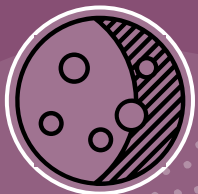


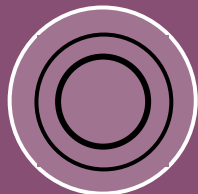
# Verwondering, enthousiasme en kritisch denken in de natuurkundeles

WND 2025


Anita Tol

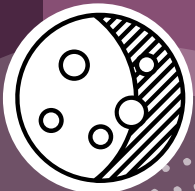


NNV

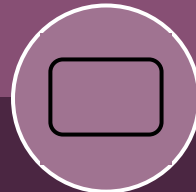


EXIT

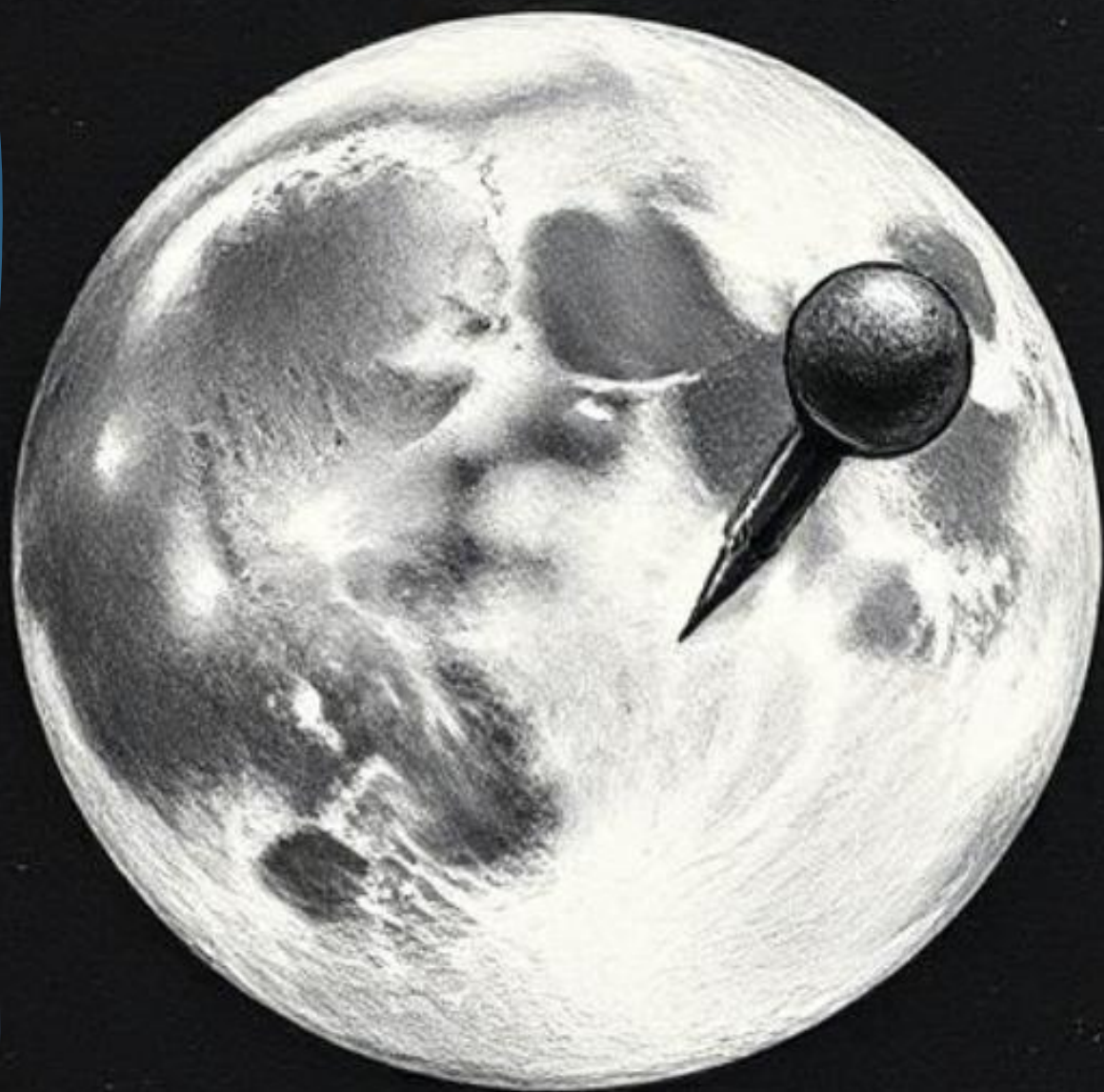
“Mama, waarom valt de maan niet naar benede?” 



NNV



EXIT





# Natuurkundedocent

## van het Jaar 2026

Voor de verkiezing van de Natuurkundedocent van het Jaar 2026 is de **Nederlandse Natuurkundige Vereniging** op zoek naar getalenteerde, enthousiaste, ondernemende, originele, vakbekwame docenten! Op welke scholen werken deze toppers? Nominer je favoriet vóór eind januari 2026, dan maakt hij of zij kans op deze prachtige eretitel, die sinds 2004 elk jaar wordt toegekend.

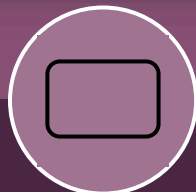
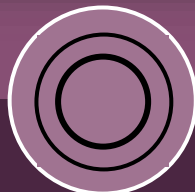
De Natuurkundedocent van het Jaar ontvangt **1000 euro** en zijn of haar school **1500 euro!**

**NNV** Nederlandse  
Natuurkundige  
Vereniging

Kijk voor alle informatie en voorwaarden op [www.nnv.nl/natuurkundedocent-van-het-jaar](http://www.nnv.nl/natuurkundedocent-van-het-jaar)



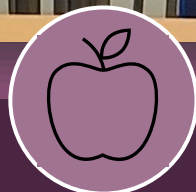
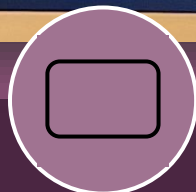
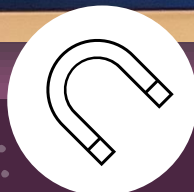
NNV



EXIT



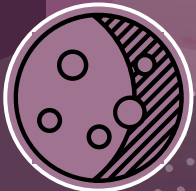
NNV



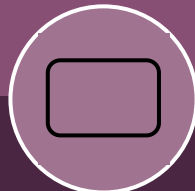
EXIT



# MODELDIDACTIEK



NNV



EXIT

Snel

t	s	v <sub>1</sub>
1	9,25	0,109
2	9,08	0,110
3	9,15	0,109

$$0,328$$
$$\frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$$

$$V_{gem} = 0,328 : 3 = 0,109 \text{ m/s}$$

$$S = v \cdot t$$
$$v = s : t$$

traag

1
2
3

Snel

	t	s	v <sub>1</sub>
1	9,25	1m	0,109
2	9,08	1m	0,110
3	9,15	1m	0,109

$$\frac{0,328}{v_1 + v_2 + v_3}$$

$$V_{gem} = \frac{0,328}{3} = 0,109 \text{ m/s}$$

$$S = v \cdot t$$
$$v = \frac{s}{t}$$

braag

1
2
3

$$v_{\text{snel}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0,50}{5,05} = 0,10 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{langzaam}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0,50}{8,51} = 0,059 \text{ m/s}$$

$$x_{\text{tot}} = x_1 + x_2$$

$$= v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2$$

$$3 = 0,10 \cdot t_1 + 0,059 \cdot t_2$$

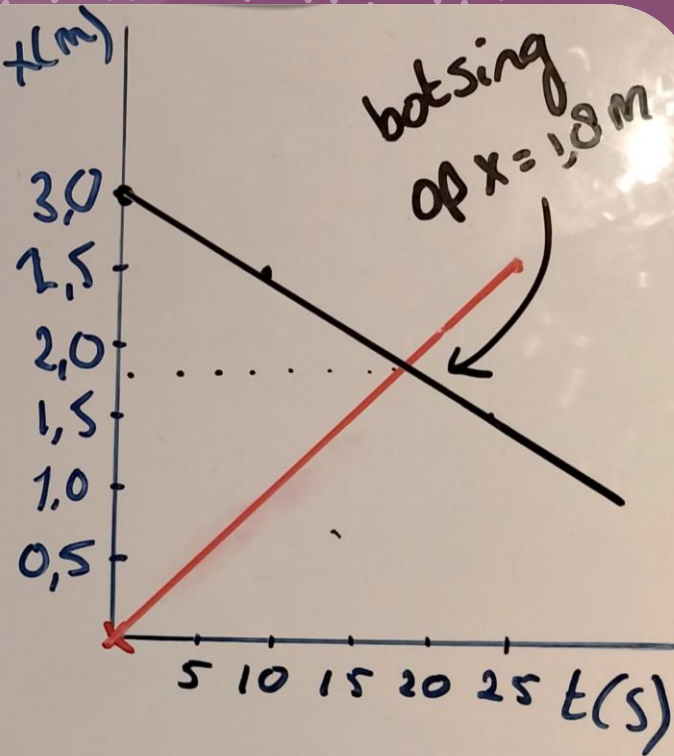
$$t_1 = t_2 = 18,87 \text{ s}$$

$$\text{botsing: } x_{\text{snel}} = 0,10 \cdot 18,87$$

$$= 1,89 \text{ m}$$

$$= 1,89 \text{ m}$$

$$x_{\text{langzaam}} = 0,059 \cdot 18,87$$



# Botsende treintjes



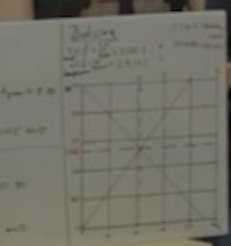
Wetlig heetal

Reis door de ruimte

1010 0101

De Rode Kruis

De Rode Kruis



Handwritten notes on a whiteboard, including mathematical formulas and diagrams.

$$S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b$$
$$V = \frac{1}{3} \cdot A \cdot h$$
$$A = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b$$
$$V = \frac{1}{3} \cdot A \cdot h$$

Handwritten notes on a whiteboard, including mathematical formulas and diagrams.

$$S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b$$
$$V = \frac{1}{3} \cdot A \cdot h$$
$$A = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b$$
$$V = \frac{1}{3} \cdot A \cdot h$$

# Informatie Modeldidactiek

**NVOX**  
MAGAZINE VOOR HET ONDERWIJS IN NATUURWETENSCHAPPEN



**Wikiwijs**

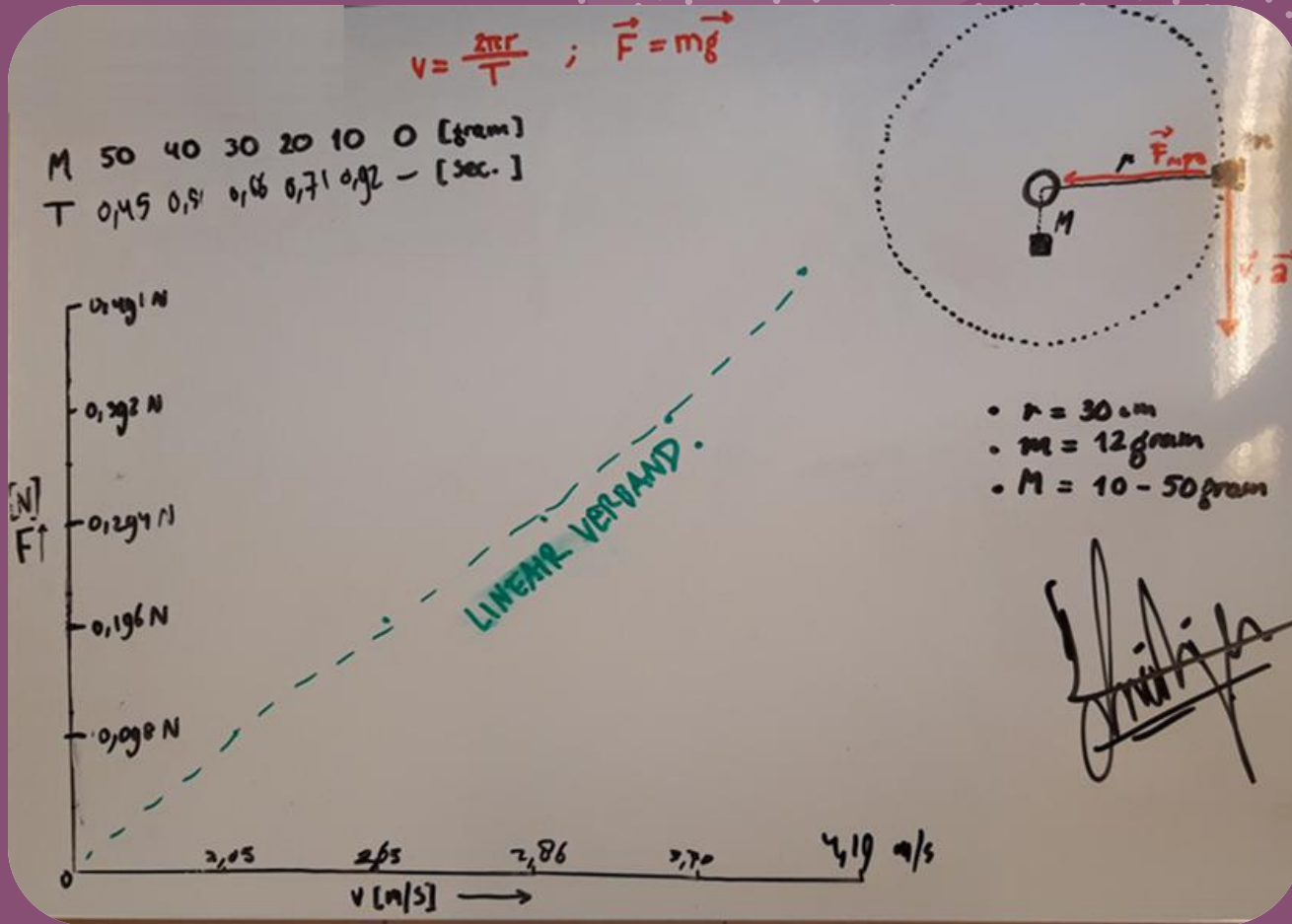


**Bètapartners**



**AMTA**

# Whiteboards



elektrische energie

energie kan worden omgezet

$E = P \cdot t$   
 energie ← joule      vermogen watt → tijd seconde

$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ joule}$

rendement → nuttige energie

$\eta = \frac{E_n}{E_t} \cdot 100\%$   
 rendement → energie nuttig

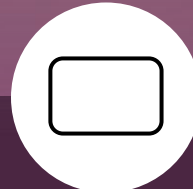
$P = U \cdot I$

1 kWh kost 20 cent  
 230 volt komt uit een stop contact

energie toegevoegd  
 batterij gelijk spanning  
 weerstand  
 stroom draad  
 wisselspannings bron  
 schakelaar dicht  
 vermogen watt  
 spanning in volt  
 stroom sterkte in Ampere



NNV



EXIT



Predict  
Explain  
Observe  
Explain



NNV

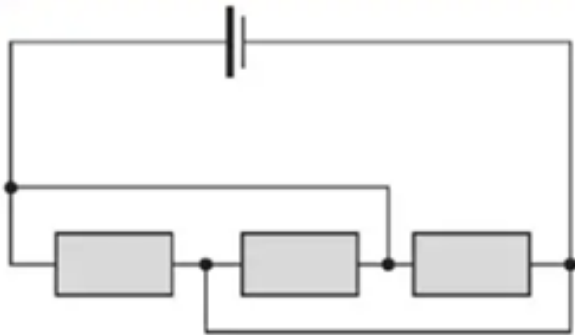


EXIT

# Conceptvragen

## Schakeling

Er wordt een schakeling gebouwd van drie identieke weerstanden en een voeding. Zie de schakeling hieronder.

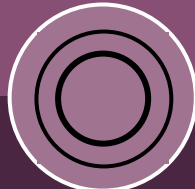


Deze schakeling is een:

- A serieschakeling.
- B parallelschakeling.
- C combinatie van serie en parallel.



NNV



## FIGURING PHYSICS

### BUCKET ON THE ROOF

A bucket rests on the inclined roof of a house. It starts to rain and the bucket gradually fills with water. Assuming a constant coefficient of static friction between the roof and bucket, and no wind, the bucket will start sliding when the



- A. weight of water exceeds the maximum force of static friction.
- B. component of the weight of water + bucket perpendicular to the roof exceeds the maximum force of static friction.
- C. component of the weight of water + bucket parallel to the roof exceeds the maximum force of static friction.
- D. But the bucket will never start sliding.
- E. More information is needed to answer this question.

thanx to Kevork Spartalian

the staff  
the staff

# Concept- vragen

## FIGURING PHYSICS

A bucket rests on the inclined roof of a house. It starts to rain and the bucket gradually fills with water. Assuming a constant coefficient of static friction between the roof and bucket, and no wind, the bucket will start sliding when the



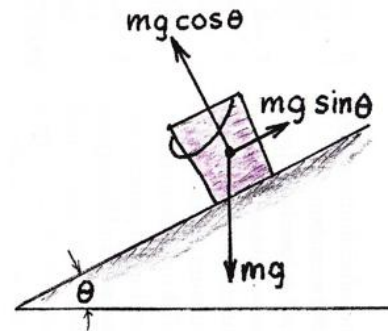
- A. weight of water exceeds the maximum force of static friction.
- B. component of the weight of water + bucket perpendicular to the roof exceeds the maximum force of static friction.
- C. component of the weight of water + bucket parallel to the roof exceeds the maximum force of static friction.
- D. But the bucket will never start sliding.
- E. More information is needed to answer this question.

**Answer D.**

If the bucket does not slide to begin with, it never will no matter how much water it collects. As the weight of the bucket increases, frictional force increases proportionally.

Friction holds the bucket with a force  $mg \sin \theta$ , countering the component of the weight parallel to the roof ( $m$  being the mass of the bucket and its contents). Maximum force of static friction is  $\mu_s mg \cos \theta$ . As water collects in the bucket, the two forces increase proportionally with  $m$ .

Therefore the component of the weight parallel to the roof never exceeds the maximum force of static friction.



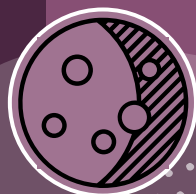
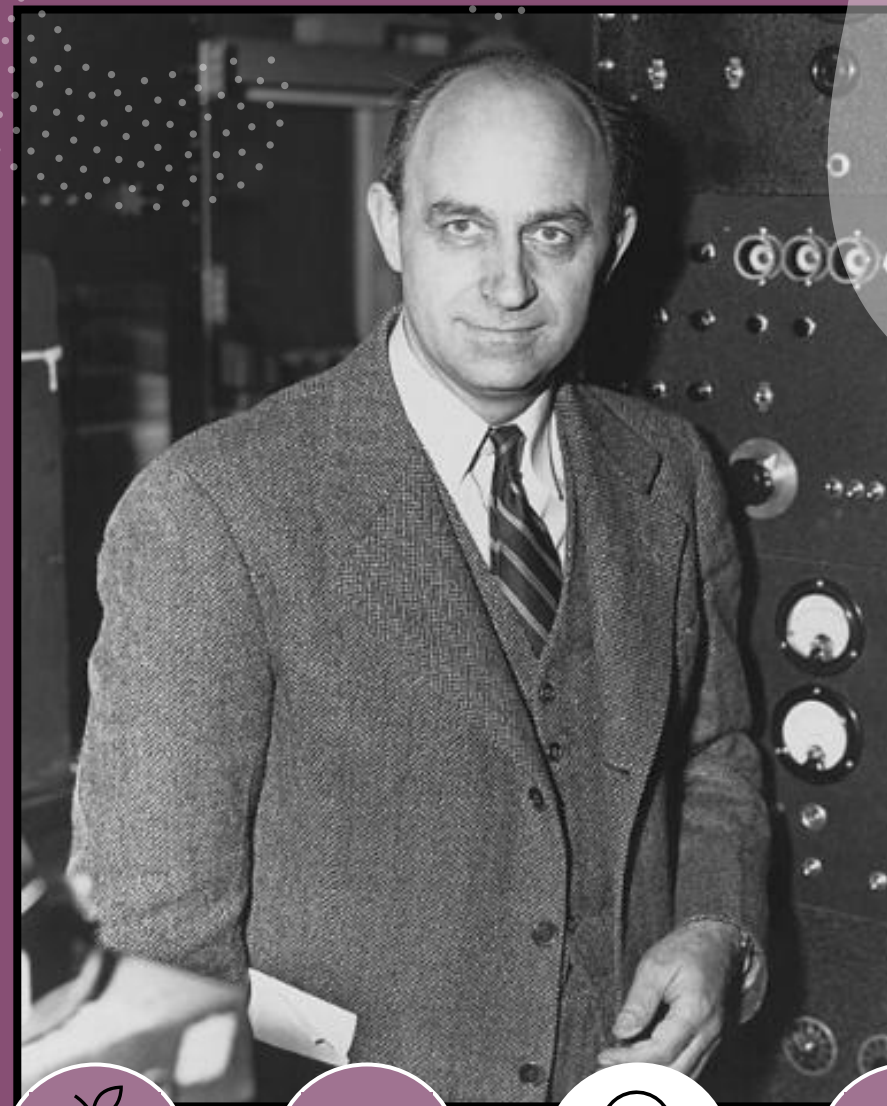
The bucket will slide only if the angle of the incline increases or if the roof becomes more slippery.

If it won't slide, will it tip over at some point?

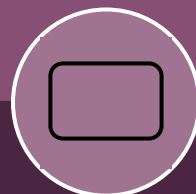
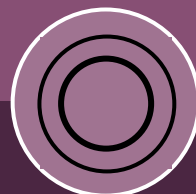


# Concept- vragen

# Fermi-vragen



NNV



EXIT

Hoeveel  
pianostemmers  
wonen er in  
Amsterdam?



# Hoeveel pianostemmers wonen er in Amsterdam?



In Amsterdam  
wonen  
**900.000**  
mensen



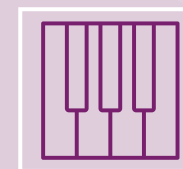
In één  
woning  
wonen  
**twee**  
personen



In **1 op de**  
**20**  
woningen  
staat een  
piano



Een piano  
wordt **één**  
**keer per**  
**jaar**  
gestemd



Een piano-  
stemmer  
stemt **vier**  
piano's **per**  
**dag**

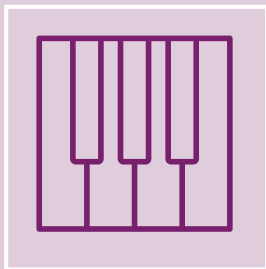
# Hoeveel pianostemmers wonen er in Amsterdam?



In Amsterdam zijn per jaar  
 $900.000 : 2 : 20 = 22.500$  pianostemmingen



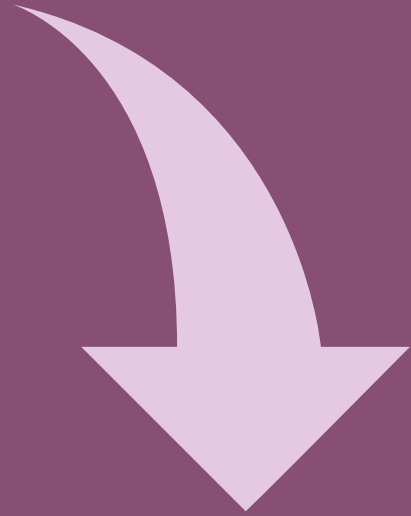
Per jaar stemt een pianostemmer  
 $4 \text{ piano's/dg} \times 5 \text{ dgn/wk} \times 50 \text{ wk/jr} = 1000$  keer



Aantal pianostemmers in Amsterdam:  
 $22.500 : 1000 = 23$

$$H = Q \cdot \frac{E}{m}$$

$$H = 20 \cdot \frac{1,67 \cdot 10^{22}}{0,15} = 2,23 \cdot 10^{24} \text{ Sv}$$



$$H = Q \cdot D = 20 \cdot 111 \cdot 10^{23} = 2,2 \cdot 10^{24} \text{ Sv} \quad (\text{eh dat lijkt me niet zo veilig...})$$

Hoeveel jaar kunnen alle auto's op aarde rijden op de energie die de zon elke seconde uitzendt?



- A.  $10^1$  seconden
- B.  $10^0$  jaar
- C.  $10^4$  jaar
- D.  $10^7$  jaar

Hoeveel jaar kunnen alle auto's op aarde rijden op de energie die de zon elke seconde uitzendt?



Welke informatie hebben we nodig om deze vraag te beantwoorden?

Hoeveel jaar  
kunnen alle  
auto's op  
aarde rijden op  
de energie die  
de zon elke  
seconde  
uitzendt?



**1 miljard**  
auto's op  
aarde



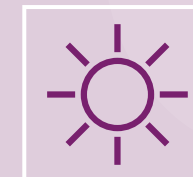
rijden  
gemiddeld  
**50 km per**  
dag



verbruiken  
**1 liter per**  
**15 km**



Bij  
verbranding  
van **1 liter**  
benzine  
komt  
 **$33 \cdot 10^6$  J** aan  
energie vrij



De zon  
zendt **elke**  
**seconde**  
 **$3,85 \cdot 10^{26}$  J**  
aan energie  
uit

Hoeveel jaar kunnen alle auto's op aarde rijden op de energie die de zon elke seconde uitzendt?



- A.  $10^1$  seconden
- B.  $10^0$  jaar
- C.  $10^4$  jaar
- D.  $10^7$  jaar**

# Fermi-vragen

Hoeveel kg steenkool moet verbrand worden in een kolencentrale om een 100 W gloeilamp een jaar lang te kunnen laten branden?

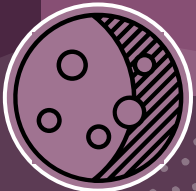
Hoeveel energie kost het om alle leerlingen van de school 1 meter de lucht in te tillen?

Vlooiën kunnen in verhouding hoger springen dan andere dieren. Wat is de versnelling die vlooiën bij de sprong ondervinden?

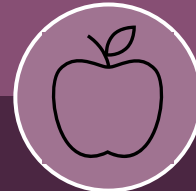
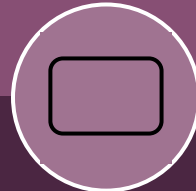
Hoeveel energie zou er elk jaar in de Verenigde Staten kunnen worden gewonnen uit de potentiële energie van water dat van daken afstroomt en door de regenpijpen naar beneden gaat?

# Exitkaart

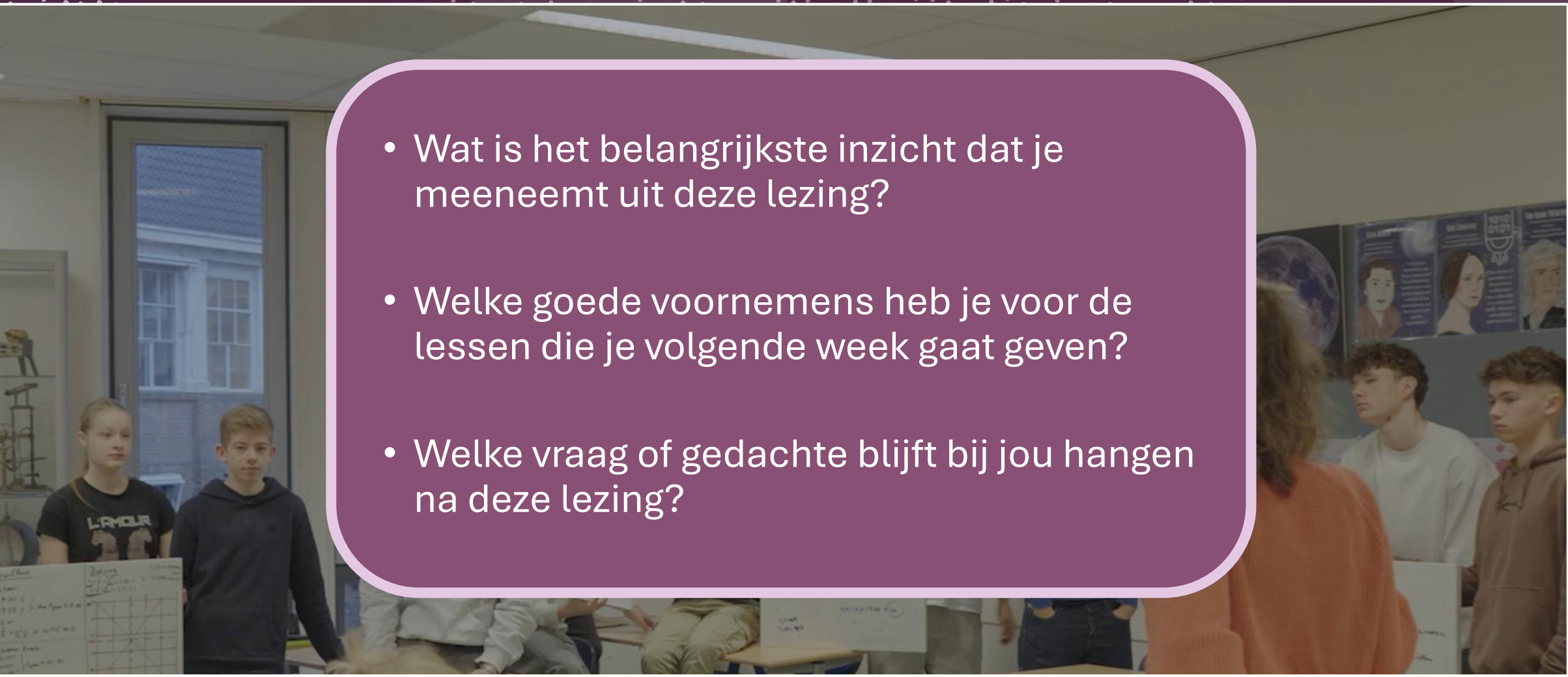
- Noteer één ding dat je vandaag hebt geleerd.
- Welk onderdeel was voor jou vandaag het moeilijkst?
- Wat hielp je vandaag om de lesstof te snappen?
- Welke vraag heb je voor de volgende les?



NNV



EXIT

- 
- Wat is het belangrijkste inzicht dat je meeneemt uit deze lezing?
  - Welke goede voornemens heb je voor de lessen die je volgende week gaat geven?
  - Welke vraag of gedachte blijft bij jou hangen na deze lezing?

**Bedankt!**