

1. Geef een korte omschrijving van de volgende begrippen:

- a. Heinrich event
- b. Precessie
- c. thermohaliene circulatie
- d. OSL-datering
- e. astronomical tuning

2. De diplomaten O. Lieboer en S. Hell zijn overtuigd tegenstander van het idee dat er als gevolg van een door de mens versterkt broeikas<sup>se</sup>effect de komende <sup>een</sup> mondiale temperatuurstijging zal optreden. Zij plaatsen de volgende kanttekeningen bij de waarnemingen en mechanismen rond het broeikas<sup>se</sup>effect:

- Er is helemaal geen mondiale temperatuurstijging geweest: de gemeten mondiale temperatuurstijging is voor een groot deel een artefact doordat steden waar de temperatuurmetingen gedaan zijn gegroeid zijn en als warmte-eilanden fungeren.
- Tussen 1940 en 1970 was er zelfs tijdelijk afkoeling, terwijl er toen een grote toename broeikasgassen scheen te zijn: deze gassen kunnen dus niet de oorzaak van de opwarming zijn.
- Zij hebben van het KNMI gehoord dat er de komende decennia van tijd tot tijd nog steeds elfstedentochten te verwachten zijn.
- Zij hebben begrepen dat als gevolg van het wegvallen van de Oceaancirculatie de mondiale temperatuur juist 2 graden zal dalen.

Geef aan in hoeverre en waarom hun argumenten al dan niet juist zijn.

3. Kwartaire klimaatveranderingen zijn voor een groot deel toe te schrijven aan Milankovich variabelen, daarnaast speelt ook de oceaancirculatie een sturende rol.

- a. Licht de verschillende effecten van de Milankovitch variabelen op het klimaat van zowel de lagere als de gematigde breedten toe.
- b. Geef een tweetal voorbeelden van veranderingen in de oceaancirculatie in de Kwartaargeologische geschiedenis die van cruciaal belang zijn geweest voor de veranderingen in het klimaat, geef ook een datering voor deze veranderingen.

De klimaat veranderingen die in het Kwartair zijn opgetreden zijn op verschillende manieren te reconstrueren.

c. Hoe kunnen we temperatuur- en neerslagveranderingen reconstrueren  
Kwartaire klimaatveranderingen hebben een duidelijke invloed op de fluctuaties in de zeespiegel.

- d. Geef een korte beschrijving van de verschillende oorzaken die een rol spelen bij het optreden van zeespiegel fluctuaties in het Kwartair.
- e. Hoe zijn de zeespiegel fluctuaties van de laatste 150.000 jaar te reconstrueren?

4. In het INTIMATE project (INTegration of Ice-core, MARine and TERrestrial records) worden ijs-, diepzee- en land-records van uit en rond de Atlantische Oceaan van de laatste 20000 jaar met elkaar vergeleken. Van groot belang voor dit project is de precieze tijdscontrole (*wanneer gebeurde wat waar*).

- a. Geef een beknopt overzicht van de grootschalige klimaatveranderingen die optraden in dit bereik, geef hierbij ook de globale ouderdommen.

- b. Met welke methoden kunnen gebeurtenissen die zijn vastgelegd in de verschillende records uit ijs-, zee- en terrestrisch milieu absoluut worden gedateerd.
- c. Welke andere methoden zijn er voor correlatie van de records uit deze verschillende milieus.
5. Door Van Ulden en Van Dorland van het KNMI is onderzoek gedaan naar de samenstelling van de mondiale temperatuurstijging sinds 1880. Hiertoe hebben zij in de totale waargenomen temperatuurstijging (hier NIET weergegeven) drie temperatuursignalen onderscheiden. Deze drie signalen staan afzonderlijk in de bovenstaande figuur als de curves A, B en C.
- a. Welke drie signalen worden door de curves weergegeven? Kies hiervoor uit de volgende mogelijkheden: CO<sub>2</sub> uitstoot, methaan uitstoot, zonne-activiteit, aerosolen, vulkaanuitbarstingen, aarbevingen, afsmelten gletsjers, el-Niño, gat in de ozonlaag, ontbossing Amazonegebied, zeespiegelstijging, verandering oceaancirculatie, herbebossing noordelijk halfrond. Verklaar je antwoord.
- b. Zijn de drie bij 1 gekozen oorzaken (a) natuurlijk, (b) een externe of interne forcing? Waarom?
- c. Verklaar de negatieve bijdrage van een van de curves.
- Onderzoeker F. Orcing wil met behulp van een GCM van elk van de drie temperatuursignalen in de figuur afzonderlijk een simulatie uitvoeren.
- d. Geef voor elk van de drie gevallen aan (a) of dit met een AGCM of volledig gekoppeld AOGCM dient te gebeuren, (b) of met een equilibrium run kan volstaan worden of een transient run nodig is., en (c) welk forcing achter het signaal in het GCM gevoerd moet worden. Verklaar je antwoord.

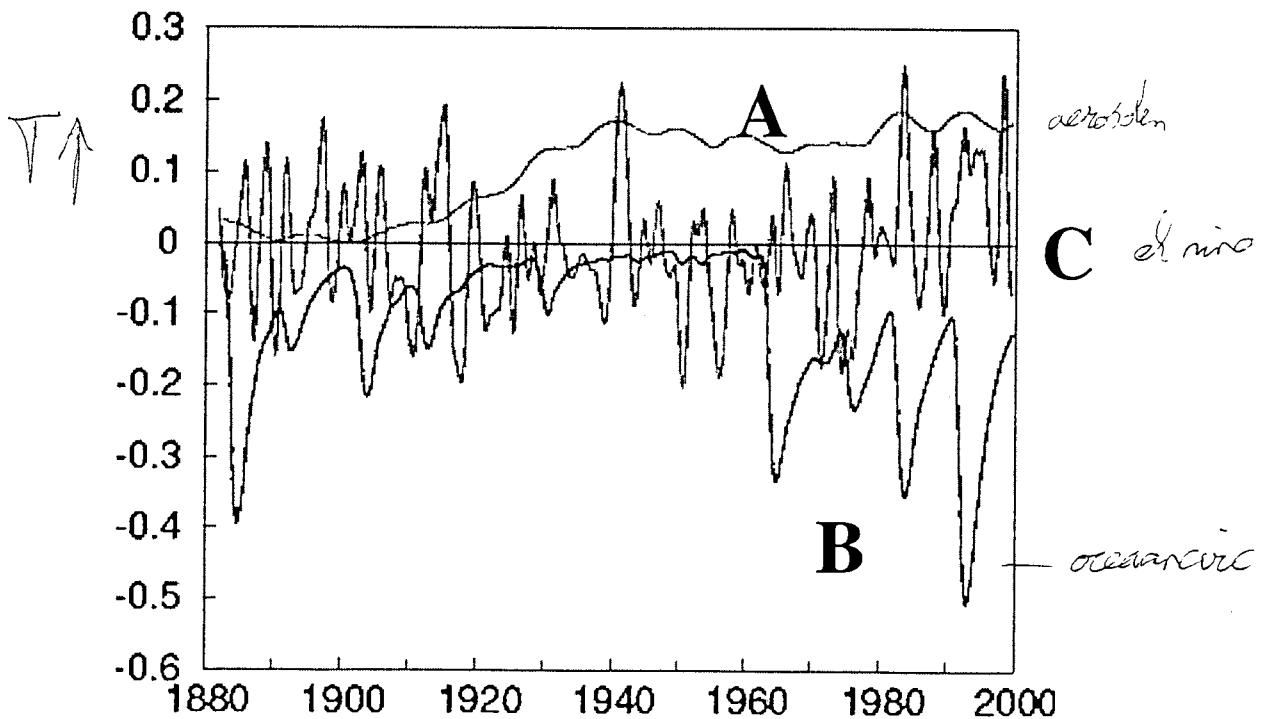


Fig. 1 geeft de veranderingen in  $\delta^{18}O$  weer in een equatoriale Atlantische diepzee boorkern, gedurende de afgelopen 3,2 Ma. Interpreteer deze figuur in termen van klimaatveranderingen, en geef de vijf belangrijkste conclusies uit de figuur puntsgewijs weer. Let op: indien je conclusies geeft die niet uit de figuur zijn af te leiden, kost dat punten.