

Tentamen TA2920

Structurele Geologie

Dinsdag 24 januari 2012
14.00-17.00, EWI zalen F&G

Lees alle vragen goed, in alle gevallen worden meerdere antwoorden gevraagd (1 punt per vraag).

Veel succes!

1. De theorie over Continental Drift van Wegener werd niet geloofd. Waarom eigenlijk niet? Hoe is later aangetoond dat Wegener wel degelijk gelijk had?

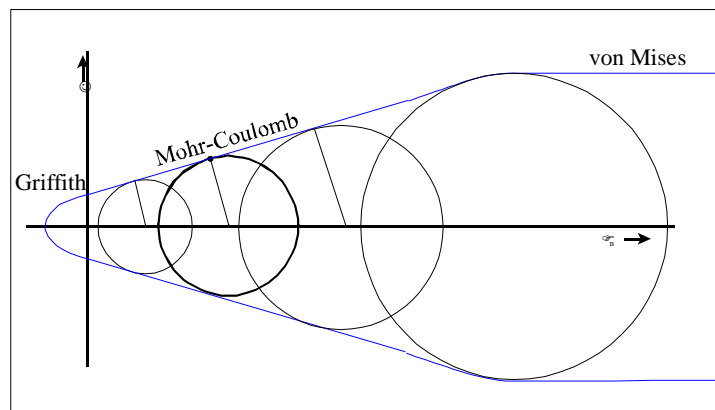
Wegener had een mooi verhaal, maar hij kon niet goed verklaren HOE de continenten bewogen, zijn theorie daarover was aantoonbaar fout.

Pas na WO II werd bekend hoe de oceaانبodem eruit zag, met zijn mid-oceanische ruggen en waaruit hij bestond (stollingsgesteenten). Met behulp van paleomagnetisme kon bewezen worden dat de gesteenten bij de ruggen ontstonden, en dus moesten de continenten wel bewegen.

2. Welke breukcriteria ken je? Geef hun formules en vertel wat hun onderlinge samenhang is. Vertel ook op welk soort deformatie ze betrekking hebben, waar we ze vinden in het Mohr diagram en wat voor structuren ze tot gevolg hebben.

Mohr Coulomb, Griffith en von Mises

- *Mohr-Coulomb: $\tau = \sigma_o + \mu \sigma$, voor brosse deformatie in het compressieve domein, geeft breuken met een hoek van ca 30 graden tov σ_1 .*
- *Griffith: $\tau^2 = \frac{1}{4} \sigma_t (\sigma_t + \sigma)$, voor brose deformatie in het extensieve domein, geeft extensional fractures parallel aan σ_1 .*
- *Von Mises: $|\tau^*| = \text{const}$, voor ductiele deformatie*
- *Samen geven ze de failure envelope voor een gesteente. Raakt de Mohr cirkel van stress deze envelope, dan zal het gesteente deformeren.*



3. Welke deformatie mechanismen ken je? Vertel hoe ze werken, en onder welke omstandigheden ze actief zijn.

Jaarlijks terugkerende vraag:

- *Fracturing, cataclastic flow and frictional sliding*
 - *Breken van gesteente (fracturing) en langs elkaar schuiven (sliding), evt met verdere verbrokkeling van het gesteente (cataclastic flow)*
 - *Lage T, hoge differentiële stress*
- *Diffusion*
 - *Volume and korrel grens migratie, door de korrels en langs randen van gaten in kristalrooster*
 - *Met water: pressure solution (drukoplossing)*
 - *Hoge T, lage stress*
- *Crystal Plasticity*
 - *Verplaatsing van verstoring in het kristalrooster (dislocaties) onder invloed van spanning*
 - *Lage stress, lage T*

4. Een gesteentemonster, met een cohesiesterkte van 100 MPa breekt, waarbij het breukvlak een hoek van 35 graden maakt ten opzichte van de hoofdspanning σ_1 . Tijdens het experiment werd een alzijdige druk aangehouden van 150 MPa. Hoeveel bedroeg de hoek van interne frictie van dit materiaal en hoe hoog was de hoofdspanning σ_1 op het moment van breken? Teken het Mohr diagram dat bij deze situatie hoort.

*Het gesteente breekt langs breuk met hoek van 35 graden tov σ_1 , dus hoek theta is $90-35 = 55$ graden. In Mohr diagram wordt 2θ dan 110 graden, de (raak)lijn hier loodrecht op heeft een helling van **20 graden**.*

*Teken deze lijn door 100 MPa op verticale as (cohesie sterkte) en teken cirkel die raakt aan deze lijn en die als σ_3 (linker kant) 150 MPa heeft. σ_1 wordt dan ongeveer **600 Mpa**.*

5. Waarom is het zo dat er naar wordt gestreefd om tunnels en mijngangen zoveel mogelijk rond te maken?

Een tunnel is een gat in de grond die het plaatselijk stressveld verstoort, doordat het tunneloppervlak geen schuifspanningen kan verdragen, de tunnel is immers gevuld met lucht. Dit zorgt ervoor dat de hoofdspanningen altijd loodrecht op de tunnelwand moeten staan. Bij een tunnel met scherpe hoeken kan dit leiden tot onverantwoorde spanningconcentraties doordat de hoofdspanning daar zo scherp om de hoek moet, door de tunnel rond te maken worden deze spanningsconcentraties vermeden en is de tunnel dus veiliger (maar niet per se 100% veilig, afhankelijk van de grootte van de in-situ stress en het omliggende materiaal)

6. Welke processen kunnen een rol spelen bij het ontstaan van een 'fault seal'. Op welke manier is het mogelijk om een schatting te doen over het 'sealing potential' van een breuk?

Juxtaposition seal: reservoir gesteente ligt tegenover ondoorlatend gesteente

Fault gouge / deformation bands: fijngewreven korrels blokkeren porieruimte

Shale smear: schalie of andere zachte gesteenten worden uitgesmeerd langs breuk

Shale Gouge Ratio: % schalie in verschoven interval, >15%: sealing fault

Juxtaposition diagrams: geven aan welke gesteenten tegenover elkaar liggen bij bepaalde hoeveelheid verplaatsing

7. Fractures kunnen op verschillende manieren ontstaan, o.a. in de buurt van breuken. Op welke manier(en) kan dat, waar treffen we ze aan langs de breuk, en welke richting hebben ze, relatief t.o.v. de breuk?

Zoveel studenten geven hier het bekende overzicht van hoe fractures kunnen ontstaan, maar dat vroeg ik helemaal niet...

Breuken beginnen doorgaans als fractures / deformation bands, dus vind je fractures evenwijdig aan de breuk. We kunnen ze ook vinden onder een hoek van ca 60 t.o.v. de breuk, als shear fractures. We vinden ze vooral bij de tips van breuken, en naarmate de breuktip zich verder verplaatst, ook direct langs de breuk. Ze hoeven niet per se dezelfde oriëntatie te hebben aan weerszijde van de breuk, denk aan dit plaatje:



8. Wat is een gebalanceerd profiel, en waarom is het belangrijk om profielen te balanceren? In welke tektonische settings werkt dit het best? Zijn er ook omstandigheden waarbij balanceren geen zin heeft?

Een gebalanceerd profiel is een profiel dat zodanig te restaureren is (deformatie ongedaan maken) dat er geen onverklaarbare lengte, oppervlakte of volume verschillen ontstaan. Je doet het om te kijken of je profiel ook daadwerkelijk geometrisch mogelijk is. Het werkt het best in een compressieve of extensieve setting met profielen die evenwijdig zijn aan de bewegingsrichting. Strike slip wordt lastig omdat je dan materiaal hebt dat het profiel in- of uitschuift.

9. In welk tektonisch regime ontstaan ofiolieten, en wat zijn dat eigenlijk? Hoe komt het dat we ze soms aan het aardoppervlak vinden?

Ofiolieten ontstaan in een extensief tektonisch regime, het zijn stukken oceanische korst die van onder naar boven uit peridotieten, gabbro's, sheeted dikes en pillowbasalten bestaan. Normaal gesproken zouden ze in een subductie zone weer in de mantel moeten verdwijnen, maar in sommige gevallen treedt de subductie niet op de grens met de continentale plaat op, en kunnen er stukken ofioliet in een orogeen terecht komen.

10. De meeste afschuivingen die we tegenkomen hebben een helling van ongeveer 60 graden. Afschuivingen met een kleinere helling komen echter ook voor, en deze kunnen op verschillende manieren ontstaan. Welke manieren kent U voor het ontstaan van afschuiving met een kleine hellingshoek?

Meerdere mogelijkheden:

Een domino systeem met detachement in de ondergrond. Met voortgaande deformatie roteren ook de oorspronkelijk steile breuken

In metamorphic core complexes roteren de breuk ook steeds verder met de deformatie, in sommige gevallen kan de oude breuk helemaal de verkeerde kant op lijken te hellen

In delta's, bij overpressured shales e.d. die op een kleine helling afschuivingen veroorzaken Bij landslides, vaak ook langs een zachte laag.

Bonusvraag:

Een dal of vallei ontstaat doorgaans door de eroderende werking van water en/of ijs. In sommige gevallen heeft de plaats van zo'n vallei echter ook een tektonische oorsprong, de rivier of gletsjer stroomt daar dan niet zomaar. Welke van de onderstaande valleien heeft zo'n tektonische oorsprong, en wat voor tektoniek is dat dan?

Death Valley: extensie

Gelderse Vallei: ijstijd, geen tektoniek

Jordaan Vallei: strike slip

Silicon Valley: strike slip

Barossa Valley: extensie

Great Glen Valley: strike slip

Midland Valley: extensie

Yosemite Valley: ijstijd

Rhone Vallei: extensie, voortzetting Rijn- en Bresse Graben

Grand Canyon: compressie

(0,1 punt per goede combinatie)