

筆記式編排 /

每日化學計劃

◀ 第三冊 ▶

軍新版



高二精讀・高三複習

曾成功編著

蔡坤龍圖書有限公司

直接劃撥辦法

1. 向郵局劃撥儲金組取得劃撥單，依格式填上：
 - (1) 收款帳號 0 4 6 4 6 6 6 - 5
 - (2) 收款戶名：蔡 坤 龍
 - (3) 新臺幣 (填上書款金額)
2. 一切填好，連同書款，您把劃撥單交郵務人員辦理，您只要取得一張收據，就已完成購書手續，我們接到通知立即寄上你所要的書。
3. 劃撥單上的文字請寫端正，以免發生錯誤，使書不能如期寄給您。

定價 1 2 0 元

版權 所有	翻	編著者：曾 成 功
	印	發行人：蔡 坤 龍
	必	出版者：蔡坤龍圖書文教有限公司
	究	

出版登記證：[REDACTED] 局版台業字號第 3 4 9 1

本社：高雄市中山一路 2 6 3 號 1 2 F

電話：(0 7) 2 5 1 1 4 1 4

收款戶名：蔡坤龍

[REDACTED] 82 年 9 月 全 新 版

編輯大意

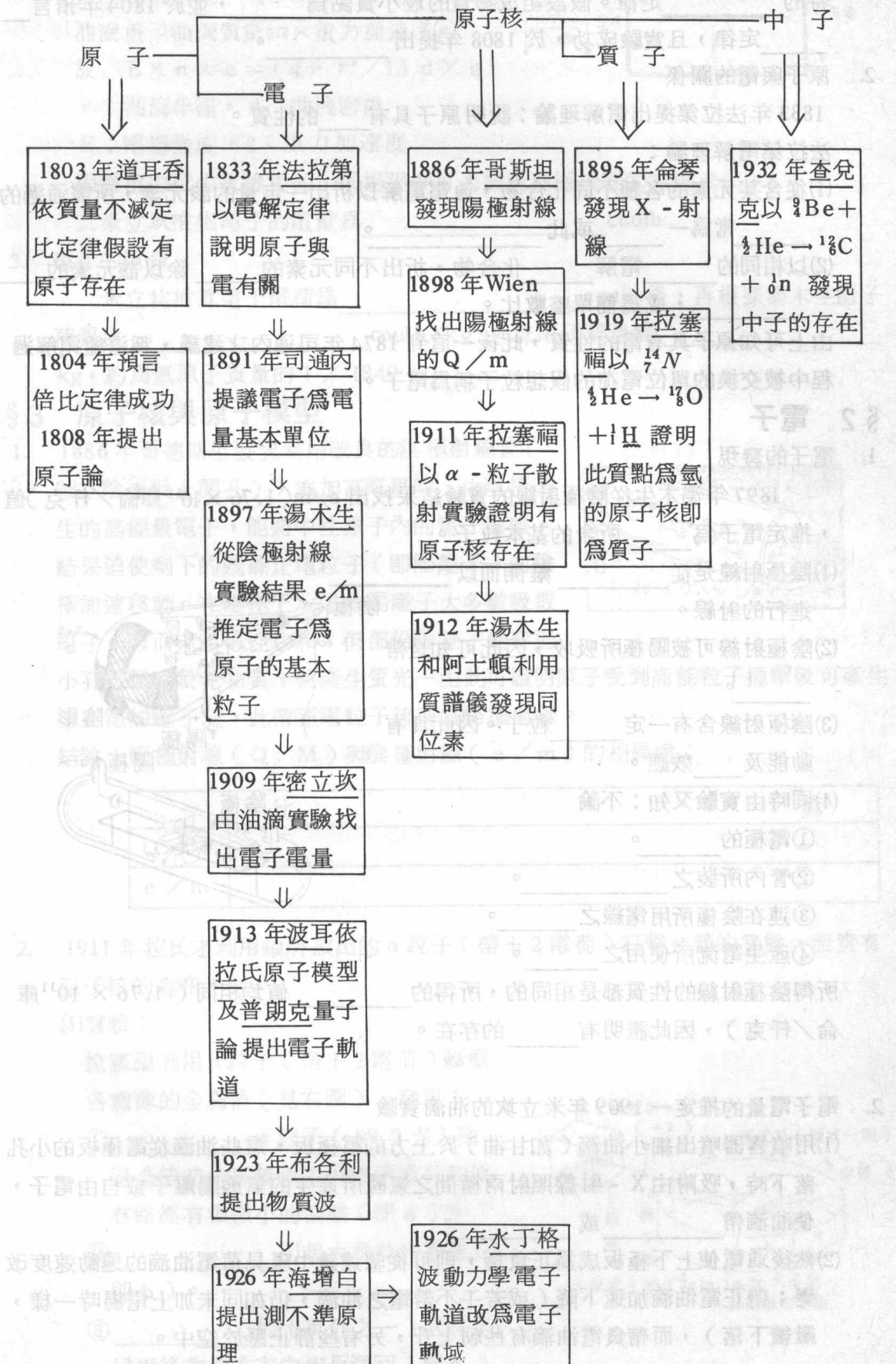
1. 本書係根據教育部，部定高級中學化學課程新教材的內容編輯而成。
2. 本書係依家教班的筆記式編排，並預為同學作每日化學計劃，務使同學使用本書時，能以最經濟的時間，做最有效的學習（有了它，就等於上化學家教班一樣）
3. 本書另有重點，例題，計劃作業的題目詳解附冊，它能使同學，充份且澈底的了解自己實力，並養成正確及有效的解題能力。
4. 本書若有未盡妥善之處，尚祈同學隨時指正。

編者 曾成功 謹識

每日化學計劃	1—4 冊	曾成功老師編著
每日物理計劃	1—4 冊	古建中老師編著
每日數學計劃		蔡坤龍老師編著

第九章 原子結構與週期表

原子結構的發展過程



§ 1 原子

第 1 天課程講解

1. 原子說的成立

1803 年道耳吞根據 1789 年拉瓦西的 _____ 定律，及 1799 年普勞斯特的 _____ 定律。假設組成物質的最小質點為 _____，並於 1804 年預言 _____ 定律，且實驗成功，於 1808 年提出 _____。

2. 原子與電的關係

1833 年法拉第提出電解理論：說明原子具有 _____ 的性質。

法拉第電解理論：

- (1) 從含某元素的各種不同化合物，通電電解以析出一定量的該元素，所需通過的 _____ 常為一 _____ 或此 _____。
- (2) 以相同的 _____ 電解 _____ 化合物，析出不同元素的 _____ 除以該元素的 _____，成為簡單整數比。

由上可知原子具有電的性質，此後一直到 1874 年司通內才建議，稱這種電解過程中被交換的單位電荷的假想粒子稱為電子。

§ 2 電子

1. 電子的發現

1897 年湯木生從陰極射線的實驗結果找出 e/m (1.76×10^{11} 庫倫/仟克) 值，推定電子為 _____ 所含的基本粒子。

- (1) 陰極射線是從 _____ 離開而以 _____ 進行的射線。

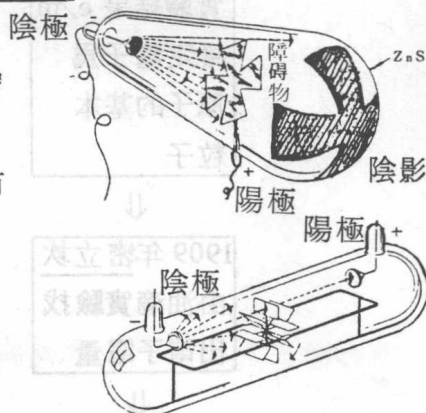
- (2) 陰極射線可被陽極所吸收，因此可知是帶 _____。

- (3) 陰極射線含有一定 _____ 粒子。因此具有動能及 _____ 效應。

- (4) 同時由實驗又知：不論

- ① 電極的 _____。
- ② 管內所裝之 _____。
- ③ 連在陰極所用電線之 _____。
- ④ 產生電流所使用之 _____。

所得陰極射線的性質都是相同的，所得的 _____ 值均相同 (1.76×10^{11} 庫倫/仟克)，因此證明有 _____ 的存在。



2. 電子電量的推定—1909 年米立坎的油滴實驗

- (1) 用噴霧器噴出細小油滴（如甘油）於上方的電極板，這些油滴從電極板的小孔落下時，吸附由 X - 射線照射兩極間之氣體所產生的氣態陽離子或自由電子，使油滴帶 _____ 或 _____。
- (2) 然後通電使上下極板成為正負極，則可從望遠鏡中窺見荷電油滴的運動速度改變；帶正電油滴加速下降（或若干不帶電之油滴，仍如同未加上電場時一樣，繼續下落），而帶負電油滴有些朝上升，另有些靜止懸於空中。

(3)這些靜止油滴是因：

向上的靜電吸引力=向下的重力

靜電力=帶電體在電場中所受的力

若油滴帶電量=電子電量(e) $\times$ 電子數目(n)

油滴重=油滴質量(m) $\times$ 重力加速度(g)

故 $E \times n \times e = (4\pi r^3/3) d \times g$

r ：油滴半徑， d ：油滴密度

E ：電場強度， g ：重力加速度

因為重力已由實驗得知，電場強度可由施於兩極板間的電壓求出。

$\therefore$ 米立坎推出電子的電量為 coul b

3. 電子的質量

米立坎推算電子電荷為 coul b 後，再根據湯木生電子荷質比 coul b/kg)換算電子質量為

kg，約為氫原子質量的 $1/1840$ 。

§ 3 原子核與原子模型

1. 1886年哥德斯坦發現利用改良的陰極射線管（

即在陰極板上開孔），施加高電壓時，由陰極產生的高能電子，能將中性原子內的電子撞離。

結果迫使剩下的殘餘正電粒子（即陽離子）向陰極加速移動。在陰極上，這些陽離子大多數吸取電子，因而產生電性中和，但部份陽離子能穿過

小孔打擊到螢光物質，使產生螢光—由此可證明原子受到高能粒子撞擊後可產生

帶正電的粒子流，此帶正電粒子流稱為陽極射線。

帶正電的粒子流，此帶正電粒子流稱為陽極射線。

帶正電的粒子流，此帶正電粒子流稱為陽極射線。

帶正電的粒子流，此帶正電粒子流稱為陽極射線。

結論：陽極射線 (Q/M) 與陰極射線 (e/m) 的相異處：

	比	值
Q/M		
e/m		

2. 1911年拉氏才利用鈾所放出的 α 粒子（帶+2電荷）打擊金箔的實驗，證實有原子核的存在。

(1)實驗：

拉塞福利用 α 粒子（帶+2電荷）轟擊各種薄的金屬箔（見右圖），發現：

① α 粒子（99.9%）通

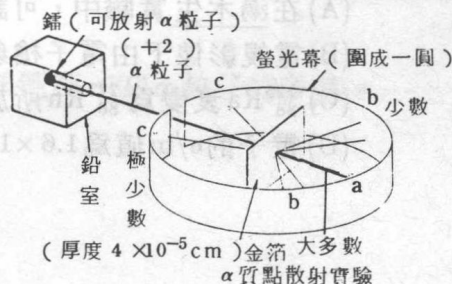
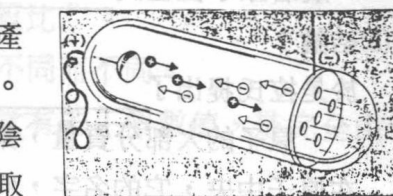
過金箔時均毫無偏差的穿透或只和原有路徑有很微小的偏離（即 a）。

② 引起大角度的偏離（

即 b）。

③ （約十萬分之一）的粒子

碰撞後和原有方向相反彈回（即 c）



(2) 解釋：

拉塞福根據此實驗，獲得下列論點

①因_____穿過金箔而不偏轉， $\therefore$ 原子所占有的體積，絕大部份必由空虛的空間組成。

②因_____（ α 粒子為帶正電荷，質量相當大的粒子）偏轉得很利害， $\therefore$ 在每個原子裏，一定有個又重、又帶正電荷的物體。（電子的質量很_____，故電子不會使較重的 α 粒子，偏轉得如此明顯）又因偏轉的 α 粒子，數量這樣的少，所以必須設定這較重物體，所占體積只是原子全體積的極少部份。

③ 4×10^{-5} cm厚的金箔含 10^3 層原子，今十萬（ 10^5 ）個 α 中只有一個碰撞後被彈回來， $\therefore$ 若厚度只有單層原子的金箔，則 10^8 個 α 中將只有一個 α 被此一層原子所彈回來（ $\because \frac{10^5}{x} = \frac{1}{10^3} \therefore x = 10^8$ ） $\therefore$ 他認為核的截面積只有原

子截面積的 $\frac{1}{10^8}$ ，故核的直徑只有原子直徑的 $\frac{1}{10^4}$ （ $\because$ 截面積 $= \pi r^2$ ）。

故若原子直徑為_____cm，則核直徑約為_____cm。

(3) 結論：

於是拉氏提出了_____模型如下：

原子的大部分質量，集中在微小的、帶正電荷的物體裏。這物體的位置，在原子中央，它的名字，叫做核。在核周圍，遠遠地分佈著電子。核與外面電子之間的空間，除了一些電子外空無一物。電子的數目，剛好平衡核上的正電荷數目。這些電子用很高速度繞核而轉。這繞核轉而發生的離心力，正好與正核對負電子的靜電引力，互相均衡。

例 1. 有關拉塞福原子核存在實驗的下列敘述，何者為正確？

(A) 拉塞福以 β 粒子撞擊金屬箔

(B) 拉塞福發現大部分用來撞擊的粒子皆透過金屬箔，只有少數被反彈回來

(C) 拉塞福的實驗顯示出湯姆生的原子模型和實驗結果不合

(D) 拉塞福的實驗證實原子核是帶正電，並且是原子大部分質量之集中所在

(E) 拉塞福的實驗證實了中子的存在。 【74.聯考】

例 2. 僅依密立根 (Millikan) 油滴實驗可決定電子的下列何種性質？

(A) 質量(m) (B) 質量與電荷比 (m/e) (C) 電荷(e) (D) 能量 【73.聯考】

例 3. 下列有關電子的敘述何者正確？ 【80.聯考】

(A) 在湯木生實驗中，可證明電子具波動性

(B) 電視影像下由電子槍射出電子束，掃描到螢光幕而形成

(C) $^{226}_{88}\text{Ra}$ 衰變為 $^{222}_{86}\text{Rn}$ 所放出的射線為電子

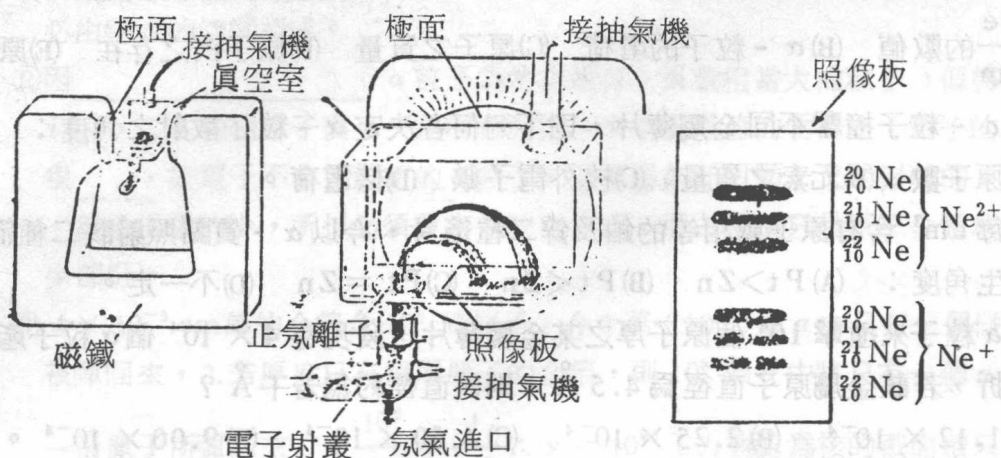
(D) 電子的 e/m 值為 1.6×10^{-10} 庫倫/克

第 1 天家庭計劃作業

- 拉塞福 (Rutherford) 用 α - 粒子撞擊金箔的實驗，測出
(A) $\frac{e}{m}$ 的數值 (B) α - 粒子的電荷 (C) 原子之質量 (D) 原子核之存在 (E) 原子序數。
- 以 α - 粒子撞擊不同金屬薄片，則下列何者決定 α - 粒子散射之角度：
(A) 原子數 (B) 元素之質量 (C) 核外電子數 (D) 核電荷。
- 設每 cm^3 含有原子數相等的鉑及鋅二種箔片，今以 α - 質點照射該二種箔片時所產生角度：(A) $\text{Pt} > \text{Zn}$ (B) $\text{Pt} < \text{Zn}$ (C) $\text{Pt} = \text{Zn}$ (D) 不一定。
- 以 α 粒子來撞擊 10^4 個原子厚之某金屬薄片，發現每 4×10^4 個 α 粒子產生一個偏折，若該金屬原子直徑為 $4.5 \text{ \AA}$ ，則核直徑約為若干 $\text{\AA}$ ？
(A) 1.12×10^{-4} (B) 2.25×10^{-4} (C) 4.50×10^{-4} (D) 9.00×10^{-4} 。
- 下列敘述何者正確？
(A) He^{2+} 之荷質比在所有陽離子中可能最大值。
(B) “荷質比”： H^+ 約為電子之 1838 倍。
(C) 任何陽離子之“荷質比”常大於電子的“荷質比”。
(D) 陽離子、電子之“荷質比”皆隨管中之氣體不同而不同。
(E) 由一種氣體所成之陽極射線的“荷質比”，常有若干個數值，是完全由於原子有同位素存在所致。
- 拉塞福的 α 粒子散射實驗，所得結論是：【68夜聯】
(A) α 粒子可以穿透金屬箔 (B) α 粒子能量很大 (C) α 粒子與電子相撞但不反彈
(D) 原子分原子核及電子兩部分。
- 下列何項敘述為正確？
(A) 陰極射線為帶負電的粒子 (B) 陰極射線在電場中會發生偏向，但在磁場中不會
(C) 陰極射線為電子流 (D) 有些放射性元素會放射電子 (E) 所有的物質都含有電子。
- 有關電子的敘述，下列何項正確？
(A) 荷質比為 1.76×10^{11} 庫倫/仟克 (B) 電量為 1.6×10^{-19} 庫倫 (C) 質量為 9.1×10^{-31} 仟克 (D) 質量為 H^+ 的 $1/1800$ 倍 (E) 荷質比為 H^+ 的 $1/1800$ 倍。
- 僅依米立坎 (Millikan) 油滴實驗可決定電子的下列何種性質？
(A) 質量 (B) m/e (C) 電荷(e) (D) 能量
- 以 α 粒子撞擊不同金屬薄片，則 α 粒子以不同角度發散，下列何者決定散射角度的大小？
(A) 原子數 (B) 元素的質量 (C) 核外電子數 (D) 核電荷 (E) α 粒子的多寡。

§ 4 質譜儀：陽極射線的應用，就是質譜儀的誕生。 第2天課程講解

1. 構造：



2. 功用：可測出元素之 質量 及同位素之 相對含量。

3. 原理：

主要的原理是利用電場及磁場使陽離子偏轉以量度其電量與質量的比值 (e/m)。

$$r \propto \sqrt{\frac{M}{ne}} \quad r : \underline{\hspace{2cm}} \quad n : \underline{\hspace{2cm}} \\ M : \underline{\hspace{2cm}} \quad e : \underline{\hspace{2cm}}$$

重要觀念

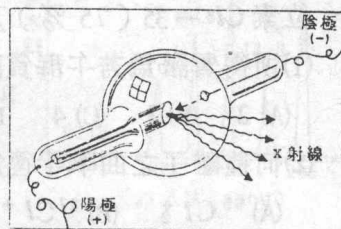
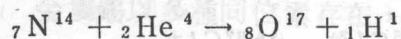
- A、同質量的兩離子，所帶電荷數愈多，受磁場影響愈 大，曲率半徑愈 小。
- B、帶相同電荷數的兩離子，質量愈大，受磁場影響愈 小，曲率半徑愈 大。
- C、質譜圖上質譜線的感光強度比即為離子撞擊感光片的 相對數量。
- D、主要在測陽離子的 質量 和元素同位素的 相對含量 及 電荷數。

例 1. 在質譜儀中實驗氯，形成 Cl^- ， Cl^+ 及 Cl^{2+} 等離子。已知有 $\text{Cl} - 35$ (75%) 及 $\text{Cl} - 37$ (25%) 二種同位素。(設 $^{35}\text{Cl} = 35$ ， $^{37}\text{Cl} = 37$) 試描述氯的質譜圖。

§ 5 質子(Proton)

1. X - ray 的發現

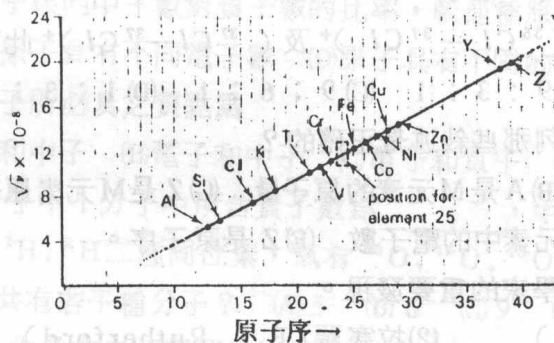
1896 年_____就發現當陰極射線直接撞擊金屬靶時，有放射一種波長極短之射線，當時不知何物，名之為_____。

2. 1919 年拉氏以 α 粒子撞擊氮核，產生一種長射程的質點，由 e/m 之測定證明此質點為_____的原子核，即質子。

其後又用 α 質點撞擊硼、氟、鋁與磷核，同樣亦能產生質子，因此證明質子為一切元素之原子核之成份。

3. 原子序 (atomic number)

西元 1913 年莫色勒 (H. G. Moseley) 在測量各元素 X - 射線波長，以其平方根的倒數 ($1/\sqrt{\lambda}$) 對週期表中元素排列次序作圖 (如下圖) 得一直線，證實元素在週期表中排稱為質子數，代表符號為 Z 。



$\therefore$ 原子序(Z)=核內_____=中性原子核外的_____。

§ 6 中子(Neutron)

1. 發現者：1932 年_____ (James Chadwick)。

2. 反應： ${}_4\text{Be} + {}_2\text{He} \rightarrow {}_6\text{C} + {}_0\text{n}$

3. 特性：存在核內，不帶電，質量約等於質子。

重要觀念

A、次原子粒子的質量及電荷

基本粒子	電荷 (庫倫)	電荷符號	質量 (kg)	質量 (amu)
質子 (p)	$+1.60 \times 10^{-19}$	+1	1.6726×10^{-27}	1.0073
中子 (n)	0	0	1.6750×10^{-27}	1.0087
電子 (e)	-1.60×10^{-19}	-1	9.1095×10^{-31}	5.4858×10^{-4}

B、同位素：原子序相同而質量數不同的原子互稱為同位素。

(a)相同點：

(b)相異點：

C、原子核係由質子及中子組成，兩者均稱為_____，個數和稱為質量數，以 A 表示。D、對任一特定元素 X 的原子而言，可以_____表示其基本粒子組成。

第2天家庭計劃作業

1. 利用質譜儀測定氯氣時，可以形成 $Cl\frac{1}{2}$ ， Cl^+ 及 Cl^{2+} 等離子。已知氯有兩種同位素 $Cl-35$ (75%) 及 $Cl-37$ (25%)，簡答下列各題：

(1) 所得質譜為若干群質譜線所形成？

(A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5 (E) 6。

(2) 何種離子之曲率半徑為最小？

(A) $^{35}Cl\frac{1}{2}$ (B) $^{37}Cl^+$ (C) $^{37}Cl^{2+}$ (D) $^{35}Cl^{2+}$ (E) $^{37}Cl\frac{1}{2}$

(3) 何種離子之曲率半徑最大？

(A) $^{35}Cl^{37}Cl^+$ (B) $^{37}Cl^+$ (C) $^{35}Cl\frac{1}{2}$ (D) $^{35}Cl^{2+}$ (E) $^{37}Cl\frac{1}{2}$

(4) 下列那一種離子之曲率半徑為 $^{35}Cl^{2+}$ 之兩倍？

(A) $^{37}Cl^+$ (B) $^{35}Cl\frac{1}{2}$ (C) $^{35}Cl^+$ (D) $^{37}Cl\frac{1}{2}$ (E) $^{35}Cl^{37}Cl^+$

(5) 下列何者不為氯分子的質譜？【81聯考】

(A) 70 (B) 71 (C) 72 (D) 74

(6) Cl^{2+} 組有兩條線，內線的感光強度為外線的

(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5。

(7) $(^{35}Cl - ^{35}Cl)^+$ ， $(^{35}Cl - ^{37}Cl)^+$ 及 $(^{37}Cl - ^{37}Cl)^+$ 此三條線強度比為 (A) 1 : 6 : 9 (B) 9 : 3 : 1 (C) 9 : 6 : 1 (D) 1 : 3 : 9 (E) 3 : 9 : 1

2. 某元素以 $\frac{1}{2}M$ 表示，則下列那些敘述是正確的？

(A) Z 是 M 元素的質量數 (B) A 是 M 元素的原子量 (C) Z 是 M 元素原子核中的正電荷數 (D) $(A - Z)$ 是 M 元素中的電子數 (E) Z 是原子序。

3. 試寫出下列物理學家及化學家的重要發現。

(1) 莫色勒 (H. G. Moseley) (2) 拉塞福 (E. L. Rutherford)

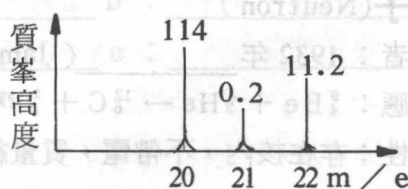
(3) 湯木生 (J. J. Thomson) (4) 查兌克 (J. Chadwick)

(5) 米立坎 (R. A. Millikan) (6) 倫琴 (W. R. Rontgen)

4. 下圖為氖氣的質譜，試計算

(1) Ne - 20 在自然界分布率

(2) Ne 的平均原子量



5. 銅在自然界中有兩種同位素，其平均原子量為

63.5，試完成下表。

同位素	原子序(Z)	質量數(A)	質子數(p)	中子數(n)	電子數(e)	分布率%
I		63				
II	29			36		

6. 若 $M(H_2O)^{3+}$ 所含電子總數為 65，則 M 之原子序為_____。

7. 求下列各題中之粒子數：

(A) 10 克重水之中子數_____ ($1D^2, {}_8O^{16}$)。

(B) STP 下 11.2 mL 的氬所含之電子數為_____個。

(C) 1 莫耳 $NH\frac{1}{2}$ 離子之中子數_____。

(D) 某元素有 7 個價電子，易形成之離子含有 36 個電子，則其核電荷數為_____。

8. 右圖為 Hg^+ 的質譜線

(1) 共有幾種同位素？

(2) 汞的平均原子量為若干？

9. 下列五種元素中，何者具有奇數個中子和奇數個質子？ (A) ^1H (B) ^{14}N (C) ^{31}P (D) ^{39}K (E) ^{107}Ag

10. 某元素最易形成的陽離子 (M^{2+}) 含有 23 個電子，已知其質量數為 55，則此元素含有中子個數為：

(A) 34 (B) 32 (C) 30 (D) 25 (E) 23。

11. 金屬錫以多種同位素存在，其中一同位素的原子核

含 50 個質子和 63 個中子，下列五種陳述中那一個為錫的另一同位素？寫出該同位素核的符號？

(A) 中子 50 個和質子 63 個 (B) 中子 63 個和質子 113 個 (C) 中子 63 個和質子 63 個
(D) 中子 13 個和質子 50 個 (E) 中子 62 個和質子 50 個。

12. 有關氧原子和他種原子的不同點的下列各項敘述，那項是錯誤的？

(A) 原子核具有不同質子數

(B) 氧原子核內中子數對質子數的比率，較他種原子核為高

(C) 中性原子具有不同電子數 (D) 原子具有不同的化性

13. 一切原子所必具之質點為

(A) 質子和中子 (B) 電子和中子 (C) 電子和質子 (D) 質子和中子 (E) 中子。

14. HDO 分子中 1 分子中所含質子數為 _____，中子數為 _____，電子數為 _____。

15. 若氫有 ^1H , ^2H 二種同位素，氧有 ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O 三種同位素，則具不同質量的過氧化氫共有若干種分子？ (A) 5 (B) 6 (C) 9 (D) 12 (E) 18。

16. MnO_4^{2-} 內共有 59 個電子，氧原子序為 8，則 Mn^{55} 核內共有若干個中子？

(A) 30 (B) 59 (C) 25 (D) 55 (E) 4。

17. 某陽離子 M^{2+} 之荷質比為 A ，庫侖/克，而 1 法拉第的電量為 B 庫侖，則 M 的原子量為下列何項？

(A) $2B/A$ (B) B/A (C) $A/2B$ (D) A/B 。

18. 各原子的原子序對其標識 X 光的何項性質作圖可得直線關係？

(A) 波長 (B) 頻率 (C) $1/\sqrt{\text{波長}}$ (D) $1/\sqrt{\text{速度}}$ (E) $1/\sqrt{\text{頻率}}$ 。

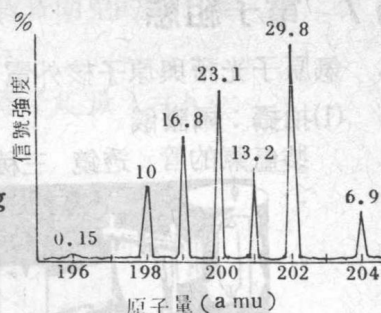
19. 已知 $N = 14.0$ ，而 N^{14}_7 之陽離子之荷質比為 6.893×10^3 庫侖/克，求其電荷數（即為 n 值）為若干？ (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5。

20. 若知碳同位素有 ^{12}C , ^{13}C 二種，氧同位素有 ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O 三種，則在質譜圖中現質荷比 (m/ne) 為 22 的質峰訊號的對應陽離子可能是

(A) CO_2 (B) CO_2^+ (C) CO^+ (D) CO^{2+} 。

21. 已知 N 同位素有 ^{14}N (99.63%)， ^{15}N (0.37%)， H 同位素有 ^1H (99.985%)， ^2D (0.015%)，則 NH_3 的質譜中，質峰最强的質荷比 (m/ne) 為

(A) 14 (B) 15 (C) 16 (D) 17 (E) 18。



【61聯招】

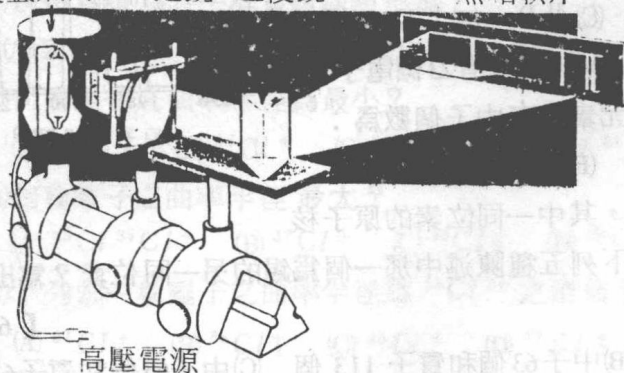
§7 電子組態

第3天課程講解

1. 氫原子光譜與原子核外電子的排列

(1) 拍攝：攝譜儀

裝氫氣的管 透鏡 三稜鏡 照相軟片



(2) 光譜圖



(3) 特性

① 為明線光譜 ()，每一光譜線表示一特定的頻率光。共有二群，一群在 光區，一群在 光區。

② 往高能的地方，光譜線的能量差愈 。

③ 第一群光譜線，各光譜線所代表的能量對第一條光譜的能量差，依次落在第 群光譜線上。

(4) 解釋：

① 古典力學的說法：

拉塞福假設電子以球形軌道繞核做圓周運動，依據電磁學說，電子繞核運轉，必因輻射電磁波而消耗能量，使電子繼續向核接近，最終將撞擊原子核，而導致核原子模型崩潰，故有以下兩項缺點：

A、氫原子必 ，可存在時間僅約 2×10^{-11} 秒

B、氫原子發射光譜為 。



② 波耳的說法

A、假設氫原子只能在若干特定能量狀態出現，稱為 。當氫原子繼續處在這狀態時，不發生 ，定態由核向外以 $n = 1, 2, 3, \dots$ 依次表示。

B、氫原子在任二定態間轉移，必須一次完成 的調整。

a 當電子在 $n = 1$ 的能階是最安定的，稱為 ，因它最靠近原子核，能階最 (H原子的正常狀態是電子在 $n = 1$)。當在 $n = 1$ 的電子接受外加的能量 (如電能、光能等) 時，就會跳躍到能階較高之 $n = 2, 3, 4, \dots$ 等軌道上，但都不安定，這時的原子 (或電子) 稱為處於 。

b 若激發態電子降回較低的能階或基態時，會依普朗克的量子論以一定的_____放出，因而產生光譜圖。

$$\Delta E = (\text{高能階的電子能量}) - (\text{低能階的電子能量}) = h \cdot \nu$$

h : _____

ν : _____

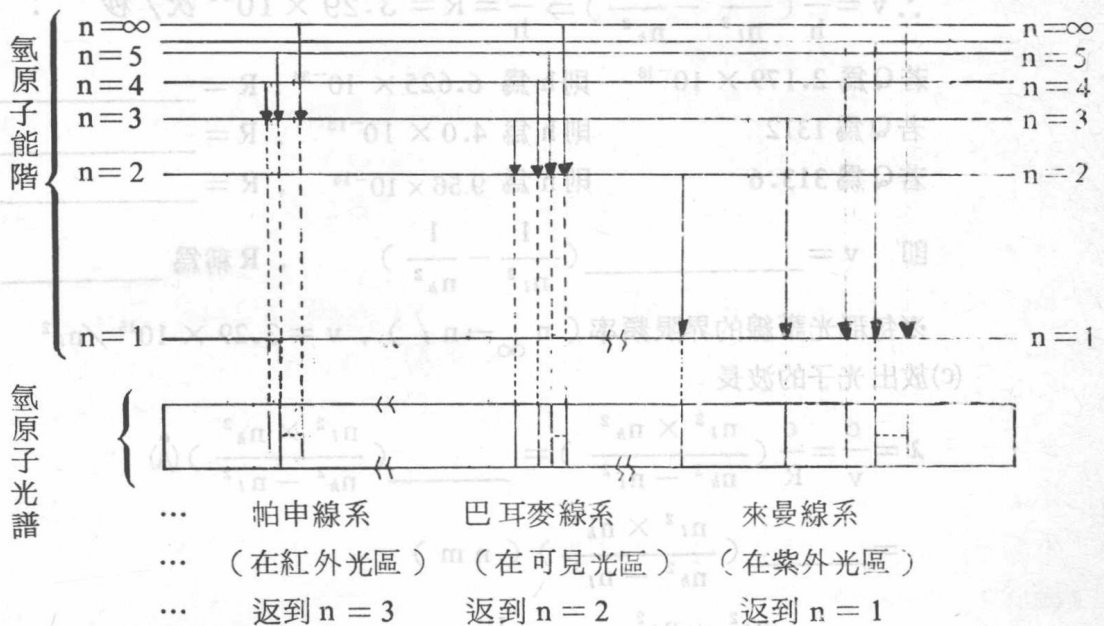
C、依自己的假設和普朗克量子論導出 E_n (軌道上電子的能量)

$$E_n = \frac{\quad}{n^2} \quad J/e = \frac{\quad}{n^2} \text{ KJ/mol} e^-$$

$$= \frac{\quad}{n^2} \text{ Kcal/mol} e^-$$

$$r_n = \frac{\quad}{n^2} \text{ \AA}$$

③對氫原子光譜的解釋



重要觀念

A、波耳的理論只能解釋_____光譜對_____的光譜無法解釋。

B、各光譜線群，愈往高能的地方，光譜線的能量間隔愈小。

C、氫原子光譜的各群光譜線所處的光區及光譜線群的名稱。

n_1	名稱	n_2	所得光譜線的名稱	光譜線的光區 (必記!)
1	K	2, 3, 4, ...	Lyman 系列 (來曼系列)	紫外光區
2	L	3, 4, 5, ...	Balmer 系列 (巴耳麥系列)	
3	M	4, 5, 6, ...	Paschen (帕申系列)	近紅光外區
4	N	5, 6, 7, ...	Brackett 系列 (布拉克特系列)	
5	O	6, 7, 8, ...	Pfund 系列 (匹逢系列)	
...	...	...	...	遠紅外光區
...	...	...	...	遠紅外光區

此二人 名要記

此三人 名可不 必記

皆為紅外光區

D、常考的問題整理 (n_h : 高能階軌道, n_l : 低能階軌道)

a 有關氫原子電子由高能階轉至低能階問題的討論

(a) 放出的光子能量

$$\Delta E = -\frac{1312}{n_h^2} - \left(-\frac{1312}{n_l^2} \right) = 1312 \left(\frac{1}{n_l^2} - \frac{1}{n_h^2} \right) \text{ KJ/mol } e^-$$

註: 若 1312 改為_____ 則單位應改成 J / e^- 若 1312 改為_____ 則單位應改成 Kcal / mol e^-

(b) 放出光子的頻率

$$\Delta E = h \cdot \nu \quad \text{若軌道能量} = -Q / n^2$$

$$\therefore -\frac{Q}{n_h^2} - \left(-\frac{Q}{n_l^2} \right) = Q \left(\frac{1}{n_l^2} - \frac{1}{n_h^2} \right) = h \cdot \nu$$

$$\therefore \nu = \frac{Q}{h} \left(\frac{1}{n_l^2} - \frac{1}{n_h^2} \right) \Rightarrow \frac{Q}{h} = R = 3.29 \times 10^{15} \text{ 次/秒} :$$

若 Q 為 2.179×10^{-18} 則 h 為 6.625×10^{-34} , R = _____若 Q 為 1312 則 h 為 4.0×10^{-13} , R = _____若 Q 為 313.6 則 h 為 9.56×10^{-14} , R = _____

$$\text{即 } \nu = \frac{Q}{h} \left(\frac{1}{n_l^2} - \frac{1}{n_h^2} \right), \text{ R 稱為 } \frac{Q}{h}$$

※每群光譜線的界限頻率 ($n_\infty \rightarrow n_l$), $\nu = 3.29 \times 10^{15} / n_l^2$

(c) 放出光子的波長

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{c}{R} \left(\frac{n_l^2 \times n_h^2}{n_h^2 - n_l^2} \right) = \frac{c}{R} \left(\frac{n_l^2 \times n_h^2}{n_h^2 - n_l^2} \right) (\text{\AA})$$

$$= \frac{c}{R} \left(\frac{n_l^2 \times n_h^2}{n_h^2 - n_l^2} \right) (\text{nm})$$

$$\Delta E \propto \frac{n_h^2 - n_l^2}{n_l^2 \times n_h^2} \propto \nu \propto \frac{1}{\lambda}$$

b 由於電子在不同能量間轉移, 只討論能量差, 故能階的能量表示值可以改定, 但能階間的_____不能改變。

若以 x 表示基態的能量值 (以某特定值表示), E_n 表示電子佔有該軌域的能量值, 則二者的關係式可表示如下

$$E_n = x + \left(1312 - \frac{1312}{n^2} \right) \text{ kJ/mol}$$

c 氫原子電子受激後, 由高能階下降至低能階, 可能產生的光子種類為 m

$$m = (n-1) + (n-2) + \cdots + 1 \quad \text{亦可用 } \frac{n(n-1)}{2} \text{ 表示}$$

歸納上面的結果, 可得知:

(1) 出現於來曼系的光譜線可能有_____條

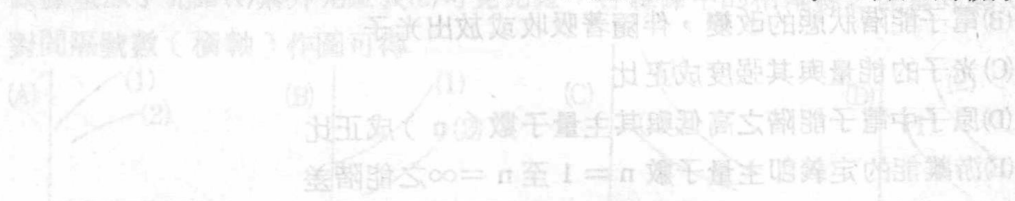
(2) 出現於巴耳麥系的光譜線可能有_____條

(3) 出現於帕申系的光譜線可能有_____條

(4) 出現於布拉克系的光譜線可能有_____條

例 1. 若氫原子的電子受激到 $n = 6$ ，因不穩定而降落低能階軌道時，試回答下列各問題？

- (1) 當降回 $n = 2$ 時，所釋出光子的能量為若干 KJ/mol e^- ？
- (2) 求來曼線系第一條光譜光子的頻率？
- (3) 求可見光區光譜線群，第二條光譜線光子的波長為若干 nm ？
- (4) 求巴耳麥線系中的能量最大的光子頻率？
- (5) 共可放出若干種不同的頻率光？
- (6) 來曼線系的第二條光譜線光子的波長為 λ_{3-1} ，第一條光譜線系的光子波長為 λ_{2-1} 。巴耳麥線系的第一條光譜線光子波長為 λ_{3-2} ，求三者間的關係式



14. 氫原子來曼系光譜線，其波長 $\lambda_{3-1} = 1.215 \times 10^{-7} \text{ m}$ ，求下列各量？
- (A) $n = 6$ 降回 $n = 2$ 時，所釋出光子的能量為若干 KJ/mol e^- ？
- (B) 若訂軌道的能量 $n_1 = x \text{ KJ/mol}$ ，則各軌道的能量通式為何？
- (C) 由那兩種能階間之躍遷所發射之光譜線？

【答：(A) 313.6 kcal/mole

(B) $E_n = 313.6 \times \frac{1}{n^2} \text{ Kcal/mole}$

(C) $4n : 2n = 3 : 2$

例 2. 右圖表示氫原子光譜中可見光區部分的譜線，下列何者正確？

已知 $\text{H(g)} + 1.31 \times 10^3 \text{ KJ} \rightarrow \text{H}^+(\text{g}) + \text{e}^-(\text{g})$

(1) 說明 $1.31 \times 10^3 \text{ KJ}$ 表示的意義？

(2) 若訂軌道的能量 $n_1 = x \text{ KJ/mol}$

則各軌道的能量通式為何？

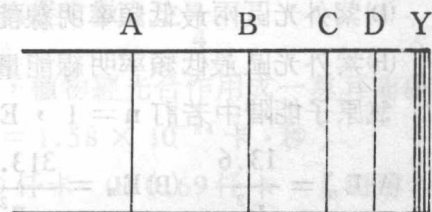
(3) 此光譜線系表示激態電子降返 n 值為若干的結果？

(4) $\lambda_A = \lambda_B = ?$

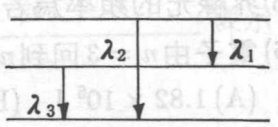
(5) 界線光的頻率為若干？波長為若干？

(6) 電子由 $n = 3$ 回到 $n = 2$ 所放出的光波，每光子能量為 【80 聯考】

(A) $1.82 \times 10^5 \text{ J}$ (B) $1.82 \times 10^{-19} \text{ J}$ (C) $3.03 \times 10^{-19} \text{ J}$ (D) $2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$



第3天家庭計劃作業

1. 下列敘述，何者是波耳原子理論的假設？ 【72.聯考】
- (A) 電子在繞核作圓周運動時，因有加速度而放出輻射能
 (B) 電子可以在一組特定能階（穩定狀態）之一存在而不輻射
 (C) 氫原子只有一個電子，氫原子光譜只有一條譜線
 (D) 電子由低能階躍遷至高能階時，吸收一定頻率的輻射能
 (E) 必須不斷供給能量以維持電子在高能階運動
2. 有關氫原子的線光譜之下列敘述，何者為正確？ 【74.聯考】
- (A) 未游離原子中，電子的能階為不連續的
 (B) 電子能階狀態的改變，伴隨著吸收或放出光子
 (C) 光子的能量與其強度成正比
 (D) 原子中電子能階之高低與其主量子數（ n ）成正比
 (E) 游離能的定義即主量子數 $n = 1$ 至 $n = \infty$ 之能階差
3. 若氫原子電子由激動狀態返回 $n = 2$ 能階，則其光譜線產生在
 (A) 紅外光區 (B) 紫外光區 (C) 可見光區 (D) X - 射線光區
4. 下列五組數字中，那一組數字比與氫原子兩條光譜線（波長 $4863 \text{ \AA}$ 與 $1216 \text{ \AA}$ ）光子之能量比相等？
- (A) $(4863 : 1216)$ (B) $\sqrt{4863} : \sqrt{1216}$ (C) $(4863^2 : 1216^2)$
 (D) $(1/4863 : 1/1216)$ (E) $(1/\sqrt{4863} : 1/\sqrt{1216})$
5. 氫原子中的電子會發生轉移而改變能量狀態。下列何種轉移會放出波長最長的光？（ n 為主量子數） (A) 由 $n = 3$ 至 $n = 2$ (B) 由 $n = 3$ 至 $n = 1$ (C) 由 $n = 2$ 至 $n = 1$ (D) 由 $n = 2$ 至 $n = 3$ 【71.聯考】
6. 有關氫原子光譜，選出下列正確敘述
- (A) 僅含某些特定頻率譜線
 (B) 每組中各明線間隔隨頻率增加而增大
 (C) 紫外光區明線光頻具有能階圖標的意義
 (D) 紫外光區兩最低頻率明線能量差恰為可見光區最高頻率之能量
 (E) 紫外光區最低頻率明線能量恰為可見光區最高頻率與最低頻率兩明線之能量差
7. 氫原子能階中若訂 $n = 1$ ， $E_1 = 13.6 \text{ Kcal/mol}$ 則能階公式（ Kcal/mol ）為
- (A) $E_n = \frac{13.6}{n^2}$ (B) $E_n = \frac{313.6}{n^2} - 300$ (C) $E_n = -\frac{313.6}{n^2} + 327.2$
 (D) $E_n = -\frac{313.6}{n^2} + 300$
8. 右圖為氫原子的部分能階圖，則 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 三者之關係為
- (A) $\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda_3$ (B) $\lambda_1 \lambda_3 = \lambda_1 \lambda_2 + \lambda_2 \lambda_3$
 (C) $\frac{1}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_1}$ (D) $\lambda_1 = \lambda_2 + \lambda_3$ (E) $\lambda_1 = \lambda_2 \cdot \lambda_3$
- 
9. 某氣體分子吸收波長為 $4800 \text{ \AA}$ 的光子後，由激態返回基態時放出二種光子，其中之一波長為 $8000 \text{ \AA}$ 之光子則下列那一種波長可能是該氣體分子所放出之光子？