



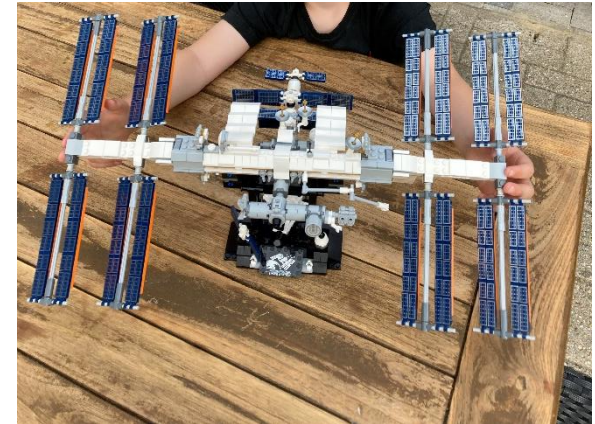
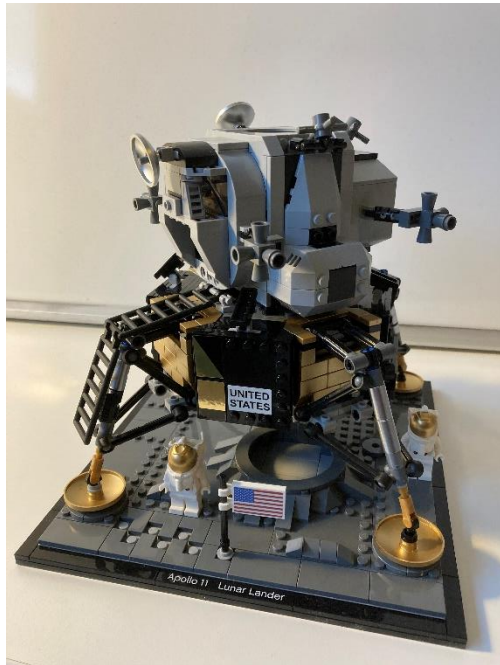
BRYCS

Natuurkunde met LEGO!

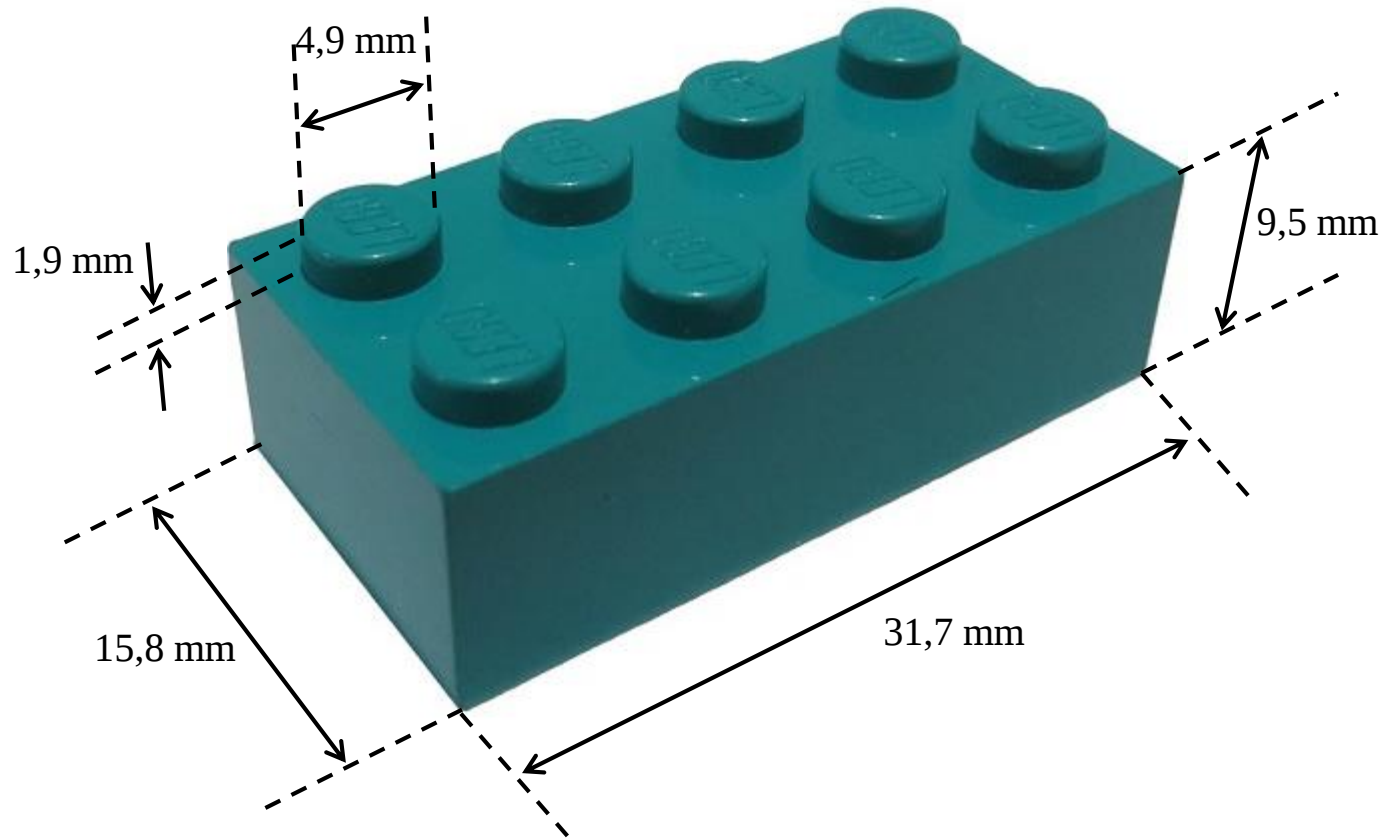
Karel Langendonck
WND-conferentie Noordwijkerhout
17 december 2022

Aanleiding en spelregels

- Niets meenemen! (ook de boekjes niet)
- Wat je uithaalt / bouwt graag ook weer opruimen / afbreken!
- Geen fysisch purisme!



LEGO-steentje



Hoe groot is het oppervlak van een LEGO-steentje?

Hoe groot is het volume van een LEGO-steentje?

LEGO-steentje

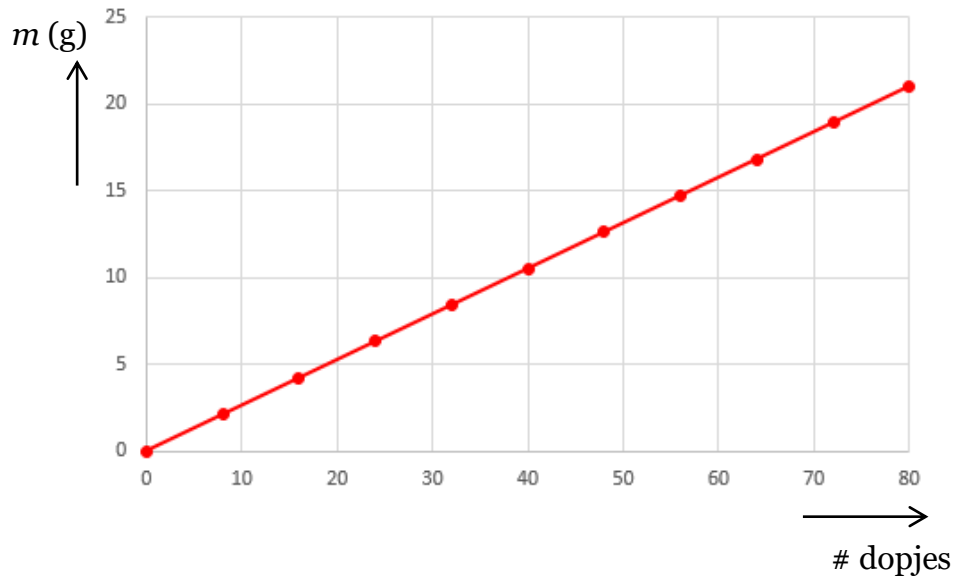
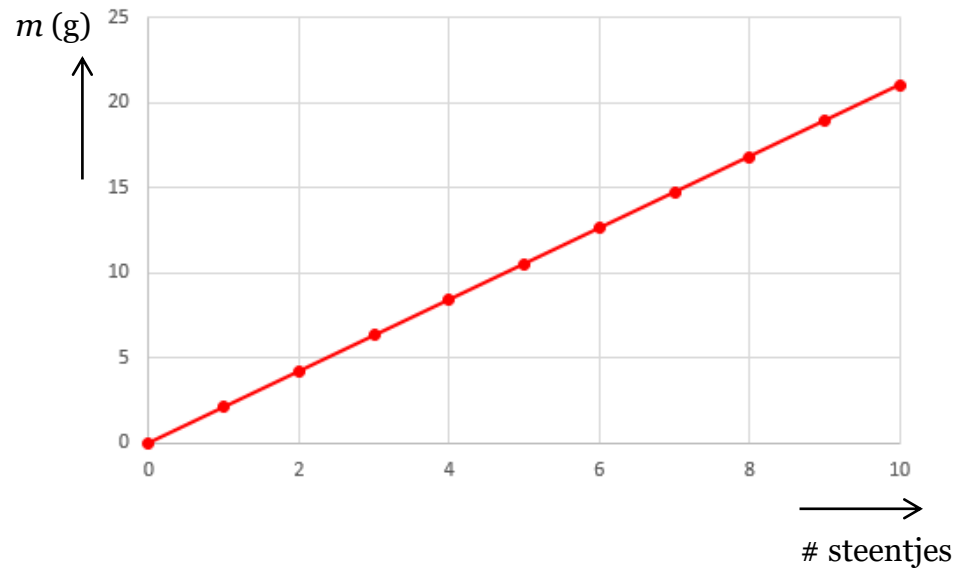


Hoe verhouden de afmetingen van LEGO-steentjes zich t.o.v. elkaar?

Hoe verhouden de oppervlakken van LEGO-steentjes zich t.o.v. elkaar?

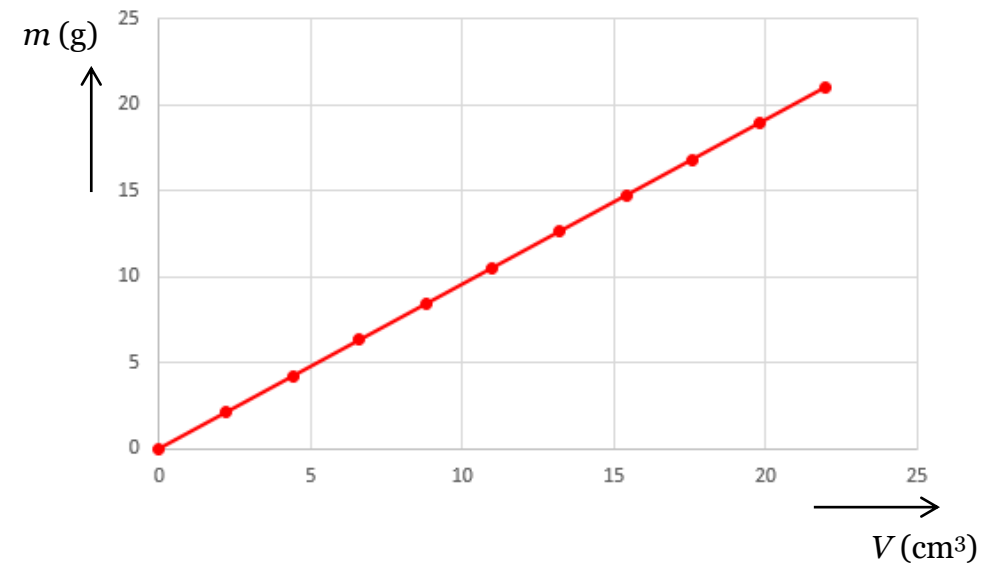
Hoe verhouden de volumes van LEGO-steentjes zich t.o.v. elkaar?

LEGO-dichtheid



massa (4×2) -steentje = 2,1 g

volume (4×2) -steentje = 2,2 cm³



dichtheid LEGO = 0,95 g/cm³

Auw met LEGO!

Wat is een van de pijnlijkste ervaringen in het leven?

Hoe groot is de uitgeoefende druk op een (2×2) LEGO-steentje als je er met je volle gewicht op gaat staan.

$$F_z = mg = 80 \cdot 9,81 = 785 \text{ N}$$

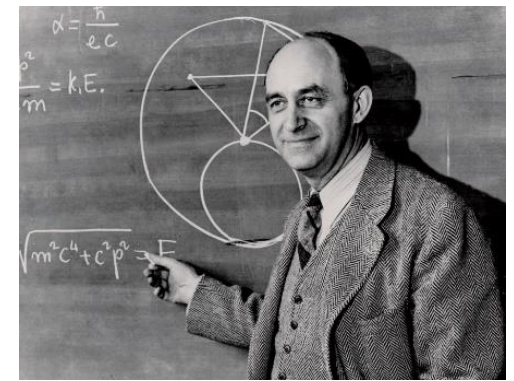
$$F_z = F_N = F_G = 785 \text{ N}$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$p = \frac{F_G}{4 \cdot A_{\text{dopje,boven}}} = \frac{785}{4 \cdot 19 \cdot 10^{-6}} = 1,0 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$



LEGO en Fermi

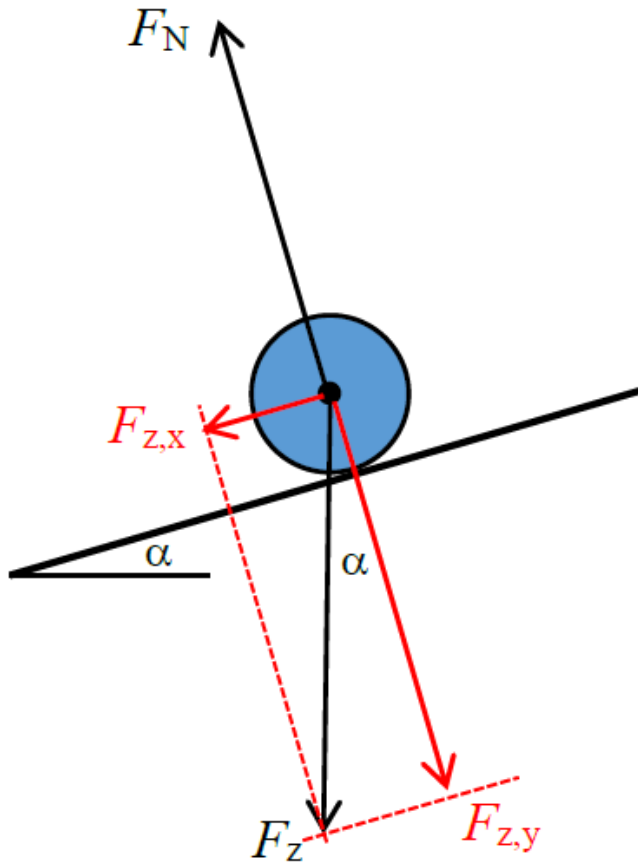


1. Hoeveel (4×2) LEGO-steentjes zijn er nodig om een cirkel van LEGO rond de aarde te leggen?
2. Hoeveel (4×2) LEGO-steentjes zijn er nodig om een klaslokaal volledig te vullen met LEGO?
3. Hoeveel (4×2) LEGO-steentjes zijn er nodig om de provincie Utrecht volledig te bedekken met LEGO?
4. LEGO-steentjes kunnen eenvoudig met elkaar verbonden worden. Ze blijven aan elkaar zitten ten gevolge van wrijvingskracht. Hoe groot is deze wrijvingskracht?
5. Hoeveel (2×2) LEGO-steentjes zijn er nodig om een mens na te bouwen op ware grootte en met een zo realistisch mogelijke vorm? Hoe groot is de massa van deze LEGO-persoon?

BOUW-OPDRACHT

Ontwikkel met behulp van LEGO
een (meet)methode waarmee
de valversnelling
bepaald kan worden.

Valversnelling met een LEGO-autootje



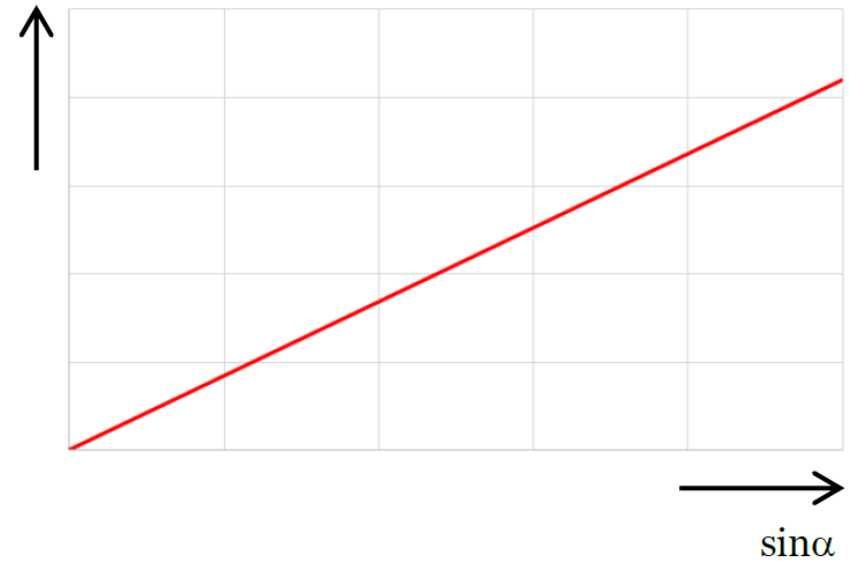
$$F_{z,x} = F_z \sin \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha$$

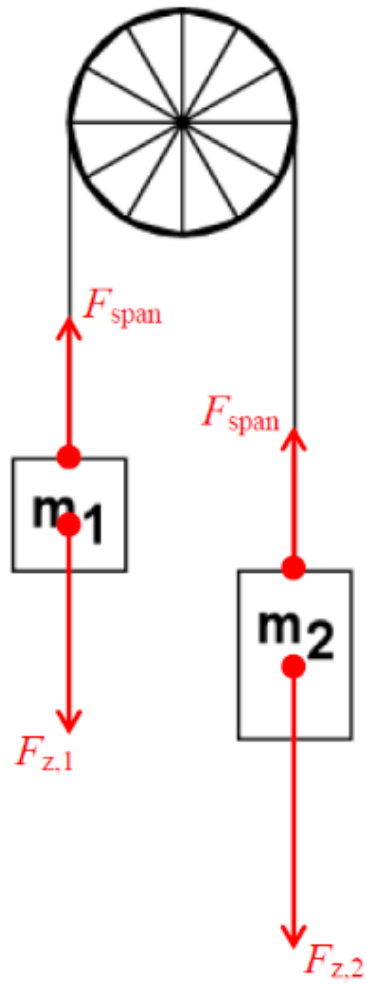
$$a = g \sin \alpha$$



$a \text{ (m/s}^2\text{)}$



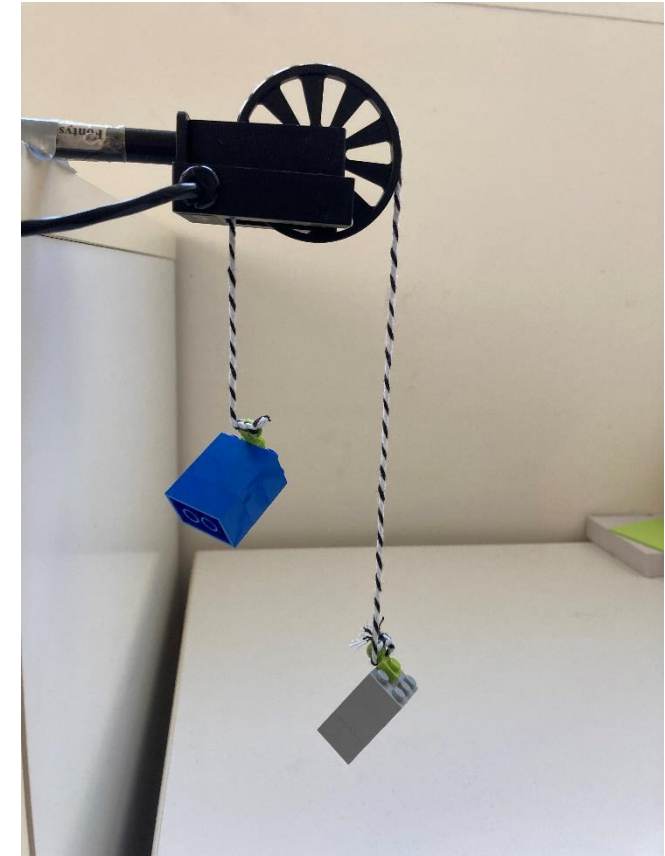
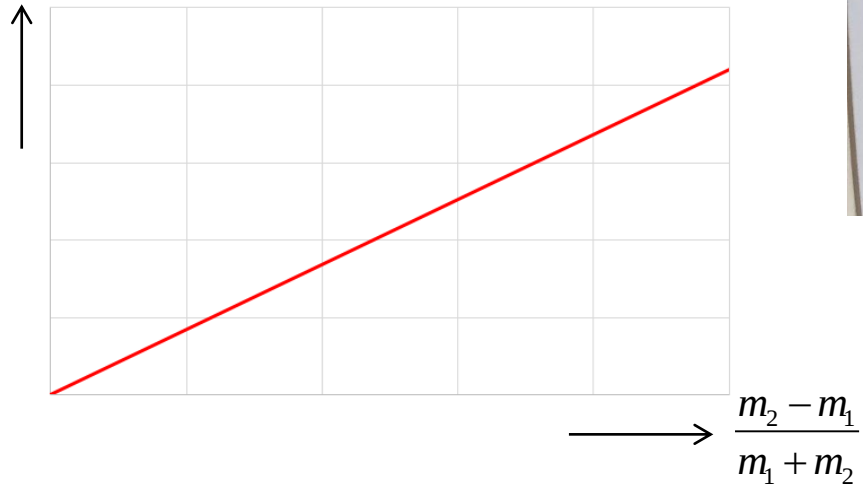
Atwood met een LEGO



$$F_{z,2} - F_{z,1} = (m_1 + m_2) a$$

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g$$

$a \text{ (m/s}^2\text{)}$



LEGO-formules

$$\begin{array}{c} \text{Green 2x2} \\ \hline \text{Yellow 2x2} \\ \hline \text{Red 2x2} \end{array} =$$

$$\frac{\text{Green 2x2}}{\text{Orange 1x1}} = \frac{\text{Yellow 2x2}}{\text{Red 2x2}}$$

$$\frac{\text{Green 2x2}}{\text{Orange 1x1}} = \frac{\text{Yellow 2x2}}{\text{Red 2x2}}$$

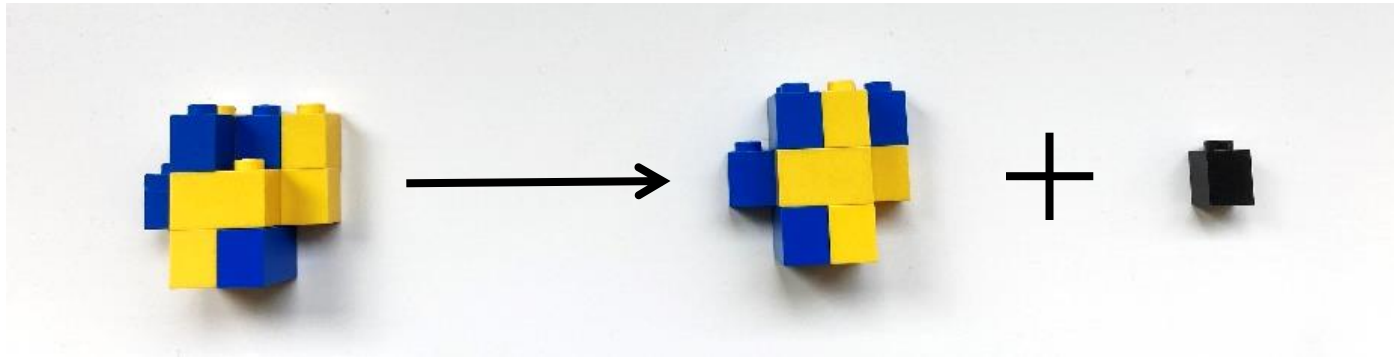
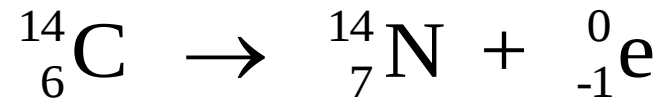
$$\frac{\text{Red 2x2}}{\text{Orange 1x1}} = \frac{\text{Yellow 2x2}}{\text{Green 2x2}}$$

$$\frac{\text{Green 2x2} \cdot \text{Red 2x2}}{\text{Orange 1x1}} = \frac{\text{Yellow 2x2}}{\text{Orange 1x1}}$$

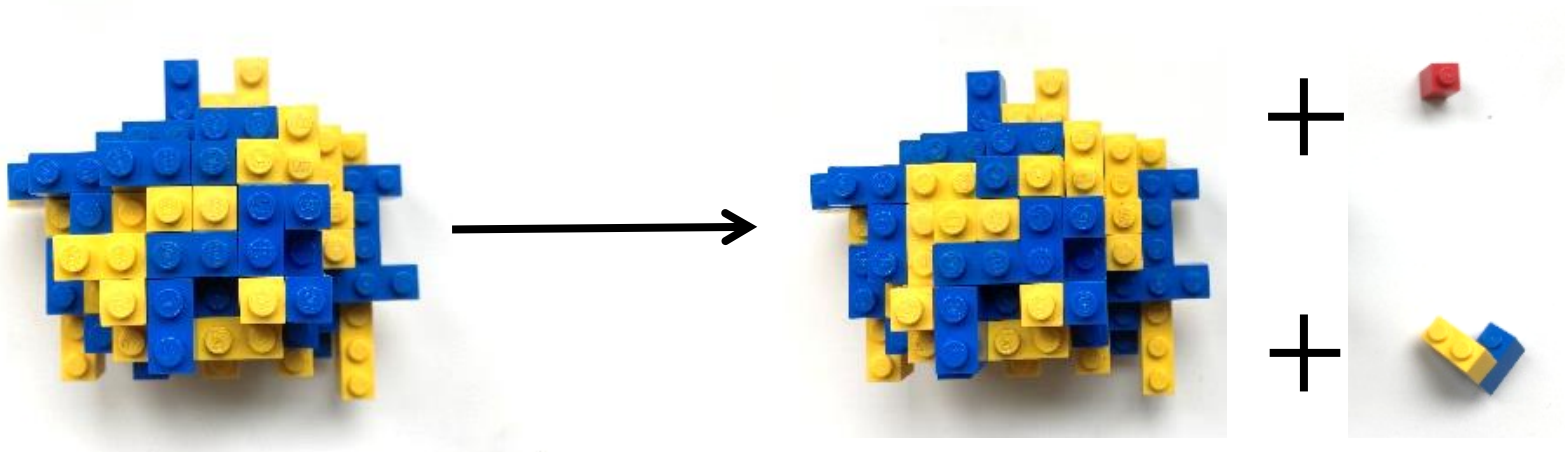
$$\text{Red 2x2} = \frac{\text{Yellow 2x2}}{\text{Green 2x2}}$$

$$\text{Green 2x2} \cdot \text{Red 2x2} = \text{Yellow 2x2}$$

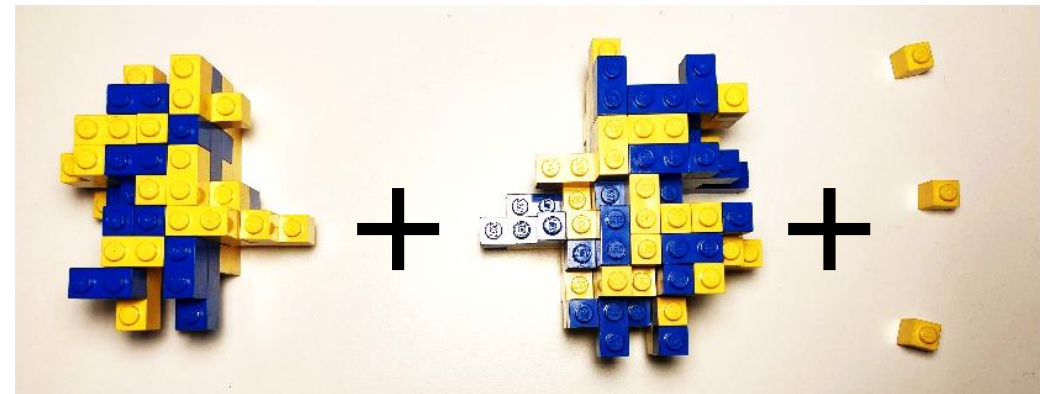
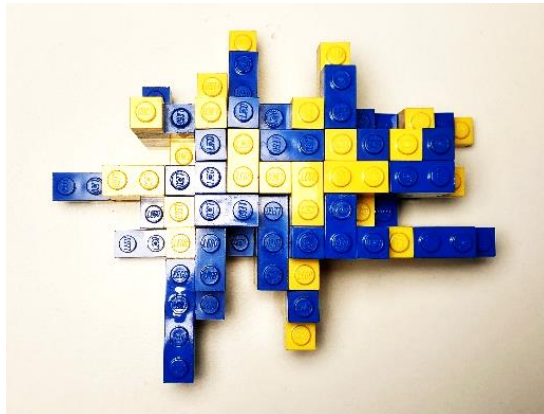
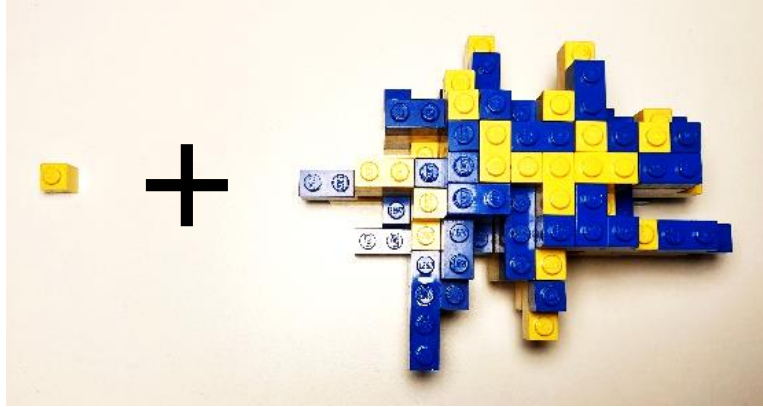
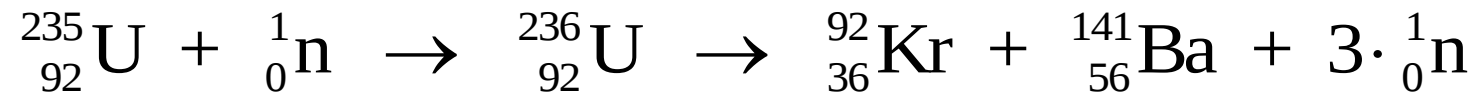
Radioactieve LEGO-steentjes



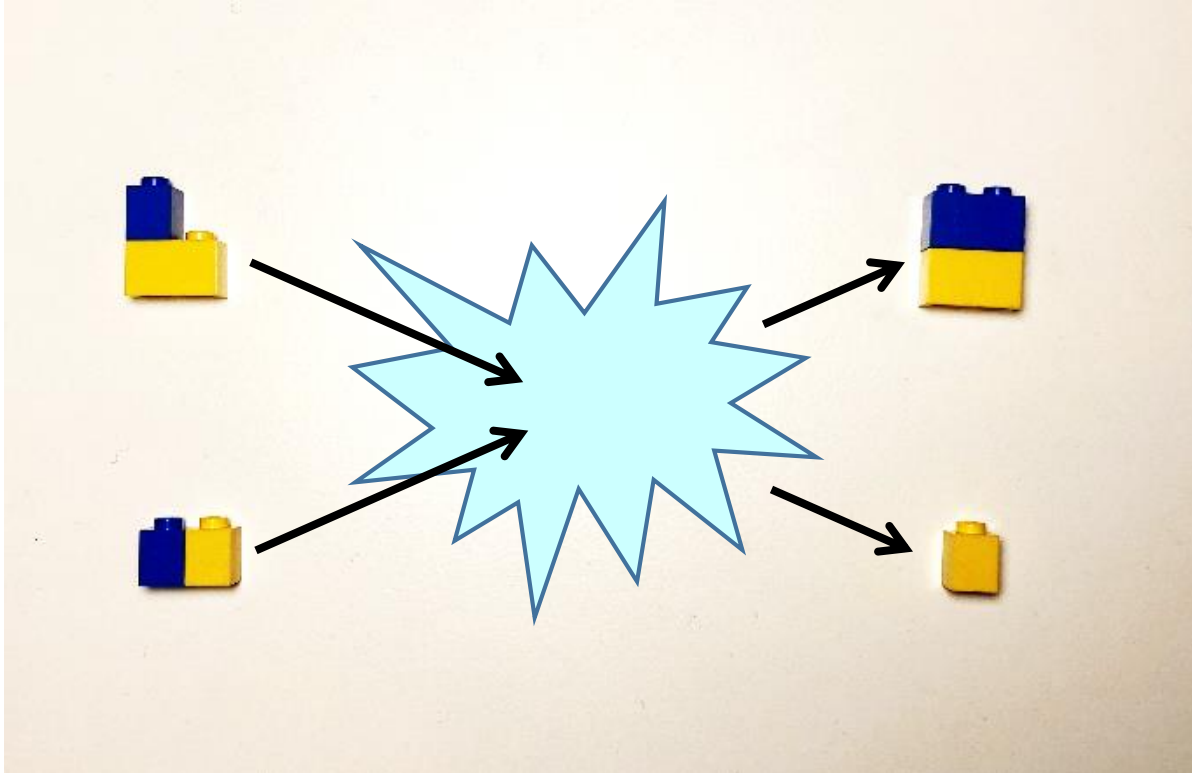
Blauw = proton
Geel = neutron
Zwart = elektron
Rood = gamma-foton



LEGO-splijting



LEGO-fusie



LEGO-brick-seperator

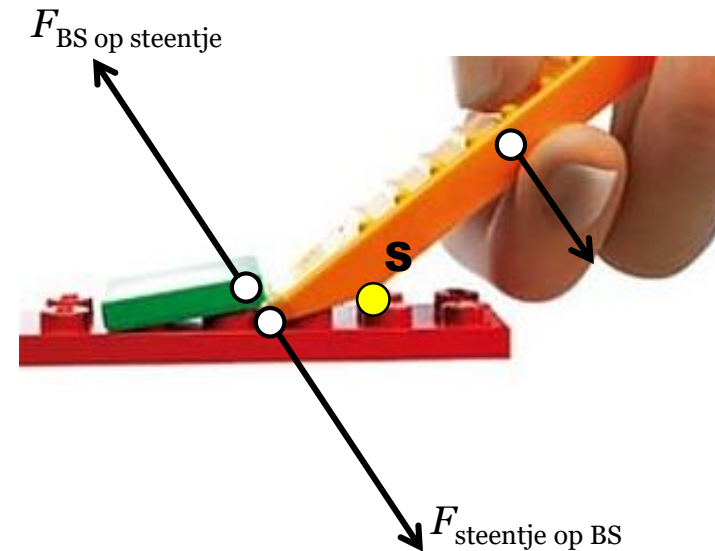
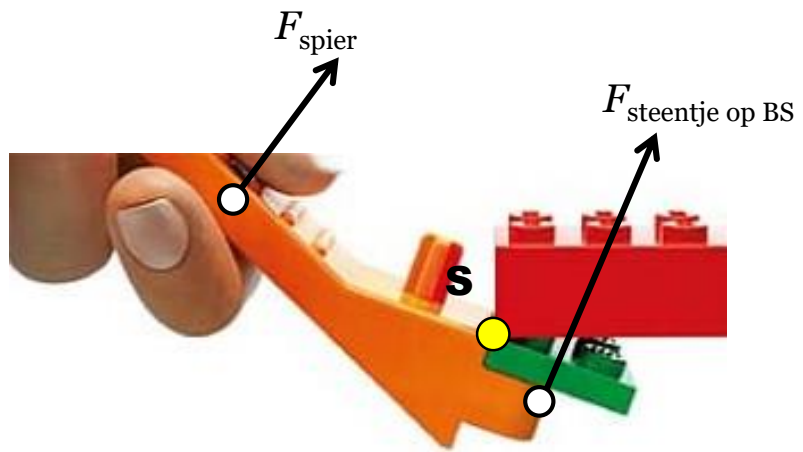
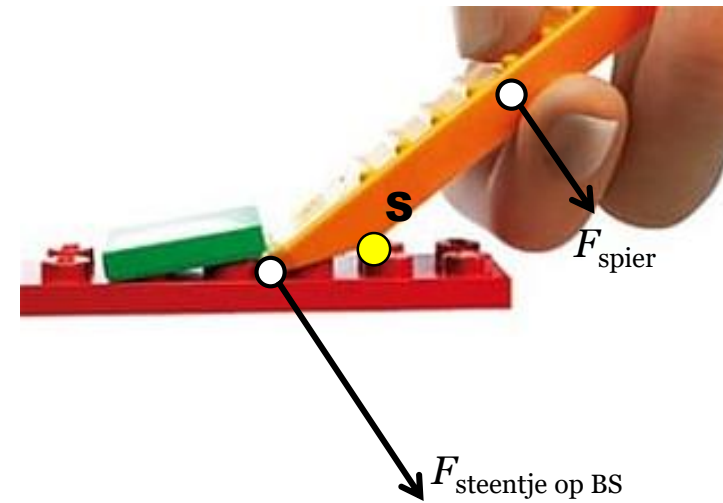
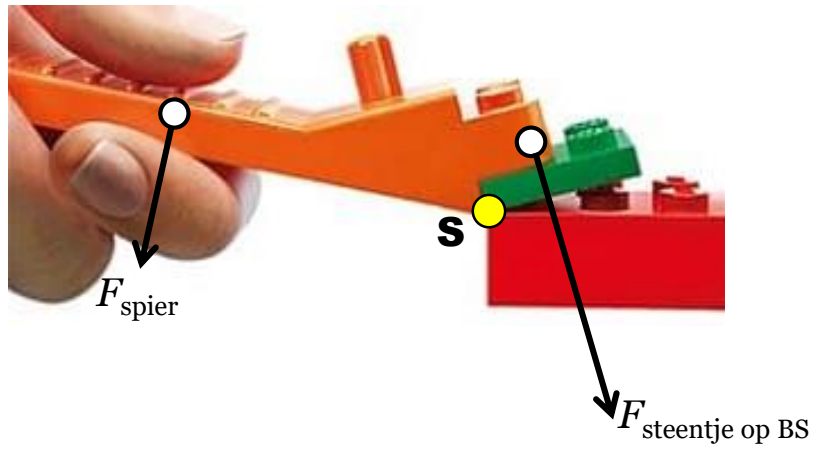


Hoe werkt de LEGO-brick-seperator?

Welke mogelijkheden heeft de LEGO-brick-seperator?

Welke krachtworwing is er in de LEGO-brick-seperator aan de orde?

LEGO-brick-seperator

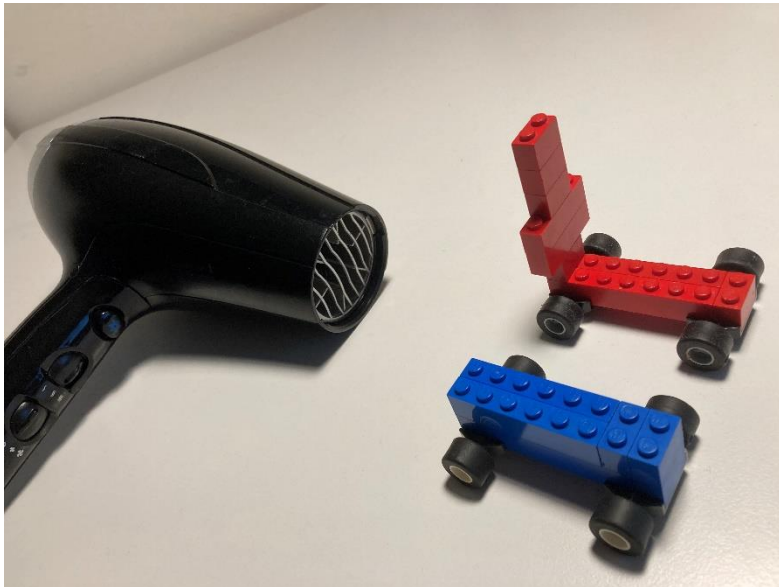


BOUW-OPDRACHT

Ontwerp en bouw met behulp van LEGO
een (demonstratie-)experiment waarmee
(een van) de **wetten van Newton**
aannemelijk gemaakt kunnen worden.

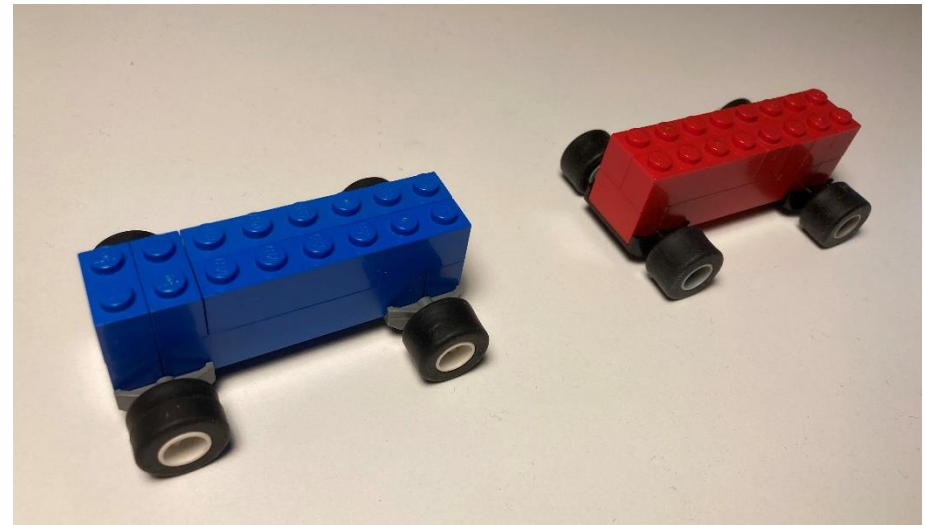
LEGO en Newton

Een alternatief voor de luchtkussenbaan



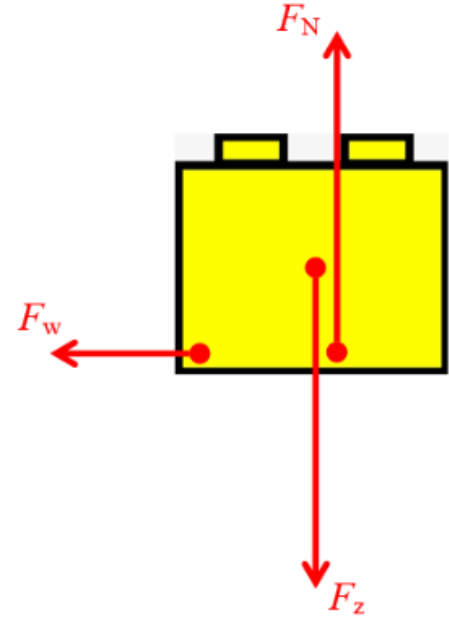
Luchtweerstand als aandrijvende kracht

LEGO-ballon-autootje



Elkaar afstotende LEGO-autootjes

Draaiende LEGO-steentjes



$$F_w = F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_w = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$\mu_s mg = \frac{mv^2}{r} \longrightarrow \mu_s = \frac{v^2}{rg}$$

$$\mu_s = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{rg} = \frac{\frac{4\pi^2 r^2}{T^2}}{rg} = \frac{4\pi^2 r}{gT^2} = \left(\frac{4\pi^2}{gT^2}\right) r$$

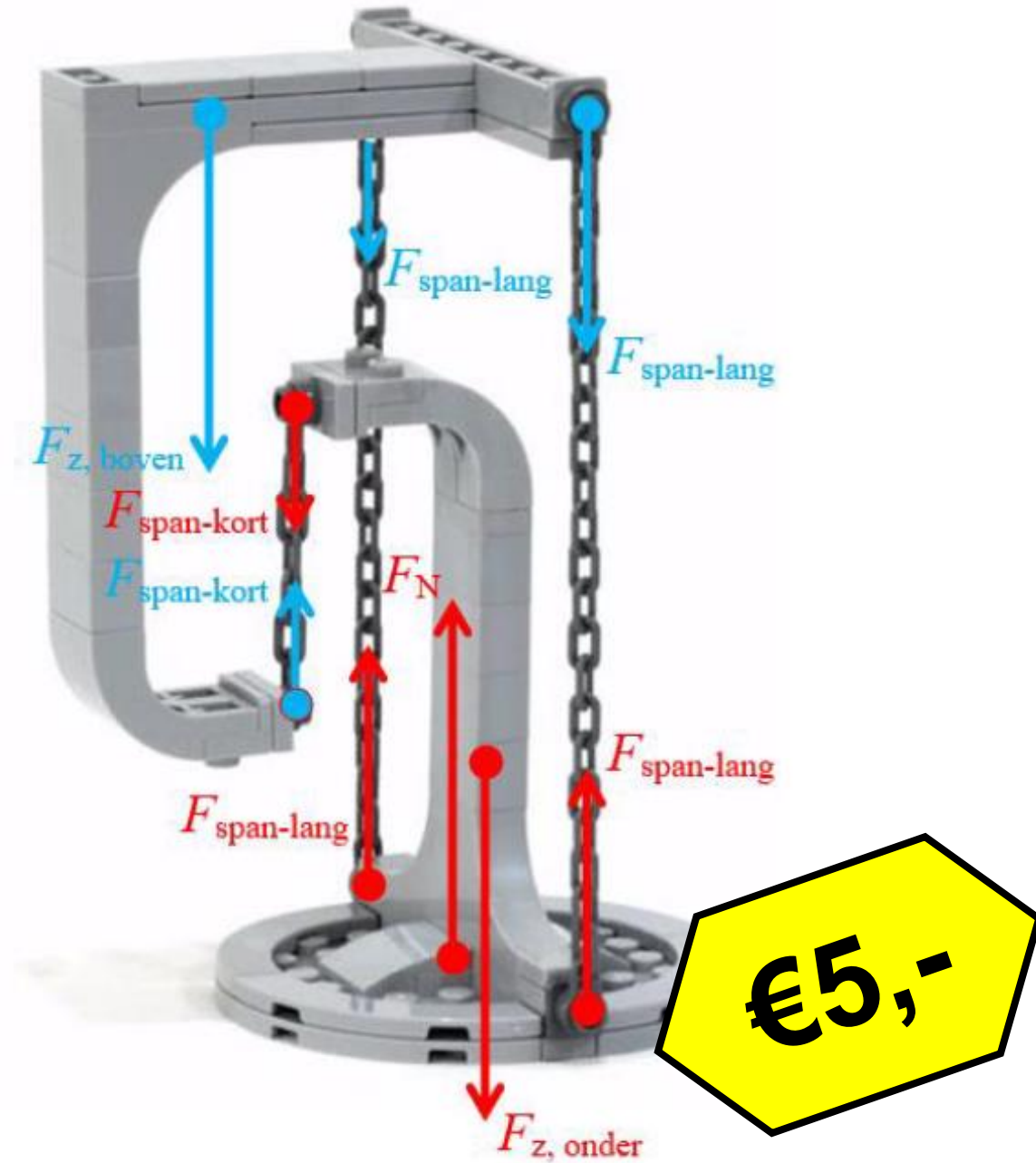
LEGO-tensegrity

Teken de krachten die werken op en in de LEGO tensegrity.

Probeer ook in te schatten hoe groot de krachten zijn t.o.v. elkaar.



LEGO-tensegrity



Verstoppe LEGO-steentjes

Hoeveel LEGO-steentjes zitten er in een cilinder?

Hoe groot zijn de LEGO-steentjes die in een cilinder zitten?

Wat is de vorm van de LEGO-steentjes die in een cilinder zitten?

Welke kleur hebben de LEGO-steentjes die in een cilinder zitten?

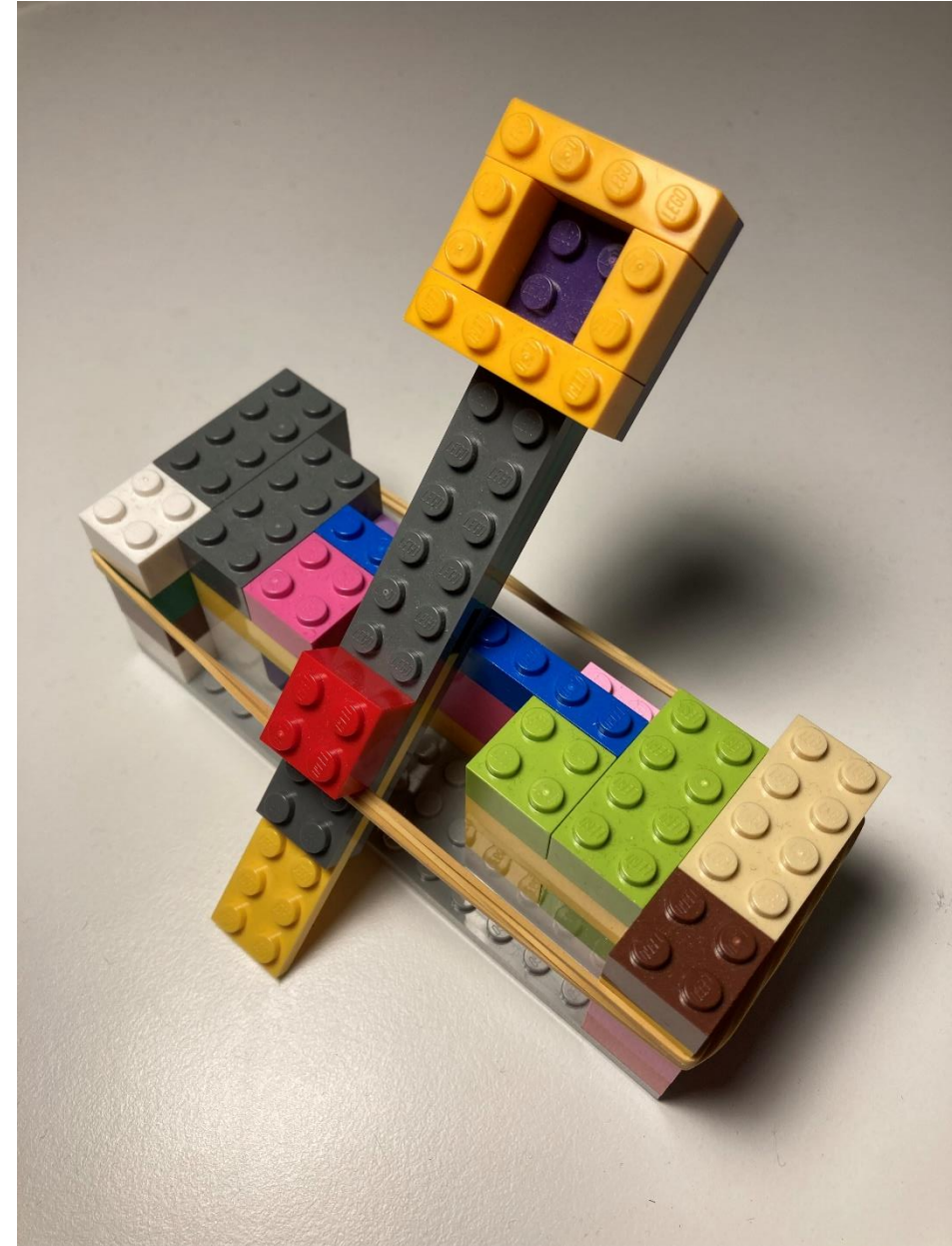
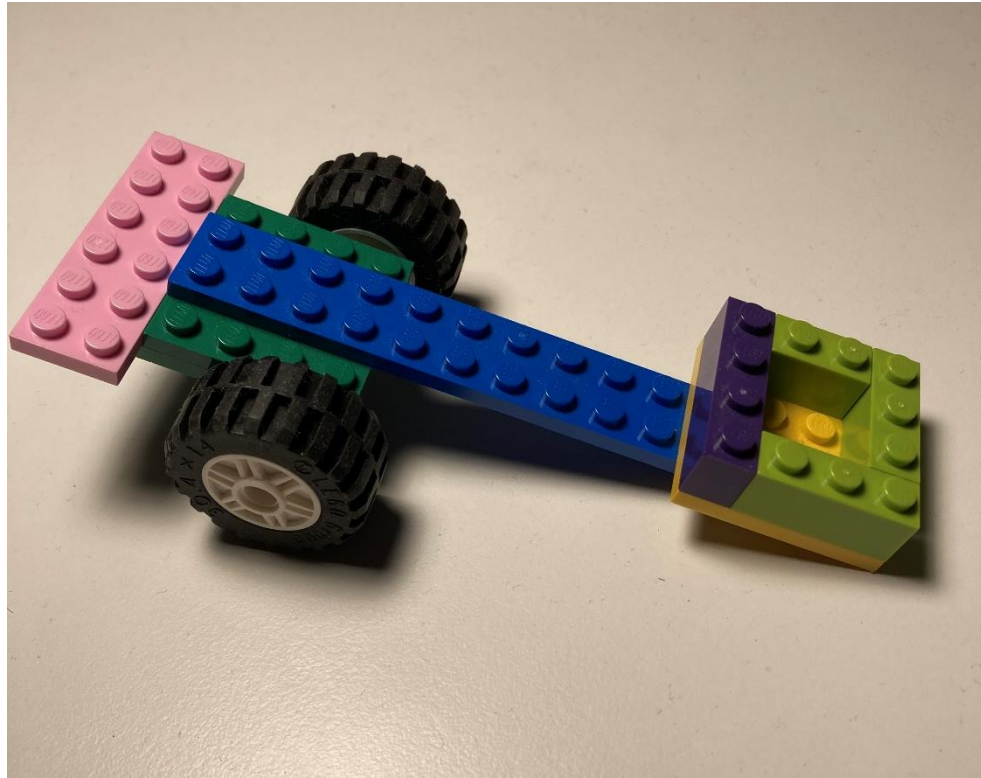
.....



BOUW-OPDRACHT

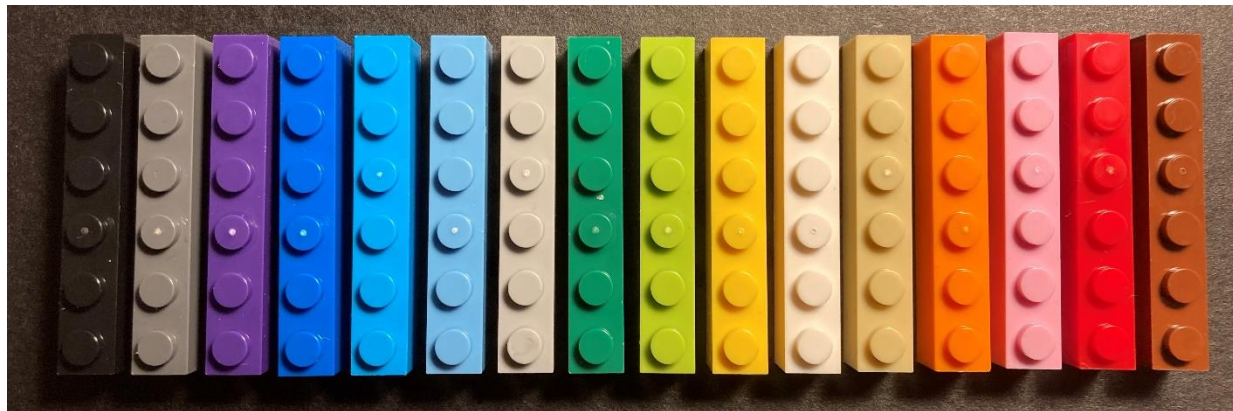
Ontwerp en bouw met behulp van LEGO een constructie waarmee een LEGO-steentje mee kan worden gelanceerd (schuine worp).

Schieten met LEGO



LEGO-spectrum

Leg de (6 × 1) LEGO steentjes in de volgorde van het kleurenspectrum.



Emissie- en absorptiespectrum met LEGO

Maak aan de hand van het LEGO-kleurenspectrum het emissie- en absorptiespectrum van **waterstof** en/of **helium**.

waterstof



helium



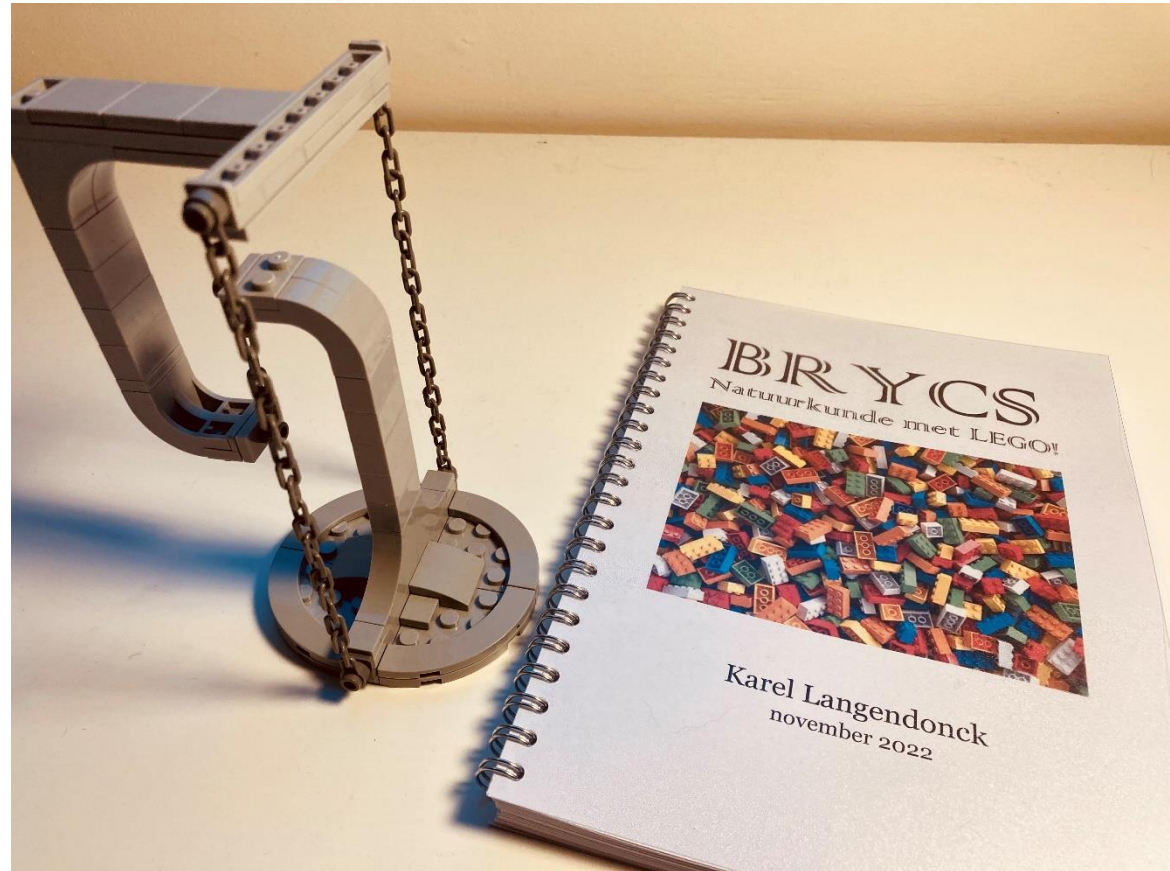
Tot slot.....

- Wil je het boekje (digitaal)?

Mail me op fysikarel@online.nl



- Koop een LEGO tensegity!





BRYCS

Natuurkunde met LEGO!

Karel Langendonck
WND-conferentie Noordwijkerhout
17 december 2022

