IGCSE 化學 0620 Paper 4 練習卷：空氣、水質、肥料與環境化學（Extended 理論卷・100 分）

答案卷

時限：60 分鐘　總分：100 分　題數：30

第 1 題（16 分）　空氣的成分與污染物

(a) 氮氣約佔 78%（1 分）；氧氣約佔 21%（1 分）。（2 分）

(b) 一氧化碳來自化石燃料不完全燃燒，與血紅蛋白結合，降低血液運氧能力（1 分）；二氧化硫來自燃燒含硫燃料，刺激呼吸道，誘發哮喘（1 分）；氮氧化物來自引擎及高溫燃燒，刺激肺部並形成光化學煙霧（1 分）。（3 分）

(c) 硫的質量 = 2.0 × 10^5 × 1.5% = 3000 kg（1 分）；n(S) = 3 000 000 ÷ 32.0 = 93 750 mol（1 分）；S + O2 生成 SO2，n(SO2) = 93 750 mol（1 分）；m(SO2) = 93 750 × 64.0 = 6.0 × 10^6 g = 6000 kg（1 分）。（4 分）

(d) n(CO) = 56.0 ÷ 28.0 = 2.00 mol（1 分）；由方程式比例，n(NO) = 2.00 mol（1 分）；n(CO2) = 2.00 mol（1 分）；m(CO2) = 2.00 × 44.0 = 88.0 g（1 分）。（4 分）

(e) 引擎內的高溫使空氣中的氮與氧反應生成一氧化氮（1 分）；晴天強烈陽光促進一氧化氮氧化為二氧化氮，並推動光化學反應，污染物在下午累積（1 分）；方法：安裝催化轉換器、改善引擎燃燒效率或改用電動車（1 分）。（3 分）

第 2 題（17 分）　水質測試與污水處理

(a) 加入明礬等混凝劑使細小懸浮粒子凝聚成較大顆粒而沉降（1 分）；過濾除去殘餘的懸浮固體（1 分）；加入氯氣或次氯酸鈉消毒，殺滅病原體（1 分）。（3 分）

(b) n(EDTA) = 0.0100 × 12.5 ÷ 1000 = 1.25 × 10^-4 mol（1 分）；摩爾比為 1：1，故 n(Ca2+) = 1.25 × 10^-4 mol（1 分）；體積以 dm3 表示為 0.0250 dm3（1 分）；濃度 = 1.25 × 10^-4 ÷ 0.0250 = 5.00 × 10^-3 mol/dm3（1 分）。（4 分）

(c) 硬水含較多鈣離子及鎂離子（1 分）；這些離子與肥皂形成不溶的浮渣，泡沫較少，軟水則容易起泡（1 分）；缺點：耗用較多肥皂，並在熱水器及管道內形成水垢，降低加熱效率（1 分）。（3 分）

(d) 溶解氧下降 = 8.0 − 3.2 = 4.8 mg/dm3（1 分）；生化需氧量即為 4.8 mg/dm3（1 分）；每日耗氧 = 4.8 × 2000 = 9600 mg（1 分）；即 9.6 g（1 分）。（4 分）

(e) 硝酸鹽是藻類及水生植物的營養素，促進藻類大量繁殖（1 分）；藻類覆蓋水面，遮擋光線，水下植物死亡（1 分）；藻類及植物殘體被細菌分解，消耗水中溶解氧，魚類及其他生物缺氧死亡（1 分）。（3 分）

第 3 題（16 分）　肥料、土壤與農業化學

(a) N 代表氮，用於合成蛋白質及葉綠素，促進葉片生長（1 分）；P 代表磷，促進根系發育及開花結果（1 分）；K 代表鉀，調節水分平衡，增強抗病能力（1 分）。（3 分）

(b) Mr = 14.0 × 2 + 1.0 × 4 + 16.0 × 3 = 80.0（1 分）；每式量單位含氮 28.0（1 分）；百分比 = 28.0 ÷ 80.0 × 100% = 35.0%（1 分）；100 kg × 35.0% = 35.0 kg 氮（1 分）。（4 分）

(c) 硝酸銨每 kg 氮 = 6.00 ÷ 0.350 = 17.1 元（1 分）；硫酸銨 Mr = 28.0 + 8.0 + 32.0 + 64.0 = 132.0，含氮百分比 = 28.0 ÷ 132.0 = 21.2%（1 分）；硫酸銨每 kg 氮 = 4.00 ÷ 0.212 = 18.9 元（1 分）；硝

酸銨每 kg 氮較便宜，較為划算（1 分）。（4 分）

(d) 未被吸收的硝酸鹽隨雨水流入河流及湖泊，造成優養化（1 分）；硝酸鹽滲入地下水，污染飲用水源（1 分）；施肥及生產肥料過程亦會釋放溫室氣體如一氧化二氮（1 分）。（3 分）

(e) 石灰是鹼性物質，可中和土壤的酸性，提高 pH（1 分）；pH 提高後養分較易被植物吸收，並減少鋁離子對根部的毒害（1 分）。（2 分）

第 4 題（17 分）　石灰石與工業應用

(a) CaCO3 生成 CaO + CO2（1 分）；條件為高溫加熱（1 分）；氧化鈣用於製造水泥、中和酸性土壤或煙氣脫硫（1 分）。（3 分）

(b) n(CaCO3) = 1.0 × 10^6 ÷ 100.0 = 1.00 × 10^4 mol（1 分）；m(CaO) = 1.00 × 10^4 × 56.0 = 5.60 × 10^5 g = 560 kg（1 分）；m(CO2) = 1.00 × 10^4 × 44.0 = 4.40 × 10^5 g = 440 kg（1 分）；核對 560 + 440 = 1000 kg，符合質量守恆（1 分）。（4 分）

(c) n(CO2) = 2.20 ÷ 44.0 = 0.0500 mol（1 分）；Ca(OH)2 + CO2 生成 CaCO3 + H2O（1 分）；n(CaCO3) = 0.0500 mol（1 分）；m = 0.0500 × 100.0 = 5.00 g（1 分）。（4 分）

(d) CaO + H2O 生成 Ca(OH)2（1 分）；反應劇烈並放出大量熱（1 分）；濺出的熱鹼液可造成皮膚及眼睛嚴重燒傷，工人須戴護目鏡及手套（1 分）。（3 分）

(e) 石灰石受熱分解為氧化鈣（1 分）；氧化鈣與二氧化硫反應生成亞硫酸鈣，CaO + SO2 生成 CaSO3（1 分）；固體產物被除塵器收集，二氧化硫不會排入大氣（1 分）。（3 分）

第 5 題（17 分）　溫室氣體、能源與碳排放

(a) 太陽輻射以短波進入大氣，大部分被地面吸收（1 分）；地面升溫後以長波紅外線再輻射，溫室氣體吸收部分紅外線並向各方向再輻射，其中一部分返回地面（1 分）；常見溫室氣體包括二氧化碳、甲烷及水蒸氣（1 分）。（3 分）

(b) 每年排放 = 4500 × 0.70 = 3150 kg（1 分）；即 3.15 tonne（1 分）；20% 用電的排放 = 3150 × 0.20 = 630 kg（1 分）；餘下排放 = 3150 − 630 = 2520 kg，即 2.52 tonne（1 分）。（4 分）

(c) 每年減少 = 3200 × 0.70 = 2240 kg（1 分）；25 年合計 = 2240 × 25 = 56 000 kg（1 分）；即 56.0 tonne（1 分）；假設電網的排放係數在 25 年內保持不變，而太陽能系統的發電量亦不衰減（1 分）。（4 分）

(d) 差額 = 0.90 − 0.35 = 0.55 kg/kWh（1 分）；百分比 = 0.55 ÷ 0.90 × 100% = 61%（1 分）；原因是天然氣的氫碳比較高，每單位能量產生的二氧化碳較少，而且燃氣電廠的熱效率通常較高（1 分）。（3 分）

(e) 減少家居用電，例如關掉待機電器及使用節能燈，限制是家居用電只佔整體排放的一部分（1 分）；改用公共交通或步行，限制是部分地區的公共交通班次不足（1 分）；減少肉類消費，限制是飲食習慣受文化及價格影響，難以短期改變（1 分）。（3 分）

第 6 題（17 分）　綜合應用：酸雨與數據分析

(a) n(H2SO4) = 1.0 × 10^6 × 0.0010 = 1.0 × 10^3 mol（1 分）；CaCO3 + H2SO4 生成 CaSO4 + CO2 + H2O（1 分）；n(CaCO3) = 1.0 × 10^3 mol（1 分）；m = 1.0 × 10^3 × 100.0 = 1.0 × 10^5 g = 100 kg（1 分）。（4 分）

(b) pH 是氫離子濃度的負對數，比值 = 10^(5.6 − 4.0) = 10^1.6（1 分）；10^1.6 約等於 40（1 分）；pH 每下降 1 個單位，氫離子濃度增大至 10 倍（1 分）；所以 1.6 個單位約等於酸性增強 40 倍（1 分）。（4 分）

(c) 二氧化硫來自燃燒含硫的化石燃料（1 分）；氮氧化物來自汽車引擎及高溫燃燒（1 分）；這些氣體被氧化並溶於雨水形成酸，與石灰石及大理石反應，侵蝕建築物外牆及石雕（1 分）。（3 分）

(d) 下降量 = 80 – 16 = 64 μg/m3（1 分）；百分比 = 64 ÷ 80 × 100% = 80%（1 分）；原因：改用低硫燃料及天然氣發電、電廠加裝煙氣脫硫裝置、污染工業遷離市區或車輛排放標準收緊（1 分）。（3 分）

(e) 須有對照期或對照地區的數據，並排除天氣、交通流量及經濟活動變化的影響，才能確定濃度下降由政策造成（1 分）；電動車充電所用的電力在發電時仍可能排放污染物，須以整體排放而非只計路邊濃度（1 分）；亦須比較補貼成本與實際減排量，並檢查更換率是否足以令濃度明顯下降（1 分）。（3 分）