

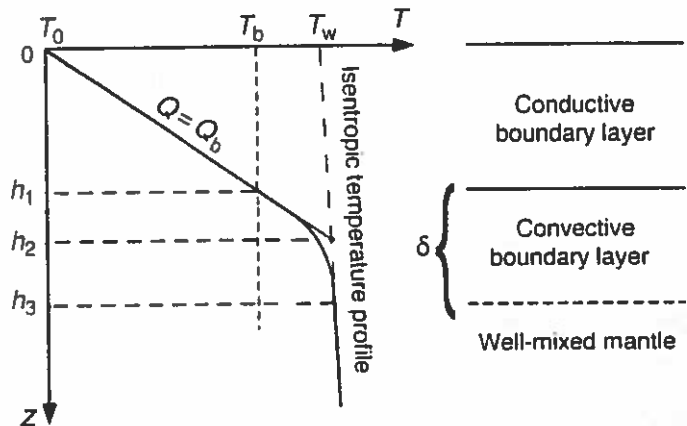
1. Zet je SmartPhone of telefoon uit, en berg 'm uit zicht op.
2. Geen koptelefoon en/of MP3-speler o.i.d.
3. Grafische rekenmachine is toegestaan
4. Geef antwoord op iedere vraag (en alleen maar de vraag).
5. Vergeet niet om fysische eenheden in je antwoord te noemen.
6. Extra punten kunnen worden verdiend voor checks van je antwoord (wanneer aan de orde).
7. Bij iedere opgave wordt aangegeven hoeveel punten je ermee kunt verdienen.

(2) Opgave 1. Warmtetransport in de Aarde

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.

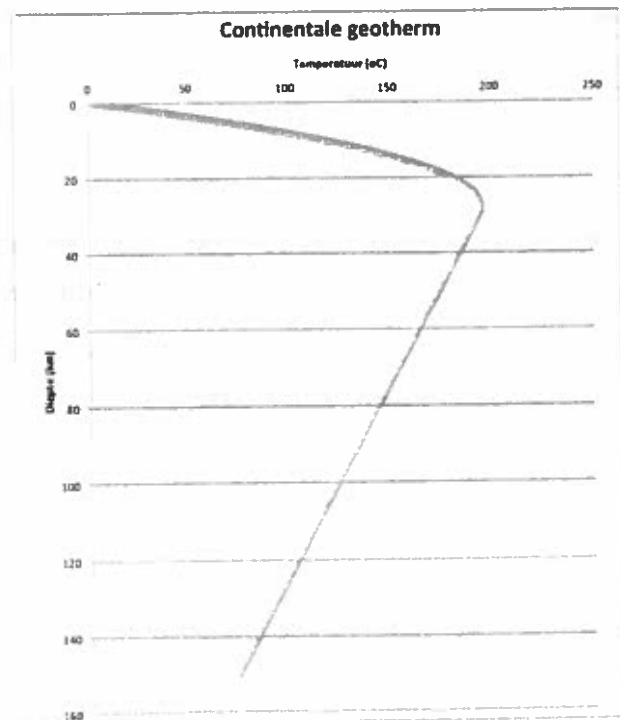
(b) Geef een korte fysische verklaring voor de temperatuurgradiënt in de "isentropic" (=adiabatisch) "well-mixed mantle", d.w.z. dieper dan  $h_3$ .



Figuur 1 (bij opgave 1).

(2) Opgave 2. Continentale geotherm

Een student gebruikt Excel sheet "Continentale-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).

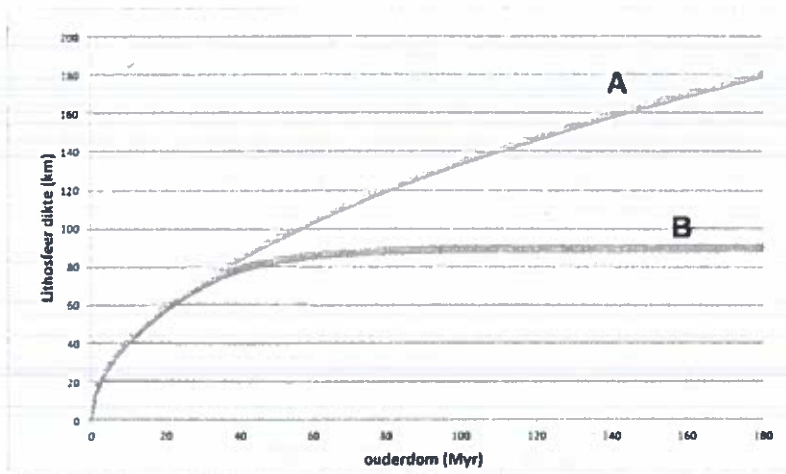
(3) **Opgave 3. Dikte van oceanische lithosfeer.**

Figuur 3 toont de dikte van oceanische lithosfeer die volgt uit berekeningen voor twee van de thermische modellen die besproken zijn op college.

(a) Welke thermisch model komt overeen met A en welk met model B?

(b) Afgezien van de aanname van geen warmteproductie, wat zijn de drie overeenkomsten in de opzet van de modellen die ervoor zorgen dat de lithosfeerdikte hetzelfde is voor geringe ouderdom?

(c) Wat is het verschil in de opzet van de modellen dat ervoor zorgt dat de lithosfeerdikte verschilt voor grotere ouderdom?



**Figuur 3.** Dikte van de oceanische lithosfeer voor thermisch model A en thermisch model B voor  $\kappa = 10^{-6} m^2 / s$ ,  $T_a = 1300^\circ C$  en  $T(L) = 0.9T_a$ .

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

Een oceanische slab met hellingshoek  $\phi$  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  $0^\circ C$  ( $\rho_k^0$ ). Ga er vanuit dat de dichtheid van korstgesteente afhangt van de temperatuur volgens  $\rho_k = \rho_k^0(1 - \alpha T)$ , waarbij  $\alpha$  de volumetrische uitzettingscoëfficiënt is. Toon aan dat

$$\delta_k = D \left[ 1 - \frac{\rho_k^0}{\rho_a} \left( 1 - \alpha T_a \frac{D}{2L} \right) \right]$$

Hierin is  $L$  de dikte van de lithosfeer en  $T_a$  de temperatuur van de asthenosfeer.

**Veel succes!**