

# Løsning til binom ligning

## Formål

Vi har en binom ligning  $z^n = a$ , og vil vise hvordan man kan finde de punkter (komplekse tal) der er rødder til ligningen.

En binom ligning  $z^n = a$  har  $n$  rødder, der alle har samme modulus, men  $n$  forskellige argumenter. Ideen er derfor her, at man først finder modulus for rødderne, ved at indstille skyderen for  $|z|$  ("z's længde"), så den blå cirkel går gennem  $a$ . Derefter finder man de mulige argumenter ved at indstille skyderen for  $\arg(z)$ , så tallet  $z^n$  er sammenfaldende med  $a$ .


## Geogebra-elementer i brug

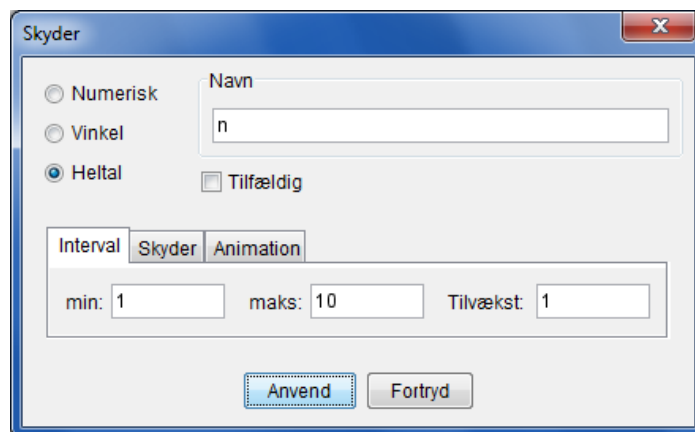
Punkt  
Skyder  
Cirkel  
Komplekst tal  
Vektor


### 1. Startbetingelser, hvilken ligning

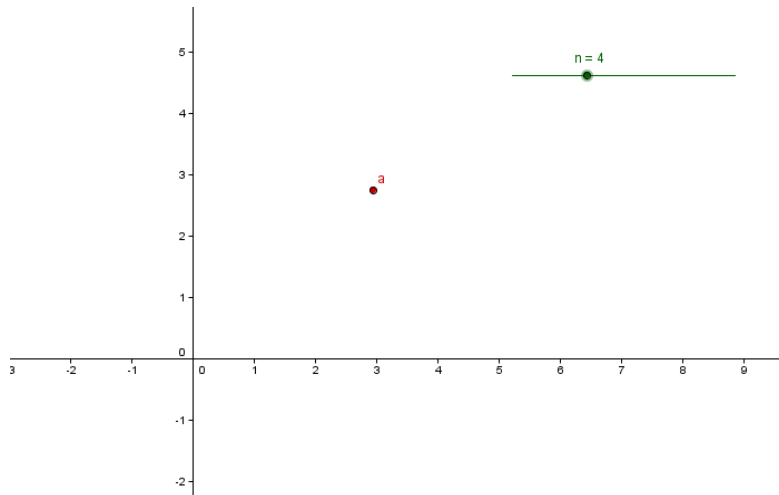
I ligningen  $z^n = a$  er  $n$  og  $a$  to givne tal ( $n \in \mathbf{N}$ ,  $a \in \mathbf{C}$ ), der bestemmer den ligning, vi skal løse.

I vores konstruktion er  $n$  og  $a$  frie objekter, dvs. at de ikke er afhængige af noget, og kan ændres frit.

Lav  $n$  som en skyder med  Skyder .



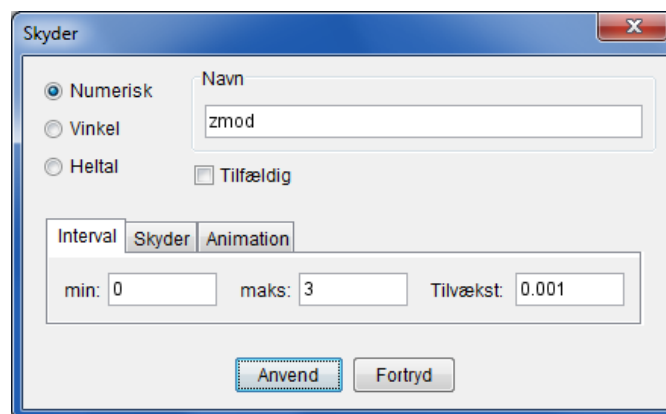
Lav  $a$  som et punkt med  Nyt punkt .



## 2. Vælg z modulus og vis z-cirklen og $z^n$ -cirklen

Først skal der være mulighed for at vælge modulus for z.

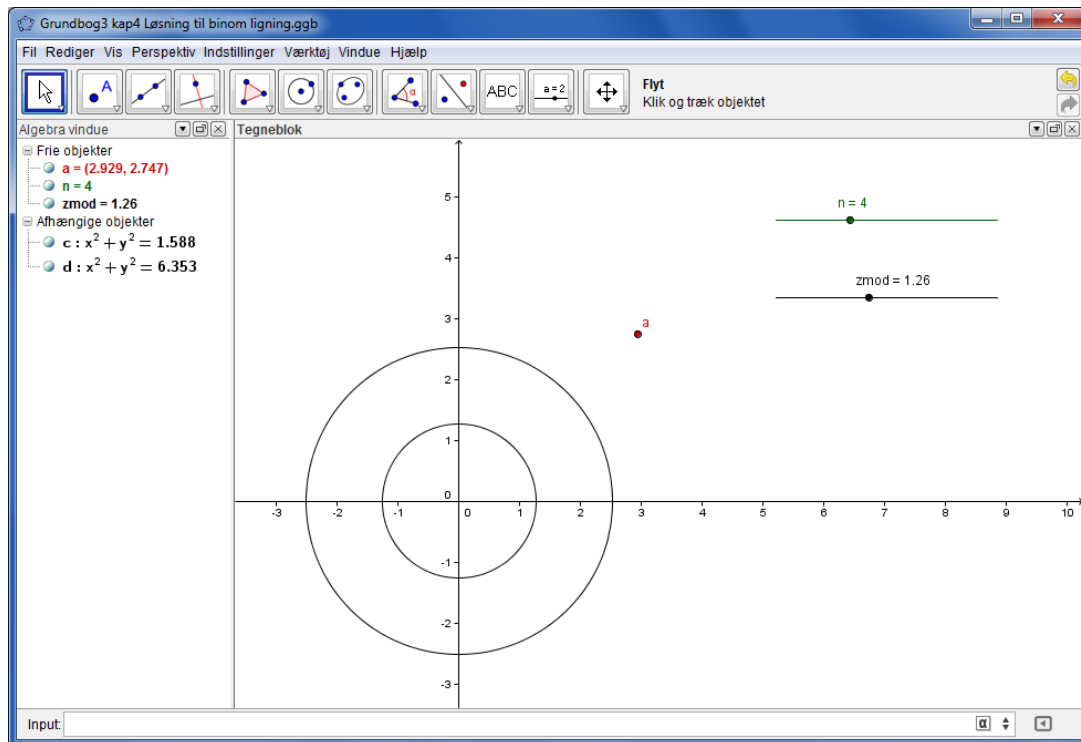
Vi laver z-modulus som en  Skyder



Når modulus er valgt, er det givet hvor de mulige z ligger – nemlig på cirklen med centrum i (0, 0) og radius zmod. Dermed er det også givet hvor  $z^n$  ligger, nemlig på cirklen med centrum i (0, 0) og radius  $(zmod)^n$ .

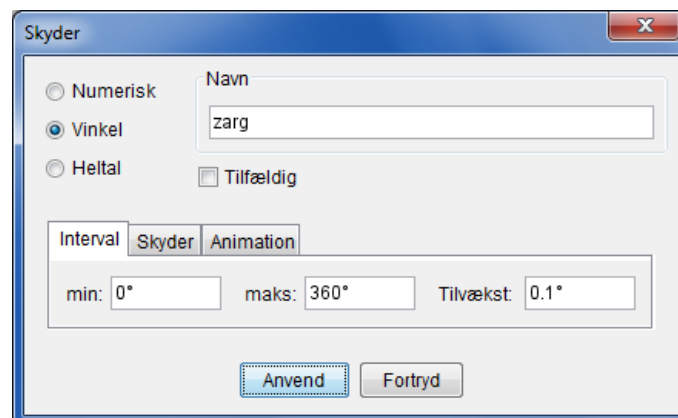
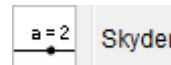
Disse 2 cirkler vil vi vise. Skriv i inputlinjen

```
Cirkel[(0,0), zmod]
Cirkel[(0,0), zmod^n]
```



### 3. Vælg z argument og vis z og z<sup>n</sup>

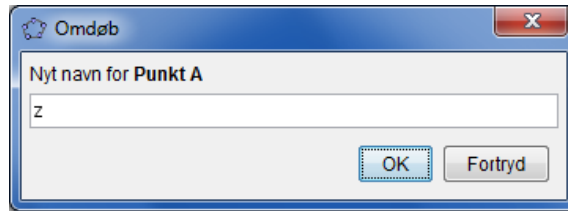
Så giver vi mulighed for at vælge argument for z – det gør vi også med en



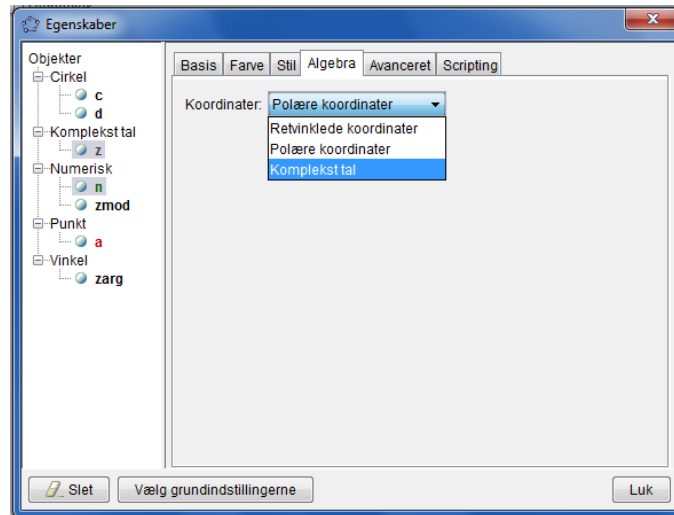
Vi laver så z som et punkt med modulus zmod og argument zarg.  
Skriv i inputlinjen:

(zmod; zarg)

Punktet kommer til at hedde A, men vi vil have, at det hedder z.



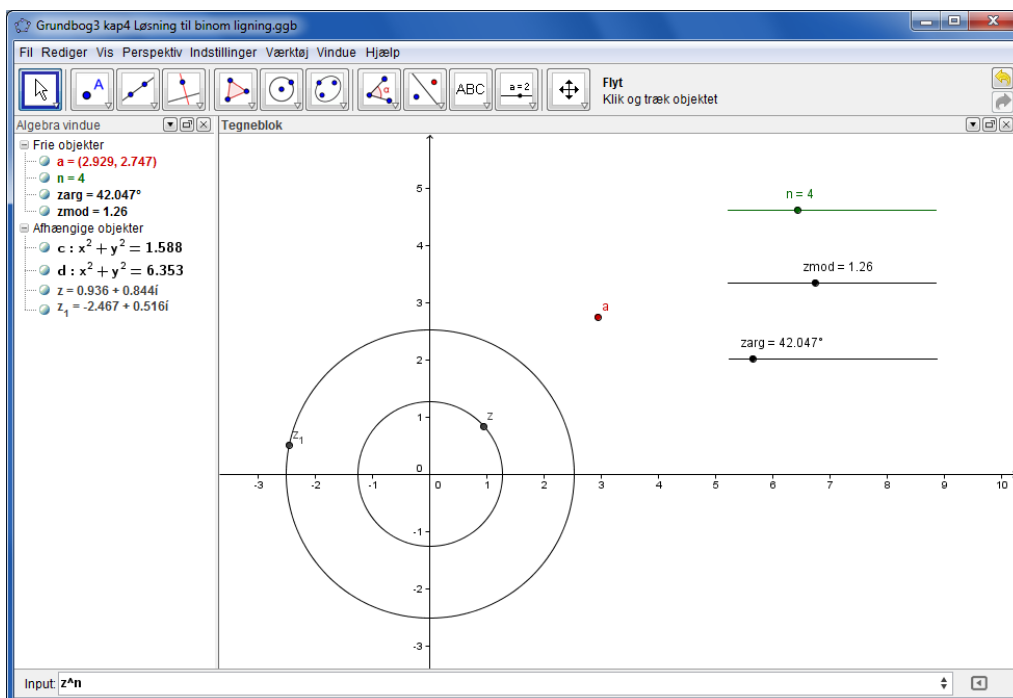
For at kunne regne  $z^n$  ud, skal vi ændre på  $z$  så det bliver af typen komplekst tal.



Så kan vi definere  $z^n$

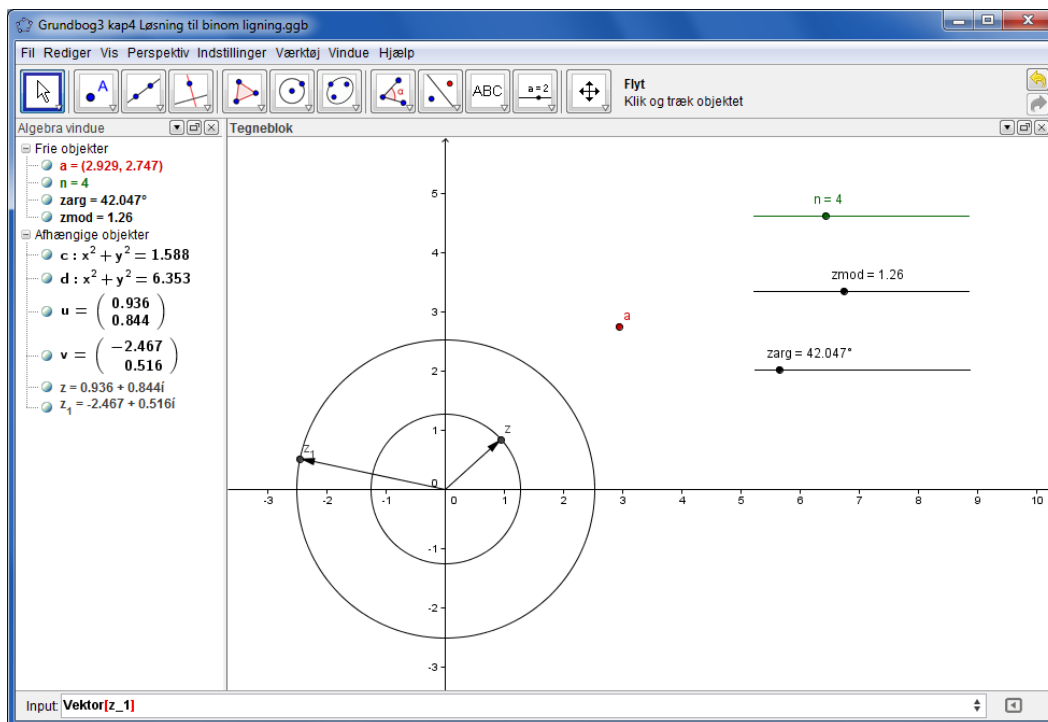
$z^n$

Situationen er nu:

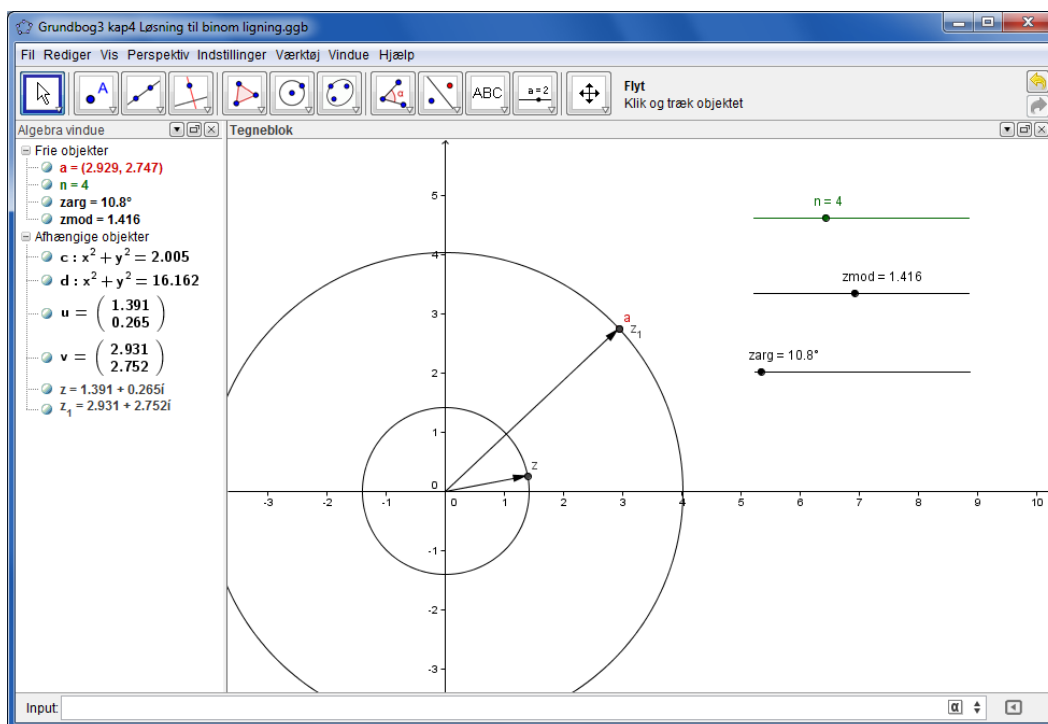


Vi tydeliggør  $z$  og  $z^n$  med et par vektorer:

Vektor[ $z$ ]  
 Vektor[ $z_1$ ]



Vi har nu lavet en konstruktion, hvor man først kan skal stille på  $\text{zmod}$ , så cirkel  $d$  går gennem  $a$ , og derefter på  $\text{zarg}$ , så punktet  $z_1$  ligger i  $a$ .



Så har man fundet en løsning til ligningen - i dette tilfæld  $z = 1.416_{10.8^\circ}$

#### 4. Udseende og formidling

Vi ændrer nu på farver og indlægger tekster, så det er lettere at se, hvad meningen er.

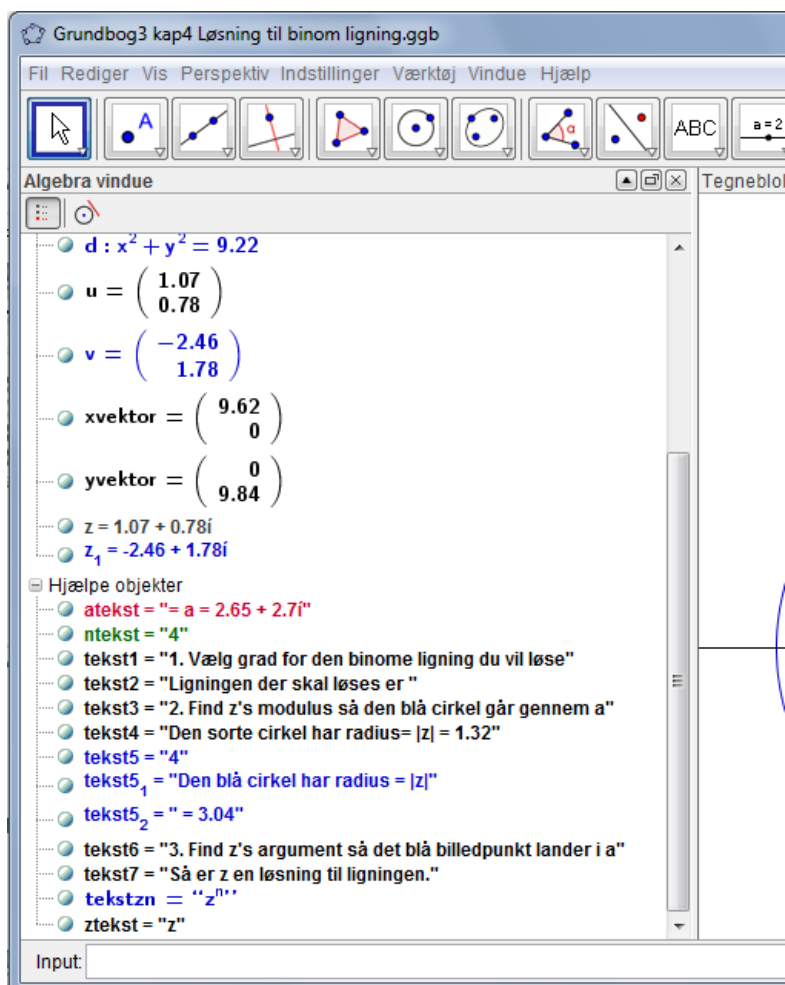
Farve for  $z^1$  og tilhørende cirkel og vektor er ændret til blå.

Der er lavet en tekst til erstatning for standard navnevisning for  $z^1$ -punktet, fordi der er begrænsninger for hvad man kan skrive i en billedtekst (caption) til et objekt. Til gengæld kan man positionere en tekst ud fra position af et objekt, og det er brugt her.

Der er lagt forklarende tekster omkring de 3 skydere.

Alle teksterne er sat til "Fast objekt". Det betyder at man ikke kan rykke rundt på dem og ændre i dem. Man kan heller ikke i Egenskabs-billedet se, hvad teksten indeholder, som man ellers normalt kan. For at få teksten at se her, skal man fjerne flueben i "Fast objekt".

Man kan slå visning af hjælpeobjekter til. Så bliver alle teksterne synlige i algebra-vinduet:



Endelig er der slukket for GeoGebras standardakser, og i stedet er der konstrueret 2 vektorer. 6 objekter repræsenterer dette: Punkterne A, B, C, D og vektorerne xvektor og yvektor.

## Det færdige resultat

