كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثالثة

المادة : اطياف ذرية

المحاضرة: العاشرة/نظري/كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

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

مادة: أطياف الذرية ..... المحاضرة: الخامسة

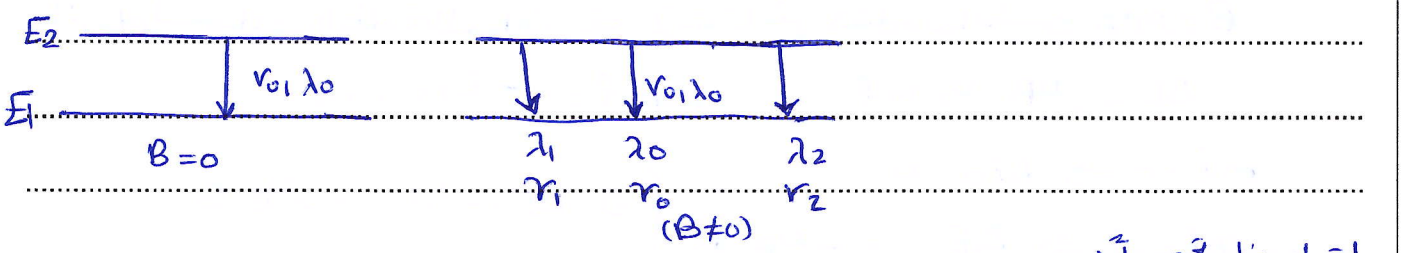
السنة: الثالثة ..... الدكتور: أنور الدويري

انقسام الخطوط الطيفية الذرة تحت تأثير حقل مغناطيسي خارجي B (مفعول زيمان)

مفعول زيمان: هو ظاهرة فيزيائية تعبر عن انقسام الخطوط الطيفية للذرة تحت تأثير الحقل مغناطيسي خارجي B.

ويعمل في هذه الظاهرة حركة دوران الالكترون حول محوره وبالتالي سيكون الالكترون مغنوم (S=0) وفي هذه الحالة يسمى مفعول زيمان العادي.

إذا كان لدينا مصدر ضوئي يعطي فوتون خط طيفي معين تواتره ν_0 وطول موجته λ_0 وبالتالي $E=h\nu_0$ ذلك في حالة عدم وجود حقل مغناطيسي خارجي (B=0).



لقد لوحظ تجريبياً:

(مفعول زيمان) انه عند وضع حقل مغناطيسي خارجي شدته B على المصدر الضوئي فإن الخط الطيفي السابق ينقسم إلى ثلاثة خطوط الطيفي الأصلي ν_0 وخطين طيفيين جديدين الخط الطيفي الأصلي.

إن تطبيق الحقل المغناطيسي الخارجي B على الذرة يجعل حول الالكترون (الذرة) يدور حول الحقل المغناطيسي الخارجي B ويسمى بدوران لارمور وهذا الدوران يعطي الذرة زيادة في الطاقة مقدارها ΔE.

تؤدي إلى انقسام سوية الطاقة، ومقدار الزيادة في الطاقة الناتجة عن الحقل المغناطيسي تتناسب طرداً مع B عدد المغناطيسي m_l.

هذا يعني $\Delta E \sim B.m_l$ وثابت التناسب هو مغنيتون بور ويرمز له بـ μ_B وبالتالي العلاقة السابقة تصبح كما يلي $\Delta E = \mu_B B.m_l$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

μ_B : مقنون بور هو عبارة عن نيزك عزم أصغر حركة لالكترون في الذرة

$\mu_B = \frac{eh}{2m}$; $e = 1.6\times10^{-19}\,C$ $\hbar = 1.05\times10^{-34}\,J.s$

$m = 9.11\times10^{-31}\,kg$

$$\mu_B = \frac{1.6\times10^{-19}\,C \times 1.05\times10^{-34}\,J.s}{2\times9.11\times10^{-31}\,kg} = 9.27\times10^{-24}\ \frac{J}{\frac{kg}{C.s}}$$

$$T = \frac{N}{A.m} = \frac{kg.m.s^{-2}}{\frac{C}{s}.m} = \frac{kg}{C.s}$$

$$\mu_B = 9.27\times10^{-24}\ \frac{J}{T} = 9.27\times10^{-24}\ J.T^{-1}$$

انزياح لسويات الطاقة المغناطيسية تحت تأثير حقل مغناطيسي خارجي B

$\Delta E = \mu_B . B . m\ell$; $m\ell = -\ell, \dots, +\ell$

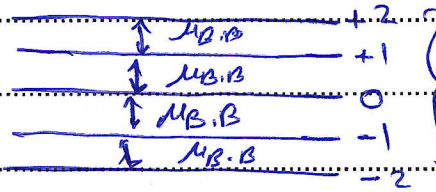
$m\ell = 0 \Rightarrow \Delta E_0 = 0$

$m\ell = -1 \Rightarrow \Delta E_{-1} = -\mu_B B$ $\Rightarrow \Delta E_0 - \Delta E_1 = \mu_B . B$

$m\ell = -2 \Rightarrow \Delta E(-2) = -2\mu_B B \Rightarrow \Delta E_{-1} - \Delta E_{-2} = \mu_B . B$

$m\ell = 1 \Rightarrow \Delta E_1 = \mu_B . B \Rightarrow \Delta E_1 - \Delta E_0 = +\mu_B . B$

$m\ell = +2 \Rightarrow \Delta E_2 = 2\mu_B B \Rightarrow \Delta E_2 - \Delta E_1 = \mu_B . B$



نستنتج مما سبق أن مقدار $\mu_B . B$ هو مقدار انزياح سويات الطاقة مغناطيسية تحت تأثير الحقل المغناطيسي الخارجي B.

مقدار الانزياح $\boxed{\delta E = \mu_B . B}$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

انزياح زيمان للخطوط الطيفية ونقصد بانزياح توابر الخط الطيفي أي $\Delta\nu$

يحكم أن الخط الطيفي عبارة عن فوتونات صادرة عن الذرة مصاحبة لفوتون بعطى

بالعلاقة التالية $E = h.\nu$

$$E = h.\nu \Rightarrow dE = h.d\nu \Rightarrow d\nu = \frac{dE}{h} \Leftrightarrow \boxed{\Delta\nu = \frac{\delta E}{h}}$$

$$\Delta\nu = \frac{\delta E}{h} = \frac{\mu_B B}{h} = \frac{\frac{eh}{2m} B}{2\pi . h} = \boxed{\frac{eB}{4\pi m}}$$

انزياح زيمان في الطول الموجي λ للخط الطيفي

$$\frac{d\nu}{d\lambda} = -\frac{c}{\lambda^2} \Leftrightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda\nu = c$$

$$d\lambda = -\frac{\lambda^2}{c} d\nu \Rightarrow \boxed{\Delta\lambda = +\frac{\lambda^2}{c}\Delta\nu}$$

وحدة قياس انزياح زيمان في طول الموجة

$$[\Delta\lambda] = \frac{m^2}{m.s^{-1}} . s^{-1} = m$$

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{c} \frac{eB}{4\pi m}$$ ملاحظة

$$= \frac{eB\lambda^2}{4\pi mc}$$

وبما أن λ قريبة جداً من λ_0 لذلك $\lambda \approx \lambda_0$ و ① و ②

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda_0^2}{c}\Delta\nu \quad , \quad \Delta\lambda = \frac{\lambda_0^2 . eB}{c . 4\pi m}$$ نجمع

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

كريات: يتحرك الالكترون كتلته m وشحنته e بين مستويين 6s , 5p
في ذرة معينة فينطلق خط طيفي تواتره $\nu_0 = 3 \cdot 10^{10} s^{-1}$ وعند تطبيق
حقل مغناطيسي خارجي شدته B=1T ينقسم الخط الطيفي إلى ثلاث
خطوط طيفية كما هو موضح بالرسم المرفق.

1- بين كيف ينتقل الالكترون بين المستويين الفرعيين السابقين في انطلاق
خط طيفي وهل انتقال حقي أو ممنوع

2- احسب مقدار انزياح مستويات الطاقة المغناطيسي

3- احسب مقدار الانزياح بالتردد $\Delta\nu$ (4) احسب مقدار انزياح طول الموجة

5- احسب ترددات الخطوط الطيفية الثلاث وأطوال أمواجها

6- ارسم انتقالات الطيفية السابقة وحدد عليها المعلومات السابقة

① $E(6s) = n + \ell = 6 + 0 = 6$

$E(5p) = n + \ell = 5 + 1 = 6$

$E(6s) > E(5p)$ إذن

$\Delta\ell = 0 - 1 = -1$ ممنوع

② $\delta E = \mu_B B = 9{,}27 \times 10^{-24} \times 1 = 9{,}27 \times 10^{-24} J$

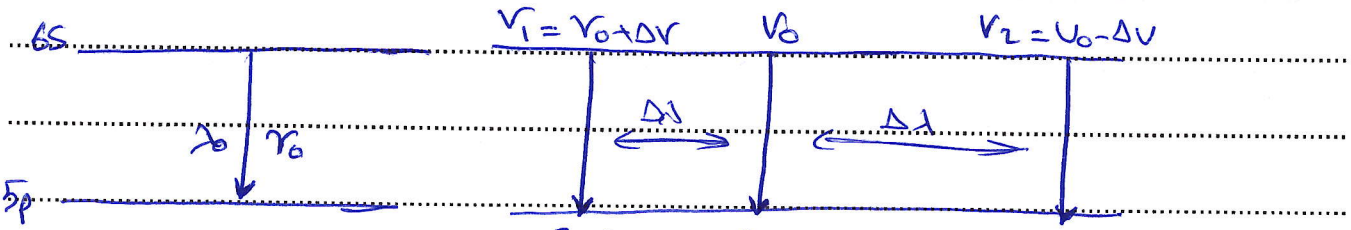
③ $\Delta\nu = \frac{\delta E}{h} = \frac{9{,}27 \times 10^{-27}}{6{,}62 \times 10^{-34}} = 1{,}4 \times 10^{10} s^{-1}$

④ $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{3 \times 10^8 m.s^{-1}}{3 \times 10^{10} s^{-1}} = 10^{-2} m$

$\Delta\lambda = \frac{\lambda_0^2}{c} \cdot \Delta\nu$

$\Delta\lambda = \frac{10^{-4} m^2}{3 \times 10^8 m.s^{-1}} \times 1{,}4 \times 10^{10} s^{-1} = 4{,}6 \times 10^{-5} m.$

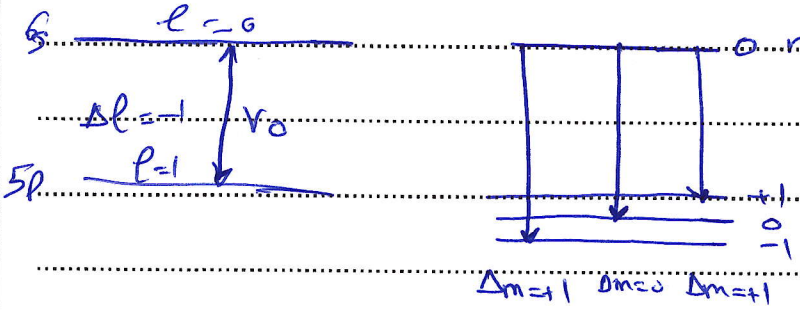
TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



$B = 1T$

$\lambda_1 = \lambda_0 - \Delta\lambda = 10^{-2} - 4.6 \times 10^{-3}$

$\lambda_2 = \lambda_0 + \Delta\lambda = 10^{-2} + 4.6 \times 10^{-3}$



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة