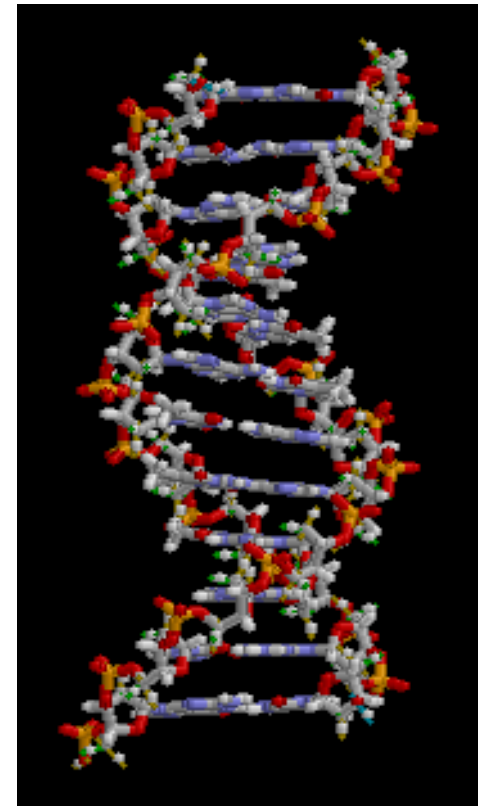


# Van Thomas Young naar DNA



Thomas Young  
(1773-1829)

DNA dubbele  
Helix (1953)



## Van Thomas Young naar DNA - overzicht

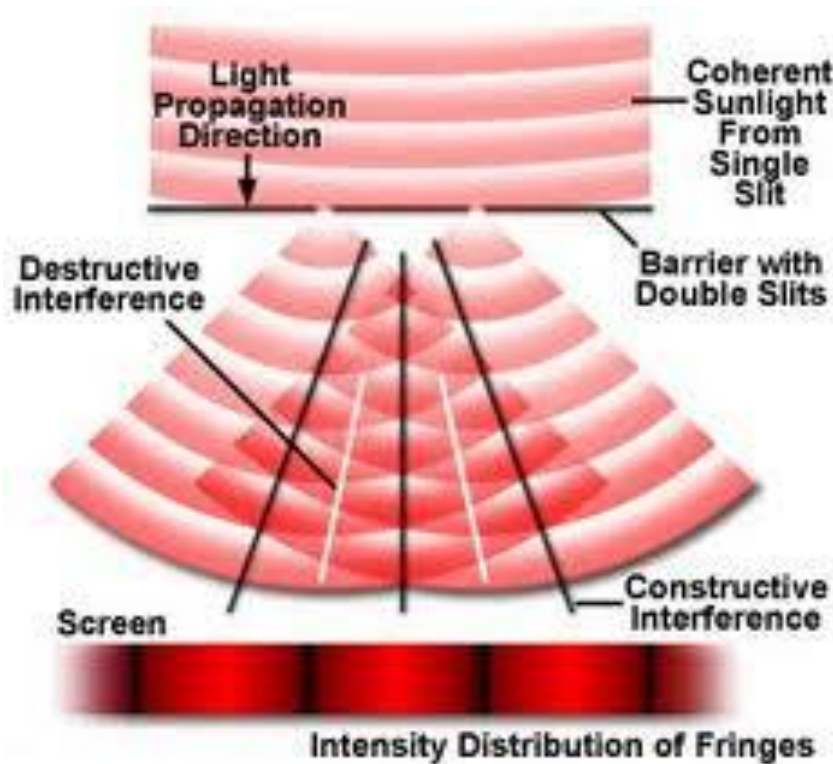


Thomas Young (1773-1829)

- Geneeskunde, fysica en hiërogliefen
- Dubbele spleet interferentie proef met elektronen is winnaar wedstrijd in Physics World voor het **mooiste experiment in de natuurkunde** (mei 2002)



- Rosalind FRANKLIN (1920-1958) Kings College, Londen: eerste bruikbare X-straal diffractie opnamen van B-DNA in 1951-1952
- Maurice Wilkins, Francis Crick and Jim Watson: Nobel-prijs 1962 voor DNA-helix



Dubbelspleet  
interferentie  
experiment  
van Thomas Young  
(1803) ?

Link naar Young experiment:

<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/>

## Thomas Young (1773-1829) (1)

- Oudste van 10 kinderen van bankier
- Wonderkind (Latijn op 6 jaar, 12 talen vloeiend)
- Belangstelling ook voor wetenschappen: las Newton (Principia, Opticks), Lavoisier en Linnaeus (17-19 j)
- Fellow van de Royal Society op 21 jaar met artikel over menselijk oog
- Studeerde geneeskunde te Londen, Edinburgh en doctoreerde te Göttingen in 1796.
- Volgde natuurkunde colleges bij Lichtenberg en hield publieke lezing over de menselijke stem
- Interesse voor combinatie natuurkunde - geneeskunde: biofysicus

## Thomas Young (1773-1829) (2)

- Diploma niet erkend door "College of Physicians" te Londen -> terug student te Cambridge in 1797
- Nu veel tijd voor theorie en experimenten in de wetenschappen, vooral over golven
- Werd in Cambridge "Phaenomenon Young" genoemd
- Erfde in 1797 £ 10 000 - financieel onafhankelijk
- Medische praktijk in Londen in 1799
- "Professor of Natural Philosophy" aan de **Royal Institution** in 1801 op 28 jarige leeftijd
- Lezing over interferentie voor Royal Society 1803
- Lezingen over alle onderwerpen - problemen??

## Young en de rehabilitatie van de golftheorie (1)

- Dispuut over "vaderschap" golftheorie van het licht: Young of Fresnel (Augustin Jean Fresnel, 1788-1827)
- "Samenzweringstheorie" volgens Whewell (1837) en biografen Peacock en Wood (en andere later)
- Golftheorie werd beschouwd als aanval op de corpusculaire theorie van Newton en dus op Engeland
- Young trok zich terug in medische praktijk na lastercampagne door H. Brougham (Lord Chancellor)
- "Samenzweringstheorie" feitelijk onwaarschijnlijk en eerder een historische fabel (zie Klaas Landsman in Ned. Tijdschr. Natuurkunde, feb. 2003 40-44)

## Young en de rehabilitatie van de golftheorie (2)

- Young heeft - om praktische redenen - waarschijnlijk nooit zijn dubbelspleet experiment uitgevoerd; het was meer gedachte experiment
- Young was wel de ontdekker van het interferentie-principe - Lezing in 1803 voor de Royal Society
- Fresnel postuleerde het transversale karakter van de lichtgolven een jaar eerder dan Young (1817)
- Fresnel won prijsvraag van Parijse Academie in 1817 over de buigingsverschijnselen van licht. Hij overtuigde jury met Arago, Biot, Gay-Lussac, Laplace en Poisson met een experimentele beschrijving en theoretische verklaring gebaseerd op de golftheorie

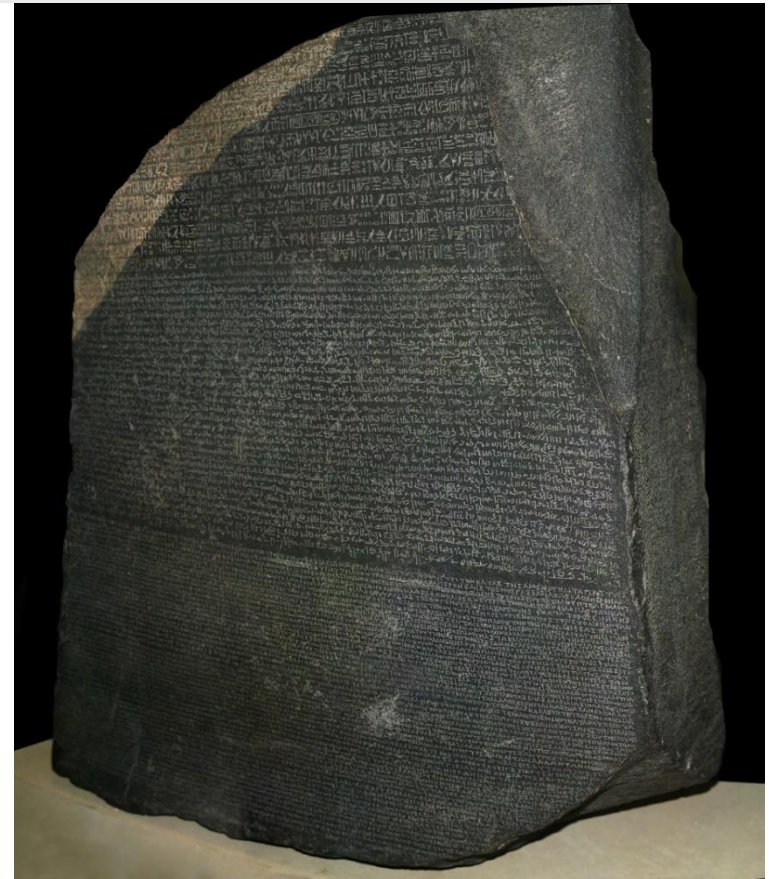
## Young en de Steen van Rosetta

- Young - de laatste universele geleerde - besteedde als talenwonder zijn zomervakantie in juli 1814 aan de studie van de hiërogliefen op de steen van Rosetta
- Zou in korte tijd de principes ontdekt hebben waarop Jean François Champollion (1790-1832) later (in 1822) de ontcijfering baseerde en zou zelfs reeds een gedeelte ontcijferd hebben
- Geen bewijzen van concrete resultaten; integendeel
- "Hij had geen systeem ... in tegenstelling tot Champollion die zijn leven aan de ontcijfering wijdde... Hij komt naar voren als een amateur wat hij uiteraard als professioneel arts ook was..." (Klaas Landsman in NTN)



## De Steen van Rosetta

- Basalt-steen 114x72x28 cm<sup>3</sup>
- Gevonden in juli 1799 bij Rosetta (Raschid) in de Nijldelta
- Bevat in 3 talen (hiërogliefen, Demotisch, Grieks) een decreet van de priesters van Memphis uit 196 voor Christus ter ere van Ptolemaios V
- Nu bewaard in het Britisch Museum te Londen



## Van Thomas Young naar DNA - overzicht



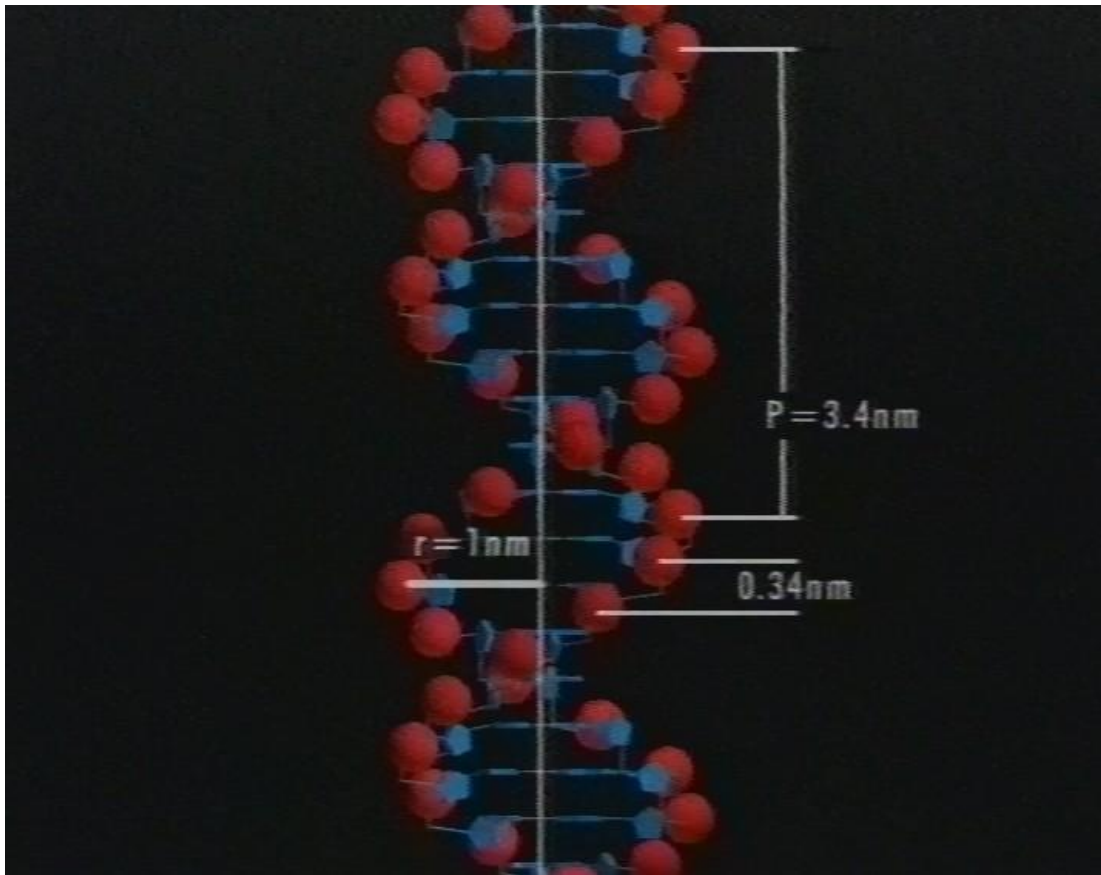
Thomas Young (1773-1829)

- Geneeskunde, fysica en hiërogliefen
- Dubbele spleet interferentie proef met elektronen is winnaar wedstrijd in Physics World voor het **mooiste experiment in de natuurkunde** (mei 2002)



- Rosalind FRANKLIN (1920-1958) Kings College, Londen: eerste bruikbare X-straal diffractie opnamen van B-DNA in 1951-1952
- Maurice Wilkins, Francis Crick and Jim Watson: Nobel-prijs 1962 voor DNA-helix

## Door X-straal diffractie naar de DNA-structuur



### Dubbele Helix

rode bollen: suiker-  
fosfaatruggengraat

blauwe bollen: de  
vier basen adenine,  
thymine, guanine en  
cytosine (A, T, G, C)  
met horizontale  
waterstofbruggen



## Rosalind Ilse FRANKLIN

1920-1958

Kings College, Londen

Doctoraat in fysische scheikunde

Cambridge University, 1945

Maakte de eerste bruikbare  
X-straal diffractie opnamen  
van B-DNA in 1951-1952

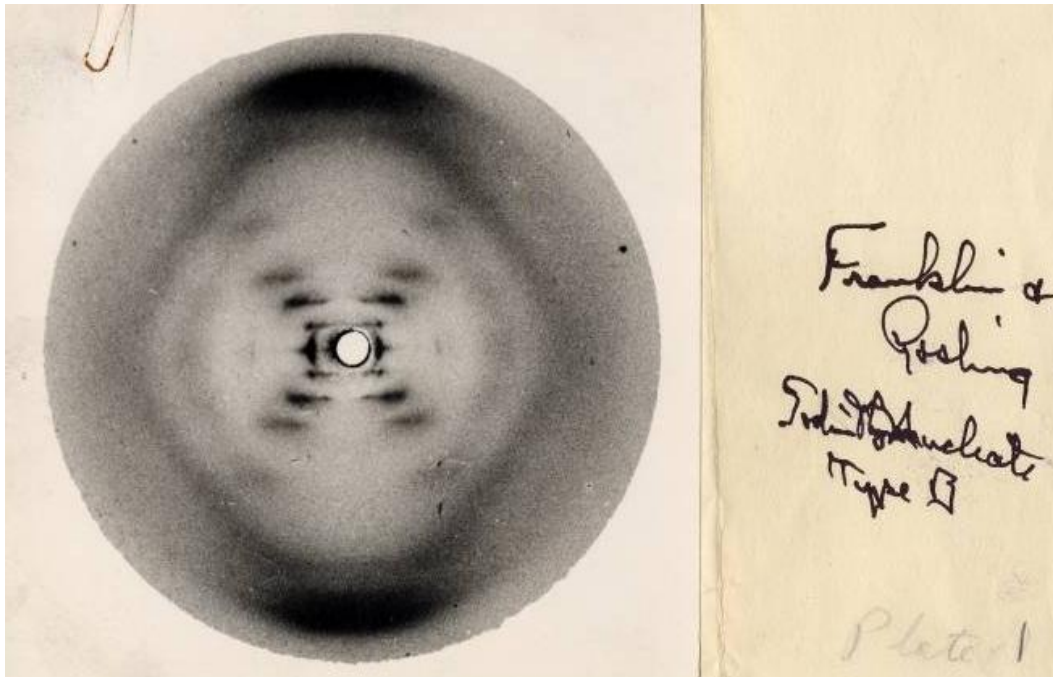
Rosalind Franklin. *Dark Lady of DNA*, Brenda Maddox, ISBN 0-00-257149-8 (2002)

## Bereiden B-DNA strings (natrium thymonucleate)



VHS-video  
"de la lumière à la vie",  
Prof. A. LUCAS,  
FUNDP Namur

Natrium  
thymonucleaat uit  
kalfsthymus



X-straal diffractie  
patroon van B-DNA  
(foto 51B)  
Document afkomstig  
uit de Pauling  
archieven

Natrium thymonucleaat uit **kalfsthymus**  
Natrium desoxyribose nucleaat

### Molecular Configuration in Sodium Thymonucleate

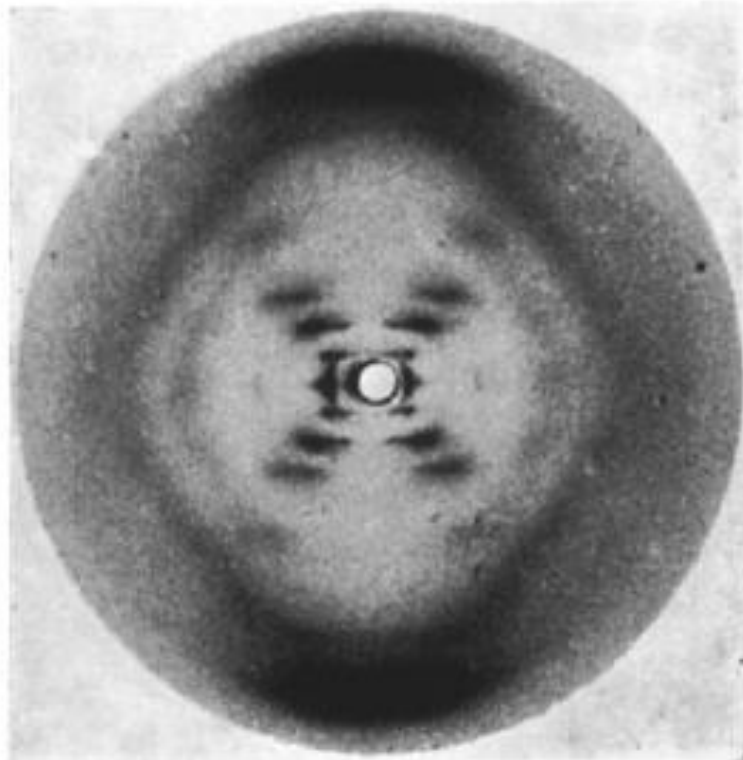
SODIUM thymonucleate fibres give two distinct types of X-ray diagram. The first corresponds to a crystalline form, structure *A*, obtained at about 75 per cent relative humidity; a study of this is described in detail elsewhere<sup>1</sup>. At higher humidities a different structure, structure *B*, showing a lower degree of order, appears and persists over a wide range of ambient humidity. The change from *A* to

We are grateful to Prof. J. T. Randall for his interest and to Drs. F. H. C. Crick, A. R. Stokes and M. H. F. Wilkins for discussion. One of us (R. E. F.) acknowledges the award of a Turner and Newall Fellowship.

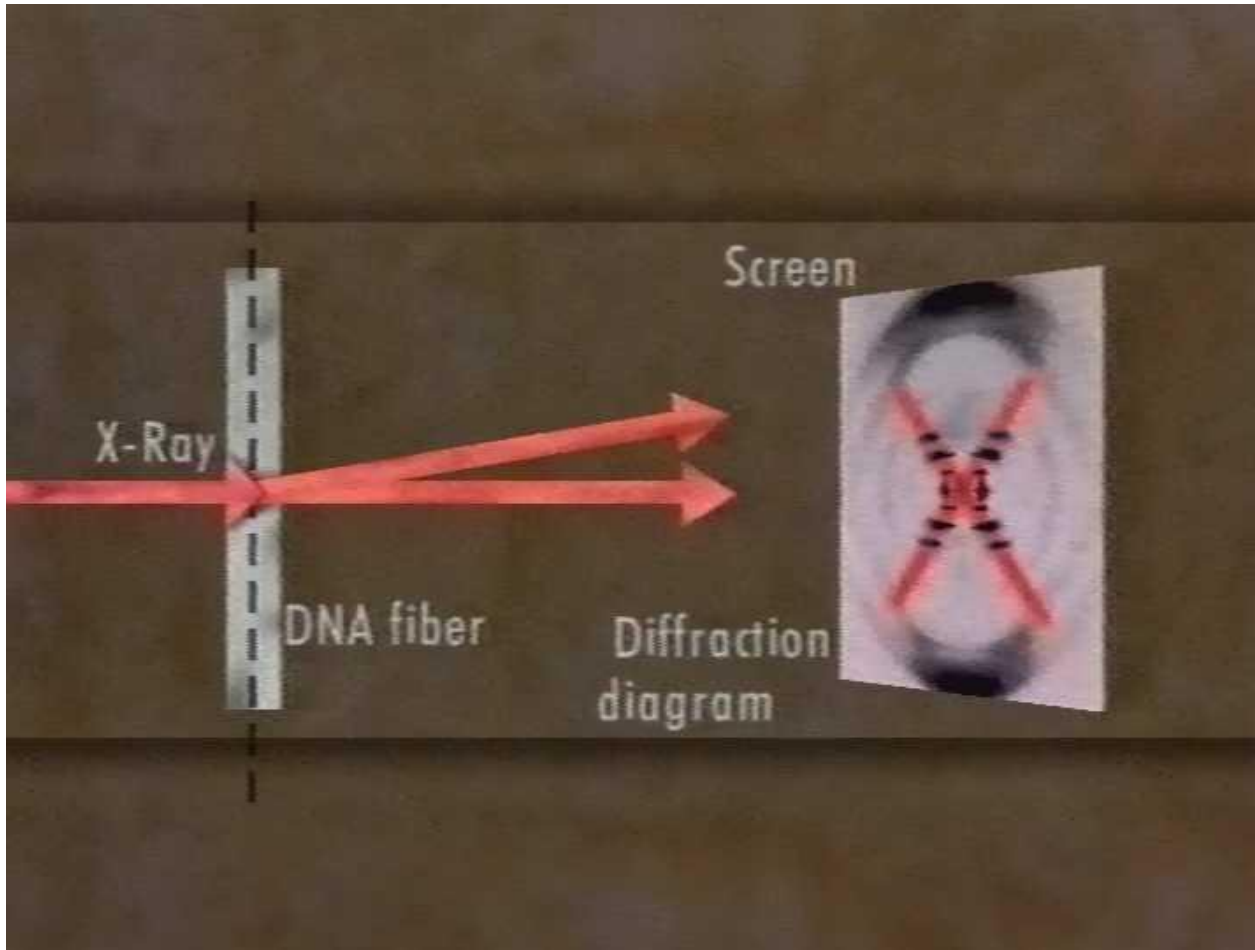
ROSALIND E. FRANKLIN\*  
R. G. GOSLING

Wheatstone Physics Laboratory,  
King's College, London.  
April 2.

\* Now at Birkbeck College Research Laboratories, 21 Torrington Square, London, W.C.1.

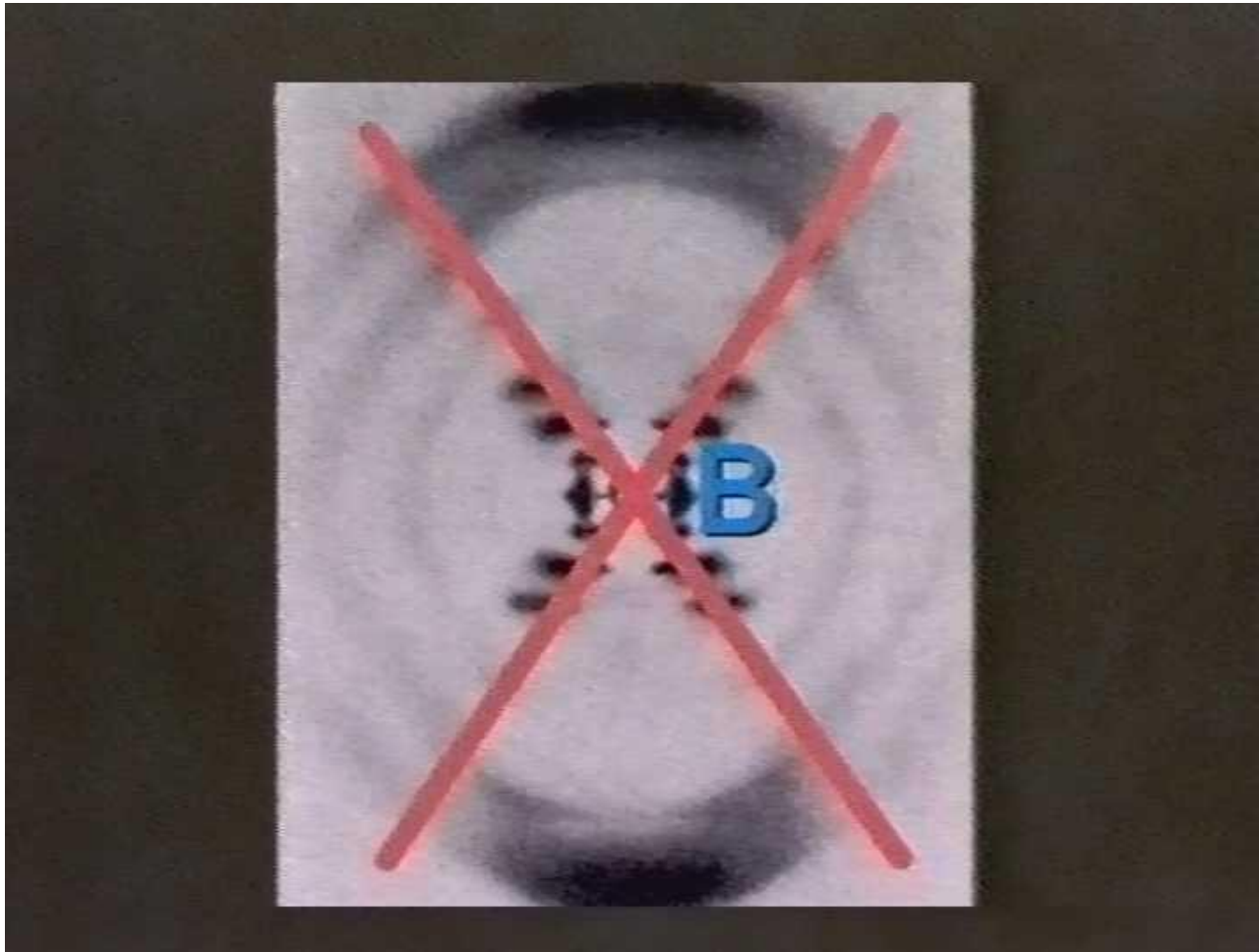


Sodium deoxyribose nucleate from calf thymus. Structure *B*

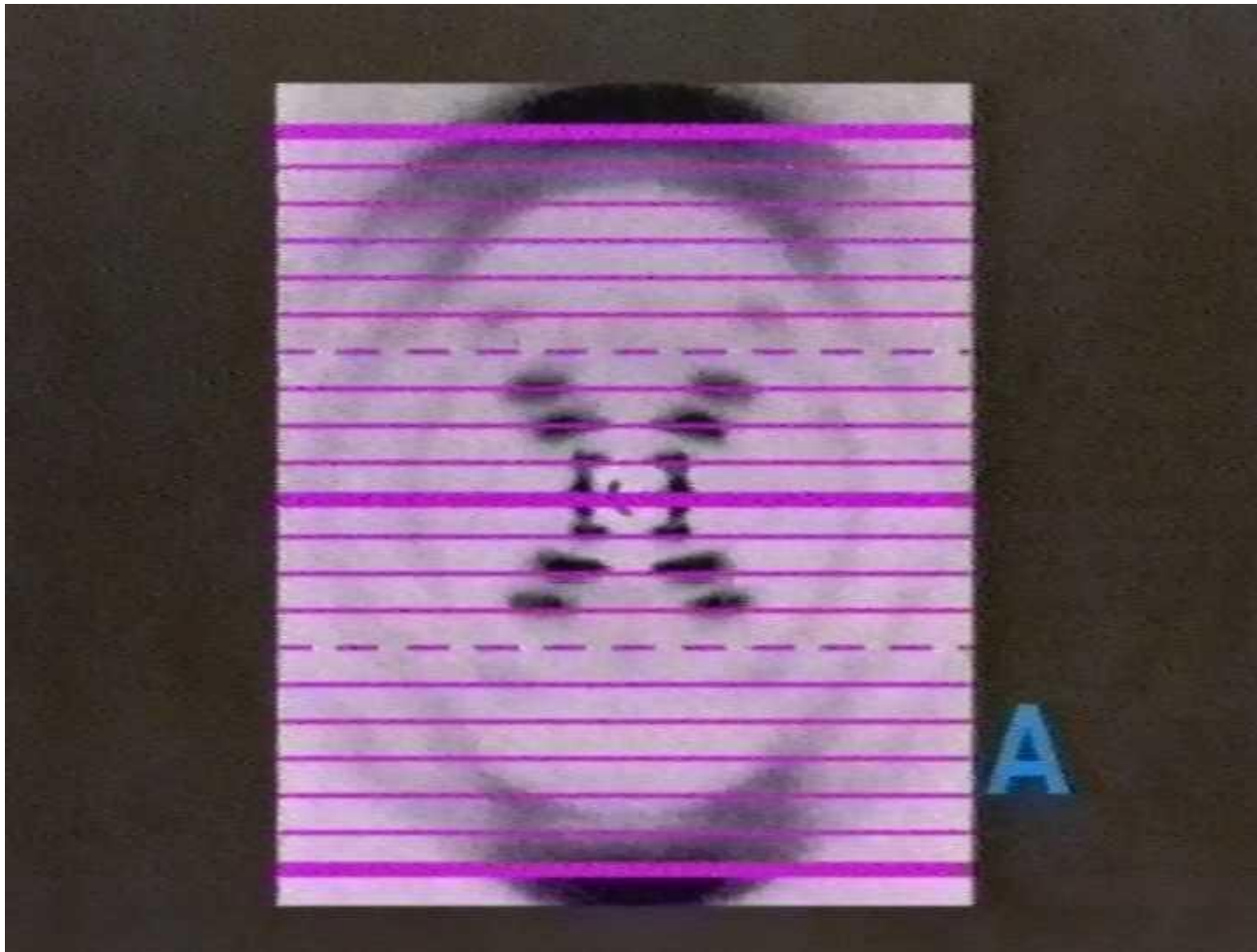


## X-straal diffractie aan B-DNA

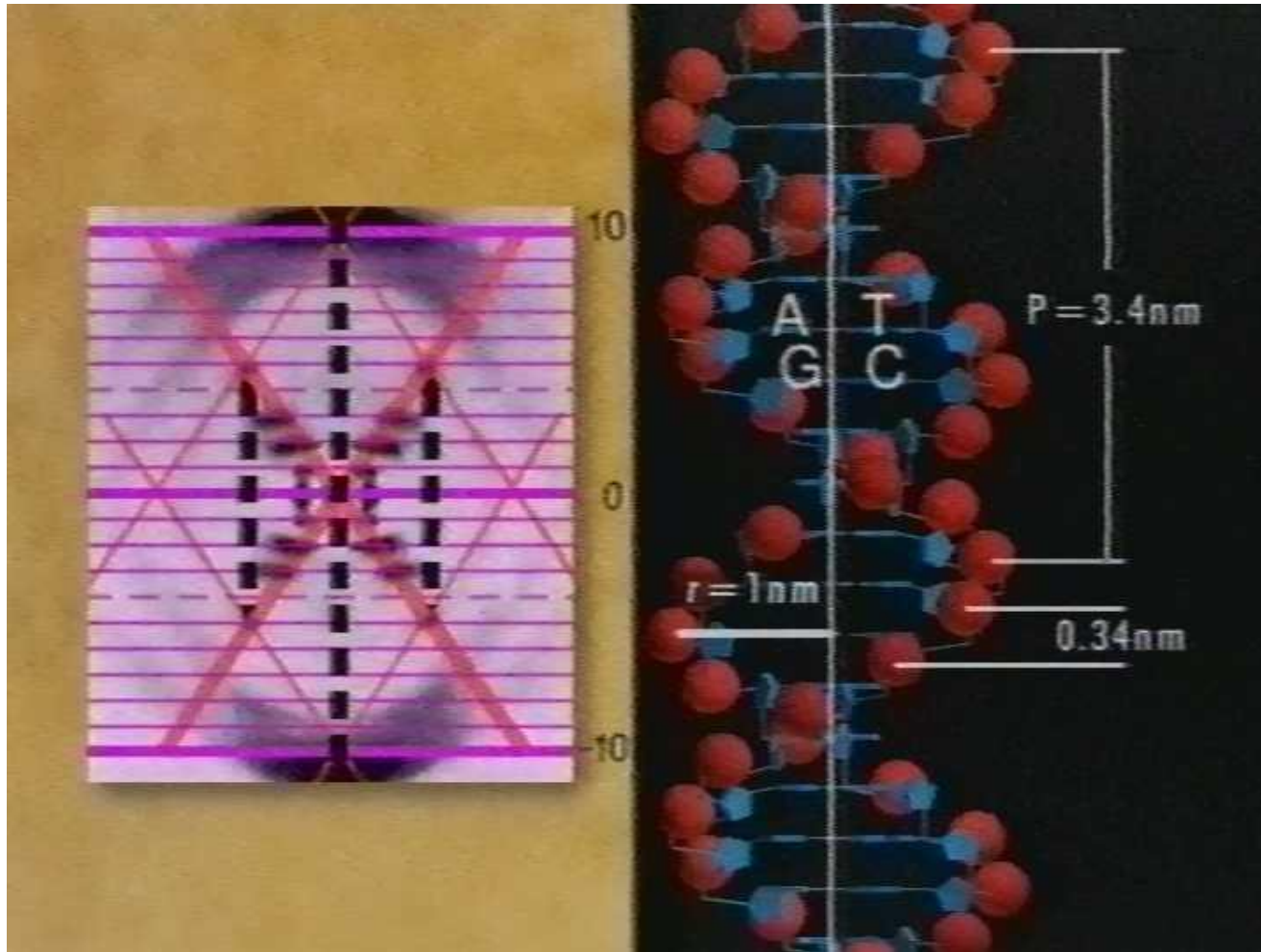




St. Andreas  
kruis

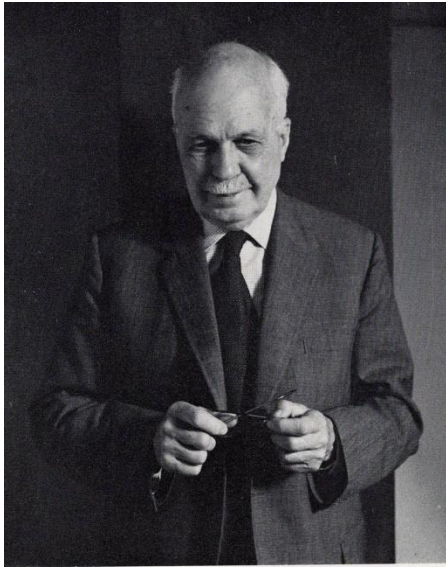


Franjes of  
"Layer lines"



Meer details  
leiden tot de  
dubbele helix

## Optische simulatie van X-straal diffractie

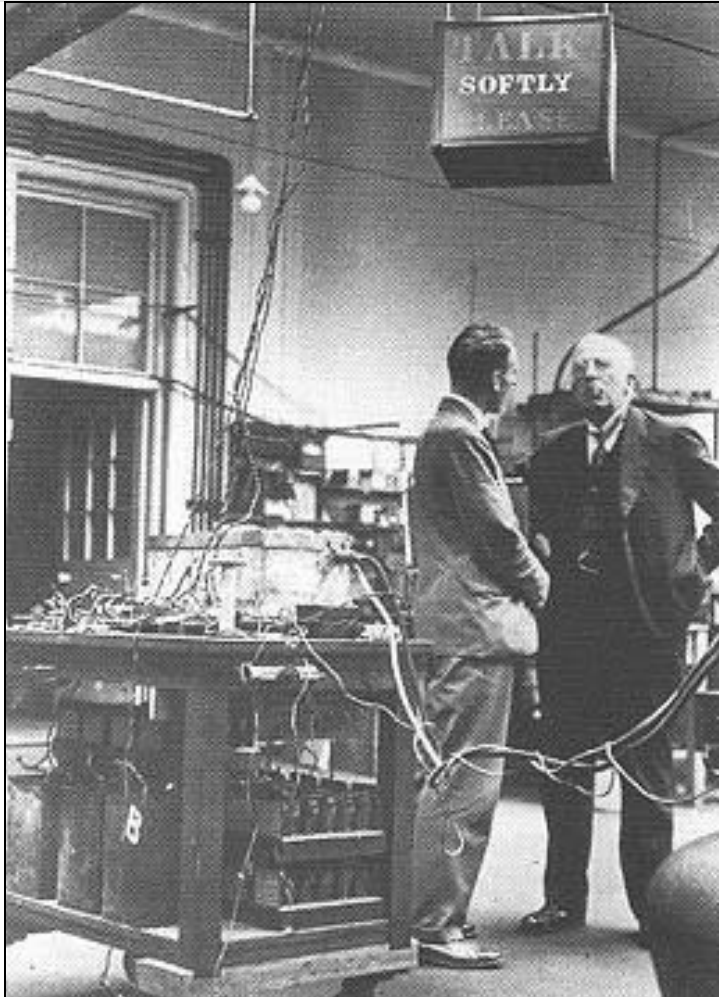


W.L. Bragg

- Veel gebruikte methode bedacht door W.L. Bragg (1890-1971, NP Fysica 1915)
- Werkt met zichtbaar licht (500 nm) in plaats van X-stralen (50 pm)
- Dank zij LASER nu heel eenvoudig te demonstreren
- Stapsgewijze opbouw van complex patroon

W. Lawrence Bragg was directeur van het Cavendish Lab te Cambridge (29 NP) waar in 1953 Watson en Crick werkten

E. Rutherford (1871-1937, NP Chemie 1908) directeur van het oude Cavendish laboratorium (ca. 1920)



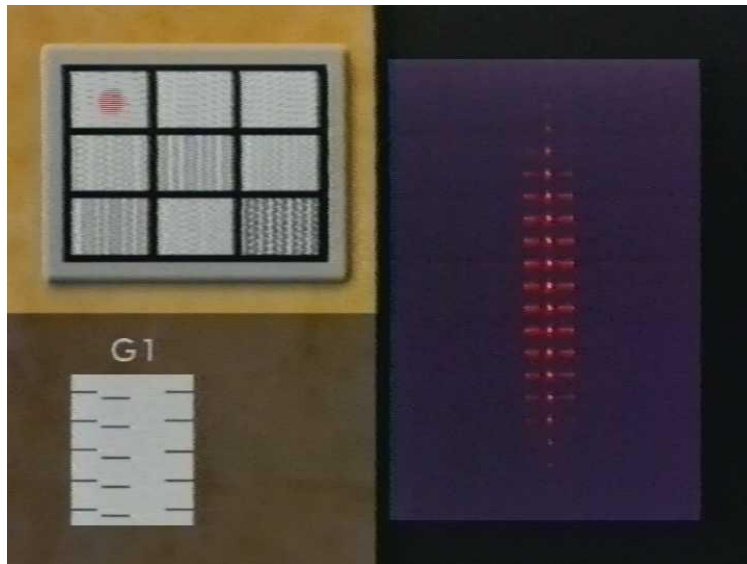
## CAVENDISH LABORATORY

1874-1974

*Established by the Duke of Devonshire and extended by Lord Rayleigh (1908) and Lord Austin (1940), the Cavendish Laboratory housed the Department of Physics from the time of the first Cavendish Professor, James Clerk Maxwell, until its move to new laboratories in West Cambridge*

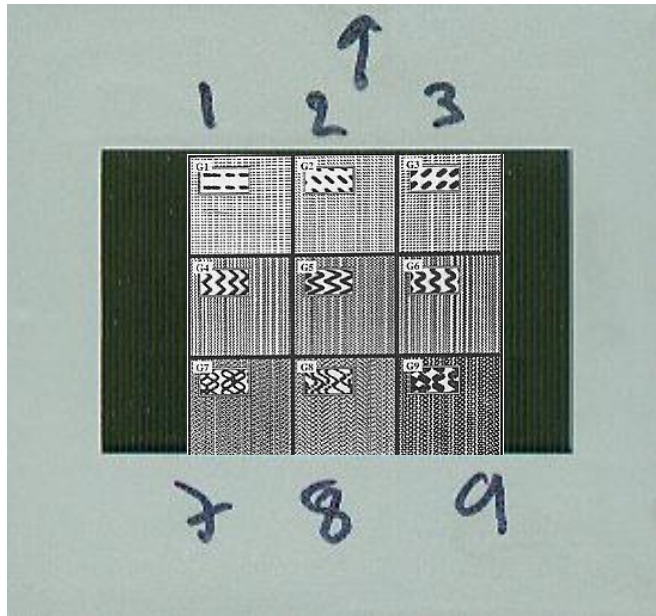
Optische simulatie uit de VHS-video "de la lumière à la vie", Prof. A. LUCAS, FUNDP Namur

Een langere versie (57 min.) van de demonstratie tijdens de voordracht is te vinden op de website: The Vega Science Trust Videos  
<http://www.vega.org.uk/video/programme/80>

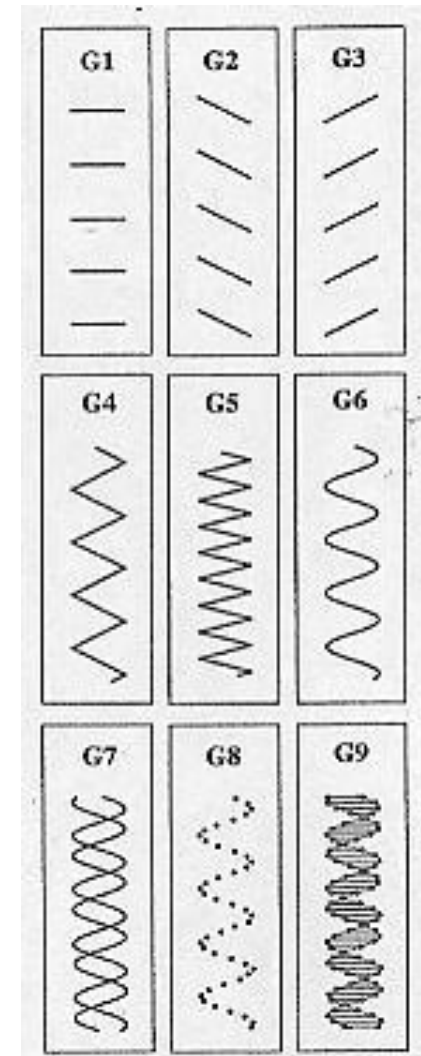


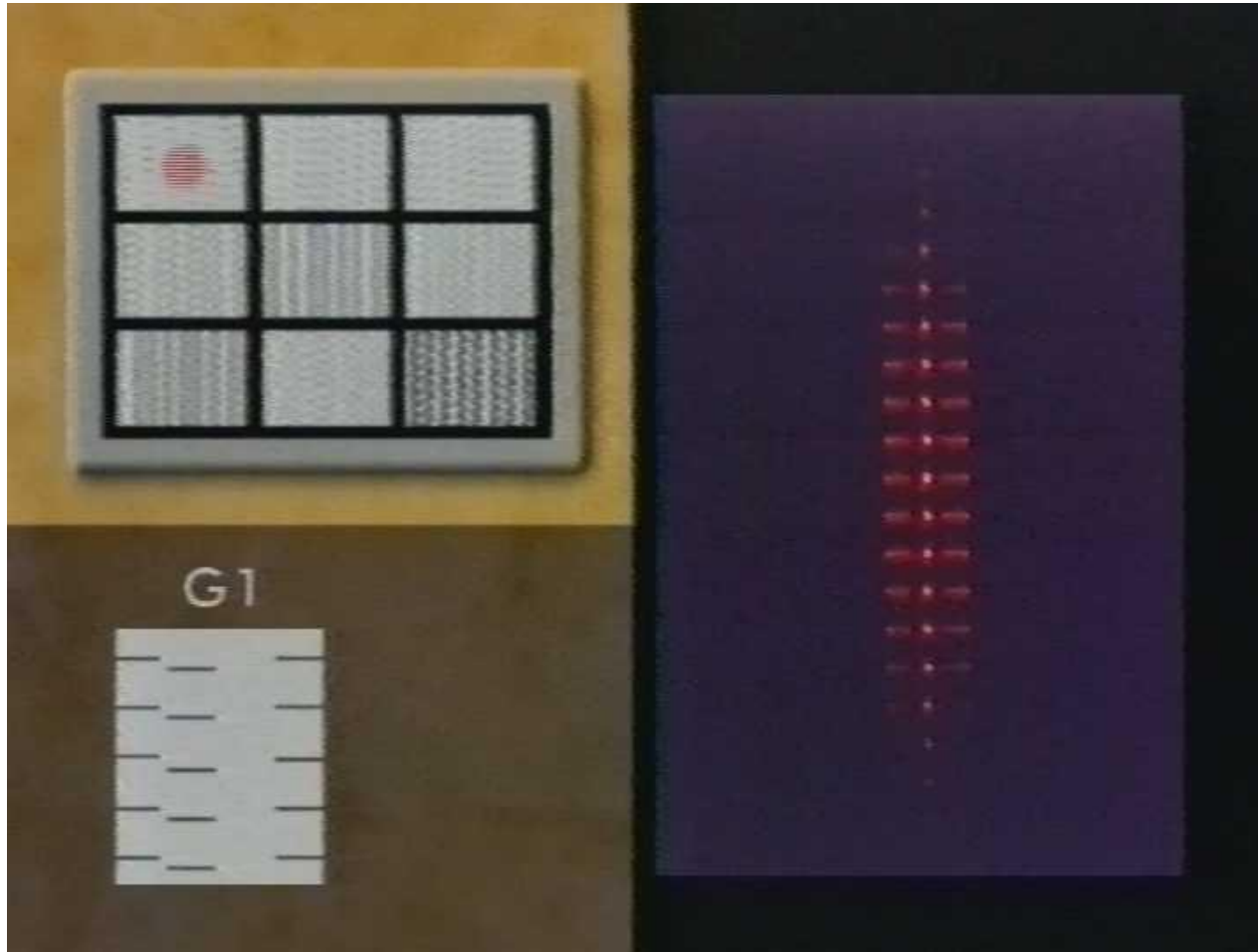
Abstract:

An elegantly simple optical diffraction demonstration with an inexpensive laser pointer is used to show the way in which x-rays can reveal the structure of crystals, and in particular, the double helix structure of DNA.



Dia met 9 zichtbare patronen  
Door belichting met LASER kan  
men complex patroon met diffractie  
en interferentie opbouwen

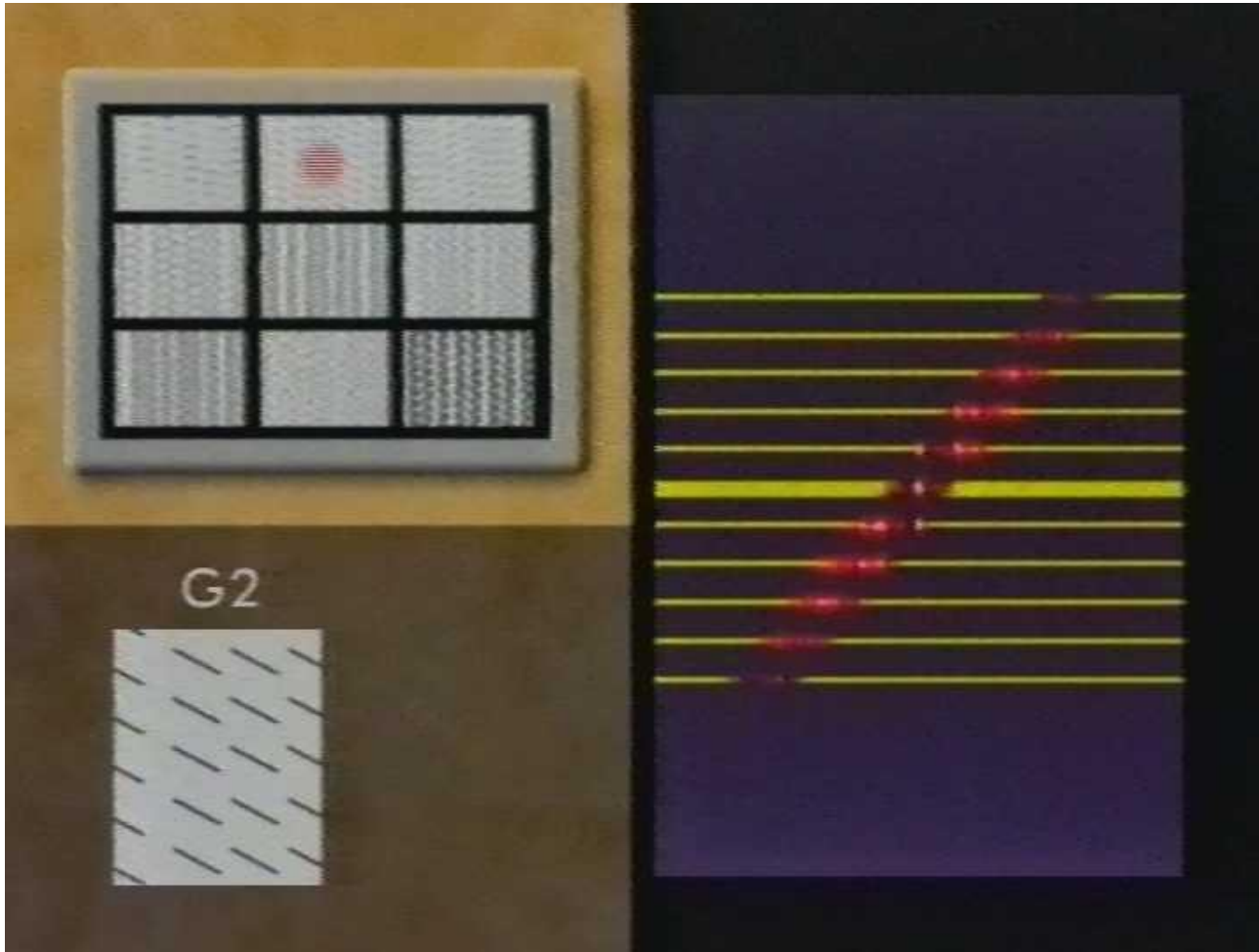




Model G1

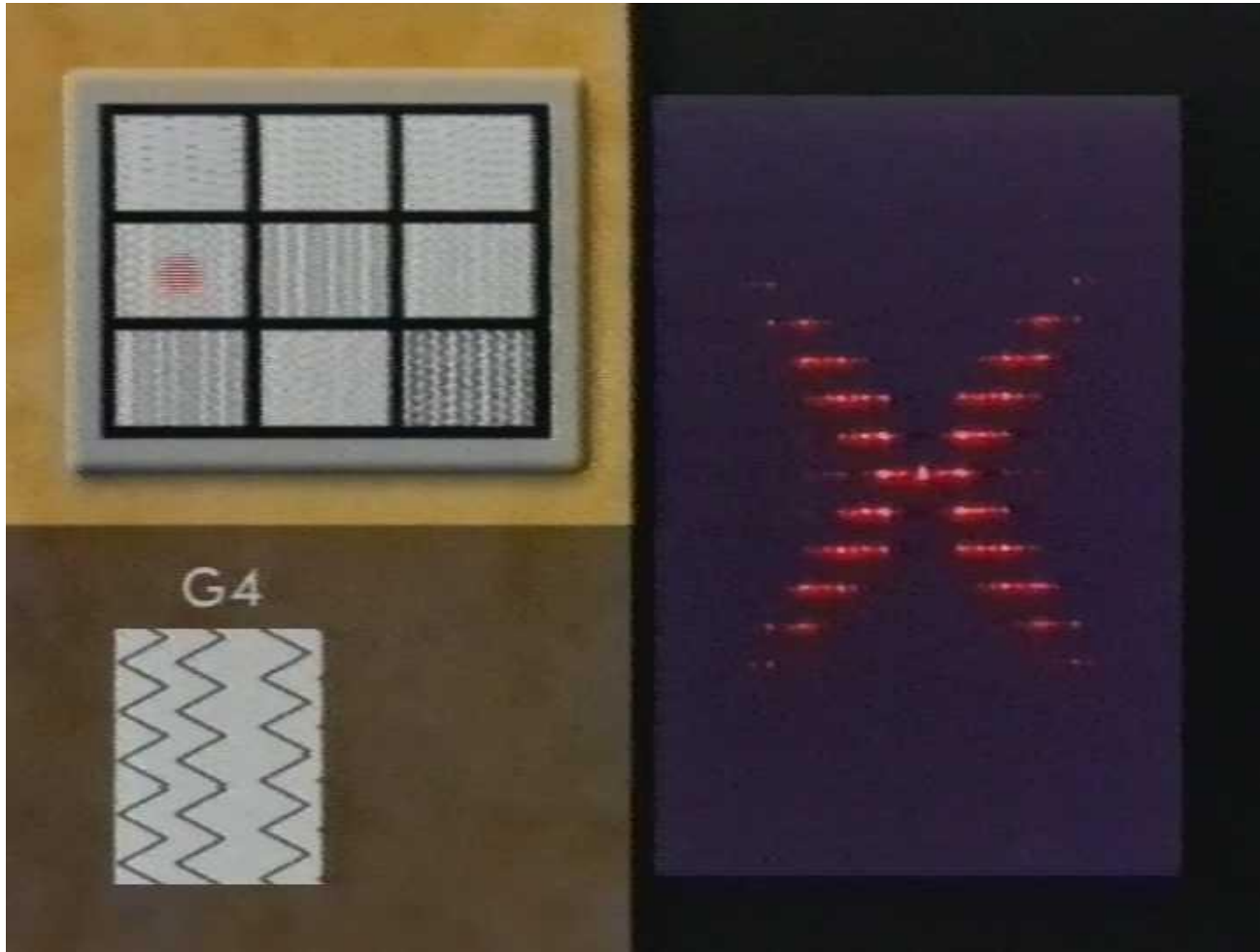
Horizontaal  
diffractie-  
rooster





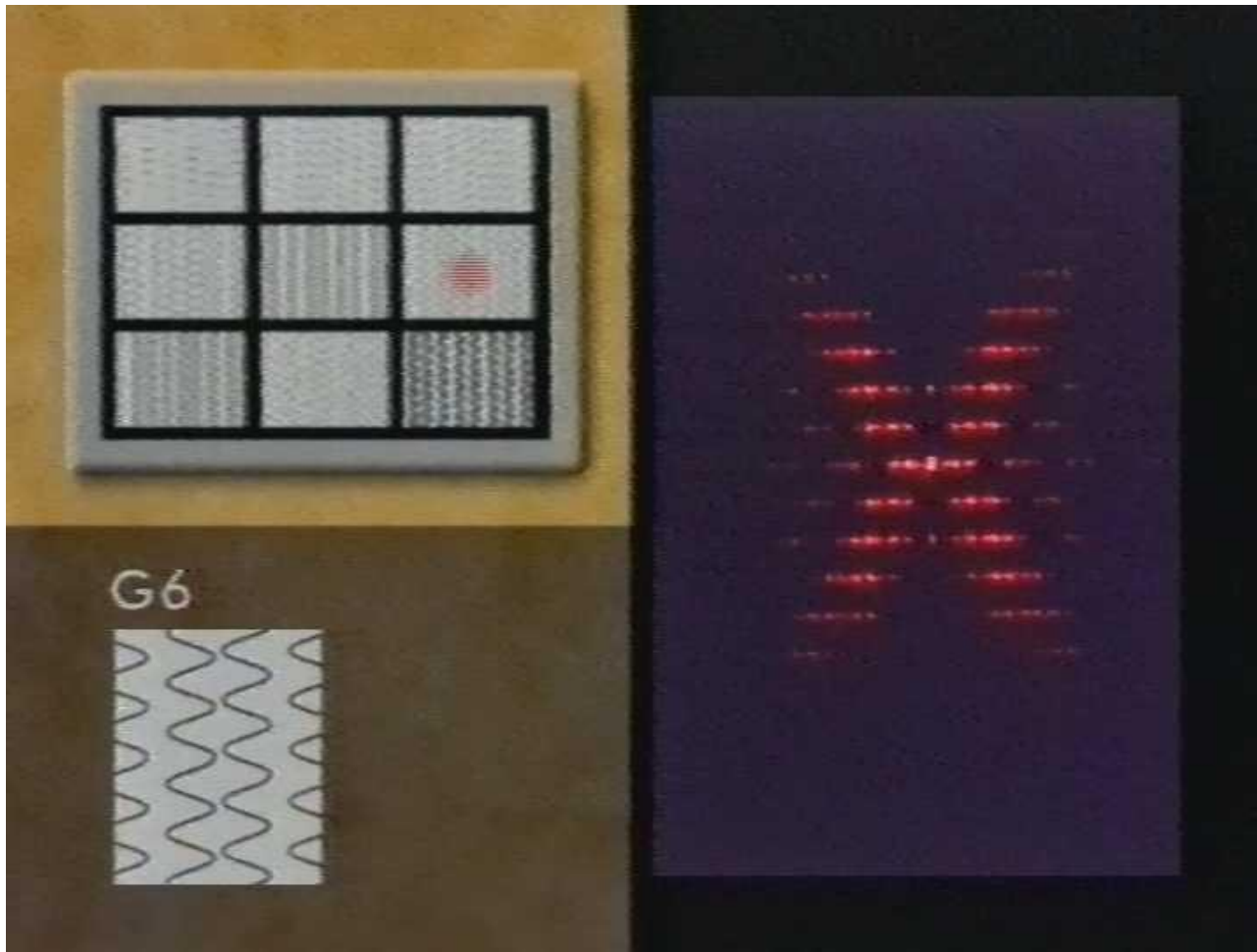
Model G2

Diffractie  
rooster  
schuin geheld  
"zig"



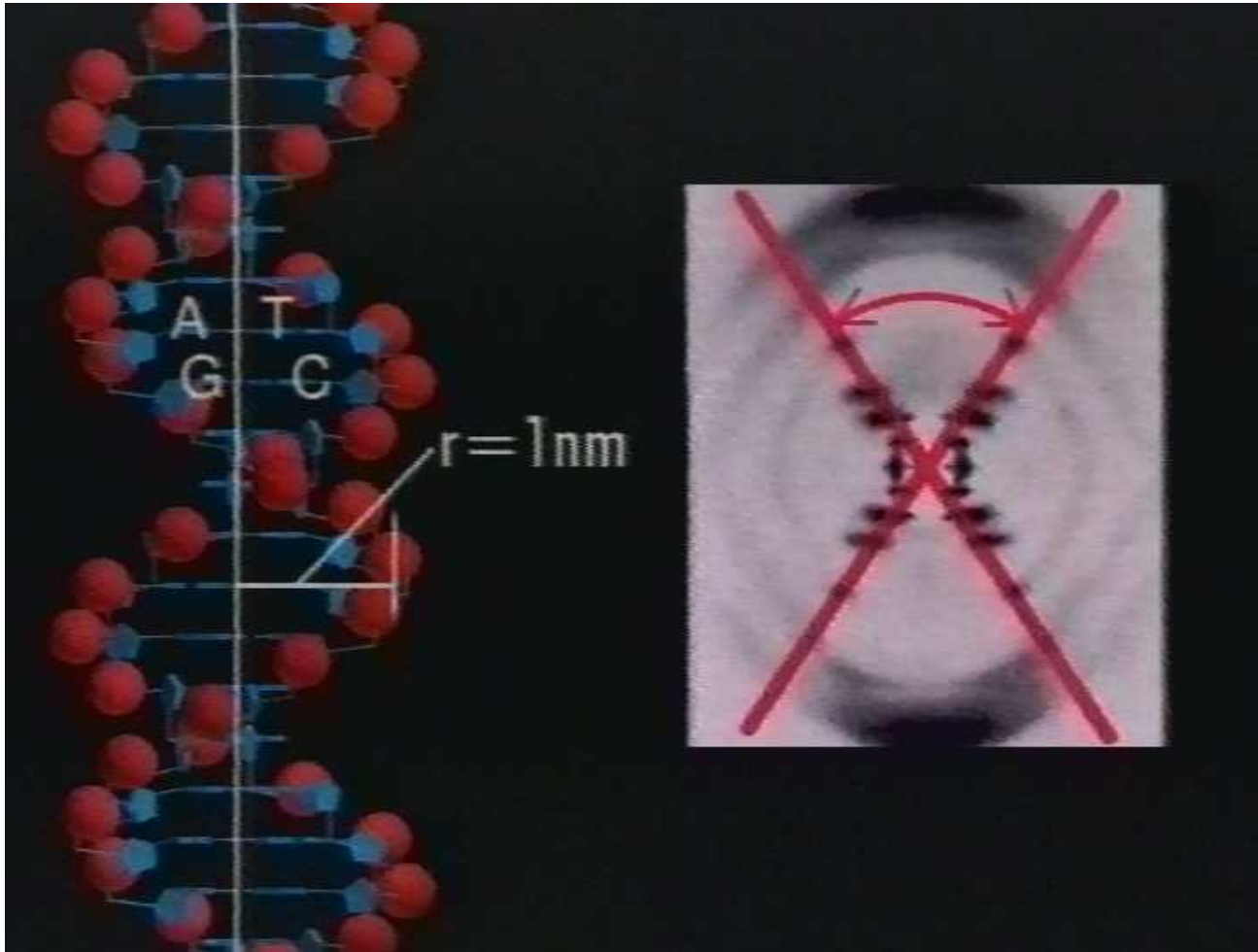
Model G4

"Zig-zag" lijn

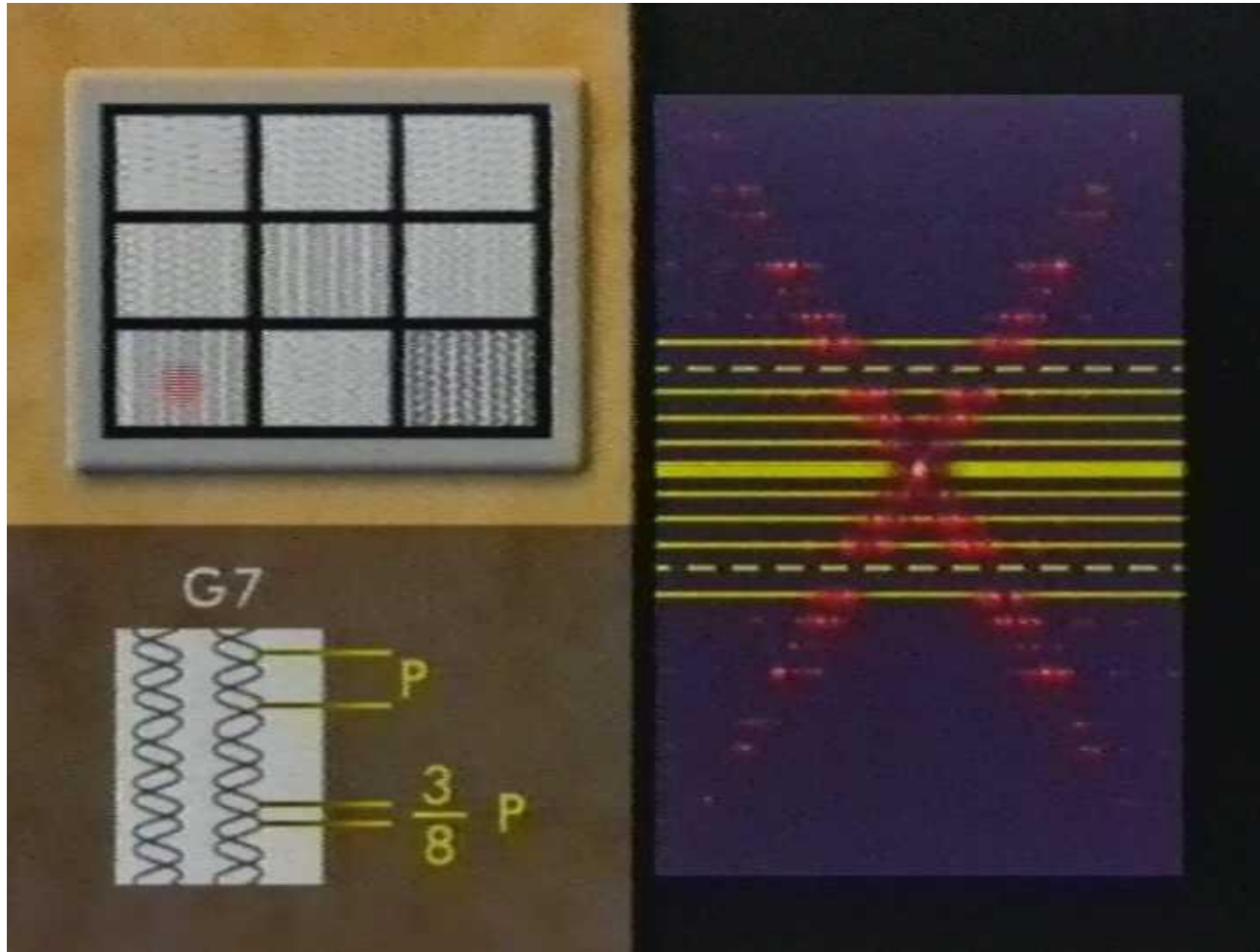


Model G6

Sinusvormige  
lijn



Uit de hoek van  
Andreaskruis  
volgt  $r = 1 \text{ nm}$

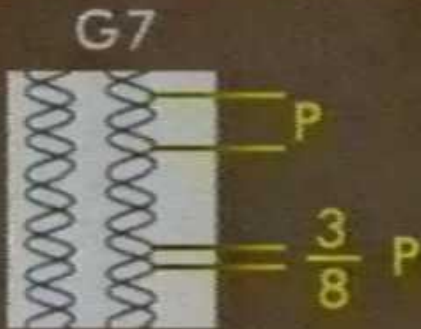
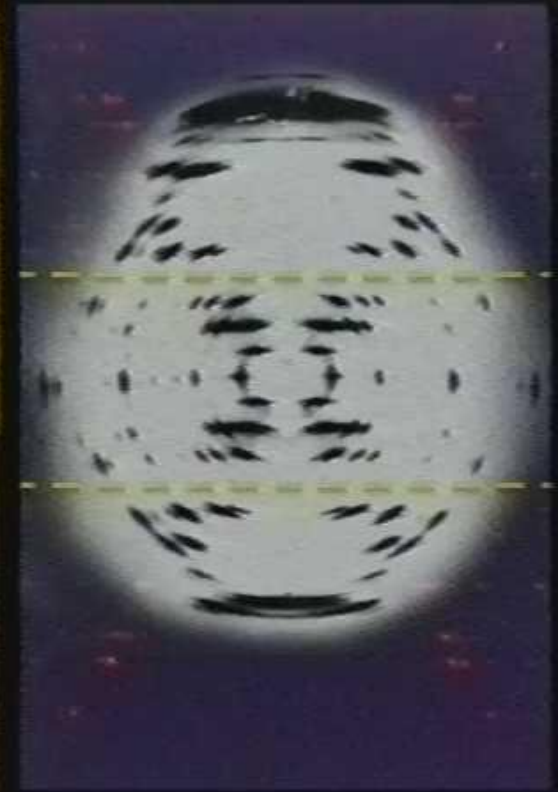
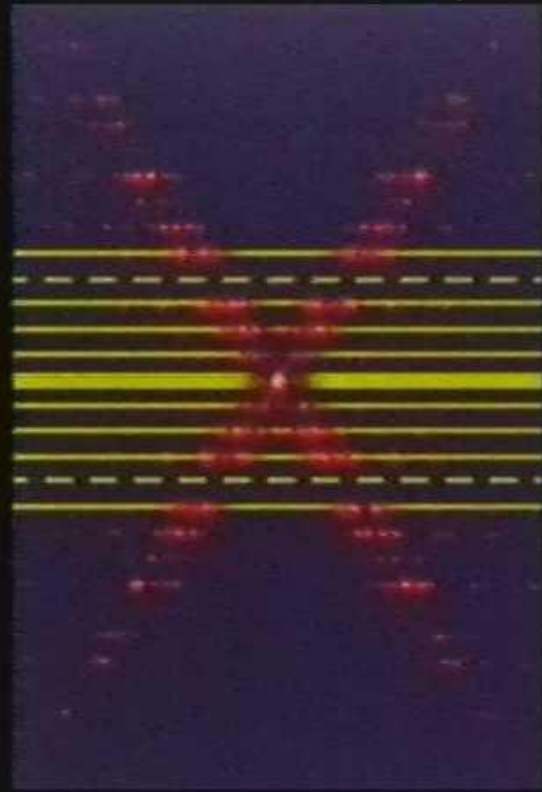
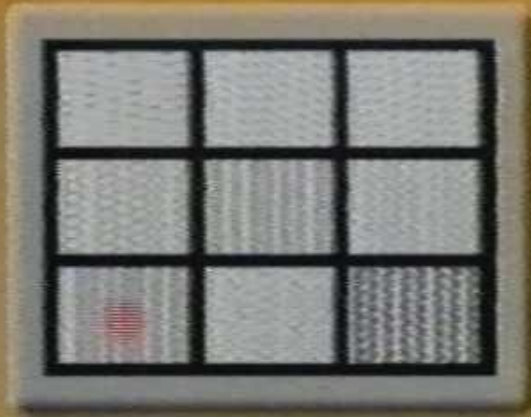


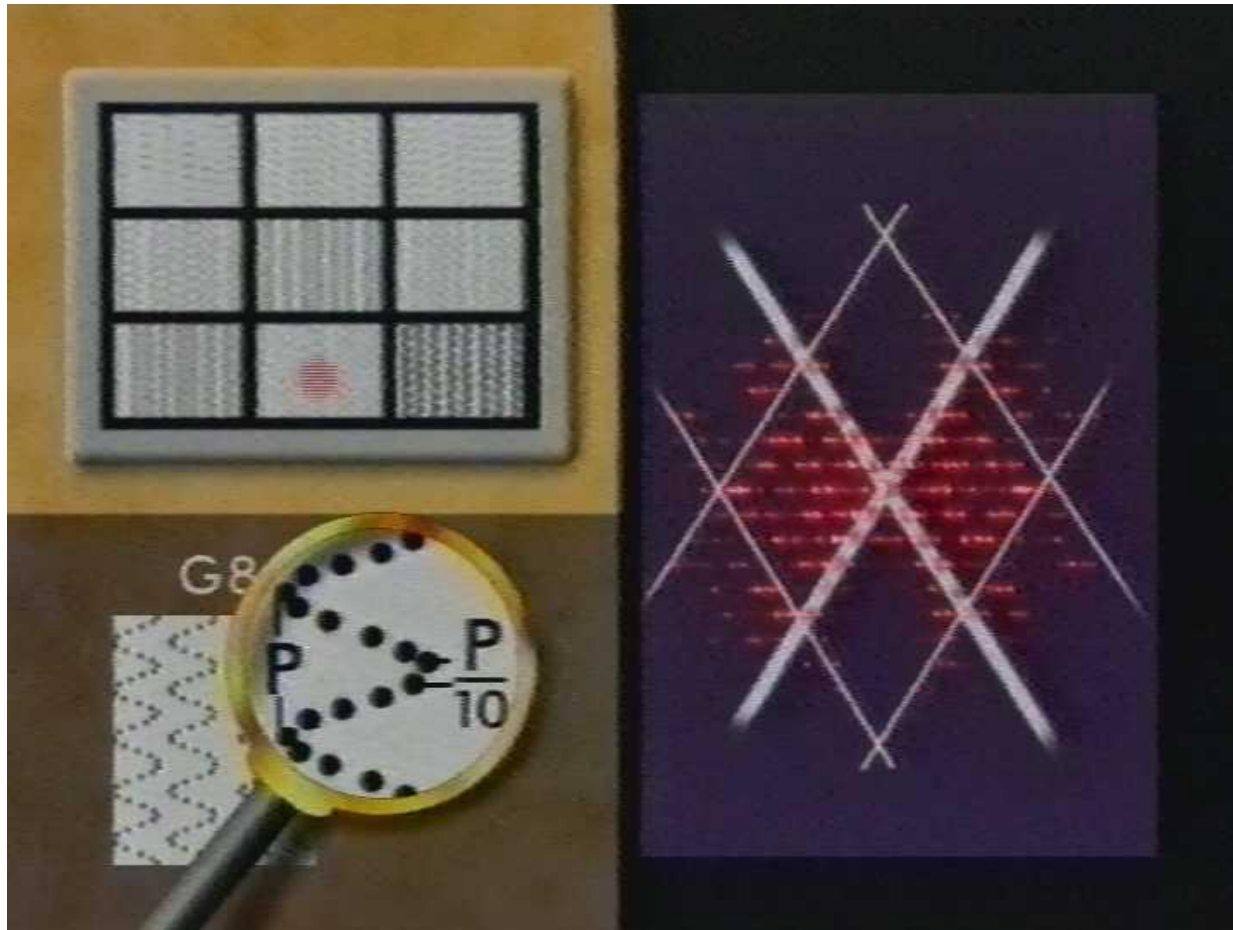
Model G7

Dubbele sinus  
over  $3/8 P$   
verschoven

Optreden van  
destructieve  
interferentie  
bij de 4<sup>de</sup> layer

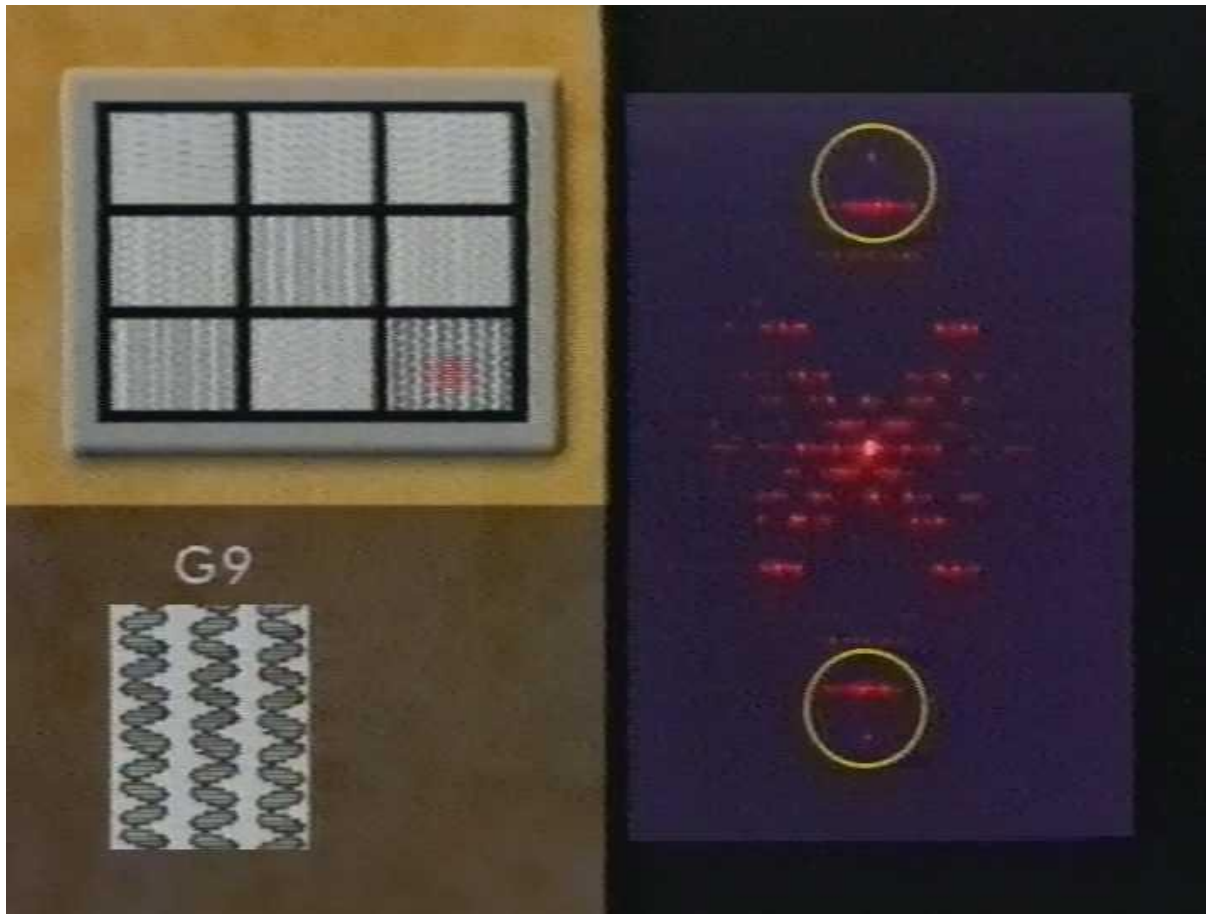
## Vergelijk even





## Model G8

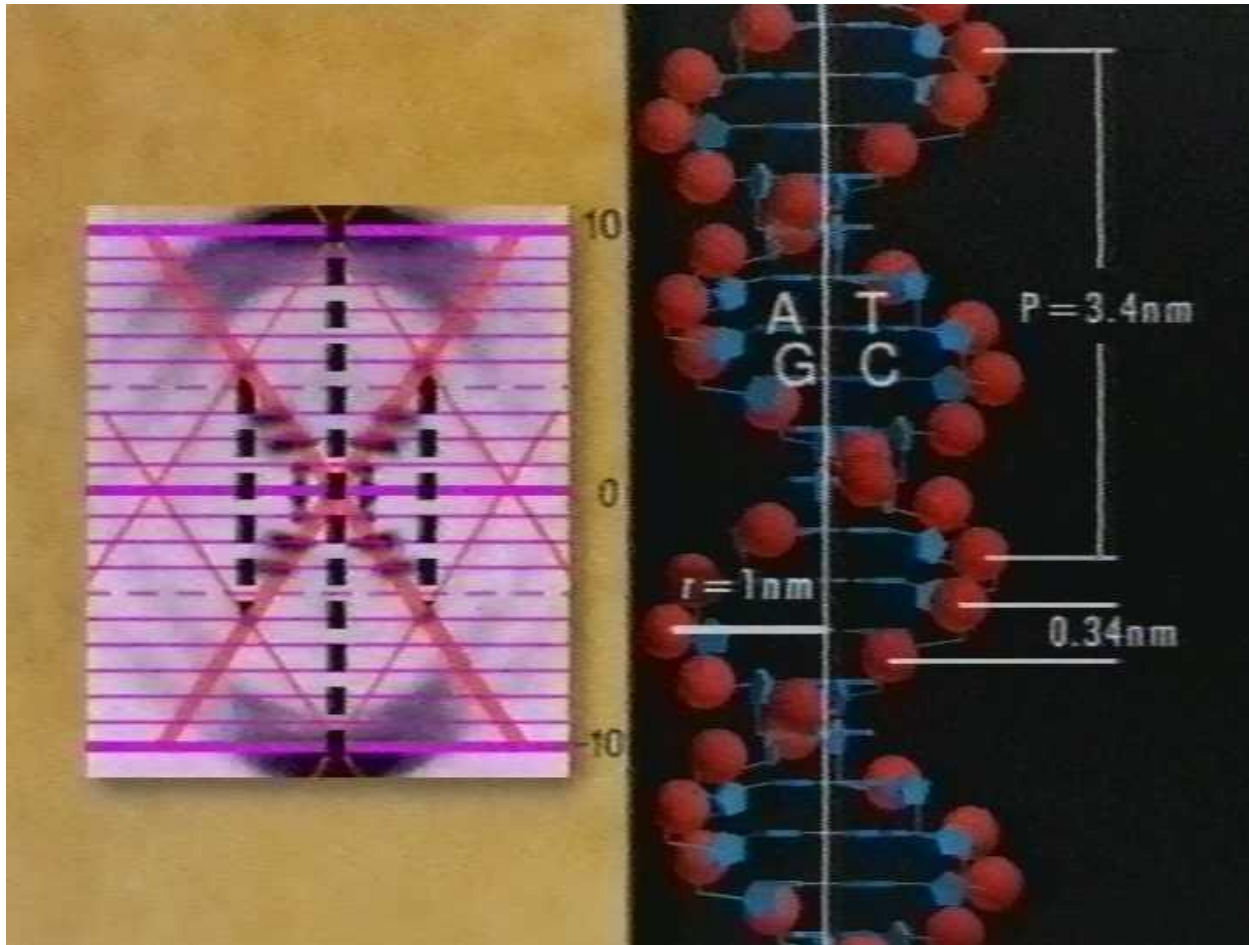
"Gekorreelde"  
sinus met P/10  
punt-afstand

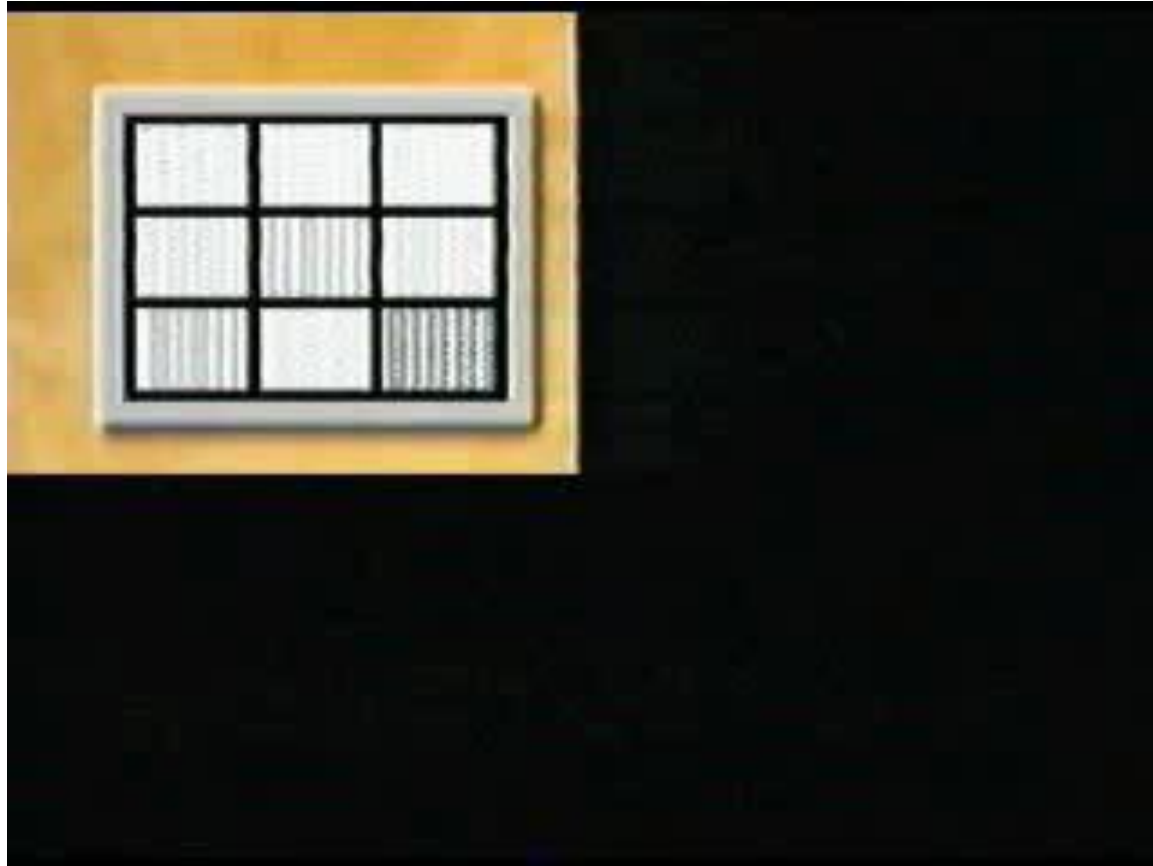


## Model G9

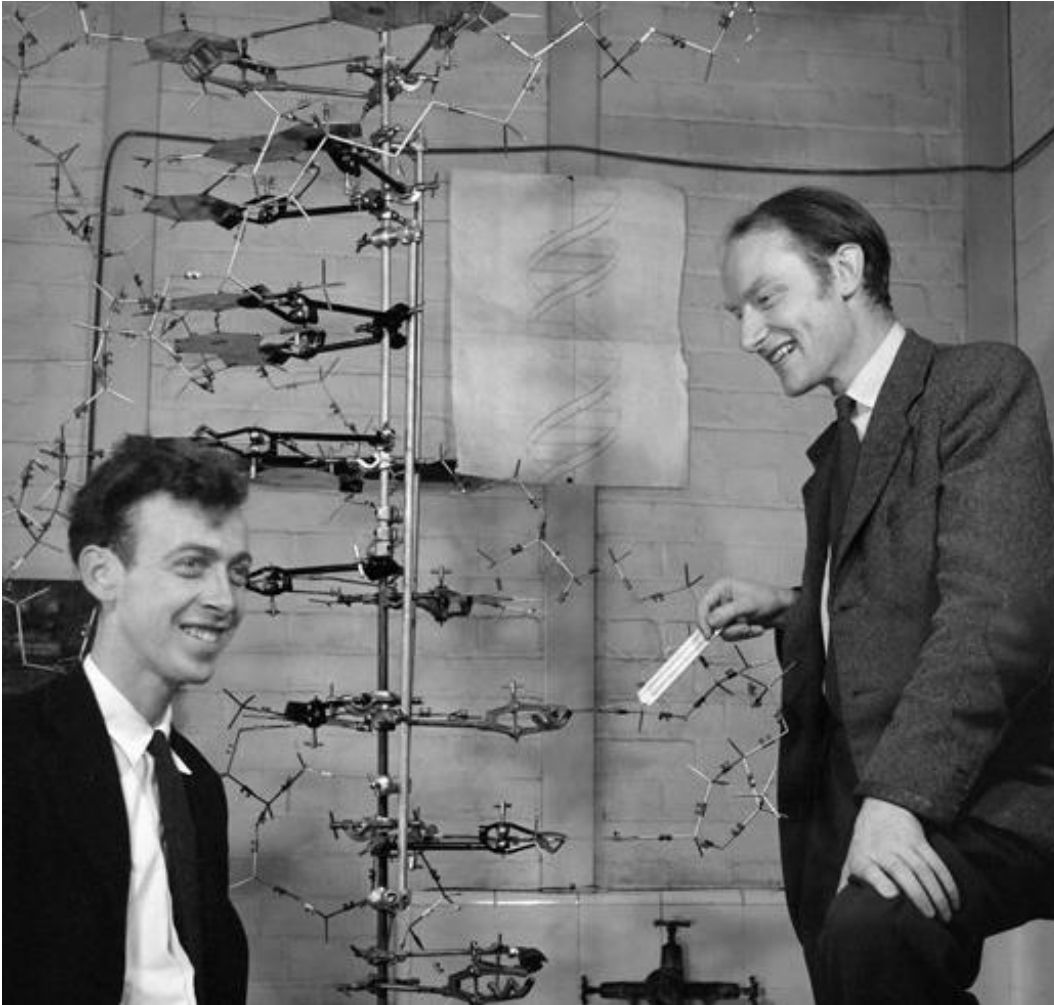
Dubbele  
gekorrelde sinus  
met horizontale  
lijntjes  
toegevoegd:  
de basen ATGC







Optische simulatie uit "de la lumière à la vie", Prof. A. LUCAS, FUNDP Namur



Jim Watson  
(links) en  
Francis Crick  
met het eerste  
DNA model

28 februari 1953



# Nobelprijzen 1962



Vrede (en in 1954 NP Scheikunde)



**Francis Crick**  
(1916-2004)  
Natuurkundige  
(Cambridge, UK)



**Linus Pauling**  
(1901-1994)  
Scheikundige  
(Cal. Tech, USA)



**Jim Watson**  
(1928) Zoöloog  
(Harvard,  
Cambridge, USA)

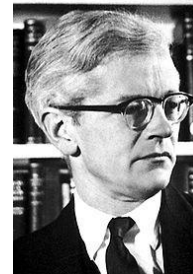
Scheikunde



**Max Perutz**  
(1914-2002)  
Biochemicus  
(Cambridge, UK)



**Maurice Wilkins**  
(1916-2004)  
Natuurkundige  
(London, UK)



**John Kendrew**  
(1917-1997)  
Biochemicus  
(Cambridge, UK)

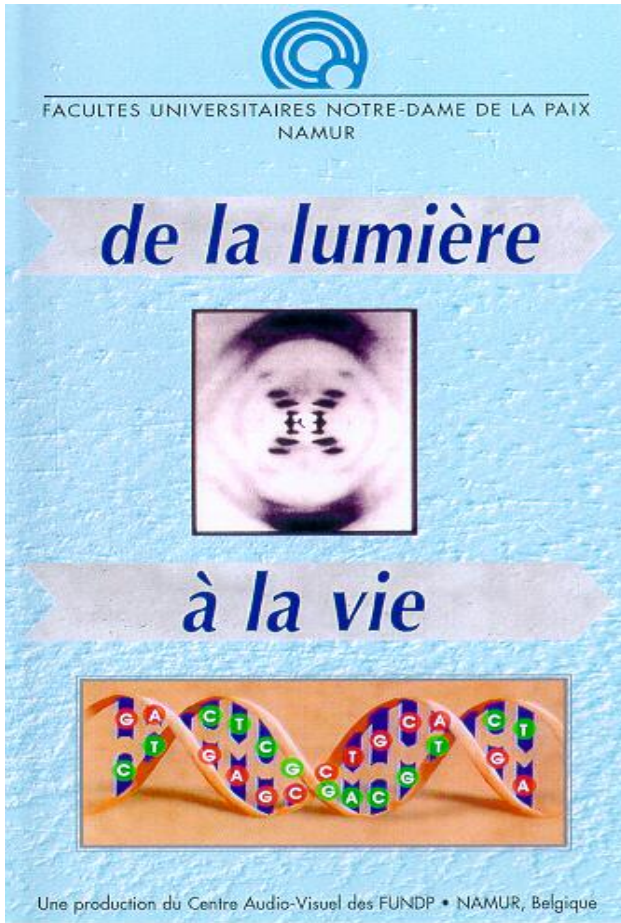


**Maurice Wilkins,  
John Steinbeck,  
John Kendrew,  
Max Perutz,  
Francis Crick and  
Jim Watson**  
na de Nobelprijs  
uitreiking in  
Stockholm in  
december 1962

De ontdekking van DNA in 1953 was de start van de "biologie periode" in de tweede helft van de 20<sup>ste</sup> eeuw na de "fysica periode" (1895 - 1953)

## Referenties

- "Wie was Thomas Young?" Klaas Landsman in Ned. Tijdschr. Natuurkunde, feb. 2003 40-44
- Rosalind Franklin. Dark Lady of DNA, Brenda Maddox, ISBN 0-00-257149-8 (2002)
- "The double helix" door James D. Watson, SBN 297 76042 4, Weidenfeld and Nicolson, London (1968)
- Time Magazine, 3 maart 2003
- De Standaard, Wetenschapsbladzijden, vrijdag 28 februari 2003
- Revealing the Backbone Structure of B-DNA from Laser Optical Simulations of its X-ray Diffraction Diagram, A. Lucas et al., Journal of Chem. Education, vol. 76 No. 3 March 1999



Video  
Prof. A. LUCAS (FUNDP)  
[www.vega.org.uk](http://www.vega.org.uk)

Link naar Young experiment:  
<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/>