

# عصر نظري و تمارين

التطورات الرتبة ٥

تطور جملة ميكانيكية



الشعب : علوم تجريبية  
رياضيات ، تقني رياضي

\*\*\*\*\*

[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)

السنة الدراسية : 2015/2014

## المحتوى المفاهيمي : 07

### حدود ميكانيك نيوتن

- إن ميكانيك نيوتن عاجز على تفسير النظام المجهرى الشبيه بالنظام الشمسي (ذرة - نواة) ، كما أنه عاجز تماما على تفسير بعض الظواهر الفيزيائية كإصدار المادة لضوء و امتصاصها لضوء ، أما فيما يخص الطاقة المكممة في الذرة و التي سنتطرق لها فيما بعد ، فهي لا يمكن أن تفسر في ميكانيك نيوتن ، و هنا يظهر ما يسمى بالميكانيك النسبي و ميكانيك الكم .
- الضوء ذو طبيعة موجية ، أي عبارة عن أمواج مثله مثل الأمواج الميكانيكية و الأمواج الضوئية ، فهو إذن يمتاز بمقدار يدعى طول الموجة  $\lambda$  وحدته المتر ، كما يمتاز أيضا بمقدار يدعى التواتر  $f$  الذي وحدته الهرتز .
- طول الموجة  $\lambda$  يتعلق بالتواتر وفق العلاقة :

$$\lambda = \frac{v}{f} \Leftrightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

حيث :  $v$  هي سرعة الضوء في الخلاء ( $v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ) .

#### ●- فرضية بلاك - أنشتاين :

بالإضافة إلى أن الضوء ذو طبيعة موجية فقد افترض العالم انشتاين لتفسير بعض الظواهر الفيزيائية المستعصية آنذاك ، طبيعة أخرى للضوء و هي الطبيعة الجسمية ، حيث اعتبر أن الضوء يتكون من حبيبات دقيقة تدعى الفوتونات ، و الفوتون الواحد يحمل طاقة قدرها :

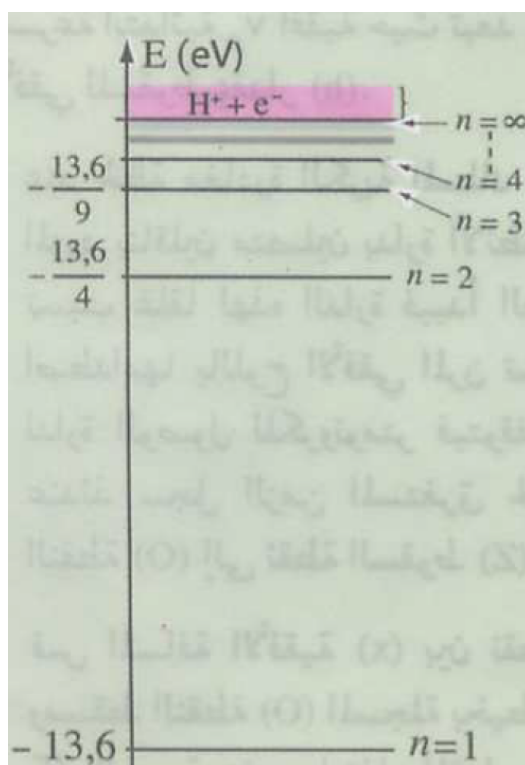
$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot C}{\lambda}$$

$h$  : ثابت بلانك حيث يساوي  $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  .  
 $f$  : تواتر الإشعاع و يقدر بالهرتز (Hz) .  
 $\lambda$  : طول الموجة و يقدر بالمتر .

### ● فرضيات بور - سويات الطاقة :

- بعد دراسات معمقة لأطياف الانبعاث من طرف العالم نيلز بوهر ، و وضع سنة 1913 المسلمات التالية :  
 ▪ إن طاقة الذرة لا تأخذ إلا بعض القيم لذا يقال عنها **مكممة** و تسمى حالات الذرة الموافقة لهذه القيم المميزة من الطاقة ، **سويات الطاقة** .  
 ▪ إن انتقال الإلكترون من سوية طاقة لأخرى يصاحبه امتصاص أو فقدان طاقة على شكل إشعاعات ضوئية وحيدة اللون أي على شكل فوتون .

- إلكترون الذرة يكون موجود على أحد سويات الطاقة للذرة ، أي موجود في مدار موافق لسوية من هذه السويات .  
 - لكل سوية طاقة رقم نرسم له بـ  $n$  ، هذه الأرقام مرتبة من  $n = 1$  إلى  $n = \infty$  و الشكل التالي يمثل سويات الطاقة في ذرة الهيدروجين :



- عند السوية الموافقة لـ  $n = 1$  تكون عندها الذرة في حالتها الأساسية (غير مثارة) .  
 - عند السوية  $n > 1$  تكون الذرة في حالة مثارها و للعودة إلى حالتها الأساسية تصدر الفائض في الطاقة عن طريق بعث فوتون (مثل النواة المثارة عندما تصدر إشعاع  $\gamma$ ) ، أي بعث ضوء ، و هذا ما يفسر إصدار الذرات لضوء مثل الضوء الذي يصدره سلك حديدي عندما يسخن بشدة أو مصباح طيفي عندما يتعرض لشرارة كهربائية ، و عندها ينتقل الإلكترون من السوية التي كان عليها إلى سوية أقل ، و بالمثل عندما تمتص الذرة فوتون و هي في الحالة الأساسية تصبح في حالة مثارة ، و عندما تنتقل إلى سوية أعلى .  
 - عند السوية الموافقة لـ  $n = \infty$  يكون الإلكترون بعيد كل البعد عن النواة و في هذه الحالة نقول عن الذرة أنها تشردت .

- عندما ينتقل الإلكترون من سوية  $n_1$  ( $E_1$ ) إلى سوية أخرى  $n_2$  ( $E_2$ ) فإن الذرة تمتص أو تصدر فوتون طاقته مساوية للفرق بين هاتين السويتين ( $|E_2 - E_1|$ ) و كون أن طاقة الفوتون هي  $E = h.f$  يمكن كتابة :

$$E = |E_2 - E_1| = h.f$$

**ملاحظة :**

عندما نقول طول موجة و تواتر الفوتون نقصد به طول موجة و تواتر الإشعاع المتكون من هذا الفوتون .

### التمرين (1) :

تعطى طاقات مختلف سويات ذرة الهيدروجين بالعلاقة :

$$E = \frac{-13.6}{n^2} \text{ (eV)}$$

حيث  $n$  العدد الكمي الرئيسي .

1- ما هي أدنى طاقة لازمة لتتسرد ذرة الهيدروجين و هي في الحالة الأساسية ؟

2- أحسب الطاقة التي تمتصها ذرة الهيدروجين ، ليقفز الإلكترون :

أ- من السوية  $n = 1$  إلى السوية  $n = 2$  .

ب- من السوية  $n = 1$  إلى السوية  $n = 3$  .

3- لتكن الفوتونات ذات الطاقات التالية على الترتيب :

$$E_3 = 10.20 \text{ eV} , E_2 = 15.90 \text{ eV} , E_1 = 04.50 \text{ eV}$$

$$E_6 = 15.00 \text{ eV} , E_5 = 12.08 \text{ eV} , E_4 = 11.00 \text{ eV}$$

حدد من بين الفوتونات السابقة من هي القادرة على إثارة ذرة الهيدروجين و هي في الحالة الأساسية مبررا إجابتك .

4- أحسب تواتر الإشعاع الصادر عندما يقفز الإلكترون في ذرة الهيدروجين من السوية  $n = 3$  إلى السوية  $n = 2$  .

**يعطى :**

$$\text{ثابت بلانك : } h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} , 1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

### الأجوبة :

1- أدنى طاقة لازمة للتشرد :

التشرد يكون من أجل انتقال سوية الطاقة من الحالة  $n = 0$  إلى الحالة  $n = \infty$  و عليه تكون قيمة طاقة التشرد كما يلي :

$$E = E_{(n=\infty)} - E_{(n=0)}$$

$$E = \frac{-13.6}{(\infty)^2} - \frac{-13.6}{(1)^2} = 0 + 13.6 = 13.6 \text{ MeV}$$

2- الطاقة التي تمتصها ذرة الهيدروجين عندما يقفز الإلكترون من السوية  $n = 1$  إلى السوية  $n = 2$  :

$$E = E_{(n=2)} - E_{(n=1)}$$

$$E = \frac{-13.6}{(2)^2} - \frac{-13.6}{(1)^2} = -3.4 - (-13.6) = 10.2 \text{ MeV}$$

- الطاقة التي تمتصها ذرة الهيدروجين عندما يقفز الإلكترون من السوية  $n = 1$  إلى السوية  $n = 3$  :

$$E = E_{(n=3)} - E_{(n=1)}$$

$$E = \frac{-13.6}{(3)^2} - \frac{-13.6}{(1)^2} = -1.51 - (-13.6) = 12.09 \text{ MeV}$$

## 3- الفوتونات القادرة على إثارة ذرة الهيدروجين :

الفوتون الذي يمكنه إثارة ذرة الهيدروجين هو الفوتون الذي يجعل الإلكترون ينتقل من سوية  $n_1 = 1$  (الأساسية) إلى سوية  $n$  (حيث  $n$  عدد طبيعي) و تكون طاقته مساوية عندئذ لـ :

$$E = E_{(n)} - E_{(n=1)}$$

$$E = \frac{-13.6}{(n)^2} - \frac{-13.6}{(1)^2} = \frac{-13.6}{n^2} + 13.6$$

$$\frac{13.6}{n^2} = 13.6 - E \rightarrow n^2 = \frac{13.6}{13.6 - E} \rightarrow \frac{13.6}{n^2} = 13.6 - E \rightarrow n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - E}}$$

$$\bullet E_1 = 04.50 \rightarrow n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 4.50}} = 1.22$$

$$\bullet E_2 = 15.90 \rightarrow n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 15.9}} = ?$$

$$\bullet E_3 = 10.20 \rightarrow n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 10.20}} = 2$$

$$\bullet E_4 = 11.00 \rightarrow n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 11.00}} = 3.31$$

$$\bullet E_5 = 12.08 \rightarrow n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 12.08}} \approx 3$$

$$\bullet E_6 = 15.00 \rightarrow n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 15.00}} \approx ?$$

إذن الفوتونات القادرة على إثارة ذرة الهيدروجين هي الفوتونات ذات الطاقات :

▪  $E_3 = 10.20 \text{ eV}$  هو يجعل الإلكترون يقفز من السوية الأساسية إلى السوية  $n = 2$  .

▪  $E_5 = 12.08 \text{ eV}$  هو يجعل الإلكترون يقفز من السوية الأساسية إلى السوية  $n = 3$  .

## 4- تواتر الإشعاع الصادر :

عندما يقفز الإلكترون من السوية  $n = 3$  إلى السوية  $n = 2$  تصدر ذرة الهيدروجين فوتون طاقته :

$$E = E_{(n=3)} - E_{(n=2)}$$

$$E = \frac{-13.6}{(3)^2} - \frac{-13.6}{(2)^2} = -1.51 - (-3.40) = -1.51 + 3.40 = 1.89 \text{ MeV}$$

و هذا الفوتون يوافق إشعاع تواتره  $\nu$  حيث :

$$E = h\nu \rightarrow \nu = \frac{E}{h}$$

$$\nu = \frac{1.89 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{6.62 \cdot 10^{-34}} = 4.57 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$