المجـــال: التطورات الرتيبة

الوحدة الخامسة: تطور جمـلة ميكانيـــكية

الموضوع: حدود ميكانيـــك نيوتن	**المدة: 2 سا**

الانفتاح على العالـم الكمـي

عرفنا سابقا أن تطبيق قانون الجذب العام لنيوتن يسمح بوصف حركة الأرض أو حركة قمر اصطناعي في مداره حول كوكب.

اقترح روذرفورد Rutherford سنة 1911، بناءا على تجربته المشهورة، نموذجا كوكبيا للذرة حيث شبه فيه حركة الإلكترونات حول النواة بحركة الكواكب حول الشمس.

فهل، يا ترى تسمح قوانين نيوتن بوصف الحركتين بنفس الدقة في العالمين على المستوى الكوكبي والمستوى الذري؟

إن القوى المتدخلة في التأثيرات المتبادلة التجاذبية والتأثيرات المتبادلة الكهربائية تشترك في كونها قوى مركزية تتغير عكسيا مع مربع البعد بين الجسمين أو الشحنتين.

إن تطبيق قوانين نيوتن تمكن من معرفة مثلا، حركة قمر اصطناعي حول الأرض بدقة وتحديد شروط القذف التي تتحكم في وضع القمر الاصطناعي على المدار الذي يتم اختياره. وفي حالة وقوع خطأ، يمكن تصحيح المسار عن طريق تطبيق قوانين نيوتن. وأدى التشابه الشكلي بين عبارتي قوى التجاذب الكونية والقوى الكهربائية إلى الاعتقاد أن حركة الإلكترون حول نواته مشابهة إلى حركة القمر الاصطناعي حول كوكبه. لكن الحقيقة غير ذلك، فإن الفيزيائيين يتكلمون عن السحابة الإلكترونية واحتمال تواجد الإلكترون حول النواة ويؤكدون أن مسار الإلكترون حول نواته غير معرّف.

ما هي الصعوبات التي واجهت النموذج الذري لروذرفورد؟

في النموذج الذري كما تخيله روذرفورد، فإن الإلكترونات تدور حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس أو كما تدور الأقمار الاصطناعية حول الأرض. فإذا تعرض القمر الاصطناعي إلى تأثير خارجي وتسبب في اضطراب حركته، فإن تطبيق قوانين نيوتن يسمح بتصحيح المسار. وهكذا فإن نفس الجسم يمكن أن يكون تابعا على مدارات مختلفة حول الأرض، حيث يوافق كل مدار إلى قيمة معينة لسرعة قذفه.

أما على المستوى الذري، نعلم أن المادة تتكون من ذرات وأن هذه الذرات سواءا كانت في الحالة الصلبة، السائلة أو الغازية تخضع إلى تأثيرات متبادلة بين بعضها البعض. فإذا كان للإلكترونات نفس السلوك كما هو الحال مع الأقمار الاصطناعية، فإن الحركة غير المنظمة تغير مساراتها بصفة مستمرة وبالتالي فإن النتيجة المباشرة هي أن الذرات التي تمتلك نفس العدد من الإلكترونات تكون لها حجوم مختلفة ومتغيرة حسب التصادمات التي تتعرض لها.

وهكذا، فإذا أخذنا على سبيل المثال ذرات الهيدروجين التي تمثل أبسط الذرات، فإننا نجد إحصائيا في نفس العينة من مادة الهيدروجين ذرات هيدروجين تختلف كثيرا في حجومها عن بعضها البعض. لكن القياسات التي أنجزت على هذه الذرات تبين بوضوح أن ذرات الهيدروجين متماثلة. ويمكن تعميم هذه الملاحظة بالنسبة لذرات الأكسجين، الهيليوم أو أي ذرات أخرى.

كل نوع من الذرات يتميز بحجم معين. يوجد تطابق بين كل الذرات التي تنتمي إلى نفس العنصر ويكون لها نفس القطر الذري.

إن هذه النتائج متناقضة مع قوانين نيوتن على الرغم من أن قانوني التأثيرات المتبادلة لهما نفس الصيغة من حيث الشكل.

1. ظهور الميكانيك النسبي:

- **قانونا الجذب العام والكهربائي:**

$$\vec{F}_{P/e} = -K.\frac{|q_P|.|q_e|}{r^2}.\vec{n} \qquad \vec{F}_{S/T} = -G.\frac{M_S.M_T}{r^2}.\vec{n}$$

- **حجم الذرات:**

حسب العلاقة التالية:

$$\vec{F}_{P/e} = -K.\frac{|q_P|.|q_e|}{d^2}.\vec{n}$$

يمكننا القول إنه يمكن للإلكترون أي يدور حول النواة في مسارات مختلفة أي الذرات لنفس النوع لها حجوم مختلفة. إلا أنه تجريبيا كل نوع من الذرات يتميز بحجم معين. يوجد تطابق بين كل الذرات التي تنتمي إلى نفس العنصر ويكون لها نفس القطر الذري.

- **طاقة الجملة (أرض + قمر اصطناعي):**

عبارة الطاقة الحركية لقمر اصطناعي يدور حول الأرض على ارتفاع r هي من الشكل:

$$E_C = \frac{1}{2}m.g.r$$

هذه العلاقة تبين أن الطاقة الحركية المكتسبة تزداد بزيادة الارتفاع، فالطاقة إذن يمكن أن تتغير بصفة مستمرة.

- **طاقة الجملة (إلكترون + بروتون):**

إن تبادلات الطاقة على المستوى الذري لا يمكن أن يتم إلا بكميات محددة تسمى كمات الطاقة (quanta d'énergie)، فنقول عن الطاقات المتبادلة أنها مكممة.

خلاصة:

- في النظام الشمسي (أرض – شمس)، الطاقة الحركية المكتسبة يمكن أن تتغير بصفة مستمرة.
- في النظام المجهري (إلكترون – بروتون)، إن كميات الطاقة لها قيم محددة لا يمكنها أن تتغير إلا بصفة متقطعة.
- لا يمكن تفسير ظواهر النظام المجهري الذي يشبه النظام الشمسي إلا بميكانيك الكم.
- عندما ينتهي ميكانيك نيوتن عند حدود معينة يظهر الميكانيك النسبي.

2. تفسير بعض الظواهر الفيزيائية:

- **مفهوم الفوتون:**

- **فرضية بلانك 1900:** الطاقة الكهرومغناطسية (الطاقة التي يحملها الضوء) لايمكنها أن تتحول إلا بوحدات تسمى "الكم"، بحيث يمكن إرفاق كل إشعاع وحيد اللون تواتره υ بوحدة طاقوية.
- **فرضية أينشتاين 1905:** أعطى للضوء طبيعة جسمية زيادة على طبيعته الموجية فهو محمول من طرف جسيمات تدعى "فوتونات" معدومة الكتلة والشحنة. كل فوتون يحمل كماً من الطاقة سرعتها تساوي سرعة الضوء.

$$\boxed{E = h.\upsilon = h.\frac{c}{\lambda}}$$

بحيث:

h: هو ثابت بلانك قيمته $6{,}62.10^{-34}\ J.s$	c: سرعة الضوء في الفراغ قيمتها $3.10^8\ m.s^{-1}$
λ: طول موجة الإشعاع وحدتها (m)	υ: تواتر الإشعاع وحدته (Hz)

http://www.physique48dz.weebly.com/

- **الطيف الذري:**

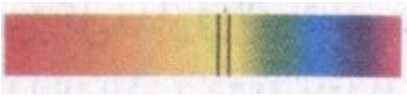
هو مجموعة من الأطوال الموجية المنبعثة من أحد العناصر الكيميائية بعد إثارته بارتفاع درجة حرارته إلى درجة التوهج أو الأطوال الموجية التي يمتصها العنصر عندما يعترضه ضوء أبيض. ونميز نوعان من الأطياف:

- **طيف اصدار:** طيف الضوء الصادر عن المادة.

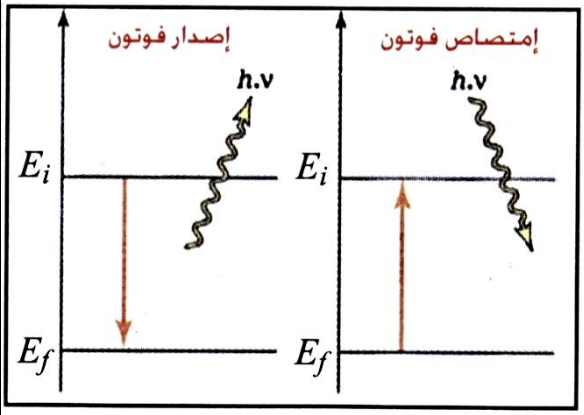
مثال: ذرة الصوديوم

- **طيف الامتصاص:** طيف الضوء الذي يجتاز المادة.

مثال: ذرة الصوديوم



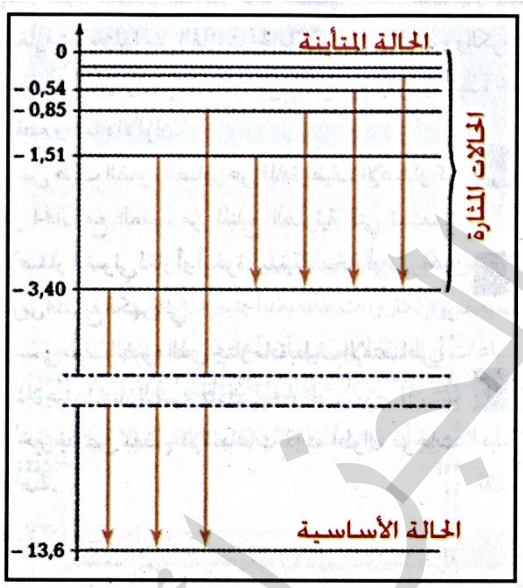
- **فرضية بوهر 1913:**



- تشغل الإلكترونات في الذرة مداراة محددة بحيث لا يمكن للإلكترون أن ينتقل من مدار لآخر إذا انبعث أو تم امتصاص فوتون.
- عندما يهبط إلكترون من مستوى طاقة أعلى E_i إلى مستوى طاقة أدنى E_f يصدر كمًا واحدا من الإشعاع.
- عندما يمتص إلكترون كما واحدا من الإشعاع يقفز من مستوى طاقة E_f إلى مستوى طاقة E_i.

$$\Delta E = E_i - E_f = h.\upsilon$$

- **مخطط مستويات الطاقة في الذرة:**



- تملك الذرة مستويات أو سويات طاقة متفرقة.
- نعطي اصطلاحا القيمة 0 للطاقة في حالة التشرد للذرة وهي أكبر قيمة للطاقة مما يعني أن الطاقات الأخرى سالبة.

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}(eV)$$

http://www.physique48dz.weebly.com/