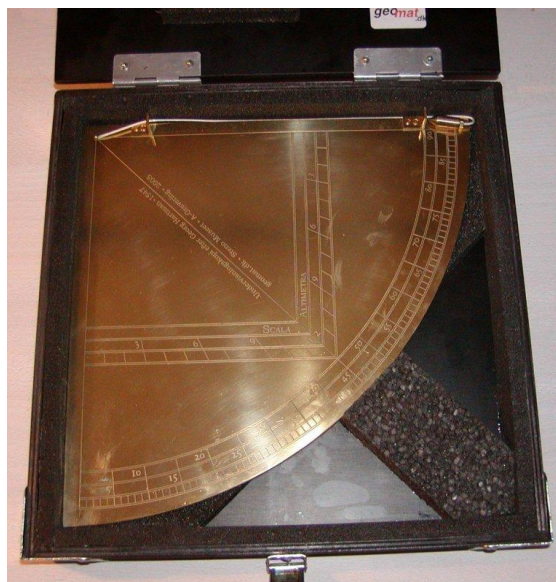


Kvadrant - instrumentbeskrivelse og virkemåde

Kvadranterne i instrumentpakken fra geomat.dk er kopier af et instrument lavet af Georg Hartman i 1547. Originalen befinder sig på Nationalmuseet i København. Nedenfor ses til venstre et billede af originalen, til højre kopien i den kasse, som den befinder sig i i geomats navigationspakke.



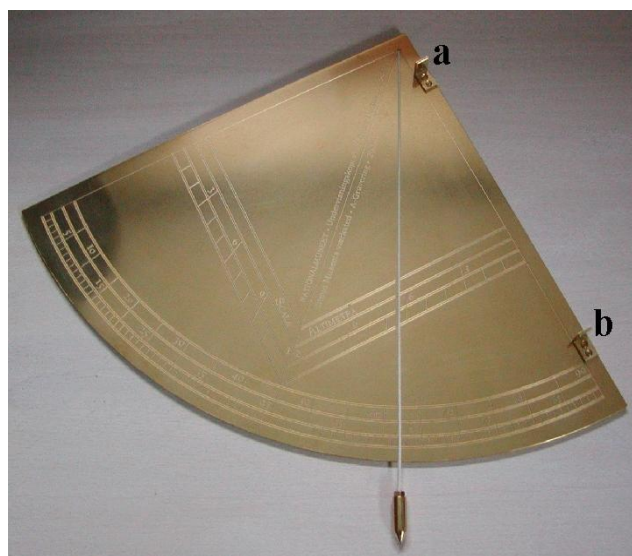
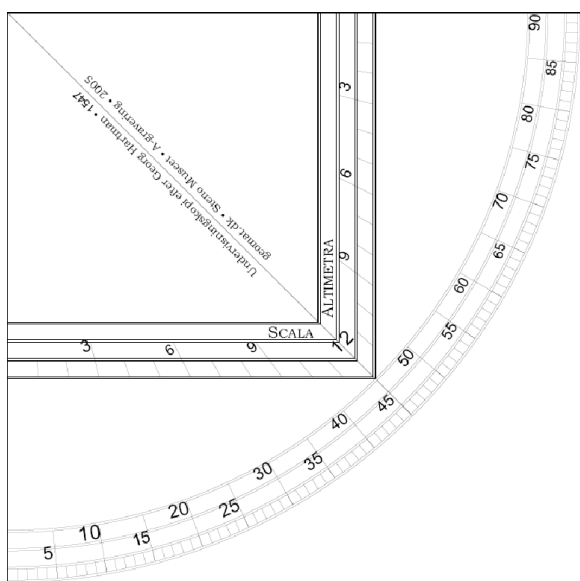
Billedet er venligst stillet til rådighed af Nationalmuseet.



Udseende:

Kvadranten består af en metalskive, der har form som en kvartcirkel. På metalskivens runde kant er der en skala der er inddelt fra 0° til 90° .

Skalaen "Altimetra" danner sammen med det retvinklede hjørne på skalaen et kvadrat. Denne skala går fra 0 til 12. (Kvadratet, som skalaen Altimetra danner kaldes skyggekvadratet. Skalaen bruges til simple højdemålinger på landjorden. Den har næppe været brugt til navigation).



Tegningen til venstre er en arbejdstegning af kvadranten i navigationspakken.

I det retvinklede hjørne af det indgraverede er ophængt en lodsnor med et messinglod. På den ene af metalskivens lige kanter er der i hver ende monteret en lille plade med et sigtehul. Disse er markeret med a og b på billedet til højre.

Virkemåde:

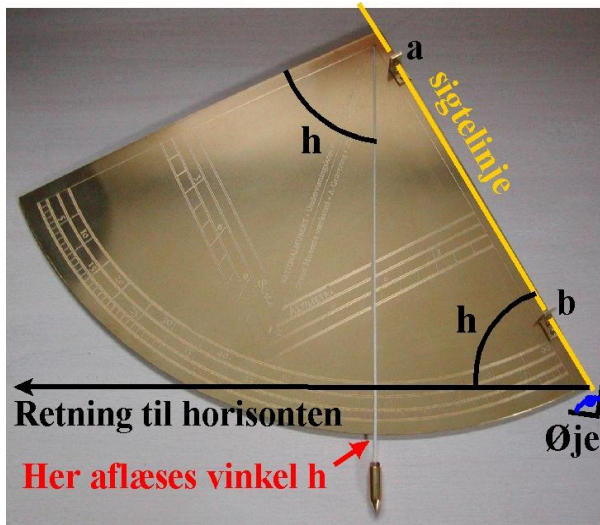
Det er mest praktisk at være to personer om at udføre målingerne, for der skal både sigtes og samtidig skal selve instrumentet holdes lodret. Når kvadranten bruges bør man bruge begge hænder til at holde den. Hold på kanten af kvadranten. Messingloddet skal kunne bevæge sig frit.



Hvis man vil måle solhøjden, så holdes kvadranten f.eks. i hoftehøjde. Man skal sikre sig, at den holdes lodret og rettet imod solen. Det kan f.eks. ske ved at kigge efter, hvornår skyggen af kvadranten på jorden ses som en streg.



Metalskiven drejes i det lodrette plan indtil Solens stråler gennem det øverste hul også rammer det nederste hul. Man kan blive hjulpet lidt på vej ved at kigge efter, hvornår det øverste sigte skygger for det nederste sigte. Blyloddet falder ned over skalaen på den runde kant. Det aflæste gradtal viser Solens højde over horisonten.



Hvis man ikke sigter på Solen (men f.eks. mod en stjerne eller mod toppen af en flagstang), så kan kvadranten holdes i øjenhøjde som vist på figuren her.

Selve metalskiven skal holdes lodret. Her er det godt at have en hjælper eller et lille vaterpas.

Metalskiven drejes indtil man gennem sigterne eller hen over sigternes øverste kant kan se det objekt, som man vil bestemme højden af.

Blyloddet falder ned over skalaen på den runde kant. Det aflæste gradtal viser objektets højde over vandret.

NB:

Instrumentet er i messing og er ikke lakeret. Derfor er det sårbart overfor fingre eller skarpe påvirkninger. Vi anbefaler, at man benytter hvide bomuldshandsker, som er vedlagt i kassen (ekstra handsker kan f.eks. købes ved Matas)

Vær meget opmærksom på, at arbejde med klassiske navigationsinstrumenter kan indebære en stor risiko for varige øjenskader, når der sigtes mod Solen. Kvadranterne må derfor ikke benyttes til målinger, hvor der ses direkte mod Solen.



Astrolabium

- afstandsmåling i rummet



Hvordan måler astronomer afstande i rummet?
Med denne øvelse lærer eleverne at bruge et astrolabium til måling af vinkler. Derpå anvendes én af de formler, der gælder for en retvinklet trekant, til at beregne højden af en flagstang.
Til sidst sammenlignes denne teknik med **parallaxsemåling** - én af de metoder, astronomer bruger til at måle afstande til nære stjerner.

Elevforudsætninger

Eleverne skal vide, at en trekant har tre vinkler og tre sider, og de skal have kendskab til forhold som et udtryk, der sammenligner to størrelser ved division.

Eks.: $A = 14$ og $B = 20$

Forholdet mellem A og B skrives:

$A : B = 14 : 20 = 0,70$

Yderligere matematisk viden om f.eks. trigonometri er ingen nødvendighed, men naturligvis en fordel.

Forberedelser

- * Lav overhead-transparenter af figur 1, 2, 3 og tangenstabellen.

Fremskaf til hver elev:

- pap eller kraftigt karton
- 20 cm snor
- en lille, tung genstand (lod)
- et tykt sugerør.

Fremskaf til hvert hold:

- lommeregner
- klar tape
- limstift
- saks
- meterstok eller båndmål.

Så starter vi

- * Vis eleverne figur 1, og bed dem komme med forslag til, hvordan man kan måle flagstangens højde uden at røre den.
- * Fortæl eleverne, at den retvinklede trekant har specielle forhold, der gør den velegnet til at beregne afstande.
- * Bed eleverne lave en retvinklet trekant ud af figur 2.
- * Vis dem nu figur 3, og forklar kort navnene.
- * Fortæl eleverne, at hvis man kender én side og én af de andre vinkler i en retvinklet trekant, kan man beregne de andre sider.
- * Lad eleverne udpege den side, vi er på jagt efter (flagstangen), og give den det matematiske navn fra figur 3.
- * Lad eleverne udpege den side, vi kan måle direkte (afstanden til flagstangen), og lad dem give den navn. Lad dem til sidst udpege den vinkel, vi kan måle.
- * Fortæl eleverne, at for en bestemt spids vinkel i en retvinklet trekant er forholdet mellem den modstående side og den hosliggende side **altid** det samme. Forholdet afhænger ikke af sidernes længde, kun af vinklens størrelse. Dette forhold kaldes **tangens**.

Tangens til den spidse vinkel = den modstående side divideret med den hosliggende side.

Eller

Tangens til vinkel B = flagstangens højde divideret med „afstanden til flagstangen“.

Når vi så ganger med „afstanden til flagstangen“ på begge sider af lighedstegnet, får vi :

Flagstangens højde = tangens til vinkel B x „afstanden til flagstangen“.

Introduktion til tangenstabellen

Slå fast endnu en gang, at forholdet tangens **ikke** afhænger af sidernes længde, **kun** af vinklens størrelse.

- * Vis nu eleverne tangenstabellen (side G 5).



Hvor høj er flagstangen?

Eleverne kan sagtens se, at det, vi nu mangler, er at kunne måle vinkel B, da den hosliggende side (afstanden til flagstangen) jo kan bestemmes med et båndmål eller en meterstok. Lad eleverne komme med forslag til, hvordan vi måler vinklen. Et af de rigtig gode forslag vil naturligvis være noget med en vinkelmåler til tavlebrug og en pegepind. Et sådant forslag bør naturligvis afprøves. Herefter er det tid til at vise, hvordan astronomer måler vinkler mellem himmellegemer ved hjælp af et astrolabium.

* Vis eleverne det astrolabium, du selv har lavet, og demonstrer, hvordan det bruges.

Del materialerne ud:

Skabelonark, sakse, tape, sugerør, limstifter, karton, snor og vægt.

* Gennemgå kort fremstillingsproceduren, som den er beskrevet på skabelonarket (side G3), og lad eleverne gå i gang.



Så høj er flagstangen

* Tag eleverne med ud til flagstangen medbringende astrolabier, arbejdsark „Indirekte måling“ (side G 4) og målestokke, målebånd eller båndmål.

* Gennemgå kort punkt 1 på arbejdsarket (side G 4), og lad eleverne gøre arket færdigt.

* Lad eleverne sammenligne deres resultater og forsøge at nå til enighed om det mest sandsynlige resultat. Tænk også på, at elevernes øjenhøjde spiller en rolle.

* Giv herefter eleverne den rigtige højde, hvis den kendes.



Til overvejelse og diskussion

* Kan denne målemetode bruges både til større og mindre trekkanter?

* Hvad afhænger tangens af?

Svar 1: Ja.

Svar 2: Tangens afhænger af forholdet mellem den modstående og den hosliggende side og ikke af sidernes længde.

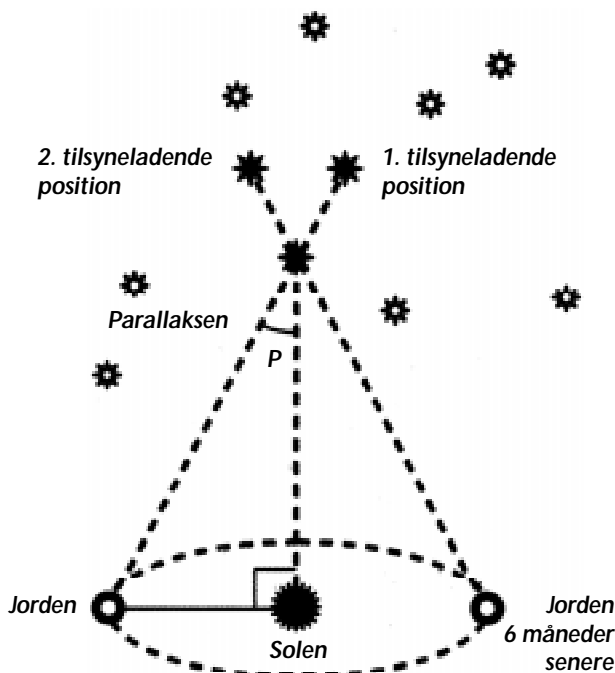


Om parallaksebegrebet

* Lad eleverne strække den ene arm lige frem med en finger i vejret.

* De skal nu se fingeren mod en lidt fjern baggrund, hvor der er nogle kendemærker (det kan f.eks. være et hus med døre og vinduer). Ved skiftevis at lukke det ene og det andet øje kan de se fingeren skifte position.

* Denne oplevelse har mange af eleverne naturligvis haft før, men lad dem alligevel beskrive det, de ser.



Figur 1

Dette tilsyneladende positionsskifte kaldes parallakse, og det bruges til at måle afstande til stjernerne.

Astronomer beregner afstanden til en stjerne ved at sigte mod den med fjernere stjerner som baggrund. Når Jorden bevæger sig i sin bane rundt om Solen, vil denne stjerne tilsyneladende skifte position. Ved at måle ændringen af vinklen ud til stjernens position fra første til andet sigtepunkt findes parallaksen, som er det halve af vinkelændringen.

Da man nu kender parallaksen (vinkel P) og afstanden fra Jorden til Solen (den modstående side), kan man bruge tangensforholdet til at beregne afstanden til stjernen (den hosliggende side).

* Ville en stjerne, der var længere væk end stjernen på figur 1, have en større eller mindre parallakse?

Svar: Jo længere væk - jo mindre parallakse.

* Spørgsmålet kan eleverne selv besvare ved igen at bruge den strakte arm med en finger i vejret og dernæst med bøjet arm og en finger i vejret.

Ved målet

Efter disse øvelser og diskussioner skulle eleverne nu have lært, hvordan man beregner afstande til stjernerne, og de vil med deres astrolabier være i stand til at måle højden af forskellige himmellegemer.



Lav dit eget astrolabium

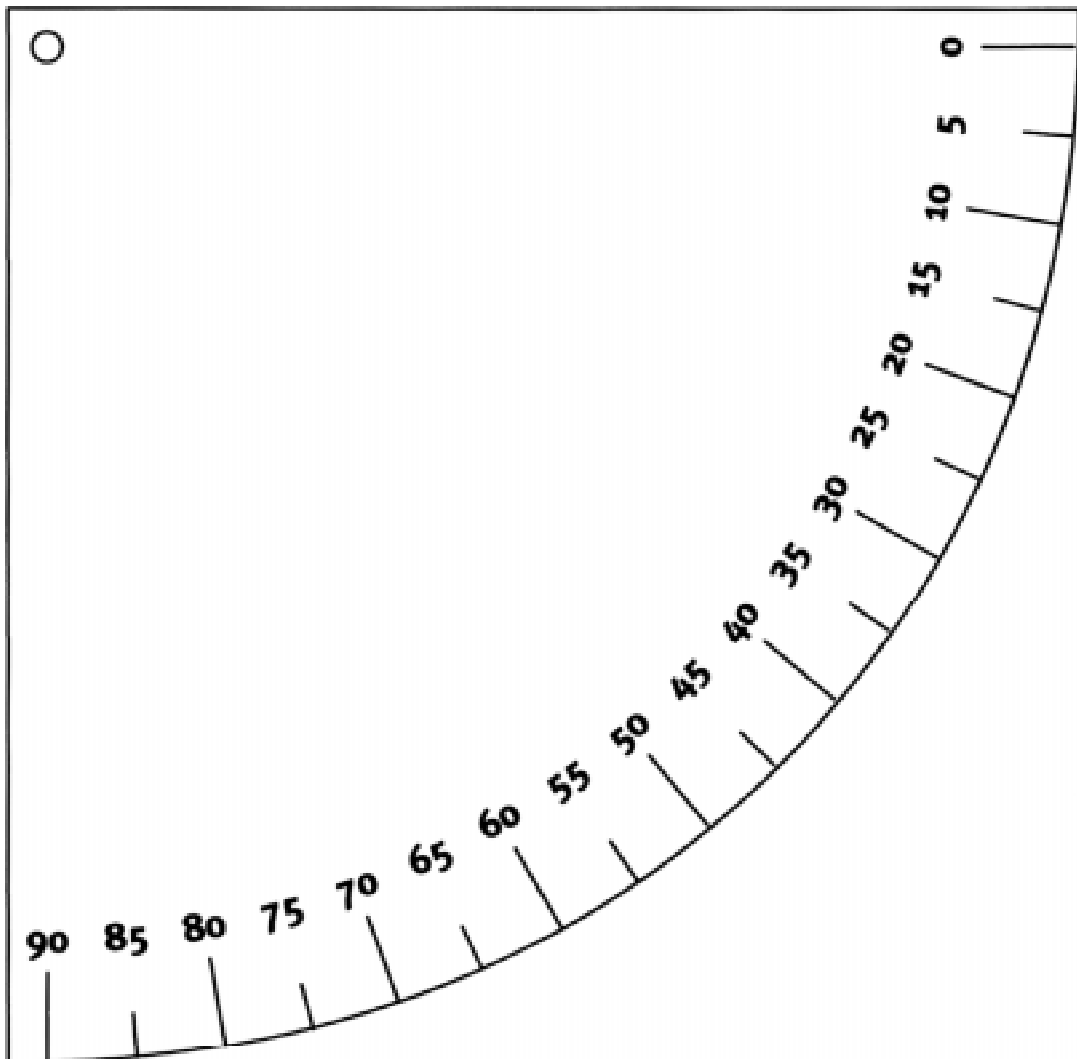
Elevark 1

Navn: _____



Vejledning:

- * Klip skabelonen ud.
- * Lim den fast på kartonen.
- * Klip kartonen til.
- * Sæt sugerøret fast med tape på siden ved tallet 90.
- * Prik et hul midt i ringen øverst oppe.
- * Stik en snor gennem hullet, og sæt den fast på bagsiden med tape.
- * Lad resten af snoren hænge ned på forsiden, så den hænger 2 - 3 cm under astrolabiets kant, og bind „vægten“ fast for enden af snoren.





Indirekte måling

Elevark 2

Navn: _____



Således bruges astrolabiet til at finde længden af en flagstang:

- * Stil dig, så du let kan se toppen af flagstangen gennem sugerøret, og kontrollér, at snoren med vægten kan svinge frit. Når du sigter mod flagstangen, vil snoren svinge langs siden af astrolabiet. Hold dit sigte, indtil snoren hænger stille. Tryk snoren ind mod astrolabiet og aflæs vinklen. Rund op eller ned til nærmeste 0 eller 5.

$$\angle B = \underline{\hspace{2cm}}^\circ$$

- * Brug tangenstabellen (side G 5) til at få tangens til den målte vinkel.

$$\text{Tangens til } \angle B = \underline{\hspace{2cm}}$$

- * Mål afstanden fra hvor du står og hen til foden af flagstangen. På tegningen er denne afstand den side, der ligger op til den målte vinkel, og derfor er det den hosliggende side i tangensforholdet.

$$\text{Afstanden til flagstangen eller den hosliggende side} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$$

- * I den retvinklede trekant er flagstangens højde den side, der ligger over for den vinkel, du har målt. I tangensforholdet er det den modstående side.

Tangens til vinkel B = den modstående side : den hosliggende side

Eller

Tangens til vinkel B = flagstangens højde : „afstanden til flagstangen“ (og når man ordner ligningen får man) højde = tangens til vinkel B x afstanden =

$$\underline{\hspace{2cm}} \quad x \quad \quad m = \quad \quad m$$

- * Nu lå du jo ikke på jorden, da du målte vinklen, så derfor må du måle afstanden fra jorden og op til dine øjne og lægge den til den højde, du fandt i forrige spørgsmål.

Den virkelige højde af flagstangen = svaret i forrige spørgsmål + øjenhøjden.

Flagstangens højde =

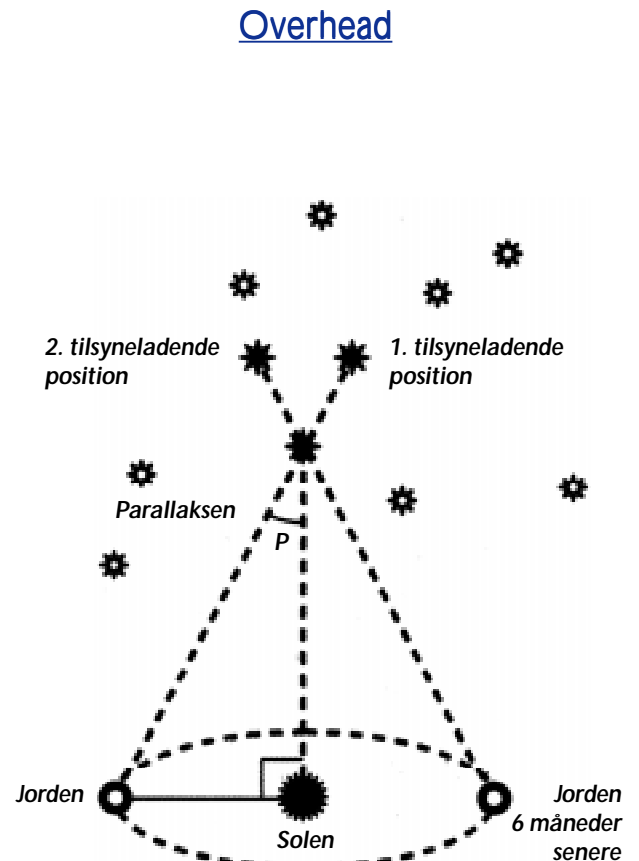
$$\underline{\hspace{2cm}} \quad m + \quad \quad m = \quad \quad m$$



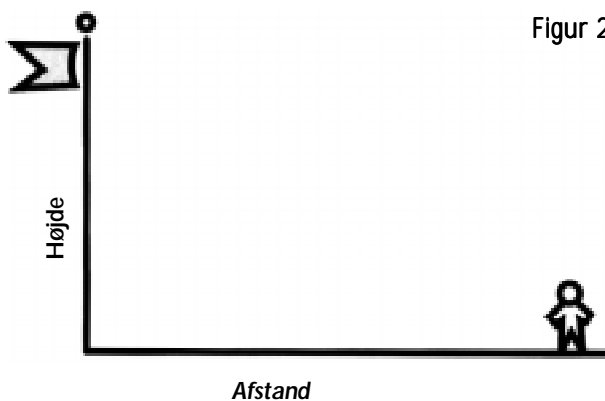
Tangenstabel

vinkel- og parallaksediagram

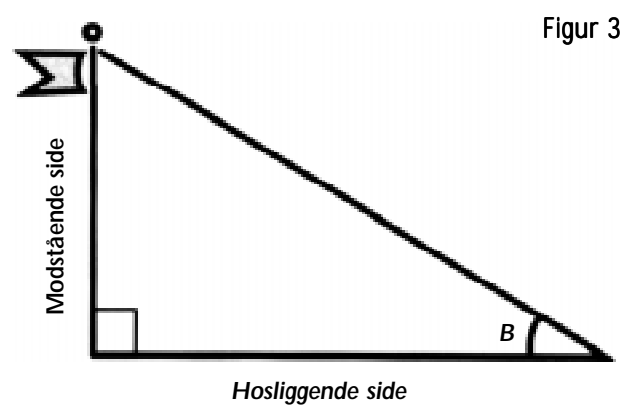
$\angle B$ målt	Tangens $\angle B$
5°	0,09
10°	0,18
15°	0,27
20°	0,36
25°	0,47
30°	0,58
35°	0,70
40°	0,84
45°	1,0
50°	1,2
55°	1,4
60°	1,7
65°	2,2
70°	2,8
75°	3,7
80°	5,7
85°	11,0



Figur 1



Figur 2



Figur 3