- جيدة إذا كانت $10 < \phi < 20$ %

- جيدة جدا إذا كانت $\phi > 20$ %

1-1-1- الطرق المخبرية لقياس مسامية الصخور

الطرق المباشرة لقياس المسامية مختلفة وتعتمد على طبيعة العينة وأبعادها :

a - العينات المستخرجة حديثا والمصانة (طريقة جمع الموائع)

b - العينات المكشوفة والمغسولة

تحتوي العينات المستخرجة حديثا على الغاز والماء والنفط ، ويحدد مقدار احتواء العينة على الماء والنفط بواسطة التقطير عند الضغط الجوي (Retort method) . مما ذكر أعلاه يتبين أنه يمكن - اعتمادا على النتائج المذكورة أعلاه - حساب درجة التشبع .

1-1-2- قياس المسامية للعينات المغسولة

تحدد المسامية من العلاقة التالية :

$$\Phi = \frac{V_P}{V_T} = \frac{V_T - V_S}{V_T} = 1 - \frac{V_S}{V_T} \qquad (3\text{-}1)$$

وبما أن كتلة العينة M_T وكتلة حبيبات هذه العينة M_S متساوية لذا يمكننا كتابة العلاقة السابقة بالشكل التالي :

$$\Phi = 1 - \frac{\rho_T}{\rho_S} \qquad (4\text{-}1)$$

حيث أن :

ρ_T - كثافة العينة .

ρ_S - كثافة حبيبات هذه العينة .

من العلاقتين (1-3) و (1-4) نستنتج أنه لتعيين المسامية يمكننا الاكتفاء بمعرفة حجم الفراغات المسامية وحجم العينة الكلي أو كثافة العينة وكثافة الحبيبات .

1-1-3- تحضير العينات

وصفت ميكانيكية العملية أدناه ماعدا طريقة جمع الموائع ، للعينات المطلوبة والمستخلصة منها الموائع لقياس مساميتها ، ويمكن أن يكون للعينات شكل هندسي (مكعبا أو أسطوانة) أو أي شكل آخر .

تتم عملية الاستخلاص والغسل باستخدام :

1- ساكس ليت (Soxhlet)

2- دين وستارك (Dean - Starte)

3- الطاردة المركزية (Centrifuging)

4- الإعادة بالتفريغ (Vacuumretorting)

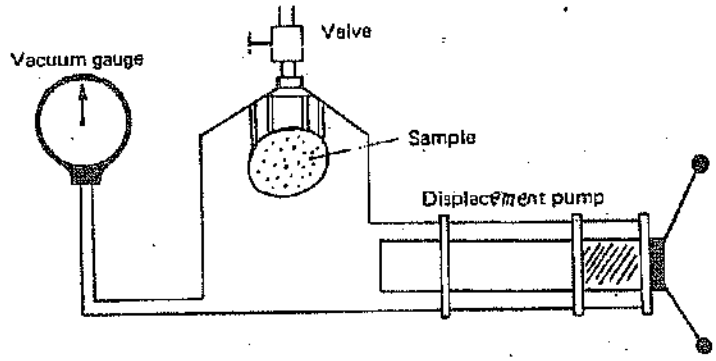
الطرق التي تضم الاستخلاص والطرد المركزي هي سريعة جدا وفعالة للعينات الصخرية العادية ، أما الإعادة بالتفريغ فهي بدون شك الحل الأفضل للعينات الكبيرة ماعدا العينات الغضارية . يستعمل في أثناء الاستخلاص سائل مذيب كالتولوين والكلوروفورم والأسيتون والهكسان وغيرها . كذلك تعتبر عملية التجفيف بعد الاستخلاص مهمة جدا وفي بعض الحالات تعتبر عملية ممكنة طريقة التجفيف بالتفريغ عند درجات حرارة منخفضة .

تعتبر في المخابر عمليات الاستخلاص والغسل والتجفيف عمليات يجب القيام بها على العينات وذلك قبل القيام بالقياسات المطلوبة .

1-1-4- قياس الحجم الكلي V_T

يحدد الحجم الكلي وذلك بإجراء القياس على عينات لها شكل هندسي (مكعب أو أسطوانة) ، وذلك باستخدام المضخة الحجمية الزئبقية ، شكل رقم (9). قبل وضع العينة يوضع الزئبق عند علامة ثابتة كائنة فوق غرفة العينة . يوضع المقياس الحجمي وكذلك قرص العجلة اليدوية على الصفر . يحرك مكبس المضخة إلى الوراء وتوضع العينة في غرفتها ويحقن الزئبق حتى يظهر على العلامة الثابتة

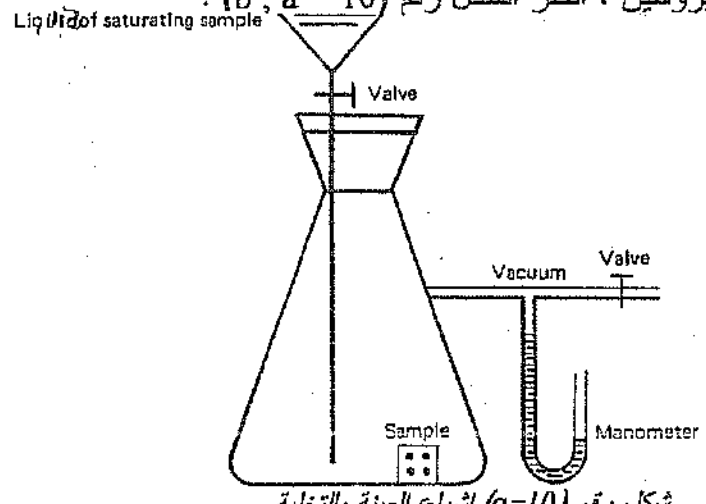
المنوه عنها أعلاه ويقرأ حجم العينة الكلي على المقياس الحجمي للمضخة وقـــرص العجلة اليدوية . تصل دقة القياس في مثل هذه المضخات إلى $\Delta V = \pm 0.01$ ، كما تكون عملية القياس سريعة ويكون القياس باستخدام هذه الطريقة صحيحاً إذا لم يدخل زئبق إلى الفراغات المسامية للعينة .



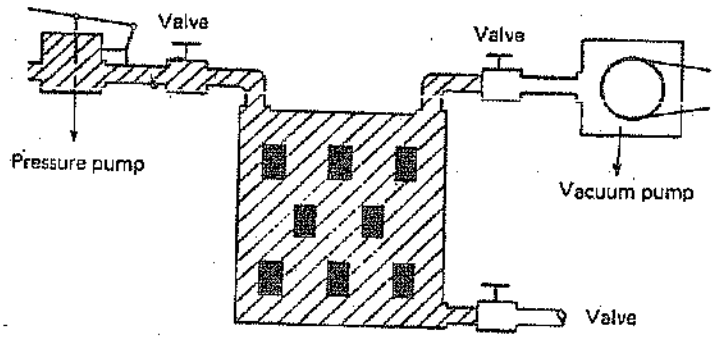
شكل رقم (9) المضخة الحجمية الزئبقية

كذلك يمكن تحديد حجم العينة الكلي بالطريقة التالية :

تؤخذ عينة صغيرة بعد إجراء عملية الغسل لها لاستخلاص النفط منها وتستعمل لتعيين حجم العينة الكلي ، ويكون حجمها بحدود 3 – 5 سم^3 . تـــوزن بواســطة ميزان تصل دقته إلى 0.01 غ وتحت التفريغ أو تحت التفريغ والضغط فـــي آن واحد تشبع العينة بالكيروسين ، انظر الشكل رقم (10 – a , b) .



شكل رقم (10–a) إشباع العينة بالتخلية



شكل رقم (10-b) إشباع العينة بالتفريغ تحت الضغط

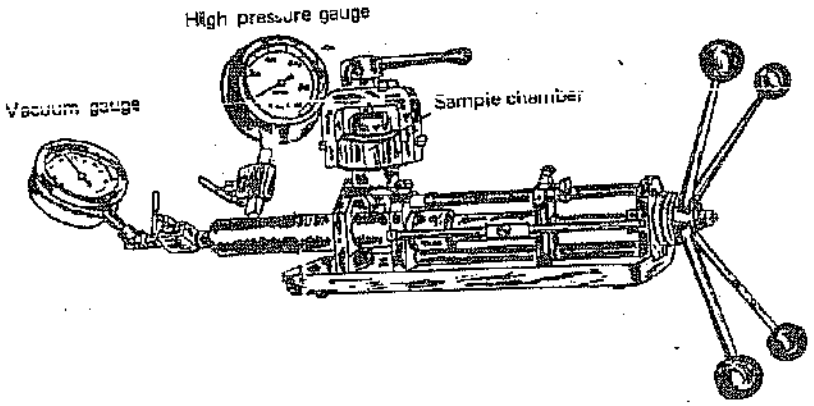
بعد عملية إشباع العينة بالكيروسين يقاس وزنها فيه ومن ثم تخرج العينة المشبعة بالكيروسين ويقاس وزنها في الهواء . يحسب وزن السائل المزاح ويساوي وزن العينة المشبعة بالكيروسين في الهواء ناقص وزن العينة المشبعة بالكيروسين في الكيروسين ويحسب حجم العينة الكلي وذلك بتقسيم وزن السائل المزاح على كثافته .

1-1-5- قياس حجم الفراغات المسامية

يقاس حجم الفراغات المسامية بالطريقة المباشرة وذلك باستخدام الجهاز الموضح بالشكل رقم (11) .

يضغط مكبس المضخة الحجمية للزئبق حتى يصل الزئبق إلى قاعدة الصمام الكائن فوق غرفة العينة ويغلق الصمام ويوضع قرص العجلة اليدوية على الصفر ويضغط الزئبق حتى الضغط القياسي وتحدد على القرص القيمة التصحيحية لانضغاط الزئبق. يخفف الضغط ويفتح الصمام ويعاد المكبس إلى الوراء وتوضع العينة في غرفتها ويضغط الزئبق حتى يصل إلى قاعدة الصمام . يوضع المقياس الحجمي

الخاص بقياس حجم الفراغات المسامية على الصفر وقرص العجلة اليدوية على القيمة التصحيحية ويغلق الصمام ويرفع الضغط حتى القيمة القياسية ويقرأ حجم الفراغات المسامية مباشرة على المقياس الحجمي بذلك .



شكل رقم (11) جهاز قياس المسامية

1-1-6- قياس حجم الحبيبات الصلبة في العينة

يقاس حجم الحبيبات الصلبة باستخدام الطرق التالية :

1- طريقة كوب باستخدام قانون بويل وماريوت والجهاز الموضح بالشكل رقم (11) .

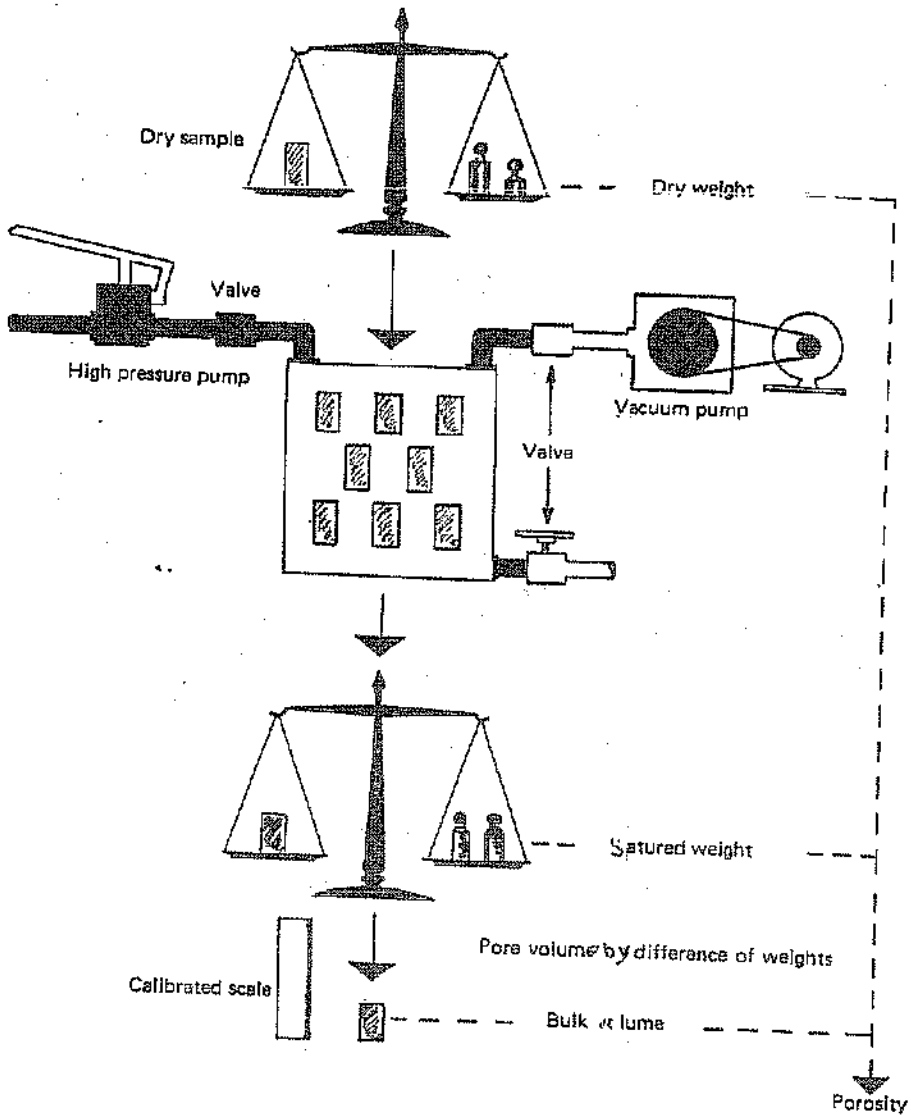
2- الطريقة الوزنية .

في هذا البند سوف لن نبحث طريقة كوب لأنها وضحت في الكتاب العملي لفيزياء الطبقة (الجزء الأول) وسنكتفي بذكر الطريقة الوزنية .

تؤخذ عينة صخرية صغيرة ذات الحجم الذي يتراوح بين 3 – 5 سم^3 وتفتت بدقة ويحسب حجمها بنفس الطريقة التي حسب بواسطتها الحجم الكلي للعينة ، انظر الشكل رقم (12) .

بعد ذلك يحسب حجم الحبيبات بالنسبة للقطعة الأولى التي حسب منها الحجم الكلي وذلك باعتبار أن الأوزان تتناسب طردا مع الأحجام .

وهكذا وبعد الحصول على حجم العينة الكلي وحجم الفراغات المسامية أو حجم الحبيبات الصلبة يمكننا من استخدام العلاقة (1-3) من حساب المسامية .



شكل رقم (12) الطريقة الوزنية

هناك طريقة أخرى لتعيين حجم العينة الكلي وتجنب طريقة إشباع العينة بالكيروسين ، وذلك بتغليف العينة بطبقة رقيقة من البارافين ، حيث يعين حجم العينة بواسطة كتلتها الوزنية قبل وبعد عملية البرفنة .

أما الطريقة التي بواسطتها تحسب المسامية الفعالة وهي بوزن العينة الجافة في الهواء ووزن العينة المشبعة بالكيروسين في الهواء وفي الكيروسين ولتكن :

M_1 – كتلة العينة الجافة في الهواء .

M_2 – كتلة العينة المشبعة بالكيروسين في الهواء .

M_3 – كتلة العينة المشبعة بالكيروسين في الكيروسين .

ρ_k – كثافة الكيروسين .

$$V_{PE} = \frac{M_2 - M_1}{\rho_k} \qquad (5\text{-}1)$$

$$V_T = \frac{M_2 - M_3}{\rho_k} \qquad (6\text{-}1)$$

ومنه فالمسامية الفعالة ستأخذ الشكل التالي :

$$\Phi_E = \frac{V_{PE}}{V_T} = \frac{M_2 - M_1}{M_2 - M_3} \qquad (7\text{-}1)$$

<u>مثال 1 :</u>

إذا كان وزن عينة صخرية جافة يساوي 20 غراما ووزنها بعد تغليفها بالبرافين الذي كثافته (0.9 غ/سم^3) يساوي 20.9 غ ، فإذا غمرت العينة المغلفة بالبرافين في الماء وتم وزنها وهي مغمورة فكان الوزن يساوي 10 غ . احسب الحجم الكلي للعينة .

الحل :

وزن البرافين = 20.9 – 20 = 0.9 غ

حجم البرافين = 0.9 ÷ 0.9 = 1 سم^3

بما أنه حسب قاعدة أرخميدس ، وزن السائل المزاح = قوة الدفع

فإن قوة الدفع = وزن السائل المزاح = 20.9 – 10 = 10.9 غ

حجم السائل المزاح = وزن السائل المزاح / كثافة السائل = 10.9 / 1 = 10.9 سم^3

حجم العينة = حجم العينة المغلفة بالبرافين – حجم البرافين

حجم العينة V_T = 10.9 – 1 = 9.9 سم^3

مثال 2 :

كان وزن العينة الجافة 20 غراما ووزنها وهي مشبعة تشبعا كـــاملا تســاوي 21.5 غ ، فإذا غمرت في الماء وأصبح وزنها وهي مغمورة يســـاوي 11.6 غ ، احسب الحجم الكلي للعينة ، كذلك احسب المسامية الفعالة والمسامية المطلقة ، كذلك المسامية الخاملة إذا كانت كثافة حبيبات العينة تساوي 2.65 غ/سم^3 وكثافة المـــاء تساوي 1 غ/سم^3 .

الحل :

وزن السائل المزاح = 21.5 – 11.6 = 9.9 غ

الحجم الكلي للعينة = حجم السائل المزاح = 9.9 ÷ 1 = 9.9 سم^3

وزن السائل المشبع للعينة = 21.5 – 20 = 1.5 غ

حجم الفراغات المتصلة = حجم السائل المشبع للعينة

= 1.5 – 1 = 1.5 سم^3

المسامية الفعالة للعينة = حجم الفراغات المتصلة ÷ حجم العينة الكلي

ϕ_E = 1.5 ÷ 9.9 × 100 = 15.15 %

حجم الحبيبات = وزن الحبيبات ÷ كثافة الحبيبات

= 20 ÷ 2.65 = 7.55 سم^3

حجم الفراغات الكلي = الحجم الكلي – حجم الحبيبات

= 9.9 – 7.55 = 2.35 سم^3

المسامية المطلقة = 2.35 ÷ 9.9 × 100 = 23.74 %

المسامية الخاملة = 100 - 23.74 = 76.26 %

1-1-7- العوامل المؤثرة على المسامية

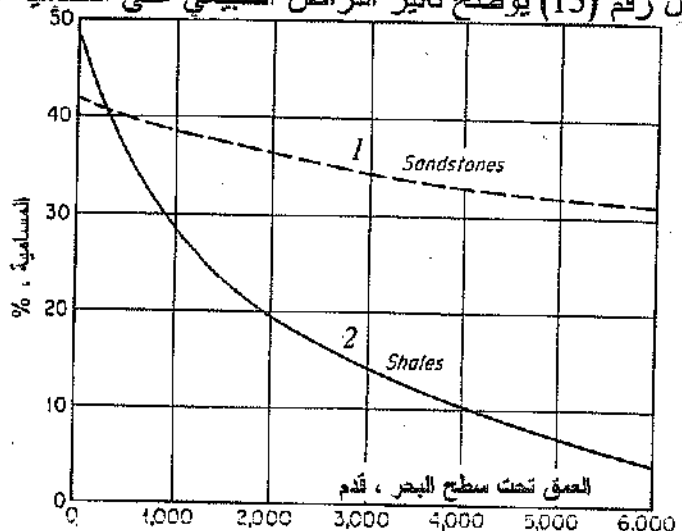
1-1-7-1- درجة تصنيف الحبيبات

يوجد نوعان من التصنيف : جيدة التصنيف وفيها تكون حبيبات الصخر كلها متساوية ومتماثلة سواء أكانت كبيرة أو صغيرة وهذه تعطي مسامية عالية تصل إلى 30 - 40 % ورديئة التصنيف وفيها تكون الحبيبات غير متساوية وغير متماثلة وبالتالي تتداخل الحبيبات بعضها ببعض الصغيرة بين الكبيرة وتنتج مسامية صغيرة.

1-1-7-2- الانضغاطية

هو عامل جيولوجي يساعد على تقليل المسامية نتيجة لوزن عمود الطبقة التي تعلو الطبقة المراد معرفة مساميتها مما يسبب انضغاطها وتعتمد درجة التأثير على عمق الطبقة وكذلك على معامل انضغاطية الصخر .

لقد وضح كرومباين وسلوس (Krumbein and Sloss) أن مسامية الصخور الرسوبية هي تابع لدرجة تراصها والتي بدورها تكون تابعة للعمق الأعظمي لتوضع الصخور . الشكل رقم (13) يوضح تأثير التراص الطبيعي على المسامية .



شكل رقم (13) تأثير التراص الطبيعي على المسامية

1- صخر رملي مسمنت 2- صخر غضاري