



شكل (2-6): اتجاه عزم الأنوية عند وضعها في مجال مغناطيسي

وقيمة العزم المغناطيسي تعبر قيمة ثابتة بالنسبة للنوع الواحد من الأنوية ، وقد وجد أنه عند وضع تلك الأنوية ذات الخواص المغناطيسية في مجال مغناطيسي خارجي شدته 14.000 جاوس على درجة حرارة الغرفة (300 K) يكون 1.000010 نواة في مستوى الطاقة المنخفض ، بينما نجد 1.000000 1 نواة فقط في مستوى الطاقة العالي وبذلك يكون الفرق في عدد الأنوية في كلا المستويين هو عشر أنوية وهي التي تكون مسؤولة عن عملية الامتصاص للطاقة في الرنين النووي المغناطيسي.

وبزيادة شدة المجال المغناطيسي ، يزداد الفرق في الطاقة بين المستويين ، وبالتالي يؤدي إلى زيادة عدد الأنوية الموجودة في مستوى الطاقة المنخفض بالنسبة لعدد الأنوية الموجودة في مستوى الطاقة المرتفع.

وتحتفل أجهزة NMR عن بعضها في شدة المجال المغناطيسي المستخدم ، وبزيادة شدة المجال المغناطيسي نحصل على فصل جيد لامتصاصات الناتجة من الأنوية المختلفة في الجزيئات.

عملية الاسترخاء Relaxation process

مطياف الرنين النووي المغناطيسي

عندما يحدث امتصاص لطاقة موجات أشعة الراديو ، تنتقل الأنيون من مستوى الطاقة المنخفض إلى مستوى الطاقة الأعلى ، وينتتج عن ذلك إنحراف النظام عن الإتزان الحراري وإذا لم يتم رجوع الأنيون من المستوى العالى في الطاقة إلى المستوى المنخفض مرة أخرى فإن عملية الامتصاص لا يمكن أن تستمر وهذا ما يطلق عليه التشبع saturation ويكون الامتصاص في هذه الحالة صغير جداً وقد لا يمكن الكشف عنه عمليا ، ولكن الذي يحدث في الأنظمة الكيميائية أن الطاقة الممتصة عادة ما تفقد بسرعة وبذلك تستمرة عملية الامتصاص ويمكن الكشف عنها ، عملية فقد الطاقة المكتسبة في هذه الحالة تسمى عملية الاسترخاء relaxation process أما الوقت الذي يستغرق لفقد هذه الطاقة يسمى relaxation time

وتتم عملية الاسترخاء relaxation process بطريقتين هما:

أولا: الاسترخاء الطولي Longitudinal or spin-lattice relaxation

يتم الاسترخاء عن طريق فقد الطاقة من النواة إلى بقية الجزيء. وكفاءة هذه الطريقة يعبر عنها بالزمن الذي يستغرق في عملية نقل الطاقة من النواة وهي في مستوى الطاقة العالى إلى مستوى الطاقة المنخفض ، وكلما كان هذا الزمن صغير يدل على كفاءة نقل الطاقة وينتتج عن ذلك إتساع منحنى الامتصاص broadening ، وتحدث هذه العملية في حالة السوائل والمحاليل والغازات.

ثانيا: الاسترخاء المستعرض Transverse or spin- spin relaxation

يتم الاسترخاء عن طريق تأثير الحركات المغزلية للأنيون المجاورة ، وتحدث هذه العملية بانتقال الطاقة من النواة وهي في مستوى الطاقة العالى إلى نواة أخرى مجاورة توجد في مستوى الطاقة المنخفض ، وهذه الطريقة ذات أهمية في حالة المواد الصلبة.

طيف الرنين النووي المغناطيسي NMR spectrum

يتم تسجيل طيف امتصاص الرنين النووي المغناطيسي لأنوية نوع واحد من العناصر التي لها خواص مغناطيسية داخل نفس الجزيء الواحد. وذلك لأن كل نوع من أنوية ذرات العناصر يمتص طاقة الأشعة على تردد مختلف ، كما أن جهاز NMR يتميز بقدرته على تمييز نوع واحد من أنوية العناصر بالنسبة للظروف المحيطة بهذه الأنوية في الجزيء.

نواة ذرة الهيدروجين (البروتون):

مطياف الرنين النووي المغناطيسي

عند حدوث إمتصاص واحد لأنوية ذرات الهيدروجين ، فإنه لن نحصل على أي معلومات مفيدة بالنسبة لتركيب الجزيئات ولكن وجود أنوية ذرات الهيدروجين في الجزيئ يؤدي إلى وجود هذه الأنوية في ظروف أليكترونية مختلفة بالنسبة لتوزيع الأليكترونات في الرابطة بين نواة الهيدروجين والذرة الأخرى. وهذا التباين في التوزيع الأليكتروني حول أنوية الهيدروجين في الجزيئ يؤدي إلى إمتصاص هذه الأنوية على ترددات مختلفة وعلى ذلك فإن عدد الإمتصاصات يعبر عن الأنواع المختلفة من ذرات الهيدروجين في الجزيئ.

فنجد أن الهيدروجين في كلا من OH & $-\text{CH}_2-$ يختلف من ناحية الظروف الأليكترونية المحيطة، وبذلك يحدث إمتصاص لكل نوع من البروتونات على تردد مختلف ، كما أن كثافة الإمتصاص في كل مجموعة ، يتتناسب مع عدد البروتونات في هذه المجموعة وبذلك نحصل على معلومات مفيدة بالنسبة لتركيب الجزيئ.

وتخالف أجهزة الرنين النووي المغناطيسي (شكل 6-3) عن أجهزة التحليل الطيفي الأخرى حيث يعتمد وجود مستويات الطاقة المغناطيسيية التي تحدث بينها عملية الانتقال على وجود مجال مغناطيسي خارجي قوى ، بينما في طرق التحليل الطيفي الأخرى يعتبر وجود مستويات الطاقة الخاصة بها (مستويات الطاقة الأليكترونية والأهتزازية) خاصية ذاتية قائمة في الجزيئات. الأشعة الكهرومغناطيسية EMR المستخدمة في أجهزة NMR ذات طول موجى كبير جداً radiowave . وعلى ذلك فإن الوحدات المستخدمة في إنتاج هذه الأشعة والكشف عنها تختلف عن أجهزة التحليل الطيفي الأخرى.

في أجهزة التحليل الطيفي - الساقب ذكرها - $\text{UV} & \text{IR} - \text{VL}$ يمكن إحداث إمتصاص بتغيير طاقة الأشعة (الطول الموجي أو التردد) ويحدث الإمتصاص عند الطول الموجي الذي تكون فيه طاقة الأشعة مساوياً للفرق في الطاقة بين مستويات الطاقة، ولكن وجده أنه من الصعب التحكم في تغيير الطول الموجي في منطقة radiowave المستخدمة في أجهزة NMR بدقة كافية وعلى ذلك فإن أجهزة NMR تستخدم حزمة ثابتة من أشعة الراديو ، بينما يغير من شدة المجال المغناطيسي وبذلك يحدث الإمتصاص للشعاع عندما تتساوى مع طاقة الأشعة.

مطياف الرنين النووي المغناطيسي

وحيث أن كل بروتون (نواة ذرة الهيدروجين) في الجزيء له طاقة خاصة به فتحت الامتصاصات للبروتونات المختلفة في الجزيء وذلك بتغيير شدة المجال المغناطيسي في وجود حزمة ثابتة ذات تردد مناسب من أشعة الراديو.



شكل (6-3): مطياف الرنين النووي المغناطيسي

مكونات مطياف الرنين النووي المغناطيسي:

تتكون أجهزة الرنين النووي المغناطيسي من خمسة أجزاء رئيسية كما هو موضح لاحقاً بشكل (4-6).