中四化学练习卷（第二份）｜摩尔、滴定、焓变、平衡与电解计算（附答案及评分参考）

练习卷 ·

本卷以实验室数据设题，涵盖摩尔与气体摩尔体积、溶液稀释与酸碱滴定、燃烧焓变与热量守恒、化学平衡与平衡常数、电解与法拉第电量计算，以及反应速率与气体体积图线；每题附完整答案及评分参考，要求学生展示计算步骤、代入数据与单位，适合中四学生巩固计量化学基础。

1. 摩尔与气体摩尔体积（16 分）

某学生在实验室取得一瓶二氧化碳。相对原子质量：C = 12.0，O = 16.0；亚佛加德罗常数 = 6.02 × 10^23 mol^−1；常温常压摩尔体积 = 24.0 dm³ mol^−1；标准状况摩尔体积 = 22.4 dm³ mol^−1。样本质量为 8.8 g。

#	Question	Answer and marking notes
1	(a) 计算样本中二氧化碳的摩尔数。	答案：摩尔数 = 质量 ÷ 摩尔质量 = 8.8 ÷ 44.0 = 0.20 mol。
2	(b) 计算样本中的二氧化碳分子数目。	答案：分子数目 = 0.20 × 6.02 × 10^23 = 1.20 × 10^23 个。
3	(c) 计算样本在常温常压下的体积。	答案：体积 = 0.20 × 24.0 = 4.8 dm³（4 800 cm³）。
4	(d) 若改在标准状况下量度，同一摩尔数的体积是多少？	答案：体积 = 0.20 × 22.4 = 4.48 dm³，比常温常压小 0.32 dm³。
5	(e) 计算 8.8 g 二氧化碳中氧原子的摩尔数及氧原子的总质量。	答案：每分子有 2 个氧原子，氧原子摩尔数 = 0.20 × 2 = 0.40 mol；质量 = 0.40 × 16.0 = 6.4 g。

2. 溶液稀释与酸碱滴定（18 分）

以 0.100 M 盐酸滴定 25.0 cm³ 氢氧化钠溶液，指示剂由粉红变无色，三次平均用量为 22.40 cm³。反应为 HCl + NaOH → NaCl + H2O。

#	Question	Answer and marking notes
6	(a) 计算所用盐酸的摩尔数。	答案：摩尔数 = 0.100 × 22.40 ÷ 1000 = 2.24 × 10^−3 mol。
7	(b) 由方程式求氢氧化钠的摩尔数。	答案：HCl 与 NaOH 摩尔比 1 : 1，故氢氧化钠 = 2.24 × 10^−3 mol。
8	(c) 计算氢氧化钠溶液的浓度（mol dm^−3）。	答案：浓度 = 2.24 × 10^−3 ÷ 0.0250 = 0.0896 M。
9	(d) 若把 25.0 cm³ 该氢氧化钠溶液加水稀释至 250.0 cm³，求稀释后浓度。	答案：摩尔数不变，浓度 = 0.0896 × 25.0 ÷ 250.0 = 0.00896 M（稀释 10 倍）。
10	(e) 取稀释后溶液 25.0 cm³ 再用同一盐酸滴定，求所需盐酸体积。	答案：氢氧化钠摩尔数 = 0.00896 × 0.0250 = 2.24 × 10^−4 mol；盐酸体积 = 2.24 × 10^−4 ÷ 0.100 = 2.24 × 10^−3 dm³ = 2.24 cm³。

3. 燃烧焓变与热量计算（16 分）

燃烧 0.500 g 乙醇（C2H5OH，摩尔质量 46.0 g mol^−1）令 100 g 水由 22.0 ° C 升至 40.0 ° C。水的比热容量 = 4.2 J g^−1 K^−1，假设所有热量传给水。

#	Question	Answer and marking notes
11	(a) 计算乙醇的摩尔数。	答案：摩尔数 = 0.500 ÷ 46.0 = 0.0109 mol（1.09 × 10^−2 mol）。
12	(b) 计算水吸收的热量（以 kJ 表示）。	答案：升温 = 18.0 K；热量 = 100 × 4.2 × 18.0 = 7 560 J = 7.56 kJ。
13	(c) 由此估算乙醇的燃烧焓变（kJ mol^−1）。	答案：每摩尔放热 = 7.56 ÷ 0.0109 = 695 kJ mol^−1，故燃烧焓变约为 −695 kJ mol^−1。
14	(d) 文献值为 −1367 kJ mol^−1，解释计算值明显较小的两个原因。	答案：① 热量散失到空气及容器，并非全部被水吸收；② 部分乙醇未完全燃烧或蒸发带走热量；③ 水当量、温度计误差。
15	(e) 若要令 500 g 水由 20 ° C 升至 50 ° C，按 (c) 的估值需燃烧多少克乙醇?	答案：需热 = 500 × 4.2 × 30 = 63 000 J = 63.0 kJ；摩尔数 = 63.0 ÷ 695 = 0.0906 mol；质量 = 0.0906 × 46.0 = 4.17 g。

4. 化学平衡与平衡常数（16 分）

在固定温度下，把氢气与碘蒸气各 0.100 mol 放入 1.00 dm³ 密闭容器：H2(g) + I2(g) ⇌ 2HI(g)。达平衡时碘化氢浓度为 0.120 M。

#	Question	Answer and marking notes
16	(a) 求反应中氢气浓度的变化。	答案：生成 0.120 M HI 需 0.060 M H2（摩尔比 1 : 2），即氢气减少 0.060 M。
17	(b) 求平衡时氢气与碘蒸气的浓度。	答案：两者均为 0.100 − 0.060 = 0.040 M。
18	(c) 计算此温度下的平衡常数 Kc。	答案：Kc = [HI]² ÷ ([H2][I2]) = (0.120)² ÷ (0.040 × 0.040) = 0.0144 ÷ 0.0016 = 9.0。
19	(d) 若平衡后再加入 0.020 mol 氢气（体积不变），平衡位置及 Kc 如何改变?	答案：氢气浓度增加，平衡向右（生成物方向）移动，HI 增加、I2 减少；Kc 只随温度改变，故 Kc 不变。
20	(e) 若把容器体积压缩至 0.50 dm³（温度不变），Kc 是否改变？解释。	答案：Kc 不变，因为 Kc 只与温度有关；但各物浓度加倍，Q = (2[HI])² ÷ (2[H2]·2[I2]) = 原值，故仍平衡。

5. 电解与法拉第计算（18 分）

以 2.00 A 的稳定电流电解硫酸铜（II）溶液 30.0 分钟，两电极均为铜片。法拉第常数 = 96 500 C mol^−1，Cu 的相对原子质量 = 64.0。

#	Question	Answer and marking notes
21	(a) 计算通过电路的电量。	答案：时间 = 30.0 × 60 = 1 800 s；电量 = 2.00 × 1 800 = 3 600 C。
22	(b) 计算通过电子的摩尔数。	答案：电子摩尔数 = 3 600 ÷ 96 500 = 0.0373 mol。

#	Question	Answer and marking notes
23	(c) 由半反应式 Cu^2+ + 2e^− → Cu，求阴极生成的铜的摩尔数。	答案：每 2 mol 电子得 1 mol Cu，故铜 = 0.0373 ÷ 2 = 0.0187 mol。
24	(d) 计算阴极增加的质量。	答案：质量 = 0.0187 × 64.0 = 1.19 g。
25	(e) 若电流效率只有 90%，实际阴极增重多少？阳极有何变化？	答案：实际质量 = 1.19 × 0.90 = 1.07 g；阳极铜片溶解，质量减少约 1.07 g，溶液中 Cu^2+ 浓度基本不变。

6. 反应速率与气体体积图线（16 分）

把镁条加入过量 1.0 M 盐酸，用气量计量度氢气体积，数据如下（时间 s / 体积 cm³）：0 / 0、20 / 28、40 / 46、60 / 58、80 / 64，80 s 后体积不再增加。

#	Question	Answer and marking notes
26	(a) 计算首 20 s 的平均反应速率（cm³ s^−1）。	答案：速率 = (28 − 0) ÷ 20 = 1.4 cm³ s^−1。
27	(b) 计算 20 s 至 40 s 之间的平均反应速率。	答案：速率 = (46 − 28) ÷ 20 = 0.90 cm³ s^−1。
28	(c) 解释速率随时间下降的原因。	答案：盐酸浓度及镁的表面积随反应进行而减少，碰撞频率下降，故速率变慢。
29	(d) 计算 40 s 时反应完成的百分比。	答案：最终体积 64 cm³；百分比 = 46 ÷ 64 × 100% = 71.9%。
30	(e) 若改用 0.50 M 盐酸（镁仍然过量），曲线的初段斜率及最终体积有何不同？	答案：浓度较低，初段斜率较小、曲线较平；但镁过量，氢气摩尔数受酸的摩尔数限制，最终体积较小。
31	(f) 若把同一质量的镁改用粉末而非条状，曲线怎样改变？解释。	答案：表面积大增，初段速率明显较快、曲线更陡；但镁量相同，最终氢气体积不变。