

## § 1.2 原子光谱

# 1、光谱

- 一、光谱
- 光谱是光强按频率或波长的分布。用函数表示为 $I=I(\lambda)$ ，或者 $I=I(\nu)$ 。



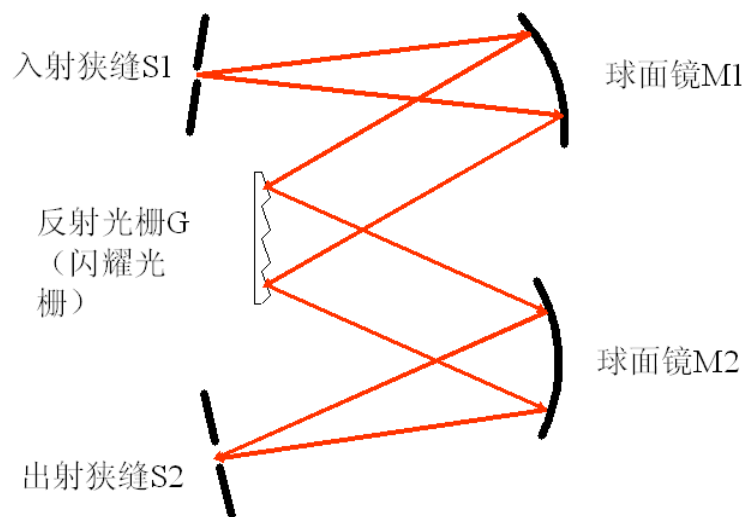
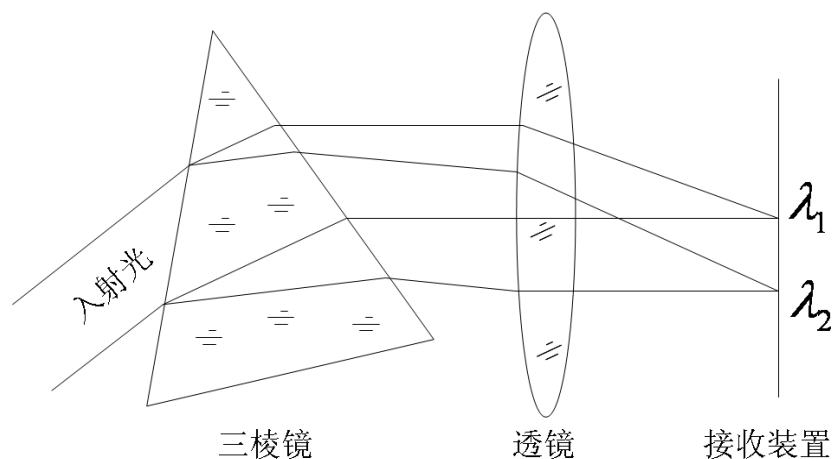
Solar Spectrum



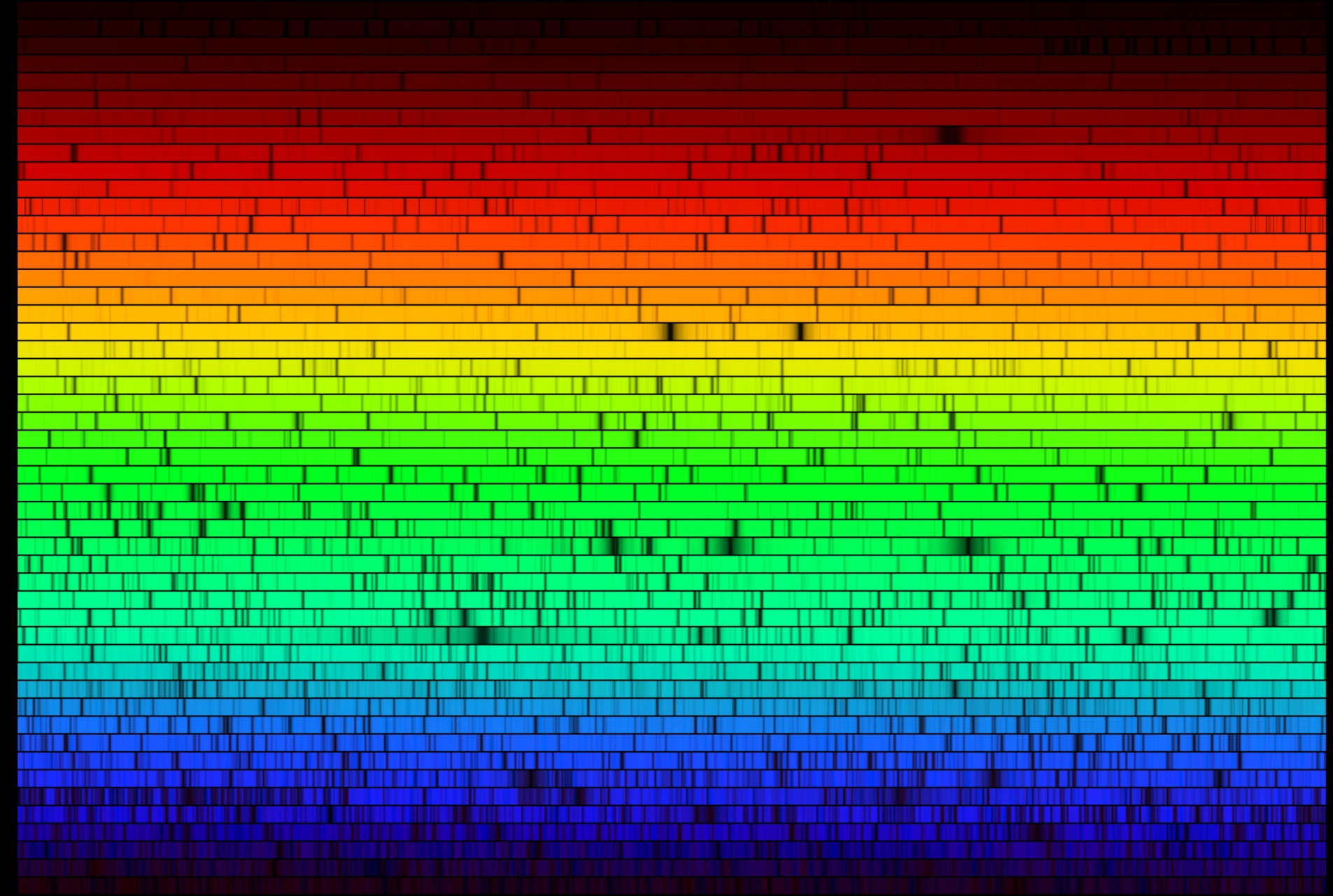
Nitrogen Spectrum

# 光谱的测量

- 用棱镜色散或光栅衍射



- 可以进行照相记录
- 或利用光电探测器记录



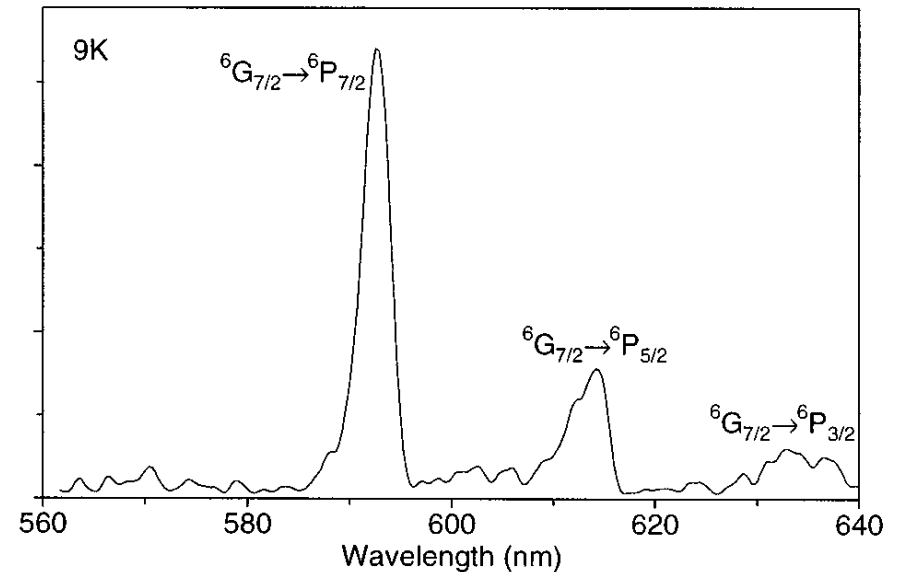
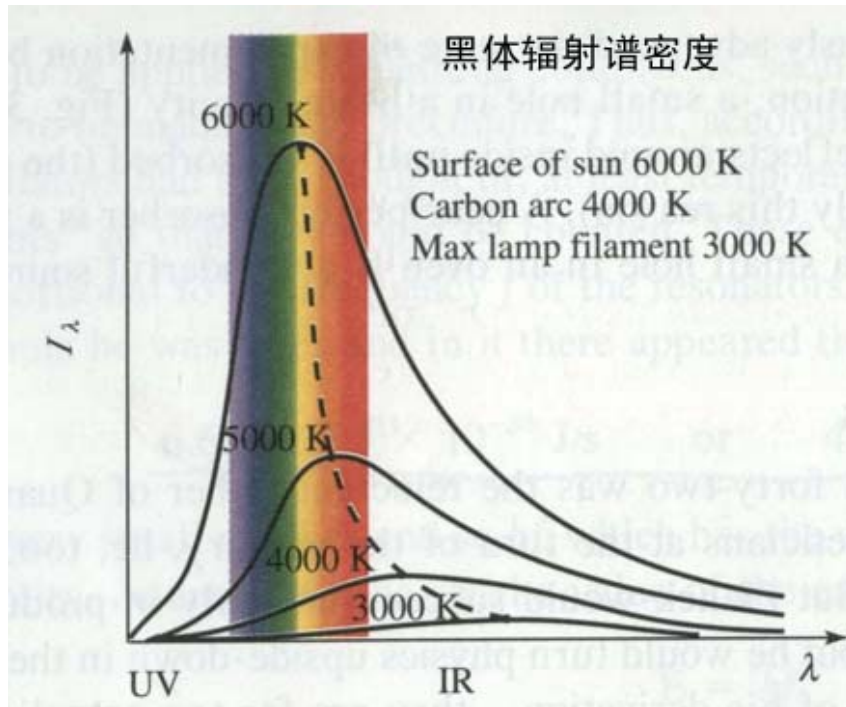
High Resolution Solar Spectrum

# 元素的光谱

- 1859年，德国科学家**基尔霍夫**和**本生**研究了各种火焰和火花的光谱，注意到每种元素都有其独特的光谱，他们发明了**光谱分析法**，并用这种方法发现了新元素**铯**和**铷**。
- 1852年，瑞典物理学家**埃格斯特朗** (A. J. Ångström)发表了一篇论文，列出了一系列物质的特征光谱，现在常用的波长单位埃 ( $1\text{Å}=10^{-10}\text{m}$ ) 就是以其姓氏而命名。

# 光谱的分类

- 根据物质的发光机制，可以将光谱分为热辐射谱、荧光（发光）光谱,等等。





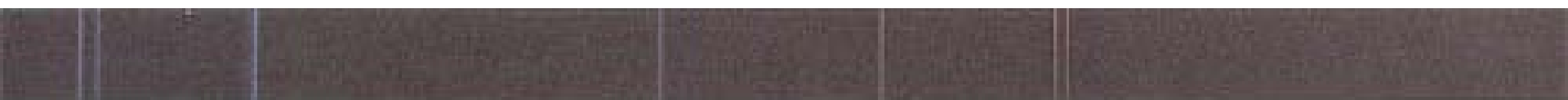
H



Na



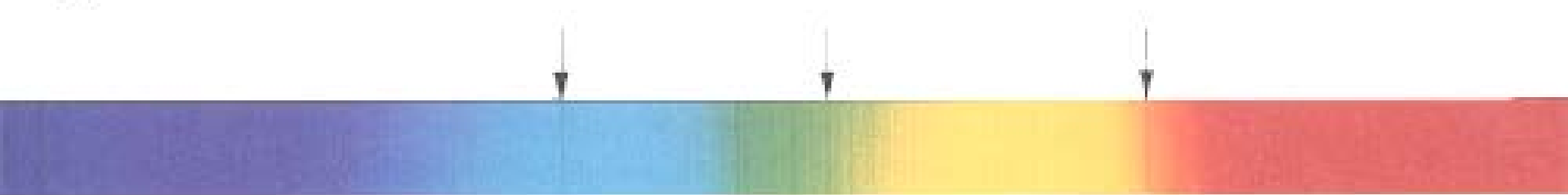
Ne



Hg

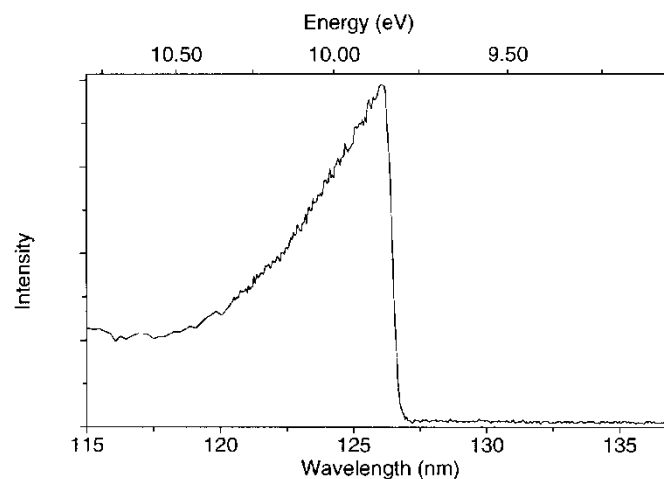
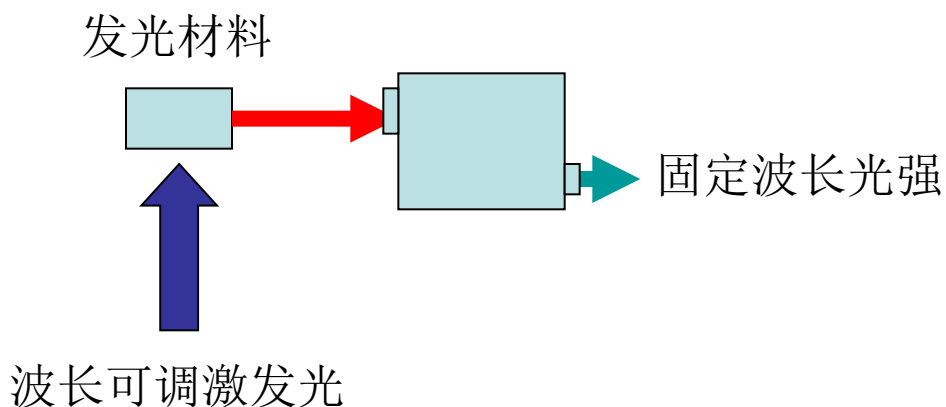
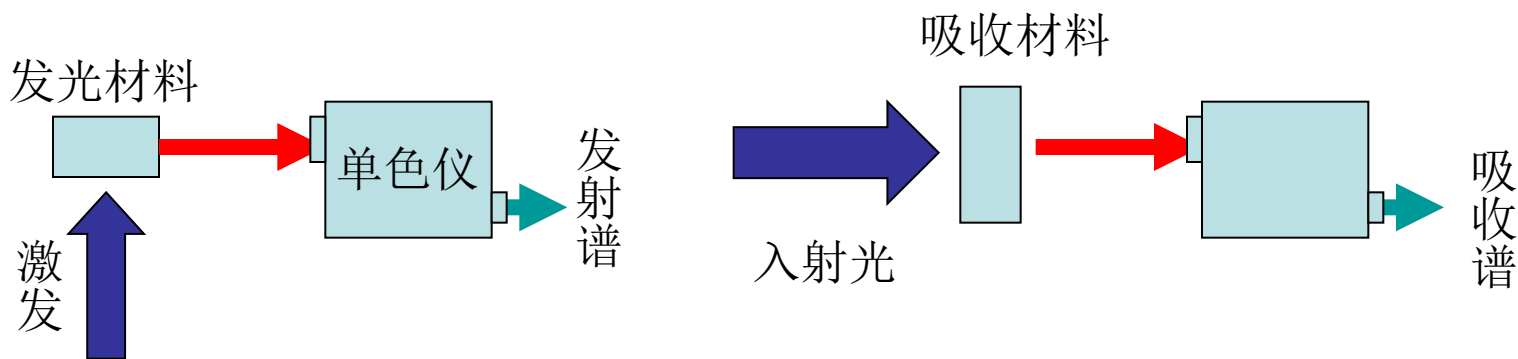


H<sub>2</sub>



太阳光谱

- 根据实验方法，可以分为发射光谱、吸收光谱、激发光谱，等等。





- 根据光谱的分布特征，可以分为线状光谱、带状光谱、连续光谱。

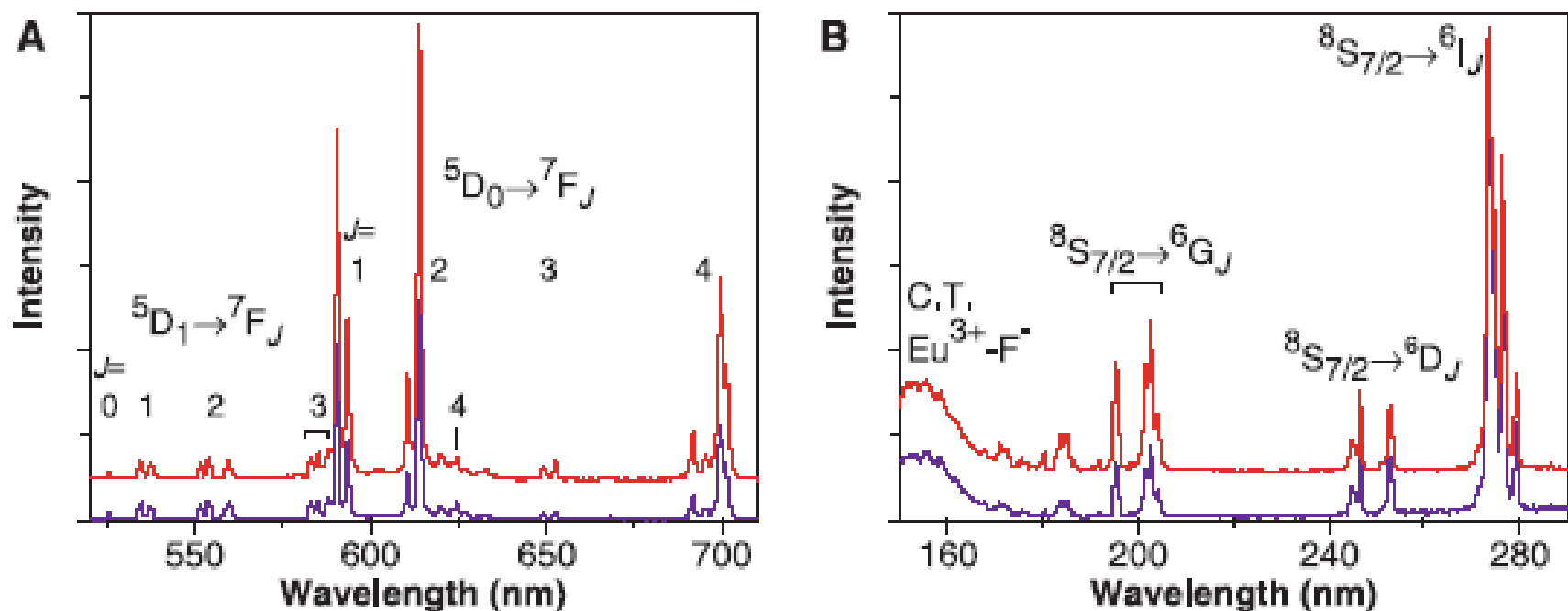
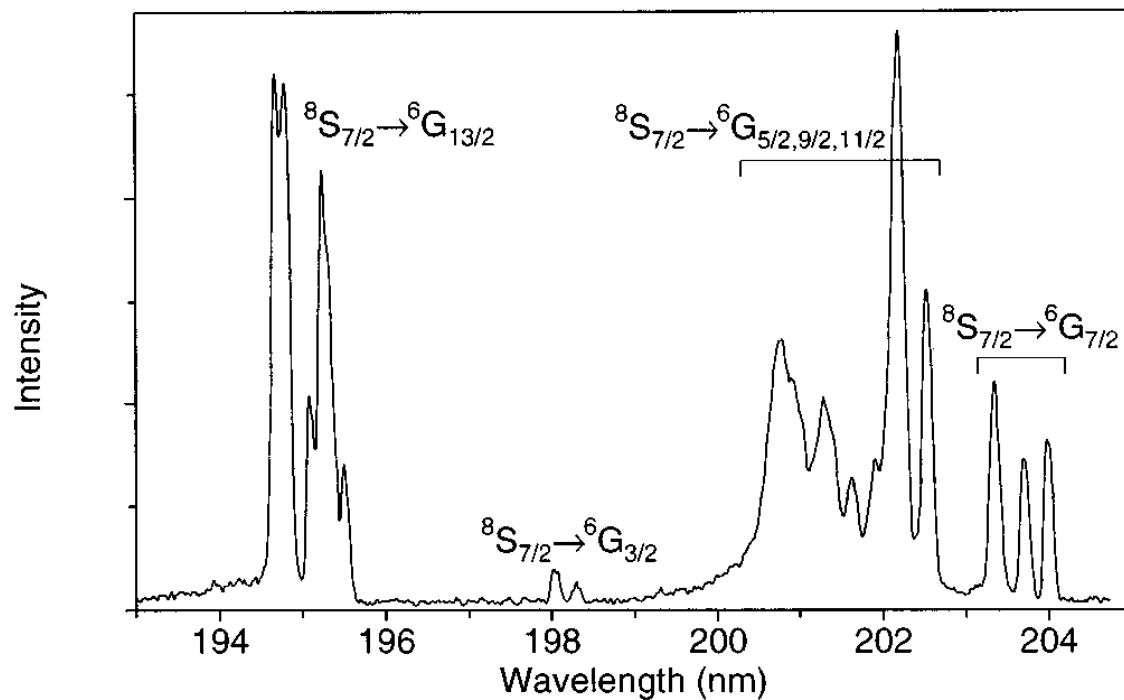
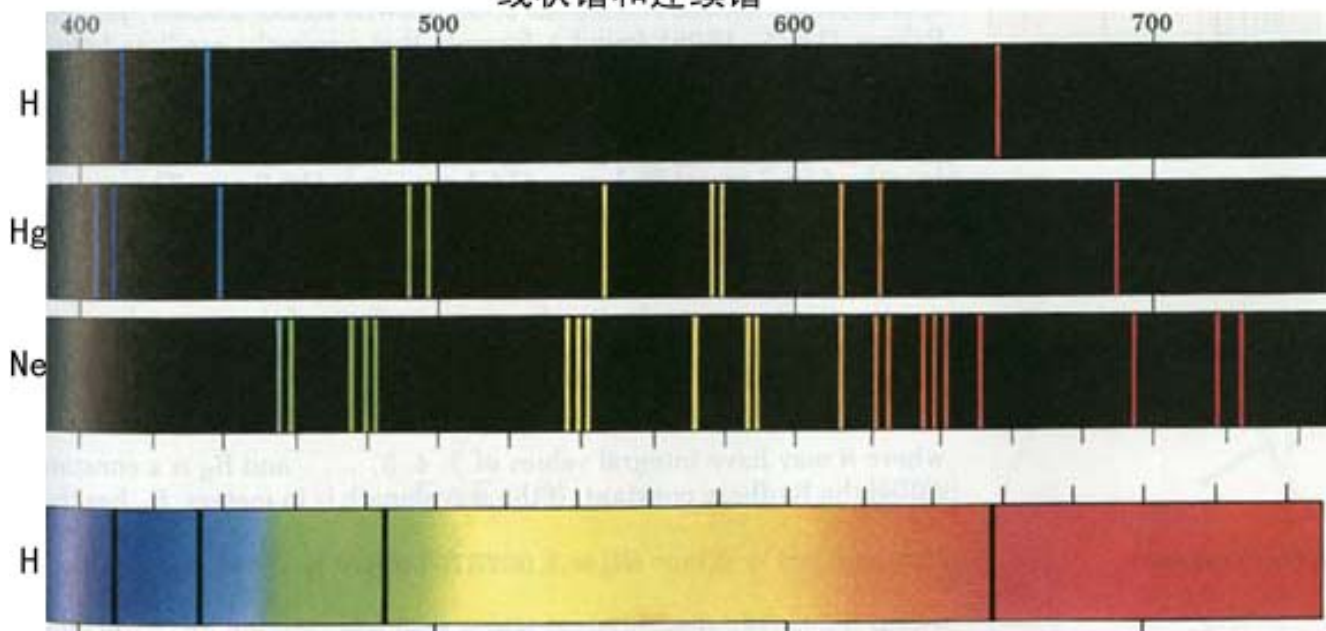


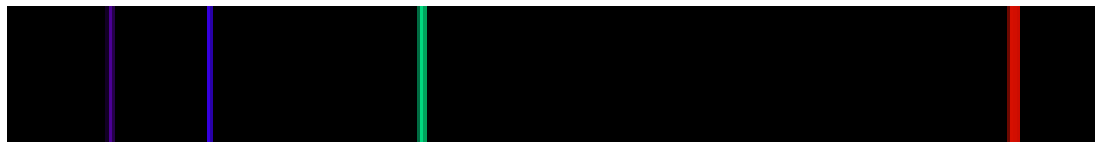
Fig. 3. (A) Emission spectra of  $\text{LiGdF}_4:\text{Eu}^{3+}$  (0.5 mol%) upon excitation in the  $^6I_J$  levels of  $\text{Gd}^{3+}$  at 273 nm (violet line) and upon excitation in the  $^6G_J$  levels of  $\text{Gd}^{3+}$  at 202 nm (red line), both at 300 K. The spectra are scaled on the  $^5D_1 \rightarrow ^7F_J$  emission intensity. (B) Excitation spectra of  $\text{LiGdF}_4:\text{Eu}^{3+}$  (0.5 mol%) monitoring the  $^5D_1 \rightarrow ^7F_2$  emission of  $\text{Eu}^{3+}$  at 554 nm (violet line) and the  $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$  emission at 614 nm (red line), both at 300 K. The spectra are scaled on the  $^8S_{7/2} \rightarrow ^6I_J$  excitation intensity.

# 线状谱和连续谱



# 吸收光谱与发射光谱

- 原子受到激发后，会发光，光谱由其特性决定
- 原子也会吸收光，从而在透射光谱中出现一系列的暗线
- 吸收光谱与发射光谱是对应的



氢原子的发射光谱



氢原子的吸收光谱

## 2、氢原子的光谱

- 1、氢原子受到激发后，可以发出线状光谱。
- 其中最著名的光谱线有以下四条

名称	$H_{\delta}$	$H_{\gamma}$	$H_{\beta}$	$H_{\alpha}$
波长 ( $\text{\AA}$ )	4101.20	4340.10	4860.74	6562.10
颜色	紫	青	深绿	红

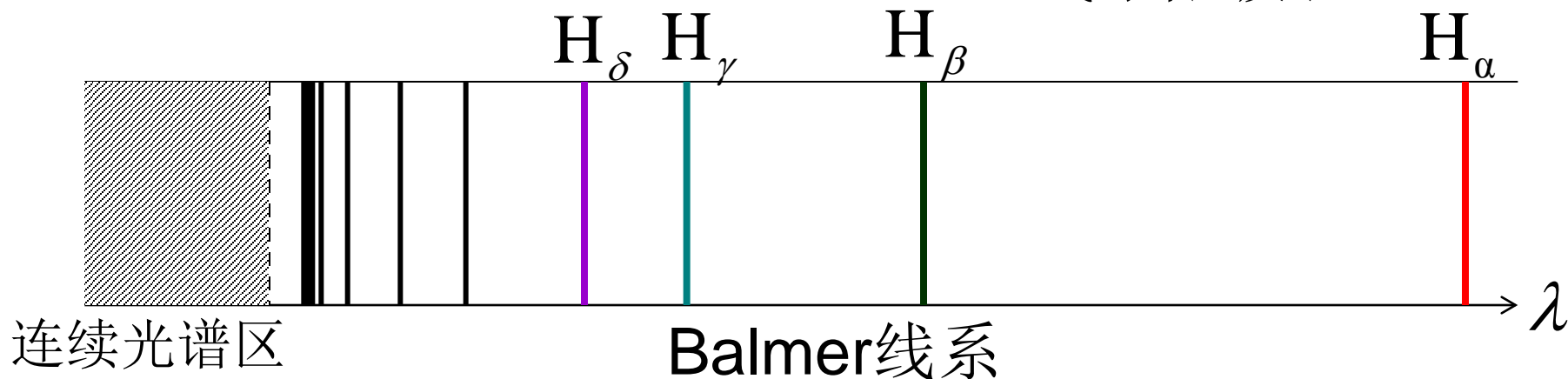


# 氢的Balmer线系

- **Balmer**发现，对于已知的14条氢的光谱线，可以用一个简单的公式表示其波长分布（1885年）

$$\lambda = B \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad n = 3, 4, 5, \dots \quad \text{Balmer公式}$$

其中  $B = 3645.6 \text{ \AA}$   $n \rightarrow \infty, \lambda_{\infty} = B = 3645.6 \text{ \AA}$   
线系限波长



- Balmer公式也可以改写为如下形式

$$\lambda = B \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{B} \frac{n^2 - 2^2}{n^2} = \frac{4}{B} \left[ \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right]$$

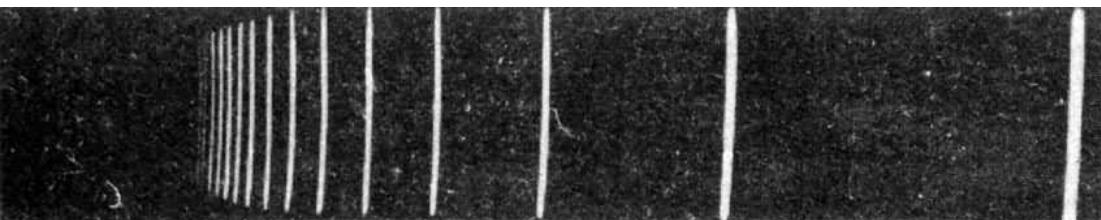
$$\frac{1}{\lambda} = \tilde{\nu} \quad \text{波数} \quad \frac{4}{B} = R_H \quad \text{Rydberg常数}$$

$$\tilde{\nu} = R_H \left[ \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right] \quad \text{Rydberg方程}$$

$$R_H = 1.0967758 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$



Johannes Robert Rydberg  
Sweden, 1854-1919



线系限 ↑      紫外 ←      可见      H<sub>γ</sub>      H<sub>β</sub>      H<sub>α</sub>

巴耳末线系示意图

# 氢原子的其它谱线系

- Lyman系  $\tilde{\nu} = R_{\text{H}}\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right], n = 2, 3, 4, \dots$
- Balmer系  $\tilde{\nu} = R_{\text{H}}\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right], n = 3, 4, 5, \dots$
- Paschen系  $\tilde{\nu} = R_{\text{H}}\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right], n = 4, 5, 6, \dots$
- Brackett系  $\tilde{\nu} = R_{\text{H}}\left[\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right], n = 5, 6, 7, \dots$
- Pfund系  $\tilde{\nu} = R_{\text{H}}\left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right], n = 6, 7, 8, \dots$
- Humphreys 系  $\tilde{\nu} = R_{\text{H}}\left[\frac{1}{6^2} - \frac{1}{n^2}\right], n = 6, 7, 8, \dots$

### 赖曼系

$n$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\infty$
$\lambda(\text{nm})$	121. 6	102. 5	97. 2	94. 9	93. 7	93. 0	92. 6	92. 3	92. 1	91. 9	91.1 5

### 巴尔末系

$n$	3	4	5	6	7	8	9	$\infty$
Name	$H_\alpha$	$H_\beta$	$H_\gamma$	$H_\delta$	$H_\epsilon$	$H_\zeta$	$H_\eta$	
$\lambda(\text{nm})$	656.3	486.1	434.1	410.2	397.0	388.9	383.5	364.6

### 帕邢系

$n$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	$\infty$
$\lambda(\text{nm})$	1874. 5	1281. 4	1093. 5	1004. 6	954. 3	922. 6	901. 2	886. 0	874. 8	866. 2	820. 1



# EMISSION SPECTRA



LITHIUM

SODIUM

POTASSIUM

BARIUM

CALCIUM

STRONTIUM

COPPER

ZINC



# 可以用通式表示为

$$\tilde{\nu} = R_{\text{H}} \left[ \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right] \quad \begin{array}{l} m = 1, 2, 3, \dots \\ n = m + 1, m + 2, m + 3, \dots \end{array}$$

对于其中的每一个 $m$ ,  $n=m+1, m+2, \dots$  可以构成一个谱线系

上述方法称为“组合法则”，即每一条光谱线的波数可以表示为两个与整数有关的函数项的差。

$$\tilde{\nu} = T(m) - T(n) \quad T(m) = \frac{R_{\text{H}}}{m^2} \quad T(n) = \frac{R_{\text{H}}}{n^2}$$

$T(m)$ 、 $T(n)$ 称为光谱项

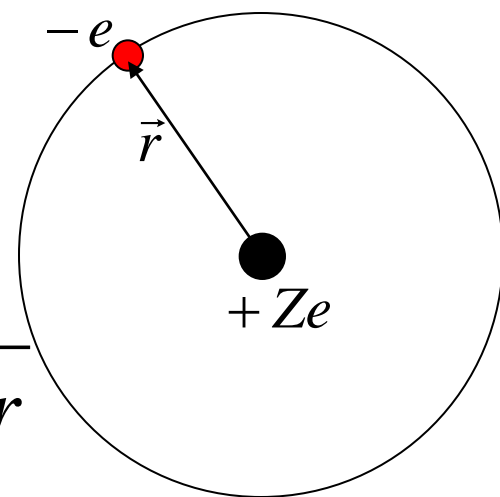
如此简单的物理规律之后必定隐藏着简单的物理本质！

# § 1.3 Bohr的氢原子模型

- 1、经典理论的困难
- 核外电子在核的库仑场中运动，受有心力作用

$$\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{m_e v^2}{r}$$

$$E = E_k + E_p = \frac{m_e v^2}{2} - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$



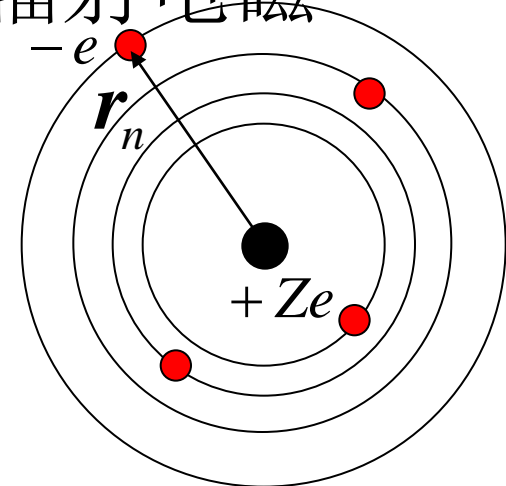
$$\text{轨道运动频率 } f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{e}{2\pi} \sqrt{\frac{Z}{4\pi\epsilon m_e r^3}}$$

- 按经典电磁学理论，带电粒子做加速运动，将向外辐射电磁波，其电磁辐射频率等于带电粒子运动频率。
- 则原子的光谱应当为连续谱。
- 由于向外辐射能量，原子的能量将不断减少，电子的轨道半径将不断缩小，最终将会落到核上，即所有原子将“崩塌”。
- 这与事实是矛盾的。
- 无法用经典的理论解释原子中核外电子的运动。

## 2、Bohr的氢原子模型（1913年）

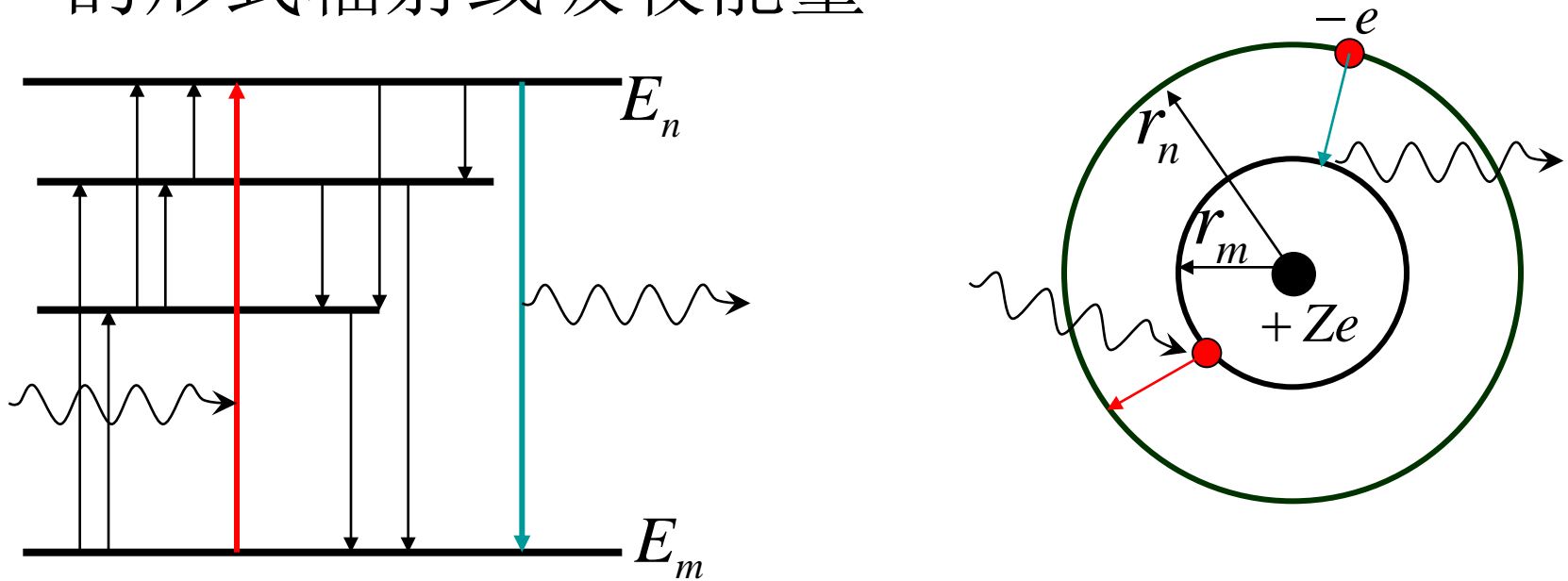
- 根据氢原子的光谱和量子思想，提出三个基本假设
- 1、定态条件（分立轨道假设）
- 核外电子只能处于一系列分立的轨道上，绕核转动；
- 电子在固定的轨道上运动时，不辐射电磁波，即原子处于一系列的定态。

定态能量，能级 
$$E_n = -\frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$$



- 2、频率条件

- 电子可以在不同的轨道之间跃迁，或者说原子可以在不同的能级之间跃迁，并以电磁波的形式辐射或吸收能量



$$h\nu = \Delta E = E_n - E_m = \frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{r_m} - \frac{1}{r_n} \right]$$

$$h\nu = \frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{r_m} - \frac{1}{r_n} \right]$$

$$h\nu = h \frac{c}{\lambda} = hc\tilde{\nu} = \frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{r_m} - \frac{1}{r_n} \right]$$

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 hc} \left[ \frac{1}{r_m} - \frac{1}{r_n} \right] \quad \text{与两个整数有关}$$

而Rydberg方程为  $\tilde{\nu} = R \left[ \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right]$

两者有相同的形式

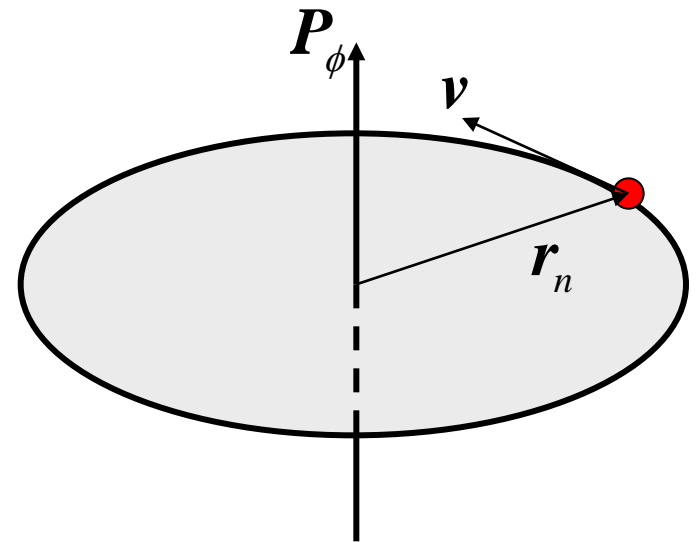
- 至此，**Bohr**的假设已经能够解释氢原子的光谱规律。
- 但其中的一些数值，如轨道半径、能量（能级）、**Rydberg**常数等还无法确定，说明该理论还不完备
- 还需要有进一步的假设



- 3、角动量量子化假设
- 电子轨道运动的角动量是量子化的，只能取一些特定的数值。

$$P_{\phi} = m_e v r_n = n \frac{h}{2\pi} = n\hbar \quad n = 1, 2, 3, 4 \dots$$

可以由此导出诸如轨道半径、能量（能级）、Rydberg常数，等等



角动量量子化  $m_e v r_n = n\hbar \Rightarrow m_e v^2 r_n^2 = \frac{(n\hbar)^2}{m_e}$

分立定态轨道  $\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r_n^2} = \frac{m_e v^2}{r_n} \Rightarrow m_e v^2 r_n = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0}$

$$\Rightarrow r_n = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2 n^2}{m_e e^2 Z} \quad a_1 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2} = 0.529166 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.53 \text{ \AA}$$

$$\Rightarrow r_n = a_1 \frac{n^2}{Z}$$

第一Bohr半径

$$E_n = -\frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r_n} = -\frac{2\pi^2 m_e e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^2} \frac{Z^2}{n^2} = -13.6 \left(\frac{Z}{n}\right)^2 \text{ eV}$$

$$E_n = -\frac{2\pi^2 m_e e^4 Z^2}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^2 n^2} \quad E_{n'} = -\frac{2\pi^2 m_e e^4 Z^2}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^2 n'^2}$$

$$\tilde{\nu} = \frac{E_n - E_{n'}}{hc} = \frac{2\pi^2 m_e e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^2} \left( \frac{Z^2}{n'^2} - \frac{Z^2}{n^2} \right) \frac{1}{hc}$$

$$= \frac{2\pi^2 m_e e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^3 c} \left[ \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right] Z^2$$

与Rydberg方程联系起来，可以得到Rydberg常数

$$R = \frac{2\pi^2 m_e e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^3 c} \quad \begin{array}{ll} \text{理论值} & R = 1.0973731 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \\ \text{实验值} & R_{\text{H}} = 1.0967758 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \end{array}$$

符合得出人意料的好！



Niels Bohr Institute



# 常用的组合常数

$$h = 6.62620 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \quad e = 1.602192 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\varepsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-12} \text{ A}\cdot\text{s}/\text{V}\cdot\text{m} \quad m_e = 9.109534 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$c = 2.997925 \times 10^8 \text{ m/s} \quad = 0.51100 \text{ MeV}/c^2$$

$$\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0} = 1.44 \text{ fm}\cdot\text{MeV} = 2.307 \times 10^{-28} \text{ J}\cdot\text{m}$$

$$hc = 12.4 \text{ \AA}\cdot\text{keV} = 1.24 \text{ nm}\cdot\text{keV}$$

$$\hbar c = 197 \text{ fm}\cdot\text{MeV} = 3.164 \times 10^{-26} \text{ J}\cdot\text{m}$$

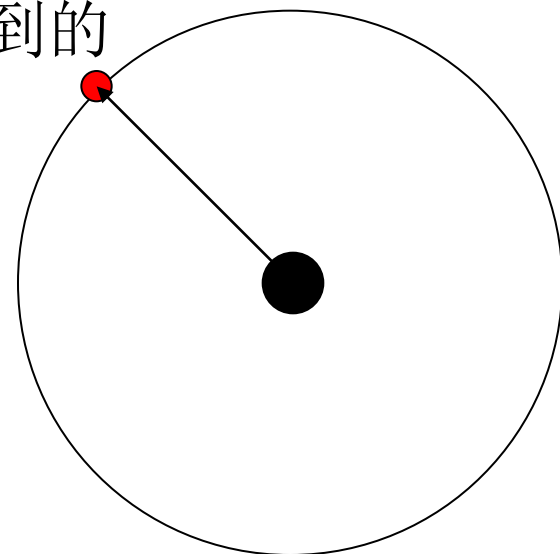
$$m_e c^2 = 0.511 \text{ MeV} = 8.199 \times 10^{-14} \text{ J}$$

$$a_1 = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{m_e e^2} = \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^{-1} \frac{(\hbar c)^2}{m_e c^2} = 0.529166 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.53 \text{ \AA}$$

$$R = \frac{4\pi^3 m_e e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 \hbar^3 c} = \frac{e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2} \frac{2m_e c^2}{(h/2\pi)^3 c^3} = 2 \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{m_e c^2}{(\hbar c)^3}$$
$$= 1.0973731 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

# Rydberg常数理论值与实验值的偏差

前面的推导是在假设核静止不动的前提下得到的  
但核并非静止的，所以应当采用质心坐标系  
在有心力场的两体问题中，只需要用折合质量代替电子的质量，则上述结论就对应于质心系



$$\mu = \frac{Mm_e}{M + m_e} \quad \begin{array}{l} M: \text{核质量;} \\ m_e: \text{电子质量} \end{array}$$

$$R = \frac{4\pi^3 \mu e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^3 c} = \frac{4\pi^3 m_e e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^3 c} \frac{M}{M + m_e} = \frac{4\pi^3 m_e e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^3 c} \frac{1}{1 + m_e / M}$$

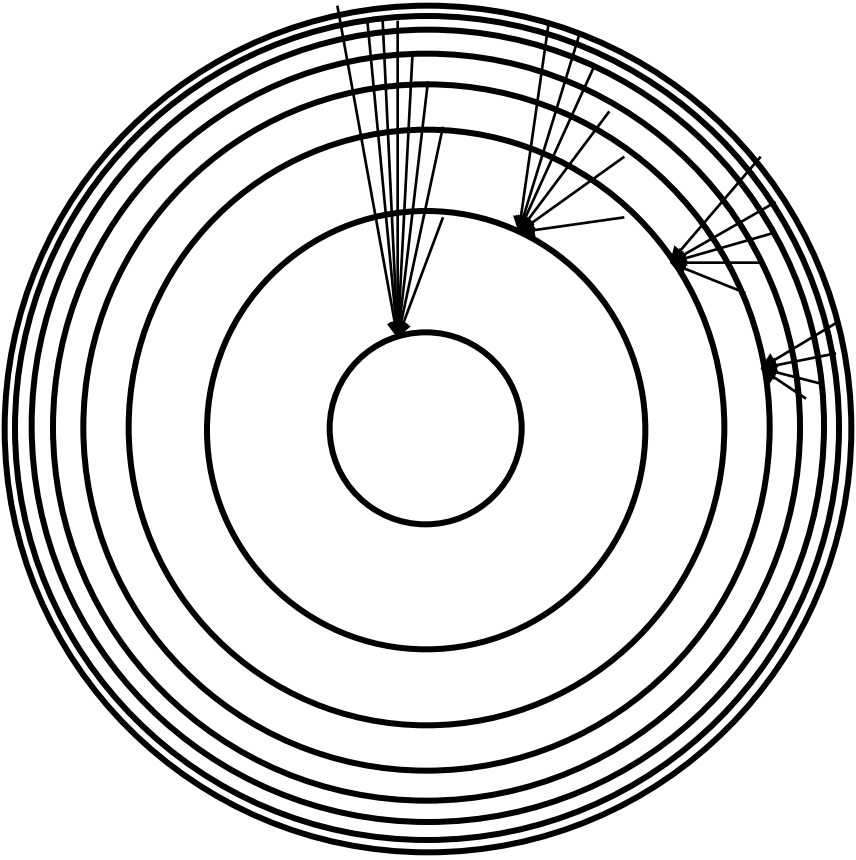
$$M \gg m_e \quad R_\infty = \frac{4\pi^3 m_e e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 h^3 c} \quad R_A = R_\infty \frac{1}{1 + m_e / M}$$

- 对于氢原子,  $m_e/M=1/1836.15$

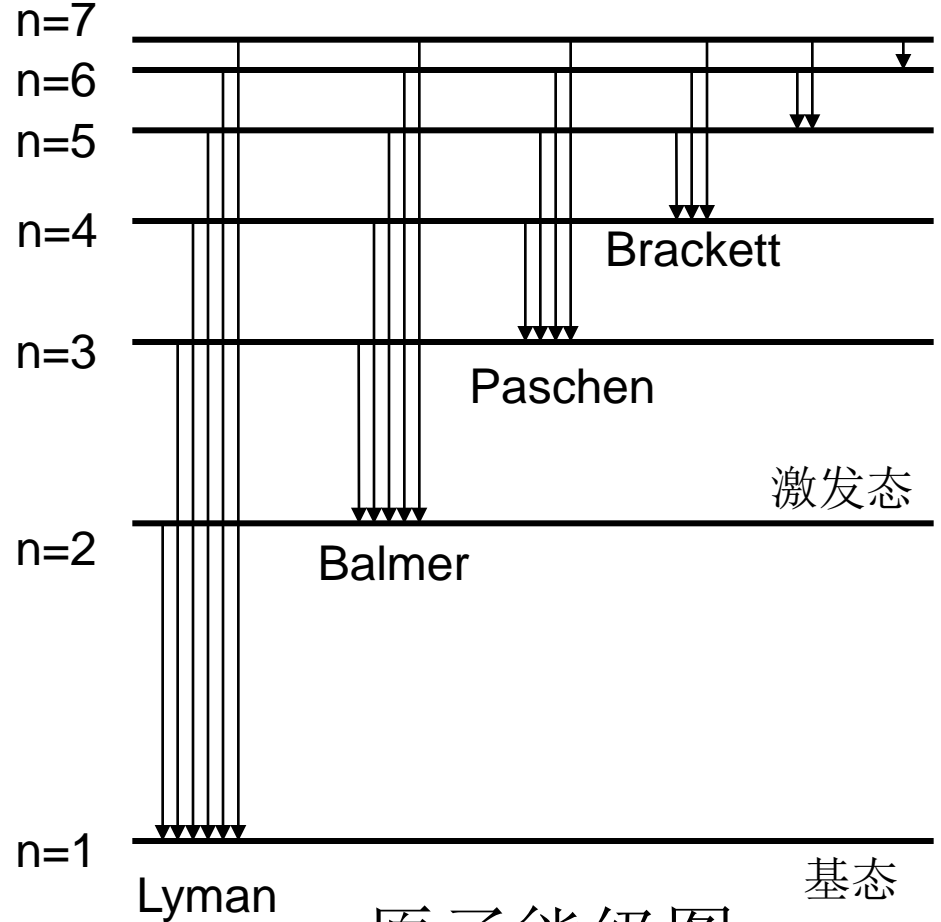
$$R_A = R_\infty \frac{1}{1+m_e/M} = 10973731 \times \frac{1}{1+1/1836.15} = 10967758 \text{ m}^{-1}$$

与实验值完全吻合





轨道模型



原子能级图

电子在轨道间跃迁时，原子在不同的能级间跃迁

# 氢原子的连续谱

- Balmer线系之外还有一个连续光谱区。
- 这是由非量子化轨道的电子跃迁而产生的。

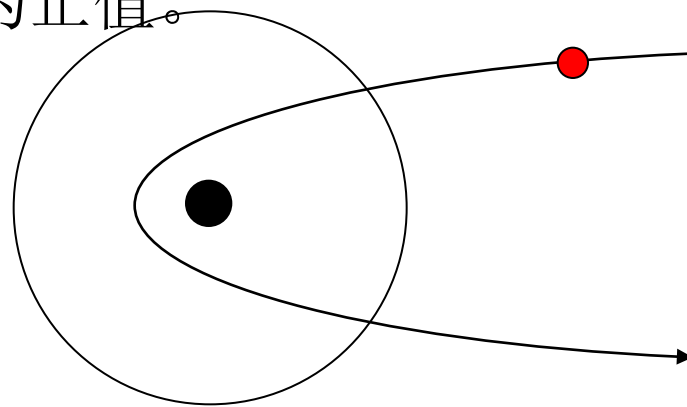
当原子的能量较高时，体系的能量为正值。

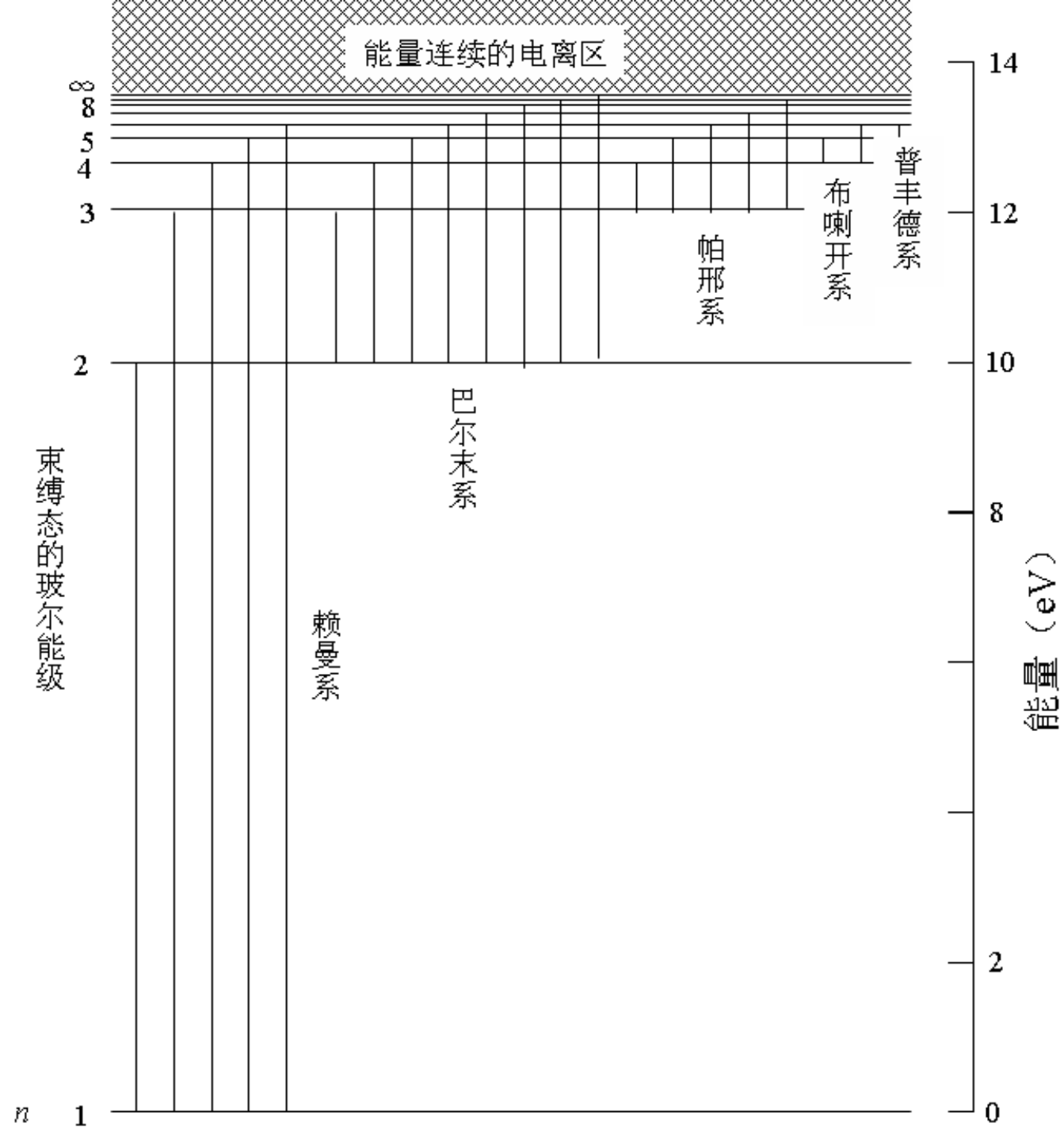
电子距核较远时，只有动能；  
靠近时，同时有动能和势能。

$$E = \frac{1}{2} m_e v_0^2 = \frac{1}{2} m_e v^2 - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

向量子化轨道跃迁时

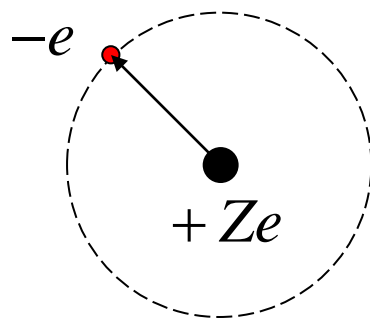
$$h\nu = E - E_n = \frac{1}{2} m_e v^2 - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{hcR}{n^2} \quad \text{发出连续谱}$$





# § 1.4 类氢离子的光谱

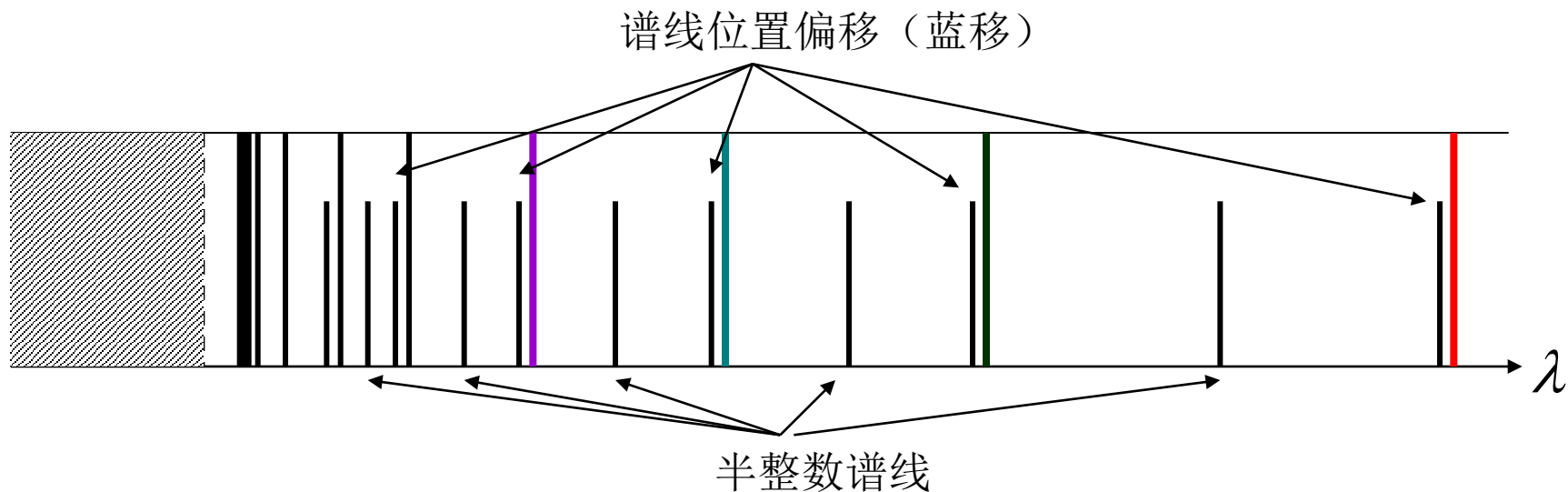
- 一、类氢离子
- 只有一个核外电子的离子



H   He<sup>+</sup>   Li<sup>++</sup>   Be<sup>+++</sup>  
HI   HeII   LiIII   BeIV

结构与氢原子类似

- 二、Pickering线系
- 1897年，发现来自一个星体的谱线系与Balmer线系相似



后来被证实是一价氦离子的谱线

● 三、解释

$$E_n = -\frac{hcR_A}{n^2} Z^2$$

$$\tilde{\nu} = \frac{E_n - E_m}{hc} = Z^2 R_A \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) = R_A \left[ \frac{1}{(m/Z)^2} - \frac{1}{(n/Z)^2} \right]$$

$$= R_A \left[ \frac{1}{2^2} - \frac{1}{(n/2)^2} \right] \quad Z = 2, m = 4$$

$$n = 6, 7, 8, \dots \quad n/2 = 3, 3.5, 4, 4.5, \dots \quad \text{半整数}$$

- 对于LiIII、BeIV，类似地有

$$\tilde{\nu}_{\text{Li}^{++}} = 3^2 R_{\text{Li}} \left[ \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right] = R_{\text{Li}} \left[ \frac{1}{(n_2/3)^2} - \frac{1}{(n_1/3)^2} \right]$$

$$\tilde{\nu}_{\text{Be}^{+++}} = 4^2 R_{\text{Be}} \left[ \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right] = R_{\text{Be}} \left[ \frac{1}{(n_2/4)^2} - \frac{1}{(n_1/4)^2} \right]$$

谱线位置蓝移

由Rydberg常数的变化产生

$$R_A = R_\infty \frac{1}{1 + m_e / M_A}$$

由于核质量增大，Rydberg常数增大，光谱线蓝移

- 四、氘的发现 (Urey, 1932年)
- 将4升液态氢在14K、53mmHg下蒸发, 得到1毫升液态氢
- 在其中光谱中发现了极其相似的光谱线

$H_{\alpha}$  包含两条很接近的谱线

$$\begin{cases} 6562.79 \text{ \AA} \\ 6561.00 \text{ \AA} \end{cases}, \Delta\lambda = 1.79 \text{ \AA}$$

- 假定存在同位素  $M_H / M_D = 1/2$

$$\frac{\lambda_H}{\lambda_D} = \frac{\tilde{\nu}_D}{\tilde{\nu}_H} = \frac{R_D}{R_H} = \frac{1 + m_e / M_H}{1 + m_e / M_D} = \frac{1 + 1/1836}{1 + 1/(2 \times 1836)} = 1.000273$$

$$\frac{6562.79}{6561.00} = 1.000273$$

与实验结果一致 肯定了氘 (D) 的存在



Harold Clayton Urey  
1893~ 1981  
1932年发现了氘



*Harold C. Urey.*



## § 1.5 Franck-Hertz实验

- 除了光谱学方法之外，可以用其它方法证明原子中分立能级的存在（1914年）
- 1、基本思想
- 利用加速电子碰撞原子，使之激发。测量电子所损失的能量，即是原子所吸收的能量。  
加速电子  $\rightarrow$  原子  $\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \text{吸收能量, 产生跃迁} \\ \rightarrow \text{不能激发, 不吸收能量} \end{array} \right.$

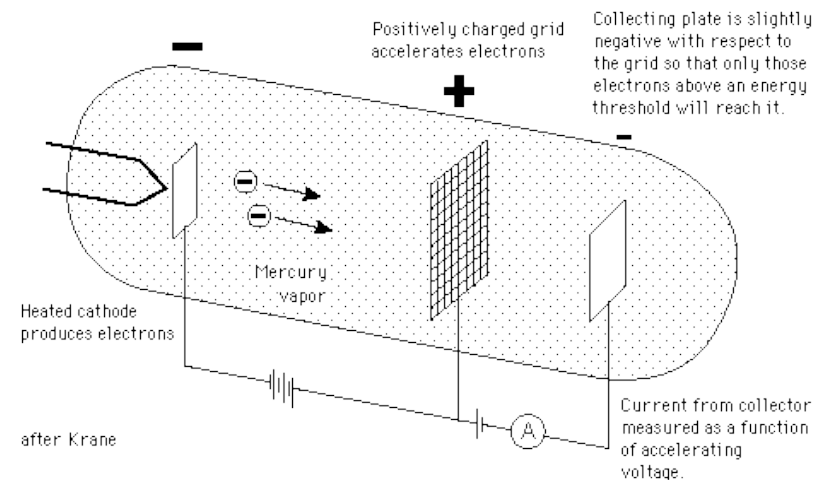
- 加速电子与原子碰撞。当电子能量较低时，原子内部不吸收电子的能量，两者之间是弹性碰撞
- 电子能量较高时，原子吸收电子能量
- 电子的动能被吸收，回路中电流降低
- 如果吸收后电子的动能仍很大，则电流随电压继续增大



James Franck ,  
1882~1964



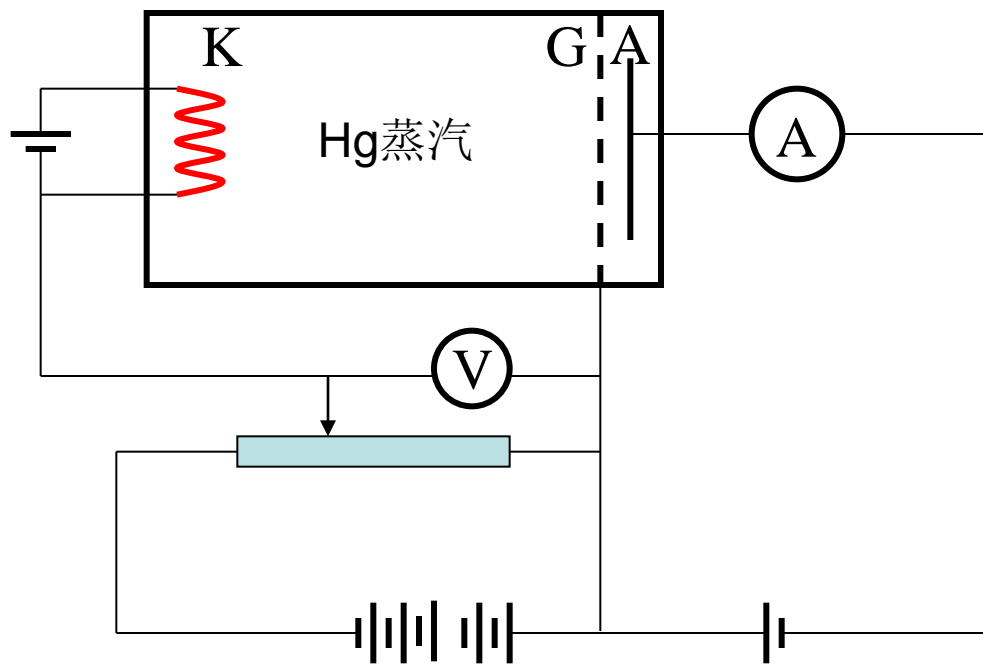
Gustav  
Hertz ,1887~1975

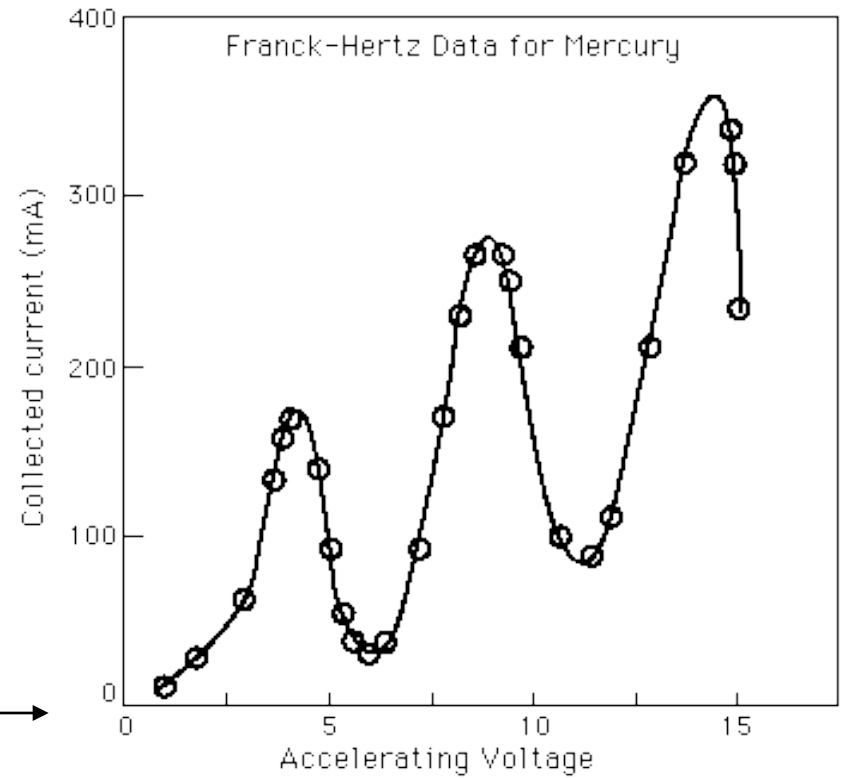
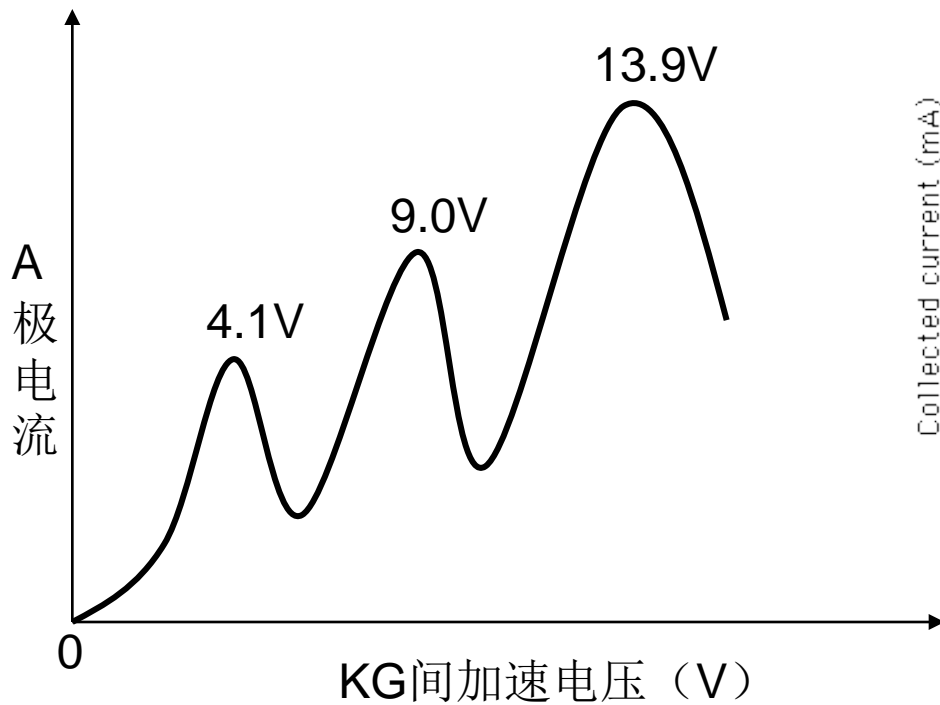


after Krane

## 2、Frank-Hertz实验

- 实验装置
- K:热阴极
- G:栅极
- A: 接收极
- KG空间: 加速、碰撞
- GA空间: 动能足够大的电子通过, 到达A极
- 测量接收极电流与加速电压间的关系





当电子的加速电压为4.9V时，即电子的动能达到4.9eV时，可以使Hg原子由于吸收电子的能量而从基态跃迁到最近的激发态，电子由于动能损失而无法到达阳极，回路中电流迅速降低。

**4.9V为Hg的第一激发电势**

表2.4.1 某些元素的第一电离电势

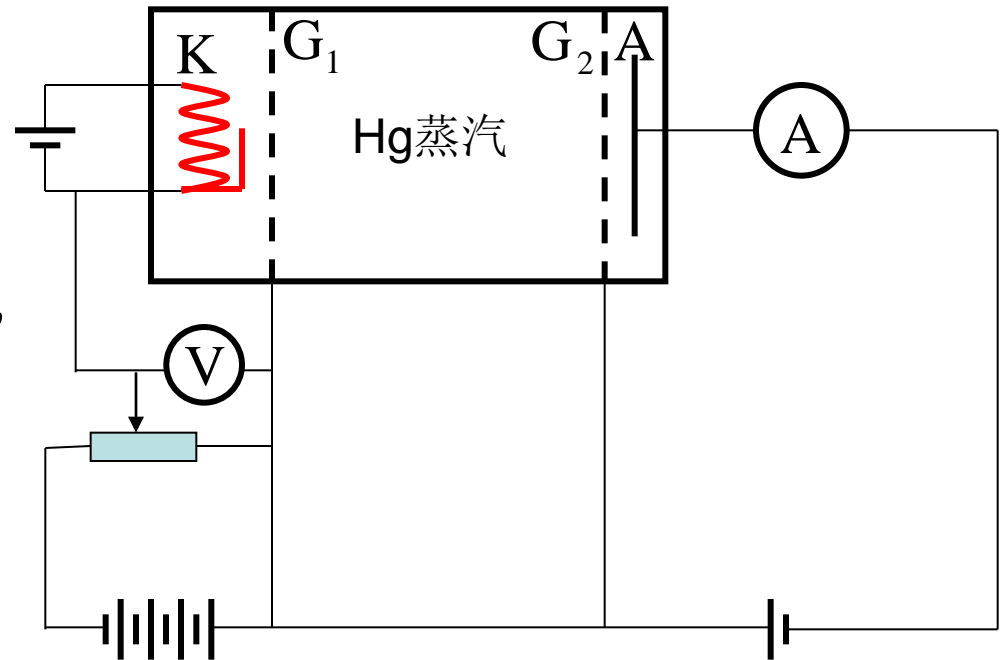
原子序数	元素	第一电离电势 (V)	原子序数	元素	第一电离电势 (V)
1	H	13.599	12	Mg	7.646
2	He	24.588	13	Al	5.986
3	Li	5.392	16	S	10.360
4	Be	9.323	18	Ar	15.760
5	B	8.298	19	K	4.341
8	O	13.618	20	Ca	6.1103
10	Ne	21.565	26	Fe	7.876
11	Na	5.139			

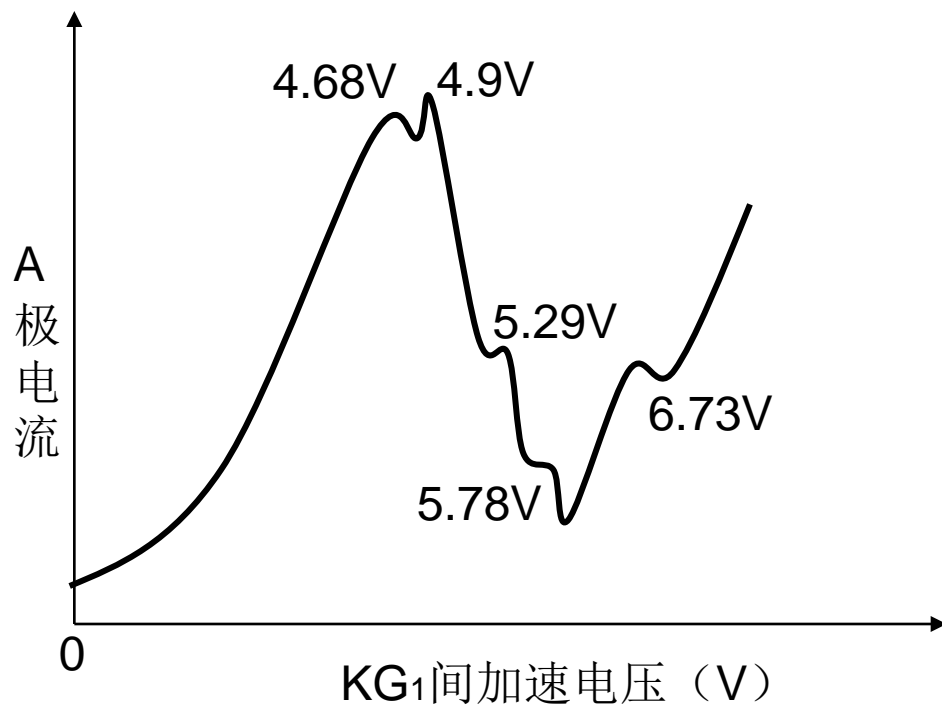
# 其他元素的第一和第二电离电势

元素	$E_1$	$E_2$	元素	$E_1$	$E_2$	元素	$E_1$	$E_2$
${}_1\text{H}$	13.59844		${}_{35}\text{Br}$	11.81381	21.8	${}_{69}\text{Tm}$	6.18431	12.05
${}_2\text{He}$	24.58741	54.41778	${}_{36}\text{Kr}$	13.99961	24.35985	${}_{70}\text{Yb}$	6.25416	12.1761
${}_3\text{Li}$	5.39172	75.64018	${}_{37}\text{Rb}$	4.17713	27.285	${}_{71}\text{Lu}$	5.42585	13.9
${}_4\text{Be}$	9.32263	18.21116	${}_{38}\text{Sr}$	5.69484	11.03013	${}_{72}\text{Hf}$	6.82507	14.9
${}_5\text{B}$	8.29803	25.15484	${}_{39}\text{Y}$	6.217	12.24	${}_{73}\text{Ta}$	7.89	
${}_6\text{C}$	11.26030	24.38332	${}_{40}\text{Zr}$	6.63390	13.13	${}_{74}\text{W}$	7.98	
${}_7\text{N}$	14.53414	29.6013	${}_{41}\text{Nb}$	6.75885	14.32	${}_{75}\text{Re}$	7.88	
${}_8\text{O}$	13.61806	35.11730	${}_{42}\text{Mo}$	7.09243	16.16	${}_{76}\text{Os}$	8.7	
${}_9\text{F}$	17.42282	34.97082	${}_{43}\text{Tc}$	7.28	15.26	${}_{77}\text{Ir}$	9.1	

# 3、改进的Frank-Hertz实验装置

- 作如下改进：
- 1、K极边上加旁热式极板
- 2、增加栅极 $G_1$ ，并使Hg蒸汽更稀薄，K  $G_1$ 间距小于电子的平均自由程
- $G_1$ ，  $G_2$ 等电位
- K  $G_1$ 间：加速区
- $G_1G_2$ 间：碰撞区
- 提高了测量精度





**亚稳态：** 不能够自发跃迁产生辐射



# 电离电势

- 改进后的实验装置可以使电子获得更大的动能
- 当电子的动能足够大时，原子由于吸收能量，可以使其中的电子被电离掉
- 相应的加速电压被称作**电离电势**
- 使中性原子电离为1价正离子的加速电压（电离电势），称为**第一电离电势**