中五化學練習卷：有機化學、官能團與聚合物

中五（S5）　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：烷烴、烯烴與異構現象（24 分）

每題 6 分，須列式或說明推理。

1. 某烷烴的分子式為 C6H14。(a) 寫出烷烴同系物的通式，並由此推算含八個碳原子的烷烴分子式。(b) 寫出 C6H14 完全燃燒的平衡方程式，並求 1 mol C6H14 完全燃燒所需氧氣的摩爾數。(c) 解釋為何烷烴主要進行取代反應而非加成反應。

答案：(a) 烷烴通式為 CnH2n+2；含八個碳原子者為 C8H18。（2 分）(b) C6H14 + 9.5O2 → 6CO2 + 7H2O；1 mol C6H14 需 9.5 mol 氧氣，生成 6 mol 二氧化碳及 7 mol 水。（2 分）(c) 烷烴分子內全為單鍵，每個碳原子已用盡四個鍵，屬飽和烴，沒有雙鍵可供加成；在光照或加熱下，氫原子可被鹵素原子取代，故以取代反應為主。（2 分）

2. 2-丁烯與 1-丁烯的分子式同為 C4H8。(a) 分別寫出 1-丁烯及順-2-丁烯的結構式。(b) 解釋順-2-丁烯與反-2-丁烯的結構差異，並指出兩者是否同分異構體。(c) 解釋為何 1-丁烯沒有順反異構現象。

答案：(a) 1-丁烯：CH2=CH-CH2-CH3；順-2-丁烯：CH3-CH=CH-CH3，兩個甲基位於雙鍵同側。（2 分）(b) 碳碳雙鍵不能自由旋轉，兩個甲基被固定在雙鍵同側（順式）或兩側（反式）；兩者分子式相同而原子空間排列不同，屬立體異構體。（2 分）(c) 1-丁烯雙鍵其中一個碳原子連有兩個相同的氫原子，交換兩側基團得不到不同的排列，故無順反異構。（2 分）

3. 乙烯與溴化氫進行加成反應生成溴乙烷（C2H5Br）。(a) 寫出反應方程式並指出反應類型。(b) 用 0.25 mol 乙烯與足量溴化氫反應，求溴乙烷的理論產量（以克為單位）。(c) 若實際只得 21.8 g 溴乙烷，求產率。

答案：(a) C2H4 + HBr → C2H5Br；屬親電加成反應。（2 分）(b) 溴乙烷 Mr = 2 × 12 + 5 × 1 + 80 = 109；質量 = 0.25 mol × 109 g/mol = 27.25 g。（2 分）(c) 產率 = 21.8 ÷ 27.25 × 100% = 80.0%。（2 分）

4. 戊烷（C5H12）有三個結構異構體。(a) 寫出三者的結構式及 IUPAC 名稱。(b) 按沸點由高至低排列三者並解釋原因。(c) 分子式 C4H8 的烯烴共有多少個結構異構體？寫出它們的名稱。

答案：(a) 三個異構體為戊烷、2-甲基丁烷及 2,2-二甲基丙烷（新戊烷）。（2 分）(b) 沸點：戊烷 > 2-甲基丁烷 > 2,2-二甲基丙烷。分支越多，分子越接近球形，分子間接觸表面積越小，范德華力越弱，故沸點越低。（2 分）(c) 三個：1-丁烯、2-丁烯（另有順式與反式兩種）及 2-甲基丙烯。（2 分）

乙部：官能團、醇、羧酸與酯（36 分）

每題 9 分，注意題目各部分的配分。

5. 聚乙烯由乙烯經加成聚合製成。(a) 寫出乙烯聚合的反應式，並註明反應類型及所需條件。(b) 某聚乙烯樣本的平均相對分子質量為 42,000，求其平均聚合度。(c) 比較聚乙烯與聚氯乙烯（PVC）的單體，並解釋為何 PVC 在室溫下較聚乙烯硬。

答案：(a) n CH2=CH2 → -(CH2-CH2)n-；屬加成聚合，需高壓及催化劑（例如齊格勒-納塔催化劑）。（3 分）(b) 重複單元為 C2H4，Mr = 28；平均聚合度 = 42,000 ÷ 28 = 1,500。（3 分）(c) 聚乙烯單體為乙烯，PVC 單體為氯乙烯（CH2=CHCl）。氯原子體積較大並帶有偶極，鏈與鏈之間除范德華力外還有偶極-偶極作用，分子鏈排列較緊密、較難滑動，故 PVC 較硬。（3 分）

6. 乙醇可被氧化成乙醛，再氧化成乙酸。(a) 寫出兩步氧化的反應式及所用試劑與裝置。(b) 用 23 g 乙醇進行完全氧化，求可得乙酸的理論質量。(c) 若實際只得 24 g 乙酸，求產率，並提出兩個提高產率的方法。

答案：(a) 第一步：CH3CH2OH + [O] → CH3CHO + H2O，用酸化重鉻酸鉀溶液並以蒸餾收集乙醛；第二步：CH3CHO + [O] → CH3COOH，用酸化重鉻酸鉀溶液並加熱回流。（3 分）(b) 乙醇 Mr = 46，n = 23 ÷ 46 = 0.5 mol；乙酸 Mr = 60；理論質量 = 0.5 × 60 = 30 g。（3 分）(c) 產率 = 24 ÷ 30 × 100% = 80%。提高方法：使用過量氧化劑、延長回流時間、把生成的乙酸及時移出以減少逆反應（或改用催化氧化並控制溫度）。（3 分）

7. 乙醇與乙酸在濃硫酸催化下生成乙酸乙酯。(a) 寫出平衡反應式及反應條件。(b) 用 0.5 mol 乙醇與 0.5 mol 乙酸反應，求乙酸乙酯的理論質量。(c) 實驗只得到 0.35 mol 乙酸乙酯，求產率，並解釋產率不足 100% 的原因及工業上的改善方法。

答案：(a) CH3COOH + C2H5OH ⇌ CH3COOC2H5 + H2O；以濃硫酸催化並加熱回流。（3 分）(b) 乙酸乙酯 Mr = 4 × 12 + 8 × 1 + 2 × 16 = 88；理論質量 = 0.5 × 88 = 44 g。（3 分）(c) 產率 = 0.35 ÷ 0.5 × 100% = 70%。酯化是可逆反應，平衡混合物仍含反應物，故不能完全轉化。工業上把生成的水分離（分水器）、使用過量的較便宜反應物、並隨時蒸出酯。（3 分）

8. 某有機化合物只含碳、氫、氧，元素質量百分比為 C 62.1%、H 10.3%、O 27.6%，其相對分子質量為 116。(a) 求實驗式並列出計算。(b) 由此求分子式。(c) 該化合物能使碳酸鈉溶液放出二氧化碳；寫出一個符合條件的結構異構體名稱及其官能團。

答案：(a) 以 100 g 計：C 62.1 ÷ 12 = 5.18 mol，H 10.3 ÷ 1 = 10.3 mol，O 27.6 ÷ 16 = 1.73 mol。各除以 1.73，得 C 3、H 6、O 1，故實驗式為 C3H6O，式量 58。（4 分）(b) 116 ÷ 58 = 2，故分子式為 C6H12O2。（2 分）(c) 己酸（或 2-甲基戊酸）符合條件；官能團為羧基（-COOH）。（3 分）

丙部：聚合物、工業應用與環境評估（40 分）

每題 10 分，須作完整解釋或評估。

9. 某城市每年使用 24,000 噸聚乙烯，其中 12% 被回收。(a) 求每年未被回收的聚乙烯質量（以噸為單位）。(b) 聚乙烯的熱值為 43 MJ/kg，求 (a) 部分完全焚化可釋放的能量（以 MJ 表示，取三位有效數字）。(c) 由環境及經濟角度各提出一項理由支持回收而非焚化，並舉出一項回收聚乙烯的實際困難。

答案：(a) 24,000 × (1 − 12%) = 21,120 噸。（3 分）(b) 21,120 噸 = 2.112 × 10^7 kg；能量 = 2.112 × 10^7 × 43 = 9.08 × 10^8 MJ。（4 分）(c) 環境方面：回收可節省石油原料，並避免焚化產生二氧化碳及可能的有害氣體；經濟方面：回收料可再造成產品出售，焚化只能一次性取熱。困難：混合塑膠難以分選、清洗成本高、再造料品質下降。（3 分）

10. 植物油中的油酸（C18H34O2，含一個 C=C）可經氫化製成人造牛油。(a) 寫出油酸氫化的反應式，並指出反應類型及催化劑。(b) 用 5.64 kg 油酸完全氫化，求所需氫氣的質量。(c) 解釋氫化後熔點上升的原因，並說明部分氫化植物油在健康上的關注。

答案：(a) C18H34O2 + H2 → C18H36O2；屬加成（氫化）反應，用鎳催化劑，加熱加壓。（3 分）(b) 油酸 Mr = 18 × 12 + 34 × 1 = 250 + 32 = 282；5.64 kg = 5,640 g；n = 5,640 ÷ 282 = 20 mol，需氫氣 20 mol，質量 = 20 × 2 = 40 g。（4 分）(c) 氫化把彎曲的順式不飽和碳鏈變成飽和直鏈，分子排列更緊密，接觸面積增大，范德華力增強，故熔點上升。部分氫化會產生反式脂肪，增加心血管疾病風險。（3 分）

11. 某飽和一元羧酸 CnH2n+1COOH 的相對分子質量為 74。(a) 求 n 的值，並寫出該羧酸的名稱及分子式。(b) 該羧酸與乙醇在濃硫酸催化下反應，寫出產物的名稱及分子式。(c) 比較該羧酸與同碳數醇的沸點，並解釋差異。(d) 解釋為何羧酸的酸性強於同碳數的醇。

答案：(a) 14n + 46 = 74，得 n = 2；該羧酸為丙酸，分子式 C2H5COOH（C3H6O2）。（3 分）(b) 產物為丙酸乙酯，分子式 C5H10O2。（2 分）(c) 羧酸沸點較高。羧酸分子間可經兩個氫鍵形成二聚體，分子間作用力遠強於醇分子間的單一氫鍵。（3 分）(d) 羧酸失去質子後生成羧酸根離子，負電荷經共振分散於兩個氧原子，離子較穩定，故較易失去質子；醇生成的烷氧負離子沒有共振穩定作用。（2 分）

12. 某甘油三酯的相對分子質量為 890，1 mol 該油脂完全皂化需 3 mol 氫氧化鈉。(a) 寫出油脂皂化的文字方程式（可用脂肪酸鏈代表）。(b) 用 1,000 g 該油脂完全皂化，求所需氫氧化鈉的質量。(c) 解釋為何肥皂在硬水中清潔效果變差，並說明合成清潔劑如何避免此問題。

答案：(a) 甘油三酯 + 3 氫氧化鈉 → 甘油 + 3 脂肪酸鈉（肥皂）。（3 分）(b) n(油脂) = 1,000 ÷ 890 = 1.124 mol；氫氧化鈉 = 3 × 1.124 = 3.371 mol；質量 = 3.371 × 40 = 134.8 g，約 135 g。（4 分）(c) 硬水含鈣、鎂離子，會與脂肪酸根生成不溶性沉澱，浪費肥皂且不起泡。合成清潔劑為磺酸鹽，其鈣鹽與鎂鹽可溶，故在硬水中仍能發揮清潔作用。（3 分）

TutorZone 中五（S5）化學練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。