分離物質所常用的方法之一。

蒸餾的方式，包括：

簡單蒸餾、分餾(fractional distillation)、減壓蒸餾(vacuum distillation)及蒸汽蒸餾(steam distillation)等。

簡單蒸餾可用於檢測液體的純度，因為一個純物質，在定壓下必有一個固定的沸點。

也可用於分離揮發性的液體與非揮發性的物質；

或是分離兩種或兩種以上沸點差異很大(約 20°C)的液體混合物。

實驗儀器：

加熱包、圓底蒸餾瓶、磨砂口夾、三叉連接管、溫度計、冷凝管、連接彎管、錐形瓶量筒、血清瓶塞、沸石、漏斗

試問：請畫出(21.)圓底蒸餾瓶與(22.)冷凝管的儀器圖形？

試題結束

國立嘉義高級中學 113 學年度科學班甄選入學科學能力檢定

化學科能力檢定參考答案

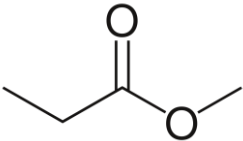
一、單一選擇題(第 01.~06.題，每題 5 分，共 30 分)

01.	02.	03.	04.	05.	06.
B	A	C	E	A	C



二、多重選擇題 (第 07.~08.題，每題 5 分，答錯一選項扣 2 分，該題題分扣完為止，共 10 分)

07.	08.
AC	ABC

三、非選擇題 (第 09.~17.題，每題 5 分；第 18.~22.題，每題 3 分，共 60 分)

09.	10.	11.	12.	13.
0.075 mol	Al	2.2 g	112 s	

14.	15.	16.	17.
0.6	1 : 1 : 2	3.9 克	90 mL

18.	19.	20.	21.	22.
錐形瓶	1.5 M	無色	 蒸餾瓶	

國立嘉義高級中學 113 學年度科學班甄選入學科學能力檢定

化學科能力檢定答案卷

一、單一選擇題(第 01.~06.題，每題 5 分，共 30 分)

01.	02.	03.	04.	05.	06.

二、多重選擇題 (第 07.~08.題，每題 5 分，答錯一選項扣 2 分，該題題分扣完為止，共 10 分)

07.	08.

三、非選擇題 (第 09.~17.題，每題 5 分；第 18.~22.題，每題 3 分，共 60 分)

09.	10.	11.	12.	13.

14.	15.	16.	17.

18.	19.	20.	21.	22.