中五化学练习卷：酸碱滴定与 pH、氧化还原与电解、反应速率与催化、化学平衡与勒沙特列原理、有机化学与聚合物、焓变与燃烧能量

中五　化学　|　时限：75 分钟　|　总分：100 分　|　共 24 题

甲部：酸碱滴定与 pH（17 分）

本部分共 4 题。体积以 cm³ 表示，须列出摩尔计算。

1. 25.0 cm³ 的 0.125 M 氢氧化钠溶液与 0.1 M 盐酸完全中和。求 NaOH 的摩尔数及所需盐酸体积。

答案：n(NaOH) = 0.125 × 25.0/1000 = 0.003125 mol。反应比 1:1，n(HCl) = 0.003125 mol。V(HCl) = 0.003125 ÷ 0.1 = 31.2 cm³。

2. 0.1 M 醋酸（CH_3COOH）的 Ka 为 1.8e-05。求氢离子浓度及 pH，并解释为何 pH 高于同浓度的盐酸。

答案：设 $[H^+] = x$，$K_a \approx x^2/0.1 \rightarrow x = \sqrt{(1.8e\text{-}05 \times 0.1)} = 1.342e\text{-}03$ M，pH = −log(1.342e-03) = 2.87。醋酸只部分电离（弱酸），$[H^+]$ 远低于 0.1 M；盐酸完全电离，pH = 1.00。

3. 取 10.0 cm³ 的 0.5 M 溶液加水稀释至 250 cm³。求稀释后浓度，并说明 pH 会上升多少单位（以强酸为例）。

答案：稀释时摩尔数不变：$c_1V_1 = c_2V_2 \rightarrow c_2 = 0.5 \times 10.0/250 = 0.02$ M。稀释 25 倍，强酸 $[H^+]$ 下降 25 倍（=10^1.40），pH 上升约 1.40 单位。

4. 用 0.1 M 盐酸滴定 25.0 cm³ 未知浓度的氢氧化钠溶液，三次滴定体积为 22.4、22.35、22.45 cm³。求平均体积、NaOH 摩尔数及浓度，并指出使用酚酞作指示剂的终点颜色变化。

答案：平均 = (22.4 + 22.35 + 22.45) ÷ 3 = 22.40 cm³。n(HCl) = 0.1 × 22.40/1000 = 0.002240 mol = n(NaOH)。c(NaOH) = 0.002240 ÷ 0.0250 = 0.0896 M。酚酞由粉红（碱）变无色（酸）即达终点；三次读数相差 ≤0.10 cm³，结果可靠。

乙部：氧化还原与电解（17 分）

本部分共 4 题。电量以库仑计，法拉第常数取 96500 C mol⁻¹。

5. 酸化高锰酸钾滴定 25.0 cm³ 铁(II) 溶液，用去 0.02 M $KMnO_4$ 18.50 cm³。已知 $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$。求 Fe^{2+} 摩尔数及浓度。

答案：$n(MnO_4^-) = 0.02 \times 18.50/1000 = 3.700e\text{-}04$ mol。1 mol MnO_4^- 得 5 mol e^-，每 mol 氧化 5 mol Fe^{2+} → $n(Fe^{2+}) = 5 \times 3.700e\text{-}04 = 1.850e\text{-}03$ mol。$c(Fe^{2+}) = 1.850e\text{-}03 \div 0.0250 = 0.0740$ M。

6. 以 2.0 A 电流电解硫酸铜(II) 溶液 30 分钟。求通过电量、电子摩尔数及阴极析出铜的质量（Cu = 63.5）。

答案：$Q = It = 2.0 \times 30 \times 60 = 3600$ C。$n(e^-) = 3600 \div 96500 = 0.03731$ mol。$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$，$n(Cu) = 0.03731 \div 2 = 0.01865$ mol，质量 = 0.01865 × 63.5 = 1.184 g。

7. 某电池的标准电动势为 1.1 V，转移电子数为 2。求标准吉布斯自由能变化 ΔG°（kJ mol⁻¹），并说明 ΔG° 为负的意义。

答案：ΔG° = −nFE° = −2 × 96500 × 1.1 = −212,300 J mol⁻¹ = -212.3 kJ mol⁻¹。负值表示反应自发（在标准状态下），电池可对外作电功；值越负，电池驱动力越大。

8. 说明 MnO_4^- 中锰的氧化数，并解释为何 $KMnO_4$ 在酸性介质中氧化能力较强（提示：半反应含 $8H^+$）。

答案：MnO_4^-：x + 4(−2) = −1 → x = +7。酸性介质中 MnO_4^- 经 5 电子还原为 Mn^{2+}（E° ≈ +1.51 V），较中性/碱性还原为 MnO_2（3 电子，E° ≈ +0.59 V）放出更多能量、电极电势更高，故氧化能力更强；实务上加入稀硫酸提供 H^+ 并避免生成 MnO_2 沉淀。

丙部：反应速率与催化（17 分）

本部分共 4 题。Sel=自算；须注明单位。

9. 某反应在 0° C 时初速率为 0.02 mol dm⁻³ s⁻¹，在 20° C 时为 0.06 mol dm⁻³ s⁻¹。求每升温 10 K 速率增加倍数，并判断对温度的敏感程度。

答案：20 K 内速率增为 0.06/0.02 = 3.0 倍，故每 10 K 约增 √3.0 ≈ 1.73 倍。一般反应每升 10 K 约 2 倍，此反应较敏感，表示活化能较高、速率决定步骤对温度依赖大；工业上须严格控温以免失控。

10. 碳-14 的半衰期为 5730 年。求一级衰变的速率常数（year⁻¹），并求 11460 年后剩余比例。

答案：k = ln2 / t½ = 0.693/5730 = 1.2097e-04 year⁻¹。11460 年 = 2 个半衰期 → 剩余 = (1/2)^2 = 25%。一级反应半衰期与初始浓度无关，这是放射性定年的基础。

11. 某反应活化能为 50 kJ mol⁻¹，速率常数由 300 K 升至 310 K。用阿伦尼乌斯方程估算速率常数增大的倍数（R = 8.314 J K⁻¹ mol⁻¹）。

答案：ln(k₂ /k₁) = (Ea/R)(1/T₁ − 1/T₂) = (50000/8.314)(1/300 − 1/310) = 0.647 → k₂ /k₁ = e^0.647 ≈ 1.91 倍。指数关系说明高活化能反应对温度极敏感。

12. 实验：固定 [B]，[A] 由 0.10 M 增至 0.20 M 时初速率由 0.005 增至 0.01 mol dm⁻³ s⁻¹；固定 [A]，[B] 加倍时速率不变。求对 A 及 B 的级数、总级数及速率方程。

答案：[A] 加倍而速率加倍 → 对 A 为一级；[B] 加倍而速率不变 → 对 B 为零级。总级数 = 1 + 0 = 1。速率方程 rate = k[A]。k = 0.005/0.1 = 0.0500 s⁻¹（一级，单位 s⁻¹）。零级表示 B 参与步骤在速率决定步骤之后或其浓度已饱和（如催化剂表面饱和）。

丁部：化学平衡（17 分）

本部分共 4 题。平衡常数须注明单位或说明无单位。

13. H_2 (g) + I_2 (g) ⇌ 2HI(g)，初始 [H_2] = [I_2] = 1.00 M，平衡时 [HI] = 1.56 M。求平衡时 H_2 及 I_2 浓度与 Kc。

答案：由化学计量，生成 1.56 M HI 需消耗 0.78 M H_2 及 0.78 M I_2 → [H_2] = [I_2] = 1.00 − 0.78 = 0.22 M。Kc = [HI]²/([H_2][I_2]) = 1.56² ÷ (0.22 × 0.22) = 50.3（无单位）。

14. N_2（g）+ $3H_2$（g）⇌ $2NH_3$（g），初始 [NH_3] = 0.500 M，平衡时 [N_2] = 0.0200 M。求平衡 [NH_3]、[H_2] 及 Kc，并解释高压有利生成氨。

答案：生成 0.0200 M N_2 需分解 2 × 0.0200 = 0.0400 M NH_3 → [NH_3] = 0.500 − 0.0400 = 0.4600 M；同时生成 3 × 0.0200 = 0.0600 M H_2。Kc = $0.4600^2 \div (0.0200 \times 0.0600^3)$ = 48,981（单位 $mol^{-2}\,dm^6$）。加压时平衡向气体摩尔数较少的一边（2 对 4）移动，故有利氨的生成。

15. 某反应 Kc = 4.0，某时刻浓度商 Q = 2.0。判断反应方向，并说明 Q 与 Kc 比较的规则。

答案：Q = 2.0 < Kc = 4.0 → 反应净向正方向（生成物）进行，直至 Q 升至 Kc。规则：Q < Kc 向正反应；Q > Kc 向逆反应；Q = Kc 已在平衡。催化剂只加快达到平衡，不改变 Kc 或平衡位置。

16. 缓冲溶液由等摩尔的 CH_3COOH 与 CH_3COO^- 组成，pKa = 4.76。求 pH，并解释加入少量强酸后 pH 变化不大的原因。

答案：pH = pKa + log([A^-]/[HA]) = 4.76 + log(1) = 4.76。加入少量 H^+ 时，CH_3COO^- 与之结合生成 CH_3COOH，H^+ 被“吸收”；[A^-]/[HA] 只略变，故 pH 变化极小。缓冲容量有限，加入大量酸或稀释过度即失效。

戊部：有机化学与聚合物（16 分）

本部分共 4 题。相对原子质量：C = 12、H = 1、O = 16。

17. 某碳氢化合物含碳 85.7%、氢 14.3%。求实验式；若相对分子质量为 42，求分子式。

答案：摩尔比 C : H = 85.7/12 : 14.3/1 = 7.142 : 14.300 = 1 : 2.0 → 实验式 CH2（Mr = 14）。n = 42/14 = 3，分子式 = (CH2)3 = C3H6，即丙烯。

18. 某加聚物由相对分子质量 42 的单体聚合而成，平均聚合度为 2,500。求聚合物的相对分子质量，并说明加聚与缩聚的两个分别。

答案：Mr = 42 × 2,500 = 105,000.0。分别：①加聚无小分子副产物、原子全部保留，缩聚放出 H_2O 或 HCl；②加聚单体须含 C=C（如乙烯、苯乙烯），缩聚单体须有两个官能基（如二醇 + 二酸、二胺 + 二酸）。

19. 0.2 mol 羧酸与过量乙醇酯化，理论产量为 17.6 g，实际得 12.3 g。求产率，并提出两个提高产率的方法。

答案：产率 = 12.3 ÷ 17.6 × 100% = 69.9%。方法：①用浓硫酸作催化剂并加热（酯化为吸热、慢反应）；②把生成的酯蒸出或加入更多醇/酸，令平衡向生成酯方向移动（勒沙特列原理）；亦可移除生成的水。

20. 写出 C_4H_{10} 的所有结构异构物数目，并解释为何 C_4H_{10} 只有 2 种而 C_4H_9OH 有更多。

答案：C_4H_{10} 有 2 种：正丁烷（直链）与 2-甲基丙烷（支链）。C_4H_9OH 较多，因为 −OH 可接在不同碳位（第 1、2 位），并可有支链骨架，且部分异构物具手性（如丁-2-醇）；官能基位置与碳骨架的组合令异构物数目增加。

己部：焓变与燃烧能量（16 分）

本部分共 4 题。水的比热容量取 4.18 J g⁻¹ K⁻¹。

21. 燃烧 0.500 g 乙醇加热 200 g 水，水温上升 20.7 °C。求水吸收的热量及乙醇的燃烧焓（kJ mol⁻¹，乙醇 Mr = 46）。

答案：q = mcΔT = 200 × 4.18 × 20.7 = 17,305.2 J。n(乙醇) = 0.500/46 = 0.0109 mol。ΔH = −q/n = −17,305.2/(1000 × 0.0109) = -1,592 kJ mol⁻¹。实验值低于文献 −1368 kJ mol⁻¹，因热量散失、燃烧不完全及容器吸热。

22. 已知 ΔHf°：CO_2 (g) = -393.5、H_2O(l) = -285.8、CH_4 (g) = -74.8 kJ mol⁻¹。用赫斯定律求甲烷的标准燃烧焓。

答案：$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$。ΔH = ΣΔHf(生成物) − ΣΔHf(反应物) = [-393.5 + 2(-285.8)] − (-74.8) = -890 − (-74.8) = -890.3 kJ mol⁻¹。放热，符合燃烧为放热反应。

23. 用键焓估算 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$：C–H = 413、O=O = 498、C=O = 799、O–H = 463 kJ mol⁻¹。求 ΔH 并解释与实际值的差距。

答案：断键吸热 = 4(413) + 2(498) = 2648 kJ；成键放热 = 2(799) + 4(463) = 3450 kJ。ΔH ≈ 2648 − 3450 = -802 kJ mol⁻¹。与 −890 kJ mol⁻¹ 有差距，因为键焓是平均值，只用于气态分子，未计 H_2O 凝结放热。

24. 氢气与甲烷的摩尔燃烧焓分别为约 −286 及 −890 kJ mol⁻¹。以每克燃料比较（H_2 Mr = 2、CH_4 Mr = 16），解释何者为较佳燃料，并提一个储存上的困难。

答案：氢：286/2 = 143 kJ g⁻¹；甲烷：890/16 = 55.62 kJ g⁻¹。氢每克能量约为甲烷的 2.6 倍，且燃烧只生成水、零碳排放，故单位质量较佳。储存困难：氢气密度极低，需高压（700 bar）或低温液态（−253 °C）储存，容器重、有泄漏及安全风险，运输成本高。

TutorZone 中五化学练习卷｜题目与文章为原创，并非任何学校或出版社的教材。