IB 化學 SL Paper 2 模擬卷：化學平衡與酸鹼計算

IB DP Year 2 (SL)　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 36 題

第 1 題（18 分）：哈伯法與平衡常數

氮氣與氫氣在 673 K、200 atm 及鐵催化劑下生成氨：N2(g) + 3H2(g) 可逆反應 2NH3(g)，正反應放熱 92 kJ/mol。

1. (a) 寫出此反應的 Kc 表達式。

2. (b) 在 2.00 dm3 的容器中，平衡時有 0.600 mol N2、1.800 mol H2 與 0.400 mol NH3。計算 Kc。

3. (c) 寫出 (b) 中 Kc 的單位。

4. (d) 在平衡時再加入 0.200 mol N2（體積不變）。計算反應商 Q，並判斷平衡移動方向。

5. (e) 把容器體積由 2.00 dm3 壓縮至 1.00 dm3（溫度不變）。解釋對 NH3 產量的影響，並說明 Kc 是否改變。

6. (f) 把溫度由 673 K 升高至 773 K。解釋對 Kc 與 NH3 平衡產量的影響。

7. (g) 加入更多鐵催化劑。解釋對平衡位置與 Kc 的影響。

第 2 題（16 分）：N2O4 與 NO2 的平衡計算

在 350 K，四氧化二氮會分解：N2O4(g) 可逆反應 2NO2(g)。把 0.200 mol N2O4 放入 1.00 dm3 容器，達平衡時 NO2 濃度為 0.0600 mol/dm3。

8. (a) 寫出此反應的 Kc 表達式。

9. (b) 用 ICE 表（初、變、平）求出 N2O4 的平衡濃度。

10. (c) 計算 350 K 時的 Kc。

11. (d) 計算 N2O4 的解離度（以百分率表示）。

12. (e) 把容器體積減半（溫度不變）。預測顏色深淺與平衡移動方向，並解釋。

13. (f) 若正反應為吸熱，升溫後 Kc 如何改變？解離度如何改變？

第 3 題（18 分）：強酸與弱酸的 pH

在 298 K，Kw = 1.0 x 10^-14。乙酸 CH3COOH 的 Ka = 1.8 x 10^-5。

14. (a) 計算 0.0200 mol/dm3 鹽酸（強酸）的 pH。

15. (b) 計算 0.0200 mol/dm3 乙酸的 [H+] 與 pH。

16. (c) 解釋為何同濃度的乙酸 pH 高於鹽酸。

17. (d) 計算 0.0200 mol/dm3 乙酸的電離度。

18. (e) 把該乙酸稀釋 10 倍至 0.00200 mol/dm3。計算新的 pH，並解釋 pH 變化為何小於 1 個單位。

19. (f) 某溶液在 298 K 時 pH = 11.50。計算其 [OH-] 與 [H+]。

第 4 題（16 分）：滴定曲線與指示劑選擇

以 0.100 mol/dm3 氫氧化鈉溶液滴定 25.0 cm3 的 0.100 mol/dm3 乙酸（Ka = 1.8 x 10^-5，Kw = 1.0 x 10^-14，298 K）。

20. (a) 計算達當量點所需的 NaOH 體積。

21. (b) 計算當量點時溶液的 pH。

22. (c) 應選用哪一種指示劑？寫出所需顏色變化範圍。

23. (d) 描述滴定曲線的形狀（起始 pH、緩衝區、當量點前後）。

24. (e) 解釋為何不可用甲基橙（pH 3.1 – 4.4）作此滴定的指示劑。

第 5 題（18 分）：由滴定與 pH 測定 Ka

一名學生用 0.1000 mol/dm3 NaOH 滴定 25.0 cm3 未知濃度的一元弱酸 HA，平均滴定體積為 24.60 cm3。原酸溶液的 pH 為 2.90（298 K）。

25. (a) 由滴定數據計算 HA 的濃度。

26. (b) 由 pH = 2.90 計算原溶液的 [H+]。

27. (c) 計算 HA 的 Ka。

28. (d) 計算 HA 的 pKa。

29. (e) 計算 HA 在此濃度下的電離度（百分率）。

30. (f) 在 (c) 的計算中假設了 [H+] 遠小於 c。用數字評估此假設是否合理，並說明若不作此假設應如何求 Ka。

第 6 題（14 分）：平衡常數的應用與判斷

以下問題關於平衡常數的意義，以及如何用它判斷反應方向。

31. (a) 解釋為何 Kc 只隨溫度改變，而與濃度、壓力、催化劑無關。

32. (b) 加入催化劑對平衡位置有何影響？

33. (c) 第 1 題的 Kc 為 0.183。寫出逆反應 2NH3(g) 可逆反應 N2(g) + 3H2(g) 的 Kc。

34. (d) 某時刻測得 [NH3] = 0.400、[N2] = 0.100、[H2] = 0.300 mol/dm3。計算 Q 並判斷移動方向。

35. (e) 在工業反應中不斷把生成的氨冷凝移走。解釋對產量的影響。

36. (f) 工業上同時採用高壓與較低溫度，但溫度不能太低。解釋這個取捨。
