

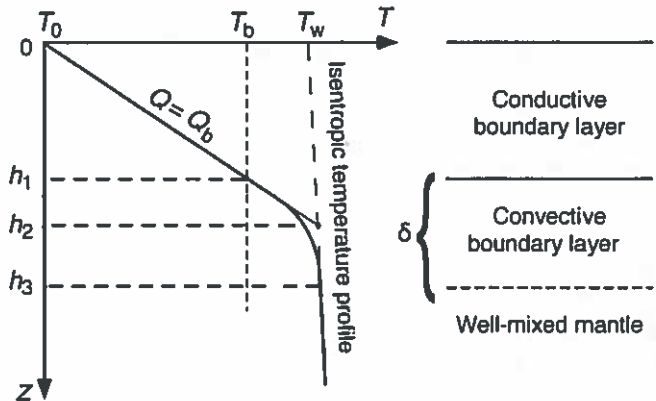
1. Zet je SmartPhone of telefoon uit, en berg 'm uit zicht op.
2. Geen koptelefoon en/of MP3-speler o.i.d.
3. Grafische rekenmachine is toegestaan
4. Vergeet niet om fysische eenheden in je antwoord te noemen.
5. Motiveer en controleer je antwoord (wanneer aan de orde, ISEE).
6. Bij iedere opgave wordt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

Opgave 1. Warmtetransport in de Aarde

(2) Figuur 1 toont het schematisch verloop van de temperatuur met de diepte.

(a) Gaat het hier over continentale of oceanische lithosfeer, jonge of oude lithosfeer? Motiveer je antwoorden kort.

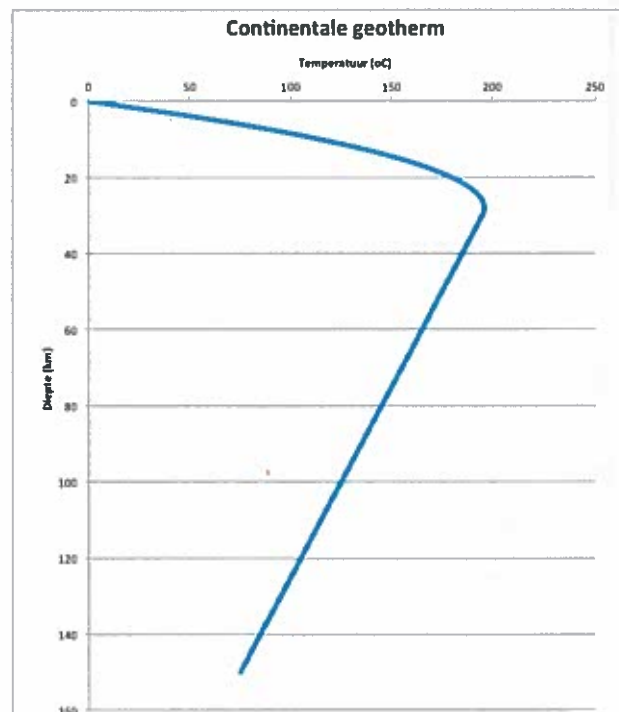
(b) Geef een korte fysische verklaring voor de temperatuurgradiënt in de "Isentropic" (=adiabatisch) "well-mixed mantle", d.w.z. dieper dan h_3 .



Figuur 1 (bij opgave 1).

(2) **Opgave 2. Continentale geotherm**

Een student gebruikt Excel sheet "Continental-Geotherm.xls" om het verloop van 1D steady-state geothermen te onderzoeken en vindt het resultaat in Figuur 2. Ze heeft realistische waarden voor de oppervlaktetemperatuur en -warmtestroom gekozen. Geef een fysische verklaring voor het verloop van de temperatuur dieper dan de Moho.



Figuur 2 (bij opgave 2).

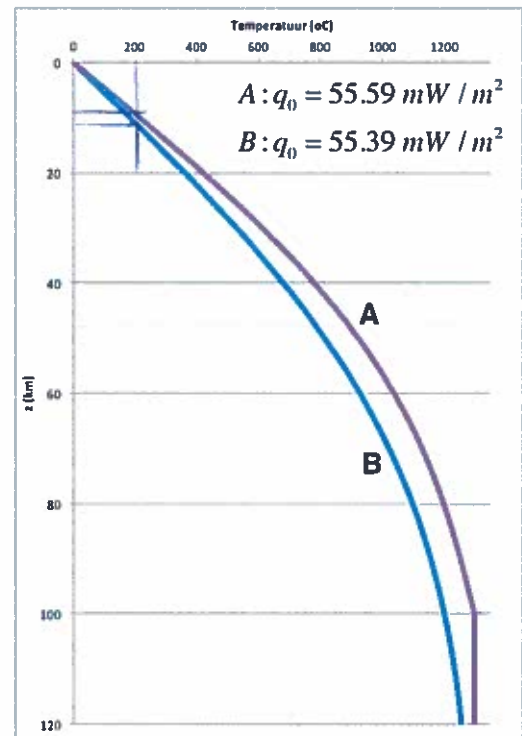
(3) Opgave 3. Afkoeling van oceanische lithosfeer

Figuur 3 toont geothermen in 50 Myr oude oceanische lithosfeer voor het grenslaagmodel en het plaatmodel.

(a) Welke thermisch model komt overeen met A en welk met model B en geef de waarden van modelparameters die je kunt je aflezen uit de grafiek.

(b) De grootte van de oppervlaktewarmtestroom van beide modellen is aangegeven. Gebruik $\bar{Q} = k \nabla T$ en een conductiviteit van $2.5 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ om (voor beide modellen) het temperatuurverschil te schatten tussen boven- en onderkant van een verticaal boorgat met een realistische diepte. Gebruik je resultaten om uit te leggen dat verschillen in warmtestroom van modellen A en B niet boven de onzekerheden in de metingen uitkomen.

(c) Het verschil in de voorspelde bathymetrie voor 50 Myr komt wél boven de meetonzekerheid uit: 253 meter. Leg uit waarom bathymetrie gevoelig is voor geotherm. Belangrijk: gebruik voor je uitleg de grafiek, samen met wat je weet over de oorzaak van bathymetrie.



Figuur 3. Oceanische geothermen

(2) Opgave 4. Snelheid van trench roll-back

Een oceanische slab met hellingshoek ϕ zinkt met verticale snelheid v_z . Er vindt geen convergentie plaats tussen de oceanische plaat en de overrijdende plaat. Gebruik een overzichtelijk figuurtje van deze situatie om aan te tonen dat de snelheid van de trog gegeven wordt door

$$v_t = \frac{v_z}{\tan \phi}$$

(2) Opgave 5.

De gravitationele stabiliteit van de continentkorst wordt gegeven door

$$\delta_k = \int_0^D \frac{\rho_a - \rho_k(z)}{\rho_a} dz$$

Hierin is D de dikte van de korst. Ga uit van een lineaire geotherm in de lithosfeer en dat de korst bestaat uit één type gesteente waarvan de dichtheid gemeten is bij 0°C (ρ_k^0). Bepaal een uitdrukking voor δ_k als functie van de temperatuur van de asthenosfeer.

Veel succes!