

والجنس تزيد عن المسامية الفعالة بقيمة ما ، هذه القيمة أو هذه النسبة من المسامية تتبع عن المحتوى الحجمي للماء المتبلور وعن الماء الذي تم امتصاصه من قبل ذرات الفضار المتواجدة في الصخر . يمكن تحديد الزيادة في المسامية المحسوبة من خلال معرفة المحتوى الحجمي من الماء المتبلور W ومحنوي الصخر من الفضار V_{sh} على فرض أن Φ هي المسامية المحددة من منحني القياس فإن المسامية الفعالة أو الحقيقة تحسب وفق العلاقة :

$$\Phi = \Phi_{sh} - W V_{sh} \quad \text{و} \quad \Phi = \Phi_{ns} - W V_{sh} \quad ١٣-٣$$

W له قيمة ثابتة من أجل غضار له تركيب فلزى معروف ومن أجل تشكيلاً صخري محددة متواجدة في أحد المكامن ، ويمكن معرفة هذه القيمة من خلال التحليل الكيميائي للعينات الأسطوانية المأخوذة من الآبار من هذه التشكيلات . أما بالنسبة لكمية الفضار V_{sh} فيمكن تحديدها من خلال منحني قياس الكمون الذاتي SP أو من خلال قياس غاما الطيفي GR .

تحديد المسامية في الصخور الحازنة المشبعة بالمياه المالحة والطاوية على غضار :

إن وجود الفضار في الصخر وكذلك وجود المياه الطيفية المالحة المرافق للمكامن النفعية يؤثر بشكل كبير على دقة حساب المسامية بواسطة قياس نيزرون - غاما . على سبيل المثال نجد أن وجود المياه الطيفية المالحة يتركيز 12% من كلور الصوديوم يجعل قيمة المسامية المحددة في هذه الشروط أكبر مما هي عليه في حال مياه حلوة بنسبة 10% - 15% بالنسبة لنفس الطبيعة .

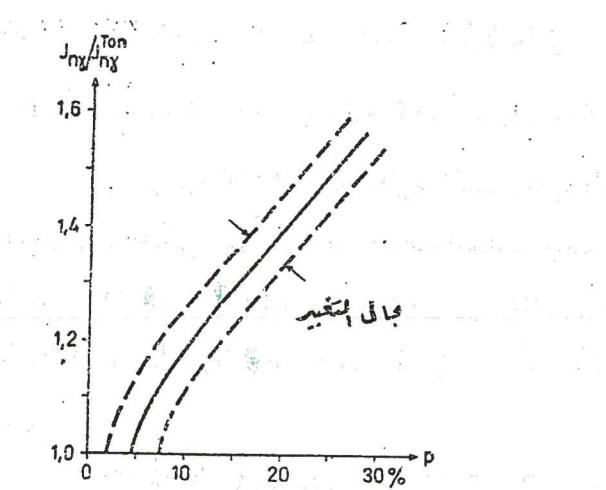
لقد قام العمالان داخنوف DACHNOW ودولينا DOLINA بتطوير مجموعة من الطرائق من أجل حساب المسامية وفق نيزرون - غاما والتي تأخذ بين الاعتبار محتوى الملح في المياه الطيفية أو مياه التشكيل . بسبب احتواء الغضار على ذرات الماء المتبلورة وماء التشكيل والذي يتحد بشكل متماسك مع ذرات الفضار ، يجعله من الصخور والفلزات المشبعة بالمهدروجين بنسبة تفوق ما يحتوي عليه الصخر الرملي النقي ذو المسامية العالية ، وبالتالي فإن تغير المسامية الفعالة في صخر رملي غضاري خازن ينبع بصورة رئيسية عن تغير محتوى الغضار في الصخر . مع العلم أن المحتوى الكلي من المهدروجين في الصخور سوف يتغير في حدود ضيقة نسبياً عندما تكون مسامات الصخر مليئة بالمياه المالحة . ينبع عن ذلك أن أي تغير في المسامية الفعالة (المفيدة) سوف يكون ناجم عن تغير المحتوى الحجمي للصخور الرملية من

مادة الكلور (كلور الصوديوم) والذي يتصف كما هو معلوم لدينا بخصائص الامتصاص للنيترونات المرسلة من المنبع النبوريوني .

عما أن تركيز الملح في المياه الطبيعية (مياه التشكيل) ضمن مكمن ما يبقى ثابتاً إلى حجم معقول ، فإنه يمكن الاستفادة من هذه الخاصية في تحديد المسامية من قياس نيزرون - غاما اعتماداً على خصائص الامتصاص *Absorptions eigen schaften* للصخر وليس على خصائص الت humid المشرحة سابقاً (*Bremseigen schaften*) . من أجل هذا الغرض فإنه يتوجب القياس بسوايس قياس بأطوال مختلفة ($L_{inv}=30-40\text{ cm}$) والتي لا تتأثر بتغير محتوى الصخر من الهيدروجين (ذات حساسية ضعيفة تجاه ذرات الهيدروجين) .

إن تزايد المسامية في

الصخور الرملية والبيوليتية (*Schiff*) ، في حالتنا هذه سوف لن يؤدي إلى انخفاض في الشدة الإشعاعية كما هو الحال بالنسبة للمياه الحلوة ، وإنما سوف يتوافق مع تزايد الشدة الإشعاعية I_{zr} وبشكل خططي تقريباً اعتباراً من المسامية التي تزيد عن 8% ($\Phi=8\%$) كما هو ملاحظ في



شكل (١٦-٣) : العلاقة ما بين الشدة الإشعاعية I_{zr} وبين المسامية Φ في الصخور الرملية البالية المشبعة بالمياه المالحة . الواحدة النظامية المستخدمة هي الشدة الإشعاعية للغضار I_{zr}^{Ton} وفق LARIONOW .

الشكل (١٦-٣) : في الآبار غير المغلفة والتي تتشكل في طبقاتها منطقة مغسولة بسبب سائل الحفر وخاصة في الصخور أو النطاقات الرملية الفضارية فإنه يتعدى حساب المسامية لهذه التشكيلات اعتماداً

على محتوى الطبقة من الكلور (مياه طبيعية مالحة) لهذا السبب يتوجه الانقلاب مدة زمنية

تتراوح مابين 1-15 يوم بعد تخليف الآبار من أجل إجراء وتنفيذ القياس . إن المنهجي المبين في الشكل (منحنى المعابر) يمكن استخدامه لحساب المسامية في الصخور الرملية التي تحتوي على بقايا من النفط . (مقاومتها الحقيقة $R_t < 2\Omega m$ و مقاومة المياه الطبقية $R_w = 0,04 - 906 \Omega m$) . ويتم حساب هذه المسامية وفق العلاقة :

$$\Phi = \frac{\Phi_{ay}}{1 - Ros}$$

١٤-٣

حيث أن : Φ مسامية الصخر الرملي الخاوي على بقايا نفطية .

Φ_{ay} المسامية المحسوبة من قياس نيترون - غاما .

Ros محتوى الصخر من النفط المتبقى ويمكن معرفتها من خلال القياسات الكهربائية
البعيرية (قياس المقاومة) .

طريقة حساب المسامية باستخدام سابرتي قياس بأطوال مختلفة :

إن الطريقة المستخدمة لحساب مسامية الصخور الخازنة اعتماداً على إجراء القياس بواسطة سابرتين بأطوال مختلفة تم وضعها من قبل العالم بارسوكوف (BARSUKOW) عام 1955 . إن العوامل المستخدمة في عملية الحساب هي I_1 و I_2 أي مما الشدتان الإشعاعتان المقاستان بالسابرتين ، أو I' والتي يحسب منها النسبة I'/I كتابع للمسامية والتي تعطي منحنى المعابر المناسب وفقاً للعلاقة :

$$I'/I = f(\Phi)$$

١٥-٣

إن منحنى المعابر المحسوب يستخدم فقط ضمن الشروط الجيولوجية والبعيرية التي اعتمد عليها من أجل رسم هذا المنحنى . بهذه الطريقة يتم إبعاد تأثير كل من فعالية المتبع النيتروني وحساسية الأجهزة على نتائج القياس . وكذلك يمكن الاستغناء عن إيجاد مستوى مقارنة والتي يناسب فيه القيم المقاسة .

في حال القياس في الصخور الخازنة ذات المسامية العالمية لوحظ وجود علاقة واضحة ما بين النسبة I'/I وبين المسامية Φ ، هذه العلاقة قليلة التأثير بغير قطر البئر وأيضاً بتغير الخصائص الامتصاصية للصخر (محتوى الكلور) . وهاتين الخصائصين لهذه الطريقة تميزانها عن بقية الطرق المتبعة في حساب المسامية بدقة كافية للصخور، سواء كانت كثيفة أو ذات

مسامية عالية (صخور كلسية) على أساس محتواها من الميدروجين وبحالة تشبعات مختلفة بالنفط وأيضاً في حالة تغير تركيز الملح للمياه الطبقية .

يمكن الحصول على مسامية للصخور أكثر دقة في حال الاعتماد على النسبة ما بين فرق الشدة الإشعاعية (بين الطبقة العنية وبين الشدة الإشعاعية للطبقة الاستنادية المرجعية) وذلك باستخدام سايرتي القياس 'I' و "L" وفق العلاقة التالية :

$$\frac{I_x - I_0}{I_x - I_0} = f(p)$$

١٦-٣

في هذه الحالة يتم إبعاد التأثير الصفرى وتأثير أشعة غاما المعاشرة .

٤-٧-٢ التطبيقات الأخرى لقياسات نيترون - غاما

أ - تحديد مستوى التقاء النفط مع الماء :

في الحالة التي تكون فيها المياه الملائمة للنفط ذات ملوحة قليلة فإن المصالص النيترونية لكل من المياه والنفط تكون متشابهة (نسبة الميدروجين في الماء 11.1% بينما في النفط 14.3%) بحيث لا يمكن التمييز بينها على منحني القياس . أي أن تغير المسامية للصخر الحازن والمقاسة بواسطة نيترون - غاما لا يمكن أن تحدد مستوى التقاء النفط بالماء . أما عندما يكون الماء المحاط بالنفط ذو تركيز ملحي كبير وبسبب المقطع الفعال الكبير لذرات الكلور المتواجد في المياه الطبيعية الملائمة للنفط ، فإنه يحدث زيادة في الشدة الإشعاعية مقابل الطبقة الخامدة للمياه مقارنة مع الماء الحاوي على النفط وهذا يسمح بتحديد سطح التماس بين النفط والماء سواء أكان البر مغلف أو غير مغلف . ضمن شروط مناسبة يمكن زيادة قدرة هذه الطريقة (قياس نيترون - غاما) على تحديد سطح التماس عندما تتفق القياسات بسايرة قياس عكسية وباستخدام لواقط إشعاعية من النوع الوميسي (Szintillation detectors) بحيث يتم التقاط أشعة غاما الصادرة عن ذرات الكلور فقط ، ويشرط أيضاً لنجاح القياس عدم وجود منطقة احتياج ذات عمق كبير .

ب - الكشف عن النطاقات الخامدة للغاز :

تمييز النطاقات الغازية على منحني نيترون - غاما في حال استخدام سايرة قياس طوبيلة بشدة إشعاعية عالية ، وذلك بسبب المحتوى القليل نسبياً من الميدروجين . ويصبح تمييز

هذه النطاقات الحاوية على الغاز غير ممكنة عندما يتواجد نطاق احتياج ذو عمق كبير نسبياً .
ويمكن أن الشواذ المسجل مقابل الطبقة الحاوية على الغاز مشابه إلى حد ما الشواذ المسجل مقابل الطبقات الكثيفة فإنه ومن أجل تمييز الطبقة الغازية يتوجب تنفيذ قياس كهربائي دقيق (ميكرولوغ) أو قياس الكمون الذاتي SP وقياس غاما - غاما بشكل مراافق لقياس نيترون - غاما وبعدها يتم المقارنة والتفسير .

يوجد طريقة أخرى من أجل تحديد الطبقات الحاوية على الغاز اعتماداً على قياس نيترون - غاما ، هذه الطريقة تعتمد على تنفيذ القياس باستخدام سايرتي قياس بأطوال مختلفة وأختيار واحدة قياس مناسبة . بهذه الحالة يجد أن هناك فاصلتاً واضحاً بين المترجين المسجلين مقابل الطبقة الغازية .

جـ الكشف عن بعض المعادن :

يمكن الاعتماد على قياسات نيترون - غاما في الكشف عن بعض العناصر المعدنية ذات مقطع الاحتواء الكبير والتي تسبب بشواد ينتجه عن الخصائص الامتصاصية للنيترونات الواردة من المنبع النيتروني من قبل هذه المعادن (زرنيق ، كربالت ، منغنز ، تنفستين) . على سبيل المثال فإن المقطع الفعال (مقطع الاحتواء) لزرنيق يبلغ 380 بارن وهذا ما يسمح بالكشف عنه حتى إذا توأمت حضن الصخر بنسبة صغيرة جداً ، كذلك يمكن الكشف عن الكالسيوم ذي المقطع الفعال 2550 بارن وعن التورتياء وغيرها من المعادن ذات المقطع الاحتوائي الكبير .

٨-٤ دراسات الطيفية لأشعة نيترون - غاما :

إن استخدام المولدات النيترونية في القياسات الإشعاعية قد فتح المجال لإجراء دراسات حول التركيب الكيميائي للصخور . تتعرض النيترونات ذات الطاقة العالية (14Mev) والصادرة عن المنبع النيتروني إلى تبعثرات مرنة وتبعثرات غير مرنة ، حيث يصرف جزء من طاقة النيترونات ذات التبعثر غير المرن إلى إثارة أو تهيج نوى الذرات التي تواجهها وينتج عن ذلك إصدار لأشعة ذات الطاقة المحددة بالنسبة لكل عنصر من العناصر المبعثرة في الصخر . إن الصخور أو التشكيلات الصخرية التي يتم قلعها بالنيترونات ذات الطاقة (14Mev) سوف تصدر أشعة غاما وذلك من خلال الظاهرتين الأساسيةين :

١- التبعثر غير المرن (Unelastische Streuung) للنيترونات السريعة

٢- احتواء النيترونات الحرارية .

إن الظاهرة الأولى تنتهي بعد زمن قدره 10 ميكروثانية (μs) أما الظاهرة الثانية فتستغرق زمن قدره 200 ميكروثانية (μs). وبما أن إنتاج النيترونات من المولدات يمكن أن يكون على شكل نبضات وليس على شكل إشعاعات فإنه توفر الإمكانيّة بتسجيل المركبين الإشعاعيّين بشكل منفصل وذلك عن طريق التحكم بفتح العداد الرميمي الذي يشغل على مرحلتين زمنيّتين من أجل عملية القياس (TITTMAN & NELLGAN) ويمكن القيام بذلك وفق الخطوات التالية :

- يتم تشغيل مولد النيترونات لمدة 10 ميكروثانية ، وخلال هذا الوقت يتم تسجيل أشعة غاما الناجمة عن التصادمات غير المرنة .

- بعد 5 ميكروثانية من تشغيل النبع النيتروني يتم تشغيل العداد الرميمي الذي يبدأ بالتسجيل لأشعة غاما الناجمة عن عملية الاحتواء ويستمر بالتسجيل حتى (1000) ميكروثانية .

إن المركبين الإشعاعيّين التي جرى تسجيلهما في أوقات مختلفة لها أطيف طاقية مختلفة . من أجل المركبة الأولى (تصادم غير مرن) يظهر بشكل خاص طيف أقصى طاقة الكربون (4,4Mev) وطيف طاقة الاوكسجين (6,7Mev) . أما بالنسبة للمركبة الثانية فلدينا طيف أقصى طاقة الكلور (6,1-7,8Mev) ، السيلسيوم (1,8Mev) والميدروجين (2,2Mev) . من خلال تسجيلات اختيارية لكلا المركبين الإشعاعيّين فإنه اعتماداً على القياسات الطيفية يمكن التمييز ما بين العناصر التابعة للمجموعتين السابقتين بصورة واضحة ، وكذلك يمكن التمييز ما بين الماء (ماء صالح) والميدروكربونات المتواجدة في الصخر . في حال تسجيل مجال طيفي فإن العناصر المذكورة أعلاه سوف تظهر أي سيكون لدينا :

- قياس الكربون - Log - Carbon - Log - قياس الاوكسجين - Log - Oxygen - قياس الكلور - Chlor - Log

ويمكن من خلال تسجيل إشعاعات غاما العائدة إلى المجموعة الأولى أن نميز على الطيف الطيفي كل من : - خط الكالسيوم (3,37Mev) - خط المغنيزيوم (1,37Mev)

من خلال معرفة نسبة الكالسيوم والمغنيسيوم وخاصة في التشكيلات الكلوراتية
الخازنة والتي مسامتها ونفوذيتها تتأثر بشكل كبير بعملية الدلتة ، يمكن التوصل إلى معرفة
درجة الدلتة لهذه الصخور ومدى تأثيرها على الخصائص الخزنية (مسامية ونفوذية) والتي
تعتبر معرفتها هامة في الدراسات الخزنية .

كذلك يمكن الاستدلال على نسبة الكربونات في الصخر من خلال التحليل الطيفي
(2.25 Mev) ومعرفة هذه النسبة تقييد في التعرف على كمية الأملاح البوتاسية المكونة والتي لها
أهمية اقتصادية كبيرة .

بالاعتماد على الأبحاث الطيفية لأشعة غاما المحتواة (المجموعة الثانية) والتي يتم
تسجيلها باستخدام منابع نيترونية [Be, Po] بولونيوم وبيوريتون يمكن أن توصل إلى تحديد
كمية الكلور المتواجد ضمن المياه الطبيعية ، شرط أن يتم حجب إشعاعات غاما التي هي أقل
من (5 Mev) . اعتماداً على هذه الامكانية للقياسات الطيفية فقد ظهر في الولايات المتحدة في
السنوات الأخيرة قياسات أطلق عليها قياس الكلور Chlorine-Log وقياس الملح Log-Salinity
وهذه القياسات تنفذ بشكل تجاري من قبل شركات النفط .

- الدراسات الطيفية التي تم شرحها تطبق ضمن شروط بحرية محددة ، من هذه الشروط أن
يكون قطر البغر أقل من 25 cm أي $d < 25$. أما في حال كون القطر أكبر من هذه القيمة
فسوف يكون تأثير سائل الحفر كبيراً على الطيف الطيفي المسجل .

وهذه الدراسة مبنية على تجربة في المختبر تمثلت في تقطير عينات من الحجر الجيري
للسنتين ونحو ذلك ثم تجربة نفس العينة في البحر في درجة حرارة تتراوح بين 10 و 15 درجة ، حيث
وُجِدَت نتائج تتطابق تماماً لعدة أسباب منها تغير درجة الحرارة في المختبر وفي البحر ، مما يزيد
نوعية الماء ومتانته . تجربة أخرى تمثلت في تقطير عينات من الحجر الجيري في المختبر
في درجة حرارة تتراوح بين 10 و 15 درجة ، ثم نقل العينة إلى البحر في درجة حرارة تتراوح بين 10 و 15 درجة .

الفصل الخامس

٥-٣ طريقة النيترونات المنشطة : Neutron activation method

١-٥-٣ لمبادئ الفيزيائية :

إن طريقة النيترونات المنشطة ظهرت على مسرح القياسات الجيوفيزياية البشرية عام 1946 على يد كل من كورشيف KORSHEW ، فليروف FLEROW ، الكسيف ALEXEIEW ، كوشارينكو KUCHARENKO وآخرين . وتعتمد هذه الطريقة على دراسة الفعالية الإشعاعية المترسبة للصخور بعد قذفها بالنيترونات .

بعد أن يتم احتواء النيترونات الحرارية من قبل العديد من العناصر التي يتكون منها الصخر ، تتحول هذه العناصر إلى نظائر إشعاعية اصطناعية ، والتي بدورها تخضع لعملية الانقسام والتفكك الإشعاعي والذي يترافق بإصدار أشعة غاما . إن احتمالية تشكيل هذه النظائر الاصطناعية المشعة تحدد من خلال المقطع الفعال للعنصر σ . وطالما أن العمر النصفى للنظائر الإشعاعي وكذلك طاقة أشعة غاما الناتجة عن انقسام هذا النظير هي مختلفة من نظير آخر (جدول ٤-٣) ، فإنه بالامكان الاعتماد على هذه الخصائص في تحديد محتوى بعض العناصر الكيميائية المتواجدة في الصخر .

من أجل هذا الغرض يتم قذف الصخر بالنيترونات وذلك من خلال المنبع النيترونی الفعال ذي الطاقة العالية ، ويتم ذلك ضمن زمن محدد τ ، وبعدها يتم تسجيل الشدة الإشعاعية I كتابع للزمن t ، حيث نحصل على منحنى التفكك والذي بواسطته يتم التعرف على العنصر المبحوث عنه في الصخر من خلال زمن العمر النصفى والشدة الإشعاعية له .

٤-٥-٣ مدى تجاوب هذه الطريقة مع أهدافها :

إن الحلول التي ستقدمها هذه الطريقة للمشاكل المطروحة أعلاه تبدو بشكل عام صعبة ، حيث أن الصخور ذات تركيب كيميائي معقد من جهة ومن جهة ثانية يتم تشبيط العديد من العناصر المشكلة للصخر في وقت واحد ، بحيث إن أشعة غاما المسجلة تمثل جموع الأشعة الصادرة عن تفكك النظائر الإشعاعية الاصطناعية مجتمعة . وهذا الوضع يودي إلى الحصول على منحنى تفكك معقد جداً ، بحيث يصعب الكشف عن العناصر المغيرة في القياس .

| طاقة أذمة طاما الصادرة بسبب تفكك النظائر الإصطناعية [Mev] | زمن العمر النصفي | المطر المشع كل بالحرفين | المقطع الفعال σ Barn باليارون | نسبة تواجد أو كثافة تواجدته % | المطر الأساسي |
|--|---------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1,4 ; 2,8 | 14,9 س | Na ₁₁ ²⁴ | 0,55 | 0,55 | 100,0 Na ₁₁ ²³ |
| 0,64 ; 0,84 ; 1,02 | 10,2 د | Mg ₁₂ ²⁷ | 0,006 | 0,05 | 11,3 Mg ₁₂ ²⁶ |
| 1,8-2,3 | 2,3 m | Al ₁₃ ²⁸ | 0,23 | 0,23 | 100,0 Al ₁₃ ²⁷ |
| 3,4 | 87 d | S ₁₆ ³⁵ | 0,13 | 0,17 | 75,4 Cl ₁₇ ³⁵ |
| 1,65-2,15 | 37 m | Cl ₁₇ ³⁸ | 0,15 | 0,61 | 24,6 Cl ₁₇ ³⁷ |
| 1,4-2,1 | 12,5 h | K ₁₉ ⁴² | 0,07 | 1,0 | 6,1 K ₁₉ ⁴¹ |
| 1,4 | 3,8 m | V ₂₃ ⁵¹ | 5,5 | 5,5 | 100,0 V ₂₃ ⁵¹ |
| 0,82-1,77-2,06 | 2,6 h | Mn ₂₅ ⁵⁶ | 11,5 | 11,5 | 100,0 Mn ₂₅ ⁵⁵ |
| 1,17-1,33 | 5,5 d | Co ₂₇ ⁵⁹ | 30,0 | 30,0 | 100,0 Co ₂₇ ⁵⁹ |
| 1,35 | 12,8 h | Cu ₂₉ ⁶⁴ | 2,1 | 3,1 | 69,1 Cu ₂₉ ⁶³ |
| 0,5-1,75 | 26 h | As ₃₃ ⁷⁶ | 4,2 | 4,2 | 100,0 As ₃₃ ⁷⁵ |
| 0,14-0,84 | 64 h | Mo ₄₂ ⁹⁹ | 0,09 | 0,39 | 23,8 Mo ₄₂ ⁹⁸ |
| 0,34-0,65 | 2,5 h | Cd ₄₈ ¹¹⁵ | 0,36 | 1,24 | 28,8 Cd ₄₈ ¹¹⁴ |
| 0,16-1,05 | 86 m | Be ₃₆ ¹³⁹ | 0,40 | 0,56 | 71,7 Ba ₃₆ ¹³⁸ |
| 0,08-0,69 | 24 h | W ₇₄ ¹⁸⁷ | 10,6 | 37,0 | 28,6 W ₇₄ ¹⁸⁶ |
| 1,8-2,3 | 2,3 m | Al ₁₃ ²⁸ | | | 92,3 Si ₁₄ ²⁸ |
| 0,82-1,77-2,00 | 2,6 h | Mn ₂₅ ⁵⁶ | | | 91,6 Fe ₂₅ ⁵⁶ |

جدول ١٤-٣ : يبين التفاعل النووي الناجم عن الأثر التحرري من قبل النيترونات
والنظائر الإصطناعية المشعة في الصخر وفق داخنوف .

يسbib الفرق الكبير في المقطع الفعال للعناصر يمكن أن تميز بجموعة من العناصر
والتي تساهم بشكل كبير نسبياً في الفعالية الإشعاعية المترسبة في الصخر والتي تتألف بشكل
رئيسي من الألミニوم ، المغزنيوم ، البوتاسيوم ، الكلور ، وغيرها من العناصر الأخرى . كذلك
يمكن الاعتماد على زمن العمر النصفي للعناصر المشعة والذي بدوره يلعب دوراً كبيراً في

عملية التمييز كونه يتغير بشكل كبير من عنصر إلى آخر . اعتماداً على الخواصين السابقتين (المقطع الفعال - العمر النصفى) وباختيار زمن محدد لإصدار النيترنات من المنبع النيترونى ، وكذلك اختيار زمن قياس مناسب بحيث يحول تأثير العنصر المعنى في القياس هو المسيطر ، عندها يمكن التوصل إلى نتائج مرضية لهذه الطريقة .

٣-٥-٣ لعدة الزمنية المثلية لقف الصخر بالنيترونات (زمن إصدار النيترونات من المنبع) :

بفرض أن Q هي الفعالية الإشعاعية للمنبع النيترونى و Φ كثافة النيترونات الحرارية في الحال الصغرى المدروس وذلك عندما $Q=1$.

N - عدد ذرات العنصر المبحوث عنه في كل 1cm^3 والذي سيعرض للتحريض والتشيشيط σ - المقطع الفعال للعنصر .

N_i - عدد ذرات العنصر i (الصخر مؤلف من i عنصر) .
٤- مقطع الامتصاص للعنصر i والذي يعمل على تحفيز النيترونات الحرارية .

٥- ثابت التفكك الإشعاعي للنظام الإشعاعية المتشكلة بعد عملية التحرير $\frac{0.693}{T}$.

٦- الزمن الذي تم خلاله إصدار النيترونات من المنبع النيترونى .
وبالتالي يمكن وفقاً للمعطيات السابقة حساب عدد النوى المنشطة في 1cm^3 من

العنصر المعنى بالعلاقة التالية :

$$N_i = Q \Phi \frac{N_i \sigma_i}{\sum N_i \sigma_i} (1 - e^{-\lambda_i t})$$

١٧-٣

من العلاقة السابقة نستنتج أن عدد النوى المنشطة يزداد كلما ازداد محتوى الصخر من العنصر المنشط أو التحرير ، وبالتالي زيادة مقطعه الفعال ، وكذلك مع زيادة شدة المنبع النيترونى . أما العامل $(1 - e^{-\lambda_i t})$ فيمثل مقدار تزايد النوى المشعة بسبب قذف النيترونات . إن الشدة الإشعاعية I المسجلة بعد عملية القذف والتي تتناسب طرداً مع N_i عدد النوى المنشطة ، تتعلق بكل من زمن القذف للنيترونات t وبالعمر النصفى $T_{1/2}$ للعنصر المنشط إشعاعياً . وبالتالي فإنه من خلال اختيار مناسب لزمن قذف النيترونات يمكن التوصل إلى الحالة التي يكون فيها النشاط الإشعاعي المتحرر والذي يتم تسجيله يرجع إلى تواجد العنصر

المبحث عنه أو الموضوع قيد الدراسة .

- مثال : العمر النصفي لعنصر الألمنيوم $T_{1/2}$ Al هو (2,3 دقيقة)

العمر النصفي لعنصر الصوديوم $T_{1/2}$ Na هو (14.9 ساعة)

بفرض أن العنصرين تم قذفهما بالنيترونات ولمدة 3-2 دقيقة أي ($t=2-3$) .

في هذه الحالة نجد أن الشدة الإشعاعية لعنصر الألمنيوم I_0 تبلغ 50% بينما تبلغ

0,2% بالنسبة لعنصر الصوديوم وذلك من القيمة الأعظمية I_{max} والتي يتم تسجيلها في حال

بلوغ الزمن t قيمة لانهائية (عملياً $t \rightarrow \infty$) . وإذا تم قذف نفس العنصرين خلال زمن قدره

(15 ساعة) ، في هذه الحالة فإن الشدة الإشعاعية للألمنيوم I_0 سوف تبلغ القيمة 100%

بالنسبة لقيمة الأعظمية ، بينما ينعد بالنسبة لعنصر الصوديوم تبلغ 50% . مما سبق نستنتج أن

الزمن المثالي الذي يتم فيه قذف نوى الألمنيوم بالنيترونات حتى تخريضها وتحويلها إلى نظائر

مشعة يبلغ بضع دقائق أما بالنسبة للصوديوم فيبلغ بضع ساعات .

٤-٥-٤ تحديد زمن القياس المثالي :

من المعلوم لدينا أن عدد النوى المشعة سوف يأخذ بالتناقص بعد الانتهاء من عملية التحريرض النووي وذلك وفقاً لقانون التفكك الإشعاعي :

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad ١٨-٣$$

أما الشدة الإشعاعية المسجلة فتتعلق بالفعالية الإشعاعية $\frac{dN}{dt} = \lambda N$ وتتغير مع الزمن

من خلال العمر النصفي لعنصر المشع :

$$I = I_0 e^{-\lambda t} \quad ١٩-٣$$

كلما كان العمر النصفي لعنصر التحريرض صغيراً كلما أدى ذلك إلى تناقص الشدة

الإشعاعية بشكل أسرع . ومن أجل أن نبين ذلك عملياً نعود إلى المثال السابق على فرض أن

التسجيل تم بعد 15 ساعة من انتهاء عملية القذف النووي ، فنصل إلى النتيجة التالية :

الشدة الإشعاعية المسجلة بالنسبة للصوديوم 50% بينما تصبح بالنسبة لعنصر

الألمنيوم التحريرض معلومة أي أن الأشعة المتقطعة بعد هذا الزمن تعود إلى عنصر الصوديوم

وحده .

٥-٥-٣ التقياسات الطيفية :

في حال استخدام العداد الوميضي Szintillation zähler من أجل التقاط أشعة غاما والتي لها طاقة محددة (غاما كوانن) ، فإنه يمكن إظهار مفعول العنصر المبحوث عنه بشكل أكبر مما يمكن .

٥-٥-٤ تحليل الفعالية : Aktivierungsanalyse

من أجل تحديد محتوى الصخر من عنصر معين يتطلب ذلك تسجيل منحني التفكك لهذا العنصر الذي يتم تحريضه بيترونيا باستخدام منحني التفكك الذي تم تمثيله لوغاريتمياً ، وذلك وفق الشروط التالية :

- زمن مثالي لعملية قذف النيترونات τ
- سلطة أثر العنصر $\rightarrow \leftarrow$
- زمن القياس المناسب τ (نهاية القذف وبداية المدروس)

ضمن الشروط السابقة يتم الحصول على مستقيم يمثل منحني التفكك . تقوم بعلمه استمداد حتى يقطع المحور العمودي وذلك في اللحظة $t=0$ (نهاية عملية القذف) فتحصل على الشدة الإشعاعية I_0 ، والتي من خلالها وبعد الأخذ بعين الاعتبار زمن القذف بالنيترونات واعتماداً على المنحني السابق ، نستطيع الحصول على محتوى الصخر من العنصر المبحوث عنه . بالنسبة لزمن القياس يتم تحديده من خلال معرفة زمن العمر النصفى للعنصر المعنى بالدراسة (النظير المشع) وهذا الزمن يتراوح بين بضع دقائق وعدة ساعات . في حال كان المدف هو الكشف عن عدة عناصر وليس عنصر واحد ، فإنه من المفيد القيام بسلسلة من المراقبات والتجربيات وذلك باستخدام أزمان إشعاع نيتروني وأزمان قياس مختلفة ، إذ أنه في هذه الحالة لا تجدي عملية تحليل منحني التفكك الذي شرحناه أعلاه .

٦-٥-٣ مجالات تطبيق هذه الطريقة :

- ١- دراسة التركيب الكيميائي والمعدني للصخور .
- ٢- الإشارة إلى أماكن تواجد المكامن المعدنية الشمية .
- ٣- الكشف عن الصخور الحاملة للنفط وللماء .

٤- تحديد مستوى التقاء النفط بالماء في الآبار المغلقة ← مراقبة استثمار المكمن النفطي .

٥- الكشف عن الكثير من المعادن مثل (البوكسيت ، منغنز ، تنفستين ، wolfram) .

٦- الدراسة الدقيقة للتركيز الكيميائي للكباريت .

إن أهم مساوئ هذه الطريقة هو إجراء عملية القياس بشكل نقطي وبالتالي الورق

الكبير الذي تستغرقه عملية القياس (زمن الإشعاع النبوري - زمن الدراسة أو البحث) .

وهذا السبب لا تطبق هذه الطريقة إلا في حال عدم جدواي الطرق المختلفة في

الوصول إلى النتيجة المرجوة والمطلوبة .

٣- طرق بولفار :

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .

تحتاج طرق بولفار لبعض التجهيزات التي تختلف بحسب نوع الماء .