DSE 綜合科學練習卷：物質與能量、生命與環境、地球與太空

中六（S6）　綜合科學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

第一部分：物質與能量

甲部：化學計算與能量傳遞

1. 鎂在氧氣中燃燒生成氧化鎂：$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$。取 4.8 克鎂完全燃燒，已知相對原子質量 Mg = 24.3、O = 16.0。(a) 計算鎂的摩爾數；(b) 計算生成氧化鎂的質量（克，兩位小數）；(c) 計算所需氧氣的摩爾數，並說明 (b) 與 (a) 的質量差來自哪裡。

答案：(a) 摩爾數 = 4.8 ÷ 24.3 = 0.1975 mol（2 分） (b) 由方程式 2 mol Mg 生成 2 mol MgO，故 MgO 摩爾數相同 = 0.1975 mol；摩爾質量 = 24.3 + 16.0 = 40.3 g/mol，質量 = 0.1975 × 40.3 = 7.96 g（3 分） (c) 氧氣摩爾數 = 0.0988 mol（即鎂的一半，符合 2:1 比例）（2 分）；質量增加 3.16 g 來自空氣中的氧原子與鎂結合，符合質量守恆（1 分）

2. 一個額定功率 2000 瓦的電熱水壺裝有 0.5 公斤水，水的比熱容為 4200 焦耳／（公斤・°C）。把水由 20 °C 加熱至沸點 100 °C。(a) 計算水吸收的能量（焦耳及千焦）；(b) 假設無熱損失，計算所需時間；(c) 實際加熱用了 105 秒，計算水壺的效率。

答案：(a) $E = mc\Delta T = 0.5 \times 4200 \times 80 = 168000$ J = 168 kJ（3 分） (b) $t = E \div P = 168000 \div 2000 = 84$ s（2 分） (c) 效率 = 有用能量 ÷ 輸入能量 = 84 ÷ 105 = 80%（3 分）；其餘 20% 以熱形式散失到周圍空氣及水壺外殼

3. 一個質量 2.0 公斤的物體由高 5.0 米的平滑斜面頂端釋放，到達地面時速率為 8.0 m/s，取重力加速度 g = 10 m/s²。(a) 計算物體在頂端的重力勢能；(b) 計算到達地面時的動能；(c) 求過程中因摩擦散失的能量及能量效率，並解釋能量去了哪裡。

答案：(a) 重力勢能 = $mgh = 2.0 \times 10 \times 5.0 = 100$ J（2 分） (b) 動能 = $\tfrac{1}{2}mv^2 = 0.5 \times 2.0 \times 8.0^2 = 64$ J（2 分） (c) 散失能量 = 100 − 64 = 36 J（2 分）；效率 = 64 ÷ 100 = 64%（2 分）；散失能量轉為熱能及聲能，令斜面與物體溫度略升，總能量仍然守恆

4. 以 0.125 M 鹽酸滴定 25.0 cm³ 的 0.1 M 氫氧化鈉溶液，反應為 $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$。(a) 計算氫氧化鈉的摩爾數；(b) 求達至終點所需鹽酸的體積；(c) 若改用 0.050 M 鹽酸，所需體積有何改變？並指出應選用哪種指示劑及終點顏色變化。

答案：(a) $n(NaOH) = 25.0 \div 1000 \times 0.1 = 0.00250$ mol（2 分） (b) 1:1 反應，$n(HCl) = 0.00250$ mol；體積 = $0.00250 \div 0.125 \times 1000 = 20.0$ cm³（3 分） (c) 濃度減半，所需體積加倍 = 50.0 cm³（2 分）；強酸強鹼滴定終點 pH 約 7，應選酚酞（無色→淺粉紅）或溴百里酚藍（藍→綠）（1 分）

第二部分：生命與環境

乙部：生物系統與數據分析

5. 某草原生態系統中，生產者每年每平方米固定 50000 千焦能量，能量沿食物鏈傳遞的效率約為 10%。(a) 計算初級消費者、次級消費者及三級消費者可得能量；(b) 說明其餘 90% 能量去了哪裡；(c) 解釋為何食物鏈通常不超過四至五個營養級。

答案：(a) 初級消費者 5000 kJ、次級消費者 500 kJ、三級消費者 50 kJ（3 分，每級 1 分） (b) 其餘 90% 主要用於生物自身的呼吸作用產生熱能散失，部分變成排泄物中未被同化的能量及屍體殘骸（3 分） (c) 每傳一級只剩約 10%，能量不足以支撐更多營養級，故食物鏈一般只有四至五級（3 分）

6. 在豌豆中，高莖基因 T 對矮莖基因 t 為顯性。兩株基因型均為 Tt 的植株雜交，共產生 400 株後代。(a) 畫出遺傳圖解並列出後代表現型比例；(b) 計算預期高莖及矮莖的株數；(c) 實際觀察得高莖 290 株、矮莖 110 株，計算各佔百分比，並解釋與預期不符的原因。

答案：(a) 遺傳圖解：Tt × Tt → 1 TT : 2 Tt : 1 tt，表現型高莖 : 矮莖 = 3 : 1（3 分） (b) 高莖預期 = 400 × 3/4 = 300 株，矮莖 = 400 × 1/4 = 100 株（3 分） (c) 高莖 290 ÷ 400 × 100% = 72.5%，矮莖 27.5%（2 分）；差異來自樣本數有限及受精隨機性，屬統計波動，並非比例錯誤（1 分）

7. 一名運動員靜止時心率 72 次／分、每搏輸出量 70 cm³；劇烈運動時心率 120 次／分、每搏輸出量 110 cm³。(a) 分別計算靜止及運動時的心輸出量（cm³／分及 L／分）；(b) 計算運動時心輸出量增加的百分比（一位小數）；(c) 說明運動時每搏輸出量上升的兩個生理原因。

答案：(a) 靜止：72 × 70 = 5040 cm³/min = 5.04 L/min；運動：120 × 110 = 13200 cm³/min = 13.2 L/min（4 分） (b) 增加 = (13200 − 5040) ÷ 5040 × 100% = 161.9%（3 分） (c) 交感神經興奮令心肌收縮力增強；靜脈回流增加（肌肉泵作用）令心室充盈更多，每搏輸出量因此上升（2 分）

8. 以水生植物探究光照強度對光合作用速率的影響，以每分鐘氣泡數目作指標，光照強度 20、40、60、80 單位時分別得 12、24、30、30 個氣泡／分。(a) 計算光照由 20 增至 40 單位時速率的增加百分比；(b) 描述 60 單位之後的趨勢並解釋原因；(c) 提出兩種可令曲線再上升的改動，並說明背後限制因素。

答案：(a) 增加 = (24 − 12) ÷ 12 × 100% = 100%（3 分） (b) 60 單位後速率維持 30 個 / 分不再上升，出現平台期（2 分）；此時光照已不再是限制因素，二氧化碳濃度或溫度成為限制因素（2 分） (c) 可提高水中二氧化碳（如加碳酸氫鈉）或把水溫升至最適溫度，曲線可再上升（2 分）

第三部分：地球與太空

丙部：地球系統與應用科學

9. 某地震站記錄到 P 波與 S 波到達的時間相差 20 秒。已知該地殼中 P 波速率 6.0 km/s、S 波速率 4.0 km/s。(a) 以「距離 ÷ 速率」列式，求震源與地震站的距離；(b) 求 P 波及 S 波各自的傳播時間；(c) 說明為何 S 波不能用來探測地球外核的狀態。

答案：(a) 設距離 d：d/4.0 − d/6.0 = 20，即 d(6.0-4.0)/24.0 = 20，d = 20 × 24.0 ÷ 2 = 240 km（4 分） (b) P 波時間 = 240 ÷ 6.0 = 40 s；S 波 = 240 ÷ 4.0 = 60 s（2 分） (c) S 波是橫波，不能穿過液體；外核為液態，S 波被完全阻擋形成陰影區，這正是推斷外核為液態的證據（2 分）

10. 某日氣溫 25 °C，空氣中實際水汽量為 13.8 g/m³；25 °C 的飽和水汽量為 23.0 g/m³，15 °C 的飽和水汽量為 12.8 g/m³。(a) 計算該日的相對濕度；(b) 若氣溫降至 15 °C 而水汽量不變，計算每立方米凝結出的水量；(c) 解釋為何清晨常見露水，並說明「露點」的意思。

答案：(a) 相對濕度 = 13.8 ÷ 23.0 × 100% = 60%（3 分） (b) 凝結水量 = 13.8 − 12.8 = 1.0 g/m³（3 分） (c) 夜間地面輻射冷卻，近地面氣溫降至露點以下，水汽在草葉上凝結成露（1 分）；露點即空氣中水汽達到飽和、開始凝結的溫度（1 分）

11. 一塊面積 2.0 m² 的太陽能板，在太陽輻射強度 1000 W/m² 下日照 5 小時，光電轉換效率為 18%。(a) 計算入射的太陽能總量（焦耳及 kWh）；(b) 計算實際產生的電能（kWh）；(c) 若效率降至 15%，求產生同樣 1.8 kWh 電能所需的日照時數。

答案：(a) 入射能量 = 1000 × 2.0 × 5 × 3600 = 3.600e+07 J = 10.0 kWh（4 分） (b) 電能 = 10.0 × 18% = 1.8 kWh（2 分） (c) 15% 時每小時產電 = 1000 × 2.0 × 0.15 ÷ 1000 = 0.3 kWh；所需時數 = 1.8 ÷ 0.3 = 6.0 小時（2 分）

12. 一名學生用天平測得鋁塊質量 54.0 g，再把鋁塊放入盛水 30.0 cm³ 的量筒，水面升至 50.0 cm³。量筒每次讀數的誤差為 ±0.5 cm³。(a) 計算鋁塊體積及密度；(b) 計算體積的量度誤差百分比，並由此推算密度的最大百分比誤差；(c) 說明改用 500 cm³ 量筒會令誤差變大還是變小，並解釋原因。

答案：(a) 體積 = 50.0 − 30.0 = 20.0 cm³；密度 = 54.0 ÷ 20.0 = 2.70 g/cm³（3 分） (b) 兩次讀數各誤差 ±0.5，體積最大誤差 ±1.0 cm³，即 5%；密度百分比誤差同樣約 ±5%（3 分） (c) 用 500 cm³ 量筒刻度間距較大、讀數解析度較低，同一絕對誤差下相對誤差更大，故應選用口徑小、刻度細的量筒（2 分）

TutorZone 中六（S6）綜合科學練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。