

Naam: \_\_\_\_\_ Klas: \_\_\_\_\_

## Toets Holografie VWO (versie A)

### Opgave 1

Geef van de volgende beweringen aan of ze waar (W) of niet waar (NW) zijn. Omcirkel je keuze.

Bij het maken van een reflectiehologram zijn de eisen voor een trillingsvrije opstelling strenger dan bij het maken van een transmissiehologram. W NW

Bij het uitlezen van een transmissiehologram kan de reconstructie-bundel uit wit licht bestaan om een scherp beeld te krijgen. W NW

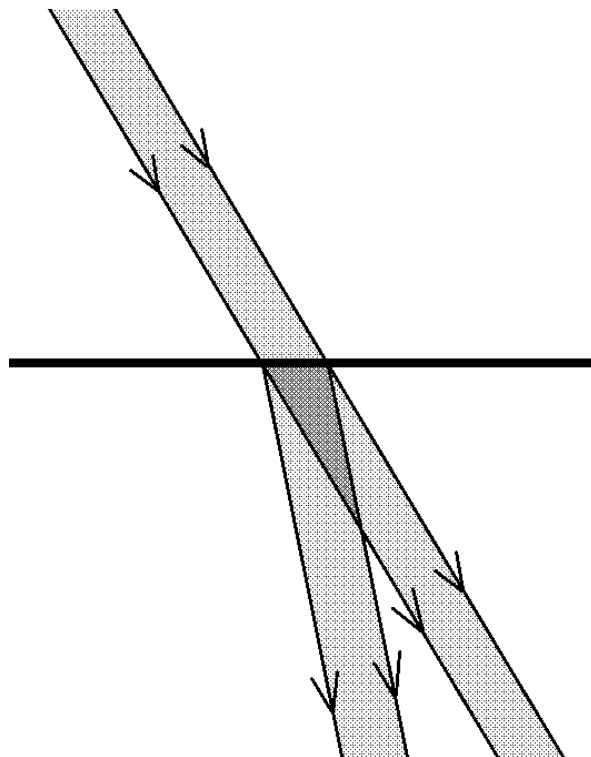
Bij het uitlezen van zowel een transmissie- als een reflectiehologram is de bron van de reconstructiebundel bij voorkeur puntvormig. W NW

Het uitlezen van een transmissie- en een reflectiehologram hoeft niet perse met laserlicht te gebeuren voor een duidelijk beeld. W NW

Als een hologram bij een bepaalde belichting een reëel beeld voortbrengt, is dit beeld altijd pseudoscopisch. W NW

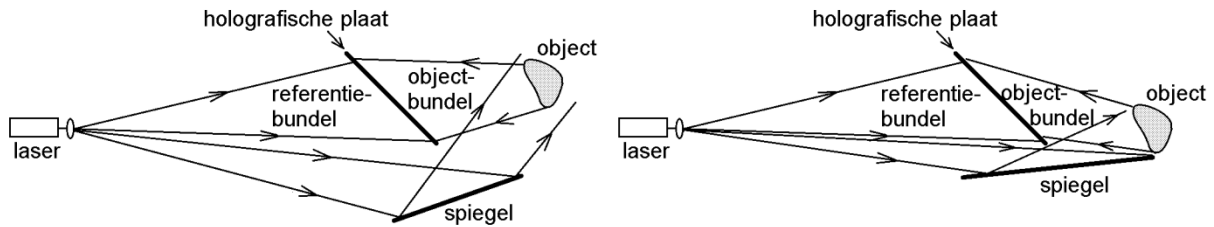
### Opgave 2

In de figuur hiernaast valt er een evenwijdige lichtbundel op een cosinustralie onder een hoek van  $30^\circ$ . Twee van de drie uittredende lichtbundels zijn getekend waarvan één onder een hoek van  $10^\circ$ . Teken in de figuur de derde lichtbundel. Schrijf berekeningen hieronder op.



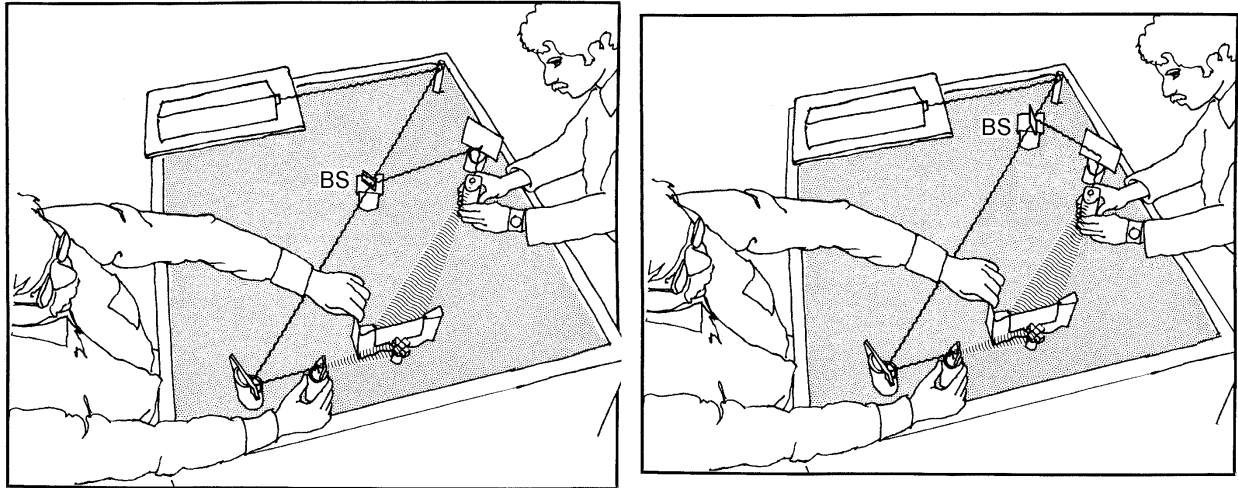
### Opgave 3

In de onderstaande figuren wordt een reflectiehologram gemaakt. Leg uit in welke figuur de spatiale coherentiebreedte van het laserlicht een groter probleem kan zijn.



### Opgave 4

In de onderstaande figuren bouwen twee mannen een opstelling waarmee een hologram opgenomen gaat worden.

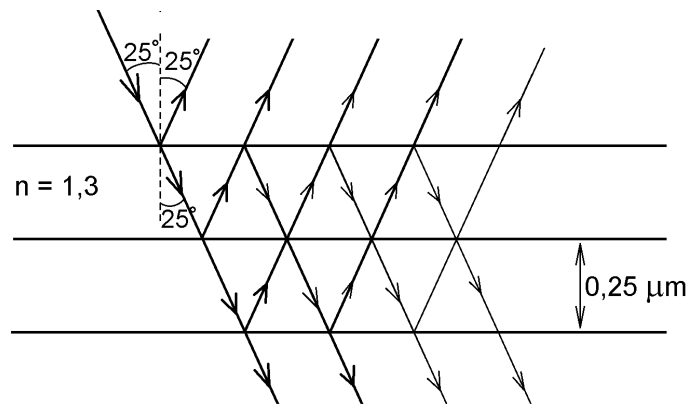


a. Ontstaat er een transmissie- of een reflectiehologram in de figuren?

b. In de rechter figuur legt de referentiebundel, gerekend vanaf de beamsplitter (BS), een veel kortere weg af dan in de linker figuur. Leg kort uit welke opstelling de voorkeur verdient en gebruik daarbij de bijbehorende vakterm.

### Opgave 5

In de figuur hiernaast valt licht binnen een hologram op een aantal evenwijdige deels reflecterende oppervlakken. De brekingsindex van alle lagen in het hologram is 1,3. De hoek tussen de lichtstralen en de normaal op de reflecterende vlakken bedraagt  $25^\circ$ . De afstand tussen de reflecterende lagen is  $250 \text{ nm}$ .



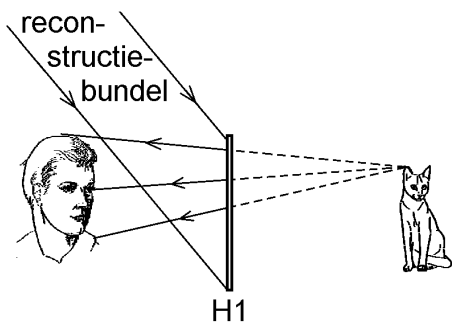
Het licht wordt bij bepaalde golflengten maximaal gereflecteerd.

Bereken de maximale golflengte in lucht waarbij in het hologram maximale reflectie optreedt.

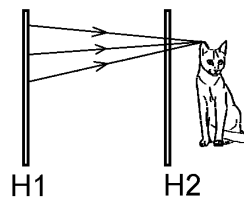
### Opgave 6

In de onderstaande figuur 1 wordt reflectiehologram H1 uitgelezen en in figuur 3 wordt reflectiehologram H2 uitgelezen. H2 is een kopie van H1. De opstelling van het kopiëren is in figuur 2 afgebeeld. Teken in figuur 2 de ontbrekende invallende lichtbundels.

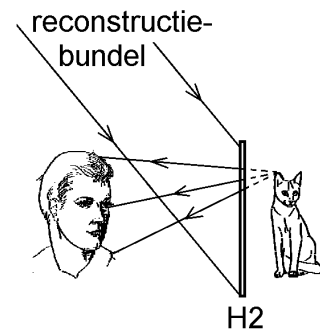
Figuur 1



Figuur 2

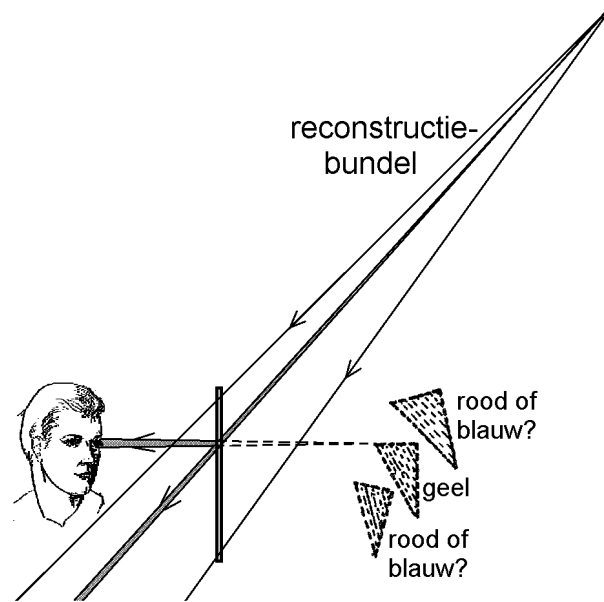


Figuur 3



### Opgave 7

In de figuur hiernaast wordt een transmissiehologram uitgelezen met een reconstructiebundel die uit wit licht bestaat. Het driehoekige beeld heeft voor elke kleur een andere plaats. Het middelste driehoekige beeld is geel. Om antwoord te vinden op de vraag of het bovenste driehoekige beeld rood of blauw is, zijn de volgende drie deelvragen van belang. Beantwoord deze deelvragen.



Welke kleur licht heeft de grootste golflengte: rood of blauw licht?

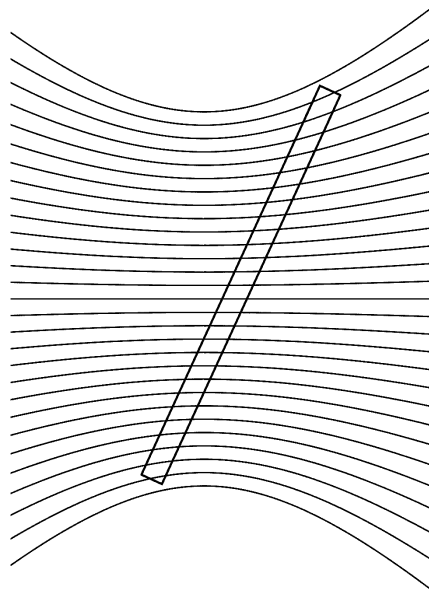
Is de afbuiging van het licht bij het hologram (gerekend ten opzichte van de nulde orde bundel) het sterkst bij grote of bij kleine golflengtes?

Is in de figuur de afbuiging het sterkst bij het bovenste of het onderste driehoekige beeld?

### Opgave 8

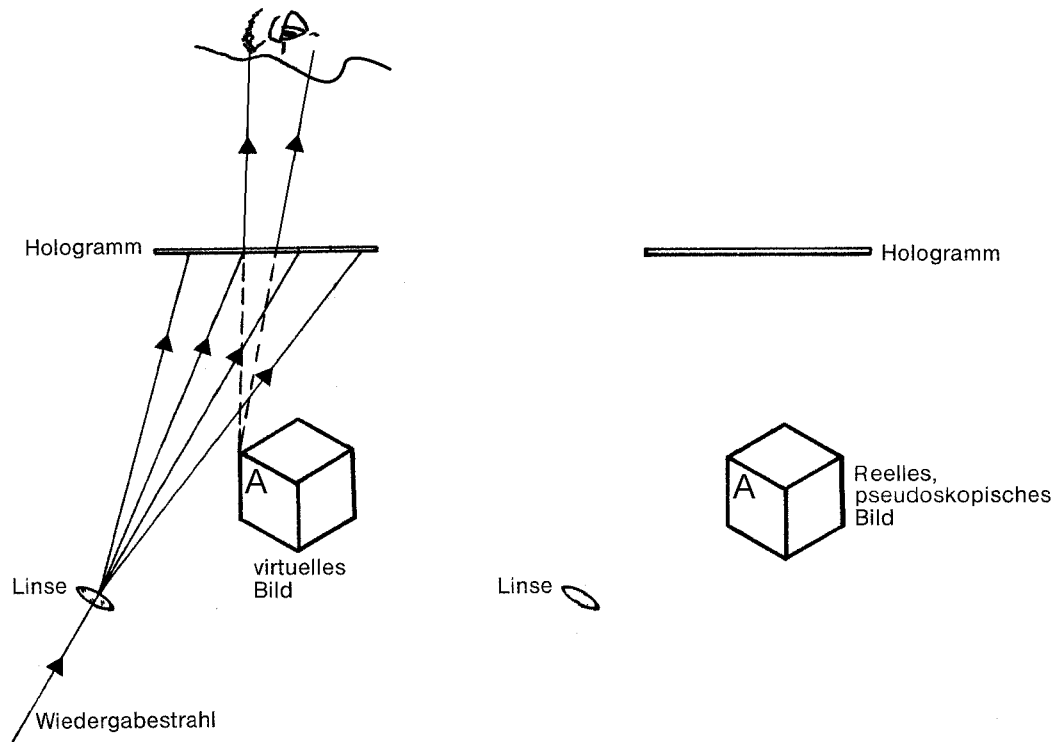
In de onderstaande figuur wordt een hologram van slechts één reflecterend punt gemaakt. In de figuur zijn de buikvlakken van de lichtgolven getekend.

Teken in de figuur twee punten. Het ene punt moet globaal de plaats van de puntbron van de referentiebundel aangeven en het andere punt globaal de plaats van het reflecterende punt.



### Opgave 9

In de onderstaande linker figuur wordt een hologram uitgelezen. Het beeld, een kubus, is virtueel en orthoscopisch. In de onderstaande rechter figuur is de opstelling gelijk aan die in de linker figuur. Alleen is de belichting van het hologram nu zodanig, dat er een reëel pseudoscopisch beeld ontstaat dat op precies dezelfde plaats ten opzichte van het hologram ligt als in de linker figuur.



- Teken in de rechter figuur vier verschillende lichtstralen van de reconstructiebundel. Laat deze lichtstralen zowel voor als voorbij het hologram voldoende ver doorlopen. Geef de richting van de lichtstralen aan.
- Teken in de rechter figuur twee verschillende lichtstralen door hoekpunt A van de kubus. Geef ook de richting van de lichtstralen aan.
- Stel dat iemand in de rechter figuur de kubus wil zien. Geef dan een mogelijke plaats van zijn oog aan door in de figuur een rondje met een kruis te tekenen.

### Opgave 10

Een laserstraal met een golflengte van  $0,60 \mu\text{m}$  valt onder een hoek van  $30^\circ$  (gerekend ten opzichte van de normaal op het tralie) op een binair tralie met een tralieconstante van  $1,50 \mu\text{m}$ . Bereken alle hoeken waaronder licht uittreedt (gerekend ten opzichte van de normaal op het tralie).

## Antwoorden op de opgaven (VWO versie A)

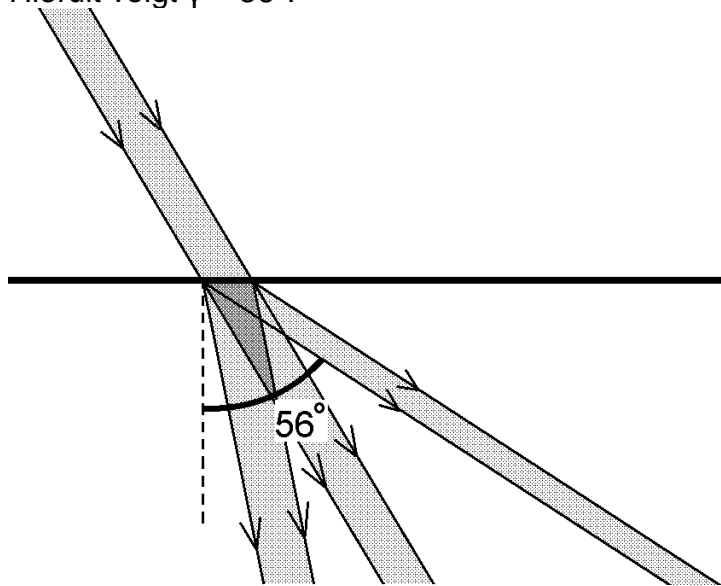
### Opgave 1

W  
NW  
W  
W  
NW

### Opgave 2

$$\sin(\gamma) = 2 \cdot \sin(\alpha) - \sin(\beta) = 2 \cdot \sin(30^\circ) - \sin(10^\circ)$$

Hieruit volgt  $\gamma = 56^\circ$ .



### Opgave 3

In de linker figuur is er mogelijk een groter probleem omdat daar de afstand tussen de linker rand van de holografische plaat en de rechter rand van de spiegel groter is.

### Opgave 4

a.  
Reflectiehologram

b.  
De linker figuur verdient de voorkeur omdat het weglengteverschil tussen de referentiebundel en de objectbundel daar kleiner is. Dit weglengteverschil moet kleiner zijn dan de temporele coherentielengte.

### Opgave 5

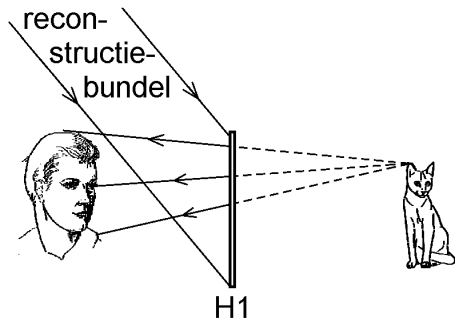
Uit  $2 \cdot d \cdot \cos(\alpha) = m \cdot \lambda_H$  volgt:

$$\lambda_H = 2 \cdot d \cdot \cos(\alpha) = 2 \cdot (0,25 \mu\text{m}) \cdot \cos(25^\circ) = 0,453 \mu\text{m}$$

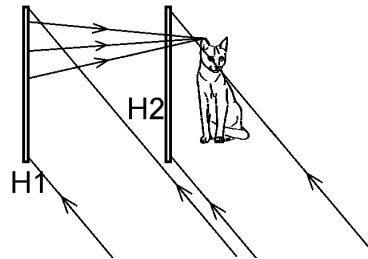
$$\lambda_{LUCHT} = n \cdot \lambda_H = 1,3 \cdot 0,453 \mu\text{m} = 0,59 \mu\text{m}$$

Opgave 6

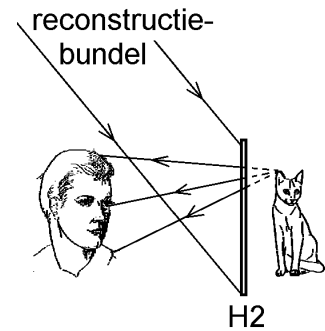
Figuur 1



Figuur 2



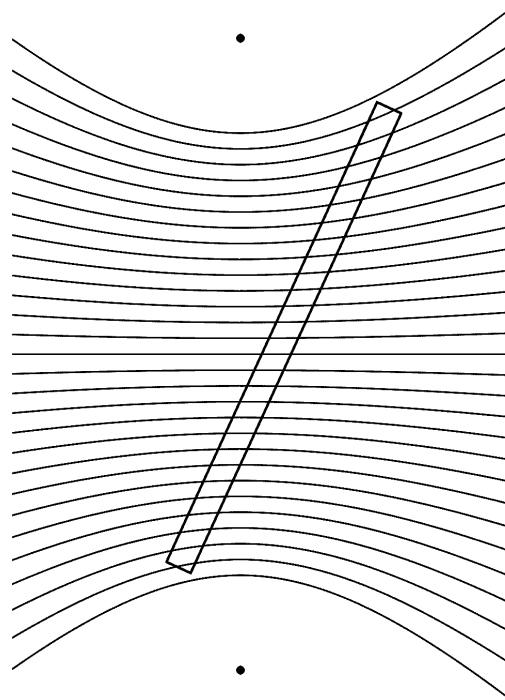
Figuur 3



Opgave 7

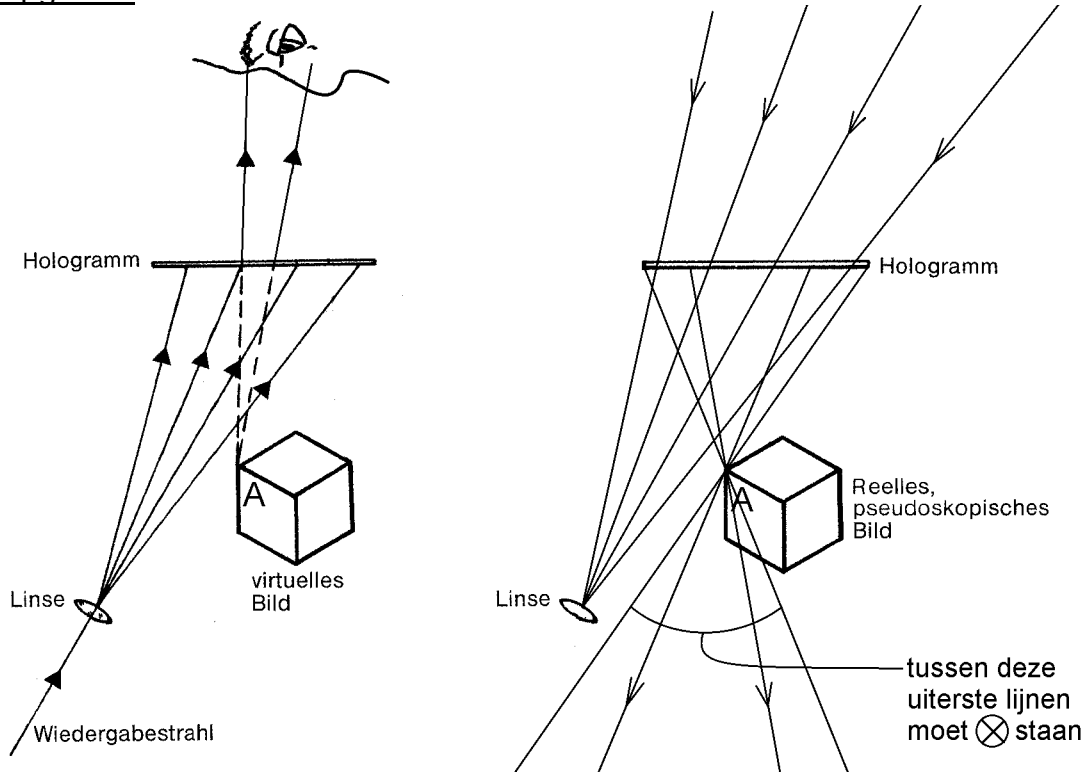
Rood licht  
Grote golflengtes  
Onderste beeld

Opgave 8





### Opgave 9



### Opgave 10

$$\sin(\beta) - \sin(\alpha) = n \cdot \frac{\lambda}{a} \quad \text{wordt:} \quad \sin(\beta) = 0,5 + n \cdot 0,4$$

n = 1	geeft	$\sin(\beta) = 0,9$ .	Dit geeft: $\beta = 64^\circ$ .
n = 0	geeft	$\sin(\beta) = 0,5$ .	Dit geeft: $\beta = 30^\circ$ .
n = -1	geeft	$\sin(\beta) = 0,1$ .	Dit geeft: $\beta = 5,7^\circ$ .
n = -2	geeft	$\sin(\beta) = -0,3$ .	Dit geeft: $\beta = -17,5^\circ$ .
n = -3	geeft	$\sin(\beta) = -0,7$ .	Dit geeft: $\beta = -44,4^\circ$ .

Bij andere waarden van n kan er geen oplossing gevonden worden.