

$\nabla \cdot \vec{E} = \rho$ "De bron van veld"
Dan bereken je het veld



statisch veld



Zwaartekracht bestaat niet

Vincent Icke
Sterrewacht Leiden

2^e 1^e c) vrij
2^e heeft kom van $\frac{365-1}{365}$ an
3^e - - - $\frac{365-2}{365}$ -

$$= (1 - \frac{1}{365}) \times (1 - \frac{2}{365})$$
$$= 1 - \frac{(N-1)(N-2)}{730}$$

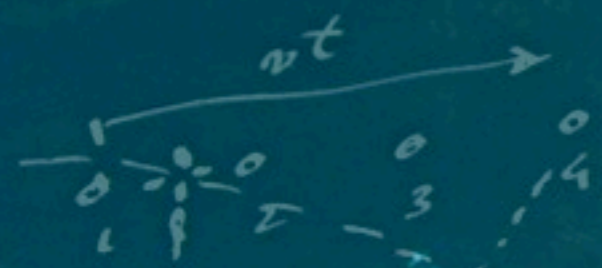
$P \approx 0.5$ als $N \approx \sqrt{365}$

$$\frac{1}{365} = 0.00274$$

Hej, aardling!

- ◆ Wat weet je over het Heelal?
- ◆ En een beetje vlug, ja?

$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho$ "De veld..."
Dan breeft + rotatie!
statisch veld



dynamisch veld
 $\vec{E} + \text{rot}(\vec{A})$
 $\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \propto \vec{\nabla} \times \vec{B}$
 \vec{j} stroom

$2 \rightarrow 1^e$ of 11^e
 $2 \rightarrow 2^e$ heeft kom van $\frac{365-1}{365}$ an
 3^e - - - $\frac{365-2}{365}$ -

$$P(N) = 365^{-(N-1)} \times (365 - (N-1))$$
$$= (1 - \frac{1}{365}) \times (1 - \frac{2}{365})$$
$$\approx 1 - (\frac{1}{365} + \frac{2}{365})$$
$$= 1 - \frac{(N-1)(N-2)}{730}$$

$P \approx 0.5$ als $N \approx \sqrt{365}$

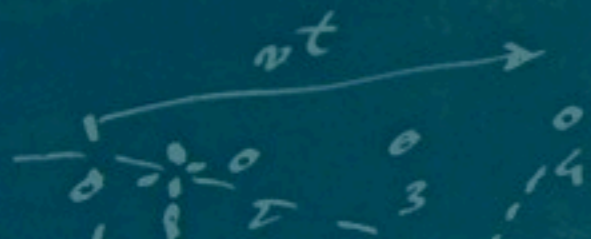
$$\frac{1}{365} = 0.00274$$



Hoi, reiziger!

- ◆ Het Heelal is gebouwd uit...
- ◆ ...deeltjes...
- ◆ ...en ruimte-tijd

$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho$ "De bron van
Dan breeft + reme darte!
statisch veld



dynamisch
 $\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}$
 $\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \propto \vec{\nabla} \times \vec{B}$
+ \vec{j} stroom

2^e 1^e 01 mij
2^e 2^e heeft kom van $\frac{365-1}{365}$ an
3^e - - - $\frac{365-2}{365}$ -

$$= (1 - \frac{1}{365}) \times (1 - \frac{2}{365})$$
$$\approx 1 - (\frac{1}{365} + \frac{2}{365})$$
$$= 1 - \frac{(N-1)(N-2)}{730}$$

$P \approx 0.5$ als $N \approx \sqrt{365}$

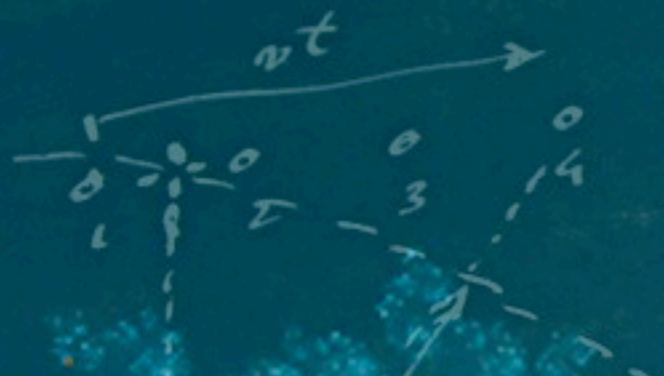
$$\frac{1}{365} = 0.00274$$



Deeltjes

- ◆ Quanta
- ◆ Wisselwerking

$\nabla \cdot \vec{E} = \rho$ "De bron van \vec{E} "
Dan breeft \vec{E} + retardatie!
statisch veld



dynamisch veld
 $\vec{E} + \text{rot}(\vec{A})$

$$\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \propto \nabla \times \vec{B} + \vec{j} \text{ stroom}$$



$2 \rightarrow 1^e$ of mij
 $2 \rightarrow 2^e$ heeft kans van $\frac{365-1}{365}$ om
 3^e - - - - $\frac{365-2}{365}$

$$P(n) = \frac{365-1}{365} \times \frac{365-2}{365} \times \dots \times (365-n+1) \times (365-n)$$

$$\approx 1 - \left(\frac{1}{365} + \frac{2}{365} + \dots \right)$$

$$= 1 - \frac{(N-1)(N-2)}{730}$$

$$P \approx 0.5 \text{ als } N \approx \sqrt{365}$$

$$\frac{1}{365} = 0.00274$$

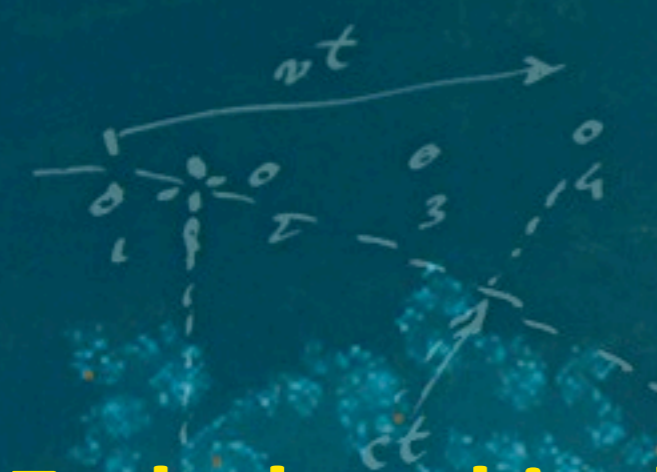
Opmerkzaamheid

- ◆ Zo bekend is dit...
- ◆ ...dat het bijna niemand opvalt

$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho$ "De bron van
Dan breefij + romm darte!



statisch veld



dynamisch veld

$$\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}$$

$$\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \propto \vec{\nabla} \times \vec{B}$$

+ \vec{y} stroom

2^e 1^e 01 mij
2^e 2^e heeft kamervan $\frac{365-1}{365}$ an
3^e - - - $\frac{365-2}{365}$ -

$$P(N) = \frac{1}{365} \times (365-1) \times (365-2) \times \dots \times (365-N+1)$$

$$= (1 - \frac{1}{365}) \times (1 - \frac{2}{365}) \times \dots$$

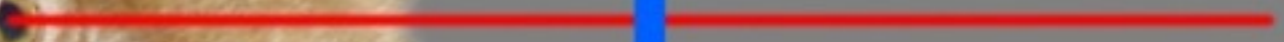
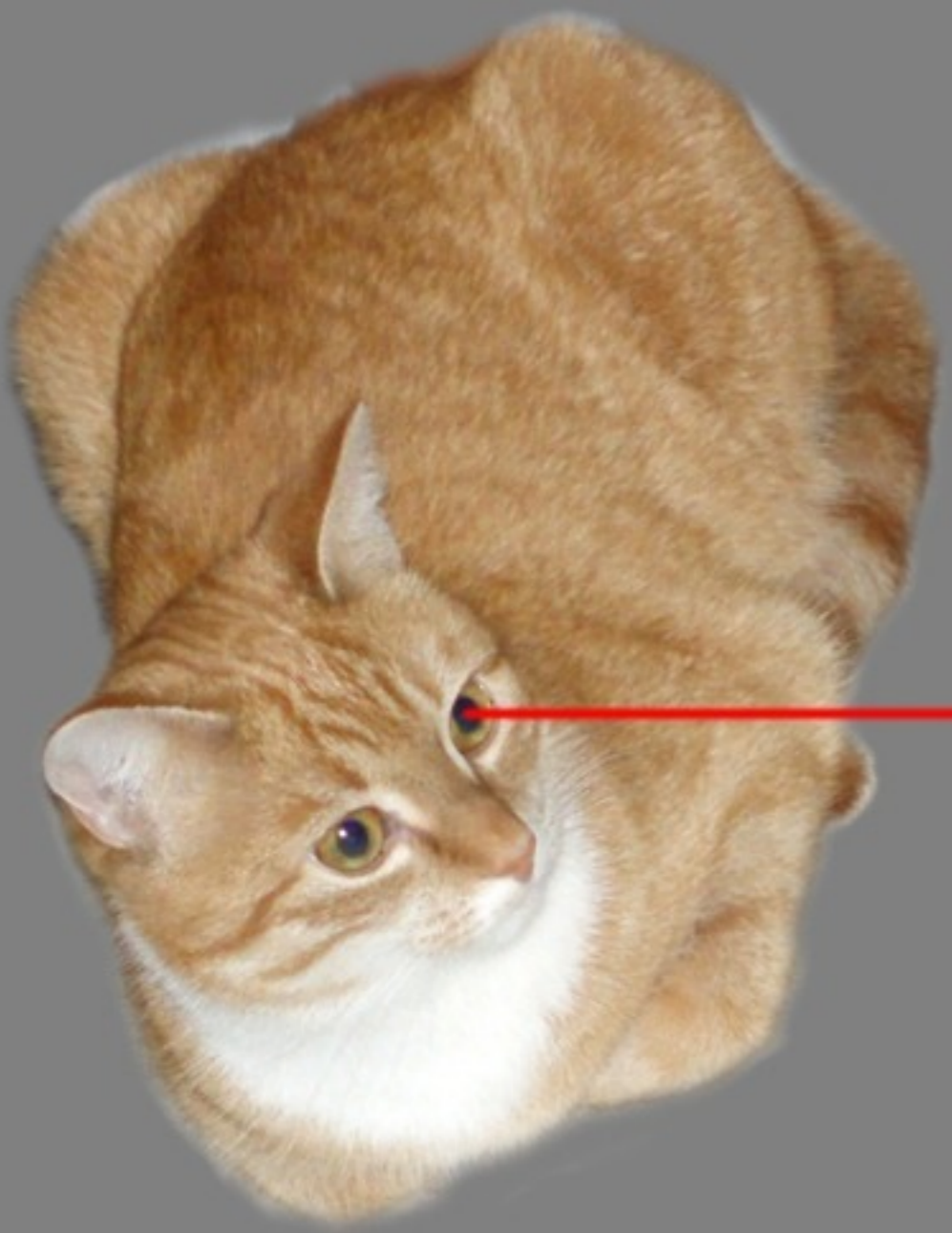
$$\approx 1 - (\frac{1}{365} + \frac{2}{365} + \dots)$$

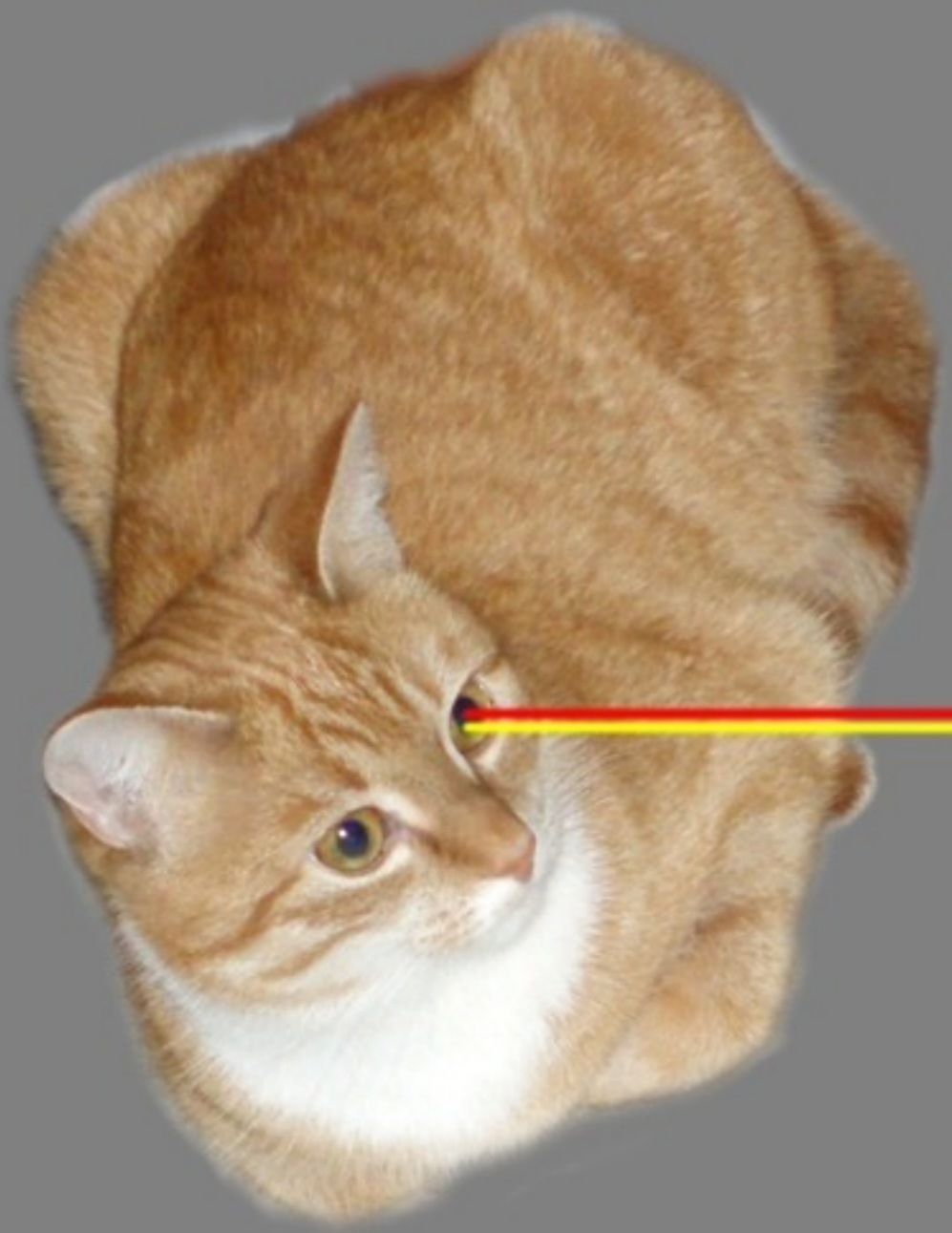
$$= 1 - \frac{(N-1)(N-2)}{730}$$

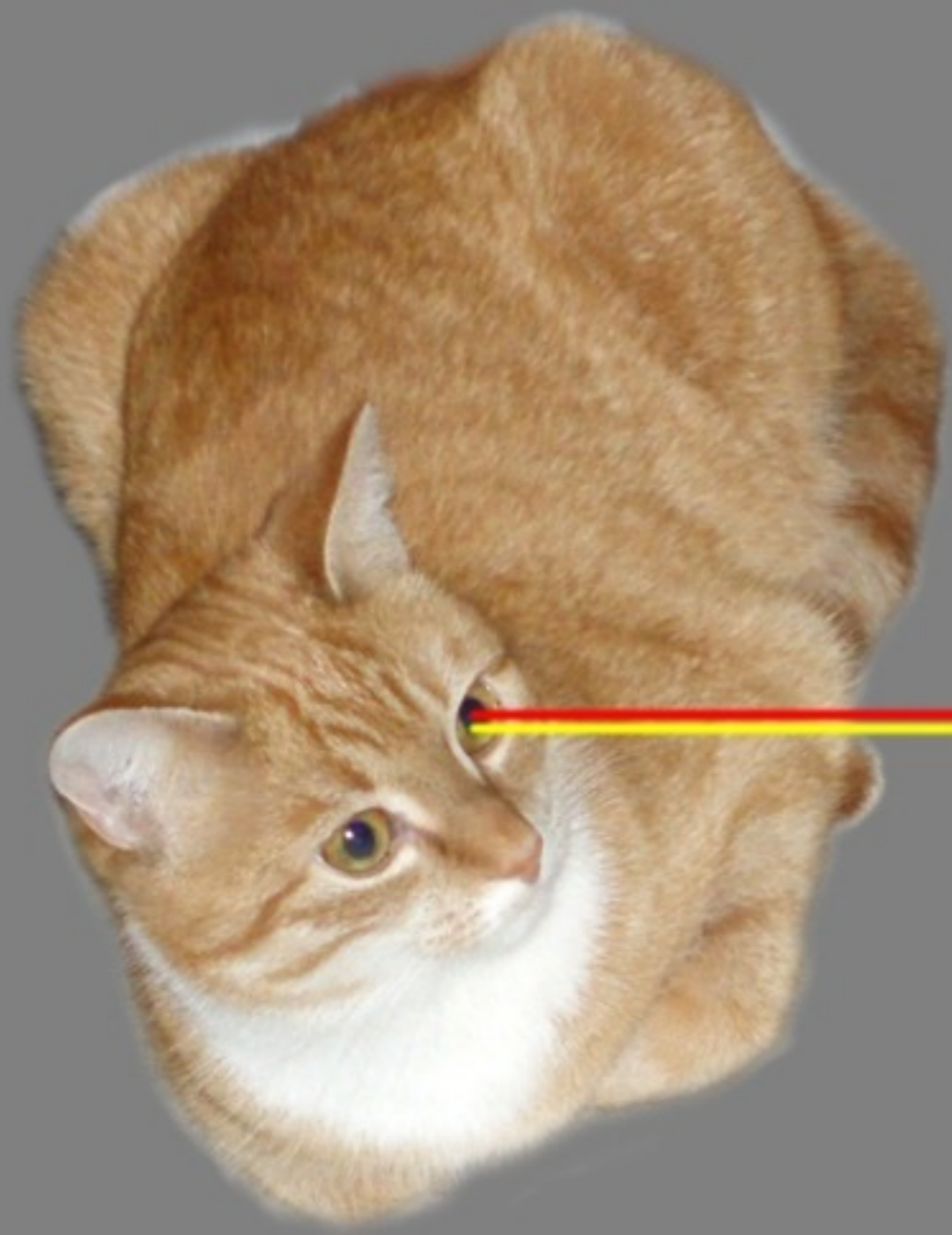
$$P \approx 0.5 \text{ als } N \approx \sqrt{365}$$

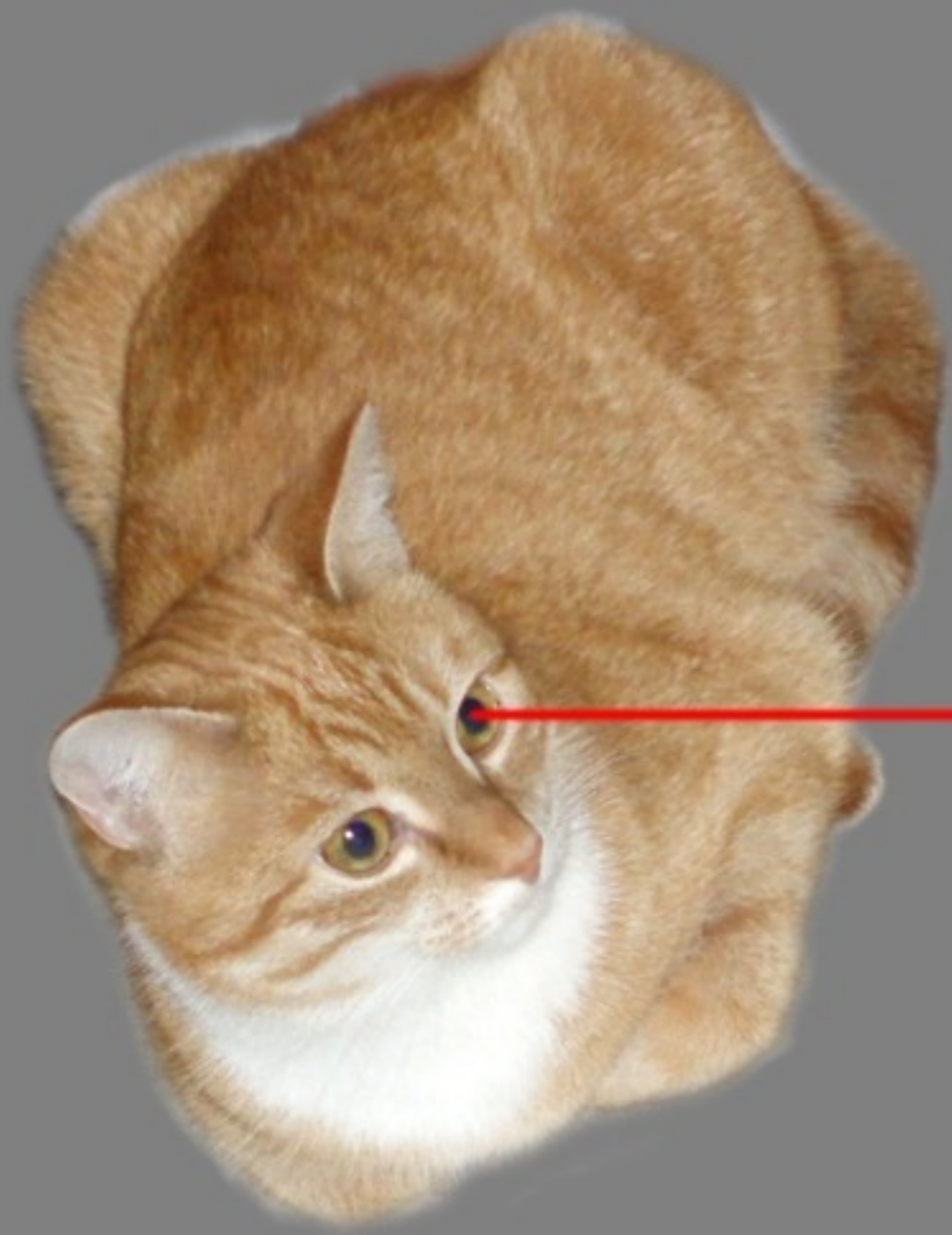
$$\frac{1}{365} = 0.00274$$

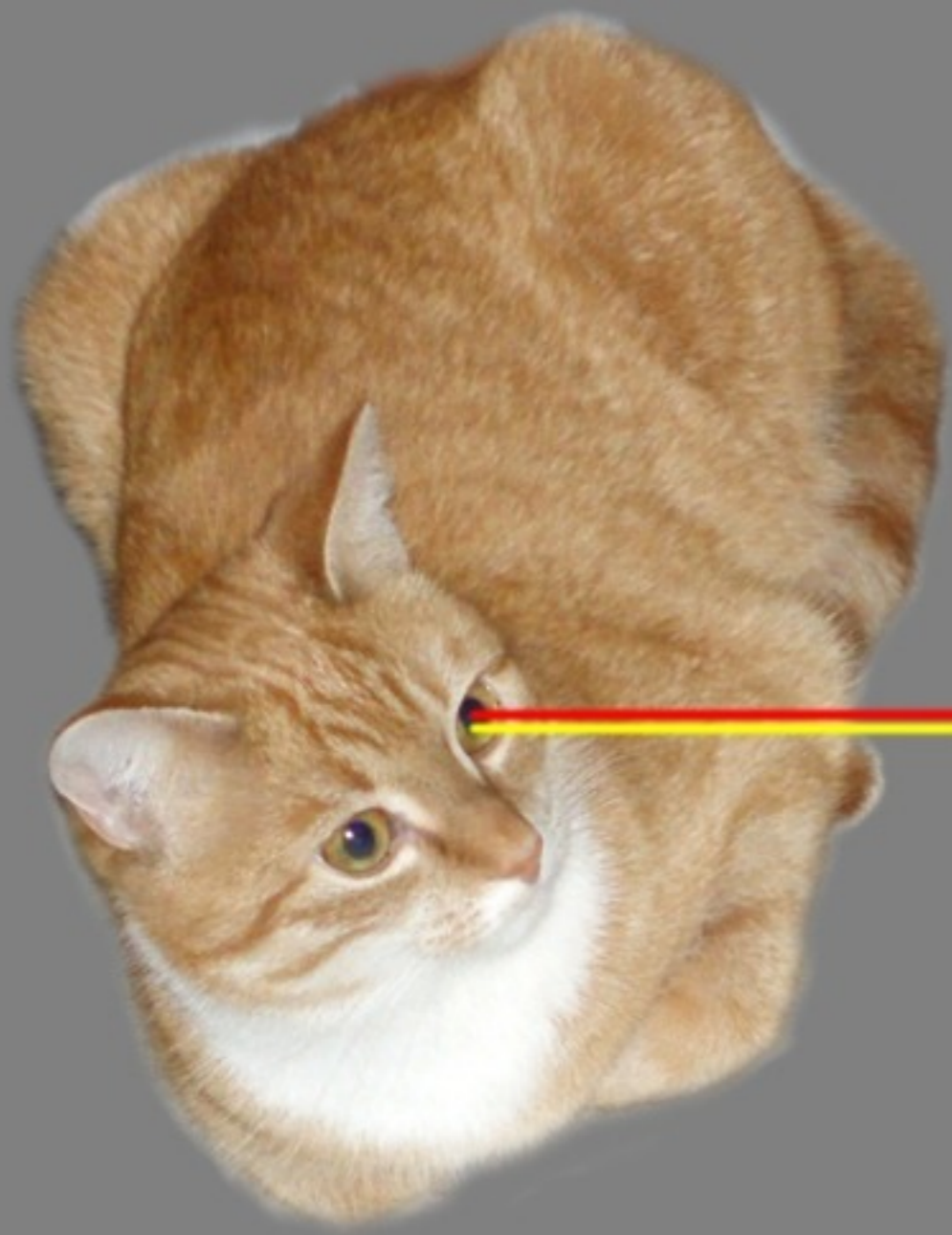






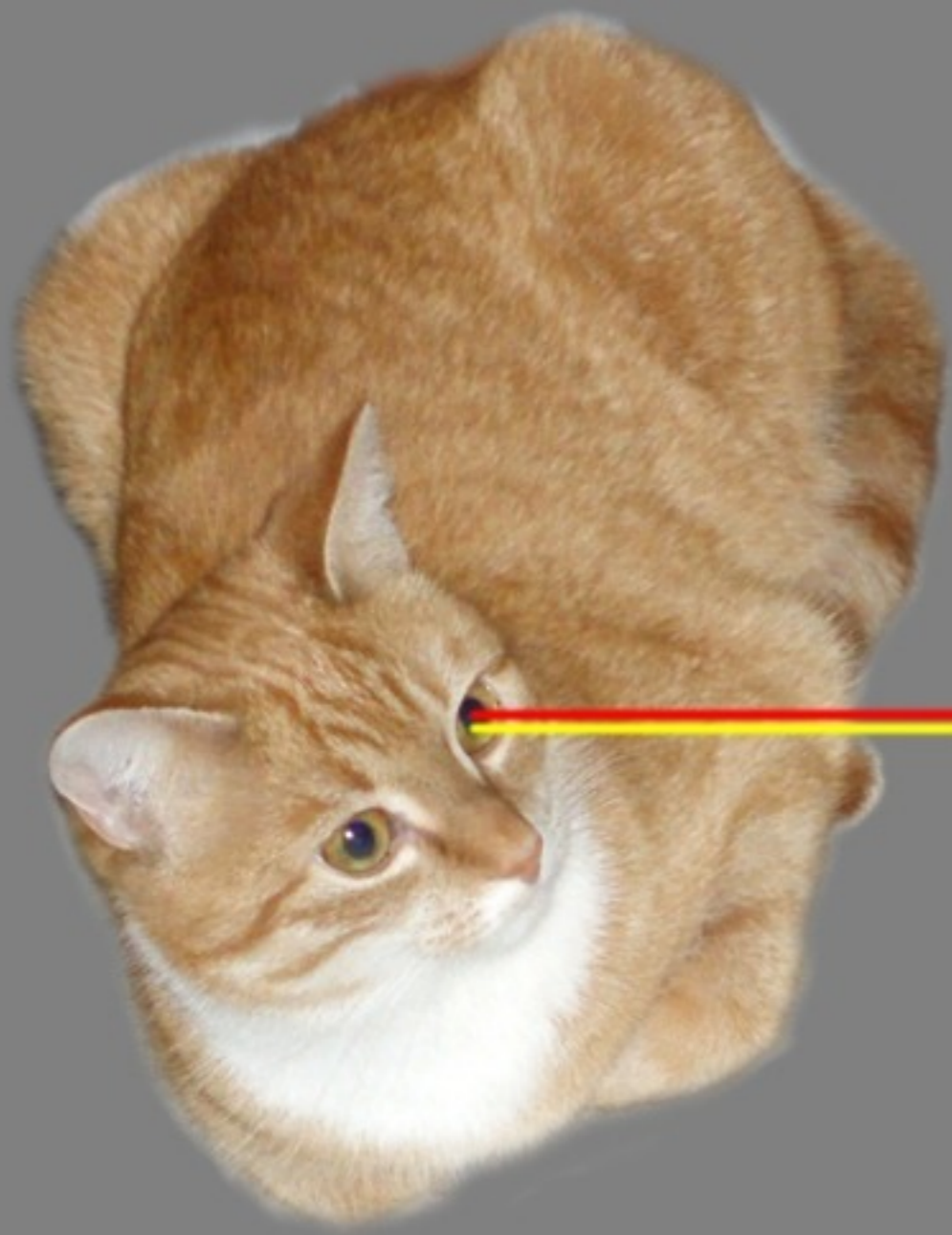




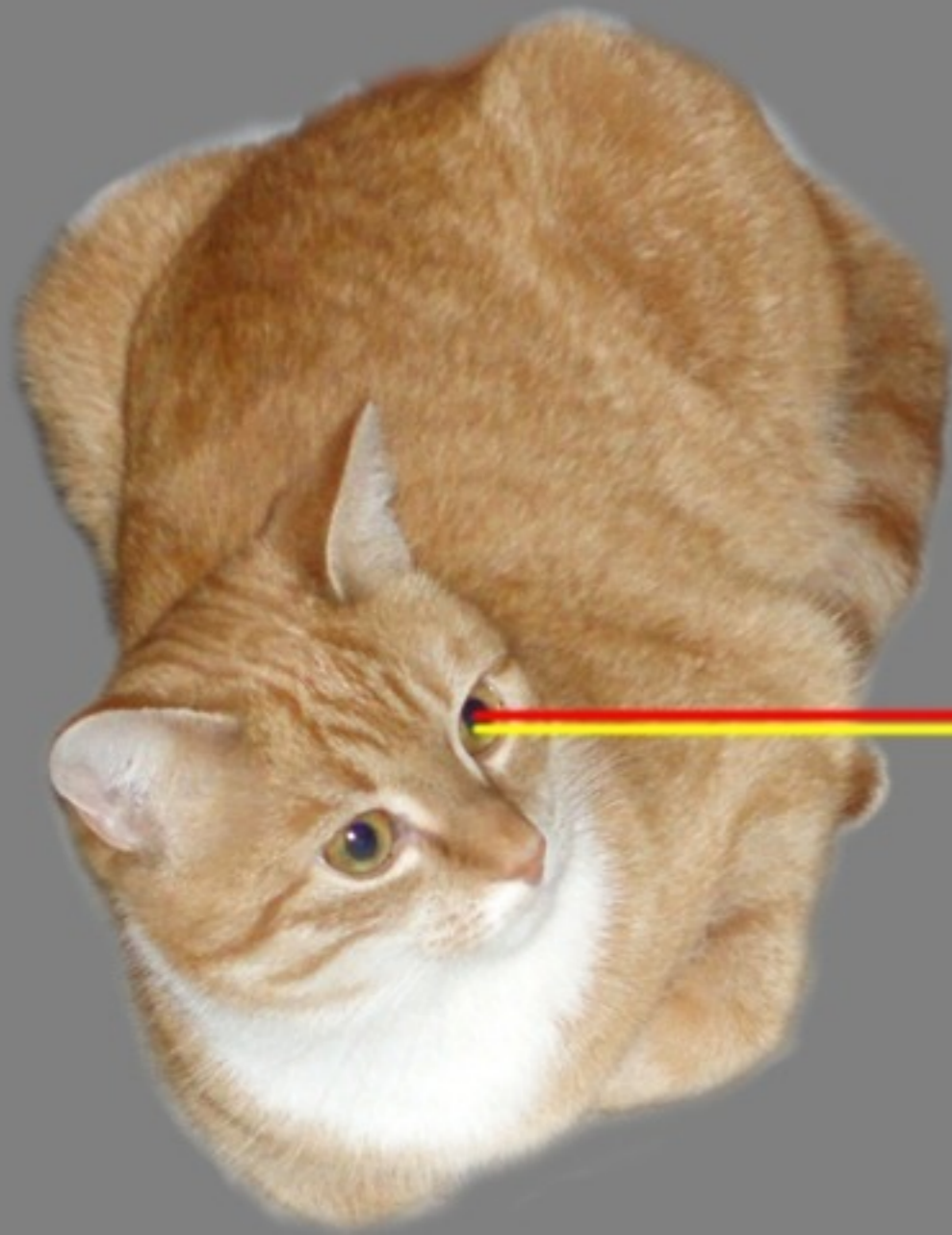


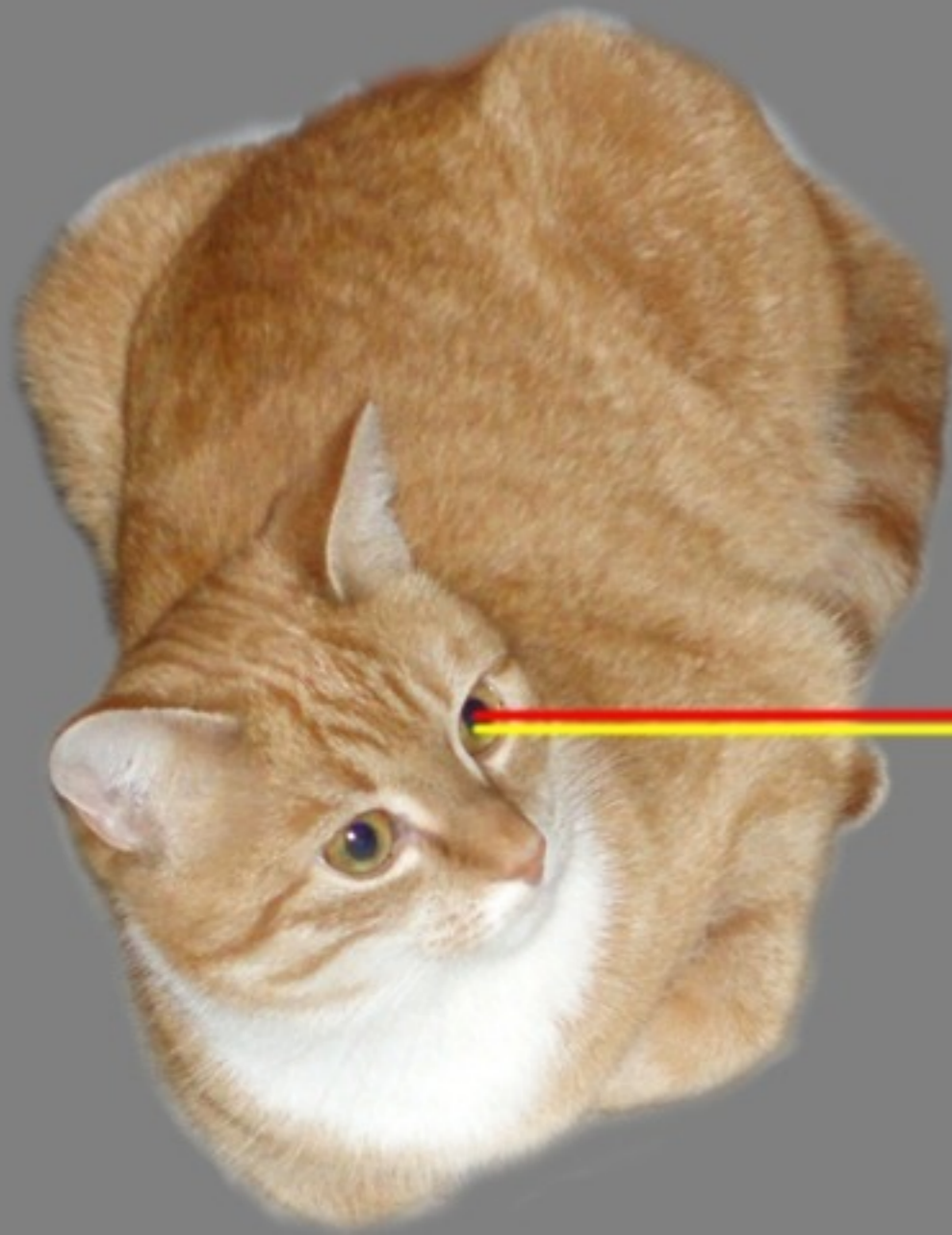
Van Huygens naar Dirac

- ◆ **Klassieke mechanica: geef de posities, snelheden en krachten aan het begin**
 - ◆ Dan ligt de toekomst exact vast
- ◆ **Deeltjesmechanica: geef de toestand aan het begin en de toestand aan het eind**
 - ◆ Vind de kans dat die verbonden zijn

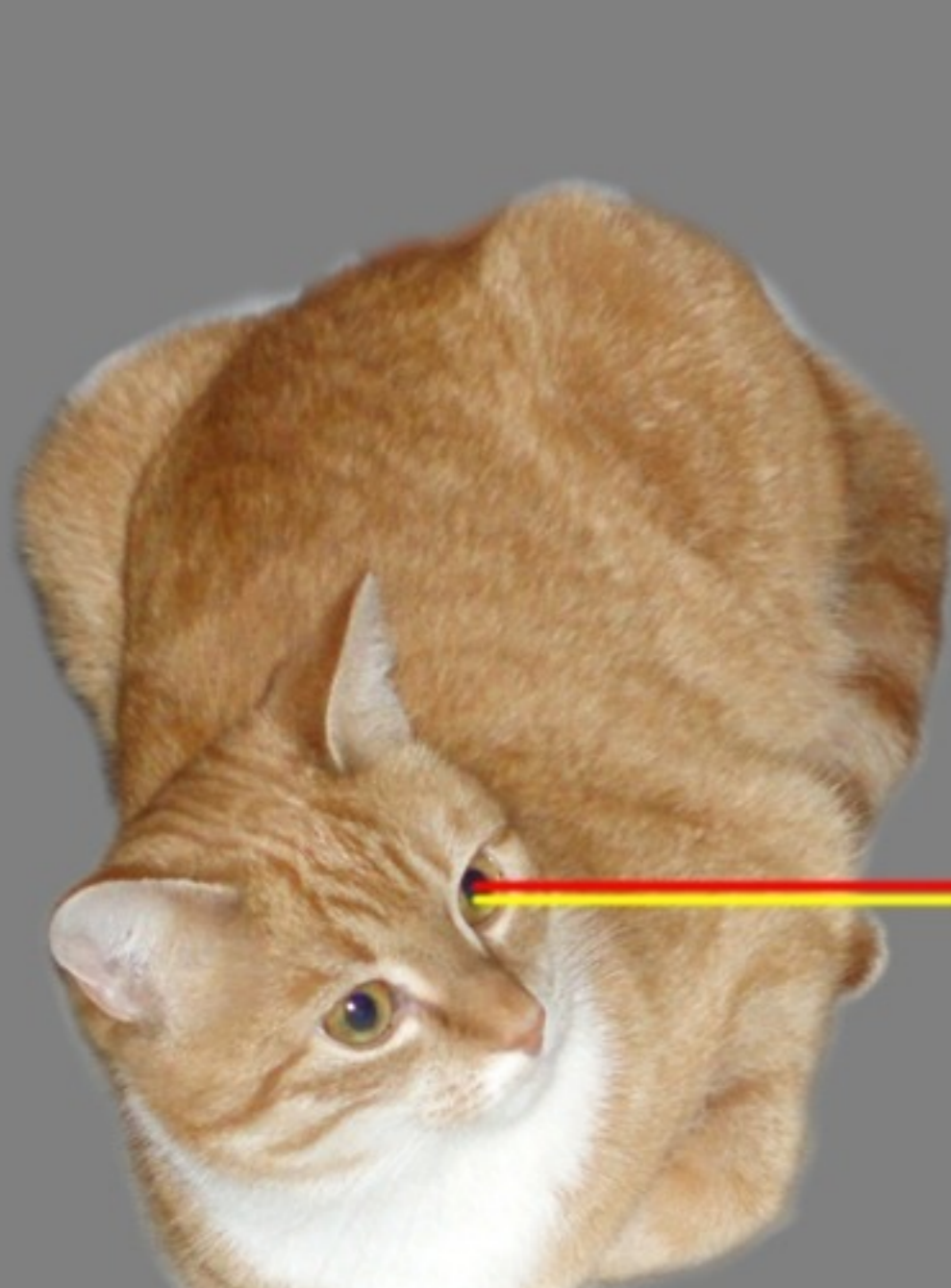


< begin|





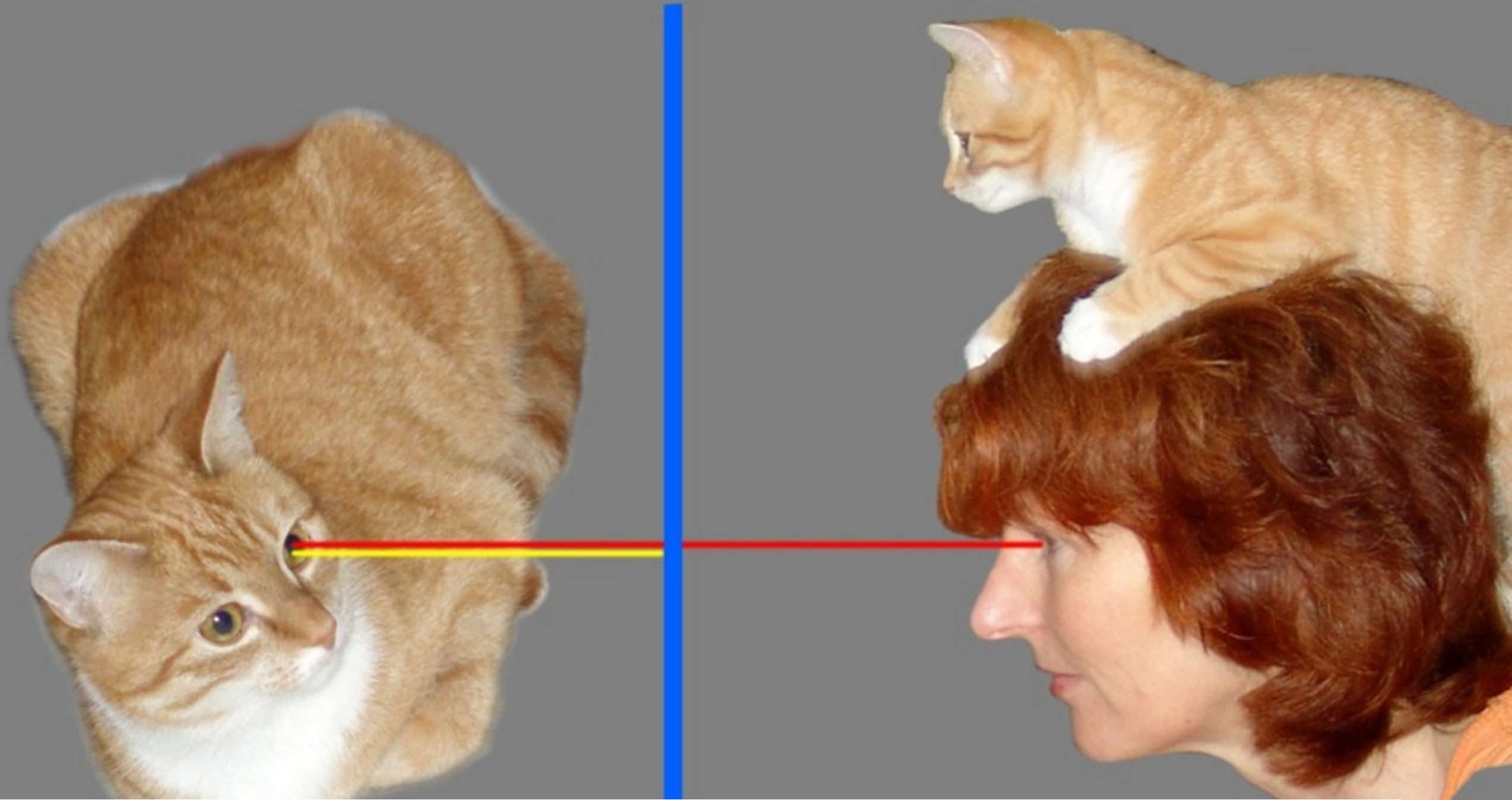
$|eind \rangle$



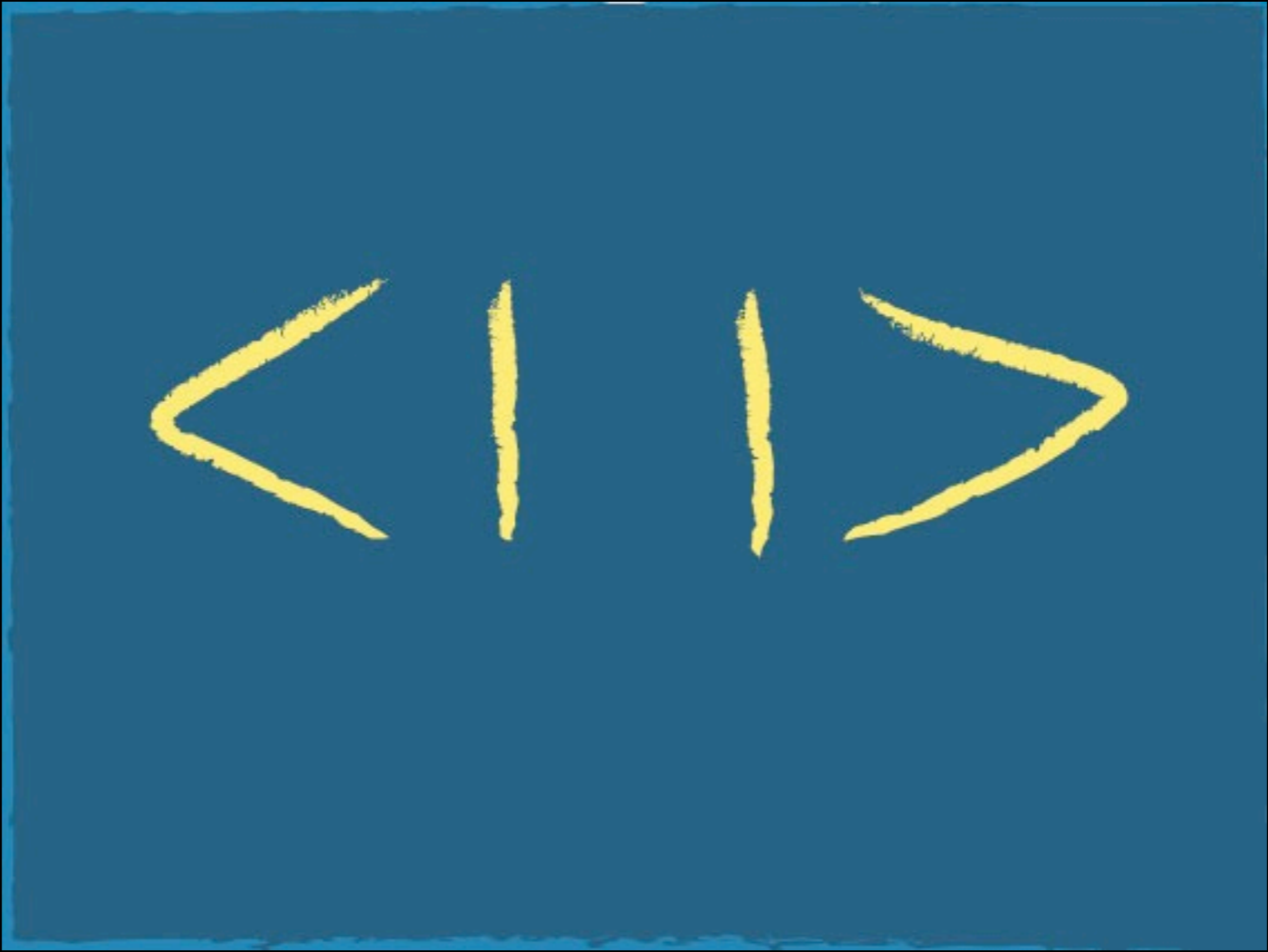
$\langle \text{begin} |$

$| \text{eind} \rangle$

Dirac-formule



$\langle \text{begin} | [\text{overgangsmatrix}] | \text{eind} \rangle$



Overgangs- waarschijnlijkheid

$$P = \langle \text{in} | \text{matrix} | \text{out} \rangle$$

de mate waarin de in-
toestand, na werking
van 'krachten', gelijk is op
de uit-toestand

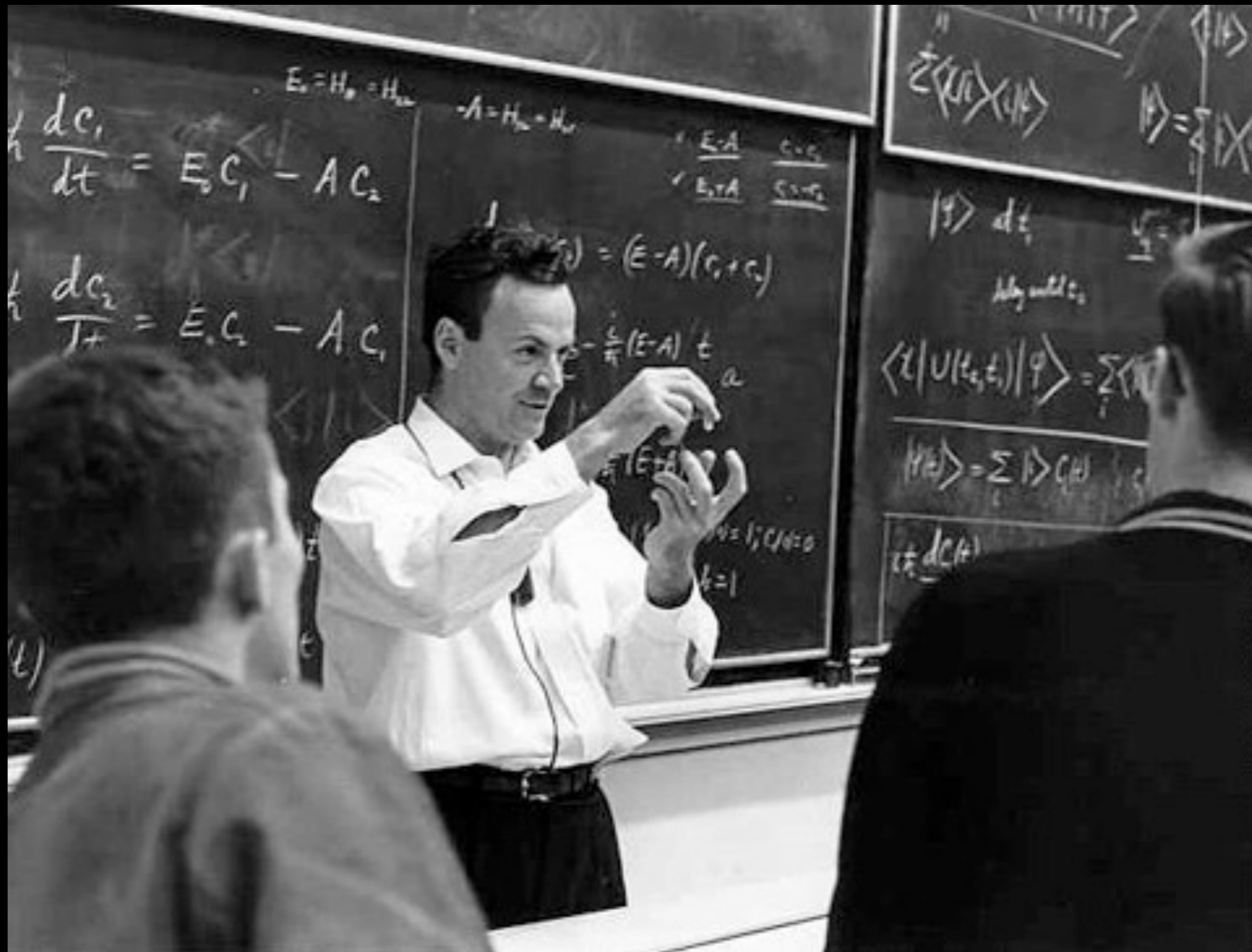
Waarschijnlijkheid

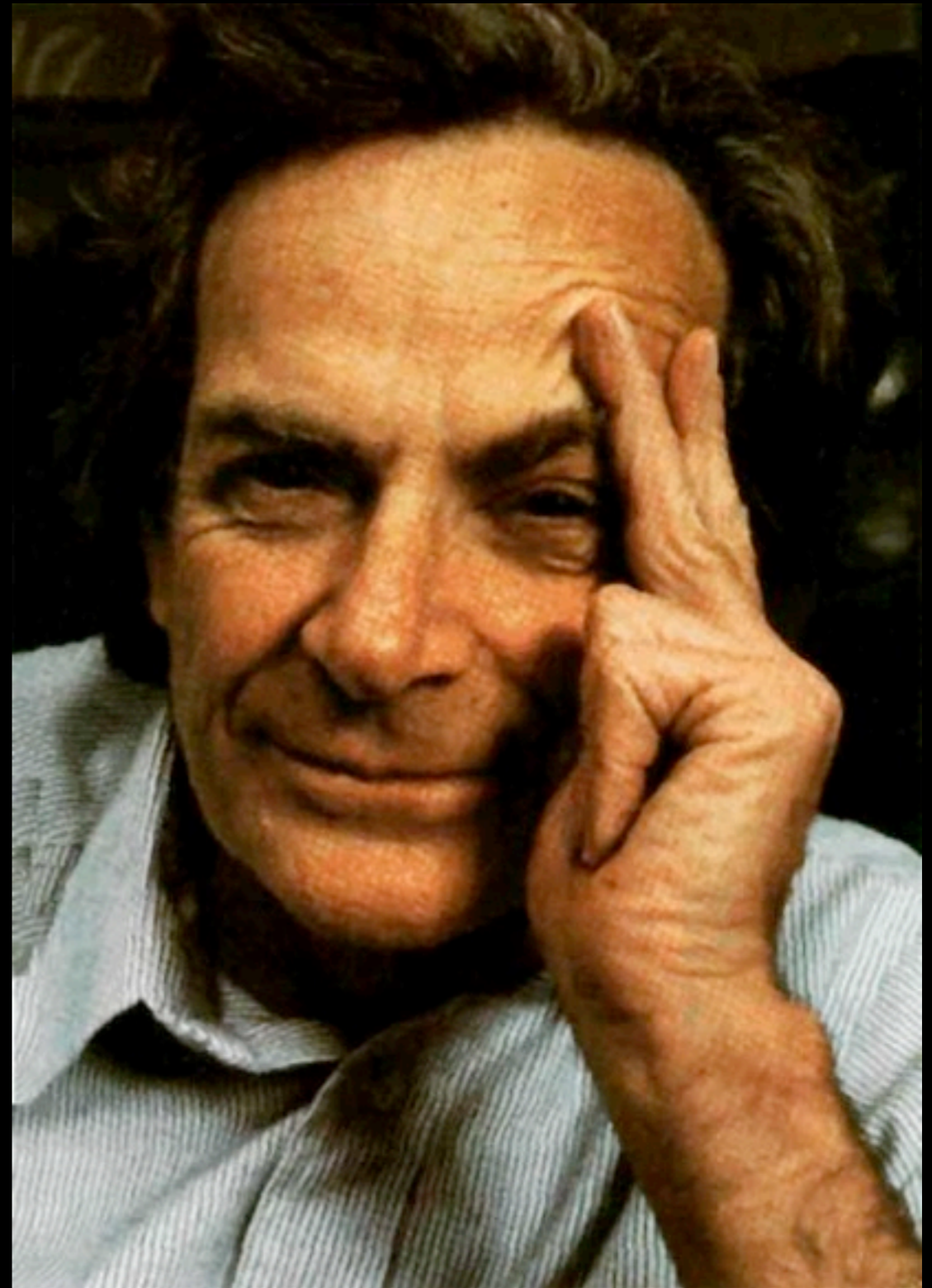
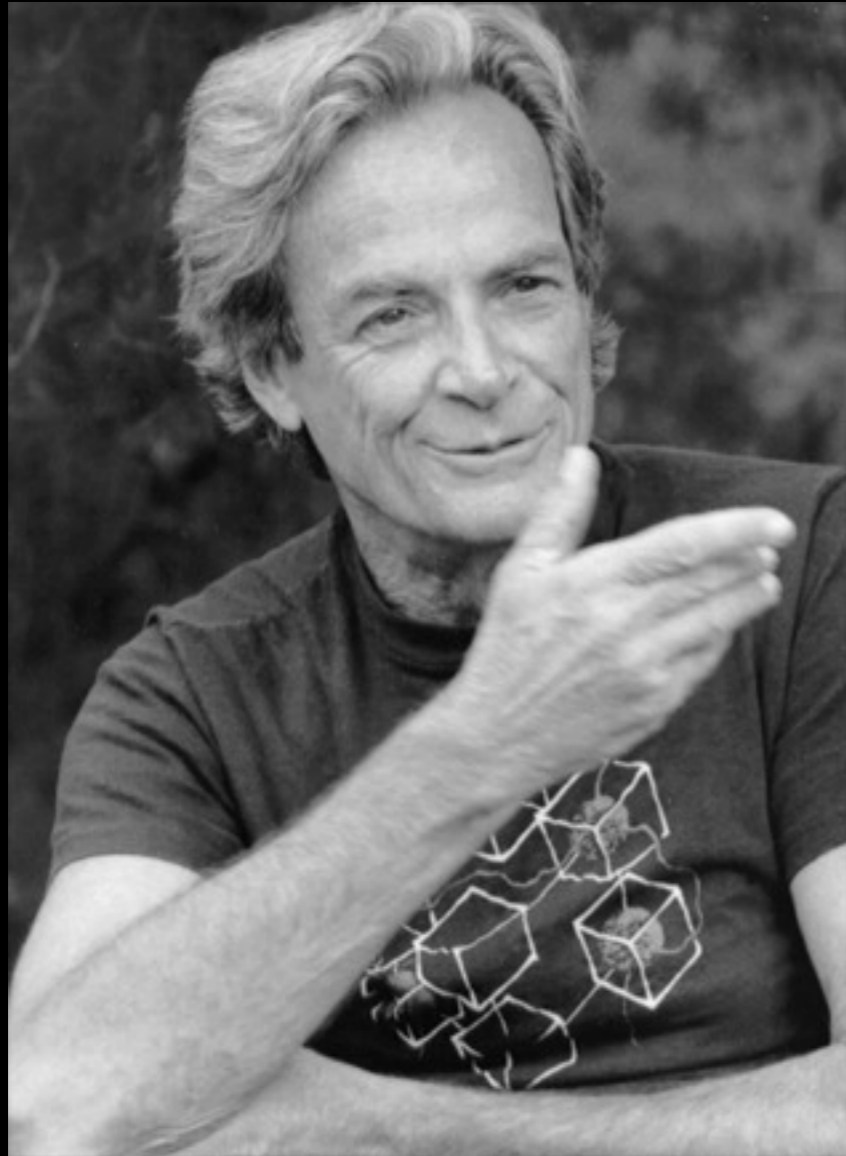
- ◆ Oorzaak en gevolg moeten beide gespecificeerd worden
- ◆ Overgangswaarschijnlijkheid
- ◆ De kans op een bepaalde verbintenis tussen oorzaak en gevolg kan exact berekend worden, bijvoorbeeld 10^{-12} of 0,985

Richard Feynman
(1918-1988)



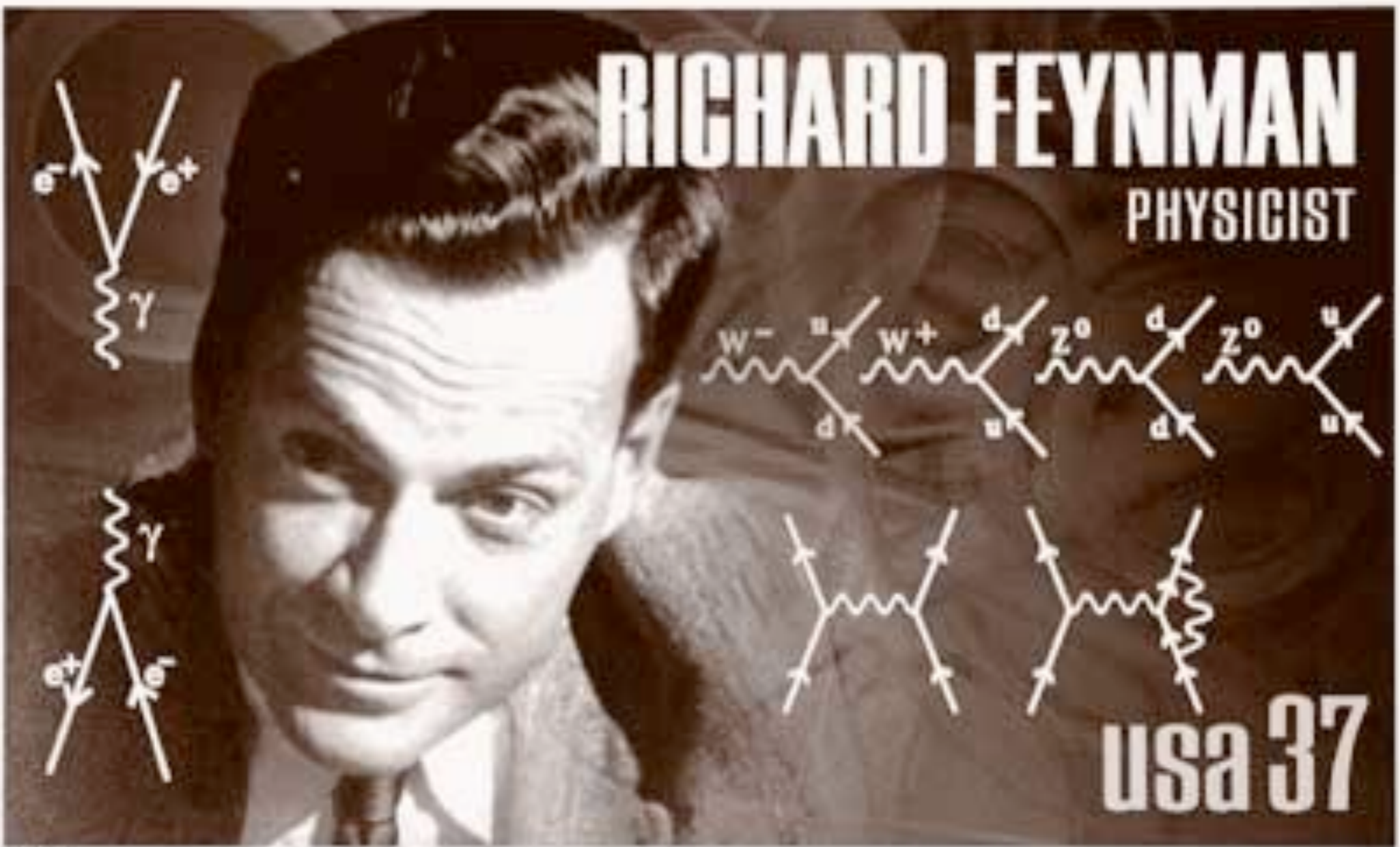
Geniaal docent en geleerde





RICHARD FEYNMAN

PHYSICIST

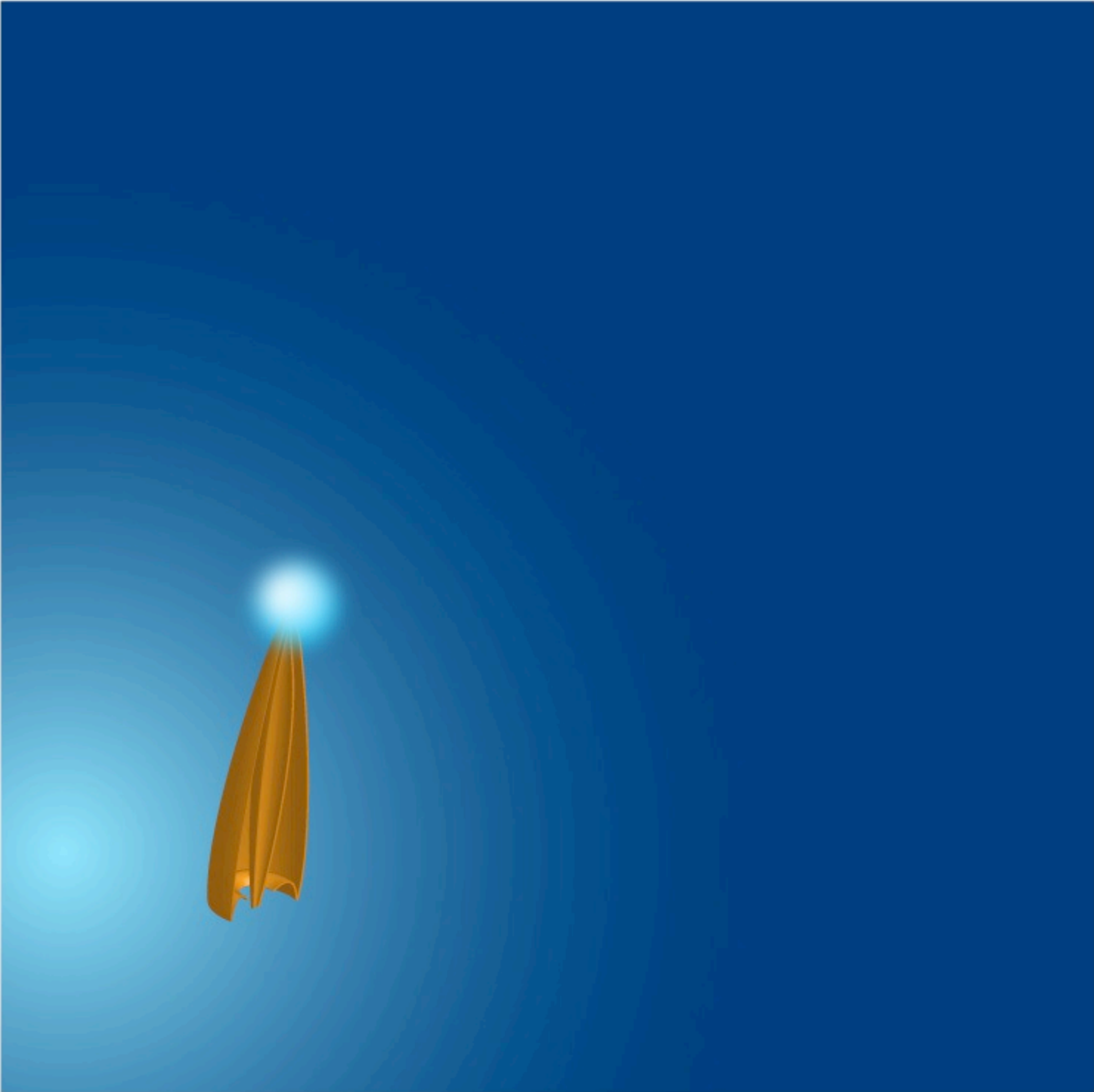


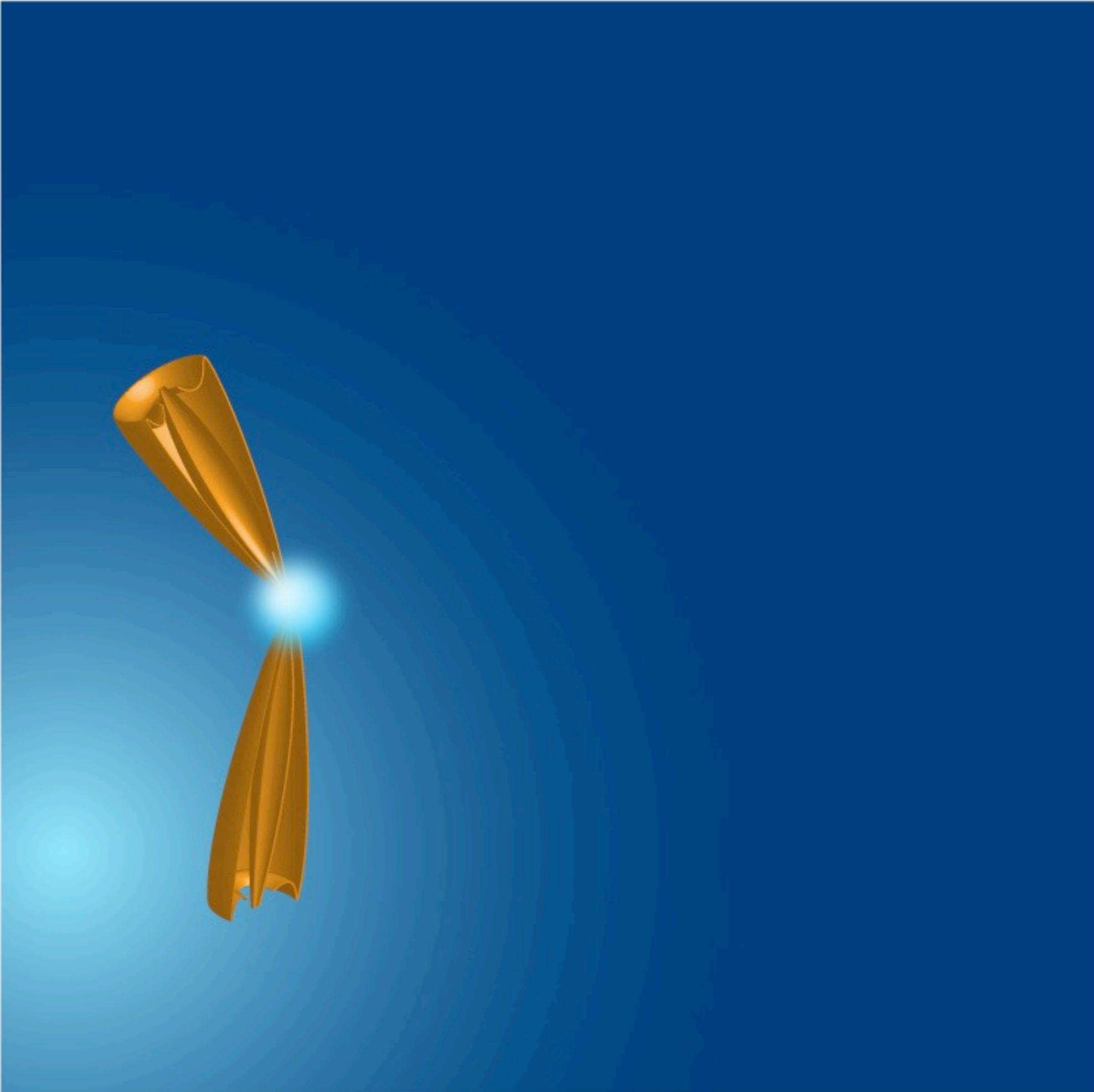
usa 37

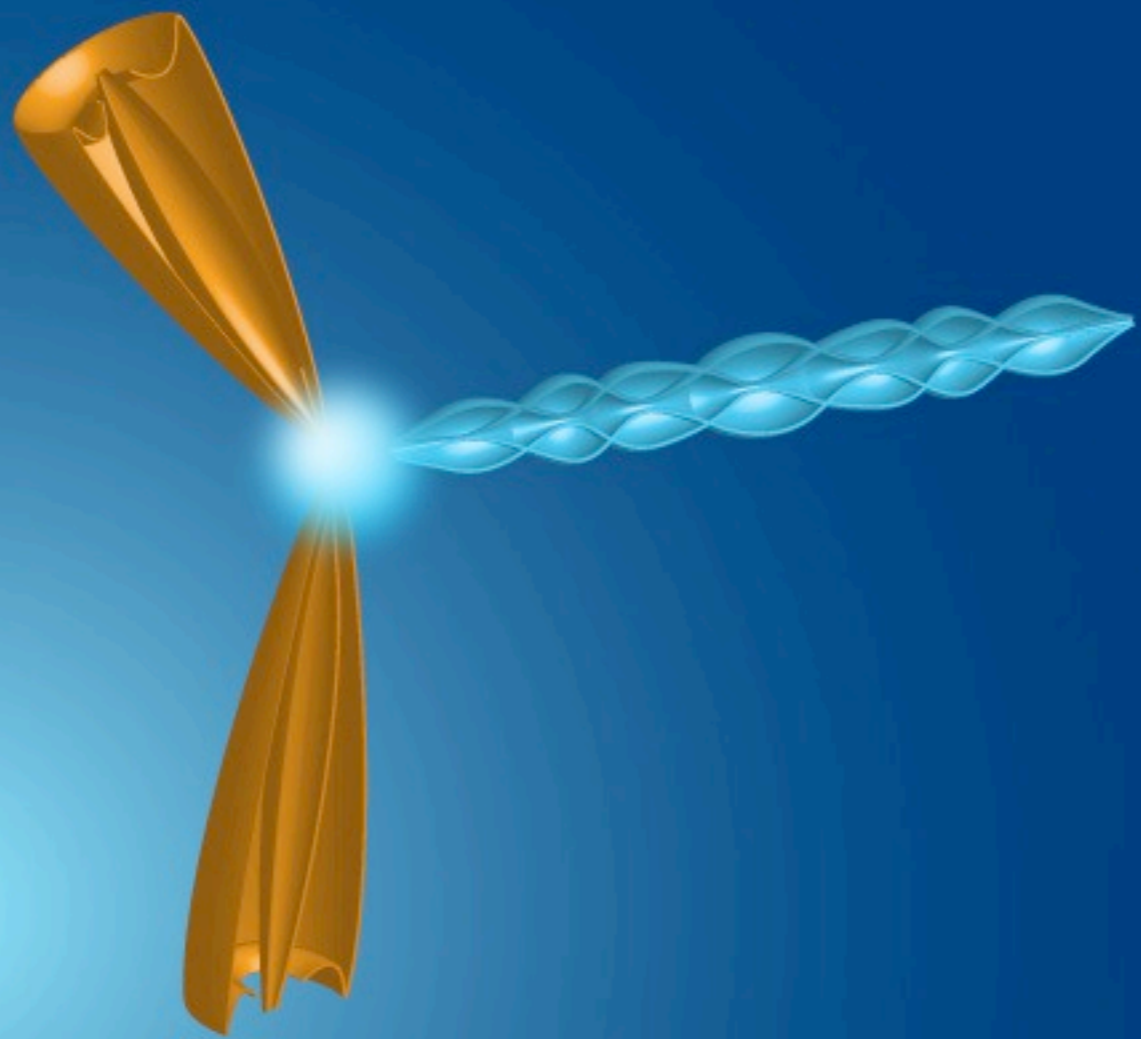
2005

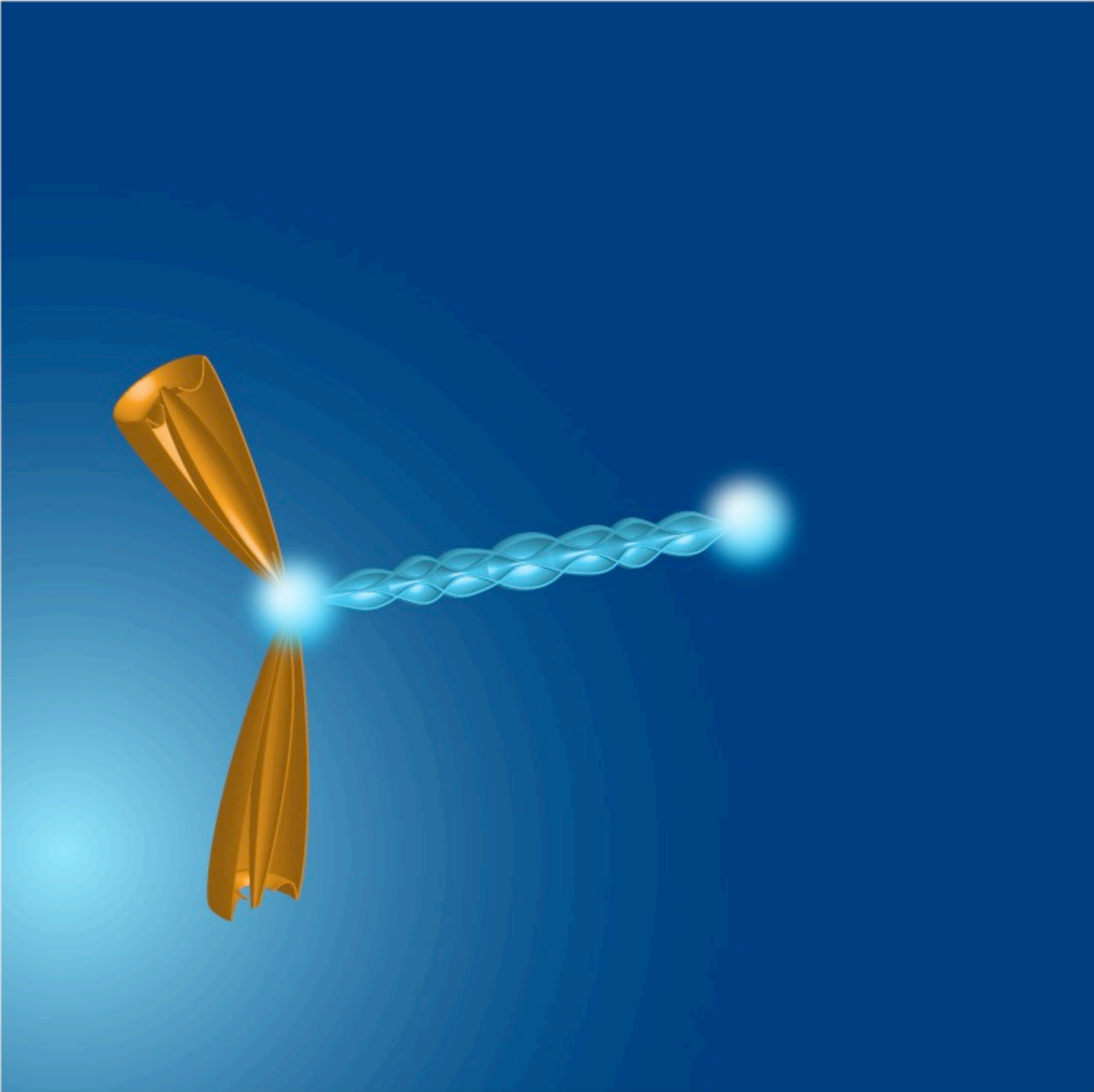
Fundamentele wisselwerking

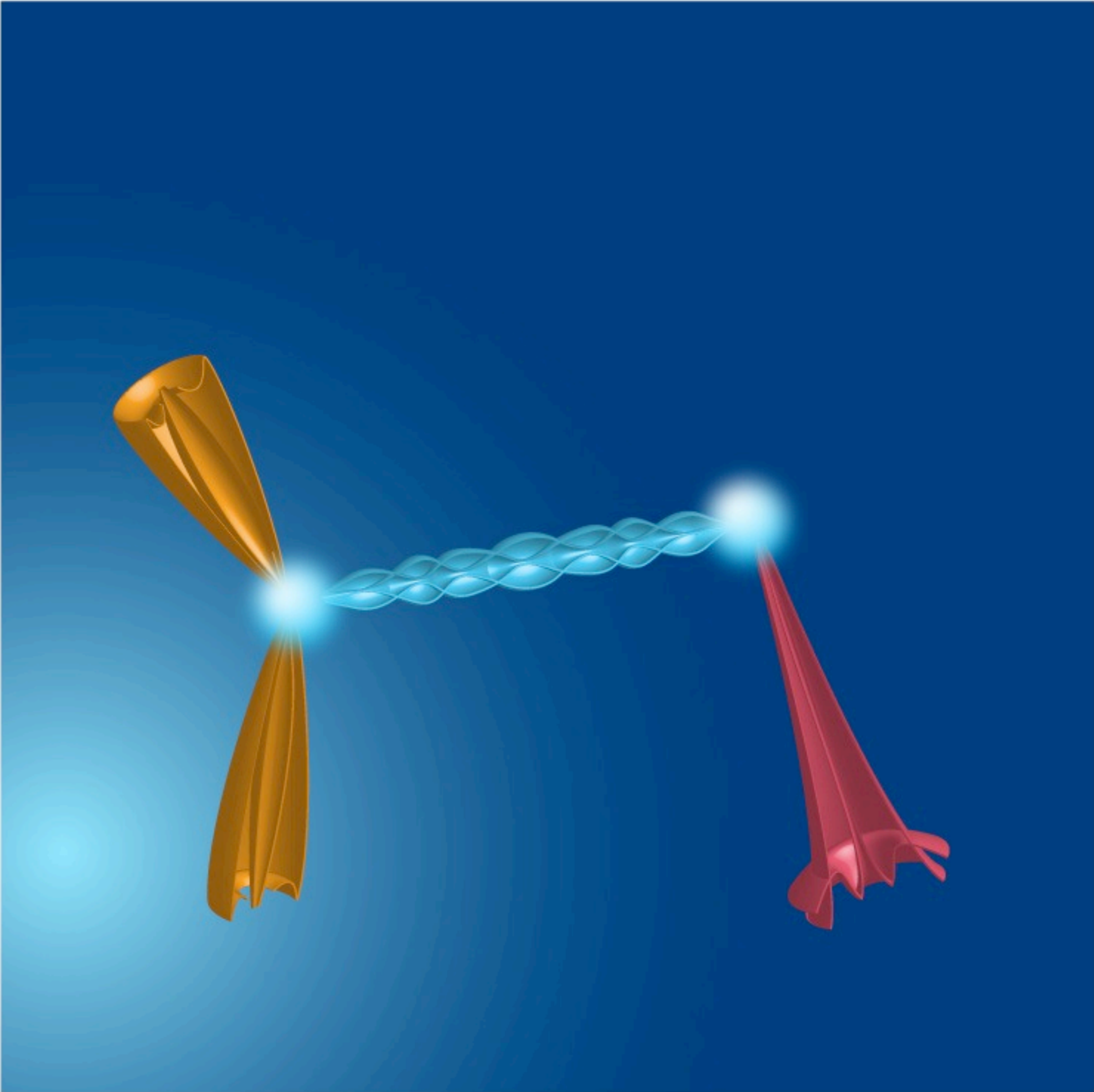




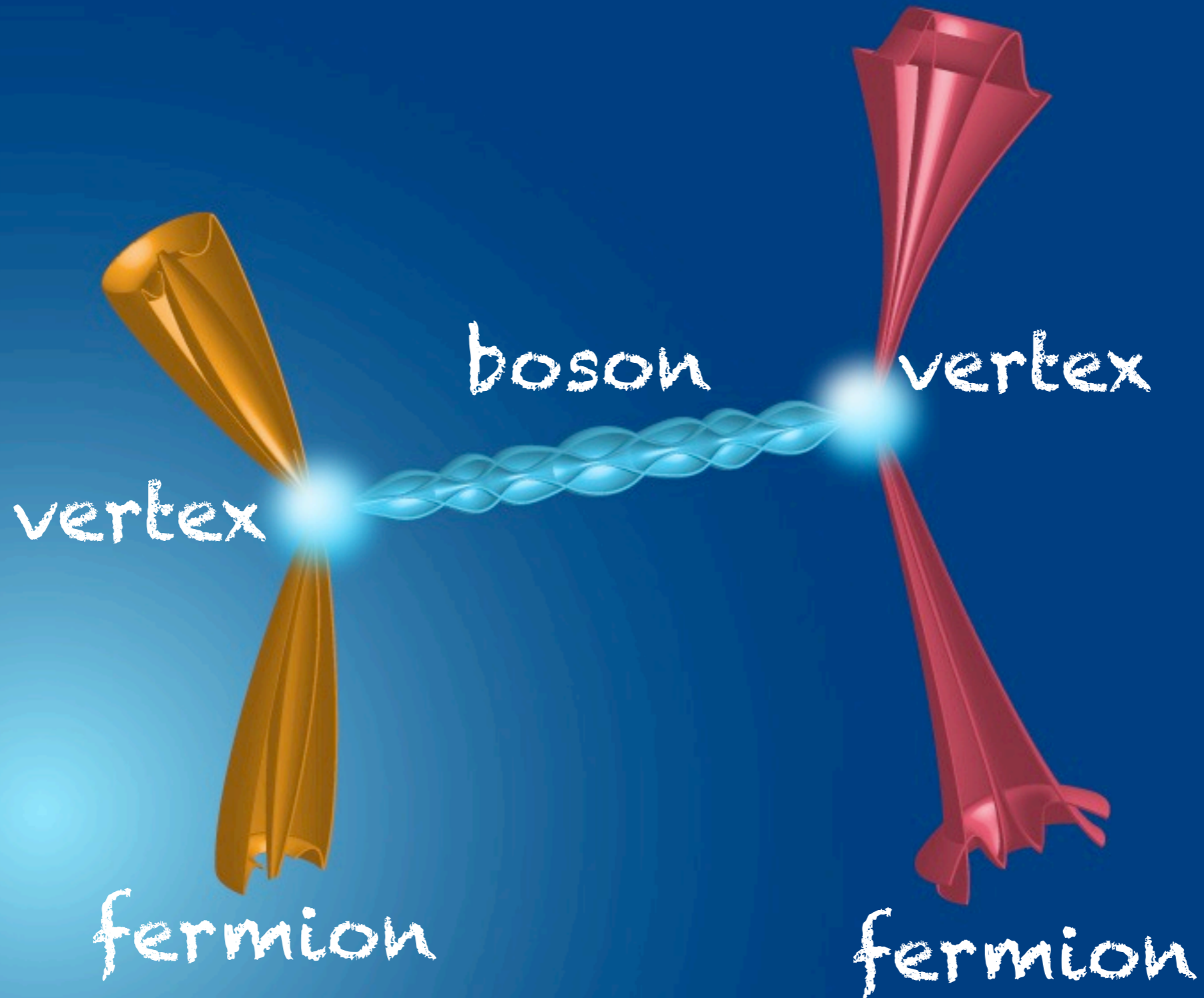








Feynman Diagram



Som over alle
mogelijke
Feynman
diagrammen



elektrische
stroom

elektrische
stroom

Ruimte-tijd

- ◆ Geen onzichtbaar grafiekenpapier
- ◆ Deeltjes: beweging in de ruimte
- ◆ Heelal: beweging van de ruimte

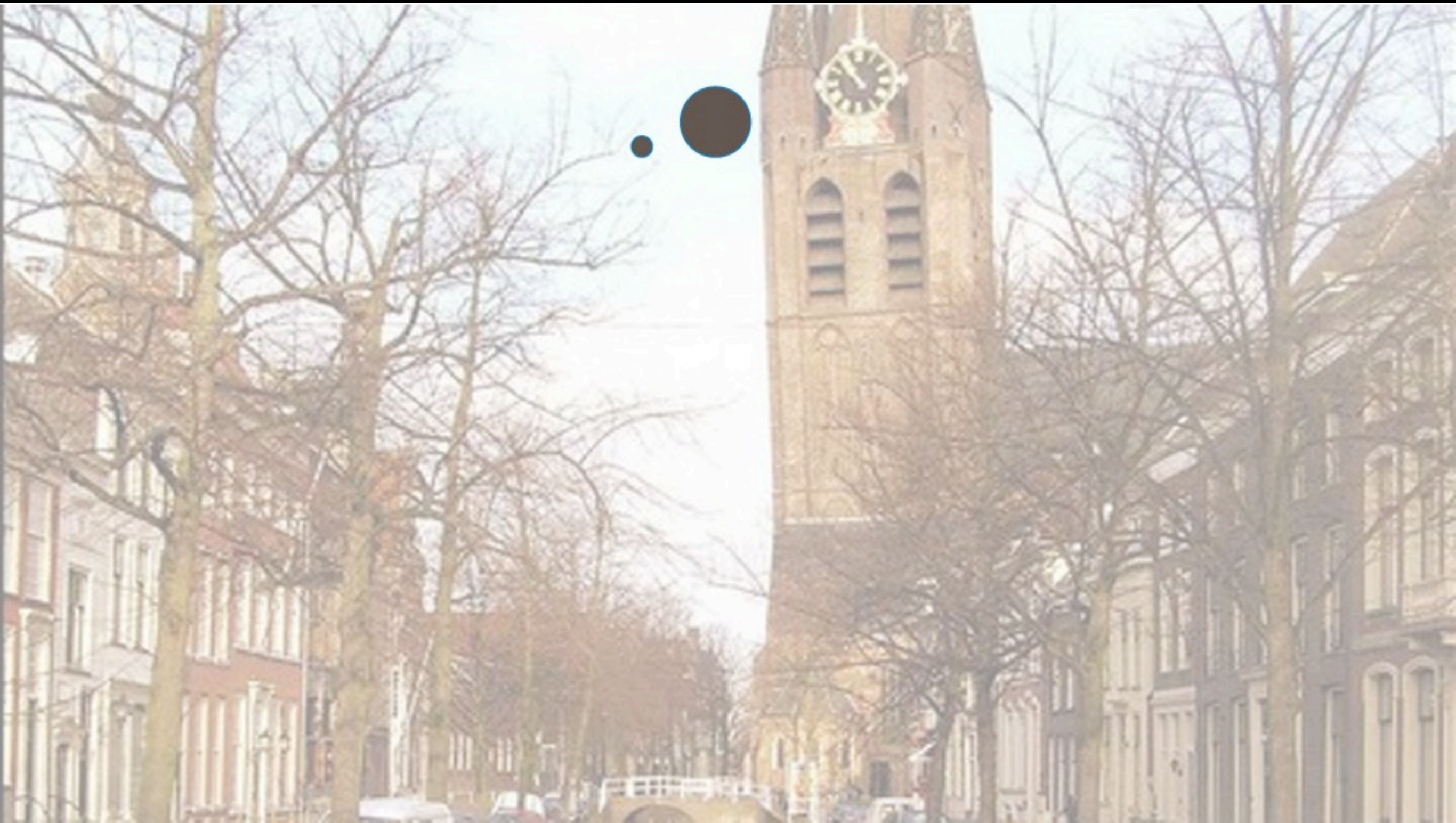
SIMON STEVIN



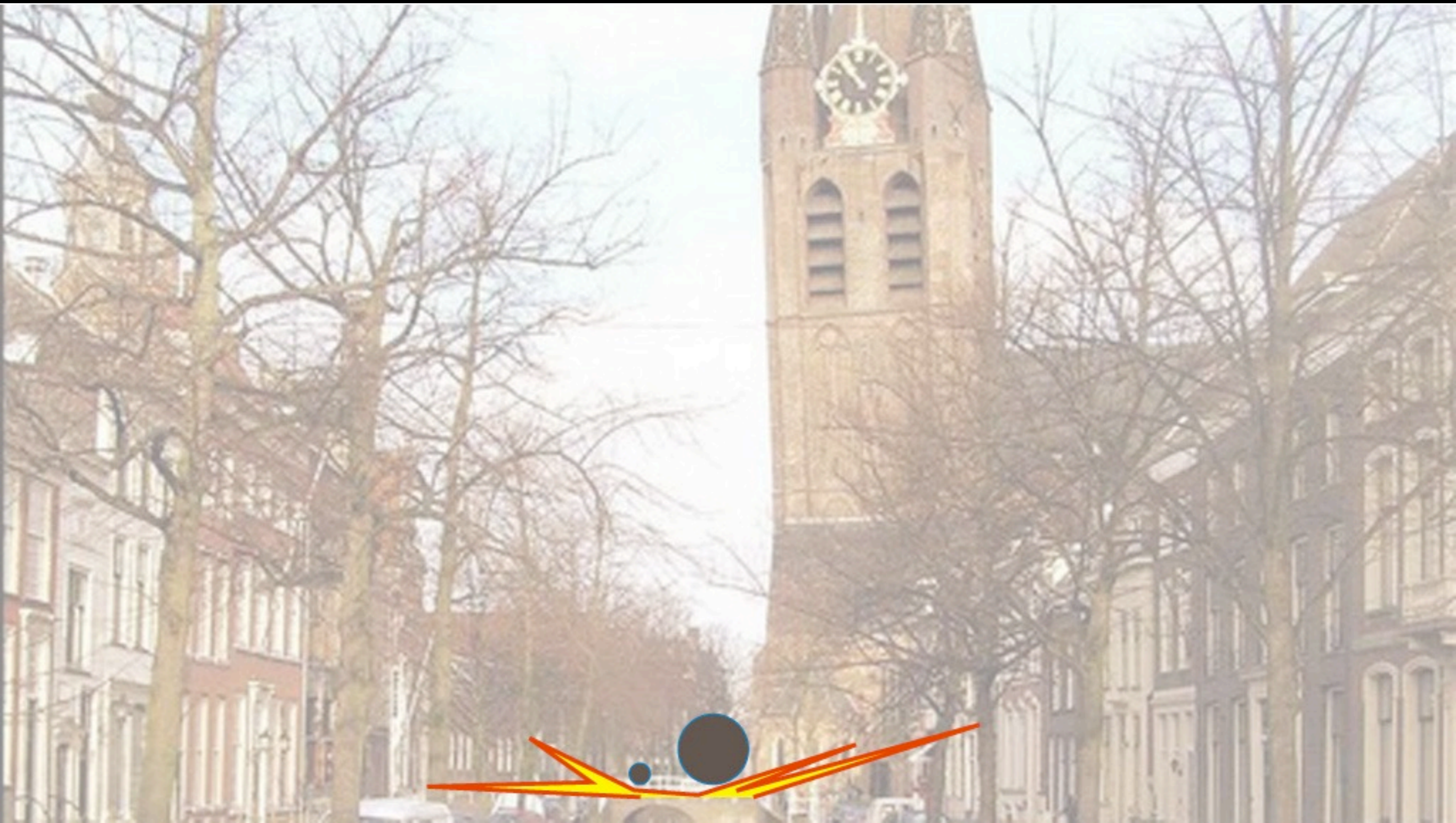
Wonder en is gheen wonder

Delft, 1585

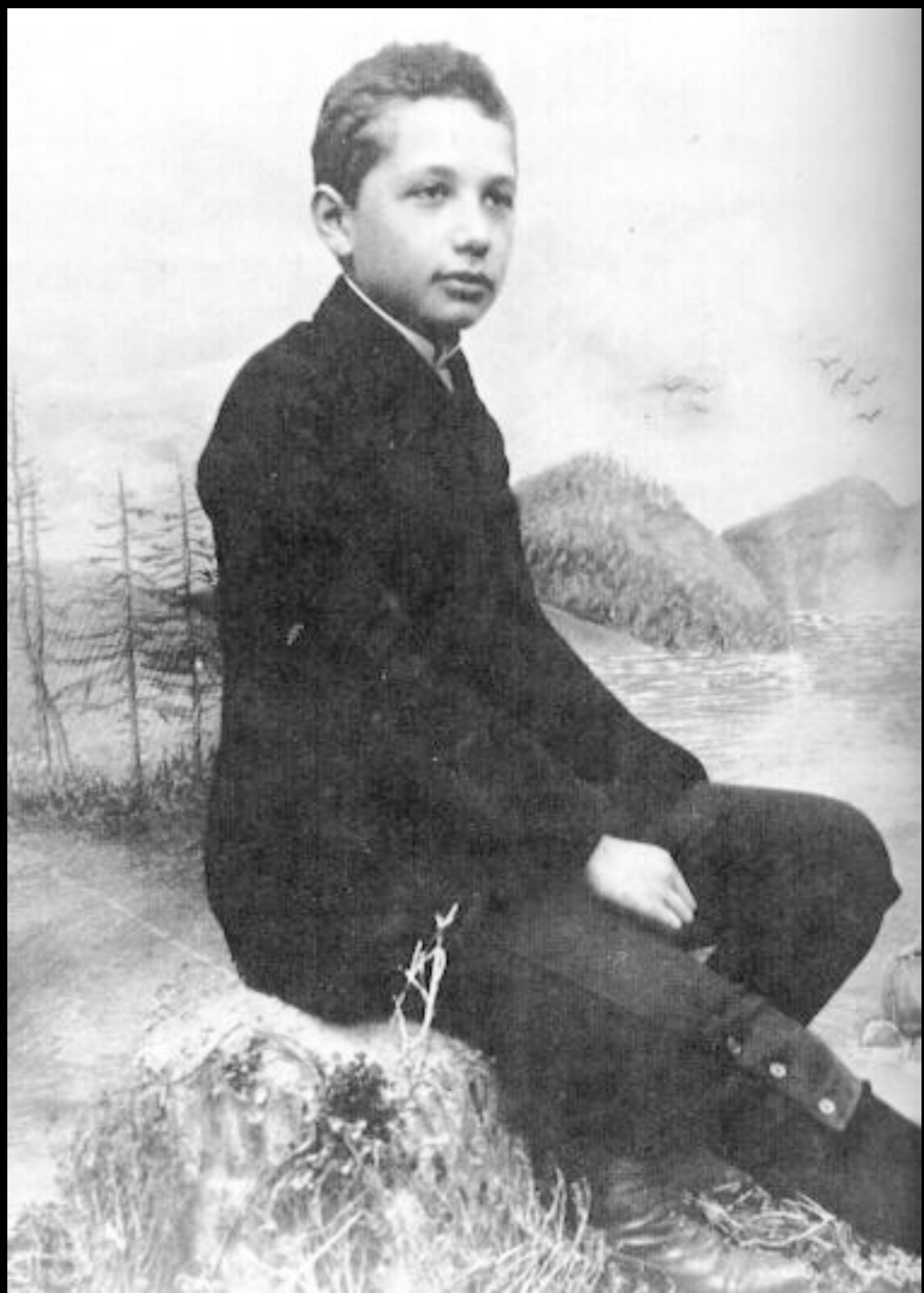


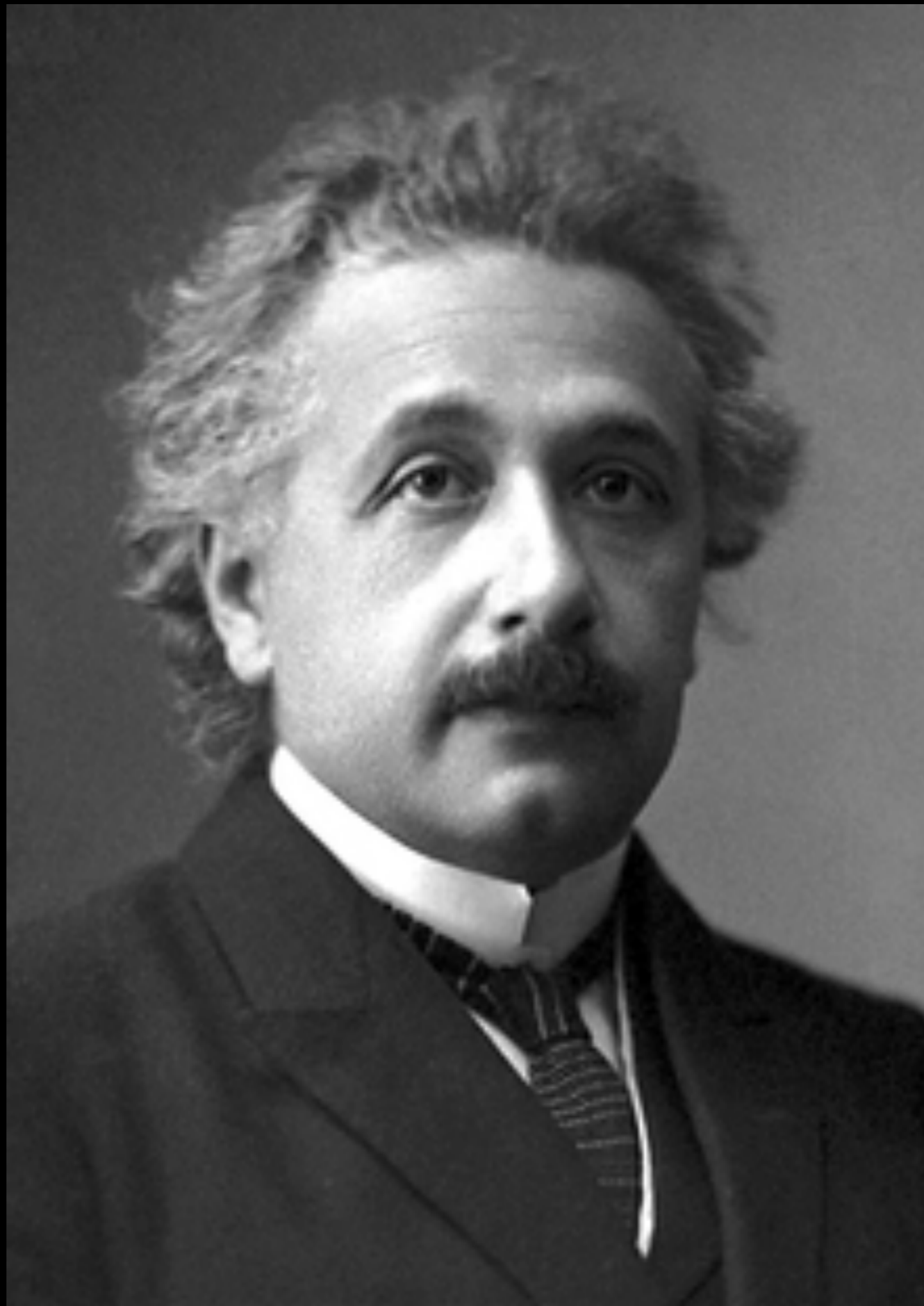


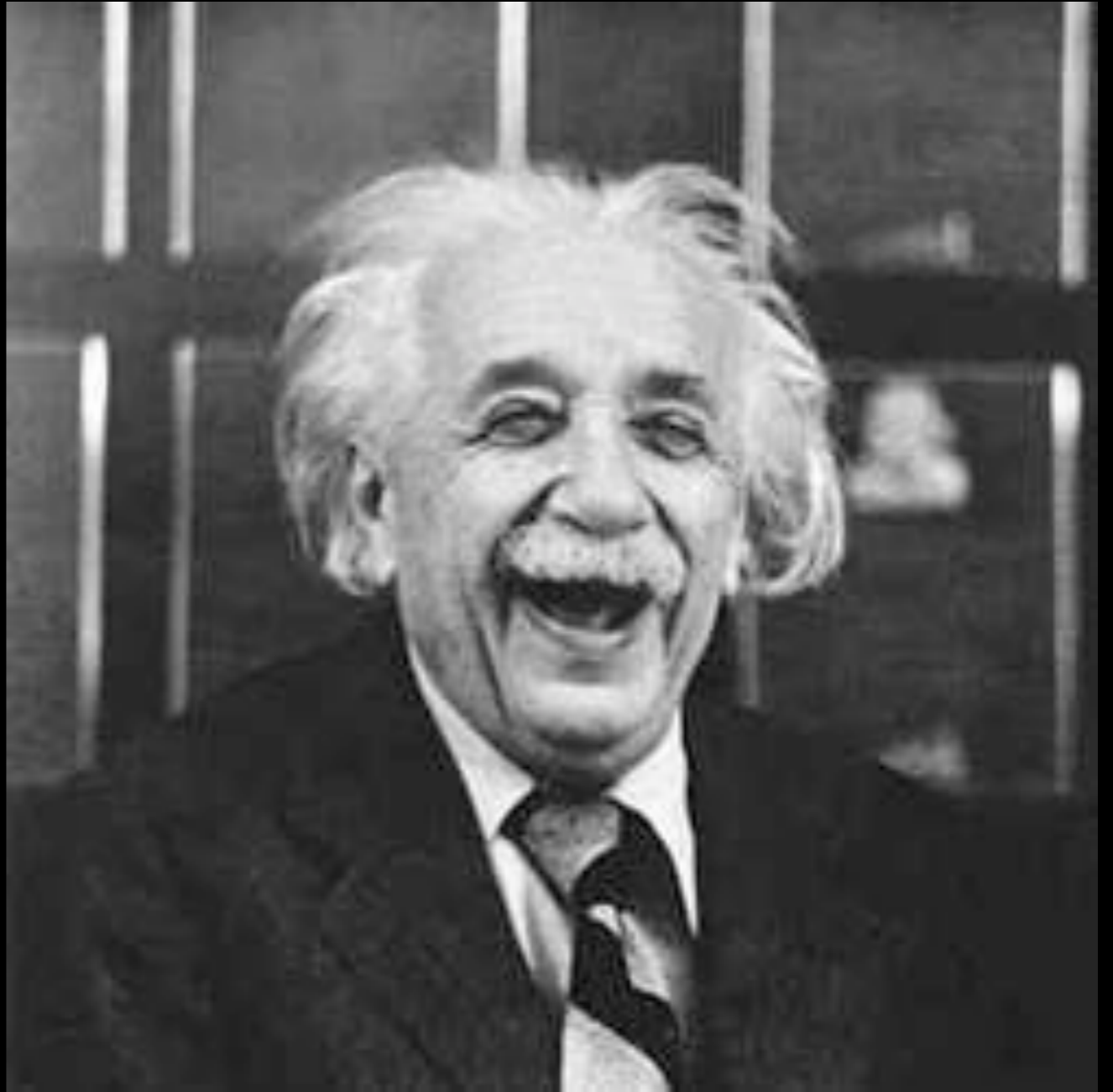
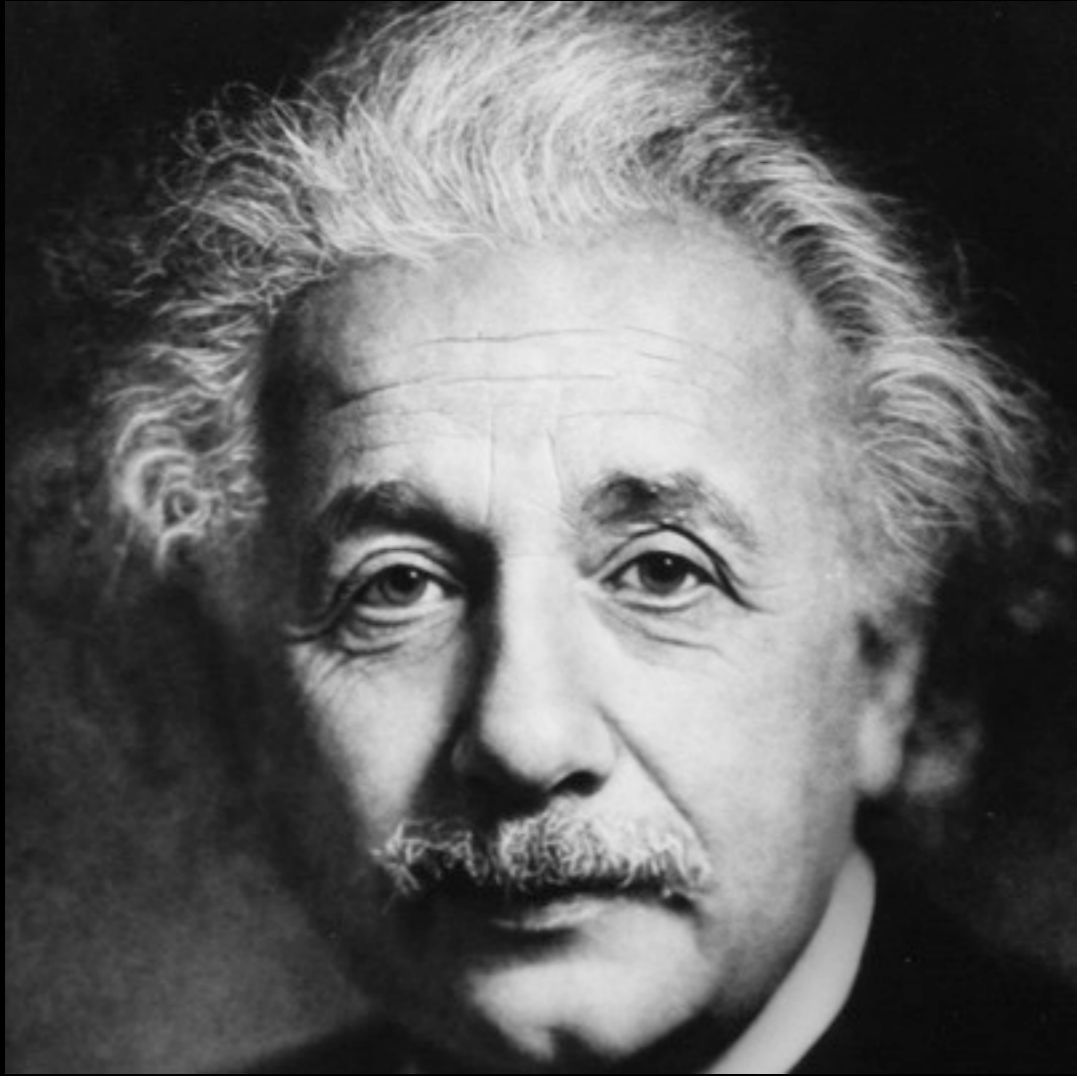




Albert Einstein
(1879-1955)







Ruimte

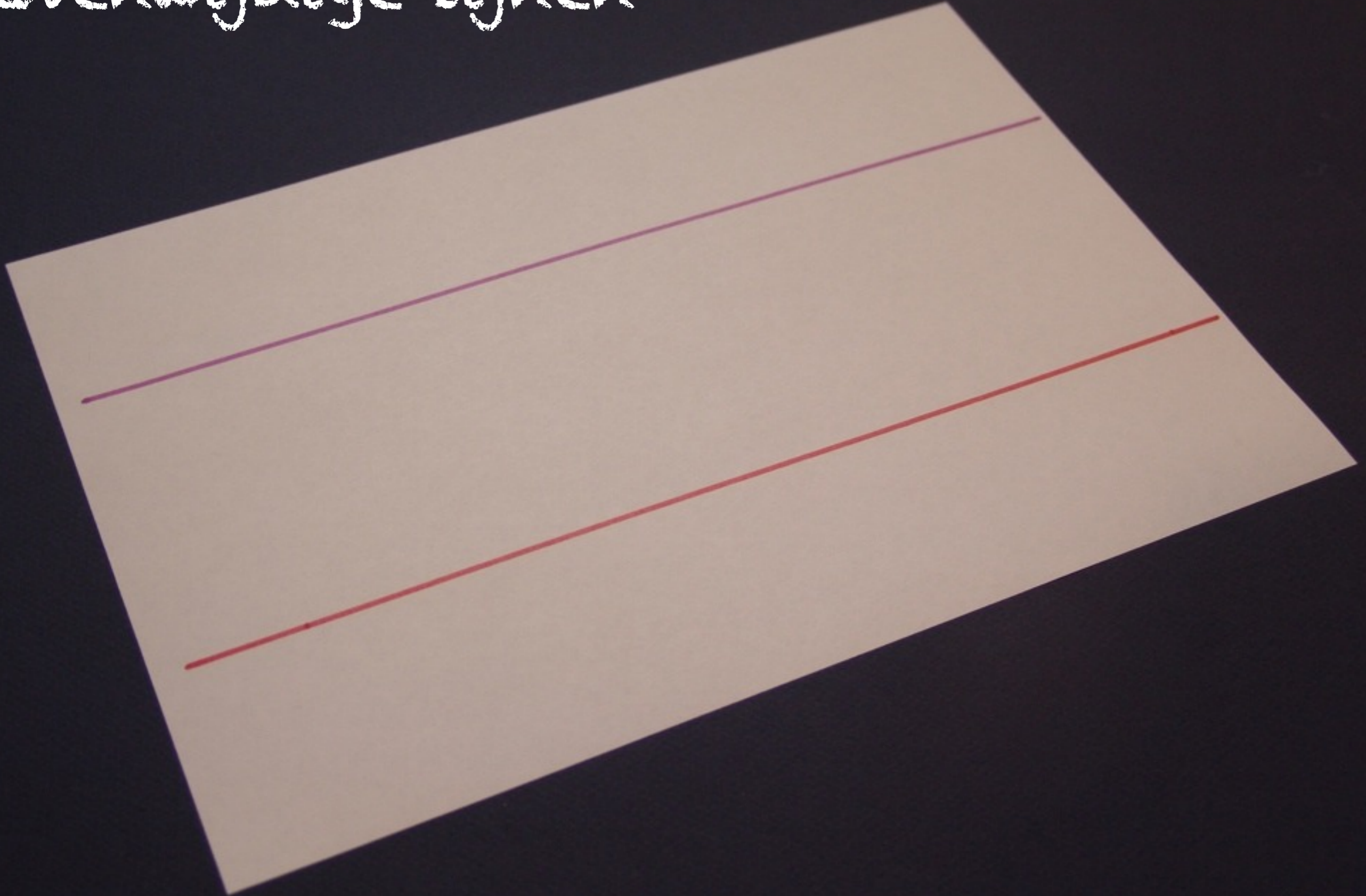
is niet niets

- ◆ Ruimte is geen onzichtbaar grafiekenpapier waarop ons Heelal is getekend
- ◆ Ruimte (beter gezegd: ruimte-tijd) is bouw materiaal, even echt als steen en staal

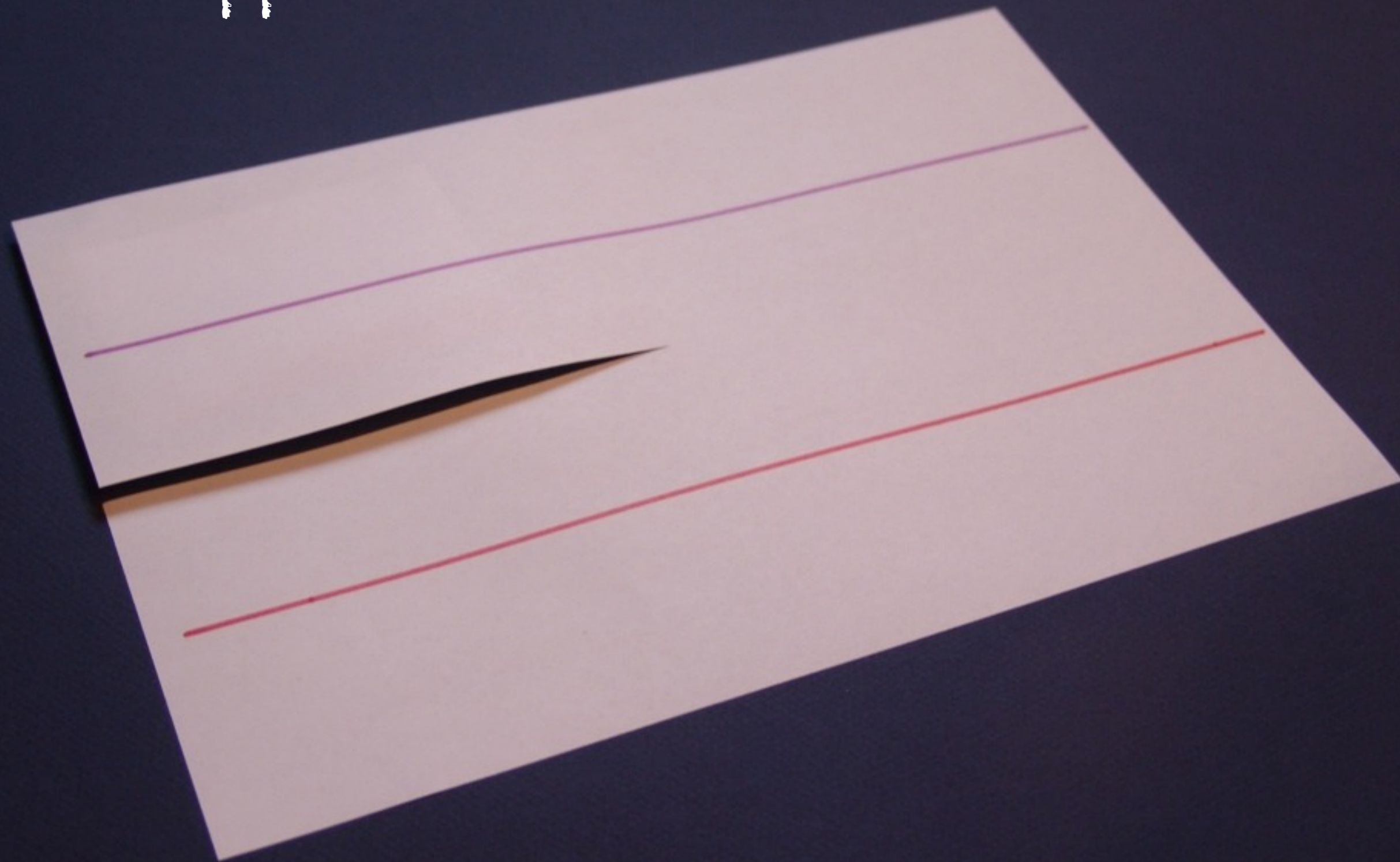
Knippen en plakken

- ◆ Ruimte en tijd zijn niet voor iedereen hetzelfde
- ◆ Dus zijn ruimte en tijd geen onzichtbaar grafiekenpapier
- ◆ Ruimte-tijd is bouw materiaal

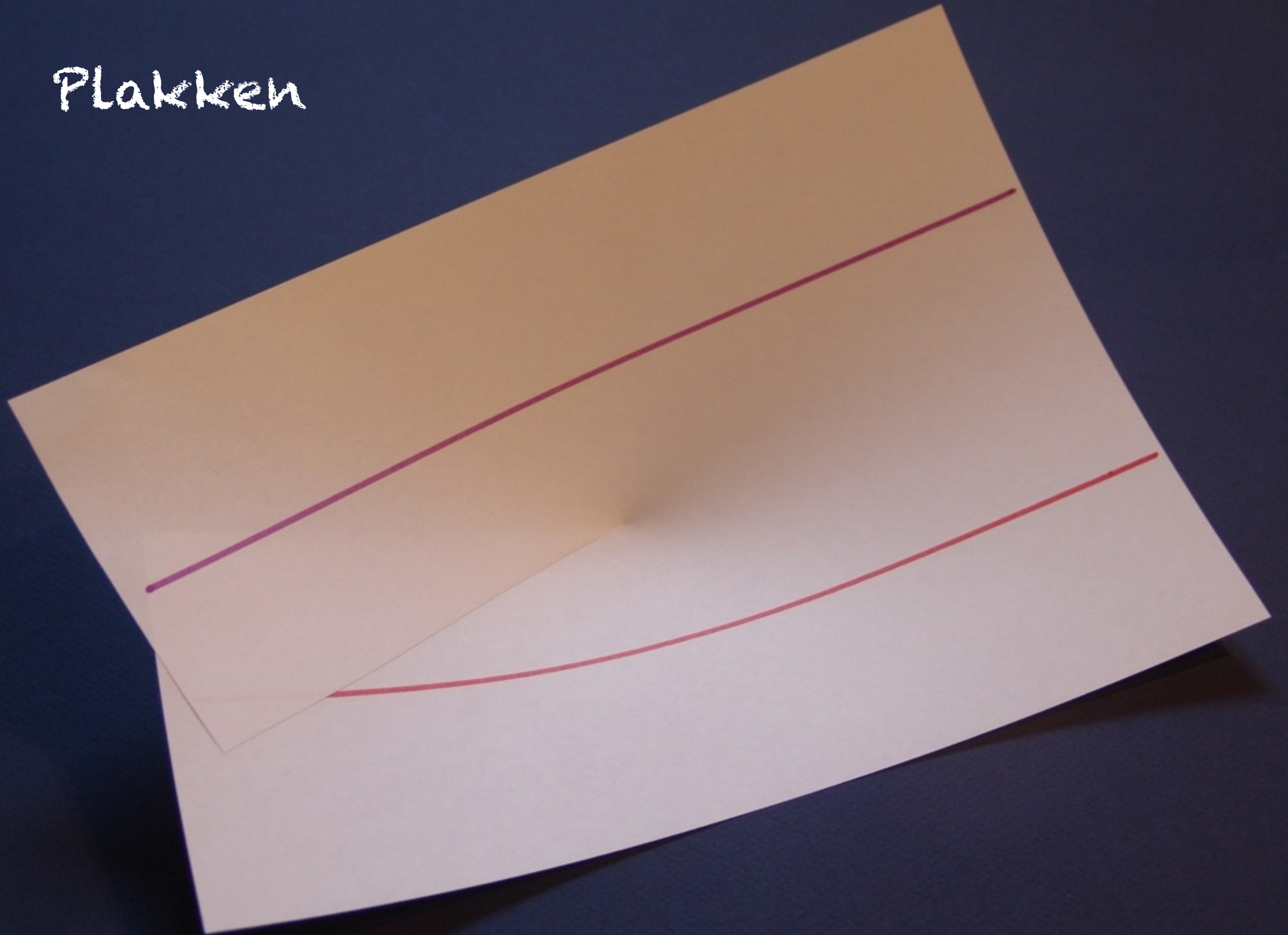
Evenwijdige lijnen



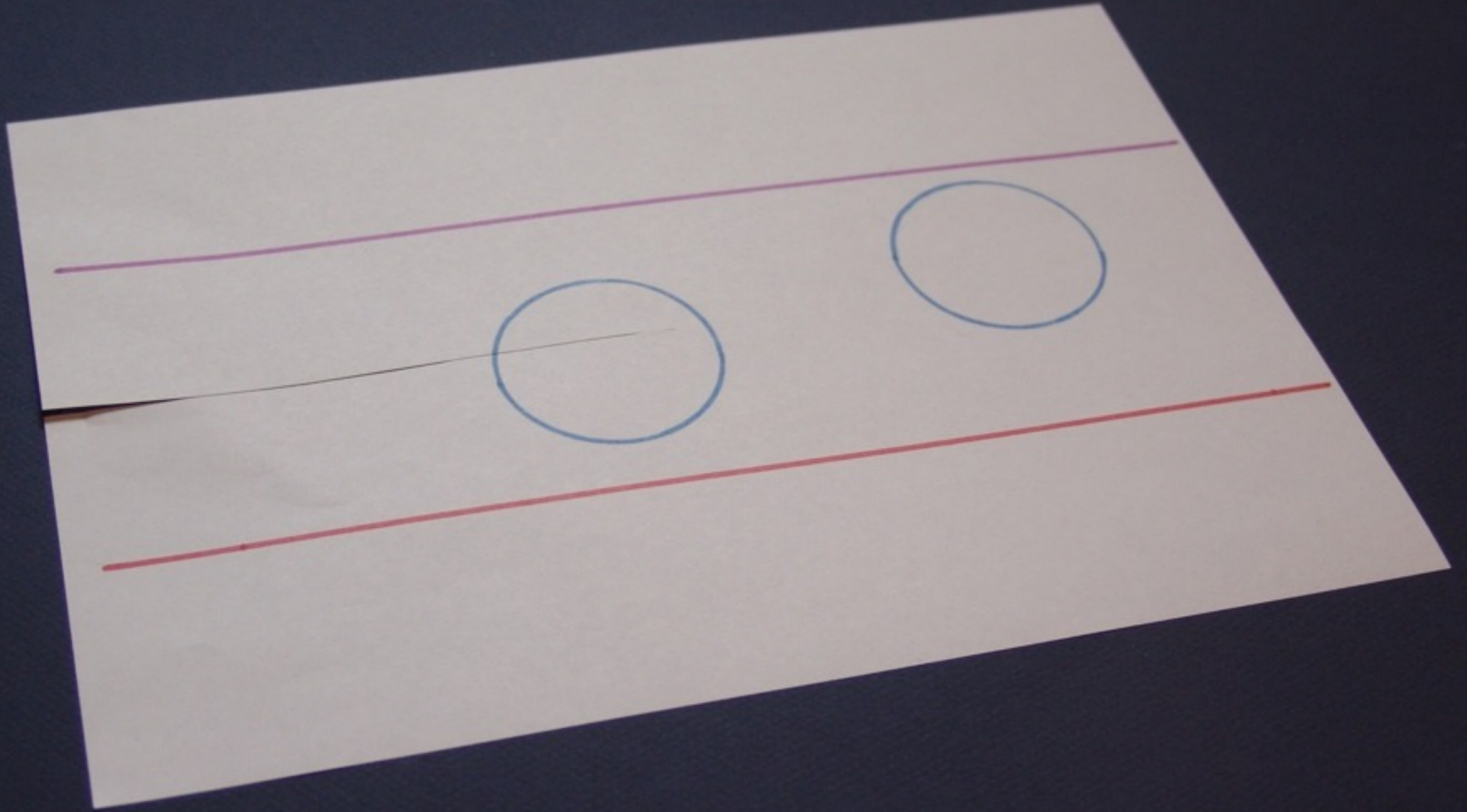
Инцирреи



Plakken



Кромминг
метен



Кроммирование
метен

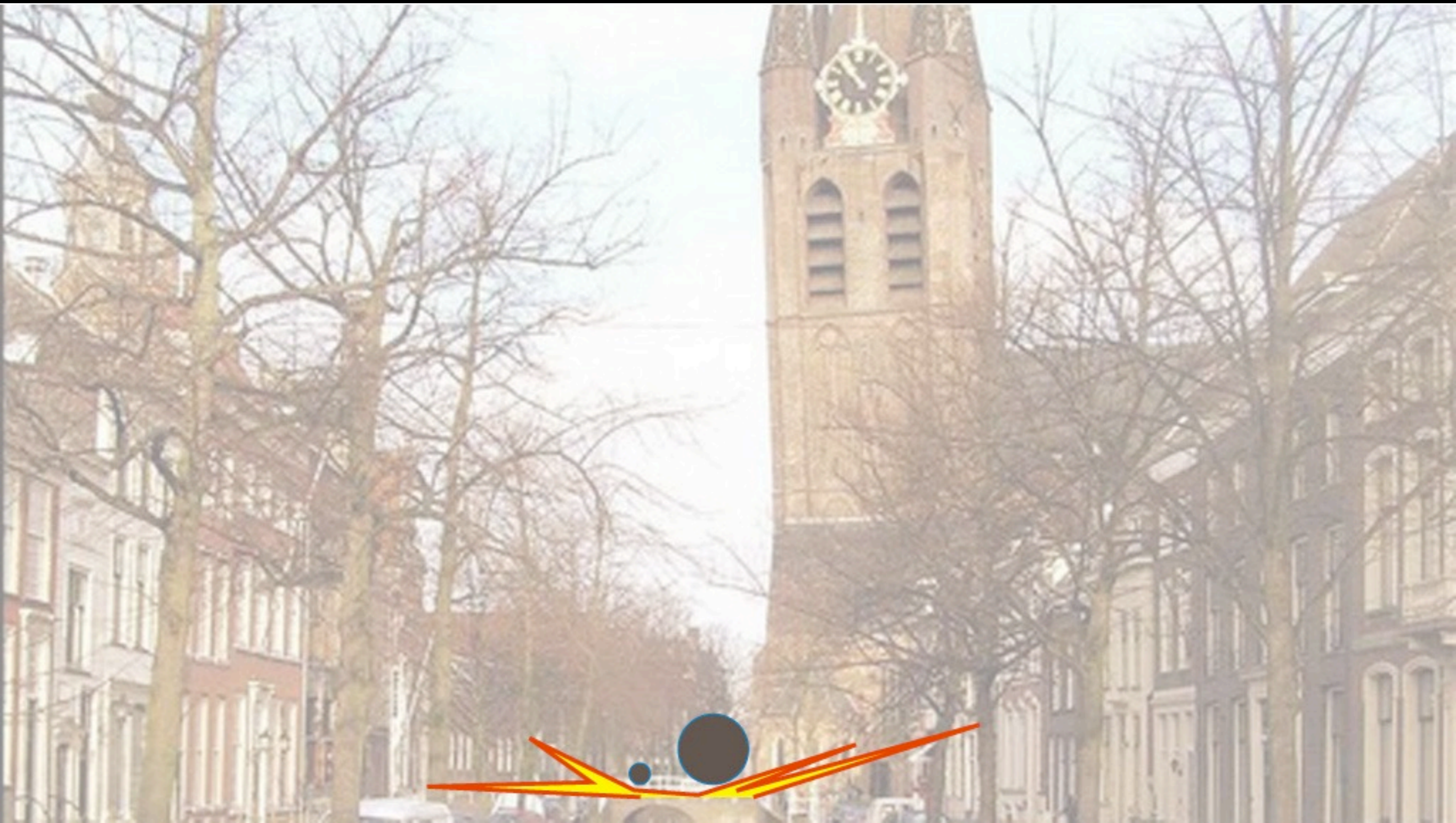
$$C = \pi D$$

$$C < \pi D$$



Alles valt met
dezelfde
versnelling







"gewichtloosheid"

Zwaartekracht bestaat niet

- ◆ “Zwaartekracht” is een historische term voor de gevolgen van de kromming van ruimte-tijd
- ◆ Nu ja, “temperatuur” bestaat ook niet
- ◆ “Zonsondergang” is een historische term voor de gevolgen van de draaiing van de Aarde

Beweging door de ruimte

- ◆ Alle klassieke mechanica en sterrenkunde gaat over de beweging van materie door de ruimte
- ◆ Ruimte wordt daarin beschouwd als onzichtbaar grafiekenpapier zonder eigenschappen

Botsende sterrenstelsels



Beweging van de ruimte

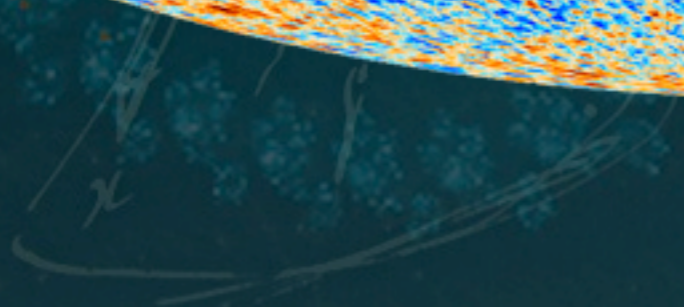
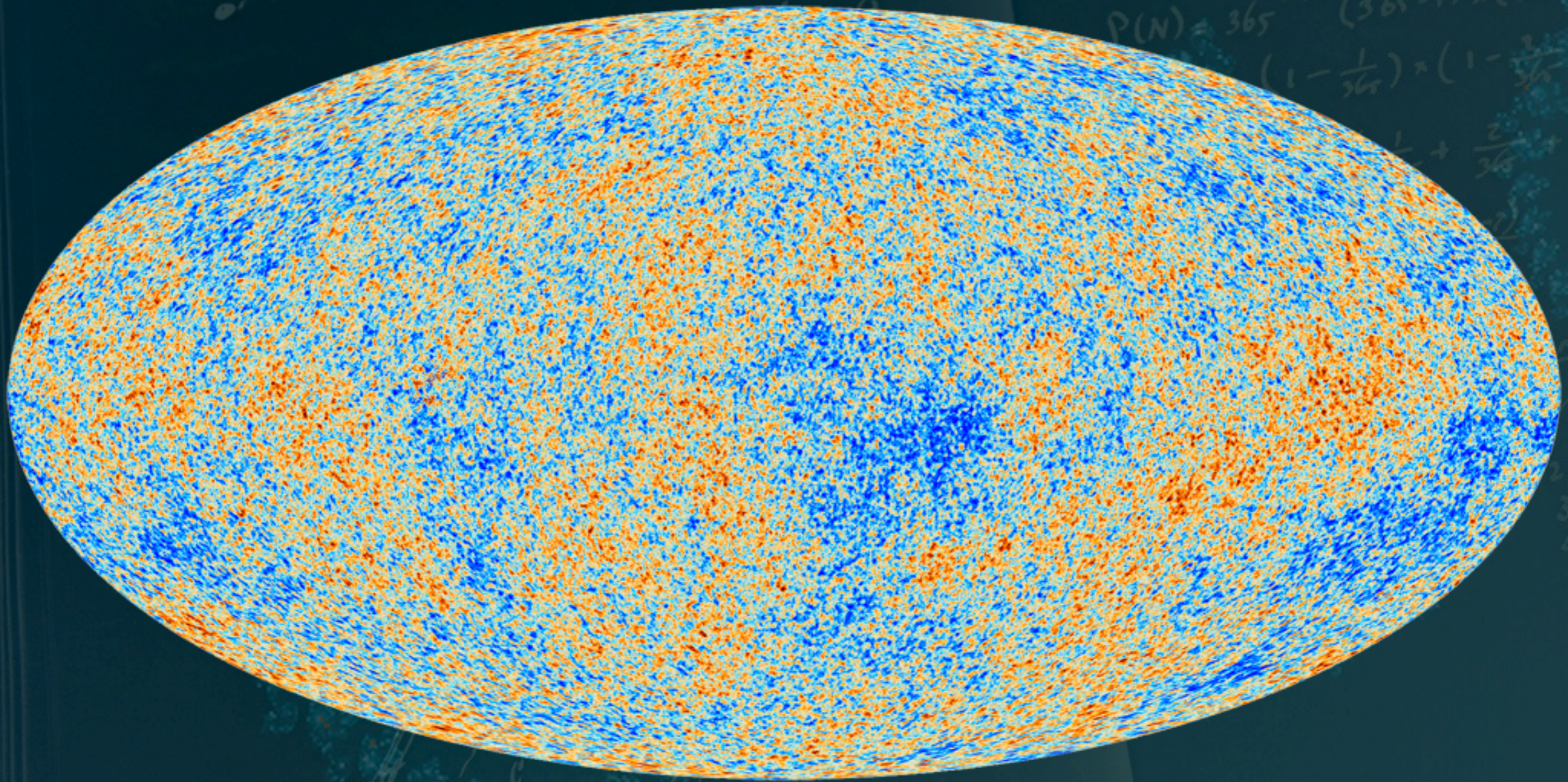
- ◆ Ruimte-tijd is bouwmetaal
- ◆ Einsteins Algemene Relativiteitstheorie
- ◆ Op zeer grote schaal wordt de dynamica van het Heelal door ruimte-tijd gedomineerd

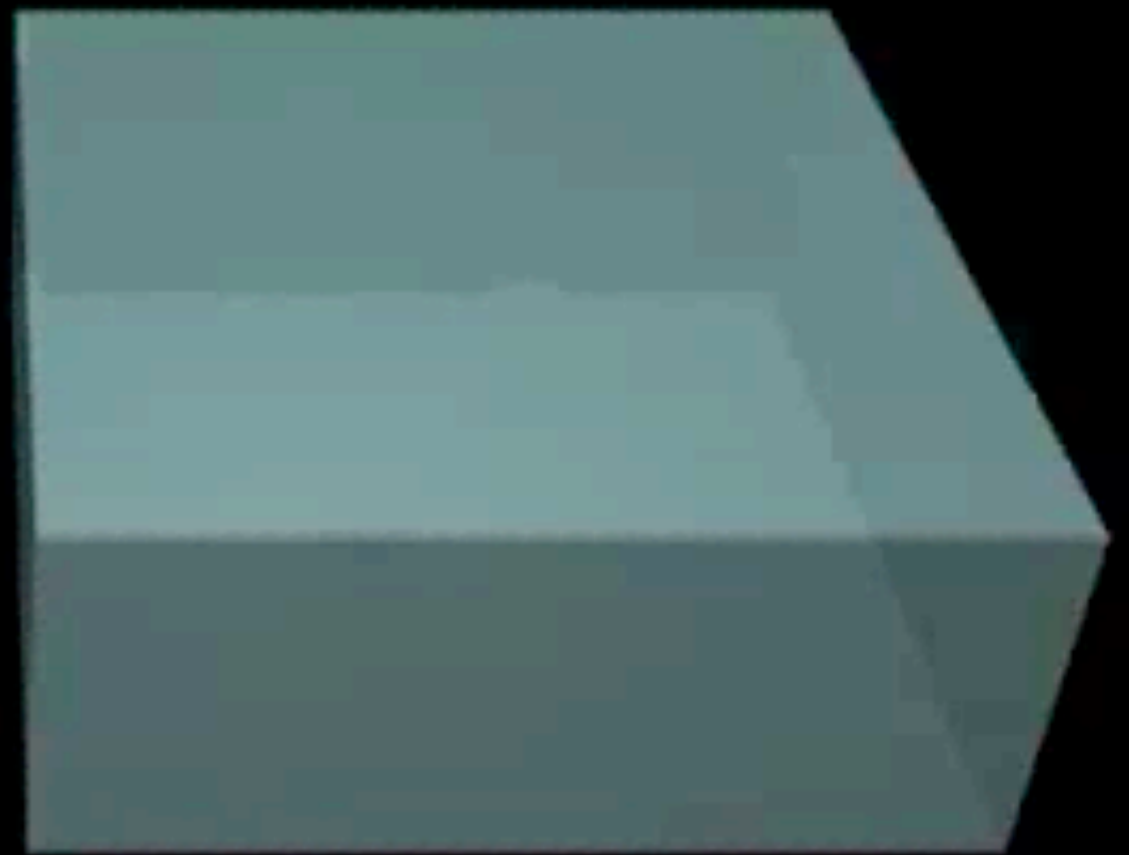
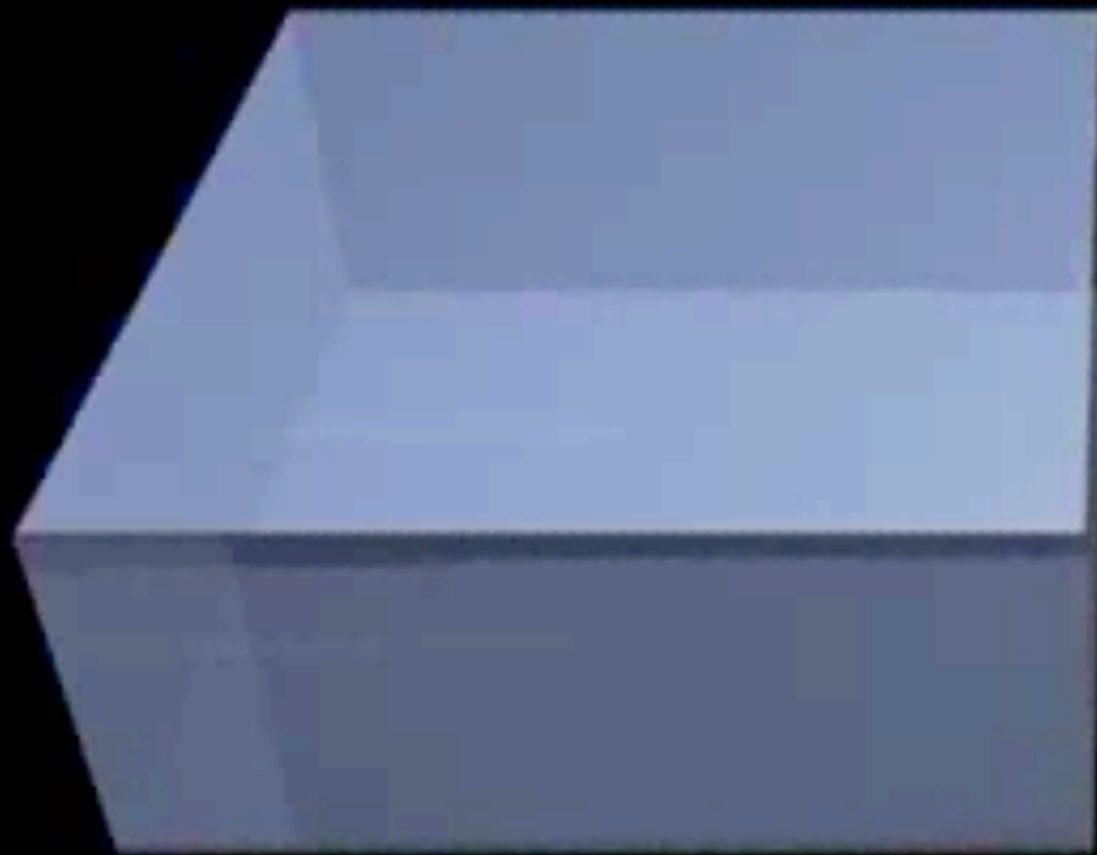
$\nabla \cdot \vec{E} = \rho$ "De veld"
 Dan krijg je + totale dichte!
 statisch veld



$2 \rightarrow 10^6$ mij
 $2 \rightarrow 20$ haeff kom van $\frac{365-1}{365}$ an
 3^e - - - $\frac{365-1}{365}$

$$P(N) = 365^{-N} (365-1) \times (365-1) \times \dots \times (365-1) \times (1 - \frac{1}{365}) \times (1 - \frac{1}{365})$$





$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho$ "De bron van
Dan breeft + rotor darle!
(veld)

20 1^e rij
20 2^e heeft kom van $\frac{365-1}{365}$ an
2^e - - - $\frac{365-1}{365}$ -

$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho$ "De bron van ρ "
Dan bereken je \vec{E} + retardatie!
statisch veld



$\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \propto \vec{\nabla} \times \vec{B}$
+ \vec{j} stroom

We willen alles

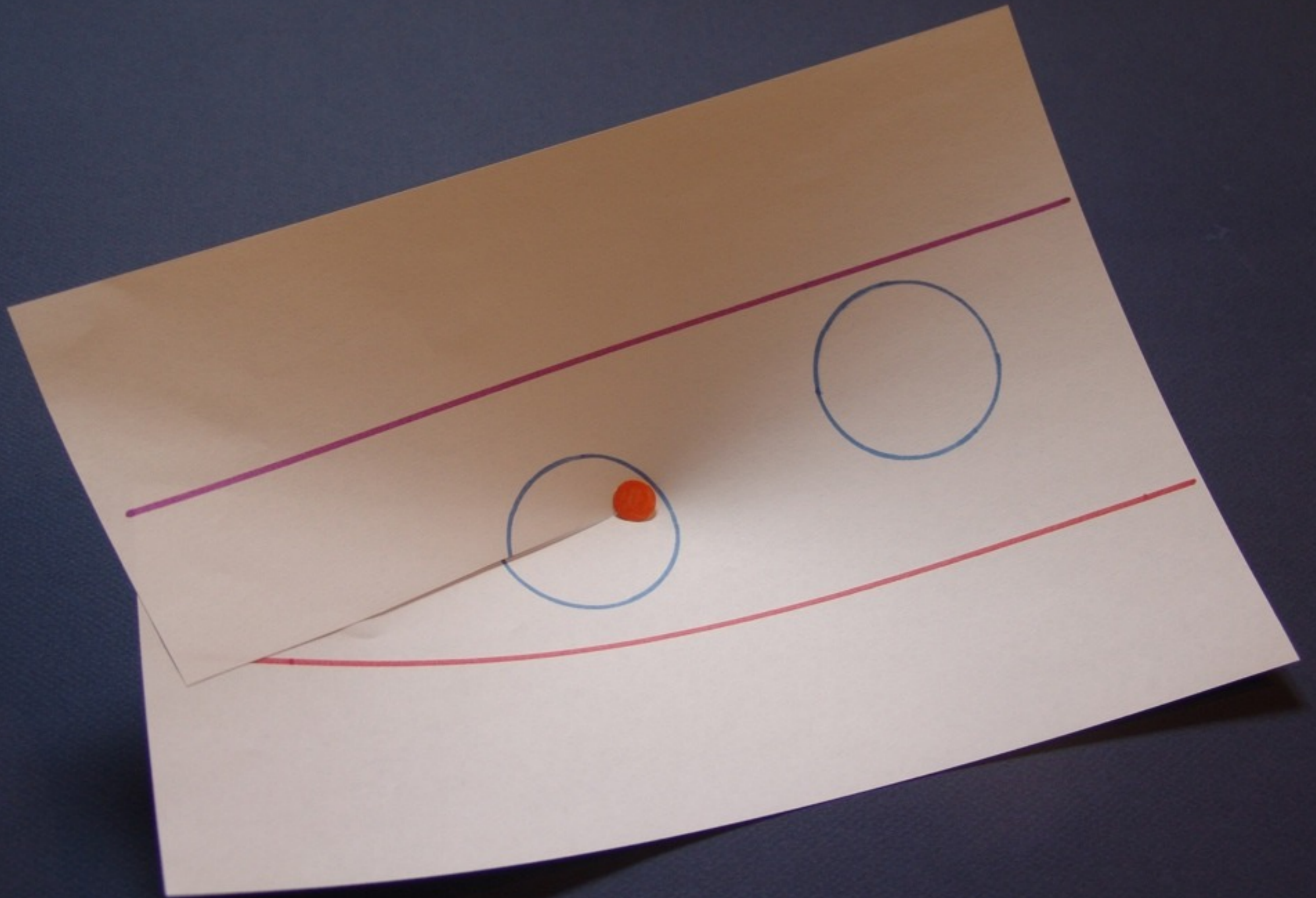
En we willen het nu



2^e 1^e rij
2^e heeft komma van $\frac{365-1}{365}$ an
3^e - - - $\frac{365-2}{365}$ -

$P(N) = 365^{-N} (365-1) \times (365-2) \times \dots \times (365-N+1)$
 $\approx 1 - \left(\frac{1}{365} + \frac{2}{365} + \dots \right)$
 $= 1 - \frac{(N-1)(N-2)}{730}$

$P \approx 0.5$ als $N \approx \sqrt{365}$
 $\frac{1}{365} = 0.00274$



Het raadsel van de massa



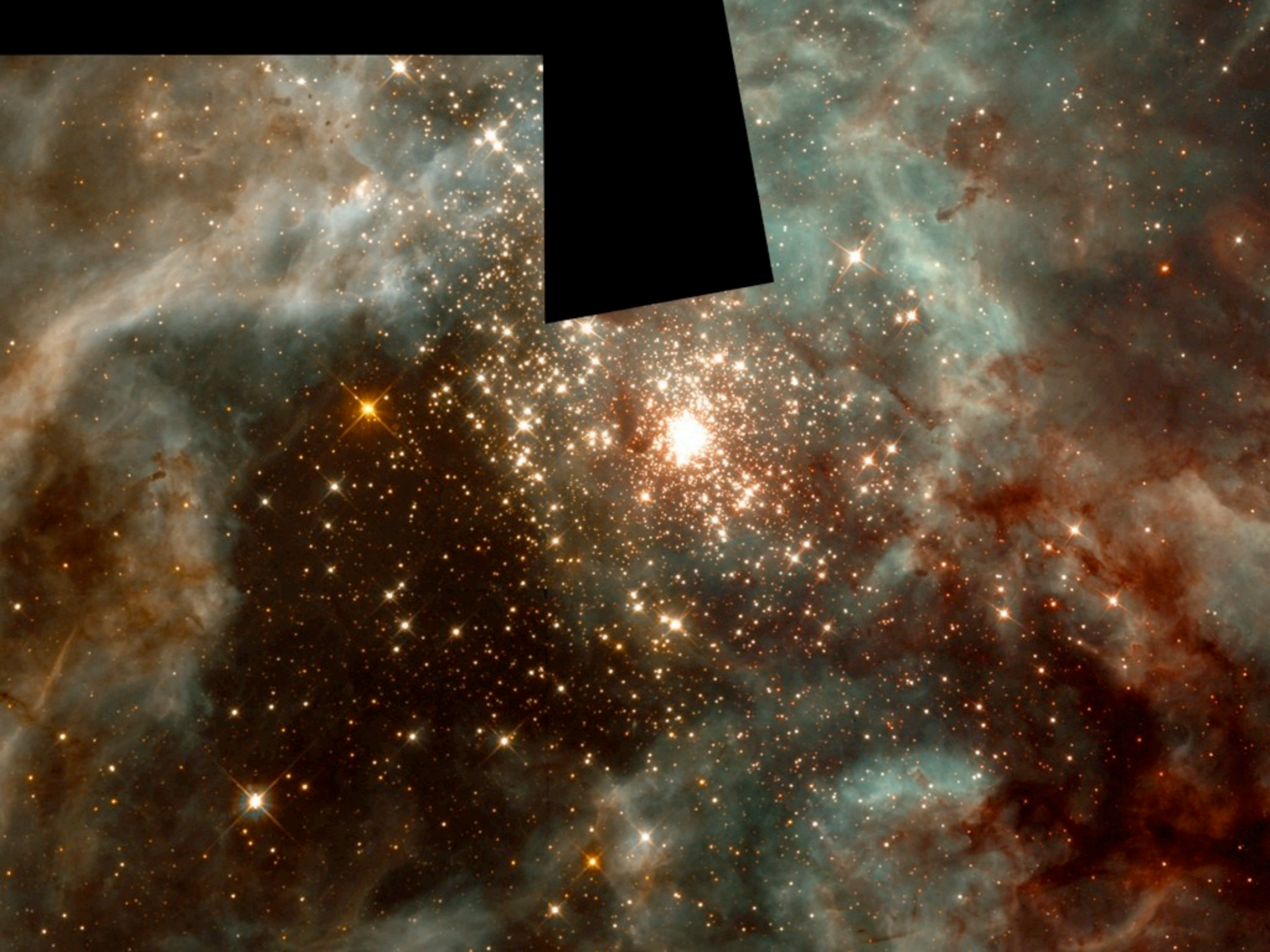
- ◆ Einsteins vondst: **materie** kromt de ruimte
- ◆ Maar: hoe pakt die materie dat aan?
- ◆ Wat is de **wisselwerking tussen materie en ruimte-tijd?**

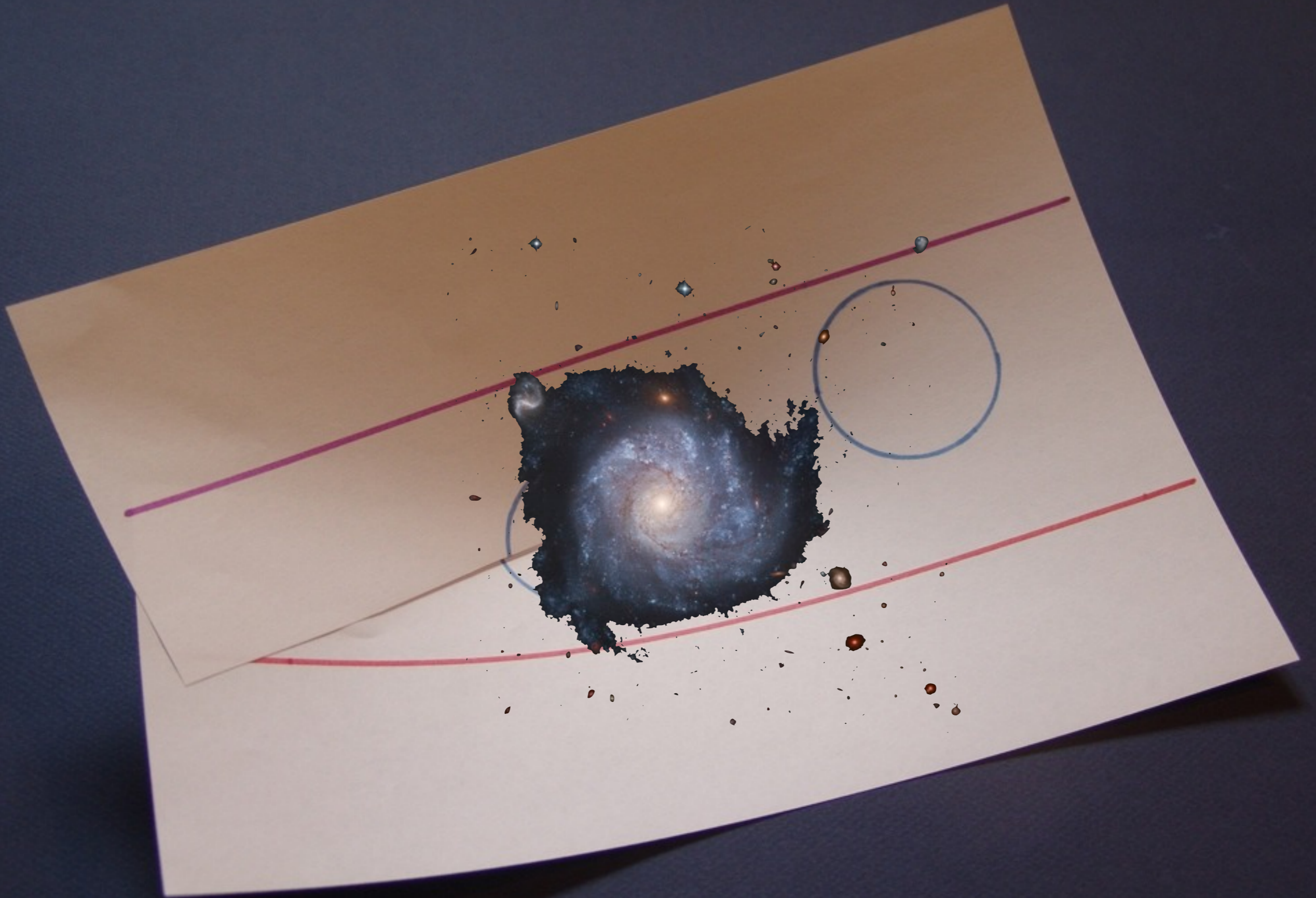
Materie kromt de ruimte

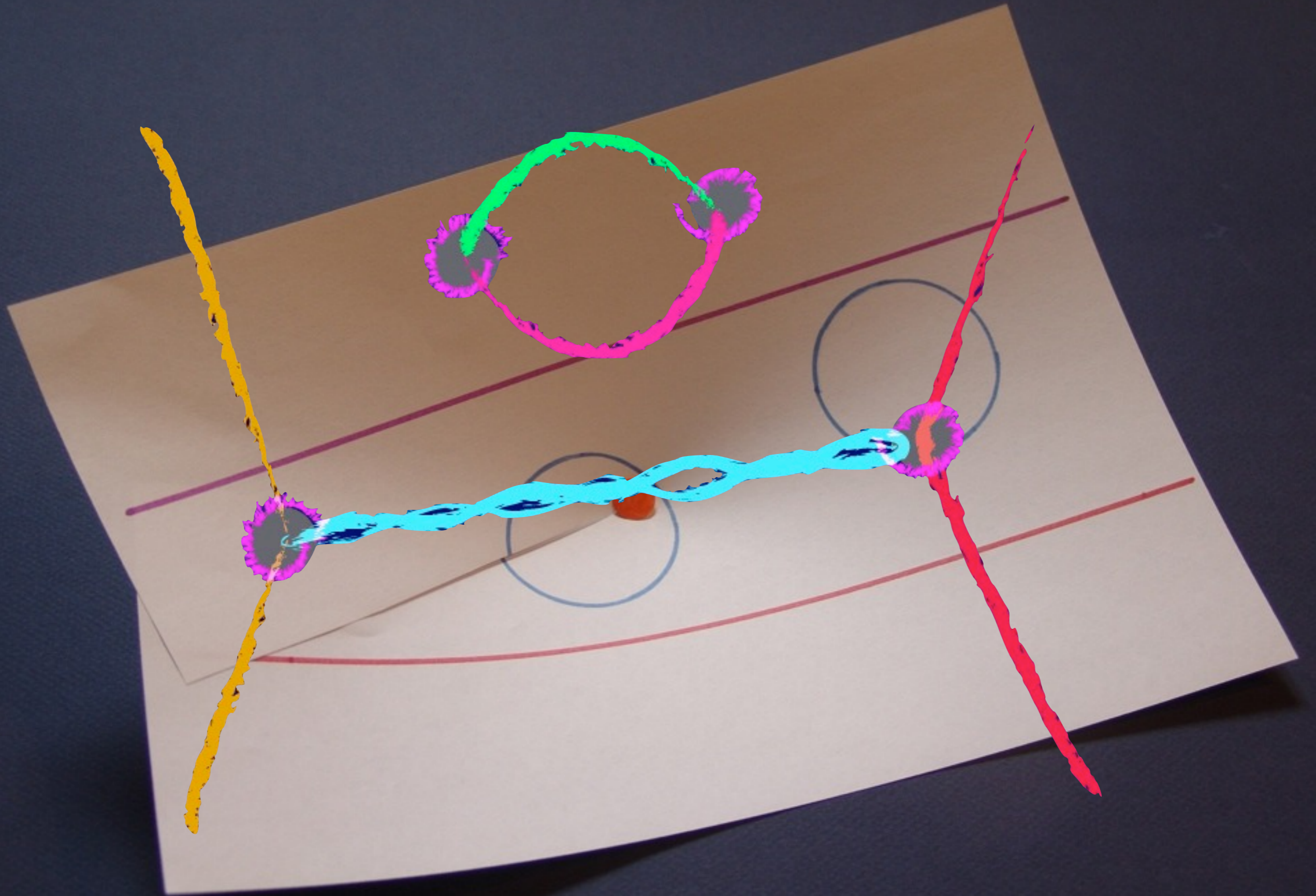
- ◆ Planeetbanen rondom de Zon zijn krom
- ◆ Proef van Stevin: ruimtekromming
- ◆ Hoe vertelt de Zon aan de ruimte eromheen dat-ie gekromd moet zijn?

Nobel Prize or Bust

- ◆ **Wie het antwoord vindt, of zelfs maar ongeveer de juiste vraag, wint gegarandeerd de Nobelprijs**







$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho$ "De bron van veld"
 Dan beweging + retardatie!
 statisch veld



dynamisch veld
 $\vec{E} + \text{rot} \vec{A}$
 $\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \propto \vec{\nabla} \times \vec{B}$
 \vec{j} stroom

En doe je best

Tot zover

2^e 1^e rij
 2^e heeft kom van $\frac{365-1}{365}$ an
 3^e - - - $\frac{365-2}{365}$

$$P(N) = 365^{-N-1} (365-1) \times (365-2) \times \dots \times (365-N)$$

$$\approx 1 - \left(\frac{1}{365} + \frac{2}{365} + \dots + \frac{N-1}{365} \right)$$

$$= 1 - \frac{(N-1)(N-2)}{730}$$

$P \approx 0.5$ als $N \approx \sqrt{365}$

$$\frac{1}{365} = 0.00274$$