

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 gebruik de ISEE methode.
5. Vergeet niet om fysische eenheden in je antwoord te noemen.
6. Bij ieder onderdeel wordt aangegeven hoeveel punten je ermee kunt verdienen.

### Opgave 1. Bathymetrie gewijzigd grenslaagmodel

- 1 (a) Leg kort uit wat *isostatisch evenwicht* betekent en waardoor oceanische lithosfeer in isostatisch evenwicht is.
- 6 (b) Bepaal uit isostatisch evenwicht de bathymetrie als functie van de ouderdom van de oceanische lithosfeer voor het gewijzigd grenslaagmodel. Gebruik het verband tussen dichtheid en temperatuur

$$\rho(z,t) = \rho_a [1 - \alpha(T(z,t) - T_a)]$$

en de geotherm

$$T(z,t) = \left( \frac{3T_a}{2} - \frac{q_a L}{2k} \right) \left( \frac{z}{L} \right) + \left( \frac{q_a L}{2k} - \frac{T_a}{2} \right) \left( \frac{z}{L} \right)^3$$

Hierbij is  $q_a$  de grootte van de warmtestroom vanuit de asthenosfeer. N.B. Negeer hierbij de oceanische korst en beschouw de hele oceanische lithosfeer als afgekoelde asthenosfeer.

### 2 Opgave 2. Snelheid van trench roll-back

Een oceanische slab met hellingshoek  $\phi$  zinkt met 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

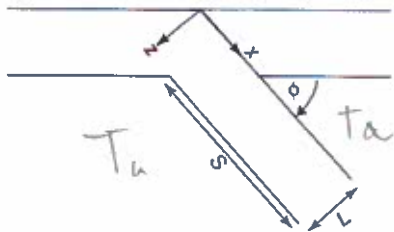
$$v_t = \frac{v_z}{\tan \phi}$$

### Opgave 3. Plaatmodel

In het plaatmodel wordt de temperatuur bij de rug constant verondersteld ( $T_a$ ). De bodem van de plaat ( $z = 0$ ) heeft een constante temperatuur  $T_a$ . Het oppervlak ( $z = L$ ) heeft een temperatuur van  $0^\circ\text{C}$ . De thermische conductiviteit is uniform in de plaat.

- 2 (a) Leg uit waarom de temperatuur uiteindelijk lineair toeneemt met de diepte en geef hiervoor de formule.
- 2 (b) Beschouw een kolom in het plaatmodel met een oppervlakte van één vierkante meter op de oceaانبodem. Hoeveel warmte (Joule) heeft deze kolom uiteindelijk door afkoeling verloren? (de specifieke warmte  $C_p$  en massadichtheid  $\rho$  mogen hierbij uniform en constant verondersteld worden). Het antwoord is een formule, check de fysische eenheden.

### 4 Opgave 4. Opwarmen van oceanische lithosfeer



*Figuur 1. Geometrie van het thermisch model voor subducerende lithosfeer.*

Voor het bepalen van de temperatuur in subducerende lithosfeer gebruikten we in het college de volgende oplossing:

$$T(z,t) = T_a \left[ A_1 + A_2 z + \sum_{i=1}^{\infty} \exp(-m_i^2 kt) \{ B_{1i} \sin(m_i z) + B_{2i} \cos(m_i z) \} \right]$$

Welke drie rand- en beginvoorwaarden werden gebruikt om de constanten te bepalen (zie figuur 1)? Gebruik de randvoorwaarden om uitdrukkingen voor deze constanten af te leiden, en motiveer hierbij eventuele keuzes. De bepaling van de constante(s) voor de beginvoorwaarde is niet nodig.

Succes!