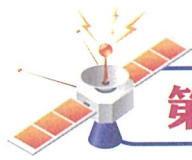


WUDY PHYSICS

# 吳笛 物理

基礎物理總複習  
《第一～三章》





### 2-1 原子與物質的三態

#### 1. 原子說(1803 年)

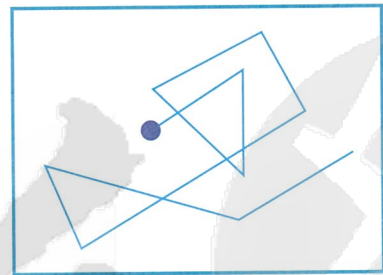
- (1)元素皆由不可分割的原子組成。
- (2)每一種元素的原子各有特定的重量。

#### 2. 原子的證據：布朗運動

(1)現象：1827 年，布朗(Brown)用一單透鏡觀察某些花粉微粒在靜止水中的運動，發現花粉微粒不停地不規則的運動。

(2)成因：圖中所示的微粒運動，是偶然的與不規則的。

- ①直線部分：微粒所受到的各方撞擊互相抵消。
- ②折點處：受到來自其他分子碰撞所產生的淨力不平衡。



(3)實證：

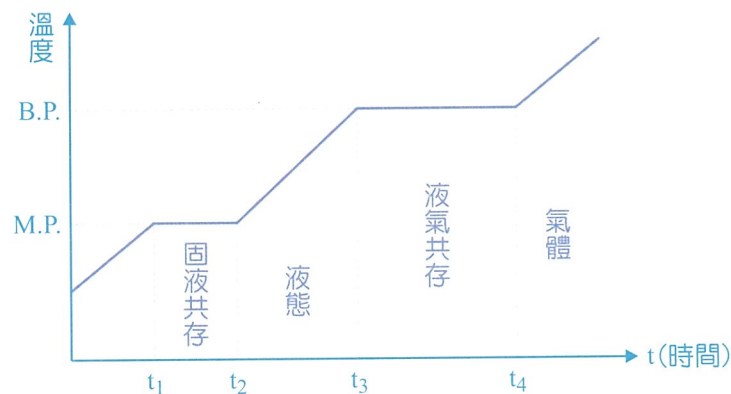
- ①以數學方法計算花粉粒子任兩次轉折間的平均距離，並算出亞佛加厥數。
- ②佩蘭以實驗驗證愛因斯坦的假說，原子說始被廣為接受。

(4)變因：

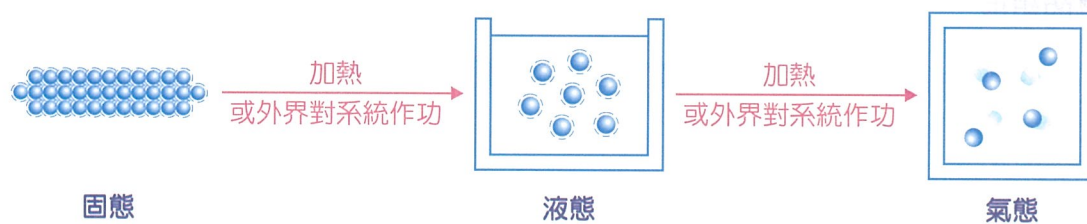
- ①溫度愈高，撞擊愈劇烈，布朗運動愈
- ②分子密度愈大，撞擊愈容易均勻，布朗運動愈
- ③氣體中之布朗運動，壓力愈大愈
- ④微粒(小質點)愈重，布朗運動愈

#### 3. 物質的三態

(1)溫度對時間關係圖



## (2) 三態的性質



外形	有固定形狀及大小	有固定體積	沒有固定形狀及體積
分子(原子)間的作用力	強	弱	無
分子(原子)的運動	在固定的位置上來回振動，不可自由移動	可以稍微自由移動	可以充分自由移動
分子(原子)間的平均距離	很近	稍遠離	極度遠離





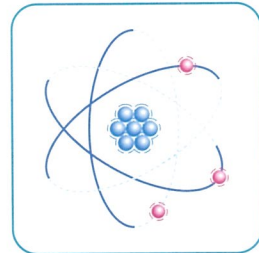
## 2-2 原子與原子核的組成

### 1. 原子的組成

(1) 1897 年 ⇒ 湯木生在氣體放電管(又稱陰極射線)中發現比原子更小的帶負電粒子，被稱為 **電子**。

(2) 1911 年 ⇒ 拉塞福以高速  $\alpha$  粒子(氦原子核)撞擊金箔，發現少數粒子不會穿透且會大角度反彈，推論原子內部有 **原子核**，核帶正電，體積極小，質量極大。

- 原子核由帶正電粒子組成
- 電子繞原子核轉



▲ 拉塞福原子模型(行星模型)

(3) 1919 年 ⇒ 拉塞福以帶電粒子撞擊原子核，發現核內有帶正電且與氦原子質量相同的粒子，叫做 **質子**。

(4) 1932 年 ⇒ 查兌克以  $\alpha$  粒子撞擊原子核，發現一種質量和質子幾乎一樣但不帶電的粒子，稱為 **中子**。

電子、質子與中子之質量與電荷對照表

粒子	電子	質子	中子
質量(kg)	$9.1 \times 10^{-31}$	$1.673 \times 10^{-27}$	$1.675 \times 10^{-27}$
電荷(基本單位電荷)	-1	+1	0
相對質量	0.0054	1	1.001

(5) 同一種原子其質子數必相同，科學家以質子數來區分元素的種類並作為排序依據；又為維持電中性，所以 **電子數 = 質子數 = 原子序**。



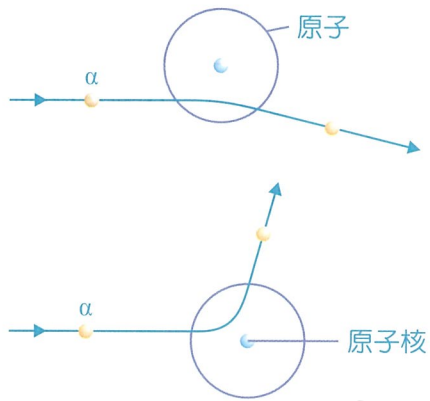
原子序      元素符號

(6) 質量數(A) = 中子數(N) + 質子數(Z)

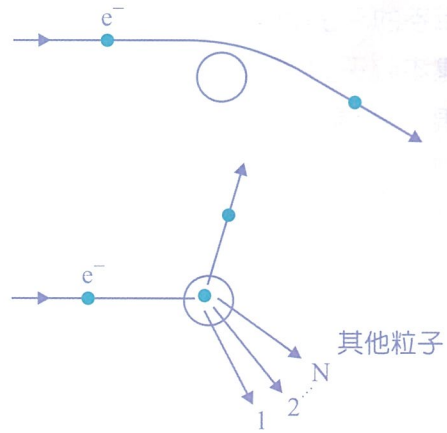
▲ 元素符號的記法

### 2. 質子、中子與夸克

(1) 1970 年 ⇒ 美國史丹佛加速器中心以高速電子撞擊質子，發現少數電子被偏轉的角度超乎預期的大，證實質子內部並不是均勻分佈，而是「點狀」結構，有更微小的粒子存在，被稱為 **夸克**。



▲圖：拉塞福散射實驗

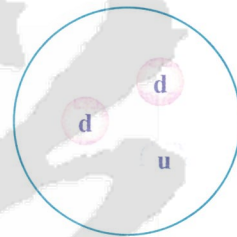


▲圖：夸克散射

(2) 實驗上還未發現夸克及電子是由更基本的部份所組成，所以夸克與電子為**基本粒子**。

(A) 質子 (proton)：帶電  $+e$

(B) 中子 (neutron)：電中性



▲(A) 質子由二個上夸克，一個下夸克組成  
(B) 中子由一個上夸克，二個下夸克組成

(3) **標準模型**：一套描述基本粒子的組成與彼此間交互作用的理論。

(4) **希格斯玻色子**：標準模型中最後被發現的基本粒子。

(2013 年由大型強子對撞機的實驗找到)

### ● 立即練習

下列哪些是基本粒子？ (A) 中子 (B) 質子 (C) 夸克 (D) 電子 (E) 希格斯玻色子 (F) 光子。

【答】(C)(D)(E)(F)

### 範例 01

- (1)道耳吞的原子說中，有一項不正確的觀點，就是他認為原子是不能被分割的，也就是原子是「基本粒子」；請問在下列哪一事件發生之後，讓人類知道了這一項錯誤？ (A)布朗運動的發現 (B)湯木生的電子的荷質比的實驗 (C)拉塞福的 $\alpha$ 粒子散射實驗 (D)查兌克的中子的發現 (E)蓋爾曼的夸克的發現。
- (2)下列何者為原子真實存在最早的實驗證據？ (A)道耳頓的原子說 (B)佩蘭驗證愛因斯坦對「布朗運動」理論所做的實驗 (C)掃描穿透顯微鏡直接看到原子 (D)IBM 研發出單一原子儲存一個位元。

【答】(1)(B) (2)(B)

【解】(1)電子是史上第一個被發現的基本粒子，打破了早期認為原子是「不可分割」的概念

### 範例 02

- (1)下列有關布朗運動的敘述，何者正確？ (A)布朗所看見的是水分子的運動 (B)微小粒子的布朗運動是水的對流現象造成的 (C)微小粒子的布朗運動在氣體中也會出現 (D)普朗克首先提出關於布朗運動的數學理論 (E)要用掃描穿隧顯微鏡(STM)才能觀察到微粒的布朗運動。
- (2)關於布朗運動的下面陳述中，哪幾項是對的？ (A)布朗運動是由於小質點本身有動能而產生的雜亂運動，不受其他質點的碰撞影響 (B)氣體中小質點的布朗運動隨其壓力之減少而趨劇烈 (C)布朗運動是由於小質點受到周圍雜亂運動的分子所撞擊，當其受力不平衡時所產生的運動 (D)布朗運動不受溫度的影響 (E)小質點的質量愈小布朗運動愈劇烈。

【答】(1)(C) (2)(B)(C)(E)

【解】

### 範例 03

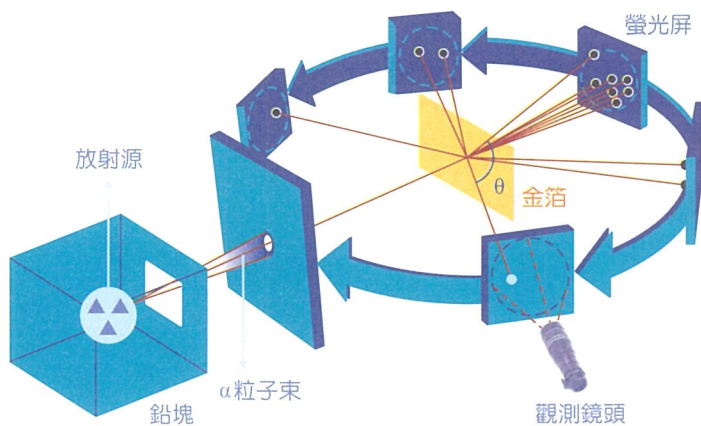
應用「熱的能量」模型來解釋物質三態變化，下列哪一敘述錯誤？ (A)固態物質吸收熱能後，其內部分子的位能與動能增加 (B)晶體物質有一定的熔點是因為到某一溫度後，若繼續吸熱，則所吸收的熱能，用來使分子距離增加所需的能量，分子間束縛開始瓦解，變成可移動的液體分子 (C)冷熱不同的兩物體最後能量相等 (D)液體沸騰時具有一定的沸點，乃是因為當加熱到某一溫度，液體分子運動加速足以完全克服分子間的拘束，變成快速運動的氣體分子。

【答】(C)

【解】

## 範例 04

在 1909 年中，拉塞福指導蓋革和馬士登利用裝在鉛座內為  $\alpha$  粒子放射源—鐳，產生的  $\alpha$  粒子通過兩個欄孔後，形成細窄的粒子束。當  $\alpha$  粒子束通過金箔的過程中，由於其本射電荷會與金箔上原子內正負電荷間有靜電力作用，故每個  $\alpha$  粒子的進行方向都會有偏移，散射角  $\theta$  為偏移方向與入射方向的夾角。當  $\alpha$  粒子撞擊到螢光屏，屏上會產生輕微閃光，因為在當時尚未發明有自動記錄的電子儀器，所以蓋革和馬士登必須在暗室中透過顯微鏡，一個一個地計數在螢光屏上閃現的亮點，進行這個實驗，需要很大的耐心和技巧，由偵測器記錄每單位時間內在散射角  $\theta$  附近的  $\alpha$  粒子總數。回答下列問題：



▲ 拉塞福散射實驗的簡圖

探測原子的工具：放射性元素鐳衰變時射出之  $\alpha$  粒子

被探測之原子：以薄金箔為靶

- (1) 以  $\alpha$  粒子做實驗成功的原因是 (A)  $\alpha$  粒子帶負電 (B)  $\alpha$  粒子的質量與金原子的質量差不多 (C) 因具有足夠大的能量可深入原子內部 (D) 金箔中有  $\alpha$  粒子 (E)  $\alpha$  粒子的質量與金原子的電子質量差不多。
- (2)  $\alpha$  質點經過原子核附近被散射後的軌跡，下列哪些圖不可能？(應選二項)



【答】(1)(C) (2)(A)(B)

【解】

## 隨堂練習

下列有關拉塞福  $\alpha$  粒子散射實驗的敘述何者正確？ (A)  $\alpha$  粒子射擊薄金箔後，大部分的  $\alpha$  粒子會出現大角度散射 (B) 此實驗證實了原子核可以分割 (C) 此實驗無法證實  $\alpha$  粒子與電子之間存在強交互作用 (D)  $\alpha$  粒子產生小角度散射是因為原子的質量集中於很小的範圍內，且帶正電 (E)  $\alpha$  粒子的物質波觀念，幫助拉塞福建立了原子模型。

【答】(C)(D)

### 範例 05

原子的半徑約為原子核半徑的  $10^5$  倍，而原子質量幾乎全集中在原子核，則原子核的平均密度約為原子平均密度的多少倍？ (A)  $10^5$  (B)  $10^{10}$  (C)  $10^{15}$  (D)  $10^{25}$ 。

【答】(C)

【解】

### 隨堂練習

一個原子的尺寸是 0.1 奈米，若人肉眼能夠看到的最小尺寸是 1 毫米，則需放大 \_\_\_\_\_ 倍，才能看到原子。

【答】 $10^7$

### 範例 06

了解原子構造是物理學重要的突破，下列有關原子構造的敘述，何者正確？ (A)原子的質量均勻分布於原子內 (B)一個  ${}_{29}^{65}\text{Cu}$  的原子核內帶有 29 個電子 (C)原子核內的質子和中子的數目一定相等 (D)拉塞福  $\alpha$  粒子散射實驗證實電子帶負電 (E)即使兩原子核的質量數相等，但它們的質量不一定相等。

【答】(E)

【解】

### 隨堂練習

老師在上了「物質的形成」單元後，針對構成物質的微粒(原子、分子、離子)，要求甲、乙、丙、丁四位學生討論有關「微粒」的問題。四位學生的主要論點簡記如下：

甲說：如果兩種微粒均由同一種元素所構成，則這兩種微粒所含的總質子數一定相同。

乙說：如果兩種微粒所含的總質子數相同，則這兩種微粒都屬於同一種元素。

丙說：各種微粒所含的總質子數一定與其總電子數相同。

丁說：因為所討論的微粒是指原子、分子或離子，因此甲、乙、丙三人的論點都不正確。

試判斷四位學生的論點，何者正確？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)甲乙丙。

【99 年學測】

【答】(D)