

---

maart 1991

experimentele versie

W 12  
16



Freudenthal instituut  
Archief

---

Mekka

Leerlingentekst

القعدة

Publikatie van het team W12-16  
onder verantwoordelijkheid van de  
Commissie Ontwikkeling Wiskundeonderwijs

Ontwerp: Jan van den Brink en Marja Meeder

Deze publikatie is te bestellen bij  
Instituut voor Leerplanontwikkeling (SLO), Enschede (053-840840)  
onder vermelding van AN-nummer 3.315.6450

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Waar ligt Mekka?</b>	<b>5</b>
1	De Imam	5
2	Hoekmeter en Mekka-meter	9
3	Op je rekenmachine of uit je hoofd	12
<b>2</b>	<b>Globe en wereldkaart</b>	<b>13</b>
1	Bol en plat	13
2	Evenaar	14
3	Meridianen	14
4	Parallelcirkels	15
<b>3</b>	<b>Plaatsbepalen op de aardbol</b>	<b>17</b>
1	Coördinaten op de aardbol	17
2	Tegenpool	18
3	Richtingen op de kaart	19
4	Veranderende x-coördinaten en y-coördinaten?	21
<b>4</b>	<b>Grootcirkels</b>	<b>22</b>
1	Snijcirkels en grootcirkels	22
2	Grootcirkels en punten op de aardbol	23
3	Cirkels door twee punten en de kortste afstand	24
<b>5</b>	<b>Afstand en richting op de aardbol</b>	<b>26</b>
1	Kortste afstand over de aardbol	26
2	Luchtlijnen van elastiek	28
3	Je Hoekmeter tegen de globe aan	30
4	Kijken via grootcirkels	30
5	Richting Mekka op de kaart en op de aardbol	31
6	Kibla	32
<b>6</b>	<b>Mekka - Extra</b>	<b>33</b>
	Extra 1: Grootcirkels	33
	Extra 2: Verschillende maten	35

**7 Mekka - Krante- en andere berichten**

**37**

**8 Werkbladen**

**45**

## Hoofdstuk 1: Waar ligt Mekka?

### 1 De Imam

In de moskee bidden de gelovigen in een bepaalde richting.

1a Weet jij welke richting dat is?

1b Hoe weten ze welke richting goed is?

Ik wist het niet.

Ik vroeg het aan de imam van een moskee.



een moskee

Daar was hij, de imam.

Ik stelde maar meteen mijn vraag:

'Als u bidt, dan bidt u toch naar het oosten?'

'Nee, hoor, we bidden naar Mekka', antwoordde hij.

'Maar hoe weet u waar Mekka ligt? Het oosten kan ik wel vinden, maar Mekka ...'.

'Je kunt Mekka op drie manieren vinden'. En hij legde uit:

'Allereerst kun je het zien aan de zon. Maar de zon geeft wat problemen. Vaak kan je hier in Nederland de zon helemaal niet zien en in de zomer komt de zon op een andere plaats op dan in de winter.

Daarom een tweede manier: we gebruiken ook een soort kompas dat de richting van Mekka aanwijst.

En dan de derde manier: als je de zon niet kan zien en als je ook geen kompas hebt dan is er nog je gevoel voor de goede richting naar Mekka'.

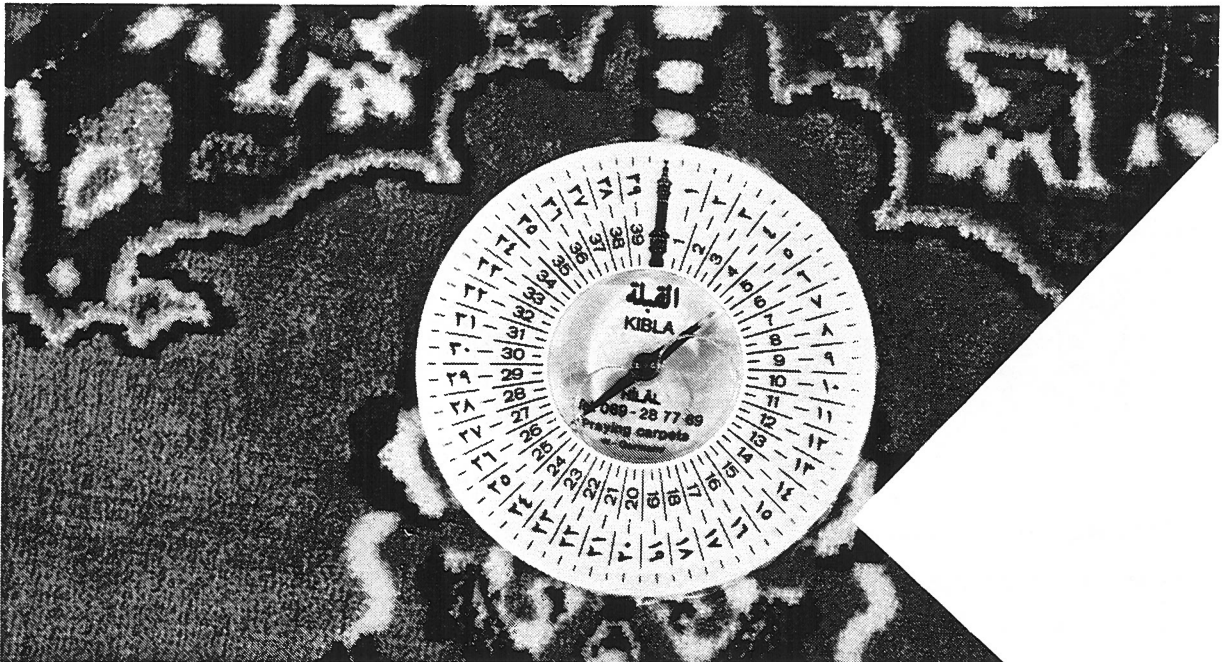
'Maar bidt een moslim in Amsterdam dan in een andere richting dan een moslim in bijvoorbeeld Marokko of in Havanna?'

De imam knikte: 'Ja'.

2 Gebruik werkblad 1.

Trek de rechte pijlen Amsterdam / Mekka,  
Havanna / Mekka en  
Hongkong / Mekka.

Plotseling vroeg de imam me even te willen wachten. Hij liep weg en kwam terug met een mooi kleedje. In het midden van het kleed zat een soort kompas: een *Mekka-meter*.



het kleedje met kompas

'Kibla' stond er in de Mekka-meter, dat betekent: 'Richting Mekka'.

'Die naald wijst altijd naar het Noorden', zei ik, 'niet naar Mekka; hoe kunnen we dan toch de richting naar Mekka vinden?'

Uit een zakje onder het kleed haalde de imam nu een boekje tevoorschijn.

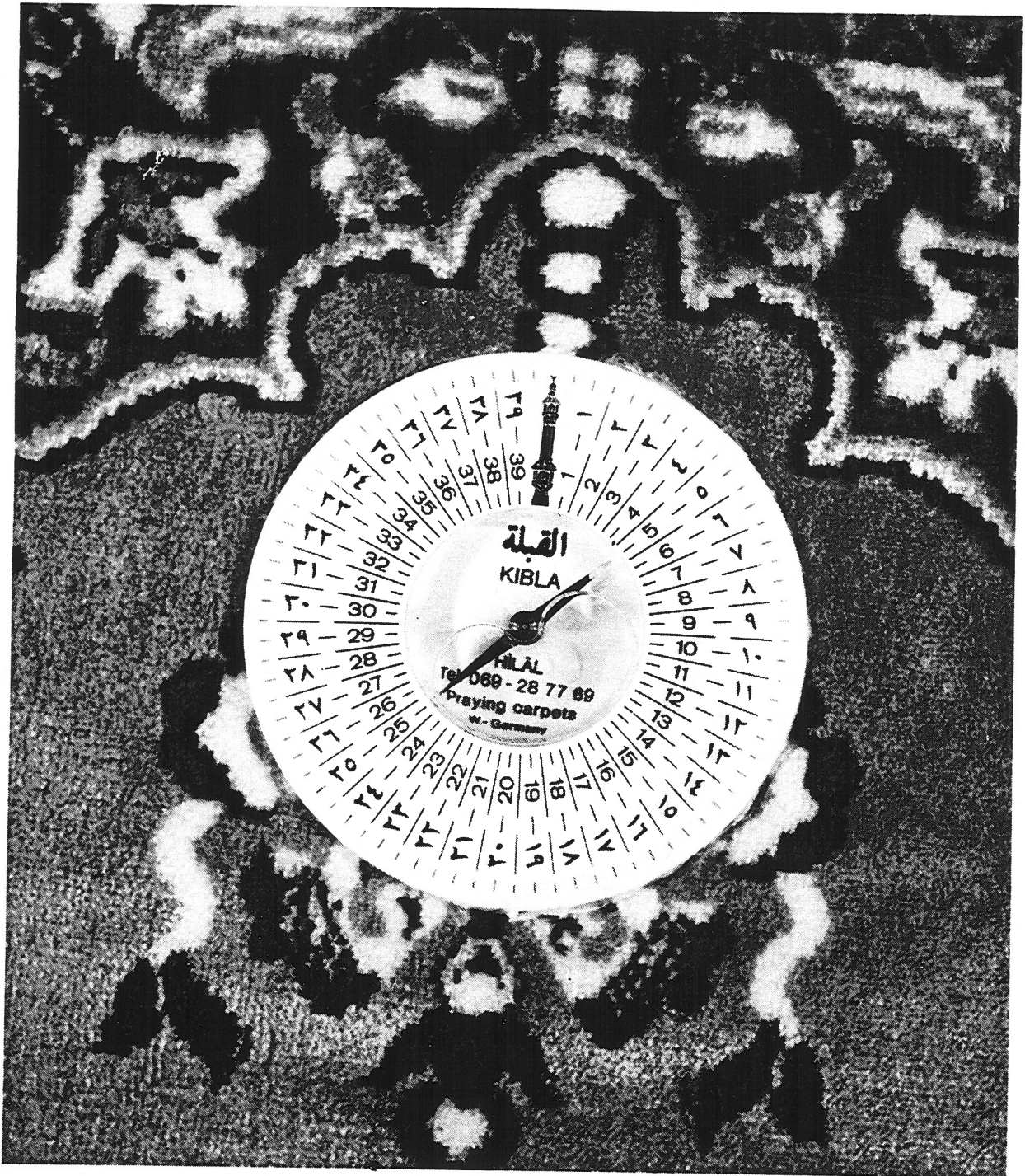
Getallen en steden stonden erin:

250 Amsterdam

275 Tanger (Marokko)

230 Ankara (Turkije)

De imam las hardop '250 Amsterdam' en draaide het kleedje totdat de kompasnaald naar het vakje 25 wees. 'Dat is 250. Kijk zó':



kleedje met de kompasnaald in vakje 25ø

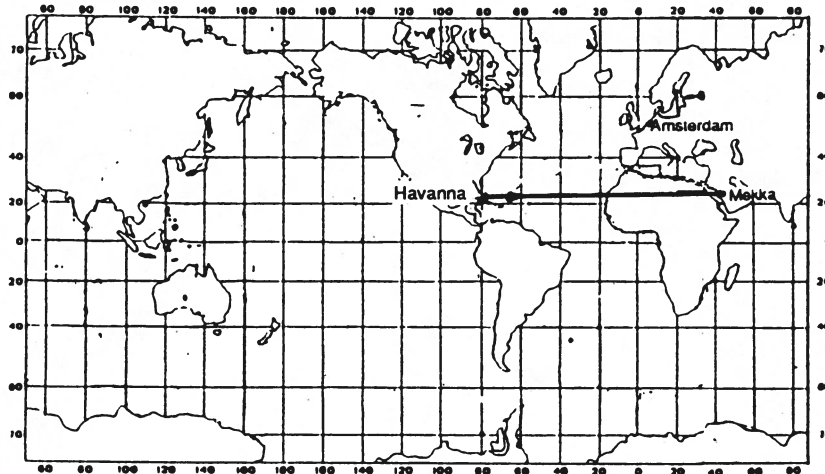
Toen kon de imam me de richting naar Mekka wijzen: 'Kibla!  
De minaret (de kerktoren) op de Mekka-meter wijst naar Mekka.'

### 3 300 Havanna (Cuba)

Als je bijvoorbeeld in Havanna zit, moet de naald naar 30 wijzen.

Kijk je vanuit Havanna naar het oosten of naar het westen?

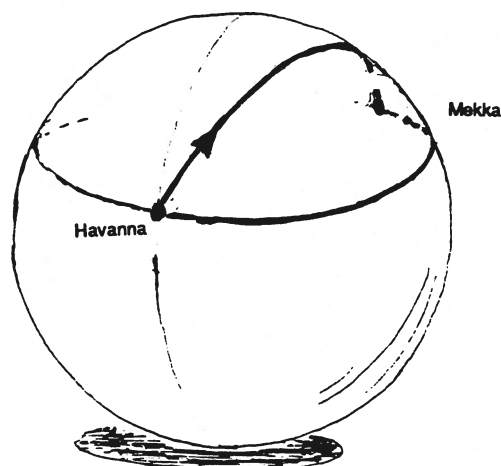
Schrijf op in je schrift.



wereldkaart met Mekka, Havanna en Amsterdam

Andere Arabische geleerden vinden dat je vanuit Havanna niet naar het oosten kijkt, maar naar het naar het noordoosten.

Op de aardbol is Havanna/Mekka in die richting de kortste afstand.



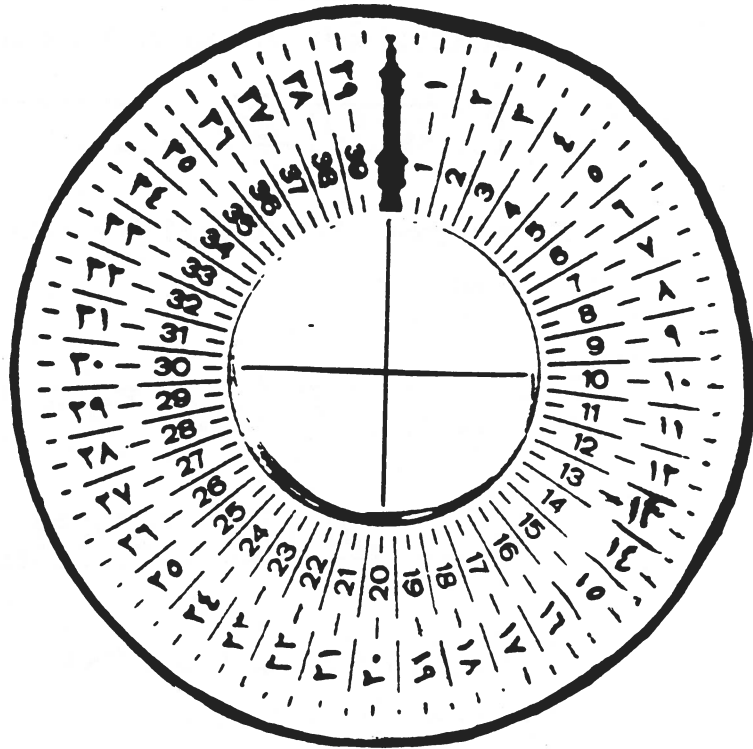
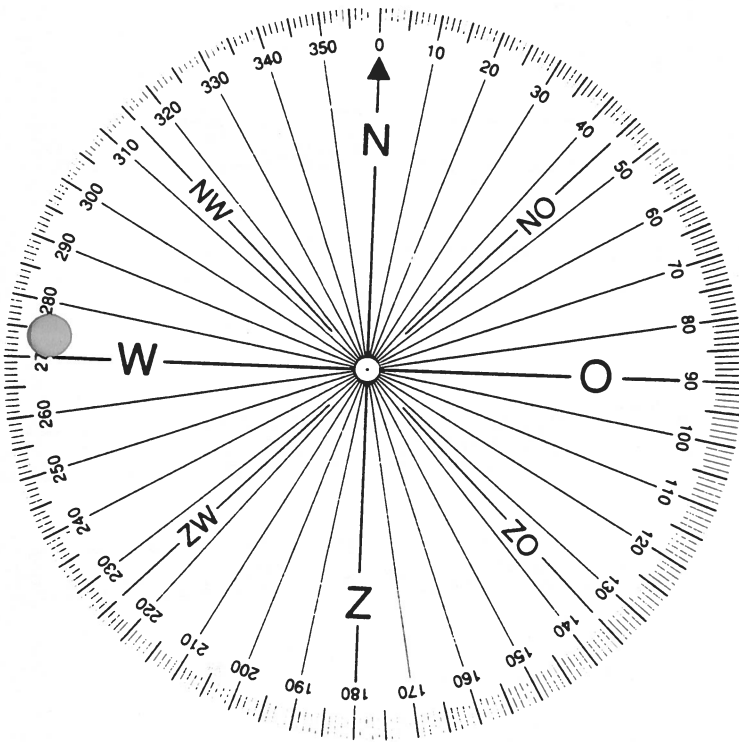
aardbol met Mekka en Havanna

### 4 Wat denk jij ervan? Oost of noordoost?



## 2 Hoekmeter en Mekka-meter

Hieronder zie je de Hoekmeter en de Mekka-meter.



de Hoekmeter en de Mekka-meter

Je hebt natuurlijk al gezien, dat op de Mekka-meter de getallen 1 tot 40 staan, maar dat de imam ze gebruikte als 10 tot 400 zoals in zijn boekje.

- 5 Welke verschillen zie je tussen de Hoekmeter en de Mekka-meter?  
Schrijf er twee op in je schrift.
- 6 Hoeveel graden is een rechte hoek op de Hoekmeter en hoeveel op de Mekka-meter?
- 7 Is 1 graad op de Hoekmeter groter of kleiner dan 1 graad op de Mekka-meter?

### Extra\*

8\*  $\sin 90 = 1$  en  $\sin 100 = 1$ . Hoe kan dat?

Op sommige rekenmachines kan je hoeken meten in DEG, RAD of GRAD.

Ga na welke van de drie je moet hebben voor de Mekka-meter.

Hoe heb je dat onderzocht?

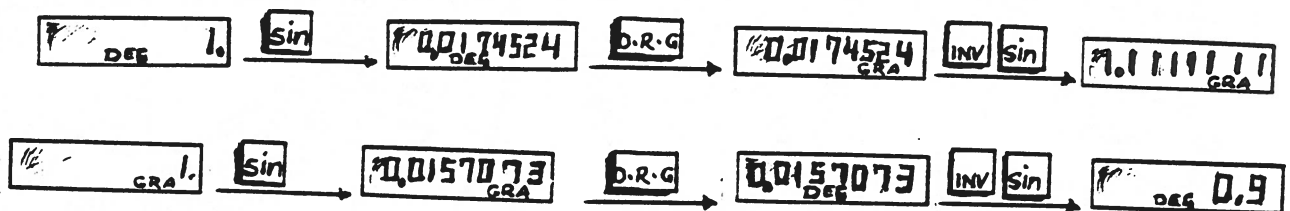
Probeer bijvoorbeeld  $\sin 90 = 1$  en  $\sin 100 = 1$  te vinden.

Of deze rij op je rekenmachine te maken en te begrijpen:



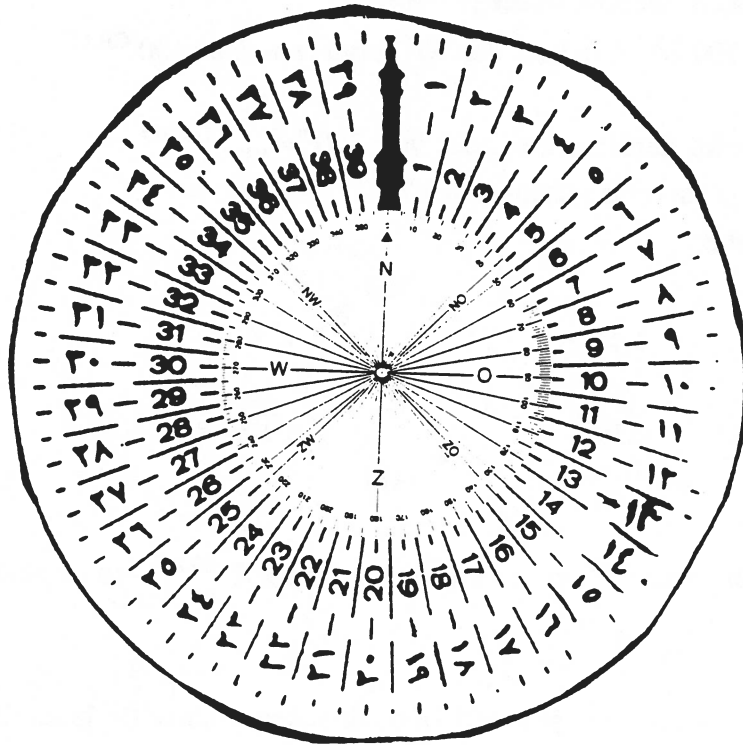
9\* Is  $1^0$  groter of kleiner dan  $1^{\text{GRAD}}$ ? Hoeveel is  $\sin 1^0$  en  $\sin 1^{\text{GRAD}}$ ?

Maak deze rijen:



Op de volgende bladzijde zie je de Hoekmeter en de Mekka-meter op elkaar geplakt.

Zo kun je ze beter vergelijken.



Hoekmeter en Mekkameter op elkaar geplakt

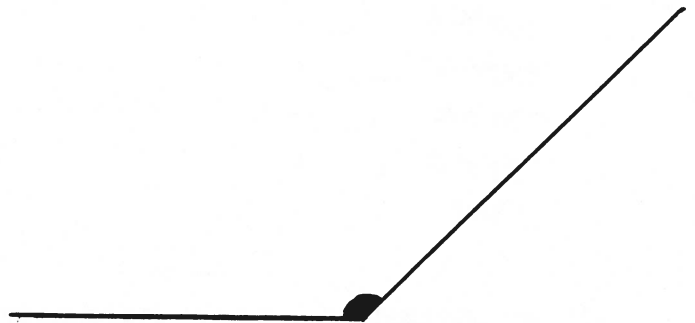
10 Neem deze verhoudingstabel over en vul hem in:

Hoekmeter	360	180	90	9	1	270
Mekkameter	.....	.....	.....	.....	.....	.....

11a Teken in je schrift een hoek van 100 GRAD.

11b Teken een hoek van 45<sup>0</sup> en vul in ..... GRAD.

11c Teken deze hoek in je schrift:



Deze hoek is .....<sup>0</sup> = ..... GRAD.

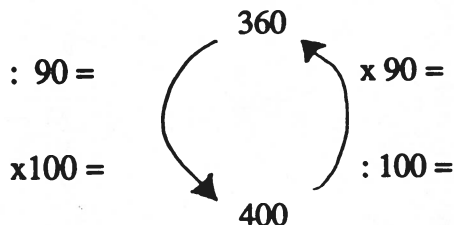
### 3 Op je rekenmachine of uit je hoofd

Je weet  $90^0 = 100 \text{ GRAD}$ . Je kunt dus  $90^0$  vervangen door  $100 \text{ GRAD}$ .

12 Uit je hoofd: denk aan een hoek van  $360^0 = \dots \text{ GRAD}$

Hoe doe je dat op je rekenmachine?

Ik doe het zo:



Ik vervang elke  $90^0$  op de Hoekmeter door  $100 \text{ GRAD}$  van de Mekka-meter. Klaar. En terug gaat ook.

13 Probeer ook eens. Uit je hoofd, of op de rekenmachine (in je schrift):

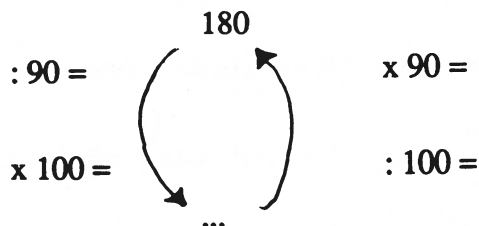
$$180^0 = \dots \text{ GRAD}$$

$$45^0 = \dots \text{ GRAD}$$

$$135^0 = \dots \text{ GRAD}$$

$$30^0 = \dots \text{ GRAD}$$

$$1^0 = \dots \text{ GRAD}$$



14 Andersom kan ook, vanaf de Mekka-meter naar de Hoekmeter:

Je kunt  $100 \text{ GRAD}$  vervangen door  $90^0$  (uit je hoofd of op je rekenmachine).

Bedenk zelf pijlenopgaven.

Vul nu in:

$$400 \text{ GRAD} = \dots^0$$

$$100 \text{ GRAD} = \dots^0$$

$$150 \text{ GRAD} = \dots^0$$

$$270 \text{ GRAD} = \dots^0$$

$$350 \text{ GRAD} = \dots^0$$

$$1 \text{ GRAD} = \dots^0$$

15a Bedenk een formule om van de Mekka-meter naar de Hoekmeter te komen.

15b Bedenk een formule om omgekeerd van de Hoekmeter naar de Mekka-meter te komen.

## Hoofdstuk 2: Globe en wereldkaart

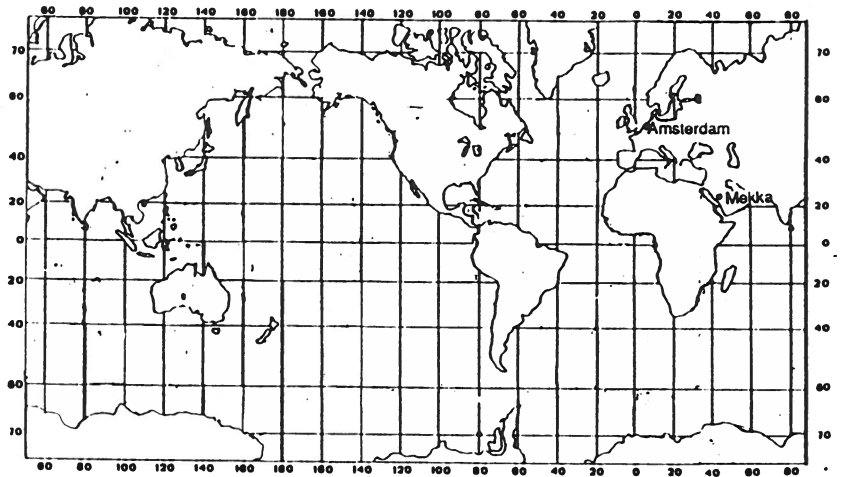
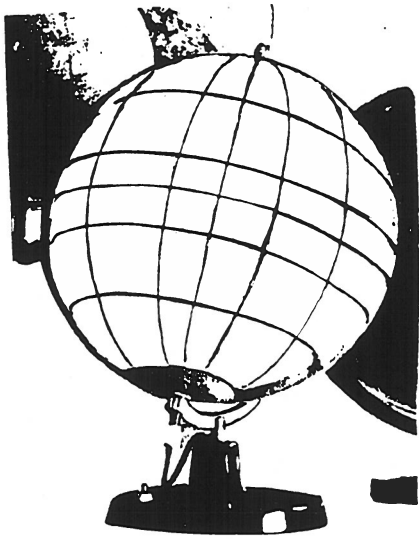
### 1 Bol en plat

De aarde waarop wij leven is een bol: de aardbol.

Kijk maar naar satellietfoto's, bijvoorbeeld op werkblad 1.

Een globe is een verkleinde ronde aarde.

En dan is er nog een wereldkaart waarop je de aarde kunt zien. Maar de wereldkaart is plat.



een globe en een wereldkaart

- 1 Wat vind je beter om mee te werken: een globe of een wereldkaart?
- 1a Noem twee voordelen van een globe.
- 1b Noem twee voordelen van een wereldkaart.
- 1c Noem ook nadelen van een wereldkaart en een globe.

Het is niet mogelijk om de aarde op een wereldkaart af te beelden zonder vervormingen.

Kaartenmakers hebben al van alles geprobeerd.

Bij het beantwoorden van sommige vragen moet je steeds de aarde als *bol* bekijken. Daar gaat dit pakket vooral over. Daarom is het handig om steeds een globe of een andere bol (bijvoorbeeld een volleybal) bij de hand te hebben.

### 2 Werkblad 1.

Teken een punt op de satellietfoto en op de globe voor de plaats van Amsterdam en van Mekka.

## 2 Evenaar

Op de globe en op wereldkaarten worden allerlei denkbeeldige lijnen, punten en cirkels gebruikt.

3 Waarom eigenlijk?

4 Een voorbeeld van zo'n cirkel is de evenaar.

Werkblad 1.

Kleur de evenaar rood in de foto, globe en wereldkaart.

5 Woon jij ten noorden of ten zuiden van de evenaar?

### Extra\*

6\* De lengte van de evenaar op de aarde is ruim 40.000 km.

Hoe groot is de straal van de evenaar als cirkel?

Schrijf je berekening en antwoord in je schrift.

7\* Is de straal van de aardbol net zo groot als de straal van de evenaar?

Ja/Nee, want ....

8\* Lengte

8a Meet de lengte van de evenaar op de globe in de klas.

8b Wat is de verhouding tussen de evenaar van de aarde en de evenaar op de globe?

Gebruik een verhoudingstabel.

9\* Oppervlakte

9a Hoe groot is de oppervlakte van Nederland ongeveer?

9b Schat de oppervlakte van Nederland op de globe.

9c Controleer aan de hand van de verhoudingstabel of je schatting klopt.

## 3 Meridianen

Andere cirkels op de globe zijn de *meridianen*.

Het zijn eigenlijk halve cirkels die van de noordpool tot de zuidpool lopen.

Twee meridianen kunnen één grote cirkel maken.

- 10 Hoe kunnen twee meridianen op aarde één grote cirkel maken?  
Schrijf je antwoord in je schrift.
- 11 Werkblad 1.  
Kleur de nul-meridiaan en de 180-meridiaan in de wereldkaart rood.
- 12 Maken de nul-meridiaan en de 180-meridiaan één grote cirkel op de globe?  
Ja/Nee, want ...
- 13 Woon jij oost of west van de nul-meridiaan?
- 14 Is op de wereldkaart van werkblad 1 de hele wereld te zien?  
En op de globe en op de foto?
- 15 Er is maar één evenaar. Hoeveel meridianen kan je tekenen?
- 16 Hoe lang zijn die meridianen?
- 17 Op de globe kan je goed zien dat alle meridianen door twee vaste punten gaan.  
Welke punten zijn dat?
- 18 Hoe komt het dat de meridianen op de wereldkaart niet door één punt gaan?
- 19 Op sommige kaarten gaan de meridianen wel door één punt.  
Maak werkblad 2 helemaal.
- 20 Schrijf drie verschillen op tussen de kaarten op werkblad 1 en 2.
- 4 Parallelcirkels**
- 21 Kijk op een globe.
- 21a Zie je ook cirkels die parallel (evenwijdig) aan elkaar zijn? Wijs ze aan.
- 21b Hoe heb je gecontroleerd of ze evenwijdig zijn?
- 22 Werkblad 1.  
Kleur op de globe en op de wereldkaart drie parallelcirkels blauw.

23 De parallelcirkels op de globe zijn niet allemaal even lang.  
Hoe heet de langste?

24 Hoeveel kilometer is die langste parallelcirkel?

**Extra\***

25a\* Is er ook een parallelcirkel die de helft is van de evenaar?

25b\* Waar zit die ongeveer op de globe? Gebruik een touwtje om te meten op de globe.

26\* Kun je iets zeggen over de grootte van de straal van de parallelcirkels? (de grootste, de kleinste straal)

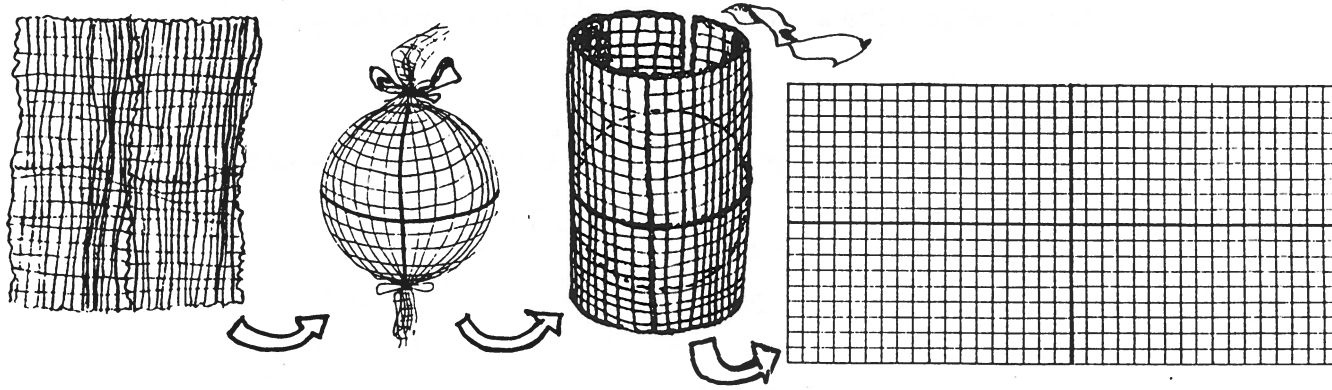
27 Op de globe zijn niet alle parallelcirkels even lang.  
Op de wereldkaart van werkblad 1 zijn alle parallelcirkels wel even lang. Hoe komt dat?



## Hoofdstuk 3: Plaatsbepalen op de aardbol

### 1 Coördinaten op de aardbol

Je kunt de aarde in een elastieken netje inpakken en dan weer uitpakken.



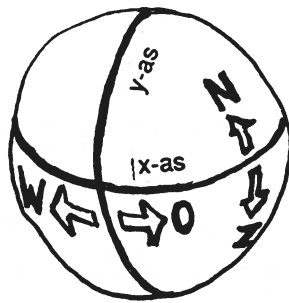
aarde in een netje

netwerk

#### 1 Waarvoor is zo'n netje goed te gebruiken?

Twee lijnen in het netwerk zijn belangrijk: de evenaar en de nulmeridiaan. Ze zijn dik getekend. (Welke van die twee zou je de x-as kunnen noemen en welke de y-as?)

Een plaats op de aardbol kan ten noorden (N) of ten zuiden (Z) van de evenaar liggen. En oost (O) of west (W) van de nulmeridiaan.



aarde met NZOW-indeling x-as y-as

Amsterdam:  $5^{\circ} O$   $52^{\circ} N$

Amsterdam ligt  $5^{\circ}$  oost van de nul-meridiaan en  $52^{\circ}$  ten noorden van de evenaar.

#### 2 Wijs in het netwerk hierboven aan waar Amsterdam ongeveer ligt (niet in je boek tekenen!).

3 Werkblad 3.

3a Kleur het zichtbare zuidelijk halfrond van de aardbol lichtblauw.

3b Kleur het zichtbare westelijk halfrond van de aardbol geel.

3c Neem over en vul in:

*Het westelijk halfrond loopt vanaf de nul-meridiaan tot .....*

*Het oostelijk halfrond loopt vanaf de nul-meridiaan tot .....*

4 Werkblad 3.

Teken een punt op de aardbol en de kaart voor de volgende steden.

Zet hun beginletter erbij.

Amsterdam (A)	5 <sup>0</sup>	O	52 <sup>0</sup>	N
Mekka (M)	40 <sup>0</sup>	O	21 <sup>0</sup>	N
Londen (L)	0 <sup>0</sup>	W	51 <sup>0</sup>	N
Quito (Q)	78 <sup>0</sup>	W	0 <sup>0</sup>	Z

5 Werkblad 3.

5a Zet in de kaart bij de dikke snijpunten hun coördinaten. Soms zijn er meer coördinaten te noemen, want denk erom: het is de aardbol!

5b Wat zijn de coördinaten van de Noordpool?

Maak alle punten die de Noordpool aangeven dik in de kaart.

5c Wat zijn de coördinaten van de Zuidpool? Maak die punten ook dik in de kaart.

5d Kleur de punten in de kaart die allemaal 180<sup>0</sup> oost hebben.

5e Kleur de punten in de kaart die 20<sup>0</sup> noord hebben.

2 Tegenpool

De 'tegenpool' van bijvoorbeeld Amsterdam is de plaats die precies aan de andere kant van de aarde ligt ten opzichte van Amsterdam.

6a Wat zijn de coördinaten van de tegenpool van Amsterdam?

Vul in:.....<sup>0</sup>W.....<sup>0</sup>Z

6b Wat zijn de coördinaten van de tegenpool van Mekka?

Vul in:.....<sup>0</sup> .....<sup>0</sup>

6c Werkblad 3

Teken de tegenpolen van Amsterdam en Mekka in de kaart.

### 3 Richtingen op de kaart

De coördinaten van Amsterdam en Mekka zijn:

Amsterdam       $5^{\circ}$  O       $52^{\circ}$  N

Mekka             $40^{\circ}$  O       $21^{\circ}$  N

7 Werkblad 4.

7a Meet met je Hoekmeter op deze kaart de hoek tussen de lijn Amsterdam/Mekka en een meridiaan naar het noorden.

#### Extra\*

7b\* Je kunt die hoek ook berekenen met je rekenmachine.

Zoek een rechthoekige driehoek met de lijn Amsterdam/Mekka als schuine zijde.

Hoe lang zijn in die driehoek de rechthoekzijden?

Met de tangens kun je op je rekenmachine de hoek vinden.

8 Werkblad 4.

Nu ook met Havanna, Honolulu, Tanger en Ankara.

Een coördinatenlijstje zie je op werkblad 4.

Zet deze plaatsen eerst in de wereldkaart op werkblad 4.

9 Meet op werkblad 4 (of bereken\*) voor elke plaats de richting naar Mekka en vul de tabel in.

#### Extra\*

10\* Vroeger gebruikten Arabische geleerden de volgende manier om de richting Amsterdam-Mekka te construeren (te maken):

10a Neem een punt: Amsterdam. Zie de volgende bladzijde.

10b Trek een lijn Noord/Zuid en een lijn Oost/West door A.

10c Teken een cirkel met A als middelpunt. Dat is de horizon.

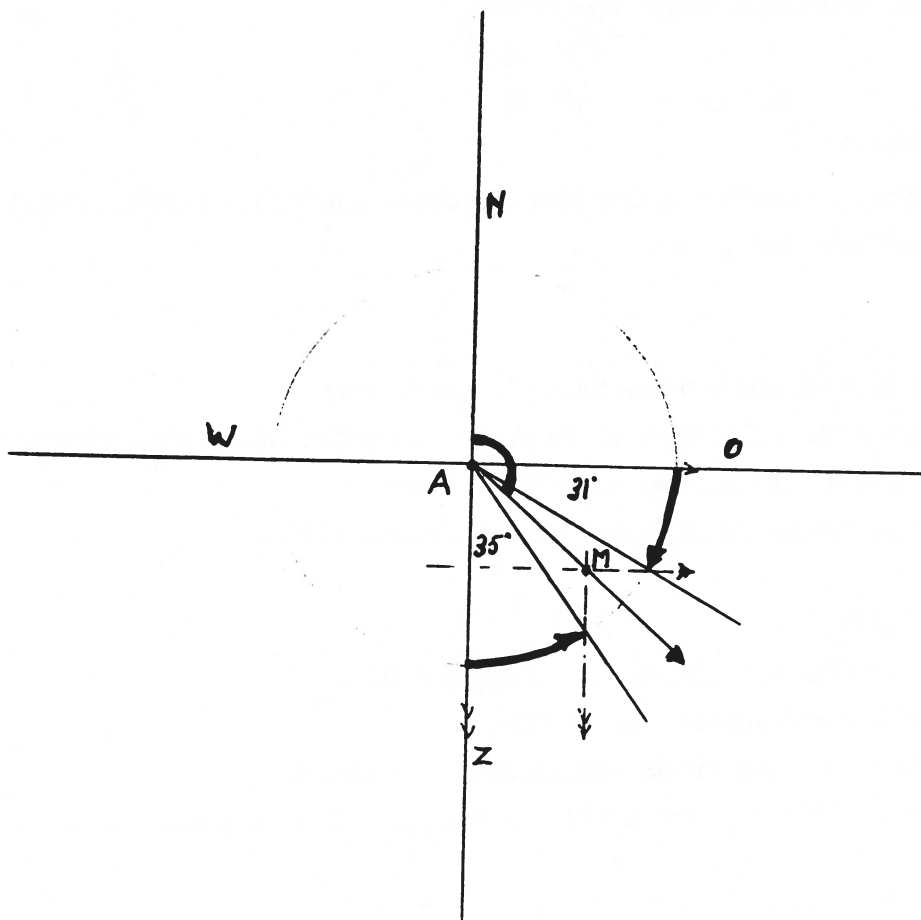
10d Vergelijk de coördinaten van Amsterdam ( $5^{\circ}$ O  $52^{\circ}$ N) en Mekka ( $40^{\circ}$ O  $21^{\circ}$ N):

Mekka ligt  $35^{\circ}$  meer naar het oosten vanaf de Noord/Zuid -lijn dan Amsterdam.

En Mekka ligt  $31^{\circ}$  zuidelijker vanaf de Oost/West-lijn. Maak die hoeken in de tekening.

10e Trek een lijn evenwijdig aan de Noord/Zuid-lijn en een lijn evenwijdig aan de Oost/West-lijn.

Noem het snijpunt M. AM is de richting naar Mekka.

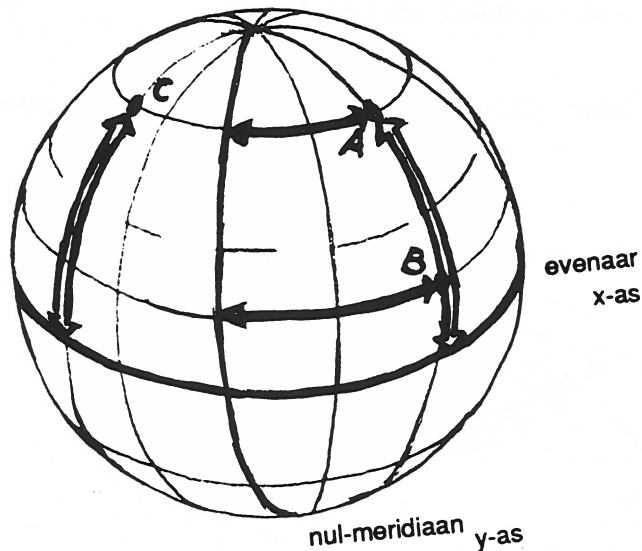


Arabische constructie voor de Kibla

- 11\* Meet met je Hoekmeter of bereken met je rekenmachine in deze Arabische constructie de hoek die AM maakt met de Noord/Zuid-lijn.
- 12\* De coördinaten van Havana zijn  $82^{\circ}$  W  $23^{\circ}$  N.  
Bepaal de richting Havana / Mekka met deze Arabische constructie.

#### 4 Veranderende x-coördinaten en y-coördinaten?

In werkblad 4 hebben we net gedaan alsof de aarde plat is. Maar de aarde is bol. Afstanden en richtingen veranderen daardoor. Kijk maar:



A ( 40 O, 60 N )

B ( 40 O, 20 N )

C ( 30 W, 60 N )

globe met nulmeridiaan en evenaar

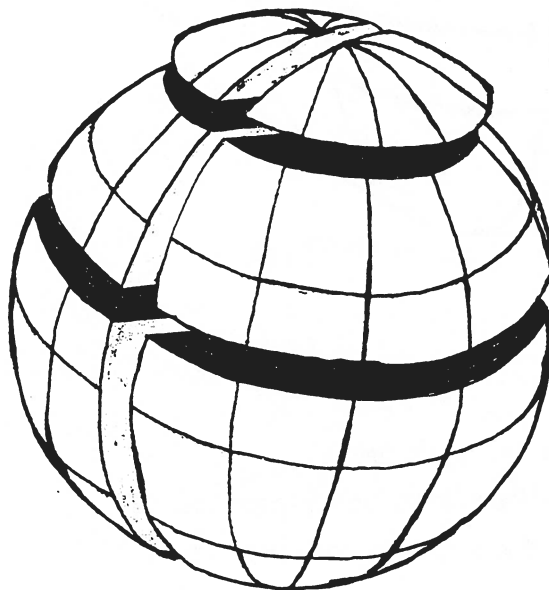
- 13 Streep door wat fout is (in je schrift).
- 13a A en C hebben dezelfde x-coördinaat/y-coördinaat.
- 13b A en B hebben dezelfde x-coördinaat/y-coördinaat.
- 14 A en B hebben dezelfde x-coördinaat in graden. Toch liggen ze niet even veel kilometers van de nulmeridiaan af.  
Hoe komt dat?
- 15 'Naar de pool toe wordt de afstand oost/west kleiner.'  
In je schrift: Dat is zo/Dat is niet zo, want ...
- 16 Twee punten A en B op de aardbol hebben dezelfde x-coördinaat.  
Wat is de grootste afstand tussen A en B en wat is de kleinste afstand?  
Bedenk zelf ook zo'n opgave.

## Hoofdstuk 4: Grootcirkels

### 1 Snijcirkels en grootcirkels

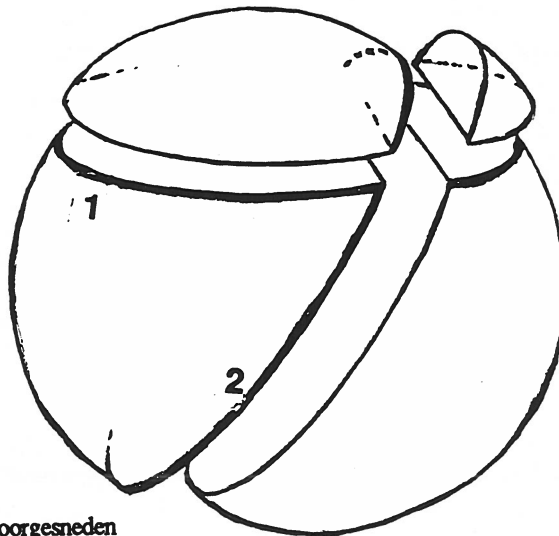
We gaan de aarde recht doorsnijden, in gedachten. Je mag geen bochten maken met je mes als je snijdt. Als je de aarde doorsnijdt, is de doorsnede een cirkel.

- 1 Als je aarde op twee verschillende plaatsen doorsnijdt, zijn de snijcirkels dan even groot? Wat denk jij ervan?
- 2 Over welke cirkels is de aardbol hieronder doorgesneden?



de aarde doorgesneden

- 3 Welke cirkel is het langste: snijcirkel 1 of 2? Waarom?



de aarde twee maal doorgesneden

- 4 Snijcirkels zijn niet altijd even groot.  
Hoe lang is de grootste snijcirkel op aarde?
- 5 Zijn er snijcirkels door de aarde te trekken die groter zijn dan de evenaar?  
Ja/Nee, want .....(schrift)
- 6 De evenaar is een 'grootcirkel'. Kun je ook andere grootcirkels op aarde bedenken?  
Ja/Nee, want .....(schrift)
- 7 Hoe zou jij vertellen wat een grootcirkel op de aardbol is?
- 8 Hier wat antwoorden van leerlingen. Welke antwoorden zijn goed? Welke zijn fout?
- 8a *een grootcirkel is een cirkel die de aardbol in twee helften verdeelt*  
goed/fout, omdat .....
- 8b *een grootcirkel is een grootst mogelijke cirkel over de aardbol*  
goed/fout, omdat .....
- 8c *een grootcirkel is een cirkel die de aardbol in twee stukken verdeelt*  
goed/fout, omdat .....
- 8d *een grootcirkel is een cirkel die door de noordpool en de zuidpool gaat*  
goed/fout, omdat .....
- 8e *een grootcirkel is een cirkel met als middelpunt het middelpunt van de aarde*  
goed/fout, omdat .....
- 8f *als je steeds rechtdoor vliegt, maak je een grootcirkel om de aarde*  
goed/fout, omdat .....
- 8g *een grootcirkel is een cirkel van 40000 km*  
goed/fout, omdat .....
- 8h *een grootcirkel is een cirkel op aarde die niet evenwijdig aan de evenaar loopt*  
goed/fout, omdat .....

## 2 Grootcirkels en punten op de aardbol

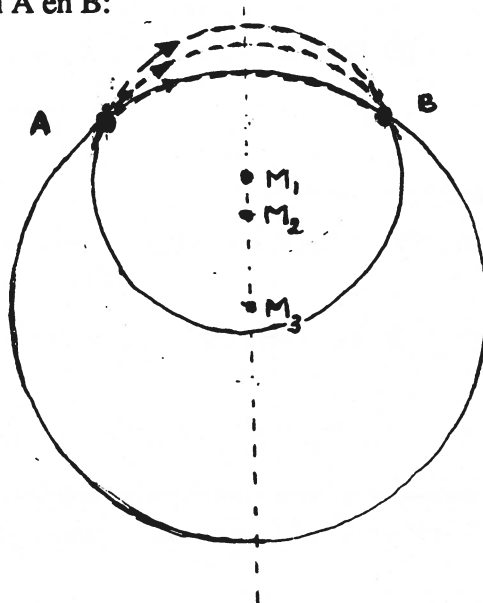
Ga op onderzoek uit met bollen, bijvoorbeeld met witte bollen van piepschuim of met volleyballen.

- 9 Hoeveel grootcirkels kun je door de Noordpool trekken?
- 10 Hoeveel van die grootcirkels die door de Noordpool gaan, gaan ook door de Zuidpool?
- 11 Hoeveel van die grootcirkels die door de Noordpool gaan, gaan er door Amsterdam?

- 12 We kunnen ook een ander punt op aarde als 'pool' kiezen.  
Bijvoorbeeld Amsterdam.
- 12a Hoeveel grootcirkels gaan er door Amsterdam?
- 12b Heeft Amsterdam ook een 'tegenpool' zoals de Noordpool de Zuidpool heeft?
- 12c Waar ligt die 'tegenpool' van Amsterdam?
- 12d Gaat elke grootcirkel door Amsterdam ook door de tegenpool van Amsterdam?
- 12e Is er een grootcirkel door Amsterdam die door de Zuidpool gaat?
- 12f Gaat die dan ook door de Noordpool?
- 13 We kunnen ook Mekka als 'pool' kiezen.
- 13a Hoeveel grootcirkels gaan er door Mekka? (schrift)
- 13b Heeft Mekka ook een 'tegenpool'?
- 13c Waar ligt die 'tegenpool' van Mekka?
- 13d Gaat elke grootcirkel door Mekka ook door de tegenpool van Mekka?
- 13e Is er een grootcirkel door Mekka en die door de Zuidpool gaat?
- 13f Gaat die dan ook door de Noordpool?
- 13g Is er een grootcirkel door Mekka die door Amsterdam gaat?
- 13h Gaat die grootcirkel dan ook door de tegenpool van Amsterdam?
- 14 Bedenk drie regels over grootcirkels en punten op de aardbol.  
Wanneer krijg je ontelbaar veel grootcirkels door één punt?  
Wanneer door twee punten?  
Wanneer krijg je precies één grootcirkel tussen twee punten?

### 3 Cirkels door twee punten en de kortste afstand

Cirkels door twee punten A en B:



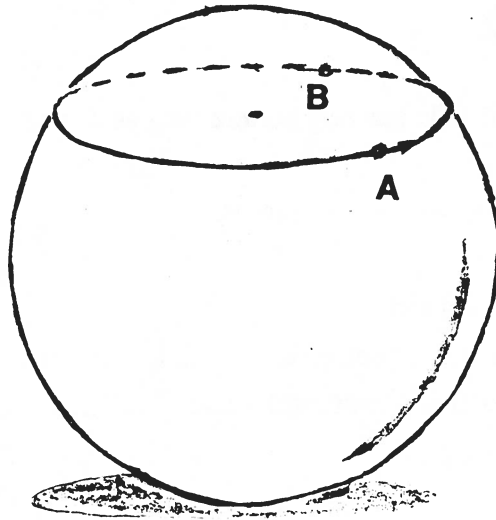


- 15 Neem je passer en liniaal. Teken deze figuur precies over in je schrift.
- 16 Welke van de drie cirkels geeft de kortste weg van A naar B?  
En hoe komt dat?
- 17 Kun je ook een cirkel tekenen die een langere weg van A naar B geeft?  
Ja/Nee, want .....(schrift)
- 18 Teken een cirkel in je schrift die een nog kortere weg geeft van A naar B.
- 19 Teken in je schrift de kortste weg van A naar B.
- 20 Neem over in je schrift en vul aan:
- 20a De verbinding van A naar B over een cirkel wordt korter, als .....
- 20b De kortste weg van A naar B is geen cirkel, maar .....

## Hoofdstuk 5: Afstand en richting op de aardbol

### 1 Kortste afstand over de aardbol

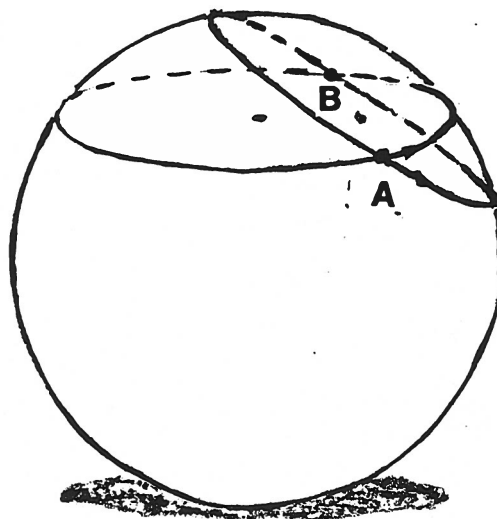
1 A en B liggen op een parallelcirkel.



aardbol met A en B op een  
parallelcirkel

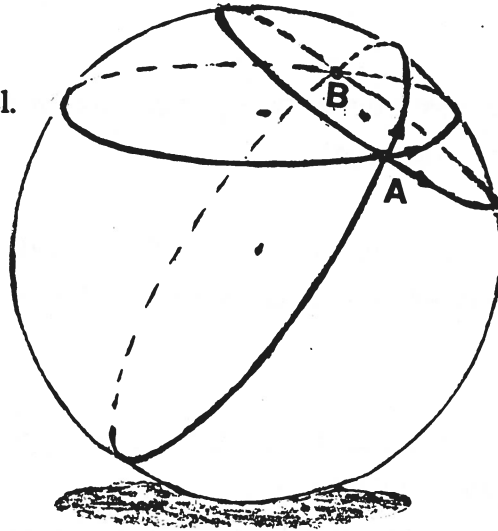
Geeft de parallelcirkel de kortste weg van A naar B?  
Of zijn er cirkels die een nóg kortere weg geven? Wat denk je?

Door A en B zijn ook andere snijcirkels te trekken: een kleincirkel,



aardbol met A en B op een  
parallelcirkel en  
een kleincirkel

maar ook een grootcirkel.



aardbol met A en B op een  
parallelcirkel,  
een kleincirkel en  
een grootcirkel

Deze cirkels draaien als een draaideur om AB heen.

Ze worden nu eens groter en dan weer kleiner door de wand van de bol.

- 2 Nummer de drie cirkels (parallelcirkel, kleincirkel en grootcirkel) van klein naar groot met 1, 2, 3.
- 3 Is er nog een cirkel te vinden door A en B die groter is dan de grootcirkel?  
Ja/Nee, want ...(let op de middelpunten van de cirkels)
- 4 Is er een tweede, andere grootcirkel te trekken door A en B?

#### *Middelpunten*

- 5 Waar ligt het middelpunt van de kleincirkel?
- 6 Waar ligt het middelpunt van de grootcirkel?

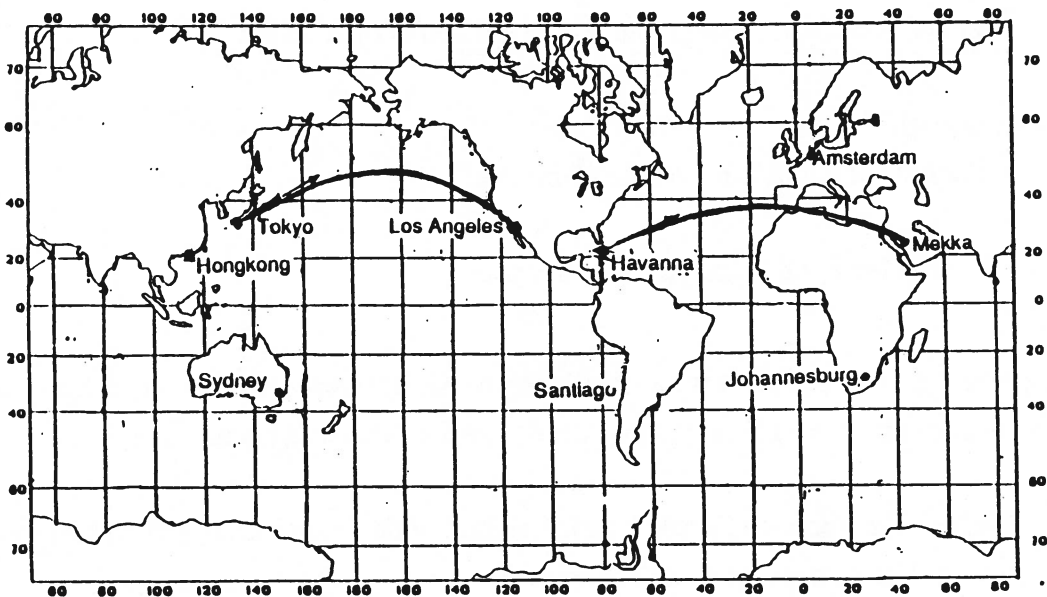
De kortste weg van A naar B is natuurlijk een rechte lijn dwars door de aarde heen: de as AB van de draaideur van cirkels. Maar je kunt niet dwars door de aarde heen.

- 7 Welke cirkel (de parallelcirkel, de kleincirkel of de grootcirkel) geeft de kleinste afstand tussen A en B over de aarde? Waarom?
- 8 Schrijf in je schrift en vul aan: *De afstand over de parallelcirkel is altijd groter dan de afstand over de grootcirkel, want .....*
- 9 Waarom komt de grootcirkel boven de parallelcirkel uit op het noordelijk halfrond?  
Denk eens aan de middelpunten van de cirkels.

- 10 Als je de kortste afstand weet tussen twee punten, weet je dan tegelijk ook de langste afstand tussen die punten op aarde?
- 11 Stel je voor dat je op aarde vanuit A naar B wijst, wijs je dan volgens een kleincirkel, een parallelcirkel, een grootcirkel of nóg een andere cirkel naar B?  
Wat denk je?
- 12 Maak zelf drie regels over de kortste afstand tussen twee punten op de aardbol.  
Denk aan de grootcirkel door die punten.  
Wanneer krijg je precies de kortste afstand tussen twee punten?  
Is er maar één kortste afstand tussen twee punten?  
Kunnen er ook wel eens ontelbaar veel kortste wegen tussen twee punten zijn?  
Onthoud: de kortste afstand tussen twee punten op aarde is de grootcirkel door die punten.

## 2 Luchtlijnen van elastiek

Hieronder zie je een wereldkaart waarin de luchtlijn Tokyo-Los Angeles en de luchtlijn Havana-Mekka getekend zijn.



Vliegtuigen vliegen de kortste afstanden over de aardbol, dus via grootcirkels. Op de wereldkaart is die kortste afstand niet een rechte lijn.

13 Werkblad 5.

Hier zie je nog meer luchtlijnen:

Los Angeles / Amsterdam

Amsterdam / Tokyo

Sydney / Santiago

Santiago / Johannesburg

Amsterdam / Mekka

Hongkong / Mekka

Honolulu / Mekka

Teken deze luchtlijnen in de wereldkaart.

Leg een elastiekje of een dun strookje papier op de globe om de luchtlijn te vinden die het vliegtuig vliegt. Teken dan die lijn in de kaart.

Om je te helpen is de startrichting al gegeven met een pijltje.

14 Het elastiekje of strookje papier tussen twee plaatsen geeft:

*een parallelcirkel / een kleinste cirkel / een grootcirkel* tussen die plaatsen aan.

14a Wat is goed? Wat is fout?

14b Waarom?

15 De pijltjes op de kaart geven niet alleen de startrichting aan, maar ook de kijkrichting waarin je vanuit een plaats naar een andere plaats op de aardbol moet kijken.

Dat is zo/ Dat is niet zo, want ... (schrift)

16 Waarom komt de luchtlijn (grootcirkel) boven de parallelcirkel uit op het noordelijk halfrond? (denk aan de middelpunten van de cirkels).

17 Hoe zit dat met luchtlijnen op het zuidelijk halfrond?

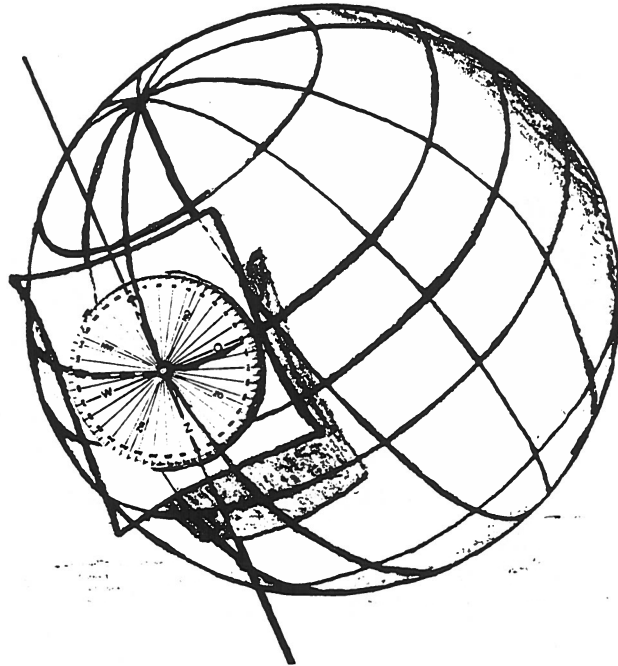
Wat denk je?

*Conclusies*

- De grootcirkel tussen twee punten op de aardbol geeft de **kortste afstand** aan van de ene naar de andere plaats.
- De grootcirkel tussen twee punten op de aardbol geeft de **kijkrichting** aan van de ene naar de andere plaats.

### 3 Je Hoekmeter tegen de globe aan

- 18 Ga met een elastiekje of strookje papier op een globe na in welke richting je vanuit Amsterdam moet kijken naar Mekka.
- 18a Zet je Hoekmeter als een raakvlak tegen de globe met zijn middelpunt in Amsterdam en de pijl N naar de Noordpool.  
Kijk zo:

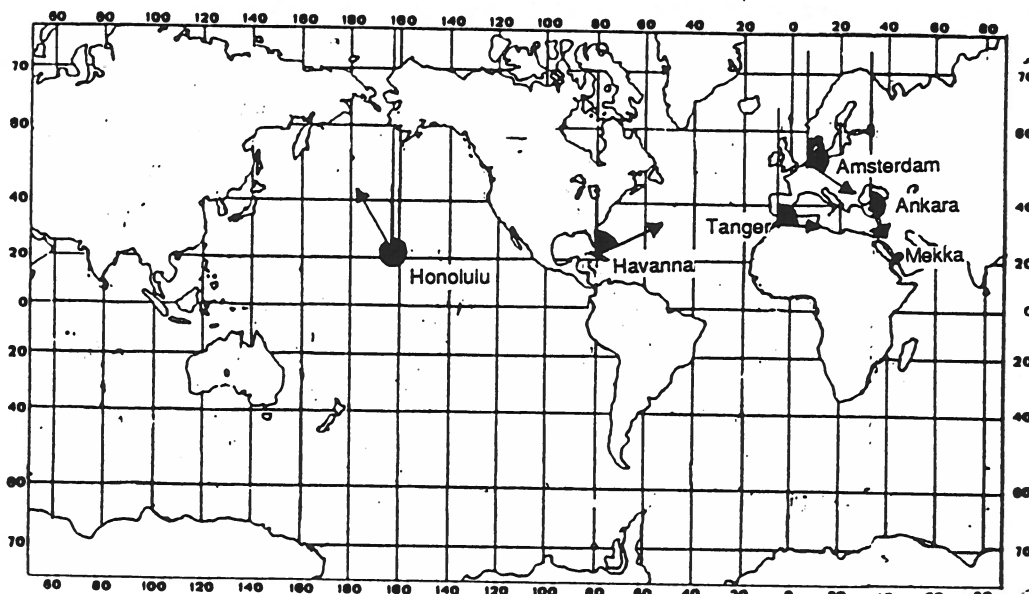


Hoekmeter als raakvlak aan de bol

- 18b Lees op de Hoekmeter af in welke richting je naar Mekka moet kijken.
- 18c Dat moet ongeveer  $125^{\circ}$  zijn. Klopt dat?
- 18d Hoeveel is dat op de Mekka-meter?

### 4 Kijken via grootcirkels

Op de wereldkaart hieronder geven pijltjes aan in welke richting je naar Mekka moet kijken via grootcirkels. Vanuit Amsterdam naar Mekka kijken via een grootcirkel is volgens je Hoekmeter:  $125^{\circ}$ .



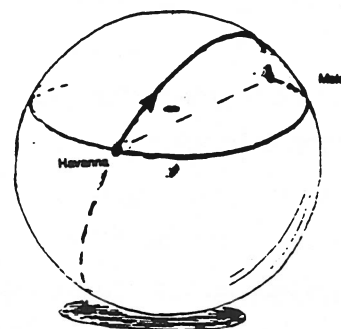
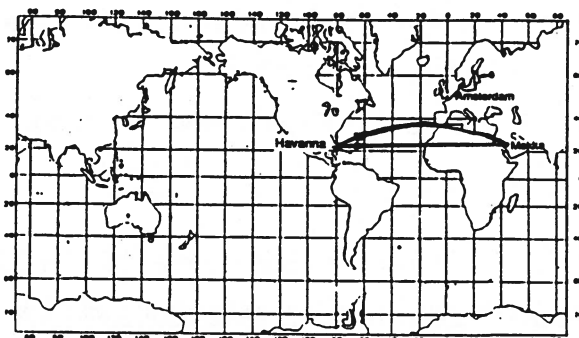
kijkrichtingen naar Mekka

- 19a Meet de hoeken met je Hoekmeter tegen de globe aan of meet de hoeken op deze wereldkaart hierboven.
- 19b Neem de tabel hieronder over in je schrift en vul de hoeken in.  
Bereken daarna de getallen voor de Mekka-meter.

		Hoekmeter	Mekka-meter
Amsterdam	-Mekka	125 °	.....
Havanna (op Cuba)	-Mekka	.....	.....
Tanger (in Marokko)	-Mekka	.....	.....
Ankara (in Turkije)	-Mekka	.....	.....
Honolulu (op Hawaiï)	-Mekka	.....	.....

## 5 Richting Mekka op de kaart en op de aardbol

Kijk je op de aardbol vanuit Havanna naar Mekka dan moet je in een andere richting kijken dan wanneer je de aarde als platte kaart denkt. Kijk maar:



aardbol en wereldkaart met Havanna en Mekka

- 20a Wijs in de twee tekeningen de kijkrichting Havanna-Mekka aan als je de aarde plat denkt.
- 20b Wijs in de twee tekeningen de kijkrichting Havanna-Mekka aan via een grootcirkel, dus als je de aarde bol denkt.
- 21 Gebruik werkblad 6: een wereldkaart met pijltjes.  
De pijlen geven de richting naar Mekka aan *via grootcirkels*.  
Mekka is als het ware een pool.  
Schets in deze kaart de grootcirkel van Havanna naar Mekka.  
Let op de pijltjes die je tegenkomt. Ze wijzen je de weg.  
Kleur de grootcirkel Havanna / Mekka rood.
- 22 Teken ook de rechte lijn van Havanna naar Mekka in de kaart. Kleur hem blauw.

De richting op de Hoekmeter van Havanna naar Mekka is  $65^0$  volgens de rode grootcirkel en  $90^0$  volgens de blauwe kaartlijn. Die richtingen zijn niet gelijk.

- 23 Teken ook een rode grootcirkel en een blauwe rechte lijn
- 23a - van Amsterdam naar Mekka en
- 23b - van Honolulu naar Mekka.

- 24 Zoek punten op de Kibla-kaart waarvan de rode grootcirkel en de blauwe kaartlijn naar Mekka ongeveer dezelfde zijn. Kleur die punten.

## 6 Kibla

'Hoe zit het eigenlijk met de Kibla: de richting Mekka?', vraag ik aan de imam.

Hij knikt: 'Tja, het is maar hoe ver je van Mekka zit. In mijn boekje staat dat men vanuit Amsterdam in de richting  $135^0$  moet bidden. Dat klopt ongeveer met de  $130^0$  die jullie vonden in werkblad 4. Dat is een goede richting als je dichtbij Mekka woont, bijvoorbeeld in Nederland. Dan doe je net alsof de aarde plat is.'

En hij vervolgt: 'Maar als je ver weg woont, bijvoorbeeld in Havanna of in Honolulu, dan moet je rekening houden met de hele aarde en die is niet plat, maar bol.'

Dan komen de grootcirkels van pas. Arabische geleerden gebruikten die vroeger ook al om richtingen te bepalen'.

Hij kijkt me aan en zegt dan:

'Ja, hoe zit het met de Kibla. Er zijn dus verschillende richtingen naar Mekka. Maar het gaat eigenlijk niet om één bepaalde richting. Het gaat vooral om het gevoel met Mekka verbonden te zijn. Rondom Mekka. Dát is de betekenis van Kibla'.



## Hoofdstuk 6: Mekka-Extra

### Extra 1: Grootcirkels

#### *Vliegen van Amsterdam naar Mekka*

De grootcirkel van Amsterdam naar Mekka gaat over Port Saïd.

Als je vanuit Amsterdam naar Mekka vliegt, kom je dus over Port Saïd.

Vliegrichtingen:

Amsterdam/Mekka  $125^\circ$

Port Saïd/Mekka  $142^\circ$

Vanuit Amsterdam dus  $125^\circ$ .

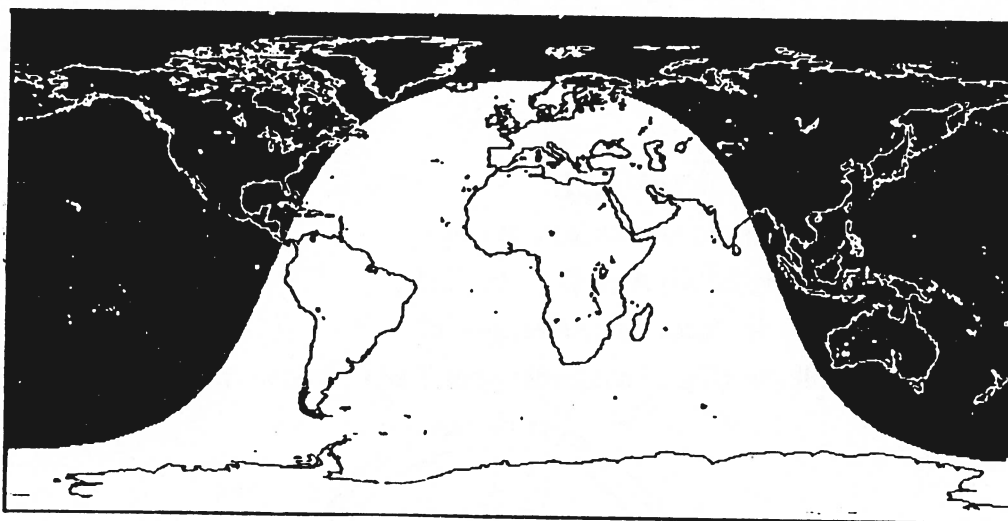
Maar als je boven Port Saïd bent, dan moet je  $142^\circ$  gaan vliegen.

1 Hoe kan dat?

#### *Dag en nacht*

Hier zie je een wereldkaart met een verdeling van dag en nacht op aarde.

2 Is deze lijn een grootcirkel op de aardbol?



dag en nacht

3 Hoe laat is het ongeveer in Amsterdam op deze dag- en nachtkaart? En in Mekka?

4 De maan is een bol.

Is de scheiding tussen donker en licht een grootcirkel?

Ook als de maan maar een klein sikkeltje is?

## Decca

De Decca (fig.2) is een apparaat dat aangeeft in welke richting je moet gaan om een andere plaats te bereiken.

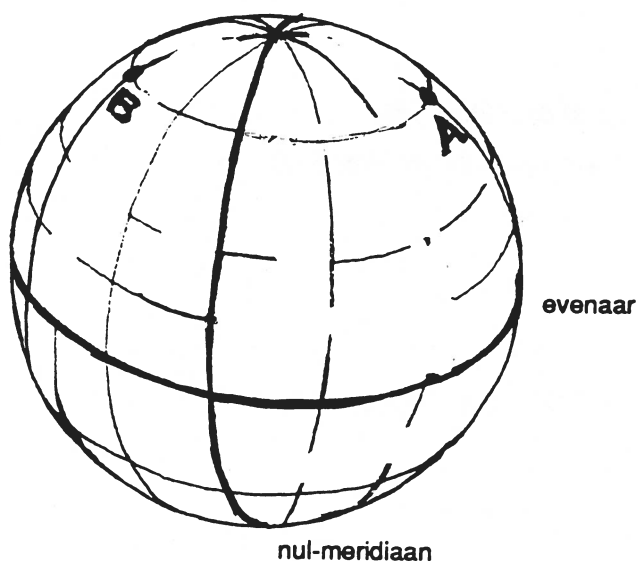


fig. 1: globe A,B

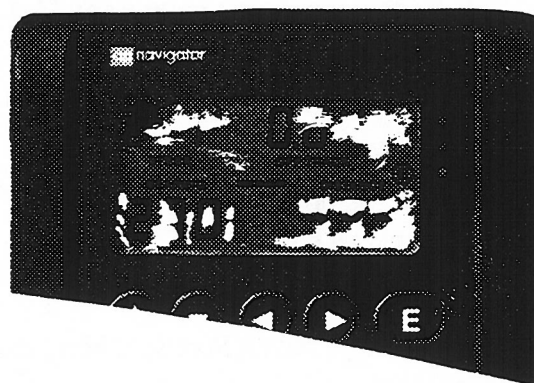


fig 2: AP-scherm

A en B liggen op een parallelcirkel. Om van A naar B te komen geeft de Decca een richting van  $270^{\circ}$  aan.

- 5 Kleur die route op de aardbol (fig.1).
- 6 Wat denk jij ervan? Is die weg de kortste weg?
- 7 Kleur de kortste weg tussen A en B (in fig. 1).
- 8 Welke richting zou de Decca moeten aangeven?
- 9 Teken in de poolkaart (fig. 3) hieronder punt B en de kortste weg tussen A en B.

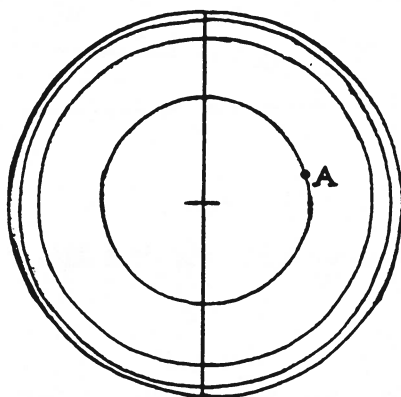


fig.3: poolkaart

## Loxodroom

Definitie van loxodroom: een loxodroom is een lijn over de aarde die *gelijke* hoek houdt met de meridianen.

- 10 Zijn grootcirkels loxodromen?
- 11 Waarom zijn *parallelcirkels* loxodromen?
- 12 Hoe groot is de hoek die parallelcirkels maken met de meridianen?
- 13 Geeft een loxodroom ook de kortste afstand aan?
- 14 Is er een grootcirkel die ook loxodroom is?
- 15 Zijn meridianen loxodromen?
- 16 Teken een loxodroom op een wereldkaart die met de meridianen een hoek van  $45^0$  maakt.

## Extra 2: Verschillende maten

De omtrek van de aarde wordt in verschillende maten gemeten:  
in kilometers, zeemijlen, graden, minuten.

De Noordpool ligt 10.000 km van de evenaar vandaan.

- 1 Is dat zo? (Je weet: de evenaar is 40.000 km)

Je kunt ook zeggen:

De Noordpool ligt 90 graden van de evenaar vandaan.

- 2 Is dat zo? (Je weet:  $90^0$  is een rechte hoek)

Dus: 10.000 km is  $90^0$  op aarde.

- 3 Is dat zo? (Denk eens aan de veranderende coördinaten op de aarde)

4 Reken uit op je rekenmachine:

- 4a Hoeveel km is 1 graad in de noord-zuid-richting?
- 4b Welke toetsen heb je ingedrukt en wat is het antwoord?

De Mekka-meter meet een rechte hoek in  $100^{\text{GRAD}}$ .

Dus je kunt ook zeggen: de Noordpool ligt  $100^{\text{GRAD}}$  van de evenaar vandaan.

Dus 10.000 km is  $100^{\text{GRAD}}$  in de noord-zuid-richting.

- 5 Reken uit: hoeveel km is  $1^{\text{GRAD}}$  in de noord-zuid-richting?

6 Moest jij het antwoord op vraag 5 net als vraag 4 ook op je rekenmachine uitrekenen?

Nee toch! Dat is te gemakkelijk!

Waardoor wordt het eigenlijk gemakkelijk?

- 7 Je weet:  $1^0$  is verdeeld in 60 minuten.  
Zou je  $1^{\text{GRAD}}$  ook in 60 grad-minuten of liever in 100 grad-minuten willen verdelen?  
Waarom?
- 8\* Wat doet je rekenmachine met  $1.5^{\text{GRAD}}$  als je toets  gebruiken kan?  
Wordt dat  $1^{\text{GRAD}} 30' 0''$  of  $1^{\text{GRAD}} 50' 0''$ ?
- 9 Het is niet eens zo gek om alle afstanden in kilometers, alle rechte hoeken in 100 graden en een graad in 100 minuten te verdelen.  
Waarom?
- 10 Je weet: elke graad is 60 minuten.  
Dus  $90^0$  is  $90 \times 60 = 5400$  minuten.  
Dus 10.000 km in de noord-zuid-richting op aarde is  $90^0$  is 5400 minuten.  
Reken uit op je rekenmachine: hoeveel km is 1 minuut?

Zeevaarders weten dat 1 'zeemijl' bijna 2 km is, namelijk 1.852 km.

## **Hoofdstuk 7: Mekka - krante- en andere berichten**

Maak een keuze, maak een verhaal en gebruik er wiskunde bij:

Boeing bestemming Seoel (NRC, 16 oktober 1990)

Nieuwe moskee mist Mekka op drie graden (Emmer Courant, 1 november 1990)

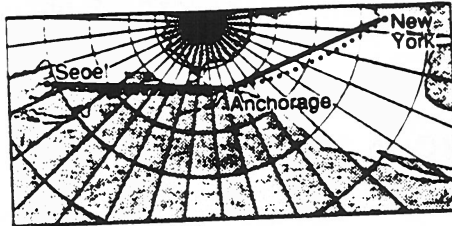
Europa - Seoul. 7 1/2 uur sneller (advertentie, 5 mei 1990)

Kibla (Encyclopedia of Islam, Volume V, p. 84)

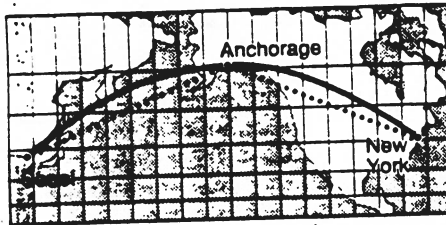
Zeemijlen, of kilometers? (een artikel en een ingezonden brief)

Een advertentie, een cartoon en Surinaamse broeders (radio-uitzending in januari 1991)

## Boeing bestemming Seoel (NRC 16 oktober 1990)



De vlucht van de Koreaanse Boeing die in 1983 boven Sachalin werd neergeschoten, werd in veel kranten afgedrukt op een Mercator-projectie (onder), waardoor veel lezers zich waarschijnlijk hebben afgevraagd waarom het toestel vanaf New York met bestemming Seoel zo nodig over Alaska moest vliegen. ~~Boven~~ de azimuthale projectie, die veel verduidelijkt.



# Alle wereldkaarten liegen

## Nieuwe moskee mist Mekka op drie graden

■ EMMEN - Een foutieve meting voor de te bouwen moskee aan de Peijserhof in de Emmer wijk Angelslo kan de gemeente verplichten voor de derde keer op rij een nieuwe bouwvergunning te verstrekken. De Turks-Islamitische culturele vereniging heeft ontdekt dat het fundament voor het gebouw niet goed is uitgemeten ten opzichte van de heilige stad Mekka. Er wordt nu gekeken in hoeverre het bouwplan moet worden bijgedraaid.

Volgens de werkgroep van omwonenden die zich tegen de komst van de moskee verzet moet in geval van een bijstelling een nieuwe bouwvergunning worden verstrekt.

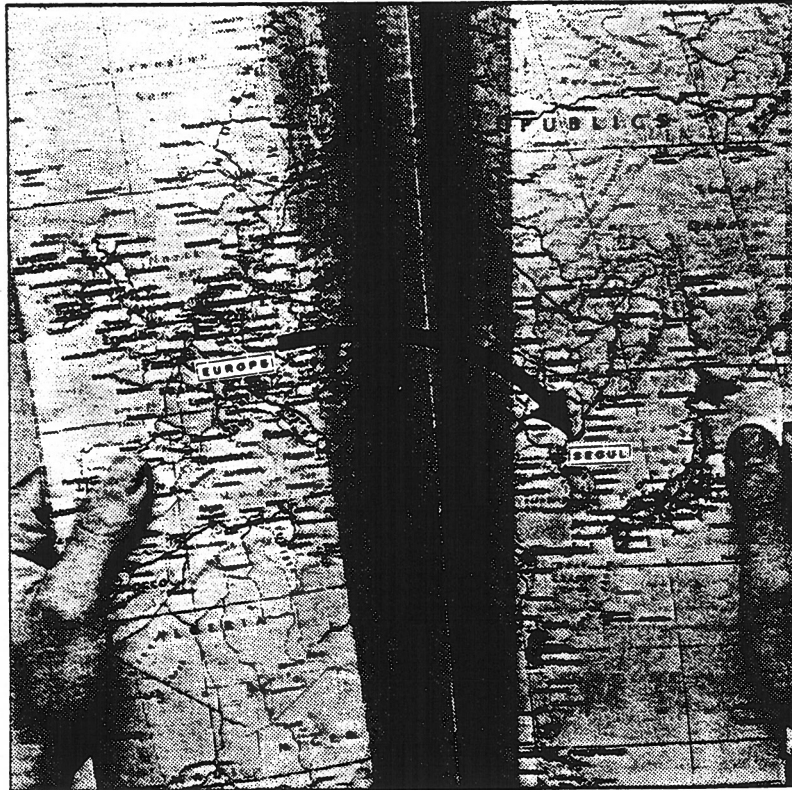
Volgens medewerker A.S. Heine van de afdeling stedenbouw is niet meer dan 'een marginale' verschuiving noodzakelijk. „Voor zover ik het nu kan bekijken moeten we de fundering ten opzichte van het oorspronkelijke bouwplan twee à drie graden bijdraaien. In dat geval kan worden gebouwd volgens de huidige bouwvergunning, tenzij er ingrijpende bouwtechnische aanpassingen voor moeten worden gepleegd of de grenzen van het bestemmingsplan worden overschreden.”

De gemeente zal echter niet aarzelen een nieuwe vergunning te verlenen als toch zou blijken dat dat noodzakelijk is.

**Emmer Courant**

Europa - Seoul. 7 1/2 uur sneller (advertentie 5 mei 1990)

## EUROPA-SEOUL. 7 1/2 UUR SNELLER



SINDS APRIL VERKLEINT KOREAN AIR DE  
AFSTAND TUSSEN EUROPA EN SEOUL.  
ONZE VLUCHTEN WORDEN ZEVEN EN  
EEN HALF UUR KORTER. EENVOUDIG  
DOOR EEN ANDERE ROUTE TE VLIEGEN.  
ZO WINT U EEN HELE WERKDAG.

## EEN DAG EXTRA OM UW ZAKEN TE BEHARTIGEN.

U LANDT IN SEOUL TERWIJL ANDEREN  
NOG IN DE BUURT VAN ANCHORAGE IN  
DE LUCHT HANGEN. DAARDOOR KUNT U  
OOK SNELLER IN JAPAN EN ZUID-OOST-  
AZIE ZIJN. VERGEET BIJ DIT ALLES  
NATUURLIJK NIET HET AANGENAME  
COMFORT VAN ONZE PRESTIGE CLASS.  
KOREAN AIR: DE BESTE EN DE SNELSTE  
MANIER OM NAAR SEOUL TE VLIEGEN.

**KOREAN AIR**

001107



astronomers. Indeed, the *kibla* problem may be transferred to the celestial sphere simply by considering the zenith of Mecca rather than Mecca.

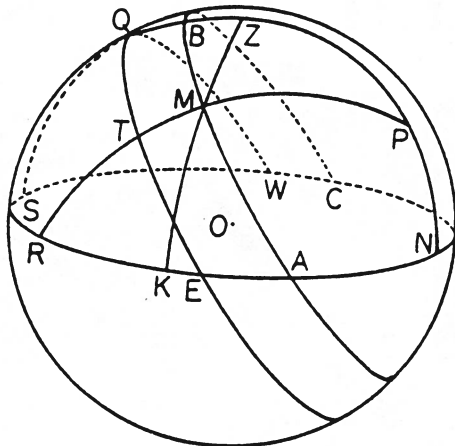


Fig. 2

zenith of Mecca M on the celestial sphere. The local horizon is NESW. The celestial pole is NPZS. EQW is the celestial equator, and ABC is the day-sphere meridian of Mecca. Now:

$$\varphi_M, \text{ and } QT = \Delta L,$$

determine the azimuth of Mecca by the arc SK = q. This involves first finding the distance of Mecca above the local horizon MK = h. This is the problem of the distance of a point (measured by QT) from a point (measured by PN). In other words, simply that the angle is  $\Delta L$  and the distance is  $\Delta L$ .

ments contain a chapter on the determination of the *kibla*.

*Approximate solutions*

A popular approximate method for determining the *kibla* which occurs in the *Ziġi* of the Syrian astronomer al-Battānī (fl. Rakka, ca. 297/910) and in several unsophisticated Islamic astronomical works such as *al-Mulakkhaṣ fi 'l-hay'a* by al-Diaghmīnī (fl. Khwārazm, ? ca. 725/1325) is the following.

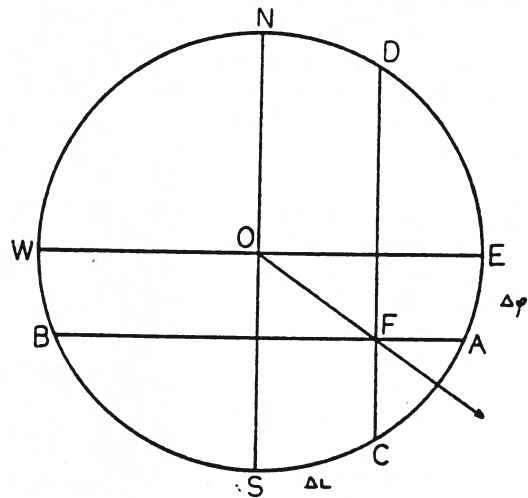


Fig. 3

Fig. 3 shows the construction for a locality where Mecca is to the south east. Mark the cardinal directions NWSE on a horizontal circle centre O and radius R and measure arcs EA=WB=Δφ southwards and SC=ND=ΔL eastwards. Next draw AB and CD, and denote their point of intersection by F. Then OF defines the *kibla*. This method is equivalent to an application of the formula

$$q = \sin^{-1} \left\{ \frac{R \sin \Delta L}{\sqrt{\sin^2 \Delta \varphi + \sin^2 \Delta L}} \right\} = \tan^{-1} \left\{ \frac{R \sin \Delta L}{\sin \Delta \varphi} \right\}$$

# ZEEMIJLEN, OF KILOMETERS?

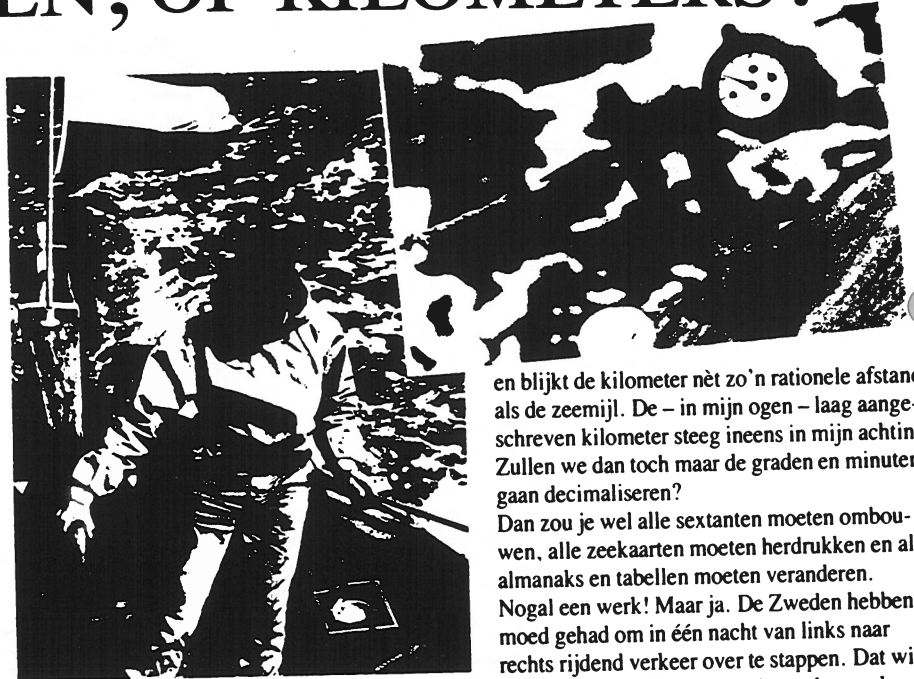
**I**k heb altijd gedacht dat de zeemijl de enige, echt rationele eenheid is om een afstand te bepalen. Want één minuut verschil in zonnehoogte, gemeten van evenaar naar Noordpool, is gelijk een zeemijl. Een goede relatie dus tussen zon en aardbol.

Als de zon boven de evenaar staat op  $90^\circ$  (d.w.z. op het lengtepunt of het herfstpunt), dan is op die dag de zon op de noordpool juist op de horizon. En dat blijft de zon daar de gehele dag, draaiend rond 360 graden. Daar kunnen, dacht ik, de andere lengte-eenheden niet tegen op: de Engelse landmijl, de werst, de kilometer en noem ze maar op: allemaal willekeurige, bij afspraak gemaakte lengtematen.

De lengte van een meter ligt ergens vast in Parijs, in platina gegroefd. Maar, dacht ik, het is een willekeurige afspraak, net als de el en de yard. Totdat ik eens zat te spelen met mijn reken-tuigjes ofwel mijn computers. Toen ontdekte ik iets aparts.

Van evenaar naar pool zijn het  $90 \text{ graden} \times 60 \text{ minuten}$ , is 5400 minuten en dus 5400 zeemijl. Hoeveel kilometer zou dat zijn? Eenieder weet: de faktor van zeemijl naar kilometer is 1.852. Makkelijk te onthouden omdat de 8, de 5 en de 2 onder elkaar op het toetsenbord staan van elk reken-tuig.

Nu komt het:  $5400 \times 1.852 = 10.000 \text{ kilometer!}$  Wat betekent dat? Als we de graden nu eens, net



De sleeplog (rechts) geeft de afstand in zeemijlen van 1852 meter aan.  
Foto: Theo Kampa

als het Engelse geld, tiendelig maken (decimaliseren), dan zouden we praten, niet over 90 graden maar over honderd graden en niet over 60 minuten maar over 100 minuten per graad. Als we dat doen is de afstand evenaar-noordpool  $100 \times 100 = 10.000 \text{ kilometer}$ .

Misschien hebben die heren in Parijs toch een zéér vooruitziende blik gehad met hun kilometer

en blijkt de kilometer net zo'n rationele afstand als de zeemijl. De – in mijn ogen – laag aangeschreven kilometer steeg ineens in mijn achting. Zullen we dan toch maar de graden en minuten gaan decimaliseren?

Dan zou je wel alle sextanten moeten ombouwen, alle zeekaarten moeten herdrukken en alle almanaks en tabellen moeten veranderen. Nogal een werk! Maar ja. De Zweden hebben de moed gehad om in één nacht van links naar rechts rijdend verkeer over te stappen. Dat wilde zeggen het verbouwen van alle verkeerstekens, tramhaltes, trams en bussen. De Engelsen zijn in één nacht overgestapt van hun onmogelijke geldstelsel naar een decimale verdeling van hun pond in honderd 'new pence'.

Moeten wij, zeelui, dan ook maar eens zoiets doen? En dan, om de verwarring compleet te maken, ook meteen maar overstappen op een tiendelige klok met 10 uur in een dag en 100 minuten in een uur. Technisch kan het allemaal best en de klokkemakers zouden er van watertanden. En de nieuwe tabellen voor de sextant zouden er véél eenvoudiger door worden! □

### ZEEMIJLEN, OF KILOMETERS?

Waar het spelen met rekentuigjes al niet toe kan leiden! Bernard Franken had een PC nodig om tot de, kennelijk onthullende ontdekking te komen dat de lengte van een meridiaankwadrant zo'n slordige 10000 km bedraagt (WATERSPORT 90-9). In feite loopt Bernard een 200 jaar achter.

Het was in 1780 in Frankrijk – de bakermat van ons 'metrieke', decimale stelsel – waar een commissie van wisten natuurkundigen van de Academie van Wetenschappen de opdracht kreeg om een nieuw stelsel van eenheden voor lengte en gewicht te ontwerpen.

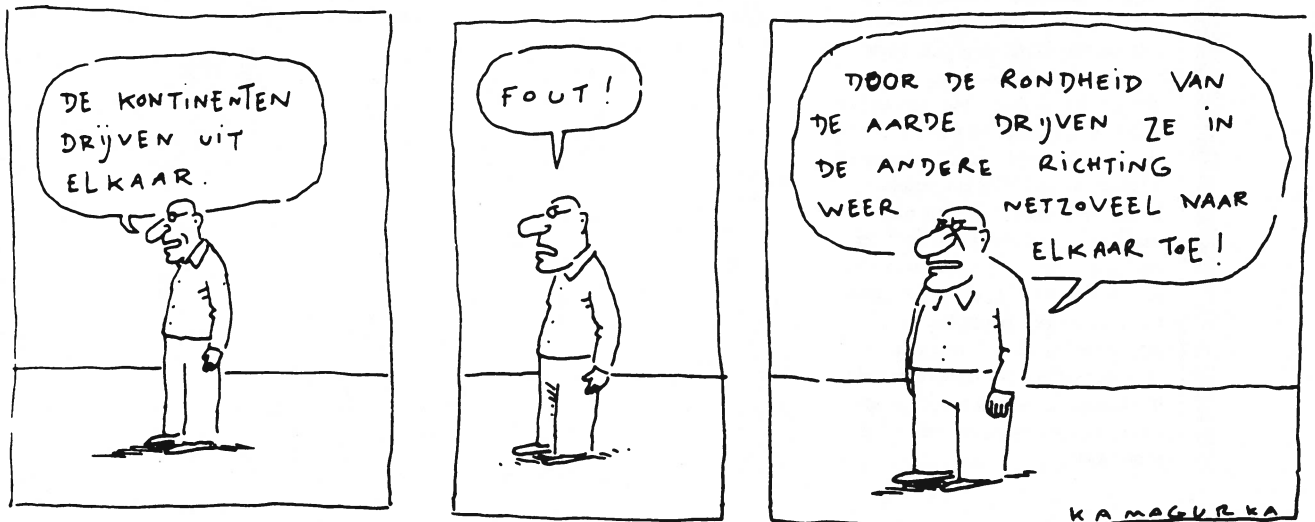
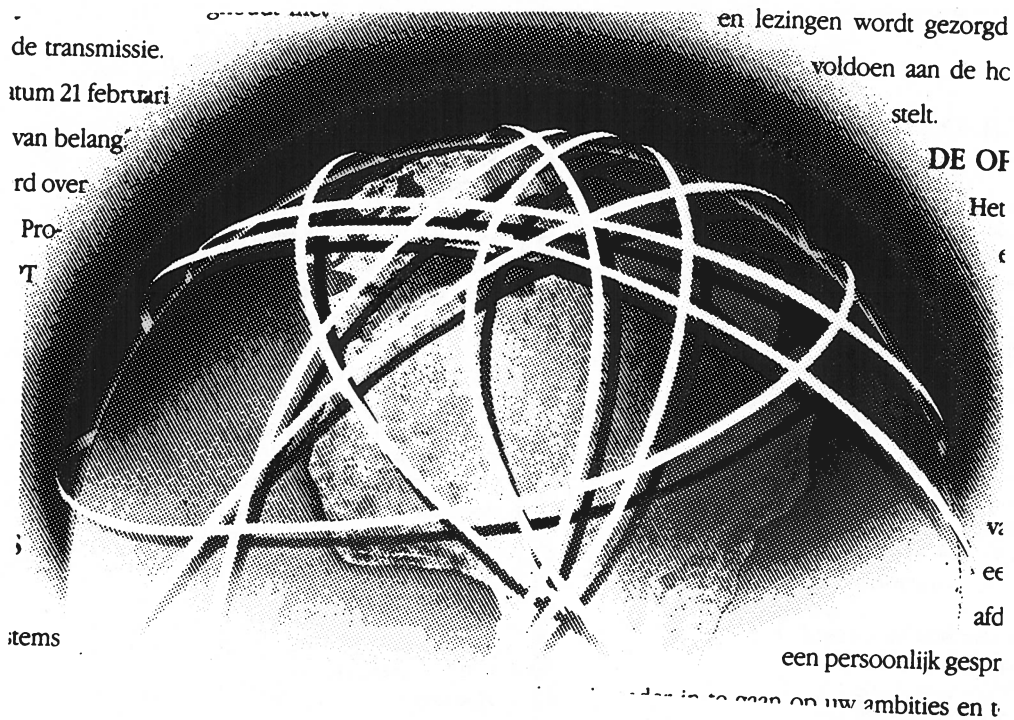
Teneinde de internationale acceptatie te vergemakkelijken dienden de nieuwe eenheden zo veel mogelijk aan de natuur te zijn ontleend. Met een 'vooruitziende blik' werd de meter gedefinieerd als het tienmiljoenste deel van een kwadrant van de meridiaan die over Parijs loopt. De lengte van dit kwadrant, door middel van driehoeksmeting door Méchain en Delambre bepaald, werd aldus grondslag voor de nieuwe lengte-eenheid en bij afspraak op 10000 km gesteld! Inmiddels heeft de materiële meterstandaard, zoals Bernard schrijft 'in platina gegroefd', zij betekenis verloren. In 1960 werd de meter uitgedrukt in de golflengte van een bepaalde atoomstraling, meer recentelijk (1983) in termen van de lichtsnelheid in vacuüm. In wetenschappelijk opzicht werd de meter aldus een echte natuurmaat.

Ook wat betreft het decimaliseren van de vlakke hoek brengt Bernard geen primeur. In bepaalde takken van de wetenschap en techniek is naast de graad ( $1/360$  van de zgn. 'volle hoek') ook de decimale graad (symbool 'gon', zijnde  $1/400$  van de volle hoek) van oudsher in gebruik.

Toegegeven, het decimaliseren van de tijd is een originele suggestie van Bernard die direct en indirect tot verrassende gevolgen kan leiden. Met het tiendelig maken van een etmaal is hij echter niet klaar: er blijft een kleine moeilijkheid, te weten het decimaliseren van het jaar, de maand en de week. Eerst wanneer hij dit probleempje heeft opgelost zouden althans de klokkemakers volmaakt gelukkig kunnen worden...

*J. Sterk, metroloog  
Vlaardingen*

## Een advertentie, een cartoon en een radiobericht

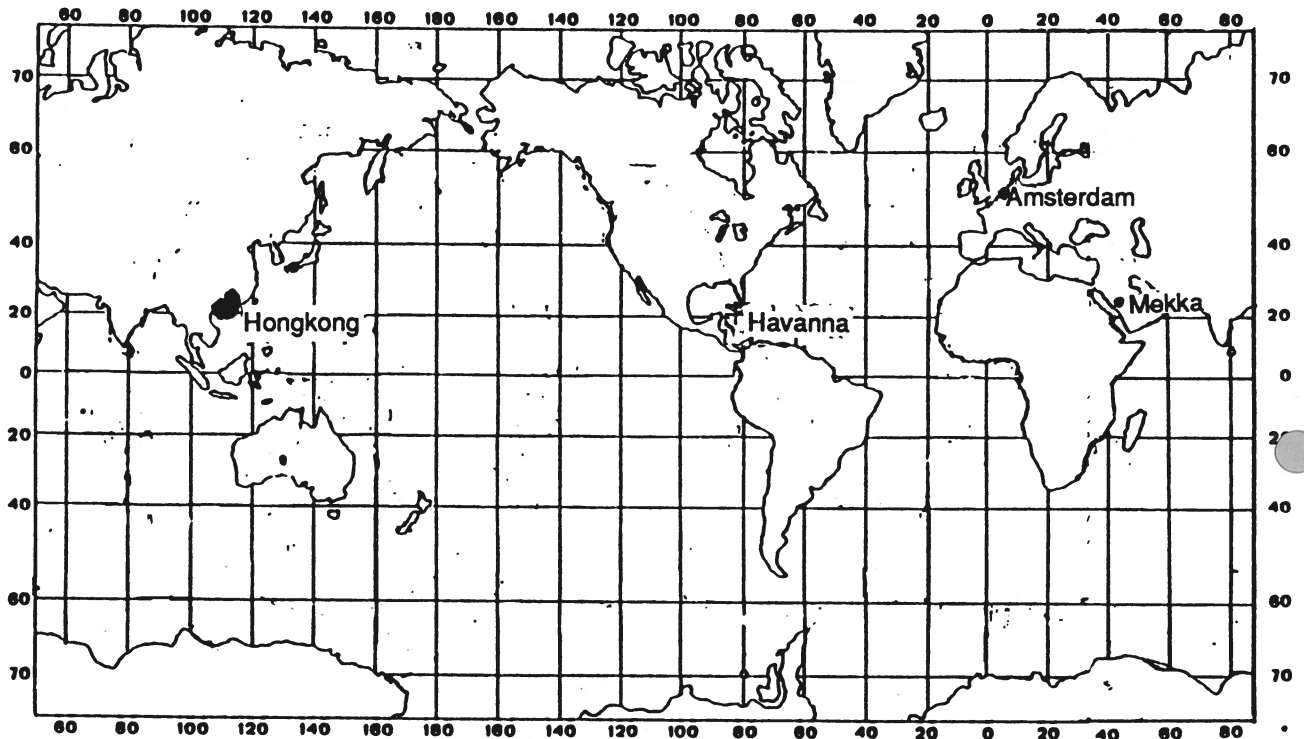
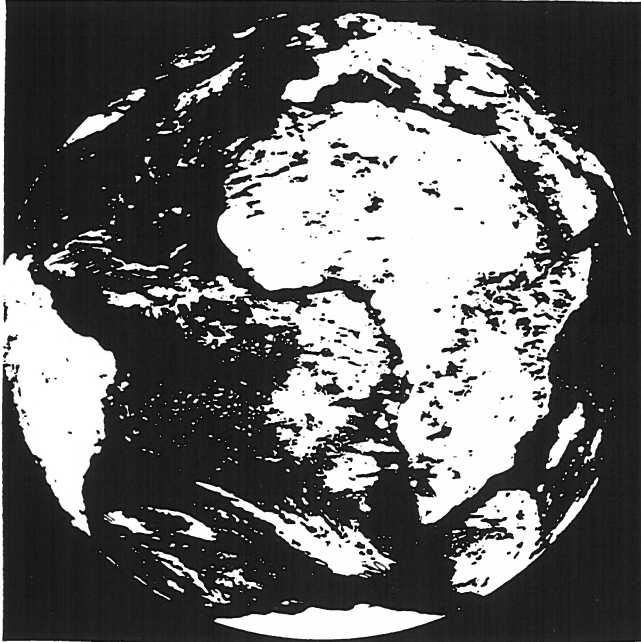


In Suriname zijn binnen de javaanse moslimgemeenschap twee groeperingen:  
de 'oostbroeders' en de 'westbroeders'.  
De 'oostbroeders' bidden naar het oosten;  
de 'westbroeders' naar het westen. Beiden naar Mekka.

## **Hoofdstuk 8: Werkbladen**

# Werkblad 1

hoofdstuk 2 - opgaven 2, 4, 11, 20, 22



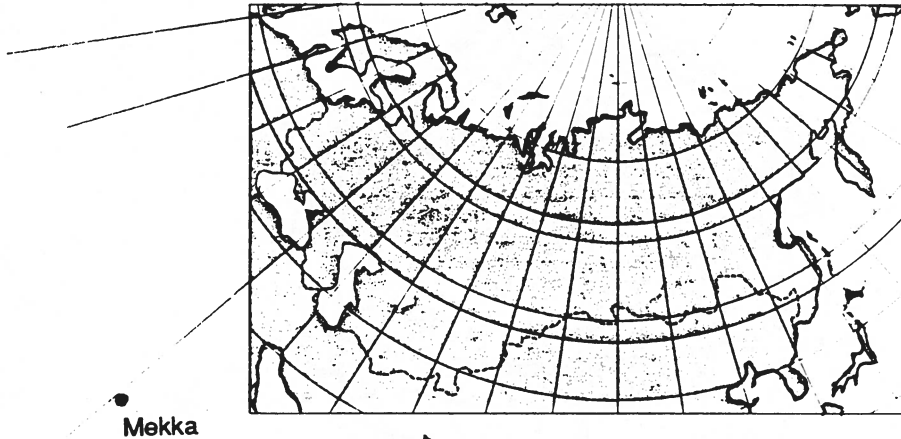
- 2 Teken een punt van de satellietfoto en op de globe voor de plaats van Amsterdam en van Mekka.
- 4 Kleur de evenaar rood in de foto, globe en wereldkaart.
- 11 Kleur de nul-meridiaan en de 180-meridiaan in de wereldkaart rood.
- 22 Kleur op de globe en op de wereldkaart drie parallelcirkels blauw.

## Werkblad 2: Meridianen

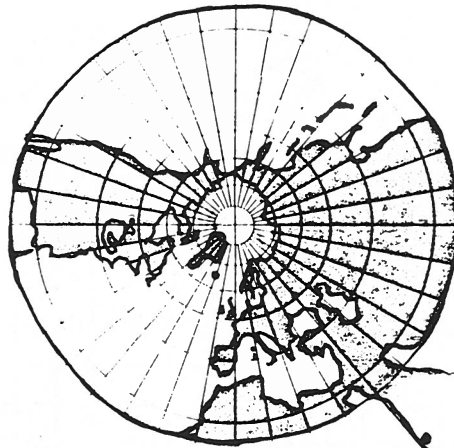
### hoofdstuk 2 - opgave 19

Op sommige kaarten gaan de meridianen wel door één punt.

- 1 Teken de Noordpool in deze kaart.



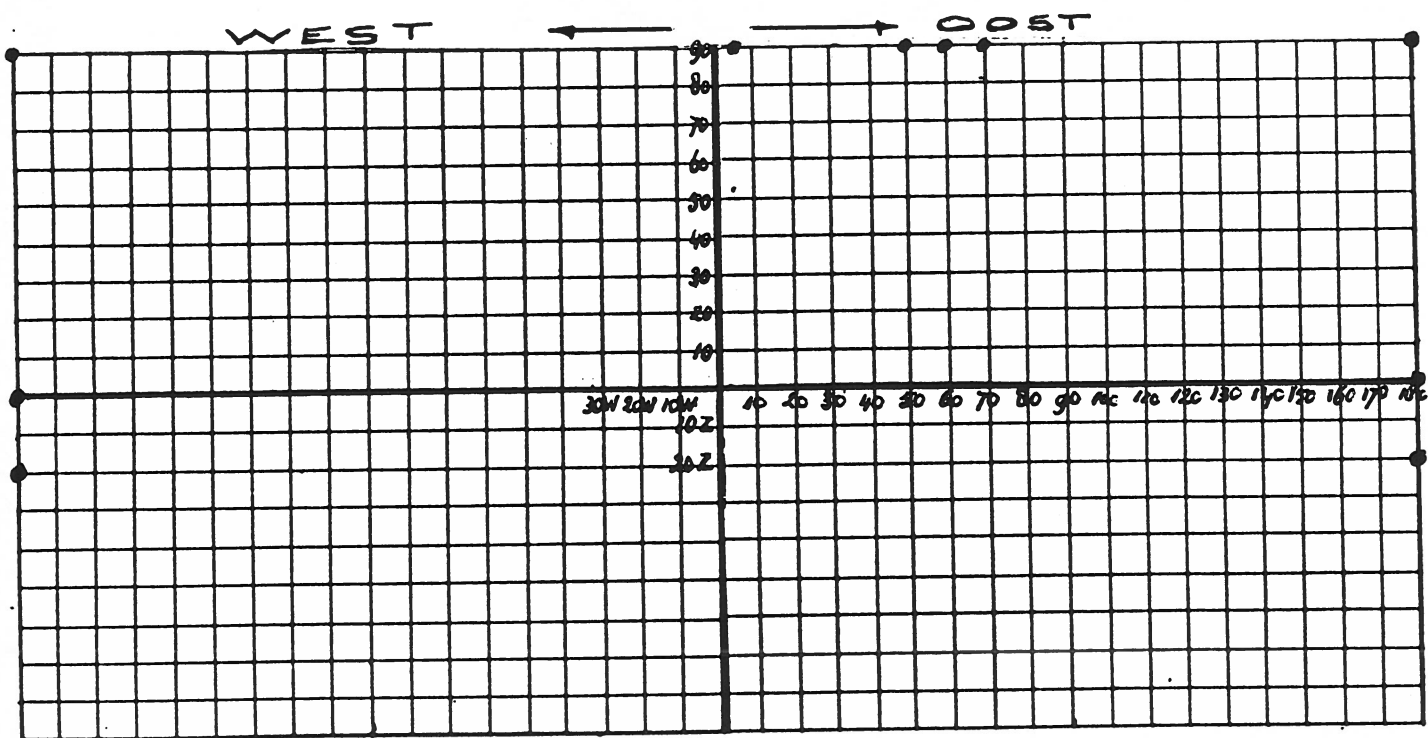
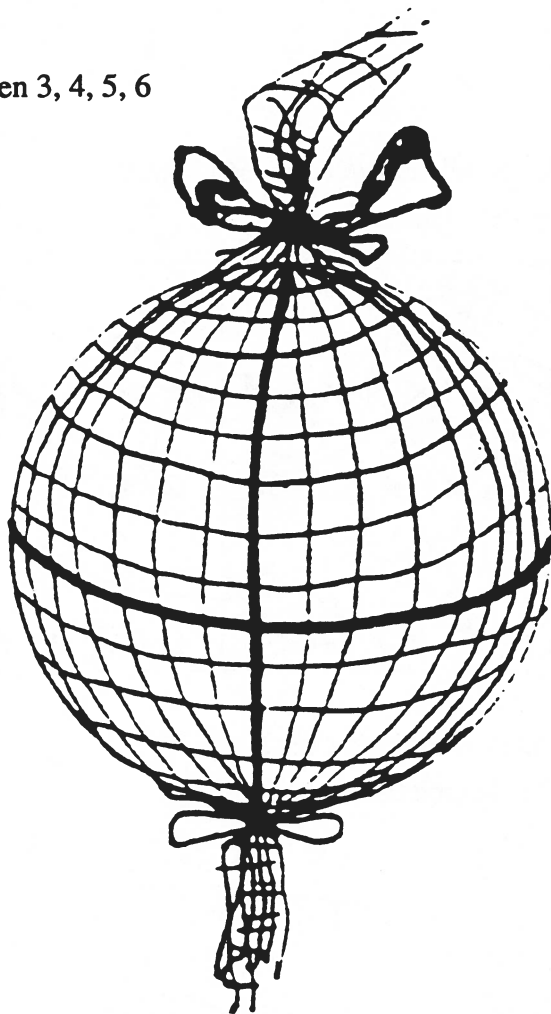
- 2 Waar ligt Amsterdam op de kaart hierboven?
- 3 Zet een punt en schrijf de beginletter A erbij.



- 4 Schrijf in de poolkaart hierboven op de goede plaatsen de beginletter van de Noordpool, Amsterdam en Mekka.

# Werkblad 3

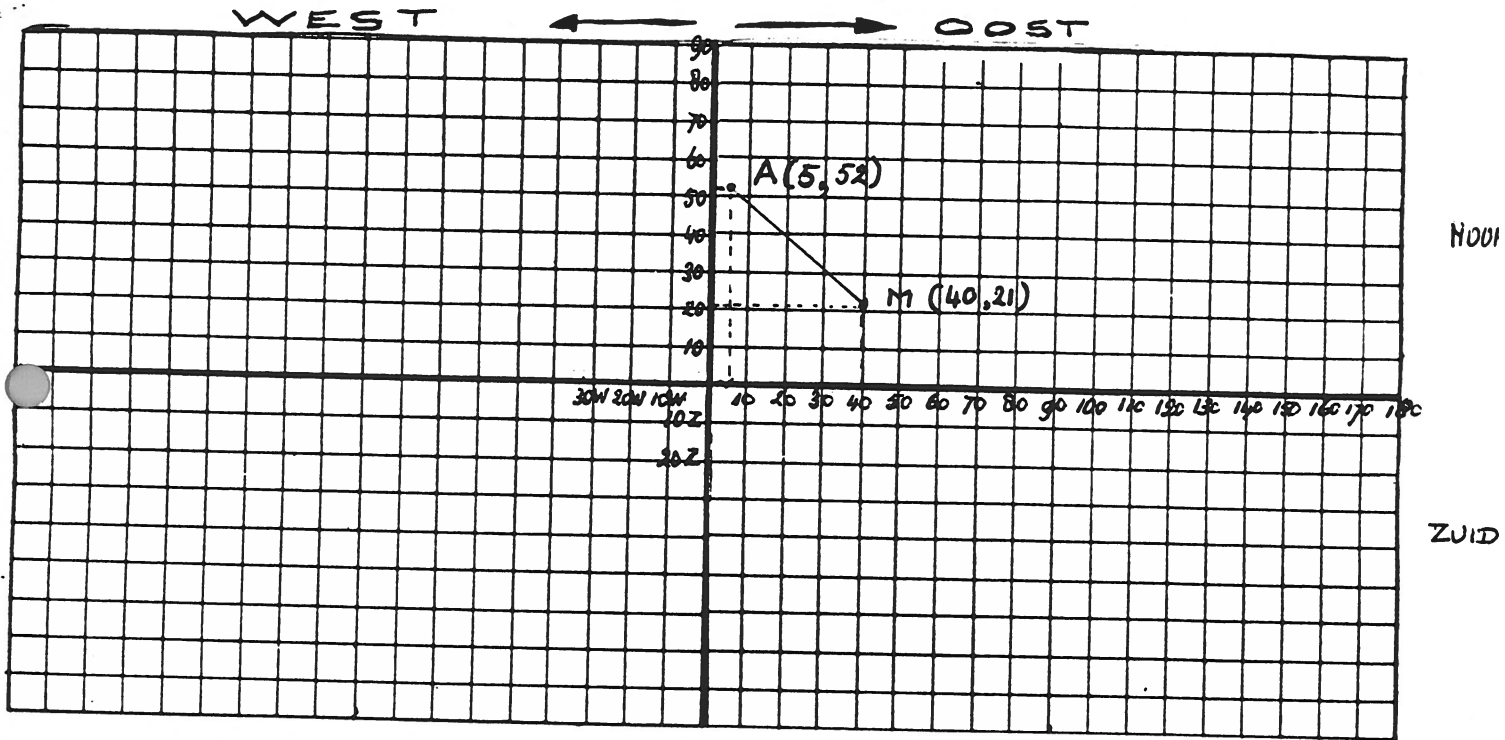
hoofdstuk 3 - opgaven 3, 4, 5, 6





# Werkblad 4

hoofdstuk 3 - opgaven 7, 8, 9



Amsterdam en Mekka op een platte kaart

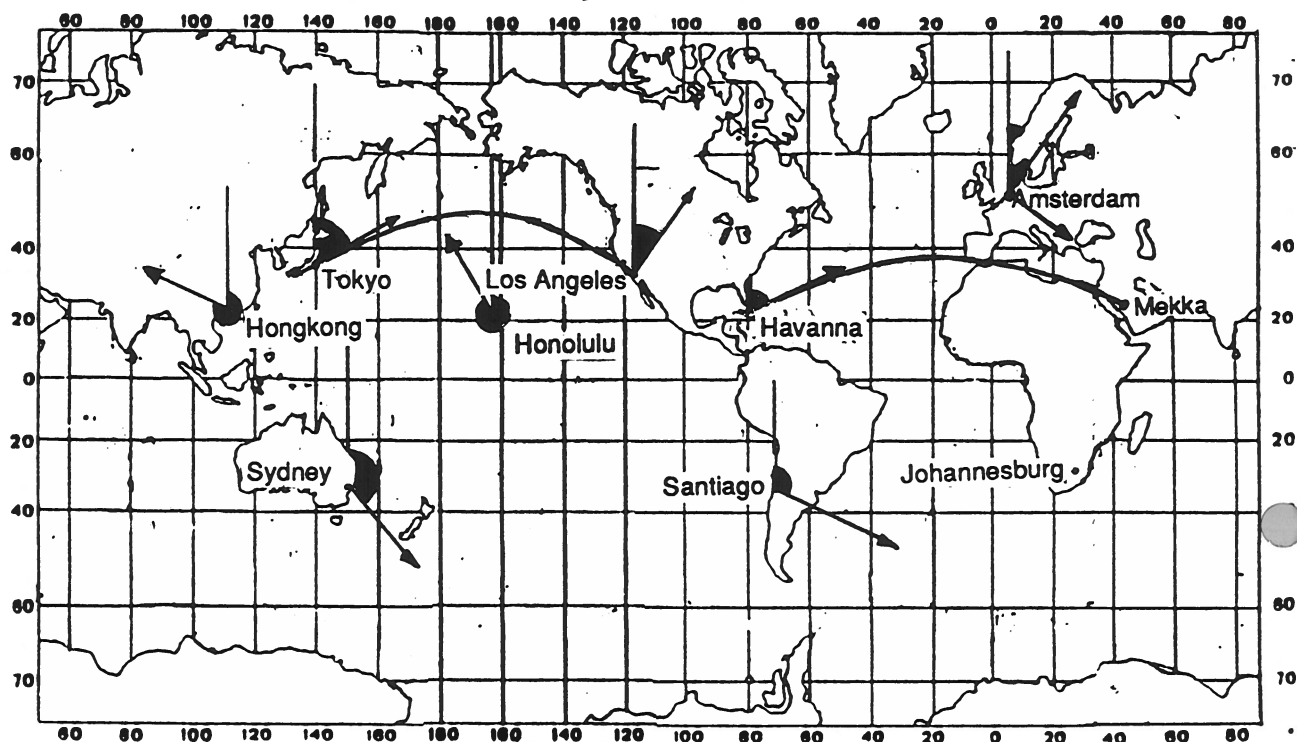
coördinatenlijst:

Havanna	82° W	23° N
Honolulu	158° W	21° N
Tanger	6° W	76° N
Ankara	33° O	40° N

*richting Mekka*

Amsterdam - Mekka	130
Havanna - Mekka	...
Honolulu - Mekka	...
Tanger - Mekka	...
Ankara - Mekka	...

## Werkblad 5



Er zijn twee luchtlijnen getekend (Tokyo / Los Angeles en Havanna / Mekka).

Het zijn de kortste afstanden over de aardbol (grootcirkels).

Op de wereldkaart zijn dat geen rechte lijnen.

Hieronder staan nog meer luchtlijnen:

Los Angeles / Amsterdam

Amsterdam / Tokyo

Amsterdam / Mekka

Hongkong / Mekka

Honolulu / Mekka

Sydney / Santiago

Santiago / Johannesburg

1 Teken deze luchtlijnen ook in de wereldkaart.

Leg daarvoor een elastiekje of een dun strookje papier op de globe om de luchtlijn te vinden die het vliegtuig vliegt.

Teken dan die lijn in de kaart.

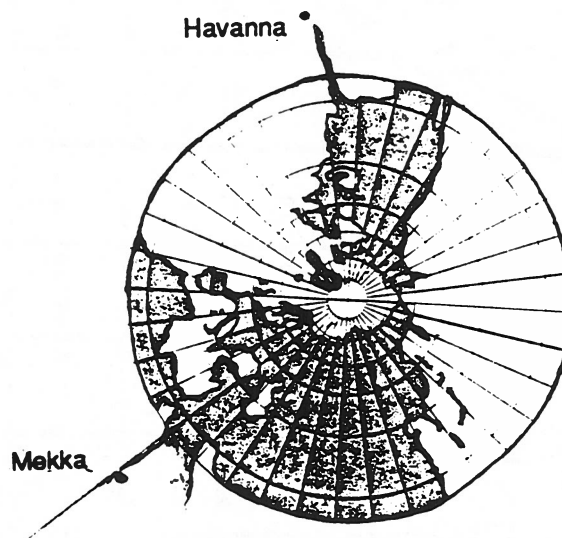
De startrichting is al gegeven met een pijltje.

- 2 Ga na of de hoeken goed zijn die de pijltjes met de meridianen maken.
- |   |           |
|---|-----------|
| 60 graden bij Tokyo op weg naar Los Angeles     | goed/fout |
| 35 graden bij Los Angeles op weg naar Amsterdam | goed/fout |
| 35 graden bij Amsterdam op weg naar Tokyo       | goed/fout |

- |  |           |
|--|-----------|
| 125 graden bij Amsterdam op weg naar Mekka | goed/fout |
| 295 graden bij Hongkong op weg naar Mekka  | goed/fout |
| 330 graden bij Honolulu op weg naar Mekka  | goed/fout |
| 65 graden bij Havana op weg naar Mekka     | goed/fout |

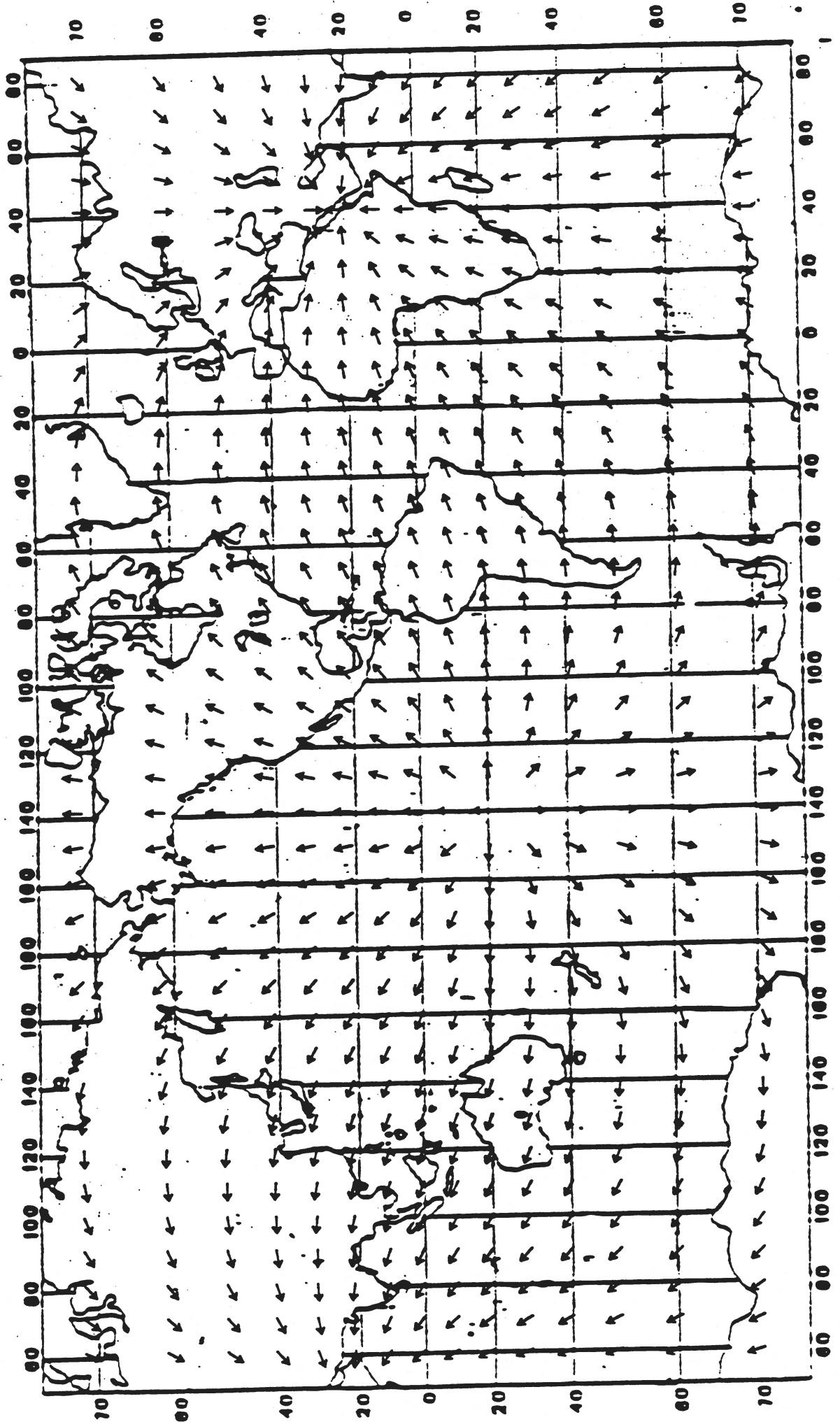
- |  |           |
|--|-----------|
| 140 graden bij Sydney op weg naar Santiago       | goed/fout |
| 115 graden bij Santiago op weg naar Johannesburg | goed/fout |

- 3 Teken in deze poolkaart de luchtlijn Havana - Mekka als een rechte lijn.  
 In deze poolkaart zijn de kortste afstanden rechte lijnen.  
 Teken in de poolkaart ook de luchtlijnen:  
 Tokyo / Los Angeles  
 Los Angeles / Amsterdam  
 Amsterdam/ Tokyo.



Kibla-kaart

hoofdstuk 6 - opgaven 21, 22, 23 en 24



archief FI

02.01.41

Mekka

AN 3.315.6450

Leerlingentekst

Brink, J. van den, en M. Meeder