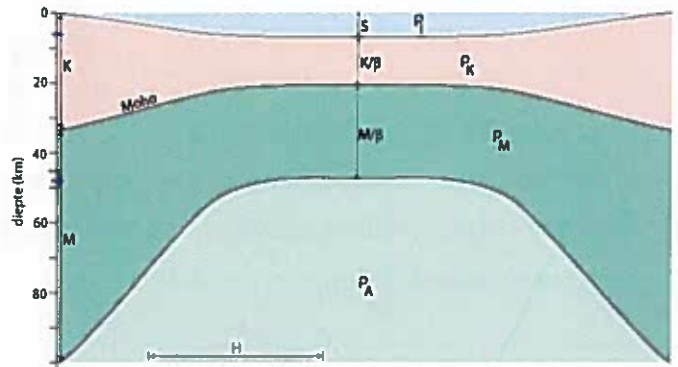


1. Zet je SmartPhone of telefoon uit, en berg 'm uit zicht op.
2. Geen koptelefoon en/of MP3-speler o.i.d.
3. Grafische rekenmachine is toegestaan
4. Vergeet niet om fysische eenheden in je antwoord te noemen.
5. Motiveer en controleer je antwoord (wanneer aan de orde, ISEE).
6. Bij iedere opgave wordt aangegeven hoeveel punten je ermee kunt verdienen.

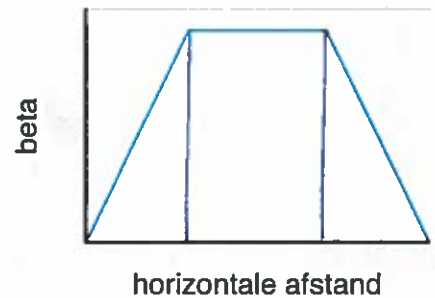
Opgave 1. Bekkenvorming

Figuur 1 toont een doorsnede door continentale lithosfeer. Horizontale en verticale schalen verschillen in deze figuur. De lithosfeer in het midden is ontstaan door instantane stretching van lithosfeer zoals die aan de randen te nog zien is. Door lokale isostasie is direct daling opgetreden in het midden.



Figuur 1. Bekkenvorming door stretching

- (2) (a) Stel een formule op voor de diepte van het bekken (S) als functie van de (symbolische) dichtheden en diktes in de figuur.
- (2) (b) Gebruik Figuur 1 om te meten hoe groot β is in het midden. Figuur 2 laat zien hoe β (ongeveer) varieert van links naar rechts in Figuur 1. Teken Fig. 2 over en zet de minimale en maximale waarden voor β bij de verticale as. Bereken uit je figuur de gemiddelde waarde voor β (laat duidelijk zien hoe je dit doet).
- (1) (c) Geef een gemotiveerde schatting van de horizontale afstand H .
- (1) (d) Gebruik typische waarden voor de dichtheden (en motiveer je keuzes waar nodig) om een waarde voor S te berekenen met je formule uit (a).



Figuur 2. Stretching factor als functie van horizontale afstand in Figuur 1.

Na de snelle stretching en initiële daling volgt een lange periode waarin de geotherm zich opnieuw instelt. Neem aan dat de evenwichtsgeotherm aanvankelijk lineair is ($0^{\circ}C$ aan het oppervlak, $1300^{\circ}C$ aan de basis van de lithosfeer).

- (2) (e) Construeer in één figuur de geothermen in het midden van het bekken a) vóór stretching, b) direct na stretching, en c) lang na stretching ("Construeer" betekent met getallen op de assen, zo kwantitatief mogelijk).
- (2) (f) Gebruik $q_0 = |\bar{q}(z=0)| = k dT/dz$ met $k = 3 W / m / K$ om een andere grafiek te schetsen met op de horizontale as de tijd vanaf vóór stretching tot lang daarna, en op de verticale as de oppervlakte-warmtestroom ("Schets" betekent dat je zo kwantitatief mogelijk antwoord moet geven, maar dat je tussen bekende punten zult moeten invullen/interpoleren).
- (2) (g) Schets een grafiek van de temperatuur met de tijd van een peridotiet direct onder de Moho in het midden van het bekken.

Opgave 2. Temperatuurgradiënt in continentale lithosfeer

- (4) (a) De warmteproductie in continentale korst is aan het aardoppervlak ($z = 0$), en neemt lineair af tot nul op diepte $z = D$. Nog dieper in de korst is de warmteproductie ook nul. Gebruik de één-dimensionale warmtegeleidingsvergelijking voor een uniform gesteente in thermisch evenwicht

$$(1) \quad \frac{d^2T}{dz^2} = -\frac{A(z)}{k}$$

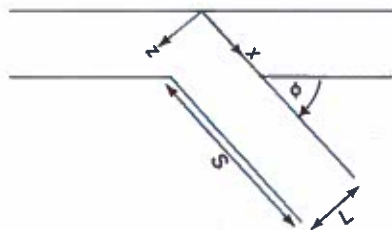
om de volgende uitdrukking af te leiden voor de warmtestroom:

$$(2) \quad Q(z) = -k \frac{dT}{dz} = \frac{A_0 z(2D - z)}{2D} - q_0$$

Hierbij is q_0 de grootte van de oppervlaktewarmtestroom.

- (2) ⇒ (b) De thermische conductiviteit in de lithosfeer mantel is k_m . Bepaal de vergelijking voor de temperatuurgradiënt dieper dan de Moho.

Opgave 3. Slab pull kracht



Figuur 3. Geometrie voor het bepalen van de slab pull kracht.

- (1) (a) De slab pull kracht is gebaseerd op het verschil van twee krachten, welke zijn dat?
 (3) (b) Deze netto kracht werkt richting het centrum van de Aarde. De grootte van deze netto kracht is

$$(3) \quad F_{slab} = \int_0^L \int_0^S g(\rho_{slab} - \rho_a) dx dz$$

De dikte L en lengte S zijn aangegeven in Figuur 3. Gebruik $\rho(z,t) = \rho_a [1 - \alpha(T_{slab} - T_a)]$, de aanname dat de geotherm lineair is bij de trog, én de aanname dat de slab niet opwarmt om uit (3) af te leiden dat

$$(4) \quad F_{slab} \approx \frac{1}{2} g \rho_a \alpha T_a L S$$

Motiveer eventuele aannames die je maakt.

- (1) (c) Bepaal uit (4) de grootte van de slab pull kracht.

Opgave 4. Aardbeving in Nepal, 25 april 2015, diepte 8 km.

- (1) (a) Deze aardbeving had een moment magnitude $M_w=7.8$. Welke twee elementen van een aardbeving zijn bepalend voor de moment magnitude?
- (3) (b) De haardmechanisme oplossing is rechts gegeven. Hoe wordt een haardmechanisme precies bepaald? Bespreek uitstralingspatroon bij de bron, registratie bij de seismometer, de projectiemethode, en de interpretatie/betekenis van P- en T-assen.
- (1) (c) Hoe past de haardmechanisme oplossing van de Nepal beving in de tektonische setting van het gebied?



Figuur 4. Locatie en haardmechanisme van de beving in Nepal

Heel veel succes!

