

## 115 分科測驗化學考科試題或參考答案之反映意見回覆

**題號：1**

**題目：**

1. 格雷姆擴散定律指出，在定溫定壓下，氣體的擴散速率與其分子量平方根（ $\sqrt{M}$ ）成反比。已知在定溫定壓時，氫氣的擴散速率是某氣體的 4 倍。試問某氣體為何？  
(A) 氦氣      (B) 氮氣      (C) 氧氣      (D) 氖氣      (E) 氯氣

**意見內容：**

格雷姆擴散定律非現今規定之教學範圍，此題命題意義不明。

**意見回覆：**

此題的命題用意乃是希望考生利用題幹所述的定律，即定溫定壓下，氣體的擴散速率與其分子量平方根（ $\sqrt{M}$ ）成反比，在與氫氣的擴散速率比值為已知的情況下，推斷未知氣體的分子量，是在測驗考生對氣體性質的理解。此題的題幹敘述清楚無誤，選項(C)正確。

題號：7

題目：

6-7題為題組

2016 年諾貝爾化學獎頒給三位在分子機械研究有巨大貢獻的科學家。其中，荷蘭化學家費倫加曾發表一個分子層級的四輪車，其結構如圖 1 所示。

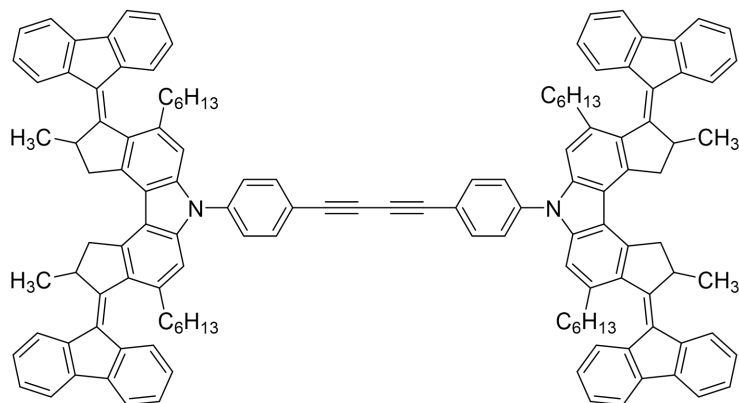
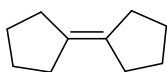


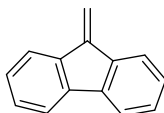
圖 1

7. 此分子四輪車的運轉原理，涉及一連串的碳碳雙鍵順、反異構化反應。則下列哪個基團代表車輪？

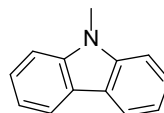
(A)



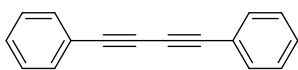
(B)



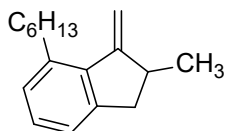
(C)



(D)



(E)

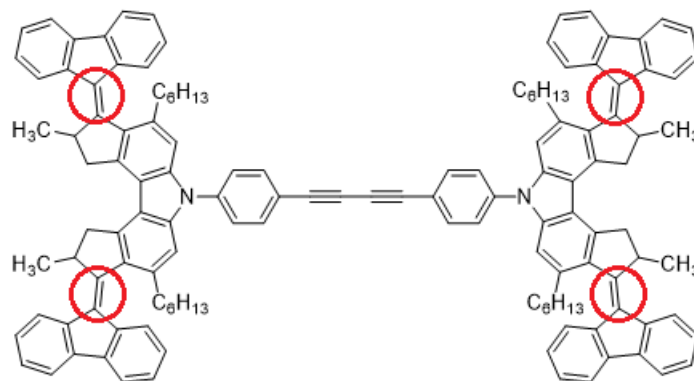


意見內容：

因題幹敘述涉及「碳碳雙鍵順反異構化」，故依題意，能產生順反異構（雙鍵一側碳上兩基團不同）的選項(E)是最符合的答案。而沒有任何文字敘述可供判斷(B)代表車輪。因此學生認為(E)答案應開放給分。

**意見回覆：**

1. 本題測驗考生對於有機化合物官能基之化學性質的理解。
2. 分子機械的四輪車運轉，涉及一連串碳碳雙鍵與順、反異構化反應的官能基位置，如下圖所示：



在此碳碳雙鍵的兩側官能基團才符合，即僅選項(B)、(E)符合；但又要代表分子四輪車環的車輪，即屬於末端且四個相同的基團結構，故選項(B)才符合。

3. 綜合上述，本題的正確答案為(B)。

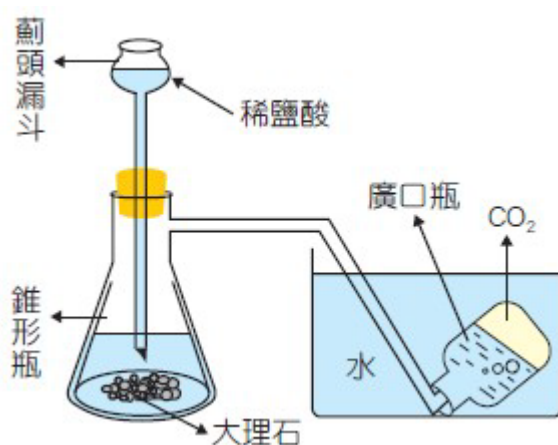
題號：10

題目：

10. 下列關於實驗室中常用的氣體收集法的敘述，哪些正確？

- (A) 雙氧水分解所產生的氣體，適合用向下排氣法收集
- (B) 碳酸鈣與鹽酸反應所得的氣體，適合用向上排氣法收集
- (C) 氯化銨與氫氧化鈣加熱反應所得的氣體，適合用排水集氣法收集
- (D) 使用排水集氣法收集氣體時，可藉以估計所收集氣體的莫耳數
- (E) 使用排水集氣法收集氣體時，當集氣瓶內、外水位等高時，收集所得的氣體其壓力恰為當時的大氣壓力

意見內容：



1. 參考某版本的高中化學教科書習題（如上圖所示），題目明確指出：「小明為了測定大理石中碳酸鈣的含量……產生的氣體以下列何項氣體收集法收集？」其官方標準答案即為「排水集氣法」，且題幹配圖亦明確畫出排水集氣之裝置。
2. 教育部審定教科書已將排水集氣法列為碳酸鈣與鹽酸產生二氧化碳之正式收集方式，因此可知排水集氣法亦屬適合的方法。題目若未限「最佳」或「最常用」，則選項(B)具有爭議性。
3. 在校做實驗收集二氧化碳時，老師也都建議學生使用排水集氣法，以得到較純淨的二氧化碳。考量課本習題和實作經驗，建請放寬認定，選項(B)選或不選均給分。
4. 題幹所述「收集所得氣體」，在未特別指明「目標純氣體」的情況下，於物理與化學實務上，該空間必然包含「目標氣體」與「飽和水蒸氣」兩者所構成之混合氣體。
5. 由道耳頓分壓定律，當瓶內外水位等高時，瓶內「混合氣體之總壓確實與當時之大氣壓力達到力學平衡時，即其總壓恰為當時的大氣壓力」。
6. 選修化學特別教授「排水集氣法的壓力校正」，正因為「收集到的混合氣體壓力等於大氣壓」，我們才可利用  $P_{\text{gas}} = P_{\text{外界}} - P_{\text{H}_2\text{O}}$  扣除飽和水蒸氣壓，以得目標氣體的分壓。若本選項判定為錯誤（即認為所得氣體壓力不等於大氣壓），將導致壓力校正公式的邏輯立論崩潰。

7. 此外，因本題為多選，若學生對選項(B)判定二氧化碳更好的方式為排水集氣法，選項(E)又能自圓其說的條件下，可能促使學生選(E)。綜合以上，(E)建議判定為正確選項（或可選可不選）。

**意見回覆：**

1. 本題測驗考生對於氣體製備與收集法的理解。碳酸鈣與鹽酸反應產生的氣體為二氧化碳，反應式為： $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ，由於二氧化碳微溶於水，且分子量大於空氣的平均分子量，故可用排水集氣法或向上排氣法收集。不論是理論上或實務上，使用向上排氣法或排水集氣法收集二氧化碳，都是適合的方法。
2. 來函所舉某版本教科書的例子，因該題有配合圖文，且圖中有水槽與集氣瓶倒扣的裝置，很明顯是使用排水集氣法，但並不是說，二氧化碳的收集一定是要採排水集氣法。
3. 在實驗室中，常用排水集氣法收集難溶於水的氣體，如：氫氣、氧氣、氮氣、甲烷等，二氧化碳微溶於水，可用排水集氣法或向上排氣法收集。選項(B)敘述為：碳酸鈣與鹽酸反應所得的氣體，適合用向上排氣法收集，並無疑義。
4. 從上下文的語意判斷，不論是選項(D)或選項(E)使用排水集氣法收集氣體，此「氣體」指的是化學反應產生的氣體，而不是實驗室中的水蒸氣。例如選項(A)雙氧水分解產生的氣體，指的氧氣；選項(B)碳酸鈣與鹽酸反映所得的氣體，指的二氧化碳。
5. 誠如來函所言，利用道耳頓分壓定律，將總壓或外壓減掉水的飽和蒸氣壓，即為所收集氣體的分壓。使用排水集氣法收集氣體時，當集氣瓶內、外水位等高時，當時的大氣壓力，等於所收集氣體的壓力，加上水的飽和蒸氣壓，也就是說： $P_{\text{總壓}} = P_{\text{氣體}} + P_{\text{水蒸氣}} = P_{\text{大氣}}$ 。
6. 綜合上述，選項(E)為錯誤選項，並無疑義。本題為多選題，正確選項為(B)(D)。

題號：12

題目：

12. 在 25°C 時，小華依據圖 2 裝置進行化學平衡移動的實驗。

將 5.0 mL 的濃硝酸溶液倒入試管中，再放入銅片；待 2~3 秒後，再以注射筒收集紅棕色氣體，至注射筒刻度的一半，封口備用。有關上述的實驗，下列敘述哪些正確？

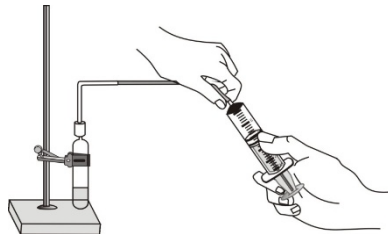


圖 2

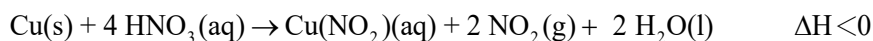
- (A) 反應產生的紅棕色氣體為  $\text{NO}_2$
- (B) 反應進行後，溶液會呈現藍色
- (C) 待 2~3 秒後，才開始收集氣體，是因為反應不易進行
- (D) 若將注射筒的活塞向內推，使其體積變為原來的一半，則  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  反應之平衡，會向四氧化二氮的方向移動
- (E) 固定體積下，將收集紅棕色氣體升溫至 50°C，可見到氣體顏色變深，故  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  為吸熱反應

意見內容：

1. 真實實驗現象為「深綠色」而非藍色：本題實驗情境為「將濃硝酸溶液倒入試管中，在放入銅片」。在化學實務與真實實驗操作中，銅片與高濃度硝酸反應極其劇烈，除產生紅棕色  $\text{NO}_2$  氣體外，因反應初期水分極少，大量紅棕色（於水中呈黃褐色）的  $\text{NO}_2$  氣體會高度溶解於溶液中。
2. 此時溶液中雖有水合銅離子（藍色），但與當下溶解在溶液中的黃褐色二氧化氮（ $\text{NO}_2$ ）高度混合後，肉眼或光譜觀測到的真實顏色必然為「深綠色」而絕非選項所述之「藍色」。
3. 題幹唯一明確的時間點為「放入銅片後 2~3 秒」。此時反應尚劇烈進行， $\text{NO}_2$  大量存在且部分溶於溶液中，實際觀察到的溶液顏色未必為藍色。選項(B)僅寫「反應進行後」，未說明反應完成後或收集結束後，因此時間描述不夠明確，容易造成不同解讀。若選項(B)所述之「反應進行後」是指反應劇烈進行的過程中，則溶液在二氧化氮高度飽和下，呈現深綠色而非藍色。
4. 若命題意圖考查的是銅離子水溶液呈藍色的性質，宜明確敘明「反應完成後」或「反應結束後」，而非使用「反應進行後」此一涵義較廣的描述。建議：建請放寬認定，將選項(B)判定為不計分選項。

**意見回覆：**

1. 本題測驗考生對化學平衡移動實驗與勒沙特列原理的了解。
2. 平衡移動實驗分成兩部分：首先，是利用濃硝酸與銅片反應，生成紅棕色的  $\text{NO}_2(\text{g})$ ；然後，再利用實驗條件的改變，來了解勒沙特列原理。銅片與濃硝酸進行的是激烈的放熱反應，反應如下：



當反應發生後，短時間內就會產生大量的  $\text{NO}_2$  紅棕色氣體，並因放熱使氣體急劇膨脹，使氣體產生的速度大於被液體吸收的速度，因此大部分  $\text{NO}_2$  氣體會沿著管壁上升至注射筒內。此時試管中的溶液因含有  $\text{Cu}^{2+}$  而呈現藍色。

3. 選項(B)敘述是：反應進行後，溶液會呈現藍色。從實驗進行觀察的角度而言，雖然反應過程的顏色變化是重要，但反應進行後，可以由溶液顏色的變化，來推測此反應的產物。簡單來說，反應過程中會產生  $\text{NO}_2$  以及  $\text{Cu}^{2+}$ ，溶液會呈  $\text{Cu}^{2+}$  的藍色，選項(B)為正確選項。

題號：13

題目：

13. 聚乙烯是保鮮膜與塑膠袋的主要材質，其結構如圖 3 所示。

下列關於聚乙烯的敘述，哪些正確？

- (A) 聚乙烯的單體為  $\text{CH}_3\text{CH}_3$
- (B) 聚乙烯是多元共聚物
- (C) 聚乙烯是一種加成聚合物
- (D) 聚乙烯加熱後會熔融，遇冷則固化，是一種熱塑性塑膠
- (E) 高密度聚乙烯的平均分子量較大，低密度聚乙烯的平均分子量較小

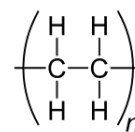


圖 3

意見內容：

第 13 題答案無選項(E)高密度聚乙烯的平均分子量較大，低密度聚乙烯的平均分子量較小，但是網路資料高密度聚乙烯（HDPE）的平均分子量通常較高 200,000 至 500,000 且結構呈高度直鏈狀；低密度聚乙烯（LDPE）的平均分子量則較低約 20,000 至 100,000 並含有較多繁雜的支鏈，如此看來選項(E)似乎是正確的。

意見回覆：

高密度聚乙烯（HDPE）與低密度聚乙烯（LDPE）的差異，主要來自「支鏈程度」而不是平均分子量的大小。實際上，透過製作過程的調整，HDPE 與 LDPE 的平均分子量範圍可能重疊，因此不能單憑平均分子量來區分 HDPE 或 LDPE。選項(E)錯誤。

題號：17

題目：

17-18題為題組

在空氣中，pH 值介於 7 到 8 的二價鐵離子水溶液，會逐漸氧化為三價鐵化合物，其反應如式 4：



式 4 生成單一固體產物。此物質不溶於水，不利於生物體吸收，導致鐵失去生物可利用性。小明欲了解 pH 值對  $\text{Fe}^{2+}$  氧化反應的影響，使用不同 pH 值的緩衝溶液，製備  $40 \mu\text{M}$ （即  $4 \times 10^{-5} \text{M}$ ）的  $\text{Fe}^{2+}$  水溶液，置於空氣中，再利用分光光度計測量  $\text{Fe}^{2+}$  濃度隨時間的變化，結果如圖 6 所示。

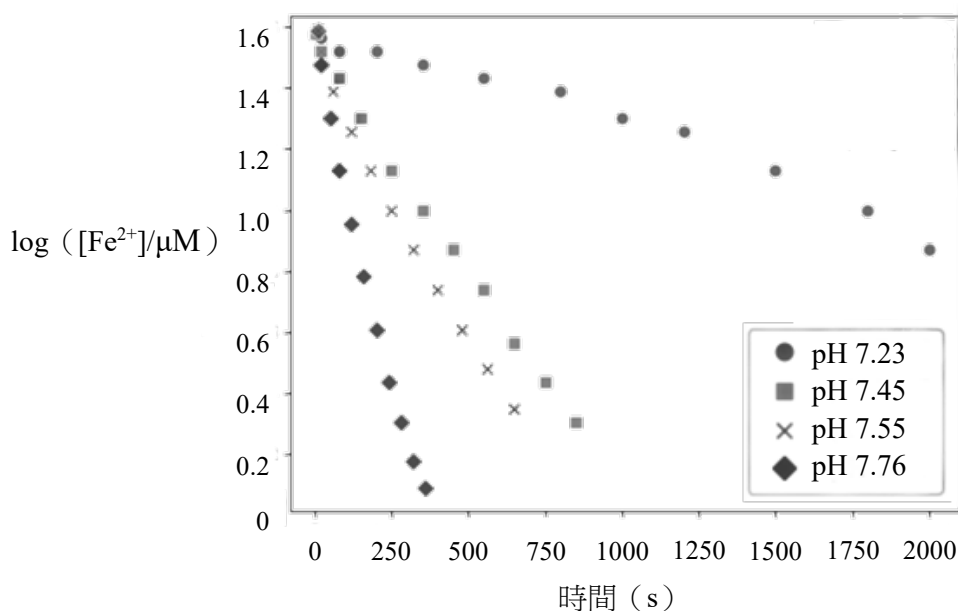


圖 6

17. 關於小明的實驗，以下敘述哪些正確？

- (A) 此反應在 pH 值為 7.45 時反應速率不隨時間而改變
- (B) 鹼性環境有助於鐵離子氧化反應的進行
- (C) 反應物甲可能是  $\text{H}^+$
- (D) 過濾收集此反應的產物，然後加熱，會生成三氧化二鐵
- (E) 式 4 的最簡整數係數平衡完整反應式中，產物的係數為 4

**意見內容：**

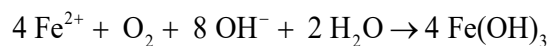
若平衡式 4 為： $4 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 8 \text{OH}^- + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，則產物係數為 2，故認為選項(E)應予送分。

**意見回覆：**

1. 此反應的產物應是  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，過濾收集加熱後，會產生  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，

反應如右： $2 \text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ 。

2. 式 4 的平衡反應式如下：



故此平衡反應式中，產物  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的平衡係數為 4。此反應是在水溶液中進行，不易產生  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  化合物，故選項(E)正確。

題號：22

題目：

20-23題為題組

乳糖酶可將乳糖水解為半乳糖與葡萄糖，反應如圖 8 所示，其可以作用的 pH 範圍在 2.0~7.0 之間。一般常以化合物 ONPG 取代乳糖，作為乳糖酶活性的測定，如圖 9 所示。將 ONPG 加入乳糖酶以進行水解，水解產物甲呈現黃色，吸收約 420 nm 波長的光。

林同學想對市售的乳糖酶錠，進行活性的測定。取溶於 pH 7.0 緩衝溶液中的乳糖酶 0.4 mL，加入 0.1 mL 的 5 mM ONPG 後，開始計時，一分鐘後加入 0.5 mL 的 1.0 M 碳酸鈉水溶液，並利用分光光度計測定水解產物甲的吸收度。在不同溫度下，重複兩次的實驗，所得結果平均值如表 3 所示。回答下列問題：

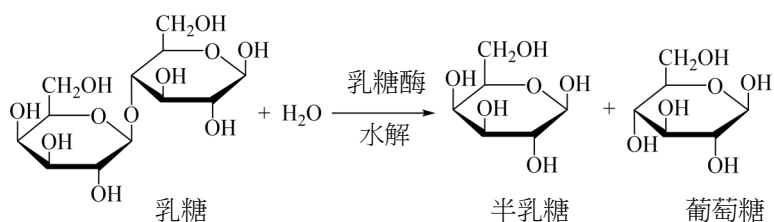


圖 8

表 3

| 溫度 (°C) | 吸收度  |
|---------|------|
| 4       | 0.40 |
| 25      | 1.0  |
| 37      | 1.7  |

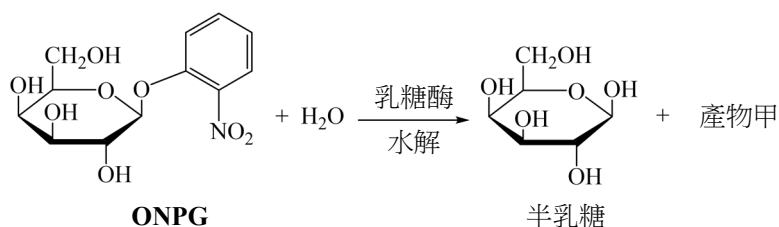


圖 9

22. 下列乳糖水解與乳糖酶的敘述，哪些正確？（多選）

- (A) 由表 3 的數據可得知，乳糖水解為吸熱反應
- (B) 加入乳糖酶可降低活化能，使反應容易進行
- (C) 其他條件不變下，若加入乳糖酶的濃度加倍，則可增加半乳糖的產率
- (D) 根據表 3 的數據，可以推估在溫度 90°C 測得的相對吸收度為 17.0
- (E) 本實驗中，在所測定的範圍內，乳糖酶的活性與溫度呈正相關

### 意見內容：

1. 此題的實驗設計為：計時「一分鐘」後，再將鹼性溶液加入以終止反應的類「淬滅實驗」，課綱中鮮少提及。由第 23 題題幹也可知此時系統尚處於初始速率階段，反應根本還沒達到化學平衡，此時選項(C)的實際產量在實務上易被解讀為在反應 1 分鐘時的「產物累積量」。雖然許多高中參考書死板的敘述「催化劑不影響產率」，然而若從科學嚴謹性思考，在反應僅進行 1 分鐘的情況下（也就是未達化學平衡的情形下），催化劑加倍確實可增加半乳糖的產率。
2. 對於「催化劑不影響產率」一詞較嚴謹的說法只限定於反應已達平衡或近似平衡狀態時才成立。更甚者，若死板的只限定「產率」一詞於達平衡的情況下，而不討論未達平衡時的產率，那麼這個實驗設計的「吸光度」，也就是「產物的累積量」，其本質究竟為何。化工在實務上並沒有限制產率只能在平衡狀態下使用，或許此題也不應該用達平衡時的產率來框架未達平衡的實驗結果。
3. 綜上所述，當程度好的學生正確讀懂題意並判斷完第 21 題與第 23 題時，容易因題目的導引而從動力學的角度思考題目所說的「產率」，從而判斷第 22 題的選項(C)為正解，宜放寬給分。

### 意見回覆：

1. 本題測驗考生對於酶功能與反應速率的理解。乳糖酶是催化劑的一種，催化劑只能加快反應速率，無法提高產率。
2. 若來函稱：催化劑的增加可提高產率，則必需在題幹述或實驗數據有相對應的資料，才可做出此項推論。以題文所提供的資料，確實無法作出此項結論。表 3 數據顯示，從 4°C 上升到 37°C 時，單位時間內，產物的量也逐漸增加，代表在這個溫度範圍內，反應速率變快，而不是產率上升。選項(C)的敘述有誤，不是正確選項。

題號：26

題目：

26-28題為題組

圖 11 為某純物質的相圖。圖 12 則為一個用來研究此物質的相變所使用的裝置示意圖，其中具有可上下移動的活塞，另有固定的卡樺可限制阻擋活塞再向上移動。活塞上方承受的外界壓力為  $P_{\text{ext}}$ 。

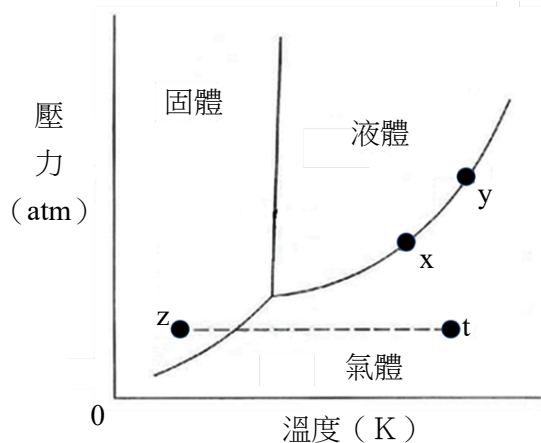


圖 11

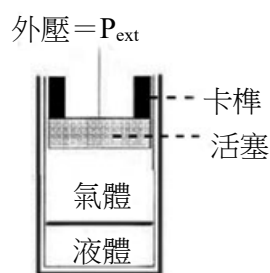


圖 12

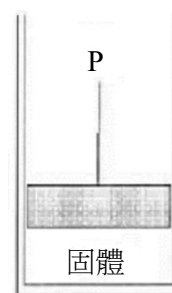


圖 13

26. 若圖 12 裝置的物質為圖 11 中的 x 點狀態，其氣體的壓力為  $P_x$ ，則  $P_x$  與外壓  $P_{\text{ext}}$  的大小關係為何？（2 分）

意見內容：

在題幹中未提及可忽

略活塞的重量，所以我認為此題在討論  $P_x$  時，因考慮到活塞重量所造成的壓力，所以

我認為  $P_x$  應等於  $P_{\text{ext}} + \text{活塞重 } W \text{ 所造成的壓力 } (\frac{W}{A})$ ，因此希望大考中心能讓「 $P_x > P_{\text{ext}}$ 」這個答案也給對。

意見回覆：

在真實的情況下，活塞重量確實會造成壓力。所以  $P_x$  對抗的壓力分別來自  $P_{\text{ext}}$ 、卡樺與活塞。

非選擇題評分原則將於 07 月 28 日（二）公布於本會大考中心網站，較詳細的評分標準說明與考生作答情形分析，請參閱本會大考中心將於 09 月 15 日（二）出刊的第 352 期《選才電子報》。