

範圍：3-1 至 3-4

畫答案卡：■是□否

適用班級：2 年 1,2,3,4,9 班

班別：

座號：

103.06.25

姓名：

原子量：H=1，He=4，C=12，N=14，O=16，S=32，Cl=35.5，Ca=40

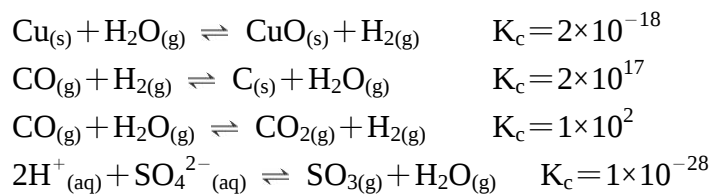
一、單選題：每題 2 分、共 26 分。

() 1. 下列各項的反應，何者為可逆反應？

- (A) 鈉與氯氣反應產生氯化鈉 (B) 天然瓦斯的燃燒 (C) 黃色的鉻酸鉀溶液，在滴入少許鹽酸後變橙色
(D) 蛋白質遇熱，產生變性蛋白。

() 2. 在密閉容器中，欲建立 $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 之平衡， $\text{PCl}_5(\text{g})$ 、 $\text{PCl}_3(\text{g})$ 和 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 可有幾種不同之取法？
(A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5。

() 3. 若欲除去容器內的水蒸氣（不考慮快慢），以下列資料判斷，哪一個試劑最佳？



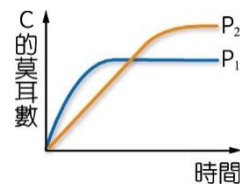
- (A) $\text{SO}_3(\text{g})$ (B) $\text{CO}(\text{g})$ (C) $\text{Cu}(\text{s})$ (D) $\text{C}(\text{s})$ 。

() 4. 在定溫時， $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $K_c = 9.0$ 。在 1L 的密閉容器中，充入各 1.0 atm 的 $\text{H}_2(\text{g})$ 及 $\text{CO}_2(\text{g})$ ，則達平衡時，此容器內的總壓為多少 atm？ (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 atm。

() 5. 在某溫度下， $2\text{A}(\text{s}) + 3\text{B}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{A}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{B}(\text{s})$ 之平衡常數為 5。將 A 加入只含 B^{2+} 之溶液中，攪拌使達平衡，此時 A^{3+} 之濃度為 0.2 M，則最初溶液 B^{2+} 之濃度為多少 M？ (A) 0.5 (B) 0.4 (C) 0.3 (D) 0.2。

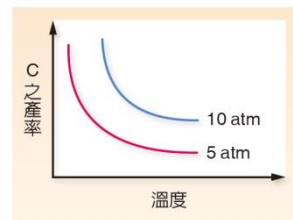
(送分) 6. 若 $\text{AB}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g})$ 平衡時，AB 的解離百分率為 20%，其平衡總壓為何？（ K_p 為該反應之壓力平衡常數）
(A) $3K_p$ (B) $4K_p$ (C) $5K_p$ (D) $6K_p$ 。

() 7. 定溫時，平衡系 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{nC}(\text{g})$ 在不同的總壓 P_1 及 P_2 之下，C 的莫耳數與時間的關係如右圖所示。下列敘述何者正確？
(A) $P_1 > P_2$ ， $n < 3$ (B) $P_1 < P_2$ ， $n > 3$ (C) $P_1 < P_2$ ， $n = 3$ (D) $P_1 > P_2$ ， $n > 3$ 。



() 8. 反應 $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons x\text{C}(\text{g}) + y\text{D}(\text{g})$ $\Delta H = Q \text{ kJ}$ ，C 之產率隨溫度、壓力之變化如右圖所示，則下列敘述何者正確？

- (A) $a + b > x + y$ ， $Q > 0$ (B) $a + b > x + y$ ， $Q < 0$
(C) $a + b < x + y$ ， $Q < 0$ (D) $a + b < x + y$ ， $Q > 0$ 。



() 9. 室溫時，鉻酸銀 (Ag_2CrO_4) 之 $K_{sp} = 2.5 \times 10^{-12}$ ，則鉻酸銀在 (a) 0.1M $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ 、(b) 純水、(c) 1.0M $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq})$ 中之溶解度大小，何者正確？

- (A) (a) > (b) > (c) (B) (b) > (c) > (a) (C) (b) > (a) > (c) (D) (c) > (a) > (b)。

(送分) 10. 定溫下，體積為 1L 的真空容器中，填充 $\text{X}(\text{g})$ 2.0 mol、 $\text{Y}(\text{g})$ 3.0 mol 後，於定容下進行反應
 $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Q}(\text{g}) + \text{R}(\text{g})$ 。當 50% 的 $\text{X}(\text{g})$ 反應掉時，反應達到平衡，求此反應的平衡常數 K_c 為何？
(A) 1.0 (B) 1.5 (C) 2.0 (D) 2.5。

() 11. 下列難溶性離子化合物溶於純水中達平衡時，何者溶度積之表示法錯誤？

- (A) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 之 $K_{sp} = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3$ (B) BaSO_4 之 $K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}]^2$ (C) Ag_2CrO_4 之 $K_{sp} = \frac{1}{2}[\text{Ag}^+]^3$
(D) Hg_2Cl_2 之 $K_{sp} = [\text{Cl}^-]^4$ 。

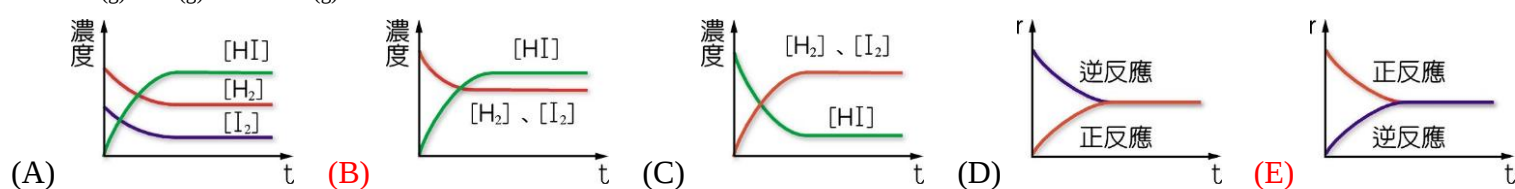
- () 12. 溫度不變下，在 Ag_2CrO_4 之飽和溶液中，加入 AgNO_3 使 Ag^+ 濃度增大 10 倍，則 CrO_4^{2-} 濃度將成為原有的：
 (A) 0.01 (B) 0.1 (C) 10 (D) 100 倍。

- () 13. 已知 A_2B 、 A_2C 的 K_{sp} 分別為 x 和 y ，在 A_2B 、 A_2C 的共同飽和溶液中， $[\text{A}^+]$ 為下列何者？
 (A) $(x+y)$ (B) $(x+y)^{\frac{1}{2}}$ (C) $(2x+2y)^{\frac{1}{2}}$ (D) $(2x+2y)^{\frac{1}{3}}$

二、多選題：每題 3 分、共 30 分，每題全對得 3 分，錯 1 個選項得 1 分，錯 2 個以上得 0 分。

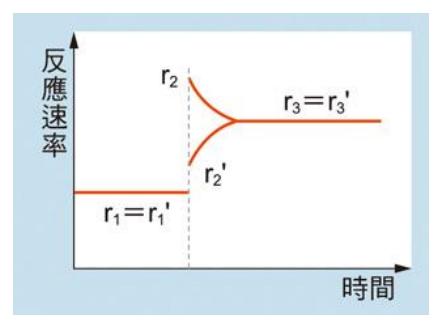
- () 14. 在密閉容器裡，當反應達到平衡時，下列有關該容器內的敘述，哪些正確？
 (A) 呈現單一相 (B) 氣相反應時，總壓不變 (C) 溫度保持不變 (D) 反應停止
 (E) 反應物與產物的濃度相同。

- () 15. 在 $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ 之反應中，若反應前 $[\text{H}_2] = [\text{I}_2]$ ，而無 HI ，則達平衡時，下列各圖哪些正確？



- () 16. 下列哪一個平衡系，當升高溫度與縮小反應系體積時，其反應速率與時間的關係圖形皆如圖？

- (r 表正反應速率，r' 表逆反應速率)
 (A) $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} + 14.1 \text{ kcal} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$
 (B) $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)} + 22 \text{ kcal}$
 (C) $\text{N}_{2(g)} + 2\text{O}_{2(g)} + 16.2 \text{ kcal} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$
 (D) $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} + 6.2 \text{ kcal} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$
 (E) $\text{N}_{2(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)} \quad \Delta H = 2.1 \text{ kcal}$



- () 17. 下列平衡系皆由反應物達成，定溫下，行 () 內措施，達新平衡時，畫線物質的濃度，哪些比原平衡時大？
 (A) $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \underline{\text{CO}_{2(g)}}$ (加少量 CO_2) (B) $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightleftharpoons \underline{\text{CH}_3\text{COO}^-}_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)}$ (加 $\text{CH}_3\text{COONa}_{(s)}$)
 (C) $\text{BaCrO}_{4(s)} \rightleftharpoons \underline{\text{Ba}^{2+}}_{(aq)} + \text{CrO}_4^{2-}_{(aq)}$ (加 $\text{BaCrO}_{4(s)}$) (D) $\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \underline{\text{Cl}^-}_{(aq)}$ (加少量水)
 (E) $\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \underline{\text{Cl}^-}_{(aq)}$ (加少量 $\text{NaCl}_{(s)}$)。

- () 18. 反應： $\text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_{4(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \quad \Delta H = -206.2 \text{ kJ}$ ，當達到平衡時，下列敘述何者正確？

- (A) 平衡常數表示式為 $K = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3}$ (B) 降低溫度，會使平衡向右移動，平衡常數變大
 (C) 壓縮容器體積，平衡向左移動 (D) 若移除 1 莫耳 CO ，會增加 3 莫耳 H_2
 (E) 增加 CO 的濃度，可使平衡常數變大

- () 19. 已知 727°C 時，反應： $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ 之平衡常數 $K_p = 190 \text{ mmHg}$ ，於 8.2 L 真空容器中，且溫度保持 727°C ，下列選項中壓力可保持 190 mmHg 有哪些？

- (A) 2g CaCO_3 (B) 各為 1g 的 CaCO_3 、 CaO 及 CO_2 (C) 2g CaCO_3 及 5.6g CaO
 (D) 1g CaCO_3 及 0.88g CO_2 (E) 4.4g CO_2 及 0.56g CaO 。

- () 20. 已知 PbCl_2 之 $K_{\text{sp}} = 4 \times 10^{-5}$ ， AgCl 之 $K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-10}$ 。某一溶液含有 0.1M 的 Pb^{2+} 及 Ag^+ ，想利用沉澱法將溶液中 Pb^{2+} 及 Ag^+ 分離，則何種濃度的 Cl^- 可使溶液中 Ag^+ 產生沉澱，而 Pb^{2+} 不產生沉澱？

- (A) 5×10^{-10} (B) 5×10^{-8} (C) 5×10^{-6} (D) 5×10^{-4} (E) $5 \times 10^{-2} \text{ M}$ 。

()21. 設 $A_2B_{4(g)} \rightleftharpoons 2AB_{2(g)}$ 的反應熱為 ΔH ，平衡常數為 K 時，在同溫時，反應 $AB_{2(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2} A_2B_{4(g)}$ 的反應熱 ($\Delta H'$) 及平衡常數 (K') 各為何？

(A) $K' = \frac{1}{2} K$ (B) $\Delta H' = \frac{1}{2} \Delta H$ (C) $\Delta H' = -\frac{1}{2} \Delta H$ (D) $K' = \frac{1}{K}$ (E) $(K')^2 = \frac{1}{K}$ 。

()22. 下列各項反應，哪些之 K_c 與 K_p 值相等？

(A) $Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)} \rightleftharpoons 3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)}$ (B) $2NO_{(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + O_{2(g)}$ (C) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
(D) $COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ (E) $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ 。

()23. 在 $25^\circ C$ 、 1 atm 反應 $CO_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(aq)}$ 的平衡常數 $K = 0.034$ ，其中 $CO_{2(aq)}$ 的單位為 M ， $CO_{2(g)}$ 的單位為 atm ，則下列敘述何者正確？

(A) $25^\circ C$ 、 1 atm 的二氧化碳在水中的溶解度為 $0.034 M$
(B) $25^\circ C$ 、 1 atm 的二氧化碳，在 $\text{pH} = 8$ 的 $NaOH_{(aq)}$ 中之溶解度大於 $0.034 M$
(C) $25^\circ C$ 、 2 atm 的空氣在水中二氧化碳的濃度小於 $0.034 M$
(D) 若二氧化碳壓力不變，溫度增高，則二氧化碳在水中的溶解度減小， K 值變小
(E) 若溫度不變，二氧化碳壓力加大，則二氧化碳在水中的溶解度增加， K 值變大

三、題組題：每題 2 分，共 24 分。

【題組一】 假設於 $727^\circ C$ 時， $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ 之 $K_c = \frac{1}{8200}$ 。碳酸鈣的分解實驗在 8.2 升的真空容器中， $727^\circ C$ 的環境下進行，回答下列問題：

(A) 0.1 (B) 0.01 (C) 0.001 (D) 0.0001

- C
B
B
C
24. 平衡時， CO_2 有多少 mol ？
25. 置入 $0.01 \text{ mol } CaCO_3$ 於容器內，最後壓力為多少 atm ？
26. 置入 $0.01 \text{ mol } CaCO_3$ 、 $0.01 \text{ mol } CO_2$ 於容器內，最後剩餘 $CaCO_3$ 多少 mol ？
27. 置入 $0.0001 \text{ mol } CaCO_3$ 於容器內，最後壓力為多少 atm ？

【題組二】 在 $500^\circ C$ 下， $2KClO_{3(s)} \rightleftharpoons 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$ 之 $K_p = 0.125 \text{ atm}^3$ 。回答下列問題：

(A) 1.0 (B) 0.5 (C) 0.1 (D) 0.05

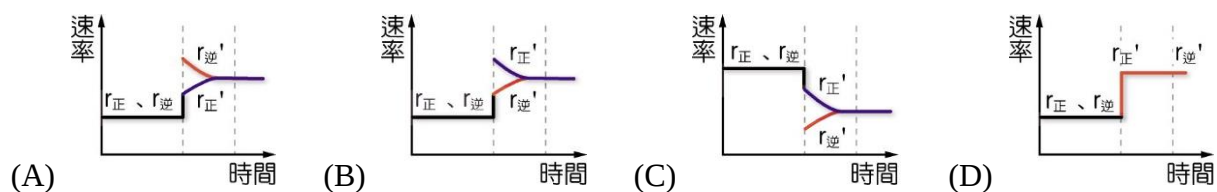
- B
B
28. 平衡時，氧氣的壓力為多少 atm ？
29. 承上題，壓縮容器使體積減半，且最後仍有 KCl 存在，氧氣的壓力為多少 atm ？

【題組三】 某溫度下，在容器內發生右列反應 $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ ，平衡時， H_2 、 I_2 、 HI 的濃度分別為 $4 M$ 、 $1 M$ 、 $4 M$ 。回答下列問題：

(A) 1.0 (B) 2.0 (C) 4.0 (D) 6.0

- C
D
C
30. 此反應之平衡常數為何？
31. 若於容器內再加入 $I_{2(g)}$ ，使其濃度增為 $4 M$ ，則達新平衡時， HI 的濃度為多少 M ？
32. 承上題，若壓縮容器使體積減半，則平衡常數為何？

【題組四】 定溫下，若對 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{熱} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 之平衡系做下列改變時，其正逆反應速率的變化圖各為何？



- D** 33. 加入催化劑。
A 34. 加壓。
B 35. 升溫。

四、非選題：共 20 分，請依順序書寫於答案卷上，須寫出整齊清楚計算過程，否則不予計分。

1. 在高溫下， NO_2 在密閉容器中發生反應： $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 。若達平衡時， O_2 的量占混合氣體總莫耳數 20%，則：

- (1) NO_2 的莫耳分率為何？ (2%)
 (2) 容器內的總壓力為最初壓力的多少倍？ (2%)
 (3) 若總壓為 2.5 atm，則 K_p 為何？ (2%)

(1) 0.4 (2) 1.25 (3) 0.5 atm

2. $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})$ 之 $K_c = 2 \times 10^{14}$ ，若將 0.4 M CuSO_4 與 1.8 M 氨水等體積混合，達成平衡時， $[\text{Cu}^{2+}]$ 接近於多少 M？ (2%)

$[\text{Cu}^{2+}] = 10^{-11}$

3. 在 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + 59 \text{ kJ} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的平衡系中，作下列各項操作時，平衡將發生何種變化，完成下表：（每格 1%，12%）
 （反應方向填入右或左；莫耳數、濃度填入上升、下降或不變；系統顏色填入變深或變淺）

操 作	反應方向	NO_2 莫耳數	$[\text{NO}_2]$ 濃度	系統顏色
升高溫度	右	上升	上升	變深
加大壓力	左	下降	上升	變深
加入 NO_2	左	上升	上升	變深

四、非選題：共 20 分，請依順序書寫於答案卷上，須寫出整齊清楚計算過程，否則不予計分。

1. (1) 0.4 (2) 1.25 (3) 0.5 atm

2. $[Cu^{2+}] = 10^{-11}$

3. 在 $N_2O_{4(g)} + 59\text{ kJ} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ 的平衡系中，作下列各項操作時，平衡將發生何種變化，完成下表：（每格1%，12%）
（反應方向填入右或左；莫耳數、濃度填入上升、下降或不變；系統顏色填入變深或變淺）

操 作	反應方向	NO ₂ 莫耳數	[NO ₂] 濃度	系統顏色
升高溫度	右	上升	上升	變深
加大壓力	左	下降	上升	變深
加入NO ₂	左	上升	上升	變深