

第四十二屆國際化學奧林匹亞(42nd IChO 2010)

選訓營初選試題之改編、潤澤及延伸

高三化學試題欣賞(100102)

正心中學/劉子麟

* 〈依據原試題單選第 1 題設計出下面的“改編試題”〉

1 實驗室放置四杯配好備用的溶液(濃度皆為 0.10 M)： $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 、 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 、 $\text{KAl}(\text{OH})_4(\text{aq})$ 及 $\text{MgCl}_2(\text{aq})$ 。試問哪一種溶液與其它(三種)溶液混合都能夠產生沉澱？

(A) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{aq})$

(B) $\text{NaOH}(\text{aq})$

(C) $\text{KAl}(\text{OH})_4(\text{aq})$

(D) $\text{MgCl}_2(\text{aq})$

* 〈依據原試題單選第 3 題設計出下面的“改編試題”〉

2 下列各個選項中皆包含一對共軛酸鹼；試問哪一對無法當作緩衝溶液使用？

(A) $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$

(B) $\text{NaHCO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$

(C) $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaHSO}_4$

(D) $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$

* 〈依據原試題單選第 4 題設計出下面的“潤澤試題”〉

3 工業上常以一氧化碳與氫氣依下式反應製備甲醇： $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + 140 \text{ kJ}$
試問反應在下列哪一個條件下進行，可使甲醇的產率達最高？

(A) 高溫高壓，加入催化劑($\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$)

(B) 低溫低壓，加入催化劑($\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$)

(C) 低溫高壓，缺乏催化劑($\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$)

(D) 高溫低壓，缺乏催化劑($\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$)

* 〈依據原試題單選第 5 題設計出下面的“改編試題”〉

4 大多數金屬碘化物都是十分穩定的化合物；唯下列選項中有一種例外。試問不能夠穩定存在的碘化物是哪一種？

(A) KI

(B) KI_3

(C) FeI_3

(D) FeI_2

* 〈依據原試題單選第 6 題設計出下面的“潤澤試題”〉

5 若將鹽酸滴在漂白粉〔含 $\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$ 〕中，會發生氧化還原反應而逸出一種黃綠色氣體。試問上述的還原(半)反應可以下列哪一個式子表示？

(A) $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

(B) $2\text{ClO}^- + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(C) $\text{ClO}^- + 3\text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$

(D) $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

* 〈依據原試題單選第 7 題設計出下面的“潤澤試題”及“延伸試題”〉

(6~8)為題組：在適量條件下，氮與氫會依下式合成氨： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 。
定溫(200°C)下，一個容積固定的密閉容器最初盛有 1.4 atm 的 $\text{N}_2(\text{g})$ 及 2.6 atm 的 $\text{H}_2(\text{g})$ ，俟反應而達平衡後，測得氣體總壓力為 2.4 atm。(原子量：N=14)

6 試問 $\text{H}_2(\text{g})$ 的平衡分壓是多少 atm ?

- (A) 0.20 (B) 0.40 (C) 0.60 (D) 1.2.

7 試問 NH_3 的產率是多少 ?

- (A) 57% (B) 60% (C) 67% (D) 92%

$$\text{產率} = \frac{\text{實際產量}}{\text{理想產量}} \times 100\% \quad (\text{所謂理想產量：係指限量試劑全部轉變成產物時的產量})$$

8 試問反應前後，物系中哪一項性質發生了改變 ?

- (A) 混合氣體的平均分子量
(B) 混合氣體的密度
(C) 氫分子的平均運動速率
(D) 氫分子的平均動能

* 〈依據原試題單選第 8 題設計出下面的“改編試題”〉

9 有一種固體試樣(僅含 CaCO_3 及 CaSO_4)，由元素分析實驗得知其中 Ca 佔重 35.7%。
試問該試樣含 CaCO_3 的重量%是多少 ? (原子量：Ca=40、C=12、S=32、O=16)

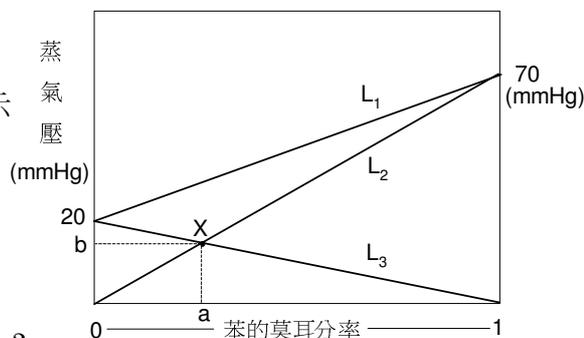
- (A) 35.7% (B) 53.7% (C) 60% (D) 73.5%

* 〈依據原試題單選第 10 題設計出下面的“改編試題”〉

10 已知 20°C 純苯(C_6H_6)及純甲苯(C_7H_8)的飽和蒸氣壓依次為 70 及 20 mmHg。假設由苯(C_6H_6)和甲苯(C_7H_8)混合而成的溶液遵守拉午耳定律(Raoult's law)。且知這個溶液之蒸氣壓 vs 溶液濃度的關係圖形如下：

試回答下列各項問題：

- (a) 圖中哪一線段(L_1 、 L_2 或 L_3)可以正確表示出溶液蒸氣壓 vs. 溶液濃度的關係 ?
(b) 圖中 X 點(a, b)之座標位置為何 ?
(c) 20°C 某濃度的溶液(含苯及甲苯)與其蒸氣達平衡；若知蒸氣中含苯之莫耳分率是 0.70，則該溶液中含苯之莫耳分率是多少 ?



* 〈依據原試題單選第 11 題設計出下面的“改編試題”〉

11 室溫(25°C)下，將 pH=3.0 的一元弱酸 HA ($K_a = 1.0 \times 10^{-5}$) 溶液與 pH=12.0 的 NaOH 溶液以等體積混合，經充分反應後，試問混合溶液的 pH 為多少 ?

- (A) 等於 7.5 (B) 介於 11~12 之間
(C) 介於 4~5 之間 (D) 介於 7.6~9 之間

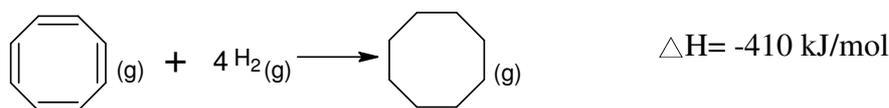
* 〈依據原試題單選第 12 題設計出下面的“潤澤試題”〉

12 純的氧化鐵(II)晶體呈現黑色，其化學式為 FeO (陽離子與陰離子之數目比=1 : 1)；若晶體有缺陷則呈現黑褐色，其化學式為 $\text{Fe}_{0.97}\text{O}$ (陽離子與陰離子之數目比=0.97 : 1)。試問 $\text{Fe}_{0.97}\text{O}$ 晶體中，含 $\text{Fe}^{3+} : \text{Fe}^{2+}$ 的數目比依序為多少 ?

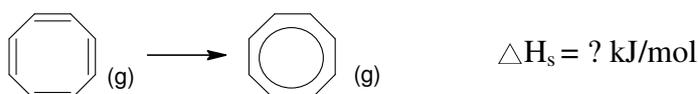
- (A) 1 : 48 (B) 3 : 94 (C) 5 : 92 (D) 6 : 91

* 〈依據原試題單選第 15 題(D)設計出下面的“延伸試題”〉

13 已知環辛烯(C_8H_{14})和 1,3,5,7-環辛四烯(C_8H_8)皆屬於不飽和烴，它們與氫氣發生加成反應的熱化學方程如下：



試問環辛四烯分子的共振穩定能(stabilization energy) ΔH_s 是多少 kJ/mol ?



(非共振結構) (共振結構)

* 〈依據原試題單選第 16 題設計出下面的“潤澤試題”〉

14 當乙酸乙酯($CH_3COOC_2H_5$)與過量的格任亞試劑(Grignard reagent: C_2H_5MgBr)充分反應後，再以 HBr/H_2O 處理中間產物，試問最後產物為下列哪一個？

- (A) $CH_3COC_2H_5$
- (B) $CH_3CH(OH)C_2H_5$
- (C) $CH_3C(OH)(C_2H_5)_2$
- (D) $CH_3CH(C_2H_5)_2$

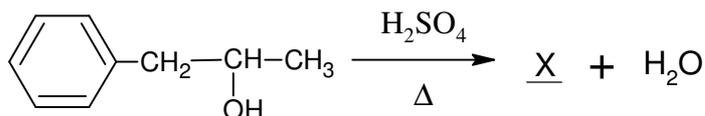
* 〈依據原試題多選第 5 題設計出下面的“改編試題”〉

15 下列何種溶液的陰離子，不因加入強酸(H^+)/強鹼(OH^-)後而使該離子的莫耳數減少？

- (A) $Cl^-_{(aq)}$
- (B) $F^-_{(aq)}$
- (C) $CrO_4^{2-}_{(aq)}$
- (D) $ClO_4^-_{(aq)}$
- (E) $ClO^-_{(aq)}$

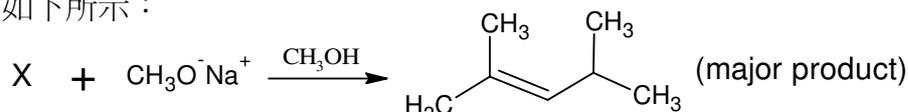
* 〈依據原試題多選第 15 題設計出下面的“潤澤試題”及“延伸試題”〉

16 下面兩個反應式中：X 代表第一個反應的主要產物，Y 代表第二個反應的主要產物。試分別寫出 X 及 Y 的結構式。



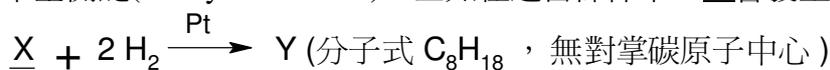
* 〈依據原試題多選第 17 題設計出下面的“改編試題”及“延伸試題”〉

17 已知化合物 X 與 $\text{CH}_3\text{O}^-\text{Na}^+/\text{CH}_3\text{OH}$ 可進行雙分子的脫去反應 E2(elimination, bimolecular) 如下所示：



試問 X 是下列哪一個化合物？

- (A) 2-溴-2,4-二甲基戊烷
 (B) 3-溴-2,4-二甲基戊烷
 (C) 2,3-二溴-2,4-二甲基戊烷
 (D) 1-溴-2,4-二甲基戊烷
- 18 某鏈狀烴 X (分子式 C_8H_{14}) 分子內含有一個對掌碳原子中心(chiral carbon center)及一個甲基側鏈(methyl side-chain)。且知在適當條件下，X 會發生下列兩個反應：



試依據上述反應推論出 X、Y 及 Z 的結構式。

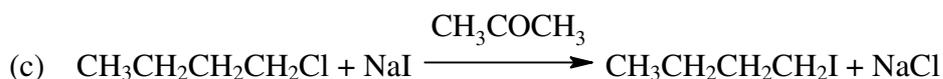
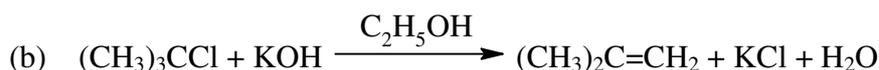
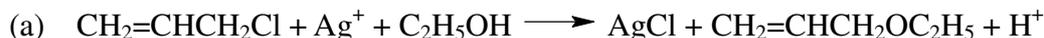
19 試判斷下列各個反應係以何種反應機構($\text{S}_{\text{N}}1$ 、 $\text{S}_{\text{N}}2$ 、E1 或 E2)進行？

註： $\text{S}_{\text{N}}1$ 代表單分子的親核性取代反應(substitution nucleophilic, unimolecular)；

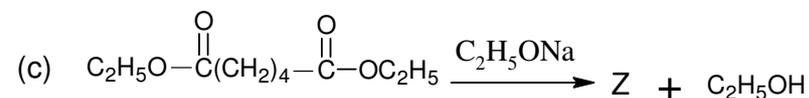
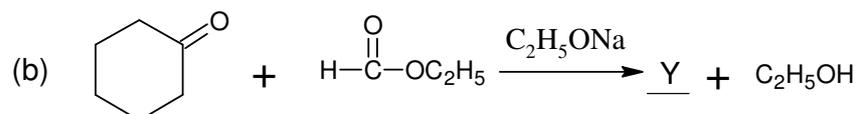
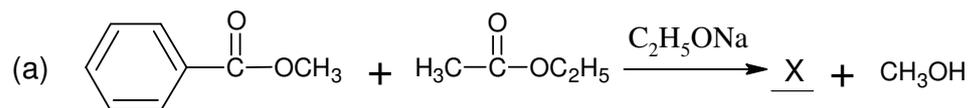
$\text{S}_{\text{N}}2$ 代表雙分子的親核性取代反應(substitution nucleophilic, bimolecular)；

E1 代表單分子的脫去反應(elimination, unimolecular)；

E2 代表雙分子的脫去反應(elimination, bimolecular)；



20 在強鹼($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-\text{Na}^+$)溶液中，酯類分子與含 α -氫的酯類、醛類或酮類分子容易進行克來森縮合反應(Claisen condensation)。請分別寫出下列各個縮合反應的主要產物(X、Y及Z)的結構式：



* 〈依據原試題非選擇題第二題設計出下面的“潤澤試題”〉

21 已知 M^+X^- 是一種水溶性低的鹽類，它的溶度積(K_{sp})為 1.80×10^{-15} 。

當它在強酸(H^+)中溶解時，會依下式反應而達至平衡：



且知 $M^+X^-(s)$ 在 4.00 M 的 $H^+(aq)$ (強酸)中的溶解度為 2.40×10^{-3} 莫耳/升。

試回答下列各個問題：

(a) 若將 $M^+X^-(s)$ 溶於蒸餾水中，試問 $M^+X^-(s)$ 的溶解度是多少莫耳/升？

(註： $X^-(aq)$ 的水解可忽略)

(b) 試問一元弱酸 HX 的 K_a (游離常數)值是多少？

高三化學試題(100102)參考答案

解答/劉子麟

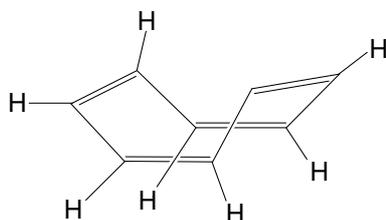
1 D 2 C 3 C 4 C 5 B 6 A 7 D 8 A 9 C

10 (a) L_1 (b) (0.22, 15.4)或(2/9, 15.6) (c) 0.40

11 C

12 D

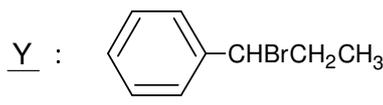
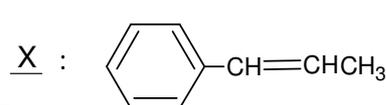
13 $\Delta H_s = +26 \text{ kJ/mol}$ 。*環辛四烯分子的立體結構：無共振現象，屬於環烯烴，而不是芳香烴。



14 C

15 AD

16



17 B

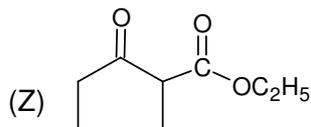
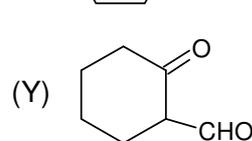
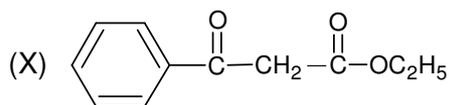
18 X : $CH_3CH=CHC^*H(CH_3)CH_2CH=CH_2$ (註：X 有順、反異構體； C^* is chiral center)

Y : $CH_3CH_2CH_2CH(CH_3)CH_2CH_2CH_3$

Z : $CHOC^*H(CH_3)CH_2CHO$ (註： C^* is chiral center)

19 (a)- S_N2 (b)-E1 (c)- S_N2 (d)-E2

20



21 (a) 4.24×10^{-8}

(b) 1.25×10^{-9}