جامعة حمص
كلية الهندسة الكيميائية والبترولية
قسم الهندسة البترولية
مدة الامتحان: ساعة ونصف
مقرر ميكانيك تفتيت الصخور

العام الدراسي: 2024/ 2025
الفصل: الثاني
الدرجة العظمى: سبعون درجة

سلم التصحيح (صفحتان فقط لا غير)

السؤال الأول : (10 درجات)

اكتب تنسور(مصفوفة) المرونة للصخر المتجانس عرضياً(محور الدوران هو المحور رقم 3)(اربع درجات)

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & 0 & 0 & 0 \\ S_{12} & S_{11} & S_{13} & 0 & 0 & 0 \\ S_{13} & S_{13} & S_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & S_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & S_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & S_{55} \end{bmatrix}$$

ثم وضح الهيكلية الفيزيائية لهذه المصفوفة (التنسور).

$$S_{23} = S_{13},\ S_{55} = S_{66},\ S_{44} = 2(S_{11} - S_{12}),\ S_{22} = S_{11}$$

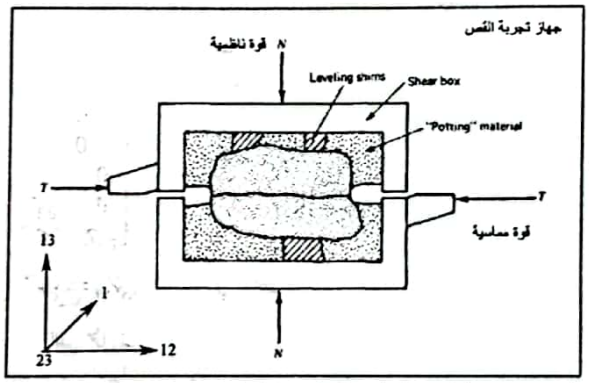
$S_{11}, S_{22} S_{33}$, : تعبر هذه العناصر عن العلاقة بين الإجهادات الناظمية و التشوهات الناتجة وفق نفس المحاور(**تشوهات محورية**).(درجتان)

S_{12}, S_{13} ,: تربط و تعبر عن العلاقة بين الإجهادات الناظمية و التشوهات الناتجة وفق المحاور المتعامدة **معها**(**تشوهات العرضية**). (درجتان)

S_{44} , S_{55} : تربط و تعبر عن العلاقة بين الإجهادات المماسية و التشوهات الناتجة وفق نفس المحاور(**تشوهات محورية مماسية**). (درجتان)

السؤال الثاني : (12 درجة)

ارسم شكلاً تخطيطياً يوضح تجربة القص (درجتان) ثم وضح النقاط التالية:

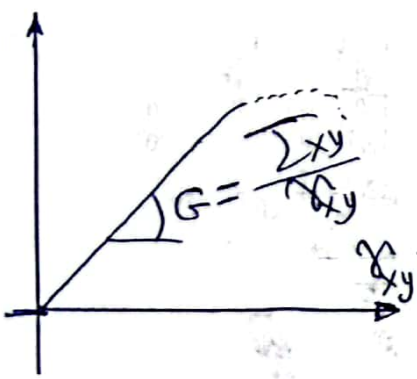


أ- **ما هو محور تطبيق الإجهاد ومحور قياس التشوه؟ (درجتان)** تم تصميم تجربة القص للحصول على ردة فعل الصخر عند تعرضه لإجهاد قص فقط (τ_{ij})، و بالتالي سوف نقوم بتطبيق قوة مماسية وفق أحد الاتجاهات (12 أو 23 أو 13) و ثم نقيس قيمة التشوه الحاصل في نفس اتجاه تطبيق هذه القوة (يمكن استخدام الاحداثيات الديكارتية أيضا).

ب- **ماهو تنسور الإجهاد المطبق وتنسور التشوه الناتج؟ (درجتان)**

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & \tau_{xy} & 0 \\ \tau_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ و } \varepsilon_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & \varepsilon_{xy} & 0 \\ \varepsilon_{yx} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ت- **ارسم المنحني الناتج عن هذه التجربة (درجتان)**



$$\gamma_{xy} = \gamma_{ij} = 2.\varepsilon_{ij} \quad : i \neq j$$

ثم استنتج معامل القص (أربع درجات): يمكننا و بسهولة استنتاج علاقة الإجهاد المماسي من خلال قانون هوك :

$$\tau_{12} = 2.\mu.\varepsilon_{12} = \mu.\gamma_{12} \quad : \quad \gamma_{12} = 2\varepsilon_{12}$$

$\mu = G$: معامل القص . من العلاقة السابقة نلاحظ أن معامل القص هو ميل القسم الخطي من المنحني الناتج عن رسم العلاقة بين الإجهاد المماسي والتشوه المماسي.

السؤال الثالث : عدد(تعداد فقط دون أي شرح) إيجابيات وسلبيات معيار مور كولومب (14 درجة)

إيجابيات معيار مور-كولومب: 1- معيار بسيط و عملي. (درجتان) 2- يتطلب معطيات تجريبية قليلة لتحديده. (درجتان)

3- مطابقة جيدة للواقع و يناسب عدد كبير من الصخور. (درجتان) **سلبيات معيار مور-كولومب :** 1- عدم أخذ الإجهاد الرئيسي الوسطي بعين الاعتبار كمؤثر في التفتيت. (درجتان) 2- يفترض المعيار أن الانهيار يحدث دائما عند القيمة العظمى للإجهاد و هذا ليس دائماً صحيح. (درجتان) 3- إن مستوى الانهيار يحدده إجهادان فقط و هذا ليس صحيح دائماً. (درجتان) 4- تظهر المعطيات التجريبية بأن المعيار ليس خطياً و خصوصاً فيما يتعلق بتحديد قيمة الانهيار تحت الشد. (درجتان)

السؤال الرابع : يعطى درجة لكل نوع رئيسي و فرعي و درجة للمثال الصحيح (13 درجة)

صنف(تصنيف رئيسي وفرعي، تعداد فقط) رؤوس الحفر وفق مبدأ تفتيتها للقاع مع ذكر مثال لكل نوع.

1- رؤوس الحفر الميكانيكية : أ- رؤوس الحفر الطاحنة. مثال الرؤوس الإزميلية على شكل إزميل(الحفر الدقي) ب- رؤوس الحفر (قاطعة – قاصة) – (طاحنة – قاطعة). مثال: رؤوس الحفر ذات الشفرات

رؤوس الحفر الطاحنة القاصة. مثال: رؤوس الحفر ذات التروس المخروطية .

2- رؤوس الحفر الاحتكاكية: (الرؤوس الألماسية) 3- رؤوس الحفر (الميكانيكية – الاحتكاكية) : (PDC) الرؤوس المسلحة بالقواطع الألماسية 4- رؤوس الحفر الهجينة : (مخروطية – PDC)

السؤال الخامس : علل مايلي: (9 درجات)

2- استخدام أسنان قصيرة في رؤوس الحفر عند حفر الطبقات القاسية:

أ- منعاً لالتوائه أو كسره نتيجة الإجهادات الكبيرة على القاع التي سيتعرض لها أثناء حفر الصخور القاسية. (درجتان).

ب-لعدم الحاجة لعمق انغراس كبير لهذه الأسنان لاعتمادها بشكل كبير على التفتيت بالحالة الإجهادية و ليس بجسم السن. (درجتان

3- تكون قيمة الانزياح الأفقي لمحور التروس عند حفر الصخور الطرية أكبر منها عند حفر الصخور القاسية.

في الصخور الطرية يلزم زيادة في قيمة m_o لزيادة فاعلية الحفر فنختار قيمة الانزياح الافقي للتروس بحدود "Offset = 0.31"، (درجتان) و لكن في الصخور القاسية نكون مقيدين لتلافي تكسر الأسنان لذلك نختار قيم للانزياح الأفقي بحدود "Offset = 0.031 (درجتان)

4- استخدام رؤوس الحفر ثنائية القطر. يستخدم هذا الرأس في توسيع قطر البئر تحت تغليف المرحلة السابقة (درجة واحدة)

السؤال السادس : عدد سلبيات رؤوس الحفر ذات القواطع الألماسية (تعداد فقط دون شرح) (12 درجة)

ثلاث درجات لكل تعداد

1- عمق القطع المحدود مسبباً تآكل المعدن بسبب الاهتزازات من جهة و عدم حماية الجزء الخلفي المعدني من جهة أخرى.

2- رؤوس الحفر P.D.C غير مصممة للحمولات الكبيرة التي تسبب ازدياد عمق القطع. بعكس رؤوس الحفر المخروطية

3- نمط العمل تحت تأثير الحمل الديناميكي (وجود اهتزازات) لا يناسب هذه الرؤوس، لأنها مصممة لقطع و قص الصخور أما بوجود الاهتزازات يصبح العمل هو عملية طحن للصخور. بعكس رؤوس الحفر المخروطية

4- في حال الحفر في صخور غير متجانسة لا تتحمل القواطع الصدمات من قبل الصخور و التغير المفاجئ في مقاومة الدوران.

مدرس المقرر

أ. د. نضال ابراهيم

د. عبد الرزاق عباره

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner