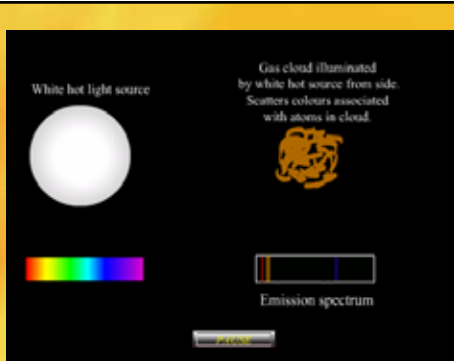
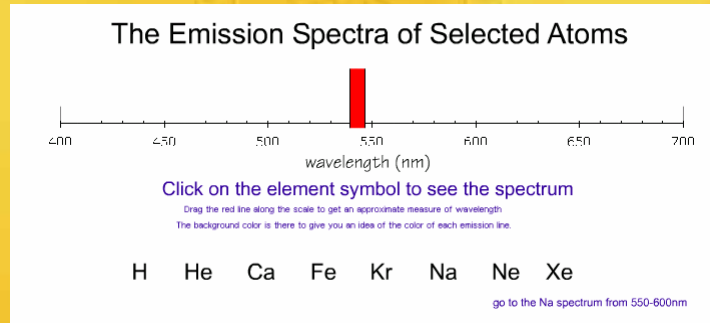




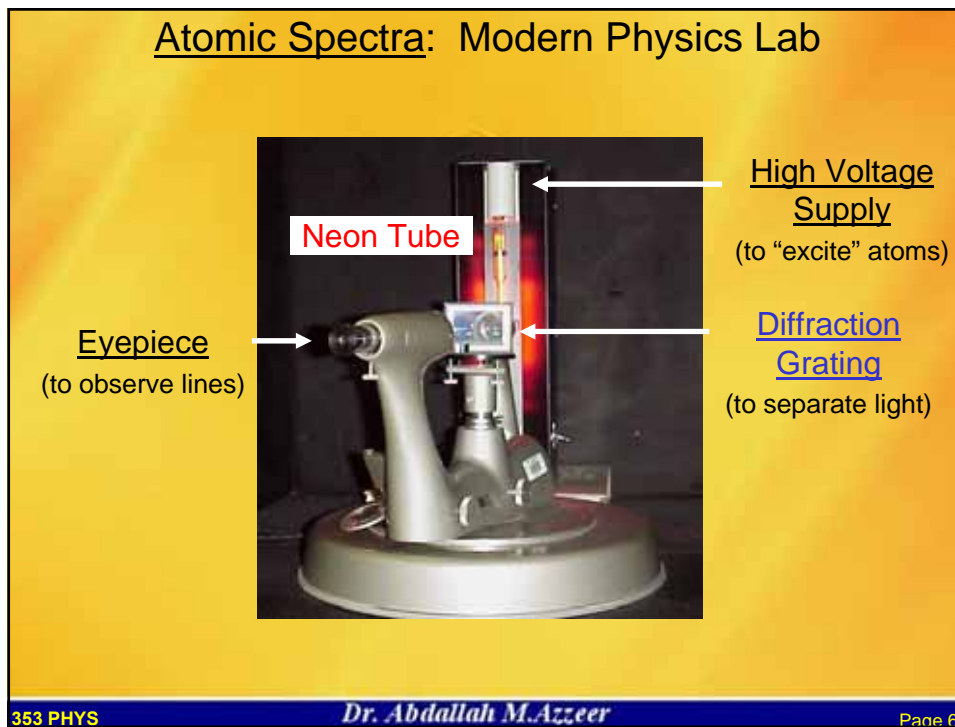
عند تهيج ذرات غاز أو بخار تحت ضغط مخلخل – بإمرار تيار كهربائي خلاله مثلاً نجد أن طيف الإشعاعات المنبعثة تحوي سلسلة من الخطوط المنفصلة عند أطوال موجية معينة .

الشكل يوضح الأطياف الذري لعدد من العناصر تدعي بخطوط طيف الانبعاث **emission line spectra**

إن كل عنصر في حالة غازية أو بخارية متهجية يظهر خطوط طيف انبعاث متميزة، ولذلك فإن علم تحليل الأطياف SPECTROSCOPY هو وسيلة مهمة في تحديد مكونات المواد .



لقد لوحظ أنه عندما يمر ضوء أبيض خلال مادة غازية، فإن الضوء الخارج يظهر خطوطاً سوداً عند نفس خطوط طيف تلك المادة، طيف خطوط الامتصاص **absorption line spectrum** الناشئ يتكون من خلفية **background** مضيئة تتخللها خطوط تمثل الموجات المفقودة من الضوء الداخل (الشكل) على حين يتألف طيف خطوط الانبعاث من خلفية سوداء تتخللها خطوط مضيئة. وسبب وجود خطوط **Fraunhofer** 1814 السود في طيف الأشعة الشمسية هو أنها نتيجة امتصاص أطوال موجية معينة، بواسطة الذرات المحيطة بالشمس، من طيف الأشعة المستمرة المنبعثة من القشرة المضيئة للشمس. والضوء الأصلي المستمر المنبعث من الشمس يكافئ إشعاعات منبعثة من جسم ساخن في درجة . 5800 K



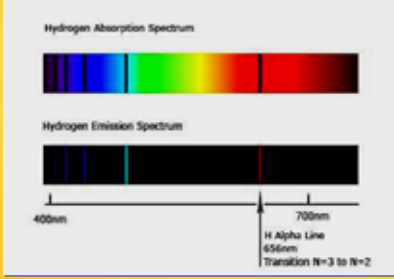
## Loading

ATOMIC SPECTRA

353 PHYS
Dr. Abdallah M. Azzeer
Page 7

وقد اكتشف في نهاية القرن التاسع عشر أن الأطوال الموجية في أطياف الذرات تنتظم بسلاسل محددة تدعى بسلاسل الأطياف spectral series وتحدد الأطوال الموجية لكل سلسلة بعلاقة تجريبية بسيطة، في حين أن هناك تشابه يجلب الانتباه ما بين السلاسل المختلفة لطيف نفس الذرة. كانت أول سلسلة طيف قد اكتشف من قبل العالم بالمر Balmer في عام 1885، عند دراسته للطيف المرئي لذرة الهيدروجين.

والشكل يوضح سلسلة بالمر Balmer series ويرمز للخط الأول ذي الطول الموجي (656.3 nm) بـ  $H_\alpha$ ، وللخط التالي (486.3 nm) بـ  $H_\beta$  ، ....

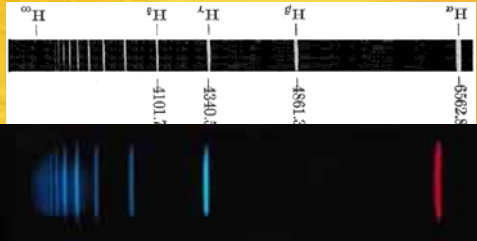


Hydrogen Absorption Spectrum

Hydrogen Emission Spectrum

400nm 700nm

H. Alpha Line  
656nm  
Transition N=3 to N=2



$H_\alpha$   $H_\beta$   $H_\gamma$   $H_\delta$   $H_\epsilon$

656.3 486.1 434.0 410.2 397.0

وكما قصر الطول الموجي لغاية نهاية السلسلة عند (364.6 nm) ، تقاربت الخطوط فيما بينها وقلت شدتها، وبعد نهاية السلسلة لا توجد خطوط طيف منفصلة، بل هناك طيف مستمر ذو شدة منخفضة.

353 PHYS
Dr. Abdallah M. Azzeer
Page 8



لاحقا

وجد أن قانون بالمر يمكن كتابته علي الصورة:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

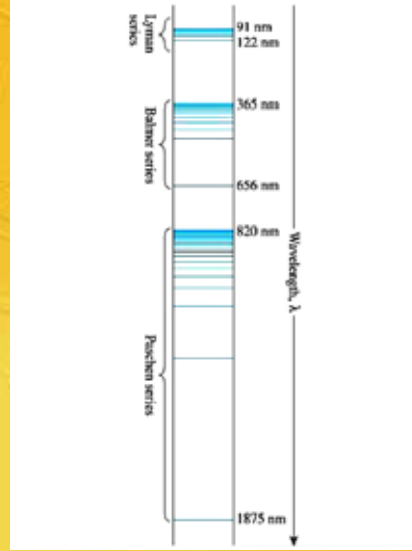
$$R = 1.0974 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

$n' = 1$  for Lyman series

2 for Balmer series

3 for Paschen series, etc.



353 PHYS

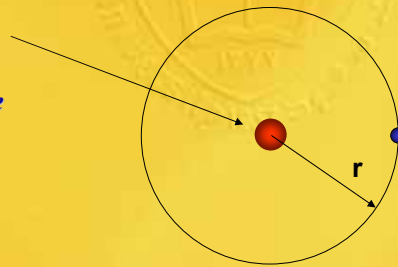
Dr. Abdallah M. Azzeer

Page 11

### قصور النموذج الكوكبي الكلاسيكي لذرة الهيدروجين

- إن النموذج الكوكبي لذرة الهيدروجين يفترض أن النواة في حالة سكون ومستقرة وأن الإلكترون يدور حولها في مدارات دائرية أو إهليلجية كما هو في الحال دوران الكواكب في النظام الشمس. فالشمس تمثل النواة والكوكب يمثل الإلكترون. والقوة التي ترتبط بالإلكترون بالنواة شبيهة بالقوة الجاذبية بين الكوكب والشمس.
- وللتبسيط في منهج هذا النموذج نفترض أن مدار الإلكترون حول النواة عبارة عن مدار دائري كما هو مبين بالشكل.

Stationary nucleus  
mass =  $M$   
charge =  $+e$



Orbiting electron  
mass =  $m_e$   
charge =  $-e$   
velocity =  $v$

353 PHYS

Dr. Abdallah M. Azzeer

Page 12

ولجعل الإلكترون يدور في مدار دائري يجب أن تؤثر عليه بقوة مركزية  $F_c$  حيث تتساوى هذه القوة المركزية مع قوة الجذب الكهروستاتيكي بين الإلكترون والنواة أي أن.

$$\frac{mv^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2} \Rightarrow mv^2 = \frac{ke^2}{r}$$

حيث  $v$  هي السرعة المدارية للإلكترون و  $m$  هي كتلة الإلكترون و  $e$  شحنة الإلكترون و  $r$  نصف قطر المدار الذي يسير فيه الإلكترون

إن الطاقة الكلية لذرة الهيدروجين  $E$  تساوي مجموع الطاقة الحركية  $K$  والطاقة الكامنة  $P$

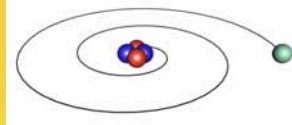
$$\begin{aligned} E = K + P &= \frac{1}{2}mv^2 + \left(-\frac{ke^2}{r}\right) \\ &= \frac{1}{2} \frac{ke^2}{r} - \frac{ke^2}{r} = -\frac{1}{2} \frac{ke^2}{r} \end{aligned}$$

ويلاحظ أن الطاقة الكلية تأخذ قيم سالبة وهذا يعني أن الإلكترون مرتبط بالنواة.

وكذلك إذا افترضنا أن الطاقة الكلية اللازمة لجعل الإلكترون يدور في مدار دائري حول النواة يساوي  $E = -13.6 \text{ eV}$  نجد من المعادلة أعلاه أن  $r = 0.53 \text{ \AA}$

وهذه القيمة لنصف قطر ذرة الهيدروجين متفقة مع القيم التي حصل بواسطتها على نصف القطر بطرق أخرى.

ولكن هذا الاتفاق الجيد وجد عقبات جديدة مما سببت قصور في هذا النموذج ألا وهي كما ذكرنا سابقاً بأنه حسب النظرية الكهرومغناطيسية التقليدية بأن الإلكترون يشع خلال دورانه حول النواة مما يسبب فقد في طاقته وبالتالي يسقط باتجاه النواة وقصور آخر في هذا النموذج بأنه المتوقع بأن الإشعاع المنبعث عبارة عن طيف متصل وهذا يتناقض مع ما لوحظ بالتجربة.



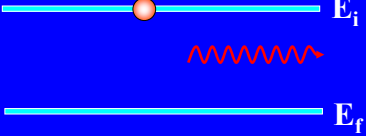






**الفرضية الثالثة**

إذا انتقل الإلكترون من مدار طاقته  $E_i$  إلى مدار أقل منه طاقته  $E_f$  فإنه يصدر عن الذرة فوتون طاقته  $h\nu$  تعطي بالعلاقة :

$$\Delta E = E_i - E_f = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$


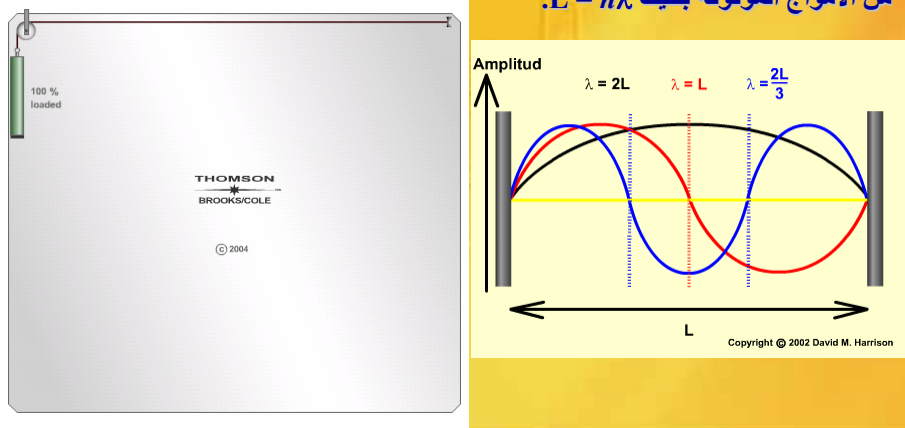
353 PHYS

Dr. Abdallah M. Azzeer

Page 17

ويلاحظ من فرضيات بوهر لذرة الهيدروجين بأن الفرضية الأولى اختيارية ولكن الفرضية الثالثة يمكن تبرير وضعها حسب فرضية بلانك الكمية للإشعاع في حين أن الفرضية الثانية جاءت متأخرة مع فرضية دي برولي سنة 1926م.

ولفهم ذلك نفترض حبل طوله  $L$  ومشدود عند طرفيه. فعندما يهتز هذا الحبل فإنه يعمل عدد  $n$  من الأمواج الموقوفة بحيث  $L = n\lambda$ .



353 PHYS

Dr. Abdallah M. Azzeer

Page 18



لنتصور أن هذا الحبل المهتز بأموح موقوفه  
(standing waves) ثني مشكلاً دائرة نصف  
قطرها  $r$  كما هو مبين بالشكل.

محيط الدائرة = طول الحبل =  $L = 2\pi r = n\lambda$

$L = 2\pi r = n\lambda$

ولكن حسب فرضية دي برولي (لاحقاً)

$\lambda = h/p = h/mv$

بالتعويض عن  $\lambda$  في المعادلة السابقة

$2\pi r = n\lambda = nh/mv$

$mvr = nh/2\pi = n\hbar$

$L_n = mvr = n\hbar$

353 PHYS
Dr. Abdallah M. Azzeer
Page 19

وهذه نفس الفرضية الثانية المذكورة سابقاً .

وهذا يعني أن الإلكترون يدور حول النواة بصورة مستمرة ومن دون أن يشع طاقة إذا كان مداره يحوي على عدد كامل من أطوال موجه دي برولي للإلكترون.

هذه الفرضية تمثل فكره أولية لفهم التركيب الذري وهي فرضية تجمع ما بين الصفات الجسيمية الموجودة للإلكترون، ذلك لأن الطول الموجي للإلكترون يحسب بدلالة السرعة الكلاسيكية للإلكترون اللازمة لمعادلة القوة الجاذبة الكهروستاتيكية نحو النواة

ومع أننا لا نستطيع أن نشاهد هذه الصفات المتناقضة آنياً، ولكن الحقيقة هي أنه لا يمكن فصل هذه الصفات عن بعضها في الطبيعة.

353 PHYS
Dr. Abdallah M. Azzeer
Page 20