

Outils Géophysiques

Contrôle Terminal

10 Décembre 2024 - durée 1 h 30

Documents interdits - Calculatrices autorisées

1 Rhéologie

1. Un échantillon cylindrique de diamètre et hauteur $300 \mu\text{m}$ est placé dans une cellule à enclumes de diamant. On applique une force de 5 N en compression uniaxiale, ce qui se traduit par un raccourcissement de $0.65 \mu\text{m}$ de l'échantillon. Estimer la valeur du module élastique testé par cette expérience.
2. On considère une plaque tectonique d'épaisseur 50 km se déplaçant sur le manteau à une vitesse horizontale constante $V = 3 \text{ cm/an}$, entraînant le cisaillement de ce dernier sur une épaisseur $D = 100 \text{ km}$. À partir d'un bilan des forces, estimer la distribution de la vitesse dans le manteau entre la base de la lithosphère et 150 km de profondeur.

2 Remontée d'un panache mantellique

On s'intéresse ici à la remontée vers la surface d'un panache thermique mantellique cylindrique de rayon $r = 100 \text{ km}$. Ce panache est plus chaud que le manteau ambiant de $\Delta T = 300 \text{ K}$ à la profondeur de 670 km . On considère que la densité du manteau est $\rho_m = 3300 \text{ kg.m}^{-3}$, sa viscosité est $\eta_m = 10^{20} \text{ Pa.s}$ et son expansivité thermique est $\alpha_m = 3.10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

1. Réaliser un bilan des forces s'appliquant sur un volume élémentaire de panache mantellique dans la direction Oz.
2. On peut montrer que la vitesse de remontée U du panache correspond à $U \sim r^a g \rho_m^b \alpha_m^c \Delta T \eta_m^d$. Déterminer les exposants a, b, c et d par analyse dimensionnelle puis calculer la vitesse U , ainsi que le flux volumique Q_p de matière au travers du conduit du panache.
3. L'équation de diffusion thermique dans la direction z est $\frac{\partial T}{\partial t} = D \times \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$. Pour assurer l'homogénéité de l'équation, en quelle unité standard doit-on exprimer le coefficient de diffusion D ?
4. On peut écrire $D = \rho^a \times k^b \times C^c$, avec ρ la masse volumique du matériau, k sa conductivité thermique ($[k] = \text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) et C sa capacité thermique massique ($[C] = \text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$). Déterminer les trois exposants a, b, c par analyse dimensionnelle.
5. Déterminer par analyse dimensionnelle le temps caractéristique d'une diffusion thermique sur une distance L .
6. Les bordures du panache se refroidissent au contact du manteau ambiant par

conduction. Calculer l'ordre de grandeur du temps nécessaire pour atteindre l'équilibre thermique.

7. Comparer le temps de refroidissement par conduction du panache avec le temps qu'il faut à la matière se trouvant dans le conduit pour aller de 670 km de profondeur à la surface et commenter.

3 Ondes

1. Qu'appelle-t'on la polarisation d'une onde ?
2. Comment sont polarisées les ondes sismiques dans la Terre, et les ondes lumineuses dans le vide ou dans l'atmosphère ?
3. Un séisme a lieu sur l'équateur et est enregistré par une station sismique située elle aussi sur l'équateur. Le sismomètre enregistre le mouvement du sol sur 3 composantes : Est-Ouest (EW), Nord-Sud (NS) et Vertical (Z). Sur quelles composantes sont visibles les ondes P, S, L (Love) et R (Rayleigh) ? On justifiera rapidement, si besoin avec un schéma.
4. Citer des ondes électromagnétiques absorbées par l'atmosphère et d'autres qui le traversent en étant peu absorbées.
5. Rappeler (en expliquant) la loi de Snell-Descartes.
6. Pourquoi est-ce que les vagues arrivent le plus souvent parallèlement au rivage ?
7. Rappeler comment s'écrit l'équation d'onde à une dimension. Soit $u(x, t) = f(kx - \omega t)$ le déplacement transverse d'une corde tendue soumise à un ébranlement. A quelle condition cette forme de u satisfait-elle l'équation d'onde ? Comment s'appellent les quantités k et ω ? Quelle est leur dimension ? On prend $f(X) = Xe^{-X^2}$. Dessiner la forme de la corde à plusieurs instants.
8. Soit un front d'onde qui arrive sur une interface. En considérant le front localement (donc plan) et à deux instants séparés d'un temps dt , montrer que la vitesse du point de contact entre le front et l'interface est $c/\sin i$ (que sont c et i ?). En déduire la loi de Snell-Descartes.