

## الرنين النووي المغناطيسي Nuclear magnetic resonance أو

**اختصاراً (إن إم آر NMR):** هي إحدى الظواهر الفيزيائية التي تعتمد على الخواص المغناطيسية الميكانيكية الكمومية لنواة الذرة. الرنين النووي المغناطيسي أيضا يستخدم للدلالة على مجموعة منهجيات وتقنيات علمية تستخدم هذه الظاهرة لدراسة الجزيئات من بنية و تشكيل فراغي.

تعد الظاهرة أساسا على ان جميع النوى الذرية التي تملك عددا فرديا من البروتونات أو النيوترونات يكون لها عزم مغناطيسي أصلي intrinsic و عزم زاوي momentum angular. أكثر النوى التي تستخدم في هذه التقنيات هي هيدروجين <sup>1</sup> أكثر نظائر الهيدروجين توافرا في الطبيعة إضافة إلى الكربون-<sup>13</sup> نظير الكربون الطبيعي. نظائر عناصر أخرى يمكن أن تستخدم لكن استخداماتها تبقى أقل.

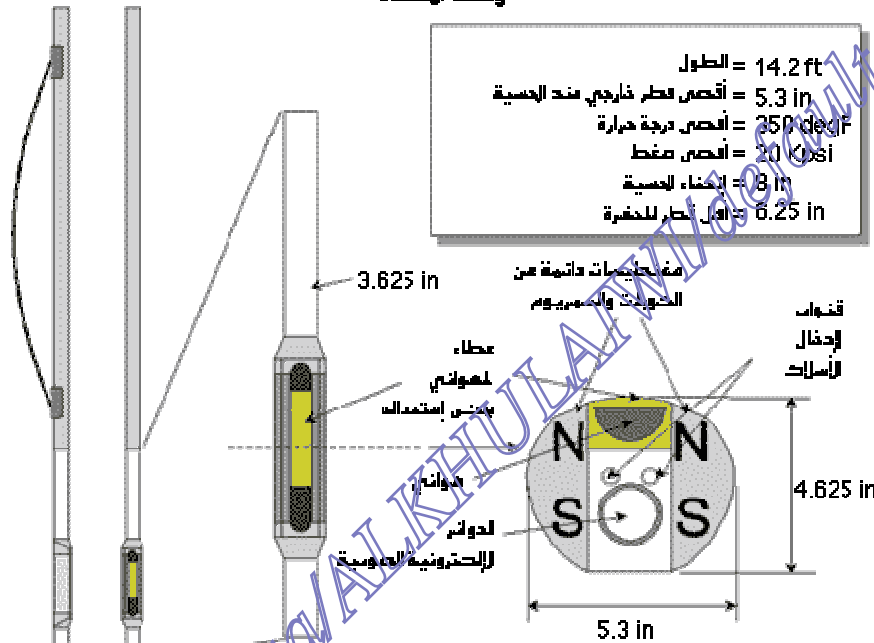
## الرنين النووي المغناطيسي في الطب

أفضل الاستخدامات المعروفة للرنين النووي المغناطيسي هي استخدامه في التشخيص الطبي، حيث يمكن عن طريقه إجراء فحص للجسم البشري بدون جراحة. وفي المجال الطبي عادة ما يطلق عليه اسم التصوير بالرنين المغناطيسي، وحيث أن معظم الجسم هو ماء فإن هناك العديد من أنوية الهيدروجين المنتشرة به. وأجهزة الرنين النووي المغناطيسي الطبية كبيرة الحجم بحيث يدخل فيها الإنسان. أما أجهزة الرنين النووي المغناطيسي المستخدمة في حقول البترول فهي أصغر كثيرا لأنها يجب أن تدخل في حفرة بئر قطرها حوالي ٢٠ سم. ويختلف كذلك توزيع المغنطيسات، حيث أن الجسم المطلوب فحصه يكون خارج الأداة وليس بداخلها.

ويتضمن الموقع الرئيسي للرنين المغناطيسي والموضح في صفحة الوصلات ذات الصلة، شرحا لكيفية عمل الرنين النووي المغناطيسي، وهو موقع يتضمن معلومات فنية أكثر، وهو مختصر أكثر بمقال: الرنين النووي المغناطيسي على عمق ستة أميال.

يتكون جهاز الرنين النووي المغناطيسي المستخدم في التشخيص الطبي من (١) مغناطيس يعطي مجالا مغناطيسيا قويا وثابتا ويكون منتظما بقدر ما نستطيع. (٢) ملف ينتج مجالا مغناطيسيا متغيرا يكون عموديا على اتجاه المجال الساكن (المذكور في البند السابق). وتوضع عينة صغيرة محددة - مثل شخص ما! - داخل الملف. أما في الرنين النووي المغناطيسي المستخدم في حفرة البئر، فإن العينة، وهي الأرض على وجه التحديد - لا تكون داخل جهاز القياس ولكن خارجه. ويستلزم ذلك الوضع بعض الخيال لنعرف كيف يتم إجراء قياسات الرنين النووي المغناطيسي، ولكن "داخل الحيز الخارجي" أي على عينة توجد خارج الجهاز.

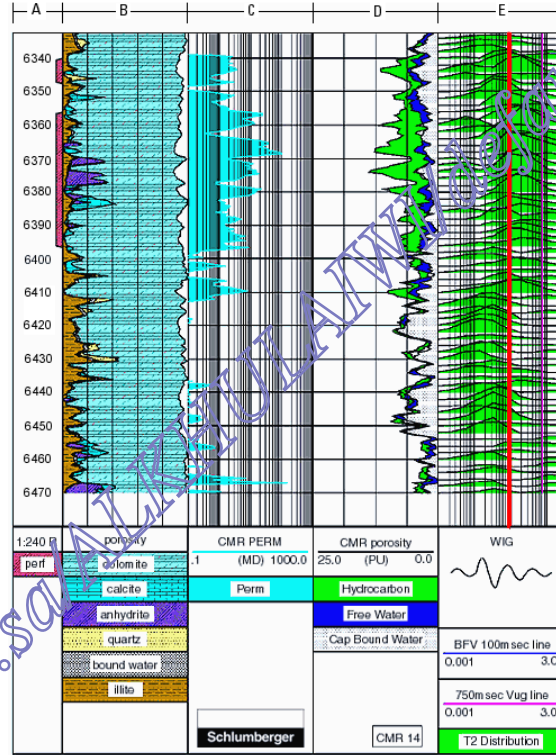
## وصف المعدة



وقد تم حل مشكلة التصميم هذه بعدد من الطرق التي تختلف عن بعضها تماماً . ويتكون جهازنا لقياس الرنين النووي المغناطيسي في حجرة البئر من مغناطيسيين مكونين من الكوبالت والسمريوم ، ويبلغ طول كل منهما حوالي ٣٠ سم ، ويحدثان مجالا مغناطيسيا في التكوين المحيط بهما . وهناك هوائي موضوع في تجويف أسطواني في مقدمة الجهاز وهو يولد المجال المغناطيسي الداعم والذي يؤثر أيضا في التكوين الصخري المحيط . ويكون المجالان المغناطيسيان متعامدين تماما داخل الحجم المحصور بالصخرة المطلوب فحصها، والتي قد تمتد مسافة ٢.٥ سم في التكوين. ويستخدم الهوائي كمرسل ومستقبل وهناك لوح من بوليمر مقاوم للتآكل يعطي الهوائي ، وهو السطح الوحيد غير المعدني خارج الجهاز ولا يمكن استخدام المعادن هنا لأنها سوف تمنع إرسال واستقبال المجال المغناطيسي.

# الرنين النووي المغناطيسي على عمق ستة أميال سجل البئر

جهاز الرنين النووي المغناطيسي الخاص بنا والذي نستخدمه في حفرة البئر هو جهاز يشيع استخدامه حالياً في كل أنحاء العالم ، وهو يساعد في اكتشاف خزانات النفط والغاز . والخرج الذي يعطيه هذا الجهاز هو سجل للبئر ، وهو سجل يتم فيه تسجيل البيانات التي تمت معالجتها كدالة في العمق . وهناك جزء من سجل نمطي لبئر موضح في الشكل التالي . وتمثل كل لوحة في هذا السجل مجموعة مختلفة من القياسات التي تم إجراؤها بواسطة المعدات الموجودة في التجويف السفلي للبئر . ويوجد مقياس العمق (بالأقدام (في أقصى اليسار في العمود (أ) أما في الجزء الموجود في أقصى اليمين في العمود (هـ) فيوجد رسم صغير عند كل عمق . ويوضح هذا الرسم توزيع أحجام المسام طبقاً للمعلومات المستنتجة من قياسات الرنين النووي المغناطيسي . وعند العمق الذي يزيد على ٦٤١٠ قدم (1950 متراً تقريباً) تكون معظم المسام من النوع الصغير كما هو واضح من القمة الخضراء على يسار الخط الأحمر ، أما حينما يكون العمق أقل من ذلك تكون معظم المسام من النوع الكبير ، وهي موضحة بالقمة الخضراء على اليمين، مما يعني وجود تكوين خشن الحبيبات . وهكذا يستطيع الجيولوجي أن ينظر في بيانات الرنين النووي المغناطيسي فيؤكد فوراً من حدوث تغير في بنية الصخور في منطقة من مناطق عدم التجانس في التكوين على عمق يزيد على ١.٦ كيلومتراً .



وهناك سجل للرنين النووي المغناطيسي لنفاذية المائع خلال التكوين وهو موضح في العمود الثالث من اليسار (أي العمود ج) وتتغير النفاذية تغيرات هائلة في تلك المنطقة . أما في التكوين ذي الحسيمات الدقيقة تكون النفاذية صغيرة بدرجة يمكن إهمالها ، بينما تكون أساسية في القسم العلوي ذي الحبيبات الخشنة . ويتم استخدام تلك النتائج بواسطة مهندسي البترول الذين يقومون بتصميم برنامج إنتاج عالي الكفاءة لهذا البئر . ش الفيزيائيون، وبطرق تدهش كل المعنيين بالأمر.

### كيف يعمل الرنين النووي المغناطيسي

بالرغم من أن التفاصيل الفنية للرنين النووي المغناطيسي معقدة للغاية، فإن الأفكار التي يُبنى عليها مثل الاتزان والرنين والاسترخاء هي أفكار يمكن فهمها . ونظرا لأننا نتعامل أيضا مع أنويه ( جمع نواة ) لذرات غير مرئية، فمن المفيد أن نشبهها بأشياء نراها ونتعامل معها، مثل نموذج الطفل في الأرجوحة، والذي استخدمه الكاتب بوب كلينبرج لتوضيح الرنين النووي المغناطيسي على عمق ستة أميال .

والفكرة الأساسية في الرنين النووي المغناطيسي أننا نخرج أنويه الذرات من حالة السكون، وهي حالة الاتزان ذات الطاقة المنخفضة، وبمجرد استثارتها، نلاحظ الزمن الذي تستغرقه حتى تعود إلى حالة الاتزان مرة ثانية . وهذه الفترة الزمنية هي التي تهتمنا حيث أنها يمكن أن تعطينا معلومات عن المادة التي نقوم بدراستها.

### الاتزان

تحدث حالة الاتزان عندما يتحقق الآتي:

- عندما تكون أنويه الهيدروجين الموجودة في الماء والغاز والنفط قد تم ترتيبها تحت تأثير مجال مغناطيسي.
- وعندما يكون الطفل في الأرجوحة وهي ساكنة في وضع رأسي.
- وعندما يكون وتر الجيتار مستقراً ولا يهتز.

يمكننا الإخلال بالاتزان ورفع مستوى طاقة الأجسام عن طريق:

- إخصاء أنوية الهيدروجين إلى تأثير مجال مغناطيسي ثان يقوم بترتيبها بطريقة مختلفة عن المجال الأول.
- دفع الطفل المارح في الأرجوحة.
- شد وتر الجيتار.

## الرنين

ولكن من أين يأتي الرنين ؟ أن بعض الأشياء تتحرك بصورة طبيعية في دورات منتظمة بتردد معروف. وإذا كانت الدفعات الصغيرة المستخدمة في رفع طاقتها وجعلها خارج حالة الاتزان متوافقة مع ذلك التردد ، فإن العديد من الدفعات الصغيرة يمكن أن تتجمع مع بعضها محدثة تغييرا كبير في مستوى الطاقة.

- يتذبذب المجال المغناطيسي الثاني بنفس التردد الطبيعي لنواة الهيدروجين تماماً (ويسمى ذلك التردد بتردد لارمور. )

- نقوم بدفع الطفل دفعة بسيطة كل مرة يصل فيها إلى أعلى نقطة في مساره ، ويعتبر الجسم المكون من الطفل والأرجوحة بمثابة بندول ، ويحدد طول هذا البندول فترة التأرجح.

- يمكن جعل وتر الجيتار يصدر صوتا بدون شدة إطلاقا وذلك بشد وتر آخر في نفس الجيتار أو في آلة أخرى وسوف تتسبب الموجات الصوتية السارية في الهواء في أن يتذبذب الوتر الذي لم يلمسه أحد وذلك لأنها متوافقة مع ذبذبه الأصلية . وسوف يحدد كل من الطول ودرجة الشد، التردد الذي يتذبذب به الوتر.

وإذا لم تكن الدفعات متوافقة مع التردد الطبيعي للجسم الذي نقوم بدفعه، فإن تأثيرات الدفعات لا تتجمع مع بعضها، بل قد تتداخل مع بعضها البعض.

- إذا لم يتوافق تردد المجال المغناطيسي مع التردد الطبيعي لنواة الهيدروجين فلن تتحرك.
- إذا دفعت الطفل في الأرجوحة بطريقة غير منتظمة أو بطريقة منتظمة ولكنها لا تتوافق مع توقيتات التأرجح ، فأنك في بعض الأوقات لن يكون لدفعاتك أي تأثير . وقد يحدث مصادفة أن تعطي دفعه بينما هو يتحرك في اتجاهك ، وبذلك سوف تعمل دفعتك في الواقع على إبطاء حركته.

- لن يبدأ وتر الجيتار في التذبذب إذا تم عزف نغمة مختلفة على الوتر الثاني أو على جهاز آخر .

## المراجع:

- ويكيبيديا الموسوعة الحرة

www.seed.slb.com -

http://docs.ksu.edu.sa/DOC/Articles12/Article120375.doc -