

2007 澳門高中學生化學競賽試題

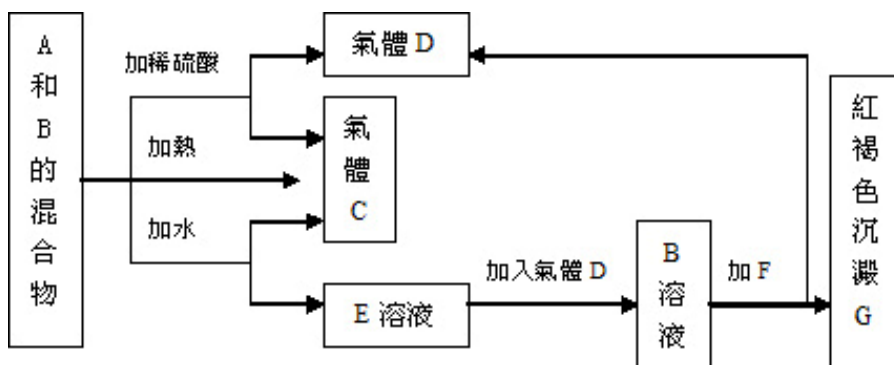
題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	總分
滿分	10	6	7	8	12	6	4	4	6	10	6	8	4	9	100
得分															
評卷人															

考生姓名： _____
 考生編號： _____
 學生證編號： _____
 就讀學校： _____
 聯繫電話： _____

相對原子質量

H 1.008																	He 4.003
Li 6.941	Be 9.012											B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18
Na 22.99	Mg 24.31											Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 98.91	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3
Cs 132.9	Ba 137.3	La-Lu	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.9	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po [210]	At [210]	Rn [222]
Fr [223]	Ra [226]	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									

第 1 題（10 分）由 A、B 兩種常見化合物按物質的量之比為 1：2 組成混合物，其相互關係如下圖。已知 A、B 的焰色反應均呈黃色，C、D 為兩種常見的對大氣無污染性的無色氣體，但 D 能導致“溫室效應”。根據以上條件回答下列問題：



1. E 的化學式 (chemical formula) (2 分) _____
2. A 的化學式 (1 分) _____, B 的化學式 (1 分) _____
3. A 物質與水反應的化學方程式(chemical equation)
(2 分) _____
4. B 溶液與稀硫酸(H_2SO_4)反應的離子方程式為(ionic equation)
(2 分) _____
5. B 溶液與 F 溶液反應的離子方程式為 (ionic equation)
(2 分) _____

第 2 題 (6 分, 每格 1 分) 自 20 世紀 50 年代, Watson 和 Crick 發現 DNA 雙螺旋結構(double helix)而獲得諾貝爾化學獎以來, 有關 DNA 的研究一直備受關注, 例如, DNA 氧化損傷機理的電荷長程空穴輸運、DNA 能否起分子導線的作用等等。DNA 的中文化學名稱是 _____, 它是由 _____ 的單體聚合而成

的聚合體，每個基本單元又是由三種基本組分組成：_____、
_____ 和 _____。DNA 分子變性，指的是 DNA 雙鍵間的_____ 斷裂，雙螺旋結構解開。

第 3 題 (7 分，每格 1 分) 碳化矽 (SiC) 俗名“金剛砂”，有類

似金剛石的結構和性質。其空間結構中碳矽

原子相間排列，右圖所示為碳化矽的晶胞(其

中●為碳原子，○為矽原子)。已知：碳原子

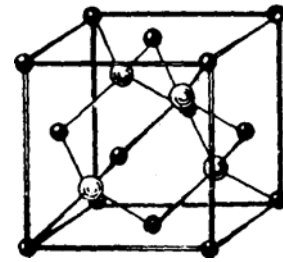
(C) 半徑為 $7.7 \times 10^{-11} \text{m}$ ，矽原子 (Si) 半徑

為 $1.17 \times 10^{-10} \text{m}$ ，SiC 晶體密度為 3.217g/cm^3)，回答下列問題。

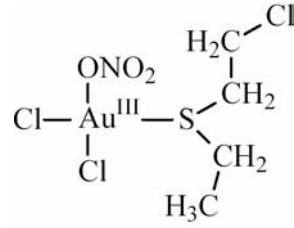
1. SiC 是 _____ 晶體，碳、矽原子雜化類型都是 _____，
鍵角 (bond angle) 都是 _____，三個碳原子和三個矽原子相
間構成一個 _____ 式 (船、椅) 六元環。

2. 如圖所示碳化矽晶胞，從立方體對角線的視角觀察，畫出一維
空間上碳、矽原子的分佈規律 (注意原子的比例大小和相對位置，
至少畫兩個週期) _____

3. 如果我們以一個矽原子為中心考慮，設 SiC 晶體中矽原子與其
最近的碳原子的最近距離為 d ，則與矽原子次近的第二層有 _____
個原子，它們都是 _____ 原子。



第4題（8分，每格1分）2005年，美國威斯康星州某大學的研究者們發現了一種可以在溫和條件下將硫醚(thio ether)(普通硫醚的氧原子被硫代替)選擇性地氧化為硫

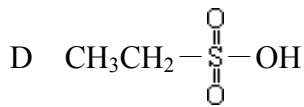
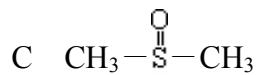
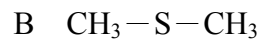


New Gold Catalyst

氧化物的水溶性催化劑(catalyzer)。新催化劑是金(III)配合物(complex)(如圖)，催化速度比已知以氧氣為氧化劑的高溫水溶性催化劑高幾個數量級。該發現的潛在應用價值是可以在空氣中分解掉化妝品、塗料、織物的污染物。

回答下列問題。

1. 下列物質中屬於硫醚(thio ether)的是 ()。



2. 配位鍵(coordination bond)是一種特殊的共價鍵，共用電子對完全由一個原子提供。該催化劑分子中的配位鍵是 _____。

3. “金(III)配合物”中‘III’表示 _____。

4. 氧化硫醚的氧化劑一般選擇過氧化氫(H_2O_2)，由於副產物是水，對環境十分友好，所以，過氧化氫被稱為“綠色氧化劑”。

(1) 過氧化氫與水比較：沸點較高的是 _____；密度較大

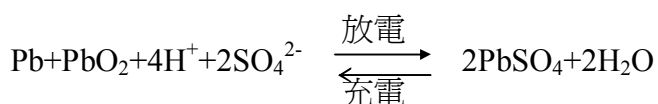
的是 _____；常見分子中，與過氧化氫式量相同的分子是 _____（填化學式）。

(2) 過氧化氫可以看作二元弱酸，在低溫、稀溶液狀態下能較穩定地存在，其水溶液俗稱雙氧水。請設計一條實驗室製備少量純淨的雙氧水(H₂O₂)的合成路線（只寫出原理即可）。

_____。
_____。

(3) HOF 是較新發現的一種特殊物質，該物質容易水解能得到有氧化性的酸性溶液。請寫出該水解方程式(hydrolyze equation) _____。

第 5 題（12 分，每格 2 分）鉛蓄電池是典型的可充電電池，它的正負極格板是惰性材料，電池總反應式為：



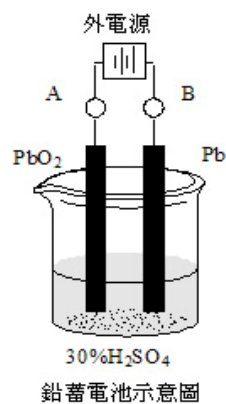
請回答下列問題：

1. 放電時：正極的電極反應式是

_____；負極的電極反應式

是_____；電解液中 H₂SO₄

的濃度將變 _____；當外電路通過 2mol 電子時，理論上負極

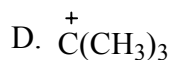
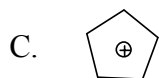
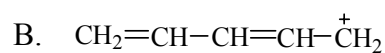
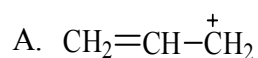


板的質量增加 _____ g。

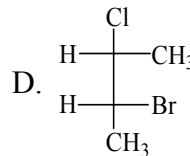
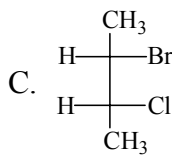
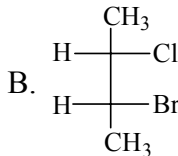
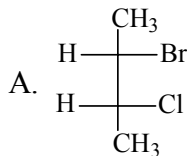
2. 在完全放電耗盡 PbO_2 和 Pb 時，若按右圖連接，充電一段時間後，則在 A 電極上生成 _____、B 電極上生成 _____。

第 6 題（6 分，每小題 2 分）在括弧中填入正確的答案編號。

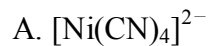
1. 下列碳正離子最穩定的是（ ）



2. 下列化合物與 A 成對映體的是（ ）



3. 下列各配離子中具有順磁性(paramagnetism)的是（ ）

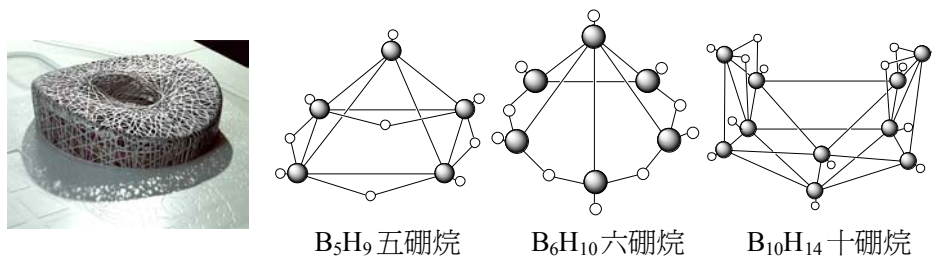


第 7 題（4 分，每小題 2 分）

1. 2008 年北京奧運會主體育場的外形好似“鳥巢”（The Bird Nest）。有一類硼烷也貌似鳥巢，故稱為巢式硼烷。巢式硼烷除 $\text{B}_{10}\text{H}_{14}$ 不與水反應外，其餘均易與水反應生成氫氣和硼酸(boracic

acid)，硼烷易被氧化。下圖是三種巢式硼烷，有關說法正確的是

()



- A. 這類巢式硼烷的通式是 B_nH_{n+4}
- B. 1mol B_5H_9 完全燃燒轉移 12mol 電子
- C. 8 個硼原子的巢式硼烷化學式應為 C_8H_{10}
- D. 硼烷與水反應是非氧化還原反應

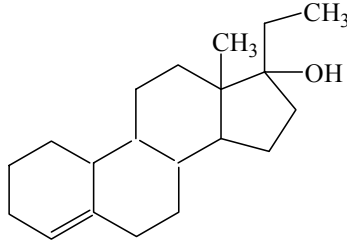
2·2008 年北京舉行奧運會時，北京市區 90%的公車和 70%的計程車將使用清潔燃料，為全球奧運選手和北京市民提供舒適、快捷、清潔的交通服務。上海將使用 1000 輛以上清潔汽車和電動汽車。通常用的清潔燃料是指壓縮天然氣和液化石油氣，將正確說法的編號填入括弧中 ()

- A. 壓縮天然氣和液化石油氣都屬於碳氫化合物
- B. 電動汽車和氫燃料電池車排放物為水和二氧化碳
- C. 使用清潔能源主要是考慮防止沙塵暴
- D. 用固體氧化物陶瓷作電解質（傳遞 O^{2-} ）的燃料電池車，正

極發生的電極反應為： $\text{H}_2 + \text{O}^{2-} - 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}$

第 8 題（4 分，每小題 2 分）

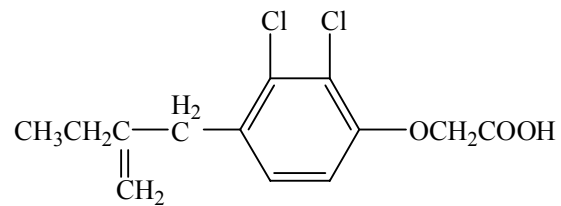
1. 興奮劑乙基雌烯醇（ethylestrenol）是一種蛋白同化雄性類固醇，它的結構式如下：



將正確說法的編號填入括弧中（ ）

- A. 它的分子式為 $\text{C}_{20}\text{H}_{34}\text{O}$
- B. 在濃硫酸作用下，分子內消去一個水分子，產物有 3 種
- C. 能使溴的四氯化碳（ CCl_4 ）溶液褪色
- D. 分子中有 7 個手性碳原子(chiral carbon atom)

2. 依它尼酸（etacrynic acid）是一種利尿劑，其結構簡式如圖所示。

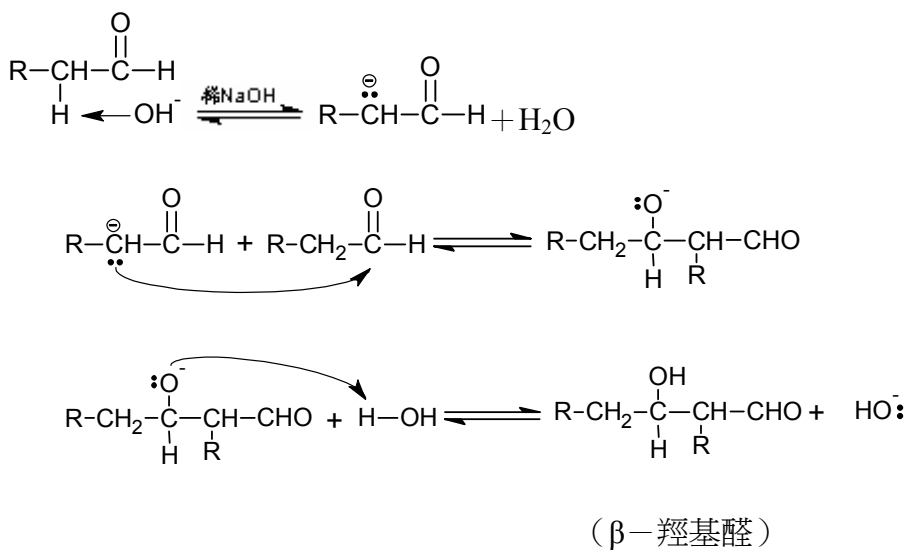


下列敘述正確的是（ ）

- A. 利尿酸衍生物利尿酸甲脂的分子式是 $C_{14}H_{16}Cl_2O_3$
- B. 利尿酸分子內處於同一平面的原子不超過 8 個
- C. 1 mol 利尿酸能與 7 mol H_2 發生反應
- D. 利尿酸能與 $FeCl_3$ 溶液發生顯色反應

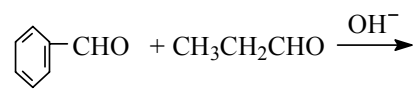
第 9 題 (6 分) 羰基化合物(carbonyl compound)有一個重要反應，就是在稀堿(dilute alkali)的作用下，具有 α -活性氫的醛(酮)

$R-CH_2-C(=O)-H$ 生成 β -羥基醛(酮) (β -hydroxy aldehyde (ketones))。該反應是可逆反應，稱為醇(羥)醛縮合(aldol condensation reaction)。其反應歷程為 (\curvearrowright 表示一對電子轉移)：



1.(4分) 問：由下面化合物進行如下反應，應得到何種產物(完

成方程式)，並寫出相應的反應歷程(mechanism of reaction)。



歷程：

2·(2 分) 若稍微受熱，則產物容易失去一分子水，生成一種新的物質，試寫出變化過程。

第 10 題 (10 分) 某藥物分解 30% 即無效。已知速率係數和溫度

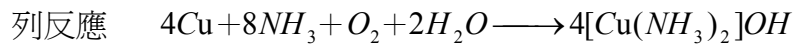
的關係式為

$$\ln k = -\frac{8938}{T} + 20.402$$

速率係數的單位為時間⁻¹，試求：

1. (4 分) 反應活化能(activation energy).
2. (4 分) 藥物在室溫 (25°C) 保存時的有效期為多少？
3. (2 分) 若放在冰箱 (0°C) 時有效期如何變化？

第 11 題 (6 分) 一同學把銅粉放入裝有濃氨水的試管中，發生下



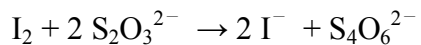
塞緊試管塞，振盪後發現試管塞越來越緊，且溶液逐漸變為淺黃色（近乎無色）溶液 A，打開試管塞後，溶液迅速變為藍色溶液 B。請幫他解釋下列問題：

1·(2 分) 振盪後試管塞為什麼越來越緊。寫出變藍色溶液的化學方程式。

2·(3 分) 試從結構上解釋：A 溶液為何呈現無色，B 溶液為何呈現藍色？寫出 A 溶液裏配合物中中心離子的電子排布式？

3·(1 分) 若將銅粉換成氧化亞銅(Cu_2O)，重複上述實驗，現象是否一樣？為什麼？

第 12 題 (8 分) 爲了預防缺碘疾病，國家規定每千克食鹽中應該含有 40—50mg 的碘酸鉀。爲檢驗某種食鹽是否爲加碘鹽的合格食鹽，某同學取食鹽樣品 428g，設法溶解出其中的全部的碘酸鉀(KIO₃)，將溶液酸化並加入足量的碘化鉀(KI)澱粉溶液，溶液呈藍色，再用 0.030mol/L 的硫代硫酸鈉 (Na₂S₂O₃) 溶液滴定，用去 19.00mL 時藍色剛好退去，試通過計算說明加碘食鹽是否爲合格產品。有關反應如下：



第 13 題（4 分）萜類化合物（terpenoid）是中草藥中一類比較重要的化合物，同時它們也是一類重要的天然香料，是化妝品工業和食品工業不可缺少的原料。萜類化合物分子中具有異戊二烯（isoprene）結構單元，它廣泛存在於高等植物、真菌、微生物、昆蟲以及海洋生物中。今有某萜烴 A（terpene hydrocarbon），元素分析（element analysis）得知，含 C：88.23%，H：11.77%，對氫氣的相對密度為 68，該烴經臭氧氧化水解（oxidative hydrolysis），得到等物質的量的甲醛（CH₂O）和

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CHO} \\ \parallel \quad | \\ \text{O} \quad \text{O}=\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}, \text{求：}$$

1. （2 分）萜烴 A 的分子式(molecular formula)。
2. （2 分）又知烴 A 具有六元環結構，試寫出它的結構簡式（skeleton symbol）。

第 14 題 (9 分) 通過計算熱力學函數的變化值，

1 · (6 分) 判斷 25°C，1 個標準大氣壓下碳酸氫銨(NH₄HCO₃)的
是否發生分解反應。

2 · (3 分) 若各物質 C_p 與溫度無關、計算使 NH₄HCO₃ 分解的最
低溫度。

所需數據如下：

	NH ₄ HCO ₃ (s)	NH ₃ (g)	CO ₂ (g)	H ₂ O (l)
$S_{298}(J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1})$	118.4	192.51	213.69	69.94
$\Delta H_{f,298}(kJ \cdot mol^{-1})$	-852.87	-46.19	-393.514	-285.838