

115年專門職業及技術人員高等考試會計師、不動產估價師、
專利師、民間之公證人、植物診療師考試試題

等 別：高等考試

類 科：專利師（選試專業英文及物理化學）、專利師（選試專業日文及物理化學）

科 目：物理化學

考試時間：2小時

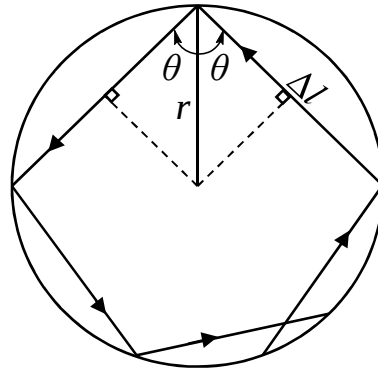
座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、在一個半徑為 r 的球形容器中，質量為 m 的氣體分子僅在球面的一個大圓平面內運動，並與器壁發生彈性碰撞。設相鄰兩次碰撞之間分子所走的路徑長度皆相同，且碰撞幾何如角度 θ 所示。



- (一) 假設分子在兩次碰撞之間的路徑長度 Δl ，求 Δl 與球半徑 r 和角度 θ 之間的關係。(2 分)
- (二) 以分子質量 m 、速率 v 與角度 θ 表示單次碰撞中分子傳遞給器壁的動量分量。(3 分)
- (三) 利用(一)與(二)的結果，求單一分子作用於器壁的平均力。(7 分)
- (四) 進一步推導球形容器中理想氣體所滿足的關係式： $PV = \frac{1}{3} N m \overline{v^2}$ ，其中 N 為分子總數， $\overline{v^2}$ 為分子速率平方的平均值。(10 分)

- 二、於有序晶體 (ordered crystal) 中，笑氣分子 (N_2O) 沿晶格規則排列，且每個分子的取向皆由其在晶體中的位置唯一決定。於無序晶體 (random crystal，快速冷凍形成者) 中，每個分子則有兩種等可能的取向。

- (一) 計算由 N_A (亞佛加厥常數) 個分子所組成之無序晶體的微觀狀態數。(3 分)
- (二) 計算 1.00 mol 無序晶體轉變為有序晶體時的熵變。
(註：氣體常數 $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) (10 分)

三、利用轉動光譜進行研究笑氣分子(N_2O)，測得 N-N 鍵長為 $1.126 \text{ \AA}$ ，N-O 鍵長為 $1.191 \text{ \AA}$ 。由這些結果可計算其轉動慣量為 $I = 66.8 \times 10^{-47} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 。計算在 25°C 時， $J = 15$ 轉動能階相對於基態 $J = 0$ 的分子數比例。(註：普朗克 (Planck) 常數 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ，波茲曼 (Boltzmann) 常數 $k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$) (10 分)

四、氫原子基態電子的波函數為 $\Psi(r) = \left(\frac{1}{\pi a_0^3}\right)^{1/2} \exp\left(\frac{-r}{a_0}\right)$ ，

其中 $a_0 = 0.529 \times 10^{-10} \text{ m}$

(一)計算在以原子核為中心、體積為 1.0 pm^3 的球內找到電子的機率。
($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$) (10 分)

(二)計算在距原子核 52.9 pm 處、厚度為 1.0 pm 的球殼內找到電子的機率。(10 分)

五、在熱平衡時，分子由 $n=0$ 能階被激發至 $n=1$ 能階的反應速率，會大於還是小於反向過程的速率？(5 分)兩個過程的速率常數之比為何？(10 分)

六、異核雙原子分子 AB 的基態分子軌域為 $\Psi_{\text{mol}} = C_A\phi^A + C_B\phi^B$ ，若一個鍵結電子有 90% 的時間位於原子 A 上的軌域 ϕ^A ，而有 10% 的時間位於原子 B 上的軌域 ϕ^B ，則 C_A 與 C_B 的值分別為何？(假設兩個原子軌域之間的重疊可以忽略。)(10 分)

七、如果所有固體和液體都具有蒸氣壓，那麼在足夠低的外界壓力下，任何物質都應該開始沸騰。太空中的外界壓力實際上接近零。為什麼太空船進入軌道後，不會直接沸騰並以蒸氣形式消失？(10 分)