中四化学练习卷：摩尔与化学式、气体摩尔体积、溶液浓度与稀释、溶解度与 ppm、pH 与中和、酸碱滴定、氧化还原与电解、量热法与赫斯定律、反应速率与碰撞理论

年级：中四 | 科目：化学 | 时限：75 分钟 | 总分：100 分 | 题数：24 | 答案版

甲部：摩尔与化学式（18 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
1	硫酸铜晶体 CuSO4·5H2O 常用作杀菌剂。（Cu = 63.5、S = 32.1、O = 16.0、H = 1.0）(a) 计算其相对分子质量。(b) 求晶体中水的质量百分比（一位小数）。(c) 加热 24.96 g 晶体至水完全失去，剩余物的质量是多少？	(a) Mr = 63.5 + 32.1 + 64.0 + 90.0 = 249.6。(b) 水的质量百分比 = 90.0 ÷ 249.6 × 100% = 36.1%。(c) 24.96 g 为 0.100 mol，失去 0.500 mol 水（9.00 g），剩余无水盐 = 24.96 – 9.00 = 15.96 g。	5
2	12.5 g 碳酸钙（CaCO3，Mr = 100.1）加热完全分解：CaCO3 → CaO + CO2。(a) 求碳酸钙的摩尔数（四位小数）。(b) 求放出二氧化碳的质量（二位小数）。(c) 在室温常压下该二氧化碳占多少体积（摩尔体积 24.0 dm3/mol）？	(a) n = 12.5 ÷ 100.1 = 0.1249 mol。(b) m(CO2) = 0.1249 × 44.0 = 5.49 g。(c) V = 0.1249 × 24.0 = 3.00 dm3。	5
3	某有机化合物含碳 40.0%、氢 6.7%、氧 53.3%（质量百分比），相对分子质量为 180。(a) 求实验式。(b) 求分子式。(c) 12.0 g 该化合物含多少摩尔氧原子？	(a) 摩尔比 C : H : O = 3.33 : 6.70 : 3.33 = 1 : 2.01 : 1，实验式 CH2O（式量 30.0）。(b) 180 ÷ 30.0 = 6，分子式 C6H12O6。(c) 12.0 g = 0.0667 mol，每分子 6 个氧原子，共 0.400 mol 氧原子。	4
4	4.4 g 二氧化碳（Mr = 44.0）在室温常压下（摩尔体积 24.0 dm3/mol）。(a) 求摩尔数。(b) 求所占体积（dm3）。(c) 求分子数目（以 6.02 × 10^23 为阿佛加德罗常数）。	(a) n = 4.4 ÷ 44.0 = 0.10 mol。(b) V = 0.100 × 24.0 = 2.4 dm3。(c) 分子数 = 0.100 × 6.02 × 10^23 = 6.02 × 10^22 个。	4

乙部：溶液与浓度（17 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
5	把 5.85 g 氯化钠（Mr = 58.5）溶于水，配成 250.0 cm3 溶液。(a) 求摩尔数。(b) 求体积摩尔浓度（mol/dm3）。(c) 取 25.0 cm3 此溶液稀释至 250.0 cm3，求稀释后浓度。	(a) n = 5.85 ÷ 58.5 = 0.100 mol。(b) c = 0.100 ÷ 0.250 = 0.400 mol/dm3。(c) 所取摩尔数 = 0.400 × 0.0250 = 0.0100 mol，新浓度 = 0.0100 ÷ 0.250 = 0.040 mol/dm3（稀释 10 倍）。	5

6	实验室有 2.0 mol/dm3 硫酸。(a) 要配制 500.0 cm3、0.20 mol/dm3 的稀硫酸，需取浓酸多少 cm3？(b) 需加水多少 cm3？(c) 说明为何要把浓酸加入水中而不是把水加入浓酸。	(a) c1V1 = c2V2：2.0 × V1 = 0.20 × 500.0，V1 = 50.0 cm3。(b) 加水 = 500.0 − 50.0 = 450.0 cm3。(c) 浓硫酸溶于水大量放热，水加入浓酸会令局部沸腾溅出，故必须把酸慢慢加入水中并搅拌。	4
7	在 20 °C，硝酸钾的溶解度为每 100 g 水可溶 36.0 g。(a) 求该饱和溶液的质量百分比浓度（一位小数）。(b) 若把 136.0 g 该饱和溶液冷却至 0 °C（溶解度 13.0 g/100 g 水），可析出多少克晶体？	(a) 质量百分比 = 36.0 ÷ 136.0 × 100% = 26.5%。(b) 溶液含 36.0 g 溶质及 100 g 水；0 °C 时 100 g 水只溶 13.0 g，析出 = 36.0 − 13.0 = 23.0 g。	4
8	某食水样本 250.0 cm3 中含铅(II)离子 5.0 mg（假设溶液密度为 1.00 g/cm3）。(a) 以 ppm（mg/kg）表示其浓度。(b) 若饮用水含铅上限为 10 ppb，该样本是否超标？(c) 写出一个减低食水含铅风险的可行方法。	(a) 质量 = 250.0 g = 0.250 kg，浓度 = 5.0 mg ÷ 0.250 kg = 20 ppm。(b) 20 ppm = 20 000 ppb，远超 10 ppb，属超标。(c) 更换含铅水管或内衬、并在用水前先放水冲管。	4

丙部：酸碱、中和与滴定（17 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
9	(a) 求 0.010 mol/dm3 盐酸（强酸，完全电离）的 pH。(b) 求 0.010 mol/dm3 氢氧化钠溶液的 pH。(c) 把两者等体积混合后，溶液的 pH 大约是多少？并解释。	(a) [H+] = 0.010，pH = −log 0.010 = 2.00。(b) [OH−] = 0.010，pOH = 2.00，pH = 14.00 − 2.00 = 12.00。(c) 等摩尔中和生成 NaCl 及水，pH 约为 7（中性），因 Na+ 与 Cl− 都不水解。	5
10	25.0 cm3、0.20 mol/dm3 氢氧化钠溶液刚好中和 20.0 cm3 稀硫酸：2NaOH + H2SO4 → Na2SO4 + 2H2O。(a) 求所用 NaOH 的摩尔数。(b) 求 H2SO4 的摩尔数。(c) 求硫酸的浓度。	(a) n(NaOH) = 0.20 × 0.0250 = 0.0050 mol。(b) 摩尔比 2 : 1，n(H2SO4) = 0.00250 mol。(c) c = 0.00250 ÷ 0.0200 = 0.125 mol/dm3。	4
11	用 0.100 mol/dm3 盐酸滴定 25.0 cm3 碳酸钠溶液，三次滴定平均用去 24.10 cm3：Na2CO3 + 2HCl → 2NaCl + H2O + CO2。(a) 求 HCl 摩尔数。(b) 求 Na2CO3 摩尔数及摩尔浓度。(c) 求 25.0 cm3 溶液中 Na2CO3 的质量（Mr = 106.0）。	(a) n(HCl) = 0.100 × 0.02410 = 0.00241 mol。(b) 摩尔比 1 : 2，n(Na2CO3) = 0.001205 mol，c = 0.001205 ÷ 0.0250 = 0.0482 mol/dm3。(c) m = 0.001205 × 106.0 = 0.1277 g。	5
12	(a) 强酸与弱碱的滴定应选用哪种指示剂？(b) 弱酸与强碱的滴定又应选用哪种？(c) 解释为何碳酸钠溶液的 pH 大于 7。	(a) 甲基橙（变色范围 pH 3.1–4.4，等当点偏酸）。(b) 酚酞（变色范围 pH 8.3–10.0，等当点偏碱）。(c) 碳酸根离子水解：CO3^2− + H2O ⇌ HCO3− + OH−，产生氢氧根离子，故溶液呈碱性。	3

丁部：氧化还原、金属与电解（16 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数

13	把锌片放入蓝色硫酸铜溶液。(a) 写出离子方程式。(b) 指出哪种物质被氧化、哪种被还原。(c) 描述两个可观察的变化。(d) 说明锌的活性与此反应的关系。	(a) Zn(s) + Cu2+(aq) → Zn2+(aq) + Cu(s)。(b) 锌被氧化（氧化数 0 → +2），铜(II)离子被还原（+2 → 0）。(c) 蓝色逐渐变淡；锌片表面出现红棕色沉积。(d) 锌比铜活泼，活性较高的金属可把活性较低金属的离子还原，故反应自发进行。	5
14	以 2.0 A 电流通过硫酸铜溶液 30 分钟，阴极沉积铜（Cu = 63.5，法拉第常数 96500 C/mol）。(a) 求通过的电量。(b) 求电子摩尔数（四位小数）。(c) 求沉积铜的质量（二位小数）。(d) 写出阴极反应式。	(a) Q = It = 2.0 × 1800 = 3600 C。(b) n(e−) = 3600 ÷ 96500 = 0.0373 mol。(c) Cu2+ + 2e− → Cu，n(Cu) = 0.01865 mol，m = 0.01865 × 63.5 = 1.18 g。(d) 阴极：Cu2+(aq) + 2e− → Cu(s)。	5
15	求下列化合物中指定元素的氧化数：(a) KMnO4 中的锰；(b) K2Cr2O7 中的铬；(c) H2O2 中的氧。并指出哪一种化合物常用作氧化剂。	(a) (+1) + x + 4(−2) = 0，x = +7。(b) 2(+1) + 2x + 7(−2) = 0，x = +6。(c) 2(+1) + 2x = 0，x = -1。(d) KMnO4 与 K2Cr2O7 均为强氧化剂，其中 KMnO4 最常用。	3
16	铁闸在潮湿空气中容易生锈。(a) 写出铁生锈时的主要氧化反应。(b) 解释为何在铁上镀锌（牺牲阳极保护）比镀锡更能防锈。(c) 列出一项日常防锈方法。	(a) Fe → Fe2+ + 2e−（随后再氧化成 Fe3+，形成水合氧化铁铁锈）。(b) 锌比铁活泼，会先被氧化，电子流向铁使铁成为阴极受保护；即使镀层破损仍有效。锡比铁不活泼，镀层破损后铁反而成为阳极，加速腐蚀。(c) 涂油漆或油脂、保持干燥。	3

戊部：能量学与量热法（16 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
17	把 50.0 cm3、1.00 mol/dm3 盐酸与 50.0 cm3、1.00 mol/dm3 氢氧化钠溶液混合，温度上升 6.7 °C。假设溶液密度 1.00 g/cm3、比热容 4.18 J g−1 K−1。(a) 求放出的热量（J）。(b) 求生成水的摩尔数。(c) 求中和焓变（kJ/mol）。(d) 说明为何实验值通常小于文献值 −57.3 kJ/mol。	(a) E = mcΔT = 100.0 × 4.18 × 6.7 = 2801 J。(b) 限量试剂皆为 0.0500 mol，生成水 0.0500 mol。(c) ΔH = −2800.6 ÷ 0.0500 ÷ 1000 = -56.0 kJ/mol。(d) 部分热量散失到周围空气及量热计，故测得温升偏小。	4
18	燃烧 0.500 g 燃料，使 200.0 g 水的温度上升 12.5 °C（比热容 4.18 J g−1 K−1）。(a) 求水吸收的热量。(b) 求该燃料的燃烧热（kJ/g）。(c) 若燃料含氢，为何燃烧产物中的水会令测得能量偏高？	(a) E = 200.0 × 4.18 × 12.5 = 10450 J。(b) 每克放热 = 10450 ÷ 0.500 = 20900 J/g = 20.9 kJ/g。(c) 燃烧生成的水蒸气在量热计内凝结，放出潜热，而该热也被水吸收，令计算出的燃烧热偏高。	4
19	把 50.0 g 金属（初温 96.0 °C）放入 100.0 g、22.0 °C 的水中，最终温度为 26.0 °C（水的比热容 4.18 J g−1 K−1）。(a) 求水吸收的热量。(b) 求金属的比热容（三位小数）。(c) 若该金属实际比热容为 0.900 J g−1 K−1，解释差异来源。	(a) E = 100.0 × 4.18 × (26.0 − 22.0) = 1672 J。(b) 金属降温 96.0 − 26.0 = 70.0 K，c = 1672 ÷ (50.0 × 70.0) = 0.478 J g−1 K−1。(c) 有热量散失到空气及容器，令水测得的温升偏小，计算出的金属比热容偏低。	4
20	已知：C(s) + O2(g) → CO2(g) ΔH = −394 kJ/mol；CO(g) + ½O2(g) → CO2(g) ΔH = −283 kJ/mol。(a) 以赫斯定律求 C(s) + ½O2(g) → CO(g) 的 ΔH。(b) 说明赫斯定律的依据。(c) 为何碳不完全燃烧会释放较少能量？	(a) 把第一式减第二式：ΔH = −394 − (−283) = -111 kJ/mol。(b) 赫斯定律依据能量守恒（热力学第一定律）：反应的总焓变只取决于初态与终态，与途径无关。(c) 不完全燃烧生成	4

		CO 而非 CO2，CO 仍可再燃烧放热，故第一步释放的能量较少。	

己部：反应速率与综合计算（16 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
21	把镁条放入 1.0 mol/dm3 盐酸，首 20 秒共收集氢气 48.0 cm3。(a) 求首 20 秒的平均速率（cm3/s）。(b) 说明速率为何随时间下降。(c) 写出反应的离子方程式。	(a) 速率 = 48.0 ÷ 20 = 2.4 cm3/s。(b) 盐酸浓度随反应消耗而下降，镁的表面积亦减少，碰撞频率降低，速率因而下降。(c) Mg(s) + 2H+(aq) → Mg2+(aq) + H2(g)。	4
22	同一质量的镁分别以粉末及条状与同浓度盐酸反应。(a) 哪一种较快？(b) 解释原因。(c) 列出另外两个可加快此反应的因素，并各解释一句。	(a) 粉末较快。(b) 粉末的表面积较大，与酸接触的粒子较多，有效碰撞频率较高。(c) 提高温度：粒子平均动能增加，超过活化能的碰撞增加；提高酸浓度：单位体积内 H+ 数目增加，碰撞频率上升。	4
23	(a) 以碰撞理论说明温度上升如何加快反应。(b) 催化剂如何加快反应而不改变反应的焓变？(c) 为何催化剂不能使本来不发生的反应发生？	(a) 温度上升令粒子平均动能增加，能量达活化能的粒子比例大幅上升，有效碰撞增多。(b) 催化剂提供另一条较低活化能的途径，正逆反应同时加快，初态与终态不变，故 ΔH 不变。(c) 催化剂只降低活化能，不能改变反应物与生成物的能量差；若反应在能量上不可行（ΔG > 0），催化剂无效。	4
24	把 100.0 g 碳酸钙加热一段时间后，剩余固体质量为 78.0 g（CaCO3 → CaO + CO2，Mr：CaCO3 = 100.1、CO2 = 44.0）。(a) 求放出的二氧化碳摩尔数。(b) 求已分解的碳酸钙质量。(c) 求分解百分比（一位小数）。(d) 若完全分解，质量损失应为多少克？	(a) 质量损失 = 100.0 − 78.0 = 22.0 g，n(CO2) = 22.0 ÷ 44.0 = 0.500 mol。(b) 摩尔比 1 : 1，已分解 CaCO3 质量 = 0.500 × 100.1 = 50.05 g。(c) 分解百分比 = 50.05 ÷ 100.0 × 100% = 50.0%。(d) 完全分解质量损失 = 0.999 × 44.0 = 44.0 g。	4