كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثالثة

المادة : اطياف ذرية

المحاضرة: السادسة /عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

مفعول زٌيمان Zeeman Effect

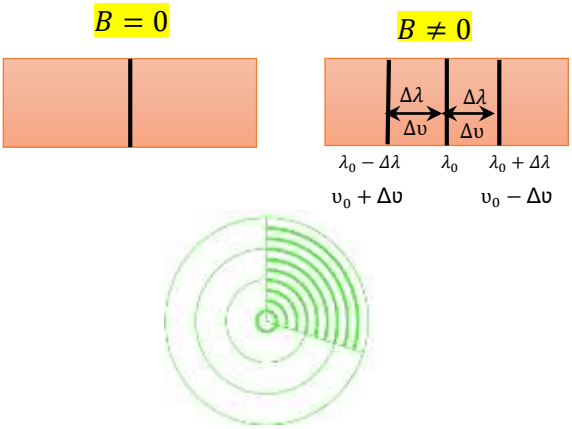
أهداف الجلسة:

1- ملاحظة انقسام زيمان ودراسة انزياح الخطوط الطيفية.
2- حساب البعد بين هذه الخطوط المنزاحة.

الجزء النظري:

ظاهرة زيمان: هي انفصال (انقسام) في خطوط الطيف المنبعثة من الذرة عند تعرضها لمجال مغناطيسي خارجي $(\vec{B})$. فمثلاً لو كان لدينا ذرة لديها انبعاث طيفي عند طول موجة $400A^0$ فإنه عند تعرضها لمجال مغناطيسي خارجي سنلاحظ وجود انفصال في خطوط الطيف بمعنى ظهور خط طيفي إضافي على جانبي الخط الأصلي له القيمة $399\ A^0$ و $401A^0$.
وحيث أن الخطوط الطيفية المنبعثة من الذرة تعكس لنا مستويات الذرة والانتقال الإلكتروني بينها، وبالتالي الانفصال في الخطوط الطيفية يعني انفصال في مستويات الطاقة بوجود المجال المغناطيسي الخارجي.

أكدت التجارب اللاحقة أنه عند تعرض الذرات لمجال مغناطيسي ينتج عنه ما يلي:
-انقسام المستوى الذري إلى ثلاث خطوط طيفية وهذا ما يعرف بتأثير زيمان العادي.
-انقسام المستوى الذري إلى أكثر من ثلاث خطوط طيفية وهذا ما يعرف بتأثير زيمان الشاذ.



فإذا كان لدينا مصدراً ضوئياً يعطي خطاً طيفياً تواتره υ_0 حيث أن $\lambda_0 = \frac{C}{\upsilon_0}$ ولدينا $C = 3\times 10^8 m.s^{-1}$ سرعة الضوء في الخلاء في حال عدم تطبيق حقل مغناطيسي$(\vec{B} = 0)$، أما إذا وجهنا مع المصدر الضوئي حقلاً مغناطيسياً خارجياً$(\vec{B} \neq 0)$ فإن الخط الطيفي سينقسم إلى ثلاث خطوط طيفية هي الأساس الذي تواتره υ_0 و خطين بجواره باتجاهين متعاكسين تواترهما $\upsilon_0 - \Delta\upsilon$ و $\upsilon_0 + \Delta\upsilon$ ويسمى $\Delta\upsilon$ في هذه الحالة بانزياح زيمان.

ولفهم الظاهرة أكثر نربط بين الميكانيك الكلاسيكي والميكانيك الكمي.

من وجهة نظرالفيزياء الكلاسيكية:

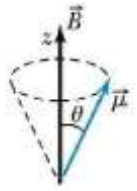
لنفرض أن لدينا إلكترون شحنته (e) يتحرك في مسار دائري حول نواة سرعته (ϑ) ونصف قطر المسار(r) عندما يتحرك إلكترون دورة كاملة على مساره خلال زمن مقداره (t) تكون المسافة $\vartheta = \frac{d}{t} = \frac{2\pi r}{T}$ ⟸ $T=\frac{2\pi r}{\vartheta}$
وعند حركة الإلكترون ينتج عنه تيار كهربائي شدته $I = \frac{Q}{T} = \frac{-e\vartheta}{2\pi r}$ وعند مرور تيار كهربائي فإنه يولد عزماً مغناطيسياً ناتج عن دوران الإلكترون يعطى بالعلاقة: $\mu = I.A$ حيث $A = \pi r^2$ ⟸ $\mu = \frac{-1}{2}$ e ϑ r ونعلم أنه نتيجة دوران الإلكترون حول النواة يتولد عزم زاوي أو عزم كمية الحركة (l) قيمته:

$L = r.p = r.m_e\vartheta$ ⟸ $\vec{\mu} = \frac{-e}{2\,m_e}\vec{L}$

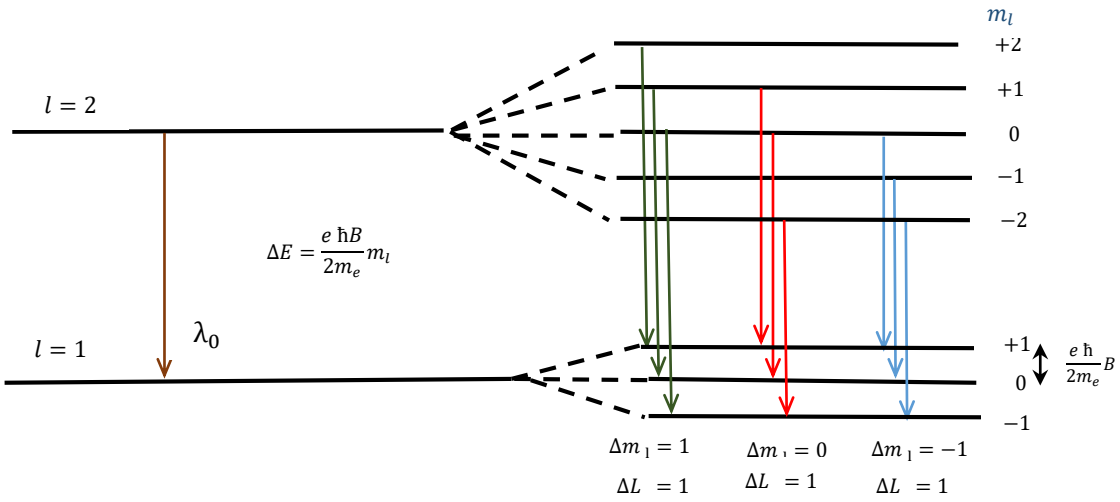
نستنتج: أن العزم الزاوي والعزم المغناطيسي بجهتين متعاكستين

أما من وجهة نظر فيزياء الكم:

من خلال حل معادلة شرودنجر فإن L تأخذ القيم التالية: $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$ كما تنبأت النظرية أن مركبة العزم المداري للإلكترون تدور وفق محور افتراضي مكمم أيضاً وليكن Z فعندما نؤثر على الذرة بحقل مغناطيسي خارجي $\vec{B}$ فإنه يتفاعل مع الذرة ويؤدي إلى دوران عزم الإلكترون $\vec{\mu}$ وبالتالي زيادة في طاقة الإلكترون وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة طاقة الذرة بمقدار ΔE وتعطى بالعلاقة: $\Delta E = \frac{eB\hbar}{2m_e} m_l$ وبالتالي زيادة في تواتر الإلكترون بمقدار $\Delta \upsilon = \frac{eB}{4\pi m_e}$



حيث أن m_e هي كتلة الإلكترون وتساوي $m_e = 9.11 \times 10^{-31} Kg$ وهذا الحقل المغناطيسي يؤدي إلى انزياح في السويات الطاقية بمقدار $\delta E = \frac{eB}{2m_e}\hbar$ حيث $\hbar = 1.05 \times 10^{-34}\, J.s$ وبالتالي انزياح في الطول الموجي مقداره $\Delta\lambda = \frac{eB\,\lambda_0^2}{4\pi m_e c}$ حيث أن $c = 3 \times 10^8\, m.s^{-1}$ هي سرعة الضوء في الخلاء.



$B = 0$

$B \neq 0$

الجزء العملي:

عندما يقفز إلكترون من السوية الطاقية الفرعية الأخيرة إلى ما قبلها مباشرة في ذرة الذهب $_{79}Au$ (عنصر انتقالي) ينبعث خط طيفي طوله الموجي $\lambda_0 = 1210\, A^0$ وعند تطبيق حقل مغناطيسي خارجي شدته $B = 5T$ ينقسم الخط الطيفي إلى ثلاثة خطوط طيفية حسب مفعول زيمان والمطلوب:

1- اكتب الترتيب الإلكتروني لذرة الذهب $_{79}Au$ ثم أوجد أعداد الكم الأربعة للإلكترون الأخير في الذرة.
2- احسب الأطوال الموجية بين سويات الطاقة المغناطيسية مقدرة بواحدة ev.
3- احسب مقدار الإزاحة بين سويات الطاقة.
4- ارسم الانتقالات الطيفية الممكنة والمسموحة.

انتهت المحاضرة

مكتبة A to Z