المحاضرة العاشرة

الرنين النووي المغناطيسي

Nuclear Magnetic Resonance

NMR

الطنين النووي المغناطيسي
NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE SPECTRA(NMR)

لقد عرف هذا الطيف في العام في العام 1946 م عندما استطاع العالم بيرسل الحصول على طيف الطنين النووي لشمع البرافين 0 كما تمكن العالم بلوك في نفس السنة من الحصول على طيف بروتونات الماء 0 وفي العام1951م اخذ طيف الايثانول 0 وفي العام 1953م استطاعت شركة فارين إنتاج أول جهاز طنين نووي مغناطيسي 0ان هذا الطيف يقدم معلومات مهمة عن بنية المركبات العضوية 0

الخواص المغناطيسية للنوى

- تمتلك بعض نوى الذرات غزلا نوويا ولذلك يكون لها أعداد غزل كمية (أعداد لف , I) ومن أمثلة هذه الذرات ما يلي :

م	العنصر	الوزن الذري	توفره في الطبيعة %
1	الهيدروجين	1	100
2	الفسفور	31	100
3	الفلور	19	100
4	الكربون	13	1,11

- نجد أن ذرة الهيدروجين هذه تكون مشحونة كهربيا مما يؤدي إلى توليد عزما مغنطيسيا صغيرا

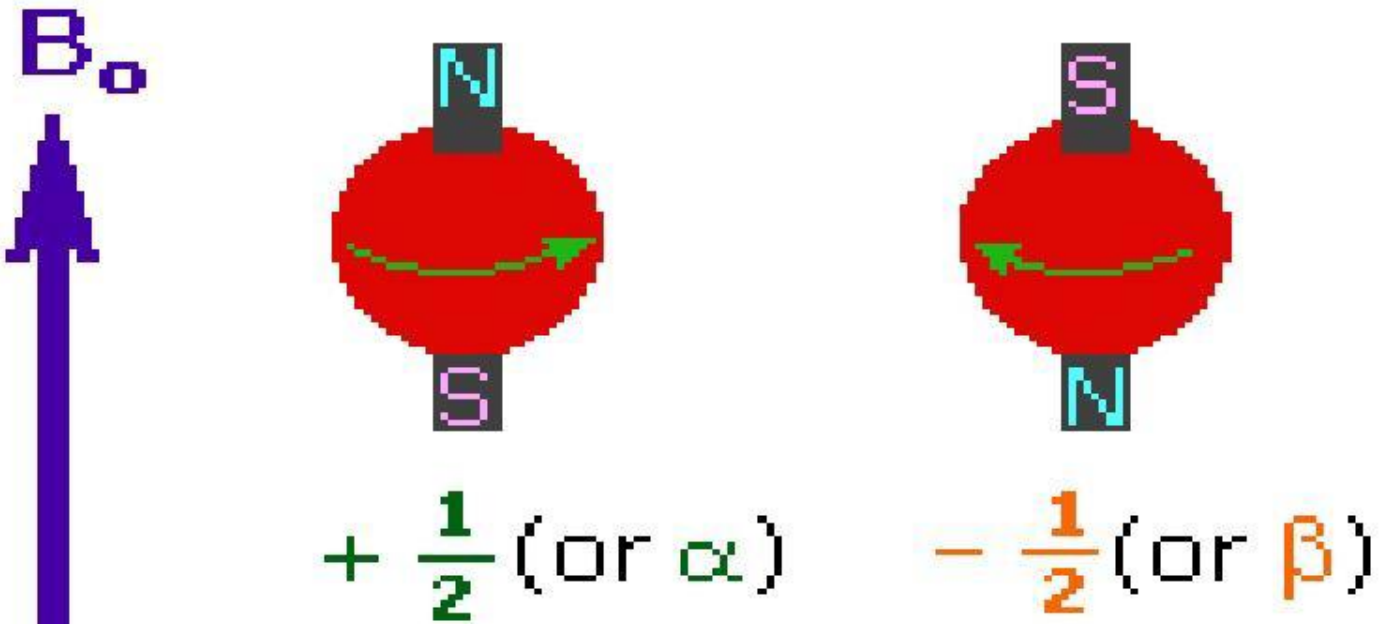
العلاقة بين عدد اللف و العدد الكتلي والعدد الذري

العدد الكتلي	العدد الذري	عدد اللف (اللف النووي)
فردي	فردي أو زوجي	000000, 2/5 ,2/3 ,2/1
زوجي	زوجي	صفر
زوجي	فردي	00000 ,3 ,1,2

نجد ان الأوكسجين O^{16} و الكربون C^{12}

لا يعطيا طيف طنين نووي مغناطيسي و ذلك لأنهما لا يتصفا بالخواص المغناطيسية وبذلك لا يؤثرا على طيف الهيدروجين مما يسهل التعرف على طيف الطنين النووي المغناطيسي 0

- عدد الاتجاهات التي يمكن أن تأخذها النواة عند وضعها في مجال مغناطيسي = $(2I+1)$ حيث I عبارة عن عدد اللف
- مثلا ذرة الهيدروجين تأخذ اتجاهين (عدد اللف =2/1), يقابلين مستويين من الطاقة :
- 1/يوافق الطاقة المنخفضة الحالة التي يكون فيها العزم المغناطيسي النووي موازيا لاتجاه المغناطيسي الخارجي 0
- 2/الطاقة الأعلى تمثل الحالة التي يكون فيها العزم المغناطيسي النووي بعكس اتجاه المجال المغناطيسي الخارجي 0
- ونجد أن الحالة المنخفضة هي الأكثر ثباتا , ولكي نحصل على طيف الطنين النووي المغناطيسي فانه يجب أن تمتص كمية من الطاقة حتى تقلب اتجاه النواة إلى الحالة الأقل ثباتا (عكس اتجاه المجال الخارجي)وذلك عن طريق الإشعاع الكهرومغناطيسي 0


B_o
N
S
S
N
$+\frac{1}{2}$ (or α)
$-\frac{1}{2}$ (or β)
Spin Energy States

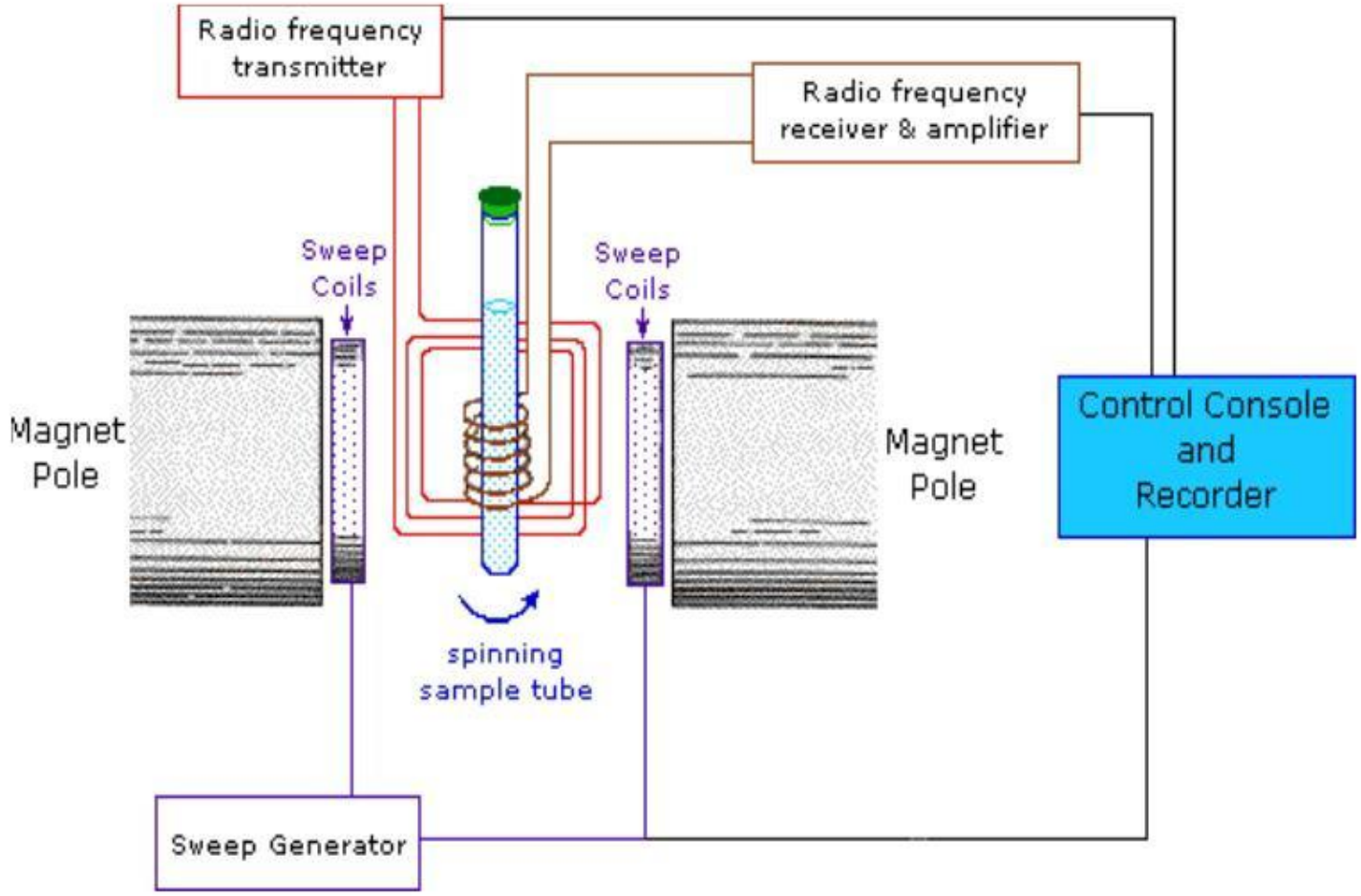
كيفية الحصول على الطيف

- توضع المادة المحتوية على بروتونات في مجال مغناطيسي ذي قوة ثابتة ثم يلاحظ التردد الذي يمتص عنده الإشعاع اللازم 0الا انه يفضل أن يغير شدة المجال بدلا عن التردد 0عندما تصل شدة المجال إلى القيمة المطلوبة فان طاقة الجزيئات تتغير من حالة إلى أخرى , وخلال ذلك تمتص طاقة من الإشعاع يتطابق تردده مع فرق الطاقة بين الحالتين والذي يظهر على شكل خطوط طيفية تسجل بواسطة وسائل الكترونية خاصة 0

يتكون مطياف الرنين النووي المغناطيسي من :

- 1/ المغناطيس 2/ مولد الطاقة 3/ المقدر
- للمغناطيس ثلاثة أنواع :
- 1/ الدائم 2/ الكهربائي 3/مفرط التوصيل 0
- يجب أن تتوفر في المغناطيس الشروط الآتية :-
- 1/ أن يكون المجال المغناطيسي له ثابتا في قوته و اتجاهه من نقطة إلى أخرى 0
- 2/ أن يكون له القدرة على إنتاج مجال قوي جدا

جهاز طيف الرنين النووي المغناطيسي



مرسل الطاقة الإشعاعية

- الطاقة اللازمة لتغيير لف النواة تطابق الطاقة المستعملة في الاتصالات اللاسلكية في الراديو 0ترسل الاهتزازات الموجية ذات التردد الثابت إلى العينة عن طريق ملف معدني غير مغطى بمادة عازلة , يوضع في الفجوة بين قطبي المغناطيس بحيث يكون عموديا على اتجاه المجال المغناطيسي 0
- توضع العينة في أنبوبة زجاجية عادية او بيركس (طولها 10 سم), توضع بين قطبي المغناطيس وتخضع لمجال مغناطيسي دوار

المقدر

- يؤدي مرور الإشعاع المغنطيسي خلال العينة إلى امتصاص أو تبعثر من قبل العينة 0يعمد إلى تقدير طيف الامتصاص لأنه أسهل تفسير من طيف التبعثر0

- للمقدر عمل مزدوج :
- 1/فصل خطوط التبعثر من الطيف الناتج 0
- 2/ فصل الطنين الناتج بسبب الامتصاص عن الطاقة الإشعاعية الكلية 0
- هنالك طريقتان للتقدير هما :
- 1/استخدام ملف معدني واحد لإرسال و استقبال الطاقة0
- 2/ملف منفصل للطاقة للإرسال و آخر للاستقبال (يجب أن يكونا عموديين على بعضهما حتى لا يحدث تداخل بين الطاقة فيها)
- إن اهتزازات الامتصاص الناتجة عن الطنين النووي تكون ضعيفة جدا لذلك يستخدم مقوي لتقويتها قبل تسجيلها على الورق 0

المذيبات المستخدمة

- يمكن الحصول على طيف المادة و هي صلبة ,ولكن توجد الصعوبة في أن خطوط الطيف الناتجة عنها تكون عريضة ولذلك يفضل الحصول على طيف الطنين النووي المغناطيسي لمادة عضوية على هيئة محلول باستخدام مذيبات خاصة أما المادة السائلة فهي تستخدم بدون مذيب إذا لم تكن لزجة0
- الشروط التي يجب توفرها في المذيب :
- 1/ أن يكون للمذيب خواص إذابة جيدة بحيث يقدر على تكوين محاليل مركزة عند إذابة العينة 0
- 2/ان يكون خاملا كيميائيا 0
- 3/يكون متجانس الخواص المغناطيسية في جميع الاتجاهات 0
- 4/يفضل المذيبات التي لا تحتوي على بروتونات ولهذا يكون رابع كلوريد الكربون أحسن المذيبات 0

طيف الطنين النووي المغناطيسي للبرتونات

- إن ظاهرة الطنين النووي المغناطيسي تعتمد على البيئة الالكترونية المجاورة للبروتونات في الجزئ ككل (أي موقع هذا البروتون ونوع الروابط والذرات المختلفة أو المجاورة لهذا البروتون)0
- فكلما زادت السحابة الالكترونية حول بروتون معين تطلب طنينه قوة مجال مغناطيسي عالية(جهة يمين الطيف), أما البروتونات التي لا تكون بيئتها غنية بالالكترونات كتلك المتصلة او المجاورة بذرات لها كهروسالبية كبيرة تظهر عند مجال مغناطيسي منخفض ,أي جهة يسار الطيف 0