

2011 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	總分
滿分	20	8	6	11	10	5	6	6	7	13	8	100
得分												
評卷人												

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 [223]	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 (20 分)

選擇題 (每小題 2 分。每小題有 1~2 個選項符合題意)

1-1 使用青黴素治療疾病，患者需做青黴素的皮膚 (或皮內) 敏感試驗。青黴素試驗試劑為每毫升含 500U 青黴素 G 生理鹽水溶液，注入試液量為 0.1mL。現用 1 瓶 160 萬 U 單位青黴素，先注入 4mL 等滲鹽水。取 0.1mL，加等滲鹽水至 1mL。從 1mL 中取 X mL，注入 10mL 注射器，加等滲鹽水至 10mL，即成標準的青黴素試驗液。一次配製 10mL 試驗液能滿足 60~70 個患者的青黴素的皮膚 (或皮內) 敏感試驗需要。X 的值为 ()

- A · 0.100 B · 0.125 C · 0.250 D · 0.400

1-2 吸煙者吸入香煙過程，是香煙在不完全燃燒過程中發生一系列的熱分解與熱合成的化學反應。香煙燃燒時產生氣體有 CO、CO₂、H₂O、SO₂、氨及胺類、酸類、醛類、尼古丁和一些生物活性物質等。從煙霧中分離出有害成分達千餘種。其中引起煙味的成分主要是 ()

- A · CO、CO₂、SO₂、H₂O B · CO₂、氨、醛類、尼古丁
C · CO、氨及胺類、酸類、醛類 D · 氨及胺類、酸類、醛類、尼古丁

1-3 糖尿病患者頭髮中的鈮含量異常低，暗示鈮與糖代謝和糖尿病有關。現研究證明，鈮對糖尿病的治療有特殊的療效。下列敘述正確的是 ()

A · 血液中含的糖主要是葡萄糖，一般稱為血糖，血糖高就可能患糖尿病，因此血糖越低越好

B · 檢測糖尿病患者的尿液，主要是檢測尿中的葡萄糖含量來分析病情

C · 鈮是過渡元素，在元素週期表中處於第四週期

D · V_2O_5 是兩性氧化物，溶于強鹼生成鈮氧離子，溶于強酸形成鈮酸鹽

1-4 生物體內細胞膜內的葡萄糖、細胞膜外的富氧體液及細胞膜構成微型的生物原電池。下列有關判斷正確的是 ()

A · 正極的電極反應： $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$

B · 正極的電極反應： $2H^+ + 2H_2O + 2e^- = 4OH^-$

C · 負極的反應：主要是 $C_6H_{12}O_6$ (葡萄糖) 轉化成 CO_2 或 HCO_3^-

D · 負極的反應：主要是 $C_6H_{12}O_6$ (葡萄糖) 轉化成 CO_3^{2-} 或 HCO_3^-

1-5 硼晶體的基本結構單元是硼原子組成的正二十面體，其中，每個面均為正三角形，每個硼原子均與另外五個硼原子相連。由此推斷在硼晶體的基本結構單元中的頂點數和稜邊數分別是 ()

A · 12、20 B · 12、30 C · 30、12 D · 20、12

1-6 下列產品的使用會對人體健康直接造成危害的是 ()

A · 腸胃 CT 顯影劑 (主要含硫酸鋇) B · 防蛀驅蟲產品 (主要含萘)

C · 茶籽食用油 (主要含油酸) D · 食用水產品防腐 (主要乙醛)

1-7 表面活性劑，其分子結構均由兩部分構成。分子的一端為非極親油的疏水基，分子的另一端為極性親水的親水基。下列物質中，有表面活性劑的結構的是 ()

A · $C_6H_5-CH_2CH_2CH_3$ B · $CH_3-[-CH_2-]_{15}SO_3Na$

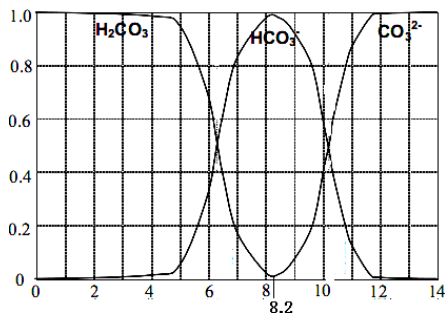
C · $R-N^+(CH_3)_2-COO^-$ D · $CH_3-[-CH_2-]_{12}CH_2Cl$

1-8 $Co(NH_3)_6^{3+}$ 是正八面體而非三棱柱或平面六邊形構型的理由是 ()

A · 其一氯取代物不存在同分異構體 B · 它的鍵長與鍵角都相等

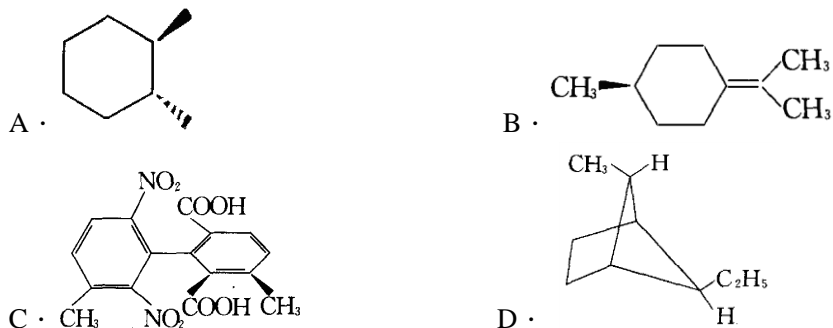
C · 其二氯取代物只存在兩種同分異構體 D · 它是非極性分子

1-9 下圖是一水溶液在 pH 從 2 至 12 的範圍內， H_2CO_3 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 三種成分平衡時的組成百分率，下列敘述正確的是 ()



- A · 此圖可根據 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$ 滴定 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 碳酸鈉溶液的實驗資料繪出
 B · H_2CO_3 和 CO_3^{2-} 在溶液中能大量共存
 C · 等體積的 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$ 和 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 碳酸鈉混合時，pH 稍大於 8.2
 D · 在 pH 約 8.2 時，該溶液中： $c(\text{H}_2\text{CO}_3)=c(\text{HCO}_3^-)$

1-10 具有下列結構式的分子中，沒有手性的是 ()



第 2 題 (8 分)

2-1 解釋 S_6 及 S_2 分子中為何有不同鍵長？

2-2 在環狀分子 S_6 中 S 原子的雜化類型_____。

2-3 硫代硫酸鈉可除去自來水中餘氯，寫出有關的反應方程式：_____。

2-4 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 幾何構型_____。S 的平均氧化態為_____。

2-5 $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ 中的 4 個 O 原子是完全等價的，寫出它的電子式_____；

2-6 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 受熱分解產生刺激性氣體。充分分解後，將剩餘固體溶于水。溶液酸化後產生白色渾濁，加熱溶液，逸出刺激性氣體，其體積為受熱產生氣體體積的 2 倍（相同條件下），寫出 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 受熱分解反應方程式：_____。

第 3 題 (6 分)

火藥的發明，曾對世界文明的發展起過重要作用。常見的火藥有：黑火藥、黃色炸藥（苦味酸 $C_6H_3N_3O_7$ ）、TNT、黑索金（ $C_3H_6N_6O_6$ ）、硝化甘油、火藥棉、硝銨。

3-1 節日使用的電光鞭炮可由氯酸鉀（或高氯酸鉀）和鋁粉制得。使用氯酸鉀生產鞭炮不僅響聲大，而且成本較低。但在鞭炮生產中，政府推廣使用高氯酸鉀代替氯酸鉀。推測高氯酸鉀與氯酸鉀性質的差異性。

3-2 寫出“黃色炸藥”爆炸分解時的反應方程式（可用化學式表示）

3-3 照明彈中通常裝有鎂、鋁和硝酸銨等物質。試說明照明彈的化學原理和硝酸銨可能所起的作用。

3-4 銨油炸藥主要成分為硝酸銨和燃料油。當添加少量鋁粉時，爆炸時產生如下的化學反應： $2Al + 3NH_4NO_3 = 3N_2 + 6H_2O + Al_2O_3$ 。該反應可以發生爆炸的理由。

3-5 共振譜儀可用於查找戰場上遺留下來的塑膠殼地雷。地雷中的炸藥主要是黑索金或 TNT，可用這種譜儀找出來。此法不能檢出的炸藥是_____。
A 硝化甘油炸藥 B 黑火藥 C 液氧炸藥 D 疊氮化鉛炸藥

第 4 題 (11 分)

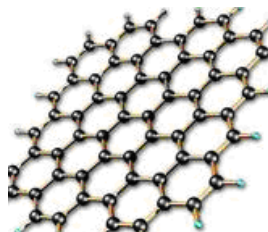
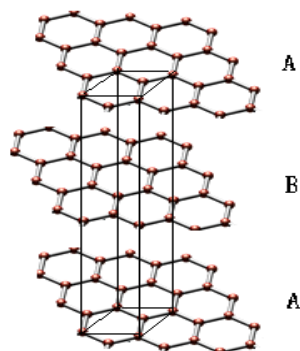
六方石墨晶體由層狀按 ABAB 方式堆積而成，如右圖所示。

4-1 依據石墨中具有的不同作用力，解釋石墨的滑膩感導電的性質？

4-2 寫出晶胞內各碳的原子座標。

4-3 石墨的層間距為 334.8pm ，C-C 鍵長為 142pm ，石墨晶體的密度_____。

4-4 石墨烯是由碳原子構成的單層片狀結構的新材料（結構示意圖如下），可由石墨剝離而成，有很大的比表面積（單位品質物料所具有的總面



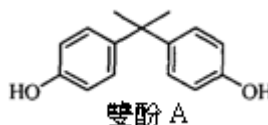
積)，具有極好的應用前景。理論上單層石墨烯的比表面積_____。

4-5 可以確定石墨烯結構的辦法有_____。

- A 原子力顯微鏡 (AFM) B 光學顯微鏡
C Raman 光譜 D 原子光譜

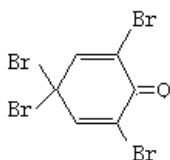
第 5 題 (10 分)

雙酚 A 是重要的有機化工原料，主要用於生產聚碳酸酯、環氧樹脂等多種高分子材料。從礦泉水瓶、醫療器械到及食品包裝的內裏，都有它的身影。但雙酚 A 在加熱時能釋放到食物和飲料當中，它可能擾亂人體代謝過程，對嬰兒發育、免疫力有影響，可能會誘發性早熟。含有雙酚 A 的塑膠被禁止用於兒童奶瓶的生產。



5-1 雙酚 A 如右圖所示，寫出它的系統命名。

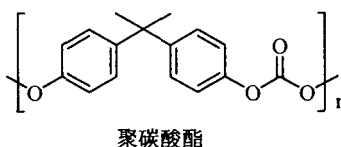
5-2 苯酚是生產雙酚 A 的主要原料，苯酚溶解在熱水中後加入過量的溴水，



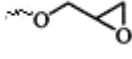
這時沉澱物質 B ()。B 分子中氧原子與_____個原子共平面，B 分子_____ (填有、無) 芳香性。寫出物質 B 和碘化鉀的反應方程式

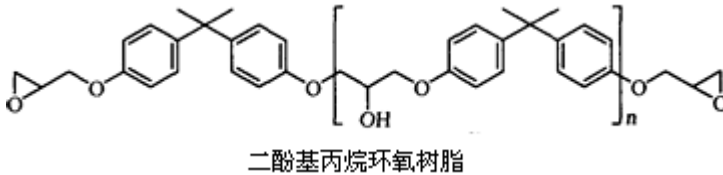
5-3 雙酚 A 可與溴反應生成四溴代物。寫出四溴代物的結構簡式及系統命名。

5-4 雙酚 A 用於生產聚碳酸酯，其中二酚基聚碳酸酯如右圖所示。為什麼由聚碳酸酯材料製成的奶瓶或飲料瓶加熱時易釋放出少量雙酚 A?



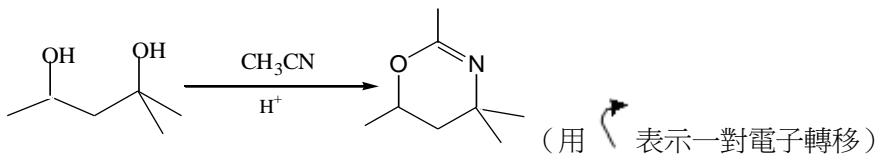
5-5 二酚基丙烷環氧樹脂如下圖所示。它用作膠粘材料時常須加入固化劑，

如乙二胺($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$)。固化劑的作用是使環氧樹脂由鏈型結構交聯而成體型結構。畫出乙二胺與環氧樹脂兩端的環氧基 () 充分反應後的成體型結構片段



第 6 題 (5 分)

寫出下列醇反應相應的反應歷程



第 7 題 (6 分)

僅含有 Al^{3+} 一種金屬離子的某樣品水溶液，在 $\text{pH}=9.0$ 條件下加入稍過量的 8-羥基喹啉，使 Al^{3+} 定量地生成三喹啉鋁沉澱。過濾並洗去過量的 8-羥基喹啉，然後將沉澱溶於 2mol/L HCl 溶液中，即得 8-羥基喹啉的酸溶液，用 $15.00\text{mL } 0.1235\text{mol/L KBrO}_3\text{-KBr}$ 標準溶液處理，產生的 Br_2 與 8-羥基喹啉發生反應生成二溴羥基喹啉，應完全後，再加入過量的 KI ，最後用 $0.1025\text{mol/L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準溶液滴定，終點時用去 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準溶液 3.42mL 。

7-1 控制 Al^{3+} 與羥基喹啉反應時溶液的 pH 可選擇加入_____。

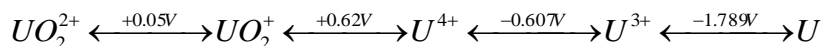
- A $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Ac}$ 緩衝溶液
- B 乙酸-乙酸钠緩衝溶液
- C 磷酸氫二鈉-磷酸二氫鈉緩衝溶液
- D 鄰苯二甲酸-鹽酸緩衝溶液

7-2 寫出生成溴的反應的離子方程式

7-3 由以上實驗資料計算樣品中 Al 的含量。

第 8 題 (6 分)

下圖是U的各氧化態在酸性溶液中的標準電極電勢圖。



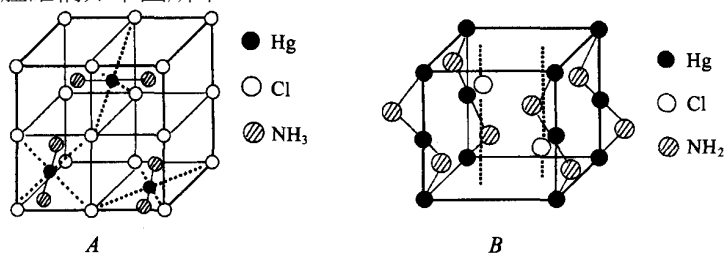
附： $E^\ominus(H^+/H_2)=0V$ ； $E^\ominus(Br_2/Br^-)=1.07V$ ； $E^\ominus(O_2/H_2O)=1.23V$ 。

8-1 預測哪些氧化態最穩定？哪些氧化態不穩定？並說明理由。

8-2 判斷 U^{4+} 能否與 Br_2 或 Br^- 反應，說明理由並寫出方程式。

第 9 題 (7 分)

$HgCl_2$ 遇到不同濃度 NH_3 、 NH_4Cl 反應得到的含汞化合物 A 和 B，A 和 B 的晶體結構如下圖所示



9-1 寫出 A、B 的化學式

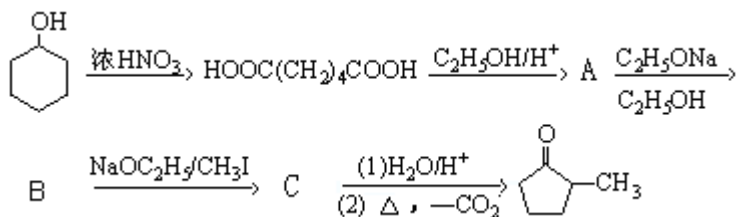
9-2 晶體 A 中 Hg 佔據 Cl 形成簡單立方的什麼位置，佔有率是多少？

9-3 比較 A 和 B 在水溶液中溶解性的大小。

第 10 題 (13 分)

α -正己基環戊酮具有清新天然果香氣息，並帶有較強烈的薄荷涼爽感，可用於食用香精中，具有非常好的抗癌性能。

利用環己醇合成 α -甲基環戊酮線路如下：



10-1 用環己醇和硝酸製備己二酸化學反應方程式。

10-2 寫出 A、B、C 的結構簡式。

A _____ B _____ C _____

10-3 能否用 NaOH/C₂H₅OH 代替 C₂H₅ONa/C₂H₅OH 溶液?為什麼?

止咳酮 4-苯基-2-丁酮 (C₆H₅CH₂CH₂COCH₃)，具有止咳、祛痰的作用。止咳酮通常被製成亞硫酸氫鈉的加成物，便於服用和存放。

10-4 寫出止咳酮和飽和亞硫酸氫鈉的加成產物的結構簡式，說明這一步製備反應為什麼需要控制溶液的 pH 值?

10-5 以一氯甲基苯與乙醯乙酸乙酯為起始原料，用合理方法合成止咳酮(標明合成的各個步驟)

第 11 題 (8 分)

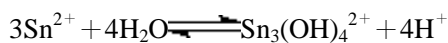
錫、鉛都是組成青銅的重要成分，也是人類較早利用的金屬之一。

11-1 單質錫有兩種晶體結構，一種稱為白錫，密度 7.31g/cm³，常壓下 18℃~212℃穩定；另一種稱為灰錫，密度 5.75g/cm³，常壓下 -130℃~18℃穩定。金屬錫遇到低溫，會出現“錫疫”，即金屬錫發生碎裂。根據上述資訊分析產生“錫疫”的原因。

11-2 Sn 和鹽酸、硫酸的反應與鐵類似，但和濃硝酸反應卻生成氧化物 SnO₂。請寫出 Sn 和濃硝酸反應的反應方程式，

11-3 SnO₂ 與 NaOH 共熔，生成可溶性鹽。請寫出個化學方程式：

11-4 在控制條件下，亞錫鹽水溶液的水解的其中一個步驟按下列反應式進行：



Sn₃(OH)₄²⁺ 離子的結構是 Sn 之間以 -O- 連接，具有環狀對稱結構，請畫出其結構式；

11-5 一個學生在做實驗時，發現 SnS 被 (NH₄)₂S 溶液溶解，你認為可能的原因是什麼？