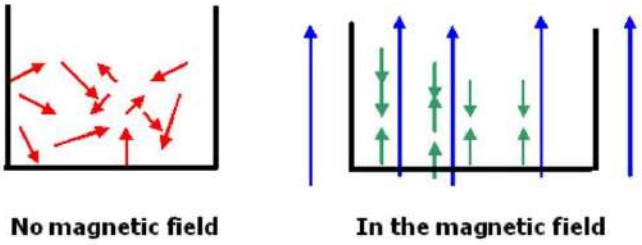
الكيمياء
كلية التربية للعلوم الصرفة
جامعة تكريت
التحليل الطيفي باستخدام
طيف الرنين النووي المغناطيسي
2024 / 2023 م
م 2




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

وقيمة العزم المغناطيسى تعبر قيمة ثابتة بالنسبة للنوع الواحد من الأنوية ، وقد وجد أنه عند وضع تلك الأنوية ذات الخواص المغناطيسية فى مجال مغناطيسي خارجى شدته 14.000 جاوس على درجة حرارة الغرفة (300 K) يكون 1.000010 نواة فى مستوى الطاقة المنخفض ، بينما نجد 1.000000 نواة فقط فى مستوى الطاقة العالى وبذلك يكون الفرق فى عدد الأنوية فى كلا المستويين هو عشر أنوية وهى التى تكون مسئولة عن عملية الأمتصاص للطاقة فى الرنين النووى المغناطيسى.

وبزيادة شدة المجال المغناطيسى ، يزداد الفرق فى الطاقة بين المستويين ، وبالتالى يؤدى إلى زيادة عدد الأنوية الموجودة فى مستوى الطاقة المنخفض بالنسبة لعدد الأنوية الموجودة فى مستوى الطاقة المرتفع.

وتختلف أجهزة NMR عن بعضها فى شدة المجال المغناطيسى المستخدم ، وبزيادة شدة المجال المغناطيسى نحصل على فصل جيد للامتصاصات الناتجة من الأنوية المختلفة فى الجزيئات.

**عملية الإسترخاء Relaxation process**

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

وتتم عملية الإسترخاء relaxation process بطريقتين هما:

**أولا: الإسترخاء الطولي Longitudinal or spin-lattice relaxation**

يتم الإسترخاء عن طريق فقد الطاقة من النواة إلى بقية الجزئ. وكفاءة هذه الطريقة يعبر عنها بالزمن الذى يستغرق فى عملية نقل الطاقة من النواة وهى فى مستوى الطاقة العالى إلى مستوى الطاقة المنخفض ، وكلما كان هذا الزمن صغير يدل على كفاءة نقل الطاقة وينتج عن ذلك إتساع منحنى الإمتصاص broadening ، وتحدث هذه العملية فى حالة السوائل والمحاليل والغازات.

**ثانيا: الإسترخاء المستعرض Transverse or spin- spin relaxation**

يتم الإسترخاء عن طريق تأثير الحركات المغزلية للأنوية المجاورة ، وتحدث هذه العملية بإنتقال الطاقة من النواة وهى فى مستوى الطاقة العالى إلى نواة أخرى مجاورة توجد فى مستوى الطاقة المنخفض ، وهذه الطريقة ذات أهمية فى حالة المواد الصلبة.

**طيف الرنين النووي المغناطيسي NMR spectrum**

يتم تسجيل طيف امتصاص الرنين النووى المغناطيسى لأنوية نوع واحد من العناصر التى لها خواص مغناطيسية داخل نفس الجزئ 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 فى الجزئ.

**نواة ذرة الهيدروجين (البروتون):**

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

فنجد أن الهيدروجين فى كلا من $-CH_3$ & $-CH_2$ & - OH يختلف من ناحية الظروف الأليكترونية المحيطة، وبذلك يحدث إمتصاص لكل نوع من البروتونات على تردد مختلف ، كما أن كثافة الإمتصاص فى كل مجموعة ، يتناسب مع عدد البروتونات فى هذه المجموعة وبذلك نحصل على معلومات مفيدة بالنسبة للتركيب الجزيئى.

وتختلف أجهزة الرنين النووى المغناطيسى (شكل 3-6) عن أجهزة التحليل الطيفى الأخرى حيث يعتمد وجود مستويات الطاقة المغناطيسية التى تحدث بينها عملية الانتقال على وجود مجال مغناطيسى خارجى قوى ، بينما فى طرق التحليل الطيفى الأخرى يعتبر وجود مستويات الطاقة الخاصة بها (مستويات الطاقة الأليكترونية والأهتزازية) خاصية ذاتية قائمة فى الجزيئات. الأشعة الكهرومغناطيسية EMR المستخدمة فى أجهزة NMR ذات طول موجى كبير جداً radiowave . وعلى ذلك فإن الوحدات المستخدمة فى إنتاج هذه الأشعة والكشف عنها تختلف عن أجهزة التحليل الطيفى الأخرى.

فى أجهزة التحليل الطيفى - السابق ذكرها - UV – VL & IR يمكن إحداث إمتصاص بتغيير طاقة الأشعة (الطول الموجى أو التردد) ويحدث الإمتصاص عند الطول الموجى الذى تكون فيه طاقة الأشعة مساوياً للفرق فى الطاقة بين مستويات الطاقة، ولكن وجد أنه من الصعب التحكم فى تغيير الطول الموجى فى منطقة radiowave المستخدمة فى أجهزة NMR بدقة كافية وعلى ذلك فإن أجهزة NMR تستخدم حزمة ثابتة من أشعة الراديو ، بينما يغير من شدة المجال المغناطيسى وبذلك يحدث الإمتصاص للشعاع عندما تتساوى مع طاقة الأشعة.

وحيث أن كل بروتون (نواة ذرة الهيدروجين) فى الجزىء له طاقة خاصة به فتحدث الامتصاصات للبروتونات المختلفة فى الجزىء وذلك بتغيير شدة المجال المغناطيسى فى 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 لاحقا بشكل (6-4).