

財團法人大學入學考試中心基金會

115學年度分科測驗試題

化學考科

請於考試開始鈴響起，在答題卷簽名欄位以正楷簽全名

—作答注意事項—

考試時間：80分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答題卷」上作答；更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。
- 除題目另有規定外，非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答題卷」上作答；更正時，可以使用修正帶（液）。
- 考生須依上述規定劃記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響成績。
- 答題卷每人一張，不得要求增補。

選擇題計分方式：

- 單選題：每題有 n 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項。各題答對者，得該題的分數；答錯、未作答或劃記多於一個選項者，該題以零分計算。
- 多選題：每題有 n 個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得該題全部的分數；答錯 k 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

參考資料

說明：下列資料，可供回答問題之參考

一、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

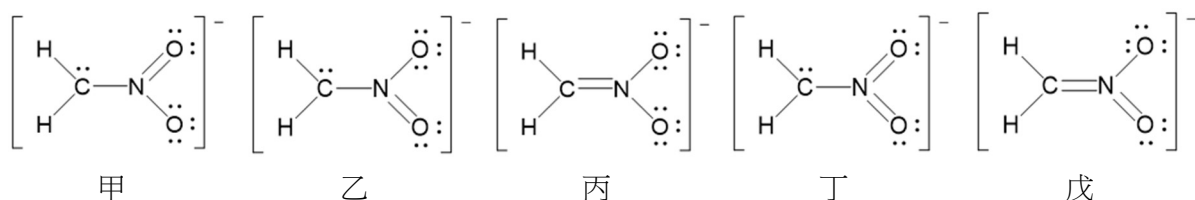
二、理想氣體常數 $R = 0.0820 \text{ L atm K}^{-1}\text{mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

第壹部分、選擇題（占76分）

一、單選題（占28分）

說明：第1題至第7題，每題4分。

- 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) 氫氣 (B) 氮氣 (C) 氧氣 (D) 氟氣 (E) 氯氣
- 有甲、乙、丙三種 AgCl 的飽和溶液，甲為含有 1.434 克 AgCl 的 50 毫升水，乙為含有 1.434 克 AgCl 及 5.850 克 NaCl 的 100 毫升水，丙為含有 0.717 克 AgCl 的 100 毫升水。試問在 25°C 時，下列有關此三種溶液 $[\text{Ag}^+]$ 的大小比較，哪一項正確？（ AgCl 的 K_{sp} (25°C) = 1×10^{-10} ； Ag 原子量為 107.9）
(A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 > 丙 > 乙 (C) 甲 = 乙 = 丙
(D) 甲 = 丙 < 乙 (E) 甲 = 丙 > 乙
- 溶液甲含有 0.1 莫耳的食鹽與 180 克的水，溶液乙含有 0.1 莫耳的葡萄糖與 180 克的水。在一大氣壓下，與純水的凝固點相較，溶液甲的凝固點下降 ΔT （甲），溶液乙的凝固點下降 ΔT （乙）。 ΔT （甲）/ ΔT （乙）= a 。在室溫下，溶液甲的蒸氣壓為 P （甲），溶液乙的蒸氣壓為 P （乙）。 P （甲）/ P （乙）= b 。假設溶液甲與溶液乙皆為理想溶液，下列有關 a 與 b 的敘述，何者正確？
(A) $a > b$ (B) $a = b$ (C) $a < b$ (D) $a + b > 4$ (E) $a = 1$ 或 $b = 1$
- 有一未知濃度的醋酸溶液 20.0 毫升，今以 0.10 M 的 NaOH 標準溶液滴定，當加入 20.0 毫升的 NaOH 溶液時，可達滴定終點。下列有關其滴定過程與滴定終點的敘述，何者正確？（醋酸的 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ， $\sqrt{\frac{500}{18}} = 5.27$ ， $\frac{10}{5.27} \approx 1.90$ ）
(甲) 在加入 5.0 毫升的 NaOH 溶液後，醋酸溶液的氫離子濃度約為 $5.4 \times 10^{-5} \text{M}$
(乙) 達滴定終點時，溶液的 pH 值應介於 8 和 9 之間
(丙) 已知溴瑞香草酚藍變色範圍約在 pH 6.0~8.0 之間，適用於判斷此滴定終點
(A) 只有甲 (B) 只有乙 (C) 只有丙 (D) 甲與乙 (E) 甲與丙
- 下列甲~戊的電子點式中，有哪些是 CH_2NO_2^- 陰離子的正確共振結構式？



- (A) 甲、乙、丁 (B) 甲、乙、丙 (C) 乙、丙、戊
(D) 乙、丙、丁 (E) 丙、丁、戊

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。

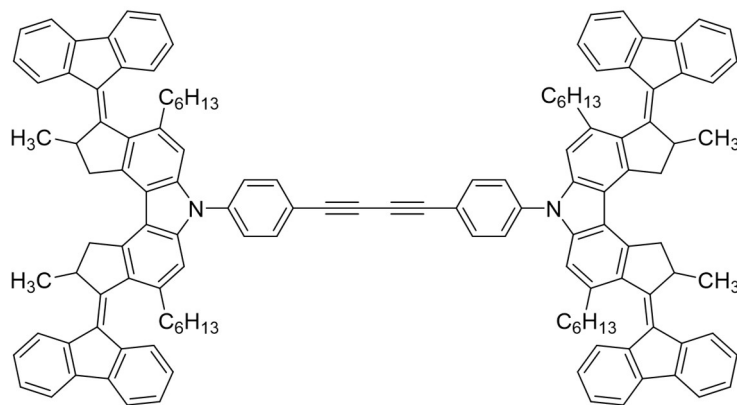
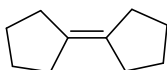


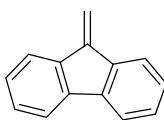
圖 1

6. 下列有關此分子結構的敘述，哪一項錯誤？
- (A) 含有兩個炔基 (B) 含有三級胺基
(C) 含有 10 個五員環 (D) 有 36 個碳原子具有 sp^3 混成軌域
(E) 含有奇數個氫原子
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？

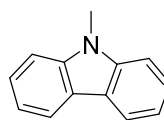
(A)



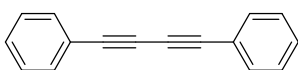
(B)



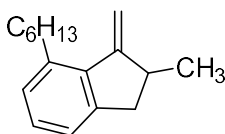
(C)



(D)



(E)



二、多選題（占48分）

說明：第8題至第19題，每題4分。

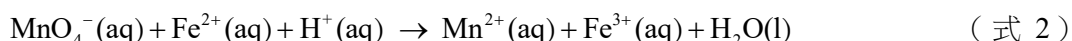
8. 十氧化四磷（ P_4O_{10} ）可將硝酸轉變成硝酸酐，反應式如式 1（未平衡）所示：



下列相關敘述，哪些正確？

- (A) 該反應屬於氧化還原反應
(B) 硝酸根離子具有角錐形幾何結構
(C) N_2O_5 溶於水中，會降低水的 pH 值
(D) 1 莫耳 P_4O_{10} 要完全反應，需要 4 莫耳 HNO_3
(E) N_2O_5 與 HNO_3 中的氮，都具有相同的混成軌域

9. 下列關於氫原子光譜的相關敘述，哪些正確？
- (A) 電子由 $n=5$ 躍遷至 $n=1$ 時，是吸收能量
 - (B) 電子由 $n=5$ 躍遷至 $n=3$ 的能量比 $n=4$ 躍遷至 $n=2$ 的能量大
 - (C) 電子由 $n=5$ 躍遷至 $n=4$ 的譜線波長比 $n=3$ 躍遷至 $n=2$ 的譜線波長長
 - (D) 電子分別由 $n=5, 4, 3, 2$ 躍遷至 $n=1$ 時，依序產生四條譜線的能量比為 $25:16:9:4$
 - (E) 若氣態氫原子的電子由 $n=1$ 躍遷至 $n=\infty$ 時，此能量為氫原子的游離能
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
11. 在錐形瓶中放置 10.0 mL 的未知濃度 Fe^{2+} 與 2 M 硫酸的水溶液，若使用標定後，濃度為 0.016 M 的 MnO_4^- 水溶液來滴定，當加入 10.5 mL 滴定液時，達到滴定終點。其相關的化學反應如式 2（未平衡）：



下列有關這個實驗的敘述，哪些正確？

- (A) 式 2 的平衡反應中， MnO_4^- 與 Fe^{2+} 的係數比為 1:5
 - (B) 此 Fe^{2+} 的水溶液濃度為 0.084 M
 - (C) 到達滴定終點時，溶液會呈 MnO_4^- 的紫色而不褪色
 - (D) 若將硫酸濃度改為 1 M，則會影響此滴定實驗的結果
 - (E) 若使用濃度高一倍的 MnO_4^- 水溶液，可增加滴定的精確度
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？
- (A) 反應產生的紅棕色氣體為 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

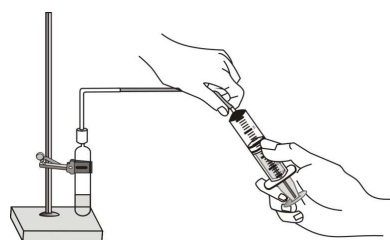


圖 2

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 CH_3CH_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

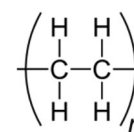
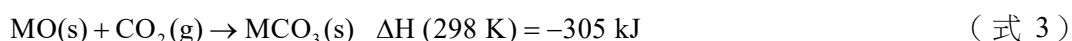


圖 3

14. 陳老師講解離子化合物時，在黑板上寫了下列的熱化學反應式 3：



並要同學們參考表 1 所列的莫耳生成熱，計算並推論金屬 M 的化學性質。

表 1

化合物	莫耳生成熱 (kJ/mol)
MgO(s)	-601
MgCO ₃ (s)	-1112
CaO(s)	-635
CaCO ₃ (s)	-1207
SrO(s)	-592
SrCO ₃ (s)	-1218
BaO(s)	-548
BaCO ₃ (s)	-1219
PbO(s)	-219
PbCO ₃ (s)	-918
CO ₂ (g)	-394

下列關於 M 的敘述，哪些正確？

- (A) 元素 M 屬於鹼土族
- (B) M 的最高氧化態為 +2 價
- (C) M 的氯化物可溶於熱水中
- (D) 在標準狀態下，M(s) 的莫耳生成熱為 0
- (E) 每莫耳 M 與充分氧氣反應的反應熱為 -635 kJ

15. 金屬有機骨架（簡稱 MOF）化合物，內部孔洞的表面積與質量比極高；因此具有吸附大量各類分子的潛力，獲得 2025 年諾貝爾化學獎的肯定。在適當的條件下，鋅離子與對苯二甲酸在含水的有機溶劑中可以合成出孔洞材料如圖 4（B）的示意圖。四個鋅離子包覆著一個 O^{2-} 離子，形成核心 $[Zn_4O]$ ，外圍有六個羧酸根，分別與鋅離子配位鍵結形成連結點，如圖 4（A）所示（注意：因視角關係，圖 4（A）中有部分羧酸根沒有完全呈現）；而對苯二甲酸根的苯環則是作為有機骨架如圖 4（C），這樣的組合就形成立體網狀 MOF 化合物。鋅離子也可以與其他芳香族的二甲酸（圖 5 的甲～丁）合成出類似結構的四種 MOF。測試這些 MOF 對水分子的吸附力，發現以丁合成的 MOF 效果最好。下列相關敘述，哪些正確？

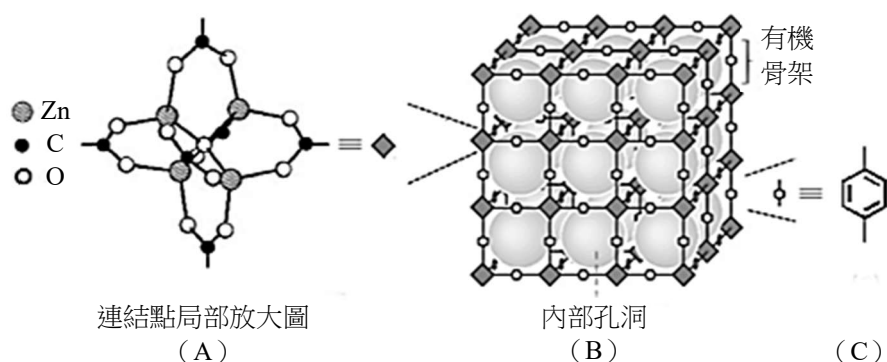


圖 4

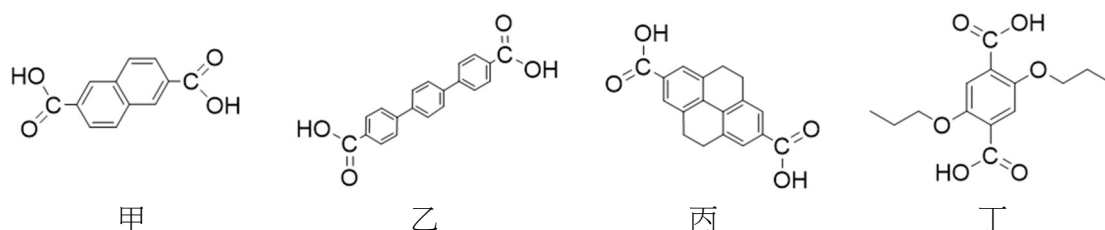


圖 5

- (A) 圖 4（A）中，每一連結點中含有 8 個鋅離子
(B) 圖 4 中鋅離子鍵結所使用的是 sp^2 混成軌域
(C) 合成圖 4 中的 MOF 材料的反應條件中，酸性條件比鹼性條件佳
(D) 圖 5 所示的四個有機分子所合成的 MOF 材料，其內部孔洞大小，依序為 乙 > 丙 > 甲 > 丁
(E) 由丁所合成的 MOF，對水的吸附力最好，是因其有機骨架上的基團會與水產生較多的氫鍵作用
16. 下列有關化合物沸點大小的比較與解釋，哪些正確？
(A) 水高於硫化氫，是因為氫鍵作用力的差異
(B) 碘高於溴，因為碘的分子量大，其分散力較大
(C) 丙酮高於正丁烷，因為丙酮分子間具有氫鍵，正丁烷則無
(D) 正丁醇高於二乙基醚，因為正丁醇的分子量大，其分散力較大
(E) 四氯化碳高於甲烷，因為四氯化碳分子間具有偶極-偶極作用力，甲烷則無

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 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 Fe^{2+} 水溶液，置於空氣中，再利用分光光度計測量 Fe^{2+} 濃度隨時間的變化，結果如圖 6 所示。

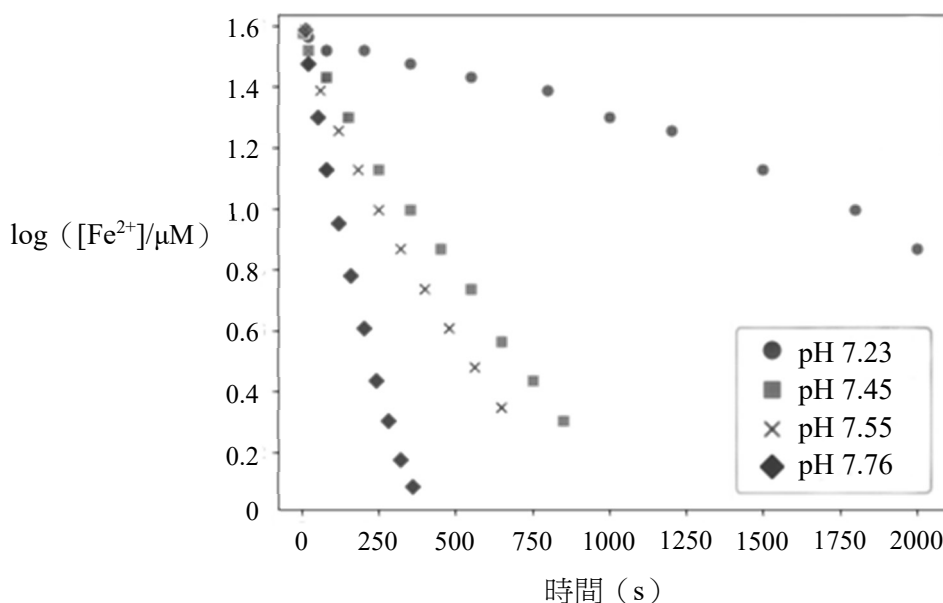


圖 6

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 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

18. 人體若缺乏鐵質，可服用鐵劑。市售的鐵劑中常添加維生素 C，以利人體吸收，維生素 C 的結構如圖 7 所示。下列有關維生素 C 結構與性質的敘述，哪些正確？

- (A) 維生素 C 的分子式為 $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_6$
- (B) 維生素 C 具有一級醇與二級醇的結構
- (C) 維生素 C 具有 $-\text{OH}$ 基，溶於水呈鹼性
- (D) 維生素 C 含有多個羥基，是一種水溶性維生素
- (E) 維生素 C 可將三價鐵轉化為二價鐵，增加鐵的溶解度

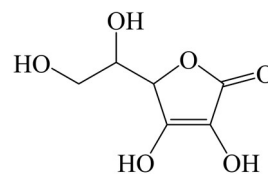


圖 7

19. 華妍探究秒錶反應（又稱碘鐘反應），配製甲和乙兩種溶液。

甲溶液：以 0.428 克碘酸鉀（式量為 214）加蒸餾水配成 100 毫升。

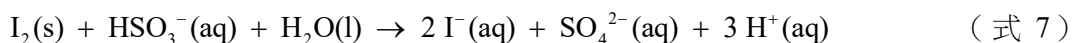
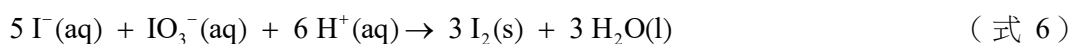
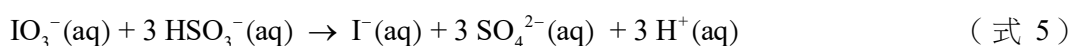
乙溶液：0.004 M 亞硫酸氫鈉（ NaHSO_3 ）的酸性溶液（含澱粉指示劑與稀硫酸）10 毫升。

在 20°C 下，華妍根據表 2 的成份混合，並記錄溶液由無色轉變為深藍色所需的時間，如表 2 所示：

表 2

實驗	甲溶液 (mL)	乙溶液 (mL)	蒸餾水 (mL)	反應時間 (秒)
一	4.0	10.0	6.0	50
二	8.0	10.0	2.0	12.5
三	10.0	10.0	0.0	8

已知混合溶液變成深藍色前，至少有下列三個反應進行，且式 5 的反應速率最慢。



下列關於上述實驗的敘述，哪些正確？

- (A) 此反應對 $\text{IO}_3^-(\text{aq})$ 是屬於二級反應
- (B) 此實驗中的還原劑是 $\text{HSO}_3^-(\text{aq})$ ，限量試劑是 $\text{IO}_3^-(\text{aq})$
- (C) 式 7 的反應快於式 6 的反應
- (D) 改變實驗中溶液的 pH，不會影響其反應速率
- (E) 混合甲溶液 1 mL 和乙溶液 15 mL 後，再加蒸餾水 4 mL，則此溶液會在 800 秒後變成深藍色

第貳部分、混合題或非選擇題（占 24 分）

說明：本部分共有 4 題組，選擇題每題 2 分，非選擇題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

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：

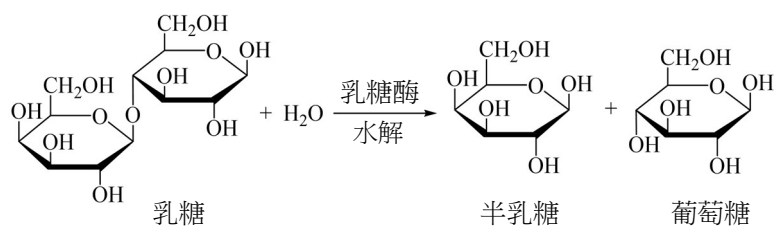


圖 8

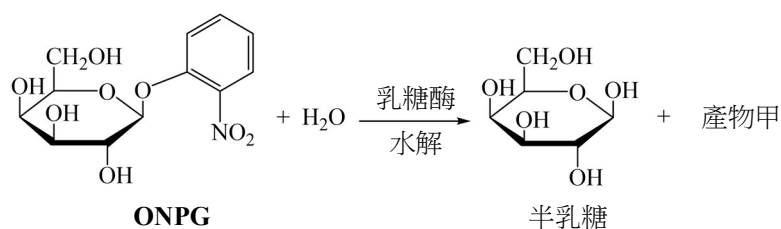


圖 9

表 3

溫度 (°C)	吸收度
4	0.40
25	1.0
37	1.7

20. 畫出產物甲的結構式。(2分)

21. 本實驗中，加入碳酸鈉水溶液後，可以使溶液的酸鹼性變化為何？其加入的目的為何？(2分)

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

23. 林同學欲利用初始速率法，測定在 37°C 時，產物甲的生成速率常數。根據表 4 的六種(甲-己)實驗條件中，選出 2 個組別進行實驗。下列哪種組合的實驗結果比較，可以達成林同學的探究目的？(單選)

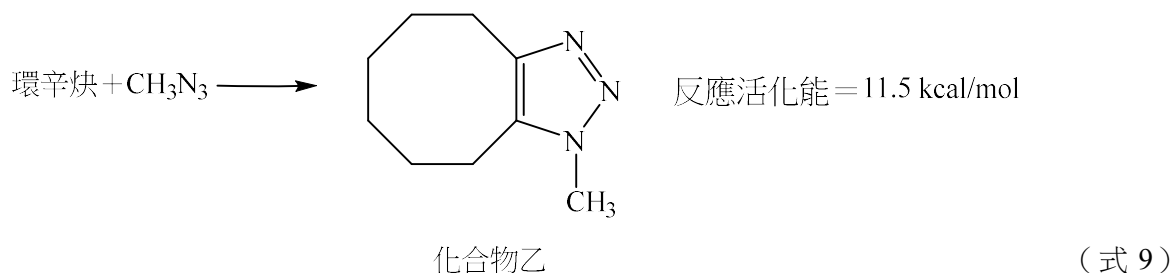
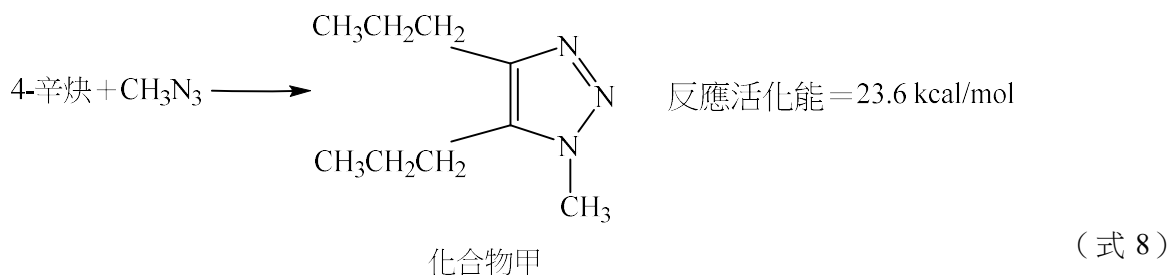
- (A) 甲丙 (B) 乙丁 (C) 甲戊 (D) 乙己 (E) 丙戊

表 4

組別	5 mM ONPG 溶液 體積 (mL)	乳糖酶溶液 體積 (mL)	緩衝溶液 體積 (mL)	加入 0.5 mL 的 1.0 M 碳酸鈉水溶液並進行測定的 時間 (分)
甲	0.1	0.1	0.3	1
乙	0.1	0.1	0.3	10
丙	0.2	0.1	0.3	1
丁	0.2	0.1	0.3	10
戊	0.2	0.1	0.2	1
己	0.2	0.1	0.2	10

24-25題為題組

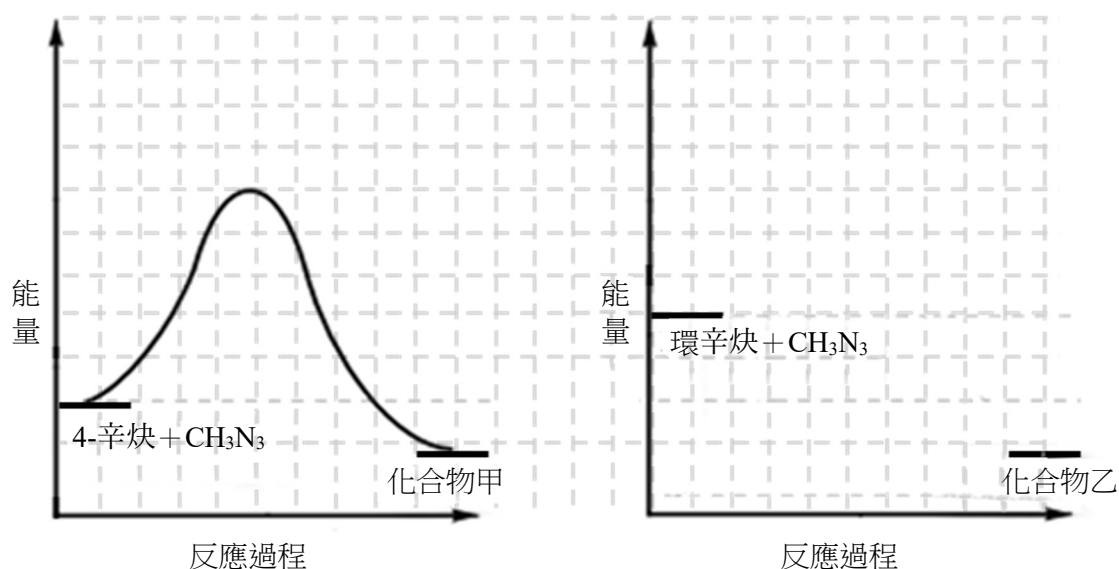
直鏈炔烴可以與有機疊氮化合物，進行疊氮－炔烴環化加成反應，形成含氮五員環的有機化合物，反應如式 8 所示；此反應需要在高溫下進行，且產率低。2022 年諾貝爾化學獎的研究發現：若改以環辛炔與有機疊氮化合物反應，在室溫下獲得高產率的生成物，如式 9 所示。進一步研究發現，造成式 8 與式 9 差異的主要原因，是兩者反應活化能的不同。



根據上述，回答下列問題：

24. 畫出 4-辛炔的結構式。(2 分)

25. 假設式 8 反應的能量變化圖如圖 10 左方所示，試於圖 10 右方繪出式 9 反應的能量變化圖。(兩個圖形上能量間隔大小是相等的。)(2 分)



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，另有固定的卡樁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_{ext} 。

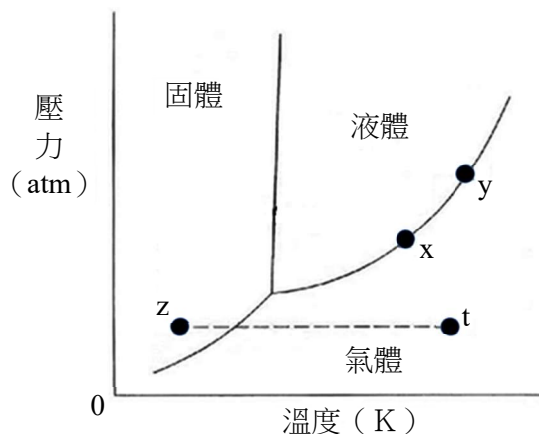


圖 11

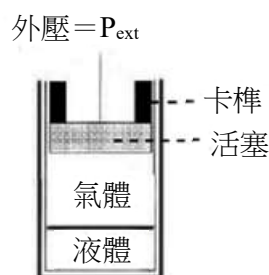


圖 12

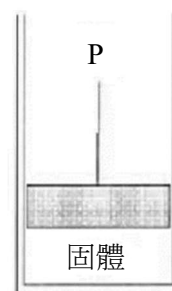
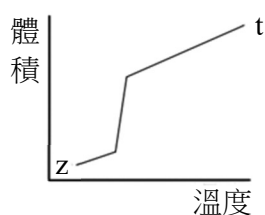


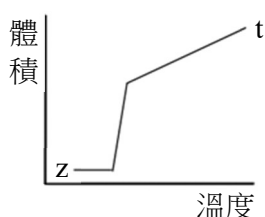
圖 13

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_{ext} 的大小關係為何？（2 分）
27. 承上題。若某物質在液-氣共存的兩點 x 與 y ，在 x 點時的氣體莫耳數為 n_x ，溫度升高至 y 點時，其氣體莫耳數為 n_y ，則 n_x 與 n_y 的大小關係為何？（2 分）
28. 若使用圖 13 中移除卡樁的裝置，保持外壓固定，自圖 11 的 z 點升溫至 t 點。假設此物質在氣相遵守理想氣體行為，則此活塞內物質的總體積與溫度變化曲線圖，為下列何者？（單選）

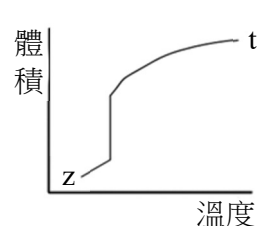
(A)



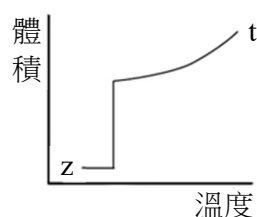
(B)



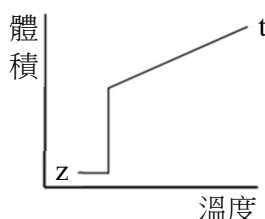
(C)



(D)



(E)



29-30題為題組

稀土元素鈮（Y）在高科技產品中是非常重要的成分，但是取得不易，科學家希望能從廢棄的螢光粉中回收鈮元素。表 5 是測得某一批螢光粉中含量最多的兩種元素之重量百分比。科學家分別取 4.4 g 螢光粉，使用不同濃度的 HCl 水溶液，進行螢光粉的固液萃取實驗。在三種實驗條件下，萃取出鈣和鈮的產率隨時間的變化如圖 14。回答下列問題。

表 5

元素	鈮	鈣	其他物質
重量百分比（%）	15.0	13.9	71.1

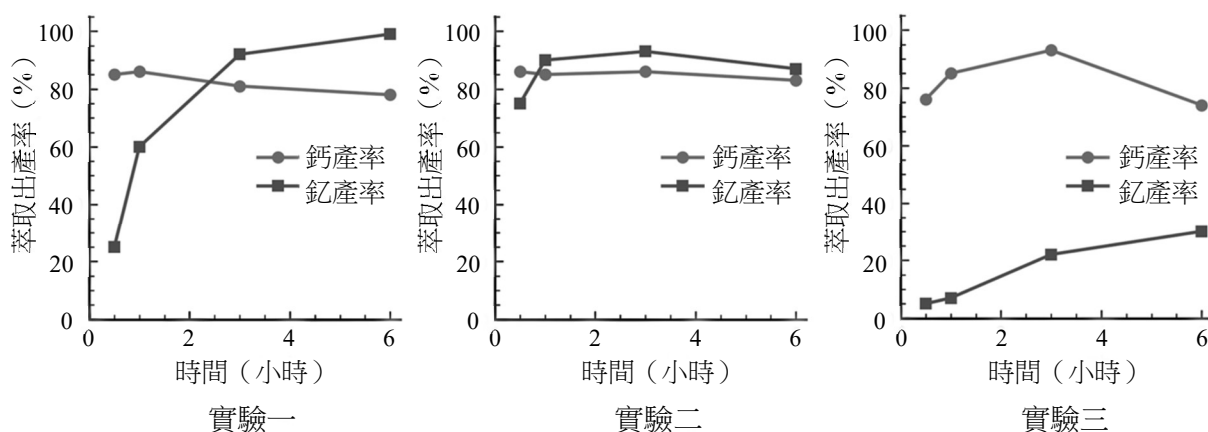


圖 14

29. 在實驗一、反應 1 小時的條件下，萃取出的鈮元素的總重量為何？（2 分）
30. 若要分離出鈣與鈮，可以採取兩步驟萃取的方式：在第一個步驟選擇性的萃取出鈣，讓大部分鈮留在固相，接著在第二步驟萃取出留在固相中的鈮。依據圖 14 的資訊，第一步驟應選取哪一組實驗的萃取條件？最佳反應時間以及選取的原因為何？將答案勾選並填入表格中。（4 分）

選取實驗	最佳反應時間	選取的原因
☐ 實驗一 ☐ 實驗二 ☐ 實驗三	☐ 1.0 小時 ☐ 3.0 小時 ☐ 6.0 小時	