

היסטוריה המעבר בין רמה אנרגטית  $E_1$  לרמה  $E_2$  נקבעת ע"י:

$$W_{12} = \frac{2\pi}{\hbar} |M_{12}|^2 g(\omega)$$

כאשר  $g(\omega)$  - צפיפות המצבים, כאשר מדובר על מצבים בדידים (מערכה של רמות, או מצבים מסתובבים על צפיפות הפוטונים היכולים לערום למעבר, או במילים אחרות הרחבה הספקטרלית של הרמות  $M_{12}$  - אלמנט אינטראקציה בין שתי רמות אנרגטיות.

אלו הם בעצם 2 רמות, ניתן ע"י מטריצה  $2 \times 2$  אלכסונית אם נסיר למטריצה שאר הפרעה (הצומת שלבד שלקטרוניקס), בעצם נוסף אברים האלכסונים המשניים ולכן שלקטרון ייחזה לעבור מרמה אחת לשנייה.

אם א"ר האינטראקציה ניתן ע"י בעצרה:

$$M_{12} = \int \Psi_2^*(\vec{r}) H' \Psi_1(\vec{r}) d\vec{r}$$

כאשר  $H'$  היא ההפרעה הנוצרת בעקבות השדה האלקטרוני.

ההפרעה החזקה באה מכך שנוצר דיפול חשמלי ע"י השדה האלקטרוני משום שהאלקטרון קול בהרבה מהפרוטון וכל עתים עדיפול כולו נוצר ממטען של האלקטרון בלבד, ולכן:

$$\vec{p} = -e\vec{r}$$

כך נובע לראות את ההפרעה:

$$H' = e\vec{r} \cdot \vec{E} = e(xE_x + yE_y + zE_z)$$

כאשר  $\vec{E}$  - השדה התיצונית.

ניקח  $\hat{z}$  ויטא שדה הכיוון  $\hat{z}$  כך ש:  $z = r \cos \theta$   
 נוסה  $\hat{z}$  ויטא כעס' הריירה  $\hat{z}$  עם  $m, m'$ :  
 הפיוקציה הכזיטלי גמיר מאפשיה גמעהי, נעכו א"ן יטא' עם  $n$

$$M_{l m, l' m'} = \int \Psi_{l m}^*(\vec{r}) e^{\pm i m z} \Psi_{l' m'}(\vec{r}) d^3 r = \left\{ z = r \cos \theta \right\} = \\
 = e^{\pm i m z} \int \Psi_{l m}^* r \cos \theta \Psi_{l' m'} d^3 r \propto \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{\infty} \Psi_{l m}^* \cos \theta \Psi_{l' m'} \sin \theta r^2 dr d\theta d\varphi$$

עבור המספר הקוונטי המגנטי  $m$ :

$$\int_0^{2\pi} e^{-i m \varphi} e^{i m' \varphi} d\varphi \neq 0 \Rightarrow m = m' \Rightarrow \Delta m = 0$$

עבור אור מקוטב ע"י אור  $x, y$  נקבע כי  $\Delta m = \pm 1$

מטעמי זוגיות ואי-זוגיות של פונקציות ע"י זוגיות או מקבלים כי  $\Delta l = 0$   
 ע"י זוגיות או אי-זוגיות  $(l = 0, 2, 4, \dots)$ , אך משום של סימטריה  $\Delta l = \pm 1$   
 יתא' זה מצטמצם עוד יותר, ואנו נשארים  $\Delta l = \pm 1$

$$P_n(-x) = (-1)^n P_n(x) \Rightarrow$$

עבור  $n$  זוגי - סימטרי  
 עבור  $n$  אי-זוגי - אנטי סימטרי

כאשר הגבול של האינטגרל הם  $0$  עד  $\pi$ , אנו גורמים כי  
 המכפלה  $P_n(\cos \theta) P_n(\cos \theta)$  גביה אי-זוגי, כאשר נכפול  $\cos \theta \sin \theta$   
 נקבע אינטגרלים מהצורה:

$$\int_0^{\pi} \sin \theta (\cos \theta)^n d\theta = 0 \quad \text{for all even } n$$

