# 全國高級中等學校109學年度農業類學生技藝競賽食品檢驗分析職種-食品化學與分析 術科解答卷

崗位編號：

第一大題 (20分，20%)

| 題號 | 答案 | 配分 |
|---|---|---|
| (一) | 使用酸鹼廣用試紙測試結果樣品屬於酸性或是鹼性：<br>A：酸<br>B：鹼<br>C：酸<br>廣用試紙判定正確，得3分。<br>操作過程：<br>廣用試紙是否使用玻棒，得2分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習I，8，p.118】 | 5 |
| (二) | 使用pH儀測量樣品pH數值：<br>A：3.71 ± 0.02<br>B：7.94 ± 0.01<br>C：2.86 ± 0.02<br>pH儀測量數值正確，得6分。<br>答案在正確值± 0.2範圍內，得2分。<br>答案在正確值± 0.2~0.5範圍內，得1分。<br>答案超過正確值± 0.5範圍，得0分。<br>操作過程：<br>pH儀的校正液選用是否正確，得2分。<br>pH儀的吸水紙使用是否正確，得1分。<br>pH儀探針與液面位置是否正確，得2分。<br>實驗操作是否細心嚴謹，得2分。<br>操作是否合乎安全，得1分。<br>工作檯與儀器是否整潔，得1分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習I，8，p.115-118】 | 15 |
| | 總分 | 20 |

全國高級中等學校 109學年度 競賽委員會 (甲) 農業類學生技藝競賽

**第二大題 (30 分，30%)**

| 題號 | 答案 | 配分 |
|---|---|---|
| (一) | 1. 請列出五項標定劑應具有的條件。<br>**(1) 純度須在 99.99% 以上。**<br>**(2) 不含水合物、不潮解、不風化，具高穩定性。**<br>**(3) 容易溶解。**<br>**(4) 與被標定的溶液，有一定化學反應計量關係。**<br>**(5) 有較大的 (克) 當量值，使稱量產生的誤差相對減少。**<br><br>標定劑應具有的條件說明完整，得 5 分。<br>說明不完整但科學意涵正確，斟酌得 1~4 分。<br>答錯或空白，得 0 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 I，7-1，p. 81】 | 5 |
| | 2. 稱取標定劑之前，應對鄰苯二甲酸氫鉀藥劑作何種前處理？<br>**鄰苯二甲酸氫鉀 (KHP) 事先需於烘箱中以 105-110°C 烘乾 2 小時，冷卻後備用。**<br><br>使用 KHP 標定劑之前處理說明完整，得 2 分。<br>說明不完整但科學意涵正確，得 1 分。<br>答錯或空白，得 0 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 I，7-1，p. 81】 | 2 |
| | 3. 氫氧化鈉標準溶液實際當量濃度 (N) (氫氧化鈉分子量：40.0)。<br>記錄鄰苯二甲酸氫鉀稱取重量。(記錄至小數點下 4 位) **(答案係參考值，依照實際稱取重量為主)**<br>第一次稱取: **0.5030** g<br>第二次稱取: **0.5030** g<br>第三次稱取: **0.5062** g<br>記錄滴定鄰苯二甲酸氫鉀溶液消耗 0.1 N 氫氧化鈉標準溶液體積。(記錄至小數點下 2 位) **(答案係參考值，依照實際量測為主)**<br>第一次滴定: **24.99** mL<br>第二次滴定: **25.04** mL<br>第三次滴定: **25.16** mL<br>氫氧化鈉標準溶液實際當量濃度: **0.09849** N **(答案係參考值，依照實際計算為主)**<br>計算過程：<br>$\frac{\text{KHP 重量 (g)}}{\frac{204.2}{1}} = N_{(NaOH)} \times \frac{\text{NaOH 實際滴定體積 (mL)}}{1000\ \text{mL}}$<br>$\frac{0.5830\ \text{(g)}}{\frac{204.2}{1}} = N_{(NaOH)} \times \frac{24.99\ \text{(mL)}}{1000\ \text{mL}} \rightarrow N_{(NaOH)} = 0.09857$ | 6 |

國高級中等學校 109學年度 競賽委員會 (甲) 農業類學生技藝競賽

| | | |
|---|---|---|
| | $\frac{0.5030\ (g)}{\frac{204.2}{1}} = N_{(NaOH)} \times \frac{25.04\ (mL)}{1000\ mL} \rightarrow N_{(NaOH)} = 0.09837$<br>$\frac{0.5062\ (g)}{\frac{204.2}{1}} = N_{(NaOH)} \times \frac{25.16\ (mL)}{1000\ mL} \rightarrow N_{(NaOH)} = 0.09853$<br>三次平均值 $= \frac{N_1+N_2+N_3}{3} = \frac{0.09857 + 0.09837 + 0.09853}{3} = 0.09849$<br>秤取與量測記錄填寫合規，計算式及答案均正確 (正確值±5%範圍)，得 6 分。<br>秤取與量測記填寫錄合規，計算式正確，答案介於正確值±10%，得 4 分。<br>秤取與量測記錄填寫合規，計算式正確，答案介於正確值±20%，得 2 分。<br>計算式正確，答案不正確，得 1 分。<br>計算式未列或錯誤，得 0 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 I，7-1，p. 83】 | |
| | 4. 0.1 N 氫氧化鈉標準溶液之力價 (F): **<u>0.9849</u> (答案係參考值，依照實際操作計算為主)**<br>計算過程：<br>$F = \frac{實際當量濃度\ (N)}{0.1} = \frac{0.09849}{0.1} = 0.9849$<br>計算式及答案均正確，得 4 分。<br>計算式正確，答案不正確，得 2 分。<br>計算式未列或錯誤，得 0 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 I，7-1，p. 83】 | 4 |
| (二) | 1. 請將食品中所含主要有機酸之成分進行配對。<br>(a) **<u>C</u>**；(b) **<u>E</u>**；(c) **<u>B</u>**；(d) **<u>A</u>**；(e) **<u>D</u>**。<br>每一配對答案正確，得 1 分，不正確，得 0 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 I，7-1，p. 84】 | 5 |
| | 2. 計算食醋樣品的總酸度 (%，以醋酸計) (醋酸分子量：60.0)。<br>記錄食醋稱取重量。(記錄至小數點下 4 位) **(答案係參考值，依照實際稱取重量為主)**<br>第一次稱取: **<u>10.0650</u>** g<br>第二次稱取: **<u>10.0693</u>** g<br>第三次稱取: **<u>10.0414</u>** g<br>滴定食醋溶液消耗 0.1 N NaOH 標準溶液體積。(記錄至小數點下 2 位) **(答案係參考值，依照實際量測為主)**<br>第一次滴定: **<u>11.96</u>** mL<br>第二次滴定: **<u>12.05</u>** mL<br>第三次滴定: **<u>11.88</u>** mL<br>食醋中醋酸含量: **<u>4.68 ± 0.03</u> % (答案係參考值，依照實際量測計算為主)**<br>(請以平均值±標準差表示) | 8 |

全國高級中等學校 109學年度 競賽委員會 (甲) 農業類學生技藝競賽

計算過程：

$$食醋中醋酸(\%) = \frac{A \times F \times 0.0060 \times D.F.}{S} \times 100\%$$

A = 0.1 N NaOH 標準溶液滴定體積 (mL)

F = 0.1 N NaOH 標準溶液力價

D.F. = 試料溶液稀釋倍數

S =試料的稱取重量 (g)

0.0060 為每毫升 0.1 N NaOH 標準溶液相當之醋酸重量(g)。

$$0.1 \times \frac{1}{1000} = \frac{W_{醋酸}}{\frac{60}{1}}，W_{醋酸} = 0.0060\ (g)$$

$$食醋中醋酸(\%) = \frac{11.96 \times 0.9849 \times 0.0060 \times \frac{100}{15}}{10.0650} \times 100\% = 4.68\%$$

$$食醋中醋酸(\%) = \frac{12.05 \times 0.9849 \times 0.0060 \times \frac{100}{15}}{10.0693} \times 100\% = 4.71\%$$

$$食醋中醋酸(\%) = \frac{11.88 \times 0.9849 \times 0.0060 \times \frac{100}{15}}{10.0414} \times 100\% = 4.66\%$$

$$三次平均值 = \frac{N_1+N_2+N_3}{3} = \frac{4.68 + 4.71 + 4.66}{3} = 4.68\%$$

$$標準差 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2}{n-1}} = 0.03\%$$

秤取與量測記錄填寫合規，計算式、答案及標準差均正確 (正確值±5%範圍)，得 8 分。

秤取與量測記錄填寫合規，計算式 (含平均值及標準差) 正確，答案介於正確值±10%，得 6 分。

秤取與量測記錄填寫合規，計算式正確，答案介於正確值±20%，得 3 分。

計算式正確，答案不正確，得 1 分。

計算式未列或錯誤，得 0 分。

【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 I，7-2，p. 87】

| | |
|---|---|
| 總分 | 30 |

全國高級中等學校 109學年度 競賽委員會 (甲) 農業類學生技藝競賽

**第三大題 (25 分，25%)**

| 題號 | 答案 | 配分 |
|---|---|---|
| (一) | 0.01 N 硫代硫酸鈉標準溶液 250 mL 之配製步驟：<br><br>硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 原子量為 Na：23；S：32；O：16；H：1)<br>硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 分子量為 248 g/mole<br>(23×2) + (32×2) + (16×3) + (18×5) = 248 g/mole<br>0.01 N = X g / 248 (g/mole) / 250 mL / 1000 mL，X=0.62 g<br>秤取 **0.62** g 硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 溶解於蒸餾水中，倒入 250 mL 定量瓶，最後加水至標線。<br><br>計算出 0.62 g，得 4 分。<br>正確寫出配置步驟，得 3 分。<br>操作過程：<br>實驗操作是否合乎安全需求 (如奔跑、飲食、酸鹼液配置安全等)，得 1 分。<br>衛生習慣、工作檯、儀器清理是否整潔，得 2 分。<br><br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 II，13-4，p. 54-55】 | 10 |
| (二) | 第一次滴定消耗硫代硫酸鈉標準溶液體積 **59.80** mL (記錄至小數點下 2 位)<br><br>第二次滴定消耗硫代硫酸鈉標準溶液體積 **59.10** mL (記錄至小數點下 2 位)<br><br>上述滴定體積落在各範圍中所得到之成績如下：<br>56.50~62.49 mL (±5%) +3<br>53.50~56.49 或 62.50~65.49 mL (±10%) +2<br>50.50~53.49 或 65.50~68.49 mL (±15%) +1<br><50.49 或 >68.50 mL +0<br><br>硫代硫酸鈉之力價 (F)：**0.9904** (記錄至小數點下 4 位)<br><br>上述樣品重量落在各範圍中所得到之成績如下：<br>0.9409~1.0399 (±5%) +3<br>0.8914~0.9408 或 1.0400~1.0895 (±10%) +2<br>0.8418~0.8913 或 1.0896~1.1390 (±15) +1<br><0.8418 或>1.1390 +0<br><br>計算過程：<br><br>$N_{實際} \times \frac{硫代硫酸鈉溶液滴定\ mL\ 數}{1000} = \frac{碘酸鉀秤取量\ (g)}{\frac{214}{6}}$<br><br>$F = \frac{實際濃度}{理論濃度} = \frac{N_{實際}}{0.01N}$ | 15 |

中國高級中等學校 109學年度 競賽委員會 (甲) 農業類學生技藝競賽

| | | |
|---|---|---|
| | (1) $N_{實際} \times \frac{59.8}{1000} = \frac{0.0212}{\frac{214}{6}}$ $F = \frac{0.009940}{0.01} = 0.9940$<br>(2) $N_{實際} \times \frac{59.1}{1000} = \frac{0.0208}{\frac{214}{6}}$ $F = \frac{0.009868}{0.01} = 0.9868$<br>$F = (0.9940 + 0.9868)/2 = 0.9904$<br><br>正確寫出計算過程，得 3 分。<br>操作過程：<br>實驗操作是否合乎安全需求 (如奔跑、飲食、酸鹼液配置安全等)，得 1 分。<br>衛生習慣、工作檯、儀器清理是否整潔，得 2 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 II，13-4，p. 54-55】 | |
| | 總分 | 25 |

全國高級中等學校 109學年度 競賽委員會 (下) 農業類學科分組

**第四大題 (25 分，25%)**

| 題號 | 答案 | 配分 |
|---|---|---|
| (一) | 1. 請算出 0.01 M 乙二胺四乙酸標準溶液之校正係數 (F 值)。<br>滴定物質所消耗莫耳數與被滴定物質所消耗莫耳數應相同<br>即 $M_{CaCO3} \times V_{CaCO3} = M_{EDTA} \times V_{EDTA}$<br>$0.01\ M \times 25.00\ mL = N_{EDTA} \times 25.50\ mL$<br>$N_{EDTA} = (0.01\ M \times 25.00\ mL)/25.5\ mL = 9.804 \times 10^{-3}\ M$ (真正濃度)<br>EDTA (0.01M) 標準溶液之校正係數 (F 值)<br>$= (9.804 \times 10^{-3}\ M)/0.01M =$ **0.9804** (記錄至小數點下 4 位)<br><br>計算式及答案均正確得 5 分。<br>計算式正確，答案不正確得 3 分。<br>計算式未列或錯誤得 0 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 II，18-2，p. 168-174】 | 5 |
| | 2. 每消耗此 0.01 M 乙二胺四乙酸標準溶液 1 mL 相當於有多少 mg 碳酸鈣。<br>$mg_{CaCO3}/mL_{EDTA} = (V_{CaCO3} \times W_{CaCO3})/V_{EDTA}$<br>$V_{CaCO3}$: $CaCO_3$ 標準溶液吸取量 (mL)<br>$W_{CaCO3}$: 每 mL 碳酸鈣標準溶液中所含 $CaCO_3$ 的 mg 數<br>$V_{EDTA}$: 0.01M EDTA 標準溶液滴定體積 (mL)<br>$W_{CaCO3}$: 每 mL 碳酸鈣標準溶液中 (0.01M) 所含 $CaCO_3$ 的 mg 數<br>$= 0.01\ M \times 1\ mL \times 100.09\ g/mol = 1.009\ mg$<br>$mg_{CaCO3}/mL_{EDTA} = (25.00\ mL \times 1.009\ mg)/25.50\ mL = 0.9892\ mg$ (記錄至小數點下 4 位)<br>即每消耗此 0.01 M EDTA 標準溶液 1 mL 相當於有 **0.9892 mg** $CaCO_3$ 存在<br><br>計算式及答案均正確得 5 分。<br>計算式正確，答案不正確得 3 分。<br>計算式未列或錯誤得 0 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 II，18-2，p. 168-174】 | 5 |
| (二) | **(答案係參考值，依實際操作計算為主)**<br>稀釋紀錄<br>取未知溶液 12.5 mL 原液至 25 mL 量液瓶中，加入蒸餾水定量至刻度，此為 2 倍稀釋液，進行滴定。重複操作一次。或取未知溶液 25 mL 原液至 50 mL 量液瓶中，加入蒸餾水定量至刻度，此為 2 倍稀釋液，分別取 25 mL 進行滴定。或取未知溶液 12.5 mL 原液至 250 mL 錐形瓶中，再加入蒸餾水 12.5 mL，此為 2 倍稀釋液，直接進行滴定。或……<br>滴定紀錄<br>第一次滴定消耗乙二胺四乙酸標準溶液體積 **9.20** mL (記錄至小數點下 2 位)<br>第二次滴定消耗乙二胺四乙酸標準溶液體積 **9.10** mL (記錄至小數點下 2 位)<br>計算過程：<br>總硬度 (ppm $CaCO_3$; mg $CaCO_3$/L) $= [(V \times B)/S] \times 1000$ | 15 |

全國高級中等學校 109學年度 競賽委員會 (甲) 農業類學生技藝競賽

| | | |
|---|---|---|
| | V：EDTA 標準溶液的滴定體積 (mL)<br>B：每 1 mL EDTA 標準溶液所相當的 $CaCO_3$ 的毫克數 (mg)<br>S：檢水用量 (mL)<br>稀釋液總硬度：(ppm $CaCO_3$; mg $CaCO_3$/L)<br>= [(V × B)/S] × 1000<br>滴定一結果：<br>= [(9.20 mL × 0.9892 mg/mL)/25 mL] × 1000 mL<br>= 364.0256 mg $CaCO_3$/L = 364.0256 ppm $CaCO_3$<br>滴定二結果：<br>= [(9.10 mL × 0.9892 mg/mL)/25 mL] × 1000 mL<br>= 360.0688 mg $CaCO_3$/L = 360.0688 ppm $CaCO_3$<br><br>平均值：(364 + 360)/2 = 362 mg $CaCO_3$/L<br>未知溶液水質總硬度= **362** ppm $CaCO_3$ × 2= **724 ppm $CaCO_3$**<br><br>有稀釋及滴定記錄、計算式完整及答案在正確值±5% 範圍內得 15 分。<br>有稀釋及滴定記錄、計算式完整及答案在正確值±10% 範圍內得 10 分。<br>有稀釋及滴定記錄、計算式完整及答案在正確值±20% 範圍內得 5 分。<br>答案超過正確值±20% 範圍得 0 分。<br>【本題出自於台科大，食品化學與分析實習 II，18-2，p. 168-174】 | |
| | 總分 | 25 |

全國高級中等學校 109學年度 競賽委員會 (甲) 技術學生技藝競賽