تسجيل كثافة الطبقة أو غاما – غاما Fermation Density Log

يعتمد مبدأ **غاما – غاما** على :

قذف الطبقة بأشعة غاما الصنعية الصادرة عن منبع مشع مثبت في أسفل السابرة .

تتفاعل إشعاعات غاما مع المواد التي تمر فيها ويتم امتصاصها من قبل هذه المواد .

تتخامد شدة الإشعاعات أثناء سيرها في المادة

وتتعلق المسافة التي تستطيع الإشعاعات اختراقها في الجسم إلى أن تتناقص شدتها إلى النصف بصفات الجسم الفيزيائية وخاصة بكثافته.

تخسر إشعاعات غاما طاقتها عند اختراقها الطبقات الصخرية

ويعتمد ذلك على مستوى الطاقة التي تحملها هذه الإشعاعات.

تستخدم السابرات الكثافية **عادة منابع إشعاعية** تصدر إشعاعات غاما من المستوى المتوسط للطاقة **ويتم التخامد** أثناء سيرها في المادة. يتناسب تخامد إشعاعات غاما **مع كثافة الالكترونات** في الجسم الذي يتناسب بدوره مع **كثافة الجسم** نفسه .

تعتمد كثافة الصخر على :

- **كثافة الفلزات المركبة** له - وعلى **المسامية** - **وكثافة السائل** الذي يملأ التجاويف والمسامات

وتعرف حسب العلاقة التالية :

$$\rho_b = \text{Volume Fluid} \times \text{Fluid density} + \text{Volume Rock} \times \text{Rock density}$$

$$= (\rho_f \times \phi) + (\rho_{ma} \times (1-\phi))$$

Observed Bulk Density ρ_b =

Observed Bulk Density ρ_b =

Volume Fluid x Fluid density
+
Volume Rock x Rock density

$= (\rho_f \times \phi) + (\rho_{ma} \times (1-\phi))$

تساعد هذه العلاقة على تحديد المسامية

تحدد المسامية حسب العلاقة :

$$\phi = \frac{\rho_{Ma} - \rho_b}{\rho_{Ma} - \rho_f}$$

- ***Uses gamma rays to measure bulk formation density in g/cc***
- ***Each rock matrix (Lithology) has a characteristic density between 2-3 g/cc***
- ***Fluids generally have a lower density between 0.2 - 1.0 g/cc***
- ***Used to define porosity and lithology***

استخدامات تسجيلات **غاما – غاما**

السابرة الكثافية

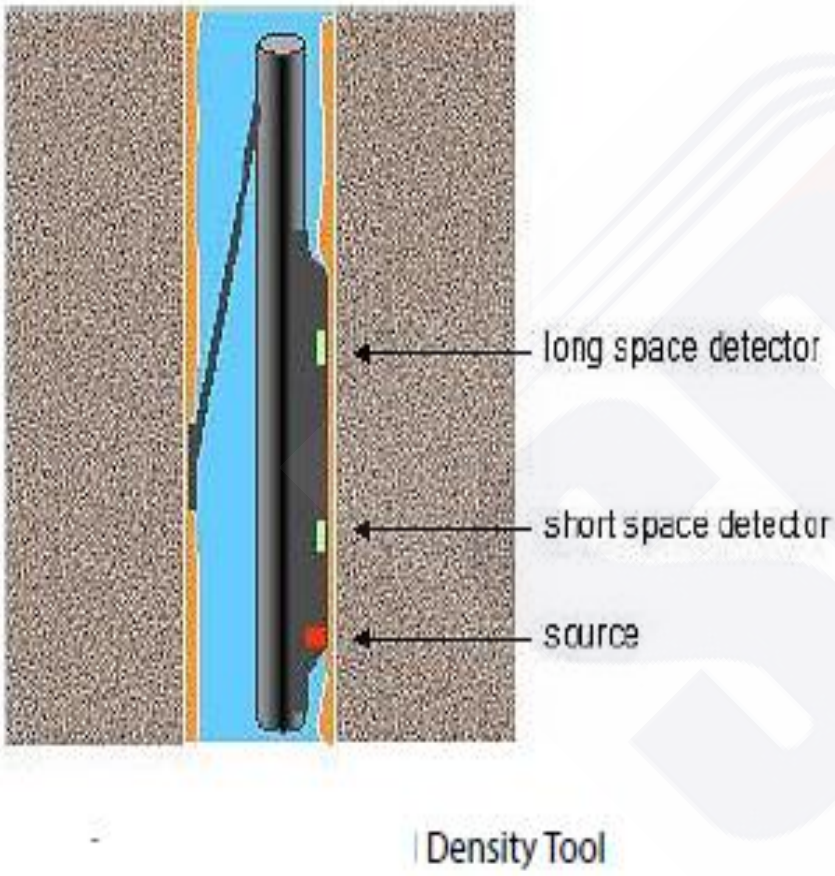
تتألف السابرة الكثافية من :

-منبع لإشعاعات غاما مثبت في أسفل السابرة
-لاقط إشعاعي مثبت على بعد معين من المنبع نسميه **تباعد السابرة** ،

يكون عادة **لاقط آخر** مثبت على تباعد أكبر من المنبع مما يسمح بإعطاء السابرة **تباعدين مختلفين** وبالتالي عمقين مختلفين للإختراق .

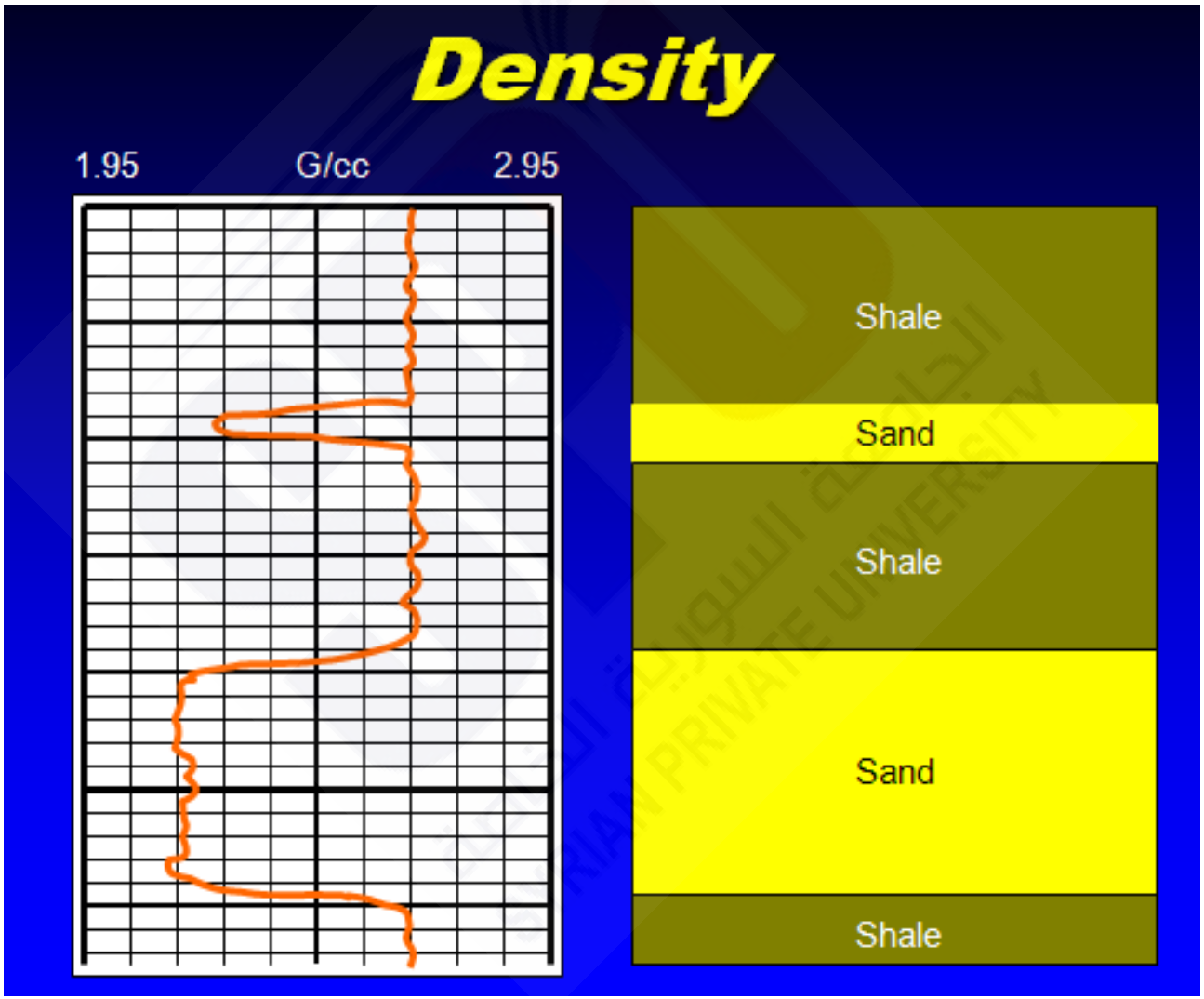
توضع اللواقط الإشعاعية والمنبع الإشعاعي على مزلقة تضغط على جدار البئر بقوة مما يجعلها تخترق الكعكة الطينية وتنزلق على جدار البئر بفضل شكلها الذي يشبه المحراث لاحظ الشكل المرفق .

لا يمكن أحيانا اختراق كامل الكعكة الطينية وبخاصة عندما تكون هذه الكعكة قاسية .



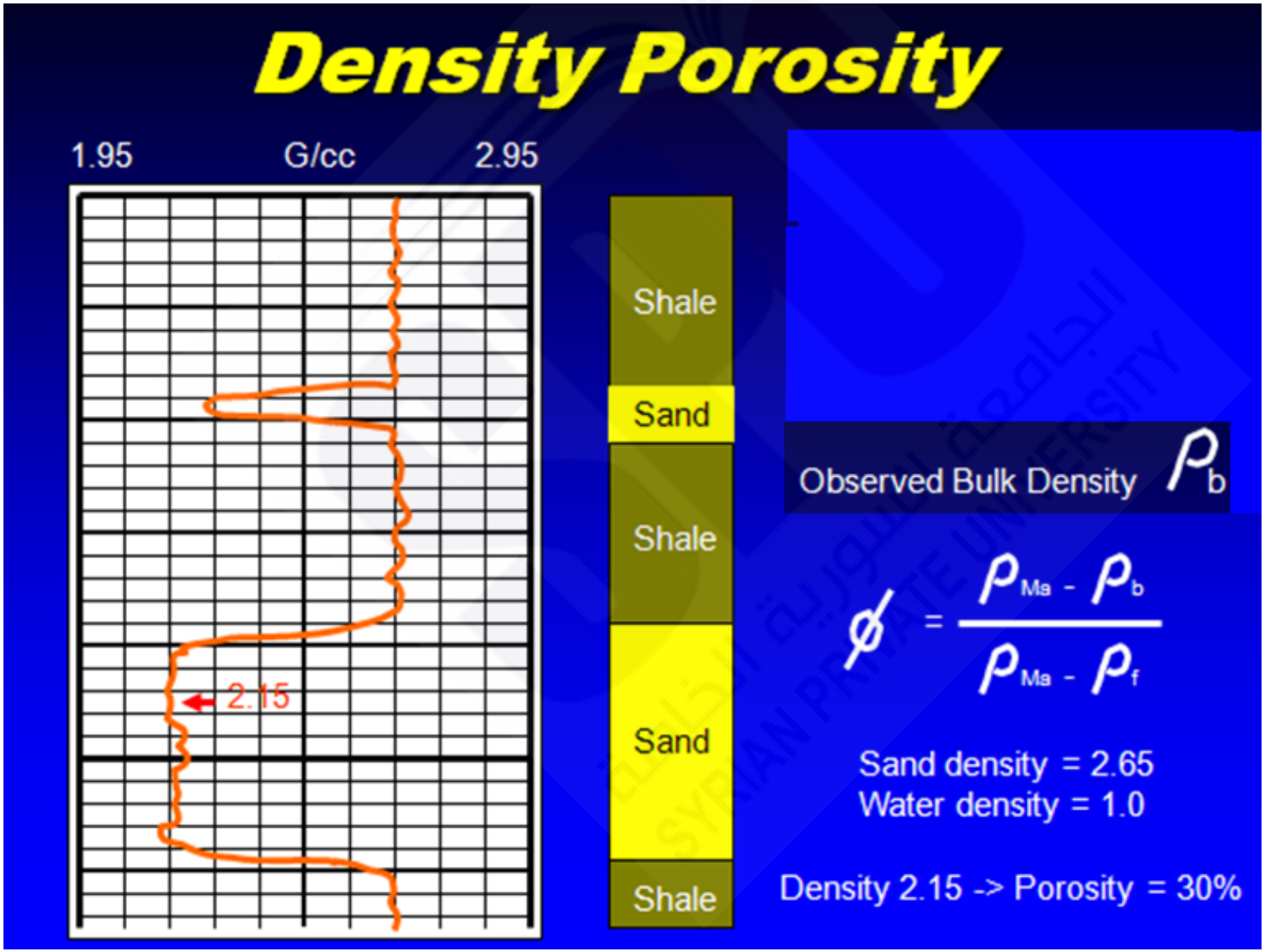
الشكل المرفق يبين شكل منحني تسجيلات الكثافة
بوجود تعاقب الرمل مع الشيل

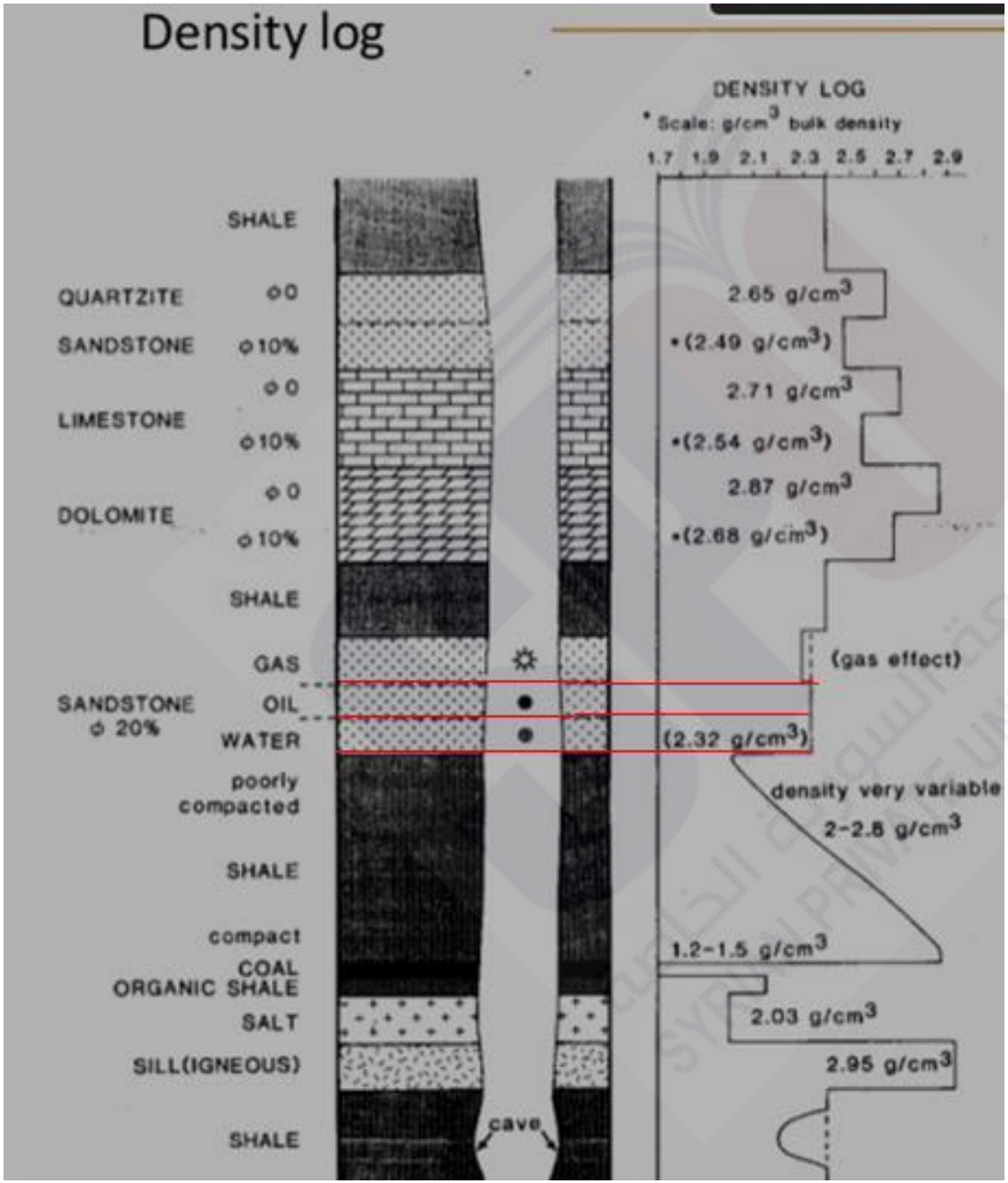
Log example



Log example

تحديد المسامية من خلال تسجيلات الكثافة





تسجيلات الكثافة وقيمها أمام عدد من التشكيلات المتباينة ليتولوجياً

التسجيلات النيوترونية Neutron Log:

لمحة سريعة :

يتم في التسجيلات النيوترونية البئرية قذف الصخر **برشقات** من **النيوترونات السريعة** (بحدود 20,000كم/ثا) أي عالية الطاقة تندفع من منبع نيوتروني مثبت في السابرة ، تصطدم هذه النيوترونات بنوى الصخر المحيط بالبئر وتخسر جزءا من طاقتها الحركية نتيجة كل اصطدام إلى أن تتخامد سرعتها إلى ما يسمى

بالسرعة الحرارية Thermal Velocity (بحدود 2كم/ثا)

وتنخفض طاقتها لتصبح بحدود (0.025الكترون فولط) ، تنتشر النيوترونات بعدها بين نوى الصخر بشكل عشوائي دون خسارة جديدة في الطاقة إلى أن **تلتهمها بعض النوى** المعروفة بشراهيتها للنيوترونات مثل **نوى الكلور والهيدروجين والسيليس** وغيرها .

تنطلق إثر عملية الالتهام هذه إشعاعات غاما عالية الطاقة من مرتبة (1,5مليون الكترون فولط).

ماذا نسجل ؟ :

-النيوترونات المنعكسة إلى السابرة بعد اصطدامها **(تسجيل نيوترون- نيوترون)**

-أو تسجيل أشعاعات غاما الناتجة عن التهام النيوترونات من قبل نوى الصخر **(تسجيل نيوترون- غاما)**

نتعرف من هذه التسجيلات على --- استجابة الصخر للقذف النيوتروني وبالتالي على **صفاته المكمنية** .

إذاً: تخسر النيوترونات السريعة المندفعة نحو الصخر طاقتها بسرعة

-إذا وجدت أمامها تركيزا عاليا من (نوى الهيدروجين)

-فعندما **تكون مسامية الصخر عالية** ومساماته مملوءة بسائل غني بنوى الهيدروجين (ملحي أو نفطي) تتوفر في هذه الحال تراكيز عالية لنوى الهيدروجين في الصخر ، **يخسر عليها النيوترون المندفع طاقته الحركية خلال مسافة قصيرة من مساره في الصخر وخلال فترة قصيرة جدا** لا تتعدى بضعة أجزاء من مليون من الثانية ،عندها **لا يستقبل اللاقط** الاشعاعي المثبت في السابرة على بعد معين من المنبع النيوتروني إلا القليل من النيوترونات أو إشعاعات غاما الناتجة عن التهام النيوترونات الحرارية ....لماذا ؟.

لأن كامل عملية تخامد النيوترونات والتهامها من قبل نوى الصخر

تتم في منطقة قريبة جدا من المنبع ولا يصل تأثيرها إلى اللاقط البعيد عنه نسبيا .

-أما إذا كانت **المسامية منخفضة** أو إذا كانت المسامات **مملوءة بالغاز** فيكون تركيز نوى الهيدروجين **منخفضا** مما يسمح للنيوترونات بالاختراق عميقا قبل أن تتخامد سرعتها وتخسر طاقتها .

أي أن **مجمل عملية تخامد النيوترونات والتهامها من قبل نوى الصخر تتم في منطقة بعيدة نسبيا من المنبع** ويصل الكثير من تأثيرها إلى اللاقط الإشعاعي الذي يسجل عددا أكبر من النيوترونات المرتدة أو إشعاعات غاما عالية الطاقة الناتجة عن عملية التهام النيوترونات ..

ماذا يسجل اللاقط ؟؟؟

يسجل النيترونات العائدة ، وكلما كان عدد النيترونات المسجلة أكبر دل على انخفاض عدد ذرات الهيدروجين في التشكيلة الخازنة . وبما أن الهيدروجين هو المكون الرئيسي للماء والهيدروكربون فإن هذا القياس يحدد حجم هذه المواد في التشكيلة وبالتالي الفراغات التي تشغيلها (**المسامات**) .

ملاحظة :

-**المسامية المسجلة في الشيل** تكون غير حقيقية ،لماذا ؟

لان جزيئات OH الداخلة في تركيبه ، وكذلك الماء الممتزة على سطوحه يؤثر على قياس المسامية الكلية .

-**دليل الهيدروجين للغاز أقل** منه في **النفط أو الماء** لذلك فهو يعطي مسامية منخفضة جداً ، بعكس المسامية الكثافية التي تعطي مسامية كثافية عالية.

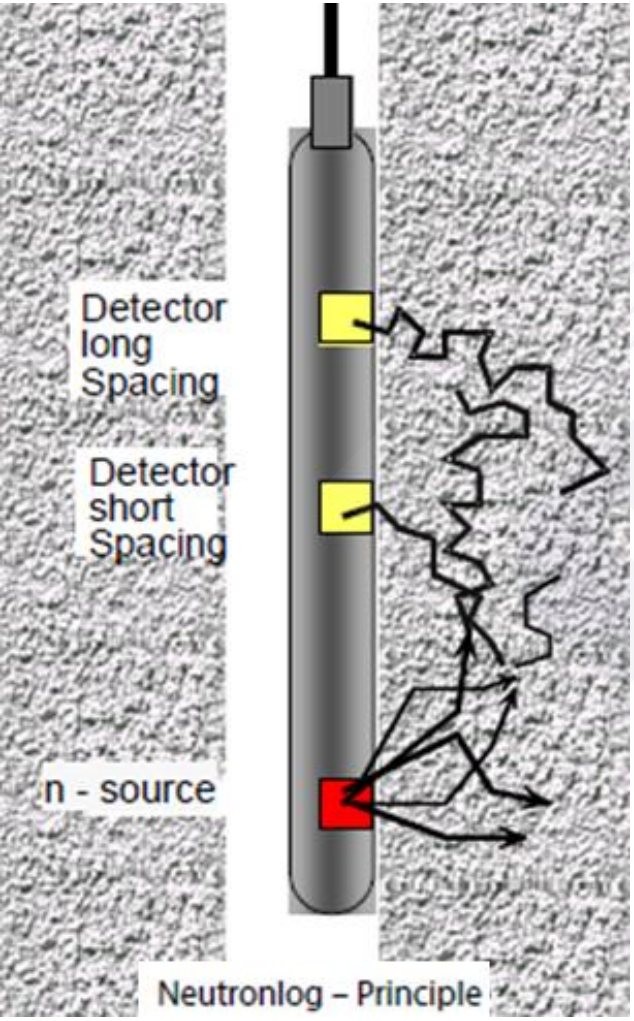
السابرة النيوترونية :

تتألف من :
منبع نيوتروني ولاقط إشعاعي مثبت على بعد معين من المنبع يمثل **تباعد السابرة** Spacing النيوترونية ويلتقط إما النيوترونات المرتدة أو إشعاعات غاما . ويمكن أن تحتوي السابرة على أكثر من لاقط اشعاعي مثبتة في جسم السابرة على تباعدات مختلفة وبالتالي أعماق مختلفة للاختراق الجانبي .

يعتمد عمق الاختراق أو الاستكشاف الجانبي للسابرة على **تباعد السابرة نفسها** وعلى **عمق اختراق النيوترونات أي على المسامية**

ويكون في حال مسامية معدومة بحدود 30سم تقريبا **ويتناقص كثيرا** إذا كانت المسامية عالية والبئر مملوء بالماء

نتيجة : نستطيع من تسجيل النيوترونات المرتدة أو اشعاعات غاما المتحرضة عن عملية قذف النيوترونات **التعرف على مسامية الصخر** أو **محتواه من الغاز** لأن الجزء الأعظم من نوى الهيدروجين يتركز في السائل الذي يملأ مسامات الصخر



مبدأ السابرة النيوترونية

ما هي قراءات السوابر النيوترونية ؟؟؟ :

تمثل قراءات السابرة النيوترونية وبشكل رئيسي **تركيز الهيدروجين** في الصخر
أي أنها **تسجل دليل الهيدروجين Hydrogen Index** الذي يشمل
- تركيز نوى الهيدروجين الموجودة بكثرة في المائع الذي يملأ مسامات الصخر
- تركيز نوى الهيدروجين في مادة هيكل الصخر نفسها والداخلة في التركيب الكيميائي لهذه المادة .

بما أن نوى الهيدروجين في سائل الطبقة (نفطا كان أم ماء) تشكل **الجزء الأعظم** من مجتمع الهيدروجين في الصخرلذلك يقدم تسجيل دليل الهيدروجين مؤشرا جيدا للمسامية .

يختلف تركيز نوى الهيدروجين بالسوائل حسب تركيز الأملاح فيها كما يختلف في السوائل النفطية عنه في السوائل الملحية

-تأثير التركيز الملحي في المحاليل : تنخفض كثافة أو تركيز نوى لهيدروجين في المحلول الملحي مع ازدياد تركيز الأملاح .

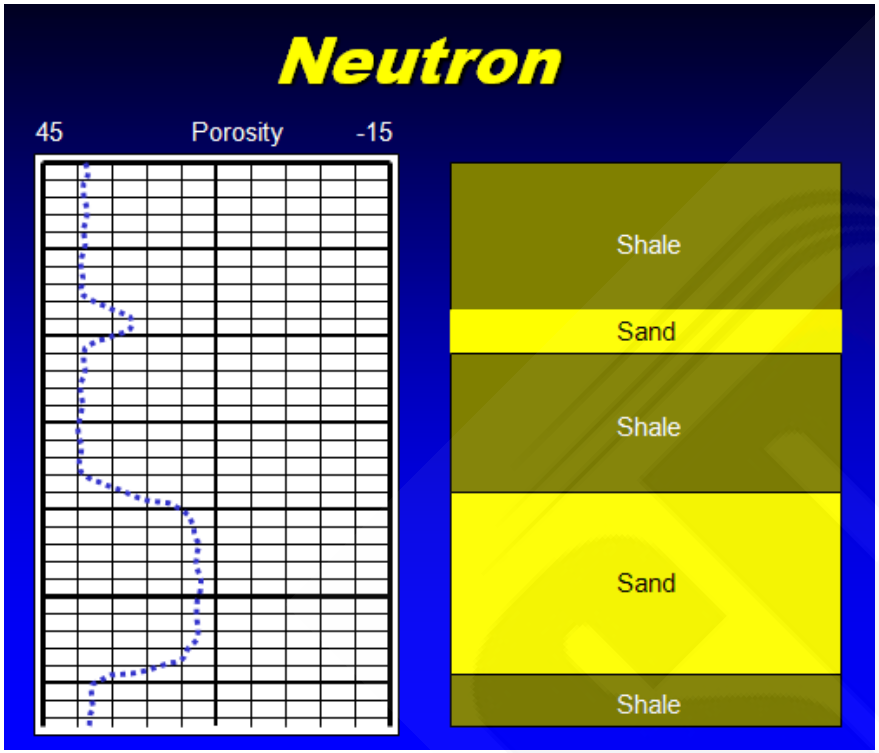
-تأثير الهيدروكربون : يمكن الحصول على دليل الهيدروجين في الموائع الهيدروكربونية (نفط +غاز) من خلال تركيب الهيدروكربون وكثافته .

يعني هذا أن دليل الهيدروجين في **النفط السائل** قريب جدا منه **للماء** ولا يحتاج لتصحيح يذكر . أما بالنسبة للغاز فيعتمد على تركيبه وكثافته ،ويمكن استنتاج قيم H_{gas} كتابع للضغط والحرارة بالنسبة لغاز محدد من مخططات خاصة

تأثير الصفاح أو الغضار : بما أن التسجيل النيوتروني يقرأ دليل الهيدروجين في الصخر سواء كان الهيدروجين في **سائل الطبقة** أم داخلا في **تركيب هيكلها** ، وبما أن نوى الهيدروجين تدخل في تركيب الغضار بكثرة فيسبب وجود الغضار تقديرا مبالغا به للمسامية في الصخر يزيد عن المسامية الحقيقية . يمكن التصحيح تقديرا لوجود الغضار أو الصفاح عن طريق المنحنيات التابعة لهذا الغرض .

يمثل القياس بالنسبة المئوية مثلاً :

(ϕN=10.0%)



Neutron

- ***Uses Neutrons to measure Hydrogen content of formation***

كما يمكن حساب حجم الغضار من القياس النيتروني من خلال المعادلة :

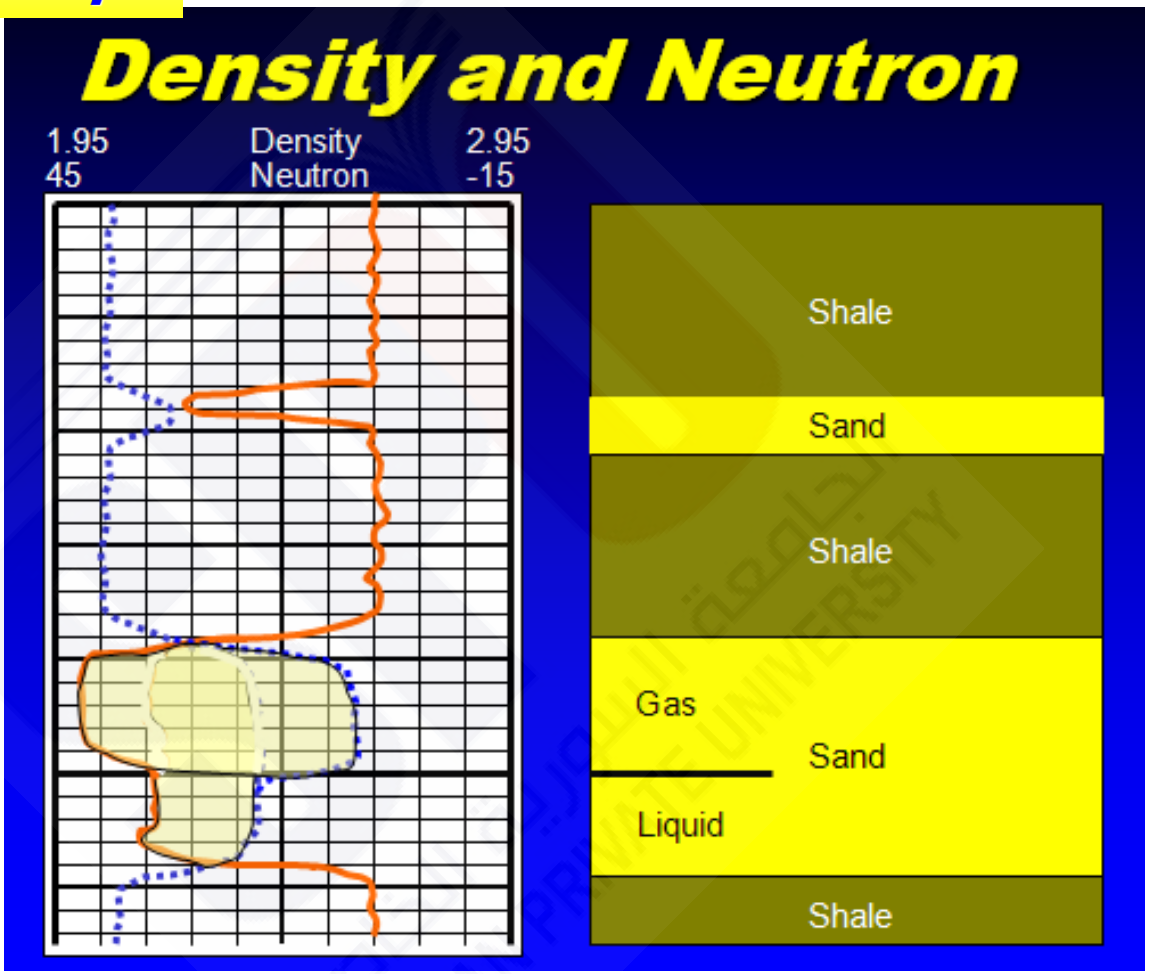
$$V\ sh = \frac{\Phi N\ log - \Phi N\ min}{\Phi N\ sh - \Phi N\ min}$$

حيث V sh حجم الغضار، ΦN log المسامية النيترونية في القياس

ΦN sh قيمة القياس النيتروني مقابل الطبقات الغضارية

ΦN min قيمة القياس النيتروني الأصغرية

Log example



-المسامية في الشيل تكون غير حقيقية ، لان جزيئات OH الداخلة في تركيبه وكذلك الماء الممتزة على سطوحه يؤثر على قياس المسامية الكلية (تصحيح).

-دليل الهيدروجين **للغاز أقل** منه في **النفط أوالماء** لذلك فهو يعطي مسامية منخفضة جداً ، بعكس المسامية الكثافية التي تعطي مسامية كثافية عالية أكبر من الحقيقية.

التسجيلات النيترونية وقيم المسامية
أمام عدد من التشكيلات المتباينة ليتولوجياً