في هذا الدرس يجب أن

1 - اعرف أن الفيزياء الكلاسيكية (فيزياء نيوتن وغاليلي ولابلاص) استطاعت أن تفسّر الكثير من الظواهر، بما فيها الفلكية.
2 - أعرف أن الفيزياء الكلاسيكية عجزت عن تفسير حركات الجسيمات على مستوى الذرة.
3 - أعرف أن طاقة الذرة مكمّمة.
4 - أفرّق بين طيف الامتصاص وطيف الانبعاث.
5 - أعرف سبب تشكّل طيفي الامتصاص والانبعاث.
6 - أعرف أن طيف ذرة هو خاصية تميّز الذرّة.

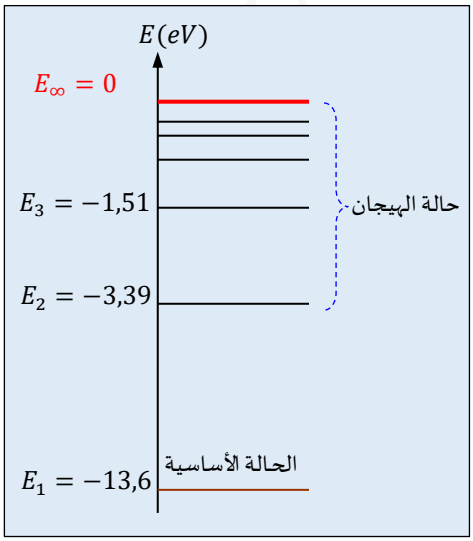
ملخص الدرس

1 - حدود الميكانيك الكلاسيكية

عجزت قوانين الميكانيك الكلاسيكي (غاليلي، نيوتن، لابلاص) وقوانين الكهرومغناطيس (ماكسويل) عن تفسير تركيب الذرة وحركة الإلكترونات.

2 - الميكانيك الكمية

- إنّ تفاعلية المادة والإشعاعات تتم بواسطة تبادل الطاقة، بحيث من أجل إشعاع تواتره ν تكون الطاقة المحوّلة عبارة عن مضاعفات لطاقة صغرى تسمى الكم، وهي $E = h\nu$. h هو ثابت بلانك $h = 6{,}63 \times 10^{-34} J.s$ ، $E\ (Joule)$
- الطاقة في الذرة غير مستمرّة، بحيث أنها لا تأخذ إلا قيما معيّنة تسمى الطاقة المكمّمة (مقسّمة إلى حزم أو مستويات محدّدة، لا يمكن للإلكترون أن يمتلك بينها طاقة).
- عندما يهبط إلكترون من مستوى طاقة E_S إلى مستوى أدنى E_i يُصدر كمّا واحدا من الإشعاع $h\nu = E_S - E_i$.
مجموعة الإشعاعات المنبعثة تشكّل طيف الانبعاث.
- لا يستطيع الإلكترون أن يقفز من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة أعلى إلا إذا امتصّ كمّا واحدا $h\nu$.
مجموعة الإشعاعات الممتصّة تسمى طيف الامتصاص.



مستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين:

تُعطى طاقة المستويات في ذرة الهيدروجين بالعلاقة $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}$.
حيث $E_n(eV)$. (مقياس الرسم غير محترم في هذا التمثيل).

العلاقة بين طول موجة الإشعاع وتواتره:

تواتر الإشعاع يتعلق بلونه، أي مهما كان الوسط الذي ينتشر فيه الإشعاع يبقى التواتر ثابتا، أما طول الموجة يتغير حسب الوسط.

$c = \lambda_{vide}\ \nu$ ، حيث c : سرعة الضوء في الفراغ
$(c \approx 3 \times 10^8\ m/s)$ ، λ_{vide} : طول موجة الإشعاع في الفراغ، ν : التواتر

الدرس

1 - أين يكمن عجز الميكانيك التقليدي (الكلاسيكي) ؟

- **الفعل الكهروضوئي**

نُسقط أشعة ضوئية بنفسجيّة على معدن التوتياء، فتُقتلع من المعدن الإلكترونات. نغيّر الشدة الضوئية فنتحصّل على نفس النتيجة.
نسقط أشعة ضوئية حمراء على نفس المعدن، فمهما تكون الشدة الضوئية لا يمكن نزع الإلكترونات من المعدن.

- **الأطياف الذرية**

نموذج روذرفورد : (1911) : نواة موجبة تدور حولها الإلكترونات المشحونة سلبا (المادة فارغة تقريبا) .

سلبيات هذا النموذج: الإلكترون عند دورانه يُصدر اشعاعات، فمن المفروض أنه يفقد الطاقة باستمرار، وبالتالي يُعطي طيفا ضوئيا مستمرا، لكن التجربة بيّنت أن الطيف غير مستمر، أي أن الإلكترون لا يمكنه أن يشغل كل الأوضاع في الذرة كما تصوّر ذلك روذرفورد.
تصوّر أن القمر الاصطناعي هو الإلكترون وأن الأرض هي النواة. نعلم أن القمر الاصطناعي بإمكانه شغل كل الارتفاعات (طبعا حسب سرعته). لكن الإلكترون لا يمكنه ذلك. لو كان كذلك، فبفعل الصدمات التي تتلقاها الذرات لما وجدنا ذرات عنصر واحد كلها متشابهة.

لم تتمكن الميكانيك الكلاسيكية من تفسير حركة الجسيمات على مستوى الذرة.

فرضية بلانك:

الطاقة الكهرومغناطيسية (الطاقة التي يحملها الضوء) لا يمكنها أن تتحول إلا بواسطة وحدات تسمى **الكمّ**، بحيث يمكن إرفاق كل إشعاع وحيد اللون تواتره ν بوحدة طاقوية $E = h\nu$. h هو ثابت بلانك ، حيث $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J.s$
الضوء موجة، إذن يملك زمنا دوريا T ، وبالتالي تواترا ν يقاس بالهرتز (Hz)

فرضية أنشتاين :

زيادة عن موجيّة الضوء، فهو ذو طبيعة جسيمية، يتألف من فوتونات، بحيث يحمل كل فوتون طاقة $E = h\nu$

نموذج بوهر: (1913): تشغل الإلكترونات في الذرة مدارات محدّدة، بحيث لا يمكن لإلكترون أن ينتقل من مدار لآخر إلا إذا انبعث فوتون أو تمّ امتصاص فوتون.

2- مستويات الطاقة في الذرة:

تملك الذرة مستويات أو سويّات للطاقة غير مستمرة. (معنى هذا أن الإلكترون لا يمكنه أن يشغل أي مكان في الذرة عندما يكتسب طاقة خارجية أو يفقد طاقة).
اصطلاحا تُعطى للطاقة القيمة صفر في حالة تشرّد الذرة، وكل الطاقات الأخرى تكون سالبة.
مثلا ذرة الهيدروجين: $\boldsymbol{E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}}$ ، حيث n هو رقم المدار. E_n مقاسة بـ eV .
لما تتلقى ذرة الهيدروجين طاقة خارجية يبتعد إلكترونها الوحيد عن النواة، فإذا لم تستطيع النواة التحكم فيه تتشرد ذرة الهيدروجين، وهذا يوافق $n \to \infty$ ، وبالتالي $E_\infty = 0$.
من أجل المدار الأول $(n = 1)$ يكون $E_1 = -13{,}6\ eV$ ، حيث أن هذه الطاقة توافق الذرة في حالتها الأساسية.

طيف الإصدار

عندما تكتسب الذرة طاقة خارجية تقفز الإلكترونات إلى مدارات أبعد، وعند عودتها تصدر إشعاعات تواتراتها محدّدة بالفرق بين طاقتي المدارين اللذين إنتقل بينهما الإلكترون. هذه الإشعاعات تشكل طيفا يتألّف من خطوط ألوانها توافق التواترات ν التي تحقق $E = h\nu$ ، حيث E هو الفرق بين طاقتي المدارين.

طيف الإمتصاص

عندما تكتسب الذرة طاقة كهرومغناطيسية، يمكن أن تتمّ عملية امتصاص للفوتونات وبالتالي قفز الإلكترونات إلى مدارات أعلى في الذرة.

لو حللنا الطيف الذي أسقطناه على الذرة لوجدناه يحتوي على ألوان تتخلّلها خطوط سوداء. هذه الخطوط السوداء هي أماكن الإشعاعات التي تمّ امتصاصها.

نسبية الزمن:(خاص بشعبتي الرياضيات وتقني رياضي)

نركز فقط على القانون الثالث لنيوتن، والذي نصه هو:

إذا أثرت جملة A بفعل ميكانيكي على جملة B مُنَمذج بقوة $\vec{F}_{A/B}$ ، فإن الجملة B تؤثر في **نفس الوقت** على الجملة A بفعل مُنَمذج بقوة $\vec{F}_{B/A}$ بحيث يكون: $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

وقال نيوتن:

*Tout corps qui presse ou tire un autre corps est en **même temps** tiré ou pressé lui-même par cet autre corps.*
*Si on presse une pierre avec le doigt, le doigt est pressé en **même temps** par la pierre.*

يقول نيوتن أن الفعلين يحدثان في نفس اللحظة، لكن من نتائج نظرية النسبية هي أنه لا توجد أي معلومة تنتشر بسرعة أكبر من سرعة الضوء، وبالتالي تصبح ميكانيك نيوتن عاجزة عن شرح الآنية في الأفعال المتبادلة.

ملاحظة: حتى لا يكون هناك أي التباس أو غموض في تقديم هذا الدرس للتلاميذ، نضع أمامكم مقتطفين من تدرجات المقرر 2023، أحدهما لشعبة الرياضيات وتقني رياضي والآخر لشعبة العلوم التجريبية.

شعبة الرياضيات	
- نشاط توثيقي يتناول مقارنة حركة الكواكب بالحركة في الذرات (مسألة الأطياف). - نسبية الزمن (عجز ميكانيك نيوتن لشرح الآنية في الأفعال المتبادلة). * محاكاة على الأطياف	- استعمال *TICE* - تمارين الكتاب المقرر: رقم 48-49 ص 293

شعبة العلوم التجريبية	
- نشاط توثيقي يتناول مقارنة حركة الكواكب بالحركة في الذرات (الأطياف). - التطرق لتغير حجم ذرة الهيدروجين انطلاقا من مفهوم	- أطياف الخطوط لذرة الهيدروجين - وثيقة 86 من الكتاب المقرر: ص 266 - وثيقة 88 من الكتاب المقرر ص 267 تمرين من الكتاب المقرر: رقم 49- ص 293 ملاحظة : انظر توجيهات المنهاج

ملاحظة: قدّمنا هذا الدرس بشرح مبسّط ومختصر جدّا حتى لا نتشعّب في فصوله الكثيرة، وهذا ما يرمي إليه هذا الجزء من المقرّر.