

化學：藝術，科學，有趣



實作試題

解答與評分

2007 年七月十八日

莫斯科，俄羅斯

問題一. 利用離子交換管柱層析法分離胺基酸

1.1a 每分離一個成份峰(peak)可得到 3 分，而且在這些成份峰(peak)之間至少要有兩個很清楚的空白區(blank)。

最高得 9 分。

1.1b 沒有評分。

1.1c 每一個**正確**的選擇可得到 1 分。這些混合物應該存在於，所有被認定是”2”和”3”的部分，並且應該都是含有胺基酸的；而被認定是”1”的部分，則其可能是有或可能沒有混合物的存在。

最高得 3 分。

1.2-1.3

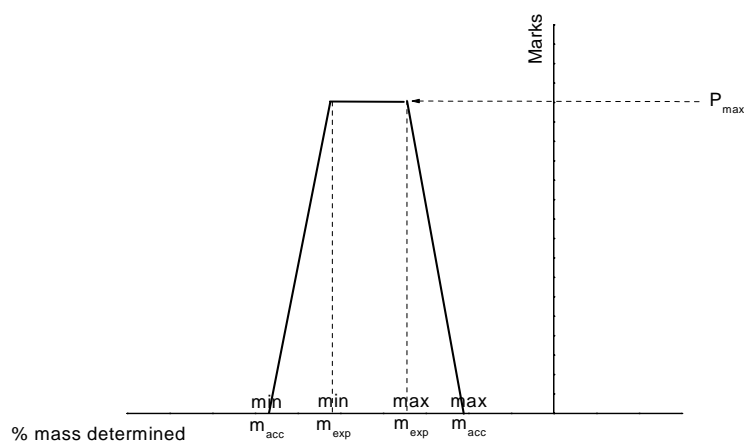
$$\text{一種胺基酸的含量} = \frac{A_{\lambda} \cdot n \cdot V \cdot M_w}{\epsilon \cdot l}$$

A_{λ} 是從樣品光譜計算出來之吸光度(absorbance)； l 是光學長度(optical length)(1.0 公分)； n 是稀釋係數(dilution factor)，被定義為分析溶液(0.1mL)與樣品在光度計樣品槽(cuvette)中之體積整數比； V 是對應成份峰(corresponding peak)，每部分所有溶液的體積； M_w 是胺基酸的莫耳質量(molar mass)。

標示出正確的分子式得 3 分；

標示出正確測量後的光學密度(optical densities)(每次測量得 1 分)共得 3 分；每當有一次錯誤扣 1 分。

藉由下列的圖表，可確定出胺基酸的含量(數值是由學生紀錄的體積和光譜圖顯示的吸收值之計算出來的結果)。



評分：

$m < \min m_{acc}$ 或 $m > \max m_{acc}$ 0 分

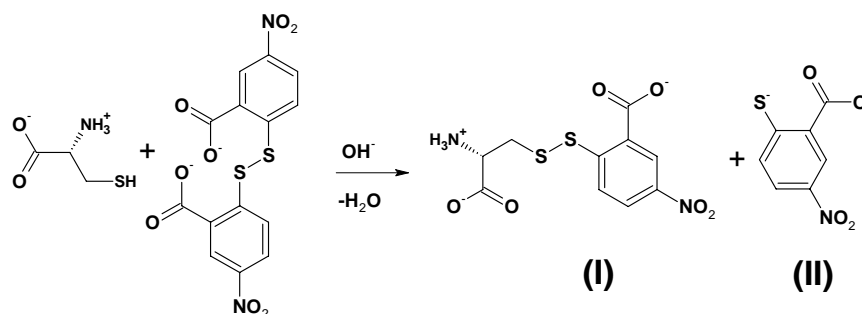
$\min m_{acc} < m < \min m_{exp}$ $P_{max} \frac{(m - \min m_{acc})}{(\min m_{exp} - \min m_{acc})}$ 分

$\min m_{exp} < m < \max m_{acc}$ P_{max} 分

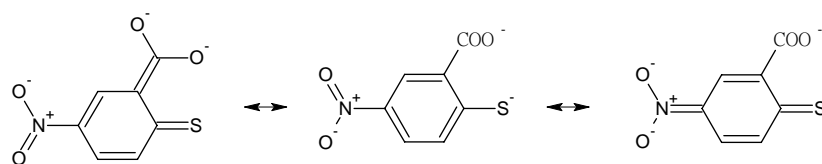
胺基酸	Min $m_{acc}/m_{exact} \cdot 100\%$	Min $m_{exp}/m_{exact} \cdot 100\%$	Max $m_{exp}/m_{exact} \cdot 100\%$	Max $m_{acc}/m_{exact} \cdot 100\%$	P_{max}
Cys	70%	85%	110%	115%	22
His	60%	85%	110%	115%	22
Arg	25%	45%	65%	85%	22

最高得 72 分。

1.4 反應中會形成二硫化物(disulfide)和 2-thio-5-nitrobenzoic acid。



在偏鹼性(alkaline)的環境下，thiol group (II) 會被分離開來，thiophenolate-陰離子將會形成。從這個化合物將可得之共振結構。



非對稱 disulfide (I) 的電子結構與最初的 Ellmann 試劑並無太大的不同。因此得到一結論，此化合物的顏色變化是因為 thiophenolate-陰離子(一含有 C=S 鍵的形式)造成。

畫出三個正確的離子結構，其中一個必須包含 C=S 鍵的形式，得 2 分；

畫出三個其他不包含 C=S 鍵的結構得 1 分；

未畫出三個結構，但其中一結構必有 C=S 鍵的形式才得 1 分。

最高得 2 分。

問題二. 測定研磨劑中碳酸根和磷酸氫根的含量

2.1a, 2.2, 2.3 最終體積值 $V_{1,f}$, $V_{2,f}$, and $V_{3,f}$, (依照紀錄在答案紙上)被評分的依據是根據下列的系統:

$$\Delta V = |V_{\text{reported}} - V_{\text{true}}|,$$

V_{reported} 或者 $V_{1,f}$, $V_{2,f}$, 和 $V_{3,f}$, V_{true} 是相對主要的值。

ΔV 的值	得分
$\Delta V \leq \Delta V_{\text{expected}}$	25
$\Delta V \geq \Delta V_{\text{acceptable}}$	0
$\Delta V_{\text{expected}} \leq \Delta V \leq \Delta V_{\text{acceptable}}$	$25 \times \left(\frac{\Delta V_{\text{acceptable}} - \Delta V}{\Delta V_{\text{acceptable}} - \Delta V_{\text{expected}}} \right)$

$\Delta V_{\text{expected}}$ 和 $\Delta V_{\text{acceptable}}$ (mL) 的值列於下表中:

	ΔV , mL	
	預期的	可接受的
$V_{1,f}$	0.10	0.25
$V_{2,f}$	0.15	0.40
$V_{3,f}$	0.15	0.40

每次滴定(titration)最高得 25 分。

2.1b NaOH 的濃度計算:

學生的實驗

$$c(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) \times V(\text{aliquot})}{V(\text{flask}) \times V(\text{NaOH})} =$$

$$\frac{1.214 (\text{mol/L}) \times 10.00(\text{mL}) \times 10.00(\text{mL})}{100.0(\text{mL}) \times V_{1,f}(\text{mL})} =$$

=

$$c(\text{NaOH}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol/L}$$

2.4 CO_3^{2-} 的質量計算:

學生的實驗

$$\begin{aligned} m(\text{CO}_3^{2-}) (g) &= \\ M(\text{CO}_3^{2-}) \times 1/2 \times \frac{c(\text{NaOH}) \times (V_{1,f} - V_{3,f}) \times V(\text{flask})}{V(\text{aliquot})} &= \\ = 60.01 \\ (g/mol) \times 1/2 \times \frac{c(\text{NaOH}) (mol/L) \times (V_{1,f} - V_{3,f}) (mL) \times 100.0 (mL)}{10.00 (mL)} \times 0.001 (L/mL) &= \\ = & \\ m(\text{CO}_3^{2-}) &= \text{_____} g \end{aligned}$$

2.5 HPO_4^{2-} 的質量計算：

學生的實驗

$$\begin{aligned} m(\text{HPO}_4^{2-}) (g) &= \\ = M(\text{HPO}_4^{2-}) \times \frac{c(\text{NaOH}) \times (V_{3,f} - V_{2,f}) \times V(\text{flask})}{V(\text{aliquot})} &= \\ = 95.98 \\ (g/mol) \times \frac{c(\text{NaOH}) (mol/L) \times (V_{3,f} - V_{2,f}) (mL) \times 100.0 (mL)}{10.00 (mL)} \times 0.001 (L/mL) &= \\ = & \\ m(\text{HPO}_4^{2-}) &= \text{_____} g \end{aligned}$$

2.1b, 2.4, 2.5

評分標準：

- 1) 用正確的方法，計算所有學生的數值結果，來比較每一個學生的答案(包含有效數字的數目)。
- 2) 確認學生的計算過程。

每一個數值的完整計算結果最多可得5分。

在計算過程或數值紀錄錯誤的評比：

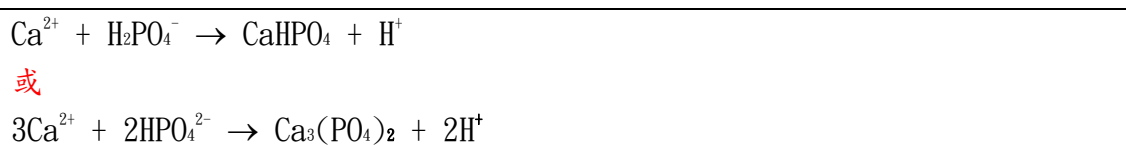
	錯誤的種類	扣分(每一個值的計算結果)
1	錯誤的計算方法	-5
2	錯誤的稀釋係數	-1
3	弄混測量單位	-1
4	錯誤的化學計量(stoichiometric)(等質)	-1

	(equivalency) 關係	
5	在計算 $c(\text{NaOH})$ 時，有效數字超過或低於 4 位	-0.5*
6	在計算 $m(\text{CO}_3^{2-})$ 和 $m(\text{HPO}_4^{2-})$ 時，有效數字超過 4 位，或是低於 3 位	-0.5*
7	捨位錯誤(rounding error)會影響最後結果第一位和第二位有效數字	-0.5**
8	每個算錯處和失誤處	每個錯誤-0.2

*只有在最後答案的有效數字會納入評比。

**如果當計算 $c(\text{NaOH})$ 的錯誤發生是來自於起出計算過程有效位數的錯誤，則不重複扣分。

2. 6a



在這些過程中，自由質子(free protons)會影響到最後滴定的結果。

如果答案紙上至少有一個正確的反應方程式，則可得 1 分；如有有不正確的方程式則不扣分。

2. 6b

過失	錯誤	
	CO_3^{2-} content	HPO_4^{2-} content
低於 pH 4.5 時(第一個滴定終點, V_2)， H_2CO_3 未被滴定。當 pH 介於 4.5 到 10 之間(第二個滴定終點, V_3)時， H_2CO_3 被滴定。 因此， V_3 增加；但 V_1 和 V_2 不改變。	-	+
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 是很弱的酸，所以不影響。	0	0
V_1 的增加和 $c(\text{NaOH})$ 成比例的遞減； V_2 和 V_3 不影響[因為 $c(\text{NaOH})V_1$ 和初始 HCl 標準量是相等的，所以仍保持不變]。	-	-
樣品的損失造成 V_2 和 V_3 成比例的減少，因此 V_3-V_2 ；但 V_1 不影響。	+	-
V_2 , 和 V_1 增加，但 V_3 不改變。	0	-
V_3 增加， V_1 和 V_2 不改變。	-	+