

類 科：專利師

科 目：物理化學

考試時間：2 小時

座號：_____

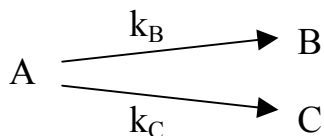
※注意：(一)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。
 (二)可以使用電子計算器，但需詳列解答過程。

一、有一莫爾 (mole) 氣體，其狀態方程式為

$$pV = RT + B(T)p, B(T) \neq 0$$

其中， p 、 V 、 T 為氣體的壓力、體積及溫度， R 為氣體常數， $B(T)$ 只是 T 的函數。在固定溫度之下，發現氣體的焓 (enthalpy) 與體積無關。試求 B 與 T 之間的函數關係。(15 分)

二、有一放射性物質 A 進行平行放射衰變 (parallel radioactive decay) 成 B 及 C，如下所示：



衰變成 B 的速率常數 (rate constant) 為 k_B ；衰變成 C 的速率常數為 k_C 。

(一)剛開始時 ($t=0$) 只有 A，經過 τ 時間，A 的量變為原來的一半。試將 τ 以 k_B 及 k_C 表示之。(10 分)

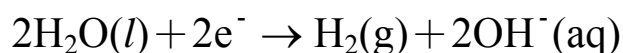
(二) $t=\tau$ 時 A、B、C 的分子個數比 (即 $N_A : N_B : N_C$) 為多少？(5 分)

三、已知熱輻射 (thermal radiation) 系統單位體積的內能 (internal energy)， $u(T)$ ，遵守史蒂芬-波茲曼定律 (Stephen-Boltzmann Law)， $u(T) = \beta T^4$ ，(T 為絕對溫度，而 β 為一常數)。

(一)假設 $\lim_{T \rightarrow 0} \frac{P}{T} = 0$ ，試求出壓力 P 與 T 之間的關係。(10 分)

(二)試求單位體積的熵 (entropy) 與 T 之間的關係。(5 分)

四、已知在 25°C 下水的 $K_w = a_{\text{H}^+} a_{\text{OH}^-} = 10^{-14}$ ，其中 a_{H^+} 及 a_{OH^-} 分別代表 $\text{H}^+(\text{aq})$ 及 $\text{OH}^-(\text{aq})$ 的活性 (activity)。試求下列半反應



在 25°C 之下的標準還原電位 (standard reduction potential)。(15 分)

(請接背面)

類 科：專利師

科 目：物理化學

五、一維簡諧振盪子 (simple harmonic oscillator) 基態波函數 (ground state wave function) 為

$$\varphi(x) = Ae^{-\alpha x^2/2}, \quad -\infty < x < +\infty$$

其中 α 為常數，而 A 為歸一化常數 (normalization constant)。

(一) 試求 A (以 α 表示的關係式)。(5 分)

(二) 計算位移 x 的平均值 ($\langle x \rangle$)、 x^2 的平均值 ($\langle x^2 \rangle$) 及 x 的標準差 Δx

$$(\Delta x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2})。 (10 分)$$

(三) 計算動量 p 的平均值 ($\langle p \rangle$)、 p^2 的平均值 ($\langle p^2 \rangle$) 及 p 的標準差 Δp

$$(\Delta p = \sqrt{\langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2})。 (10 分)$$

(四) 試求 $\Delta x \Delta p$ 。(5 分)

$$(提示：定積分 $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\beta x^2} = \sqrt{\frac{\pi}{\beta}})$$$

六、某物質吸收 3000 cm^{-1} 的紅外線。

(一) 試問 3000 cm^{-1} 所對應的頻率為何？(5 分)

(二) 假設每一個分子吸收了一個紅外線光子，試問 1 莫爾 (mole) 的該物質共吸收了多少熱量 (以 joule 表示之)？(5 分)

(注意：普朗克常數 (Planck constant) $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ，光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。)