

111年公務人員特種考試司法人員、法務部調查局  
調查人員、海岸巡防人員、移民行政人員考試及111年  
未具擬任職務任用資格者取得法官遴選資格考試試題

考試別：調查人員  
等 別：三等考試  
類 科 組：化學鑑識組  
科 目：儀器分析  
考試時間：2 小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

※本試題單一大題（或子題）可能有多元答案。考生在不同大題及其子題的答案所討論之特定的儀器分析方法或偵測器，在答案卷中均不得重複，如有重複僅對答案卷中第一次出現之特定的儀器分析方法或偵測器的答案計分。不同大題及其子題中，可以討論同一大類之儀器分析方法之不同特定分析術，如 X 射線儀器分析方法中的 X 射線螢光術 (XRF) 和 X 射線吸收光譜術 (XAS)，乃視為不同特定分析術。建議先看完試題，再規劃作答。

一、電費調漲，使再生能源的研發、應用和管理，再度受重視。今年截至 5 月底，臺灣太陽光電的發電量占再生能源發電比例約為 38%。

(一)太陽能發電乃將陽光的電磁輻射轉換成電能。(14 分)

(a)依電磁波波長從大到小，列寫出太陽光電可以利用之三個主要的電磁輻射區域。

(b)例舉出其他任何一個輻射區域，並依其相關儀器組件之工作原理，提出兩個原因，解釋為何該輻射區域的電磁輻射無法在太陽能發電中被廣泛使用。

(c)除了(a)和(b)所列寫出的四個輻射區域外，另舉出一個輻射區域，寫下利用此區域之電磁輻射為光源的任何一種儀分方法的名稱和該方法至少 80 字的分析原理。

(二)有些紅外線偵測器可以用來擷取陽光成分，並將之轉換成電能。(23 分)

(a)寫下一種最有利於擷取陽光以進行太陽光電轉換的紅外線偵測器（以下稱之為偵測器 A；該偵測器使用密封在真空中的特殊半導體材料為元件）的名稱。

(b)討論偵測器 A 的工作原理。

(c)敘述偵測器 A 的運作特性。

(d)例舉一種偵測器 A 所使用之特殊半導體材料。

(e)解釋為何有些偵測器 A 必須置於液態氮中使用。

- (f)若臺灣的太陽能發電裝置全面改以偵測器 A 的光電轉換元件取代，是否可以有效提升臺灣再生能源的發電比例？解釋之。
- (g)略加修改後，偵測器 A 是否亦可能用為層析法的偵測器？若否，解釋之；若是，討論①在偵測器構造上應該如何增加/修改組件且②實驗過程該如何進行，使偵測器 A 可以作為層析法之定量分析的偵測器。

(三)陽光照射所產生的熱，亦可進行熱電轉換。(14 分)

- (a)繪出（並標示）內含光電二極管之熱天平的構造。
- (b)繪出差熱曲線圖（X 軸為溫度 T，Y 軸為溫差  $\Delta T$ ，Y 軸正向為放熱，負向為吸熱），顯示聚合物材料在結晶、熔化、氧化、分解和玻璃化轉變過程所預期出現的差熱曲線變化。
- (c)以熱天平的運作為基礎，討論可能如何利用太陽光熱產生電能。

二、日本前首相安倍晉三不幸因槍擊過世，震驚全世界。歹徒使用自製槍械狙擊，是社會治安的重大隱憂。彈藥成分的檢測分析及其銷售流向的註冊，是相關治安的要務之一。

(一)寫出有關(a)槍擊事件現場進行取樣時應注意的事項和(b)槍擊殘留物樣品的取樣來源，至少共四項。(2 分)

(二)槍擊殘留物（GSR）的分析，可基於對 GSR 樣品中之銻、鉛、鋇和銅等金屬濃度的檢測。(20 分)

- (a)建議一種最靈敏之檢測 GSR 中這些金屬的光譜分析方法。
- (b)列寫出該分析方法的儀器主要組件。
- (c)以鉛為例，敘述該方法檢測的實驗流程，並討論如何確定 GSR 內之鉛含量。
- (d)已知銻富集於彈丸和 GSR 之塊體表面，使表面的銻濃度較塊體內部濃度可能高達幾十倍。銻富集程度亦與不同來源之槍枝的一些開槍條件（例如溫度）有關，這些條件亦影響彈殼和 GSR 塊體表面的微觀形貌。因此，相關塊體表面的化學成分和微觀形貌分析，對破解槍擊犯罪非常重要。①建議一種可以最佳地檢測上述塊體深度小於十奈米之表面的重金屬化學成分的分析方法；②繪出該分析方法的儀器構造；③說明為何該方法對這個化學成分是最佳的；並④解釋該方法進行微觀形貌分析的能力。

(三)在追查彈藥來源上，可將嫌犯手上的槍擊殘留顆粒與實驗室對不同彈藥來源做槍擊測試的結果，彼此進行微觀比對。(7 分)

- (a)建議一種檢測這些顆粒之大小分布的儀器分析方法。
- (b)列寫出該方法的儀器主要組件。
- (c)以至少 80 字討論該方法的工作原理。

(四)近年來，由於無鉛和無重金屬彈藥日益商業化，對槍擊檢肅防制造成影響，致使有機彈藥及其殘留物之檢測和解釋的能力，愈形重要。有機彈藥殘留物（OGSR）主要來自推進劑（硝化纖維素）粉末，其內含有一些添加劑，例如含有二苯胺的穩定劑、以鄰苯二甲酸鹽為主的增塑劑、以及硝化化合物的炸藥。目前，不少 OGSR 的檢測依賴質譜術。（20 分）

- (a) 列寫出應用質譜術檢測 OGSR 的優點。
- (b) 除了電灑游離法（ESI）和電子撞擊游離法（EI）之外，列寫出質譜術的兩種離子源。
- (c) 畫出（並清楚標示）ESI 之離子源的構造圖，並利用該圖，說明 ESI 之三個主要階段的工作流程。
- (d) 比較 ESI 與 EI，指出兩者所得之質譜圖的差異，並總結以 ESI 進行 OGSR 檢測的優點。
- (e) OGSR 中的分析目標化合物乃存在於複雜的樣品基質中，故 OGSR 在質譜術檢測之前通常需要分離。若將質譜術與液相層析耦合（即 LC-MS），則 ESI 與 EI 何者較具優勢？解釋之。
- (f) OGSR 之推進劑、穩定劑、增塑劑和炸藥各自應該主要出現在正離子或負離子質譜中？解釋之。