中四化學練習卷：原子結構、化學鍵與酸鹼中和

中四（S4）　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：原子結構與化學鍵（32 分）

甲部全部題目必答。

1.（同位素）銅有兩個天然同位素，銅-63 的相對豐度為 69.2%，銅-65 為 30.8%。（a）計算銅的相對原子質量，取 3 位有效數字。（b）解釋相對原子質量為何不是整數。（c）寫出銅-63 原子中質子、中子與電子的數目。

答案：答案：（a）Ar(Cu) = 63 x 0.692 + 65 x 0.308 = 43.596 + 20.020 = 63.6。（b）因為相對原子質量是各同位素相對質量按天然豐度計得的加權平均，銅-63 與銅-65 的豐度都不是 100%，平均值自然不是整數。（c）銅-63：質子 29、中子 34、電子 29。評分要點：加權平均式 1 分、答案 1 分、解釋 1 分、三個數目各 1 分、單位與有效數字 1 分、表達 1 分。

2.（原子結構）鎂的原子序數為 12，鋁為 13。（a）分別寫出鎂原子與鋁原子的電子組態。（b）寫出 Mg2+ 與 Al3+ 的電子組態，並解釋兩者電子數目相同的原因。（c）寫出鎂-24 原子中質子、中子與電子的數目，並說明鎂-24 與鎂-25 的關聯。

答案：答案：（a）鎂：2, 8, 2；鋁：2, 8, 3。（b）Mg2+ 為 2, 8；Al3+ 為 2, 8。鎂原子失 2 個電子得 10 個電子，鋁原子失 3 個電子同樣得 10 個電子，兩者與氖（原子序數 10）的電子數目相同，故電子組態相同。（c）鎂-24：質子 12、中子 12、電子 12；鎂-24 與鎂-25 質子數相同、中子數不同，屬同一元素的同位素。評分要點：兩個電子組態各 1 分、離子組態各 1 分、解釋 1 分、三個數目 1 分、同位素定義 2 分、表達 1 分。

3.（化學鍵）把下列五種物質分類為「離子化合物」或「共價分子」：氯化鈉、氧化鎂、水、二氧化碳、氯化銨。（a）逐一寫出分類結果。（b）指出氯化銨中同時存在哪兩種化學鍵。（c）解釋氧化鎂的熔點遠高於水的原因。

答案：答案：（a）離子化合物：氯化鈉、氧化鎂、氯化銨；共價分子：水、二氧化碳。（b）氯化銨同時含離子鍵（銨離子與氯離子之間）與共價鍵（銨離子內氮與氫之間）。（c）氧化鎂是離子化合物，由鎂離子與氧離子以強大靜電引力在三維晶格中緊密排列，熔化時要同時破壞大量離子鍵，所需能量遠高於只靠微弱分子間引力聚集的水分子。評分要點：五項分類 2 分、兩種鍵 2 分、離子晶格概念 2 分、能量比較 1 分、表達 1 分。

4.（摩爾）把 4.0 g 氫氧化鈉（相對式質量 40）溶於水，配成 250.0 cm3 溶液。（a）計算氫氧化鈉的摩爾數。（b）計算溶液的濃度（mol dm-3）。（c）計算該份量所含氫氧化鈉粒子的數目（阿佛加德羅常數取 6.02 x 10^23 mol-1）。

答案：答案：（a）n = 4.0 / 40 = 0.10 mol。（b）c = 0.10 / (250.0 / 1000) = 0.40 mol dm-3。（c）粒子數目 = 0.10 x 6.02 x 10^23 = 6.02 x 10^22 個。評分要點：摩爾數 2 分、濃度 3 分（含單位換算）、粒子數目 2 分、單位與有效數字 1 分。

乙部：摩爾計算與酸鹼滴定（36 分）

乙部全部題目必答，計算步驟須清楚顯示。

5. （中和）以 25.0 cm3、0.20 M 氫氧化鈉溶液與 0.10 M 鹽酸進行中和滴定，剛好達到終點。（a）計算氫氧化鈉的摩爾數。（b）計算所需鹽酸的體積（cm3）。（c）計算生成水的摩爾數。（d）說明為何滴定時要把滴定管尖嘴插入液面以下少許，並在終點前逐滴加入。

答案：答案：（a）n(NaOH) = (25.0 / 1000) x 0.20 = 0.005 mol。（b）中和時 HCl 與 NaOH 摩爾比 1:1，故 n(HCl) = 0.005 mol，V = 0.005 / 0.10 x 1000 = 50.0 cm3。（c）生成水 = 0.005 mol。（d）尖嘴插入液面下少許可避免滴下的酸濺出或附在器壁；終點前逐滴加入並搖勻，可避免過量一滴造成超過終點，令讀數偏大。評分要點：（a）1 分、（b）3 分（含 1:1 摩爾比）、（c）2 分、（d）3 分。

6. （滴定數據）用 25.0 cm3 未知濃度的鹽酸與 0.100 M 氫氧化鈉溶液滴定，三次讀數為 24.20、24.25、24.25 cm3。（a）指出應採用哪個體積作計算，並說明理由。（b）計算鹽酸的濃度（mol dm-3，取 3 位有效數字）。（c）寫出此滴定的化學方程式。

答案：答案：（a）採用 24.25 cm3，即第二與第三次讀數的平均；第一次讀數與其餘兩次相差超過 0.10 cm3，屬粗略滴定，應捨棄。（b）n(NaOH) = 0.100 x 25.0 / 1000 = 0.00250 mol；n(HCl) 相同，c = 0.00250 / (24.25 / 1000) = 0.103 mol dm-3。（c）HCl + NaOH 生成 NaCl + H2O。評分要點：選值與理由 2 分、摩爾數 2 分、濃度 3 分、方程式 1 分、有效數字 1 分。

7. （酸鹼與 pH）某溶液氫離子濃度為 1.0 x 10^-3 M。（a）計算該溶液的 pH。（b）把溶液稀釋 10 倍後 pH 變為多少？（c）0.010 M 鹽酸（完全電離）的 pH 是多少？（d）解釋為何氫氧化鈉溶液屬於鹼性，並寫出其 pH 與氫離子濃度的關聯。

答案：答案：（a）pH = -log(1.0 x 10^-3) = 3.0。（b）稀釋 10 倍後氫離子濃度降為 1.0 x 10^-4 M，pH = 4.0。（c）0.010 M 鹽酸完全電離，[H+] = 1.0 x 10^-2 M，pH = 2.0。（d）氫氧化鈉在水中完全電離出氫氧離子，氫氧離子與水中的氫離子結合，令氫離子濃度低於 1.0 x 10^-7 M，故呈鹼性；在 25 度時 pH 與氫離子濃度滿足 pH = 14 + log[OH-]，鹼性溶液 pH 大於 7。評分要點：三個 pH 各 2 分、稀釋推理 1 分、鹼性解釋 2 分。

8. （電解）以 2.0 A 的電流通過硫酸銅(II)溶液 965 秒。（a）計算通過的電量（庫侖）。（b）計算陰極析出銅的摩爾數與質量（銅的相對原子質量 63.5；1 mol 電子電量 96500 C）。（c）計算陽極產生氧氣的摩爾數，以及在室溫常壓下該氧氣的體積（cm3，摩爾體積 24.0 dm3 mol-1）。

答案：答案：（a）Q = I x t = 2.0 x 965 = 1930 C。（b）n(e-) = 1930 / 96500 = 0.02 mol；Cu2+ 需 2 個電子還原，n(Cu) = 0.02 / 2 = 0.010 mol，質量 = 0.010 x 63.5 = 0.635 g。（c）陽極：2H2O 生成 O2 + 4H+ + 4e-，n(O2) = 0.02 / 4 = 0.005 mol，體積 = 0.005 x 24000 = 120 cm3。評分要點：電量 2 分、電子摩爾數 1 分、銅摩爾數與質量 3 分、氧摩爾數 1 分、體積 2 分。

丙部：電解、實驗式與應用（32 分）

丙部全部題目必答，數值答案須附單位。

9.（實驗式）3.18 g 銅在氧氣中完全加熱，生成氧化物 3.98 g。（a）計算參與反應的氧的質量。（b）計算銅與氧的摩爾數比。（c）寫出該氧化物的實驗式與化學式，並說明為何實驗值可能略偏離整數比。

答案：答案：（a）氧的質量 = 3.98 - 3.18 = 0.80 g。（b）n(Cu) = 3.18 / 63.5 = 0.0501 mol；n(O) = 0.80 / 16.0 = 0.0500 mol；摩爾數比約 1:1。（c）實驗式為 CuO，化學式亦為 CuO。實驗值可能略偏離整數比，因為部分銅未完全氧化、氧化物有少量剝落，或天平讀數與稱量誤差。評分要點：氧質量 1 分、兩個摩爾數 2 分、比例與實驗式 3 分、誤差解釋 2 分。

10.（氣體摩爾體積）0.050 mol 氫氣在室溫常壓下（摩爾體積 24.0 dm3 mol-1）。（a）計算該氫氣所佔體積，分別以 dm3 與 cm3 表示。（b）若氫氣由鎂與過量稀鹽酸反應生成（Mg + 2HCl 生成 MgCl2 + H2），計算所需鎂的質量（鎂的相對原子質量 24.3）。（c）說明為何實驗收集到的氣體體積通常略少於理論值。

答案：答案：（a）V = 0.050 x 24.0 = 1.2 dm3 = 1200 cm3。（b）由方程式知 1 mol Mg 生成 1 mol H2，n(Mg) = 0.050 mol，質量 = 0.050 x 24.3 = 1.22 g。（c）收集到的體積通常略少，因為部分氫氣在裝置內殘留、注射器或集氣瓶有死體積，而且氣體可能未達室溫，或裝置漏氣。評分要點：體積兩種單位 3 分、摩爾比 1 分、鎂質量 2 分、解釋 2 分。

11.（百分產率）某反應的理論產量為 8.0 g，實驗後只得 6.4 g。（a）計算百分產率。（b）若要把產量提高至 6.4 g 而百分產率維持 80.0%，理論產量應為多少？（c）列出兩個令百分產率低於 100% 的常見原因。

答案：答案：（a）百分產率 = 6.4 / 8.0 x 100 = 80.0%。（b）若要得 6.4 g 而產率 80.0%，理論產量 = 6.4 / 0.80 = 8.0 g。（c）常見原因：反應未完全（如加熱時間不足）、有副反應生成其他產物、轉移與過濾時有損失、產物含雜質或未完全乾燥。（任答兩項）評分要點：產率 2 分、逆算 3 分、兩個原因 2 分、表達 1 分。

12.（日常應用）胃藥含碳酸鈣，可中和過多的胃酸（鹽酸）。（a）寫出碳酸鈣與鹽酸反應的平衡化學方程式。（b）解釋石灰（氧化鈣）可以用來改良酸性土壤的理由。（c）解釋稀釋濃硫酸時必須把濃硫酸慢慢加入水中，而不可把水加入濃硫酸中。

答案：答案：（a）CaCO3 + 2HCl 生成 CaCl2 + H2O + CO2。（b）氧化鈣與水反應生成氫氧化鈣，屬鹼性，可中和土壤中的氫離子，令 pH 回升至適合植物生長的範圍；同時可沉澱部分有害金屬離子。（c）濃硫酸溶於水會放出大量熱，把水加入濃硫酸時水浮在上層、局部沸騰而濺出腐蝕性酸液；把酸慢慢加入水中，熱量被大量水吸收，溫度上升較溫和。評分要點：方程式平衡 2 分、土壤改良 3 分、稀釋安全解釋 3 分。

TutorZone 中四（S4）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。