

大學入學考試中心
109學年度指定科目考試試題

化學考科

—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「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

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 $R = 0.08205 \text{ L atm K}^{-1}\text{mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

三、酚酞的變色範圍：pH 8.2~10.0

第壹部分：選擇題（占 80 分）

一、單選題（占 48 分）

說明：第1題至第16題，每題有5個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得3分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

- 下列哪一個化合物於適當條件下會與過錳酸鉀溶液反應使其褪色，並且也會與斐林試液反應產生紅色沉澱？
(A) 1-丙醇 (B) 2-丙醇 (C) 丙酮 (D) 丙醛 (E) 丁酮
- 下列有關化學反應的敘述，哪一項正確？
(A) 反應物粒子只要有足夠的能量，反應就會發生
(B) 某一級化學反應在經過一個半生期的時間時，其瞬時反應速率為初始反應速率的一半
(C) 圖1為氣體分子運動速率與相對分子數目的分布關係，曲線代表某氣體三種不同溫度，則高低順序為 $T_1 > T_2 > T_3$
(D) 圖2表示相同的反應物可經由不同反應途徑得到產物A與B。其中，路徑乙的活化能較路徑甲低，造成兩化學反應差異的原因必為有無添加催化劑
(E) 氣態反應中，壓縮反應容器的體積造成濃度增加時，則反應速率必會增加

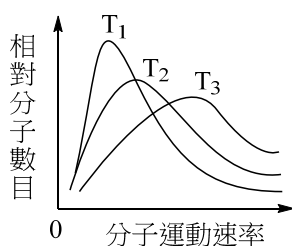


圖 1

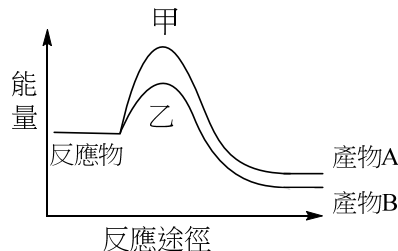
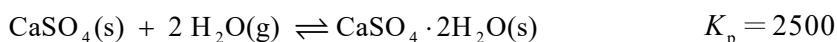


圖 2

3-4為題組

無水硫酸鈣 (CaSO_4) 固體可作為除濕劑，在 300 K 其平衡反應式與平衡常數 (K_p) 如下：



已知 300 K 時純水的飽和蒸氣壓為 0.040 atm，試回答 3-4 題。(CaSO_4 式量為 136)

- 在 300 K 時，將足量的 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 置於一乾燥之密閉容器中，使其達成上述反應之平衡時，容器內之相對濕度為多少？
(A) 30% (B) 40% (C) 50% (D) 60% (E) 70%
- 在 300 K 時，將 1.8 克水及 x 克的無水硫酸鈣固體一起放入 30 公升之乾燥密閉容器中，容器內之相對濕度為 82%，則 x 約為多少？（假設 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 不釋放水蒸氣）
(A) 2.0 (B) 4.1 (C) 5.1 (D) 6.8 (E) 8.2
- 已知氫原子的游離能約為 320 kcal/mol，試問當 1 莫耳氫原子的電子，從 $n=4$ 躍遷至 $n=2$ 時，所產生的能量變化約為何？
(A) 釋出 60 kcal (B) 吸收 80 kcal (C) 吸收 60 kcal
(D) 釋出 80 kcal (E) 釋出 160 kcal

6. 表 1 是 Mg^{2+} 、 Sr^{2+} 及 Ba^{2+} 三種金屬離子溶液分別與含有 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 及 NH_3 三種試劑的水溶液反應的結果(所有溶液的濃度均為 0.01M)，表中「+」表示有沉澱物生成，「-」表示無沉澱物產生。下列各組溶液的成份均為濃度 0.01 M 的水溶液，各自以等體積混合後，根據表 1，何者不會有沉澱產生？

- (A) $\text{NaOH}(\text{aq})$ 與 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
 (B) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 與 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
 (C) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 與 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
 (D) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 與 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
 (E) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 與 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$

表 1

金屬離子 \ 試劑	$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	$\text{NH}_3(\text{aq})$
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$	-	+	+
$\text{Sr}^{2+}(\text{aq})$	+	+	-
$\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$	+	+	-

7. 四種與氧有關的粒子 O_3 、 O_2 、 O_2^{2-} 及 O_2^{2+} ，其路易斯結構如表 2 所示。

表 2

O_3	O_2	O_2^{2-}	O_2^{2+}

有關此四種粒子的敘述，哪一項正確？

- (甲) 臭氧沒有共振結構
 (乙) 四種粒子中，兩個氧原子間的鍵長是 $\text{O}_2^{2-} > \text{O}_3 > \text{O}_2 > \text{O}_2^{2+}$
 (丙) 氮氣的電子總數與 O_2^{2+} 相等
 (A) 只有甲 (B) 只有乙 (C) 只有丙 (D) 甲與乙 (E) 乙與丙
8. 國際純化學暨應用化學聯合會(IUPAC)於 2016 年 6 月正式宣布週期表上第 113、115、117 及 118 號元素的英文命名及元素符號，其中，第 118 號元素的符號為 $_{118}\text{Og}$ (鰐)，屬於週期表上第 18 族。下列關於此新元素的敘述，哪一項正確？
 (A) 屬於鹵素 (B) 為金屬元素
 (C) 基態電子組態的 s 與 p 軌域為全填滿 (D) 中子數目為 118
 (E) 以雙原子分子的形式存在

9. 感光色素結構的改變啟動了對大腦的神經脈衝，從而形成視覺。而化合物甲為人體視網膜細胞內之重要感光色素組成的一部分，化合物甲在吸收光後可轉變為化合物乙，其分子結構及其光照的轉換如圖 3 所示。下列關於化合物甲與化合物乙的敘述，哪一項正確？

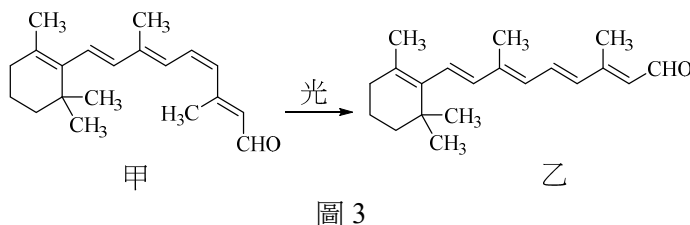


圖 3

- (A) 僅化合物甲可與多倫試劑反應，化合物乙則不會反應
 (B) 化合物甲中的雙鍵均為反式結構
 (C) 化合物甲中以 sp^2 混成的碳原子數目有 10 個
 (D) 化合物甲與化合物乙分子式相同，具有相同的熔點
 (E) 化合物甲與化合物乙皆難溶於水，為脂溶性化合物

10. 下列三種化合物的水溶性大小順序，哪一項正確？

- (甲) 己酸 (乙) 正己烷 (丙) 1-己醇
(A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 > 丙 > 乙 (C) 乙 > 甲 > 丙
(D) 乙 > 丙 > 甲 (E) 丙 > 甲 > 乙

11. 矽晶 (Si) 為半導體及太陽能板的重要材料。晶體中的矽原子如金剛石一樣，與鄰近的四個矽原子以 sp^3 混成軌域鍵結。若一個矽原子位於圖 4 中正立方體之中心位置 1 處，則緊鄰此矽原子的其他矽原子的位置為何？

- (註：中心位置為 1，其他角落位置為 2 - 9)
(A) 2,3,4,5 (B) 2,4,7,9
(C) 2,4,5,7 (D) 3,6,7,9
(E) 3,7,8,9

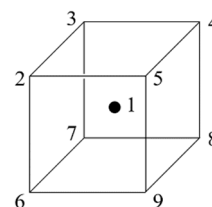


圖 4

12. 生物體內許多生理反應均需要酵素的催化能力才能順利進行。當血液的酸鹼值不穩定時，會影響酵素的催化能力。已知血液中的 CO_2 濃度會影響血液的酸鹼值，而呼吸的快慢會影響血液中的 CO_2 濃度，當呼吸加快時，體內排出 CO_2 則變快。下列敘述哪一項正確？

- (A) 當血液中的酸鹼值較正常值高時，呼吸會變慢，以增加血液 CO_2 濃度，使其回復正常
(B) 當血液中的酸鹼值較正常值低時，呼吸會變慢，以增加血液 CO_2 濃度，使其回復正常
(C) 當血液中的酸鹼值較正常值低時，呼吸會變快，以增加血液 CO_2 濃度，使其回復正常
(D) 當血液中的酸鹼值較正常值低時，呼吸會變慢，以降低血液 CO_2 濃度，使其回復正常
(E) 當血液中的酸鹼值較正常值高時，呼吸會變快，以降低血液 CO_2 濃度，使其回復正常

13. 瑞德西韋是一種曾被試用於治療嚴重特殊傳染性肺炎 (COVID-19) 患者的藥物，假設結構如圖 5 所示，則下列有關瑞德西韋的敘述，哪一項正確？

- (A) 結構不具有胺類官能基
(B) 結構不具有羥基
(C) 結構不具醚類官能基
(D) 在氫氧化鈉或硫酸水溶液中會被水解
(E) 在水中呈弱酸性

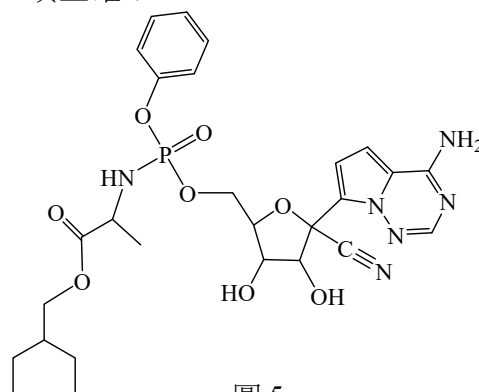


圖 5

14. 合成橡膠常做為汽車輪胎的材料。某一合成橡膠的局部化學結構如圖 6 所示。此合成橡膠是以化合物甲為單體，彼此透過一端碳原子進行碳-碳鍵結，如此重複進行而成的鏈狀聚合物，此過程無其他副產物生成。試問單體化合物甲的分子量約為多少？

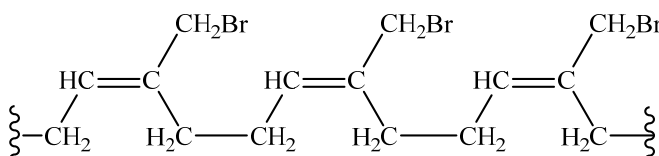


圖 6

- (A) 54 (B) 68 (C) 100 (D) 147 (E) 161

15. 物質的狀態變化常伴隨著熱量變化 (ΔH)。圖 7 是某物質的相圖 (未按比例繪製)，若將 100 克此物質置於一體積可變之容器中，則下列

哪一項變化之 ΔH 會小於 0？

(只考慮相態轉移能量變化)

- (A) 在 0°C 下，由 0.5 大氣壓降壓至 0.3 大氣壓
- (B) 在 100°C 下，由 0.5 大氣壓降壓至 0.3 大氣壓
- (C) 在 0°C 下，由 1.5 大氣壓降壓至 0.5 大氣壓
- (D) 在 100°C 下，由 1.5 大氣壓降壓至 0.5 大氣壓
- (E) 在 100°C 下，由 100.0 大氣壓降壓至 99.0 大氣壓

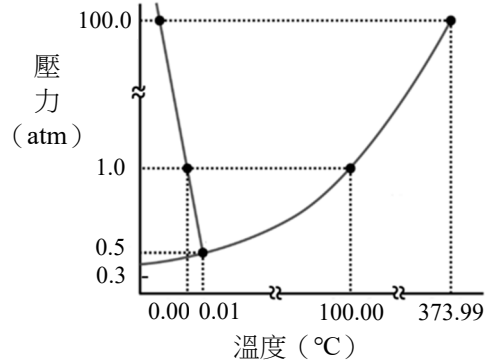
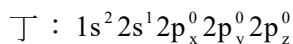
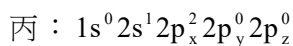
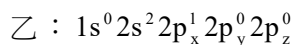
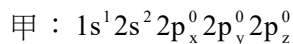


圖 7

16. 以鋰金屬為負極材料的鈕扣型電池，具有小而輕、能量密度高以及放電穩定的優點。原因除鋰的原子量小且為密度最輕的固態金屬性質外，鋰原子的電子組態也是需要瞭解的環節。而鋰原子的某些電子組態如下：



下列哪一項依序為能量最高和最低的組態？

- (A) 丙和丁
- (B) 乙和丁
- (C) 丙和甲
- (D) 乙和甲
- (E) 甲和丁

二、多選題 (占 32 分)

說明：第 17 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分；答錯 2 個選項者，得 0.8 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

17. 有兩條質料相同的抹布，都沾上了大約相同量的油溶性汙漬。將兩條抹布分別以肥皂與合成清潔劑清洗，結果以合成清潔劑的清潔效果較佳。下列哪些敘述，可能是造成此種區別的原因？

- (A) 使用的水為硬水，硬水中的鈣離子較易與肥皂結合，降低了肥皂的除汙能力
- (B) 使用的水為酸性，使肥皂形成脂肪酸，降低了肥皂的除汙能力
- (C) 合成清潔劑能使油溶性汙漬溶解於水中，而肥皂則否
- (D) 合成清潔劑的生物分解性較肥皂強，因此除汙能力較強
- (E) 合成清潔劑的分子同時具有親水基團和親油基團，而肥皂則否

18-19為題組

一氧化氮和二氧化氮為常見的空氣污染物。汽機車引擎的高溫可促使空氣中的氮氣與氧氣反應產生一氧化氮，一氧化氮再與空氣中的氧氣反應產生紅棕色二氧化氮，其反應式如式(1)所示。兩分子的二氧化氮在密閉系統中可結合生成無色的四氧化二氮氣體，其反應式如式(2)所示。



18. 在定溫下，式(1)反應物初濃度 ($[\text{NO}]_0$ 、 $[\text{O}_2]_0$) 與生成 NO_2 之初速率的關係如表 3 所示。下列相關敘述，哪些正確？

表 3

實驗	$[\text{NO}]_0$ (M)	$[\text{O}_2]_0$ (M)	生成 NO_2 初速率 (M/s)
1	0.010	0.020	1.4×10^{-2}
2	0.020	0.020	5.6×10^{-2}
3	0.010	0.040	2.8×10^{-2}

- (A) 反應物 NO 的反應級數為 1
 (B) 反應物 O_2 的反應級數為 1
 (C) 此反應之速率常數 k 之數值為 7000
 (D) 若 $[\text{NO}]_0$ 為 0.030 M， $[\text{O}_2]_0$ 為 0.010 M，則生成 NO_2 之初速率為 $6.3 \times 10^{-2} \text{ M/s}$
 (E) 若要改善汽車排放廢氣污染可加裝觸媒轉化器，以加快生成 NO_2 之速率

19. 在定溫下，測得式(2)的平衡常數 (K_c) 為 16。下列有關此反應的敘述，哪些正確？

- (A) 此反應的平衡常數 $K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$
 (B) 反應到達平衡時，容器內顏色雖不再變化，但 NO_2 的結合反應與其逆反應仍持續進行
 (C) 在此溫度下，壓縮系統體積為原有之一半，則平衡會向右移動，導致平衡常數數值增大
 (D) 在此溫度下，反應式： $\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 的平衡常數 $K_c = 8.0$
 (E) 在此溫度下，反應式： $\frac{1}{2} \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$ 的平衡常數 $K_c = 0.25$

20. 張同學取 x、y、z、t、s 五種金屬，它們均會形成 +2 價離子，並進行以下的實驗：

實驗一：將五種金屬分別加入稀鹽酸溶液中，除了 s 以外，其餘四種金屬均會與鹽酸作用產生氣泡

實驗二： z^{2+} 與 x 不發生反應； z^{2+} 與 y 不發生反應

實驗三：將此五種金屬兩兩組合成電化電池 $\text{M}(\text{s}) | \text{M}^{2+}(\text{aq}) || \text{N}^{2+}(\text{aq}) | \text{N}(\text{s})$ ，則當 M 為 t 且 N 為 s 時可得到最大的電池電壓

根據上述實驗結果，下列敘述，哪些正確？

- (A) t 為最強的還原劑
 (B) z^{2+} 為最強的氧化劑
 (C) s^{2+} 的氧化能力比 y^{2+} 強
 (D) x^{2+} 的標準還原電位比 s^{2+} 大
 (E) y^{2+} 的標準還原電位比 z^{2+} 大

21. 取一 50 毫升的 0.10 M 醋酸水溶液，以 0.10 M 的氫氧化鈉水溶液進行酸鹼滴定反應。試問下列敘述，哪些正確？（醋酸的解離常數 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ， $\log 2 = 0.30$ ， $\log 3 = 0.48$ ）
- (A) 醋酸水溶液起始的 pH 值介於 0.5 – 1.5 之間
 - (B) 此滴定反應，可使用酚酞當指示劑
 - (C) 當加入 25 毫升的氫氧化鈉水溶液後，該溶液為一緩衝溶液
 - (D) 當加入 30 毫升的氫氧化鈉水溶液後，溶液的 pH 值介於 3.5 – 4.5 之間
 - (E) 當加入 50 毫升的氫氧化鈉水溶液後，溶液的 pH 值介於 8.5 – 9.5 之間

22. 不同尺寸的銀奈米粒子具有不同的光學特性，有的在光照後會發光，有的不會。市面上用於殺菌的銀奈米粒子，顆粒較大且不會發光，但由數十個銀原子組成的銀奈米粒子則可發光。合成可發光銀奈米粒子的簡單方法是將 DNA 和銀離子加入中性水溶液中，再加入 NaBH_4 使其形成銀奈米粒子。在合成中，DNA 主要是和銀離子形成錯合物，避免形成銀的氫氧化物或氧化物，同時 DNA 亦可保護所形成的銀奈米粒子，使其穩定存於水溶液中並降低其和氧氣作用的程度。根據上文，下列相關敘述，哪些正確？
- (A) NaBH_4 為還原劑
 - (B) DNA 為氧化劑
 - (C) DNA 的鹼基具有孤對電子（孤電子對）
 - (D) 氧氣會氧化銀奈米粒子
 - (E) 於鹼性水溶液中，銀離子會和氫氧根離子作用產生銀原子

23. 薄荷醇是薄荷油的主要成分之一，其結構式示於圖 8。薄荷醇可由天然薄荷葉片萃取得得，亦可在實驗室以化合物甲為起始物，經一步反應製得。下列有關此反應、化合物甲及薄荷醇性質的敘述，哪些正確？

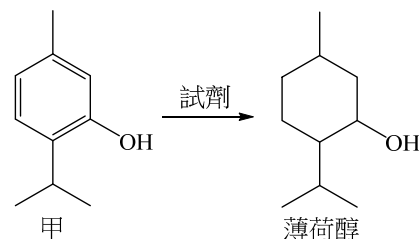


圖 8

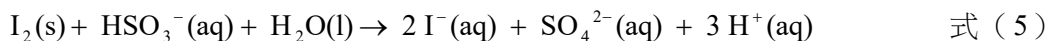
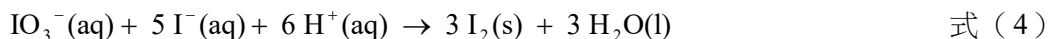
- (A) 此化學反應過程中，化合物甲被還原
- (B) 化合物甲的酸性較薄荷醇弱
- (C) 薄荷醇在適當的條件下，可與二鉻酸鉀溶液反應得到酮類化合物
- (D) 薄荷醇中的六員環呈平面結構
- (E) 化合物甲在氫氧化鈉水溶液的溶解度比在水中的溶解度高

24. 在測量反應速率的秒錶反應實驗中，準備的兩個反應溶液如下：

溶液 A：碘酸鉀（ KIO_3 ）

溶液 B：亞硫酸氫鈉（ NaHSO_3 ）、硫酸、澱粉

實驗中相關的離子反應式如下：



下列敘述，哪些正確？

- (A) 當溶液 A 與溶液 B 混合時，要盡量避免搖晃混合溶液，以免干擾反應速率的測量
- (B) 本實驗所測量的是式 (3) 中亞硫酸氫根離子之消耗速率
- (C) 當溶液 A 與溶液 B 混合後，碘酸鉀的濃度恰等於亞硫酸氫鈉濃度的三分之一時，就可觀察到溶液的變色
- (D) 反應終點的溶液顏色為深藍色
- (E) 溶液變色的時間，會隨著反應溫度的升高而變短，若要觀察更快速的顏色變化，可將溶液加熱至 80°C

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有三大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二、三）與子題號（1、2、……），作答時不必抄題，若因字跡潦草、未標示題號、標錯題號等原因，致評閱人員無法清楚辨識，其後果由考生自行承擔。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。作答使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、取 10 克大理石粉（主要成分為 CaCO_3 ，式量 100）和過量煤焦（C）均勻混合後，在高溫、隔氧下加熱反應。假設碳酸鈣完全反應後，可得到混合氣體甲（莫耳數比為 1:1 的 CO 與 CO_2 ）及固體乙。固體乙與過量水完全反應產生可燃性氣體丙，若水的蒸氣壓可以忽略不計，於 0°C 、1 大氣壓下，丙的體積為 1.57 公升。依據此一實驗，回答下列問題。（每一子題 2 分，共 8 分）

1. 寫出 CaCO_3 和過量煤焦反應生成混合氣體甲及固體乙的平衡化學反應式。（2 分）
2. 寫出氣體丙的化學式。（2 分）
3. 此大理石粉中的碳酸鈣重量百分比為何？（2 分）
4. 在 0°C 、1 大氣壓下，混合氣體甲的體積為何？（2 分）

二、氫鍵是一種重要的分子間作用力，除了 H-F 、 H-O 及 H-N 等鍵結的分子外，還有其他鍵結方式的分子也會形成分子間氫鍵。例如： $\text{H-C}\equiv\text{N}$ 可形成分子間氫鍵，因為氮原子電負度大，即使間隔一個碳原子，仍可使氮原子帶有部分正電荷而形成氫鍵。氯原子與氮原子的電負度類似，在某些情況下，含氯的分子也可與鄰近分子的孤對電子（孤電子對）形成氫鍵。小明在實驗室找了下列四種常見有機物質：甲：正己烷（ C_6H_{14} ）、乙：乙醚（ $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ）、丙：氯仿（ CHCl_3 ）、丁：2,2-二氯丙烷（ $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ ）。

將以上物質各取 25.0 毫升於簡易卡計中分別兩兩混合，達熱平衡後，測量溫度的變化量。當混合後放熱越多，表示分子間氫鍵越強。依據此一實驗，回答下列問題。

（每一子題 2 分，共 6 分）

1. 取各物質精確體積 25.0 毫升時，必須使用到圖 9 中的哪一項器材？（寫出此器材的名稱及代號）（2 分）
2. 甲-丁四種物質中，哪兩種物質之間的分子間氫鍵最強？（2 分）
3. 氯仿與丙酮（ $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ）可形成分子間氫鍵，以路易斯結構畫出兩者間的氫鍵鍵結，氫鍵以虛線表示。（2 分）

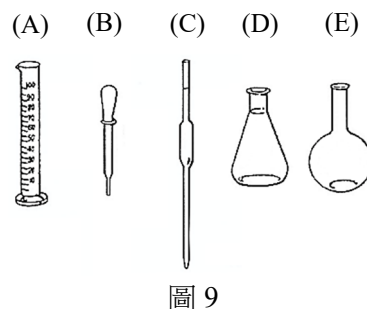


圖 9

三、圖 10 為多環芳香烴類化合物芘的結構，芘的分子式為 $\text{C}_{16}\text{H}_{10}$ ，分子量為 202。回答下列問題。（每一子題 2 分，共 6 分）

1. 在適當條件下，芘可被完全氫化形成飽和烴類化合物。寫出此產物的分子式與分子量。（2 分）
2. 在適當條件下，芘中的一個氫原子可被置換成溴原子。在不考慮實際產率的情況下，此一反應的單一溴取代產物可能有幾種？（2 分）
3. 芘與苯相似可進行硝化反應，生成硝基芘。寫出一般硝化反應試劑為何？（2 分）

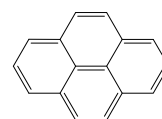


圖 10