

QUANTUMWERELD

HET BELANG VAN VOORKENNIS EN MODELDENKEN

Kim Krijtenburg-Lewerissa

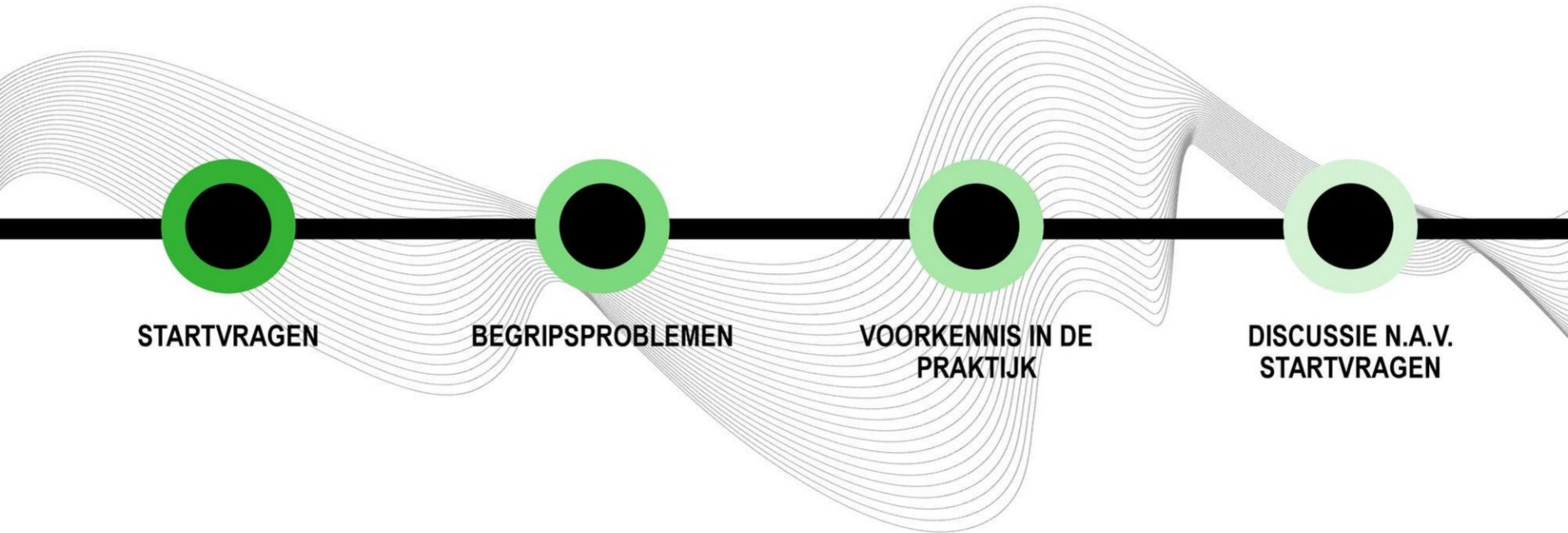


Utrecht University

Henk Pol

UNIVERSITY
OF TWENTE.

OPZET WERKGROEP



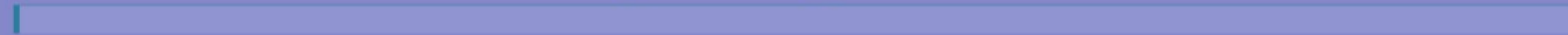
Hoe geef jij klassieke natuurkunde?

Helemaal niet

Ik relateer KN aan voorkennis



Ik relateer KN aan toepassingen



Ik besteed bij KN aandacht aan modeldenken



Heel veel



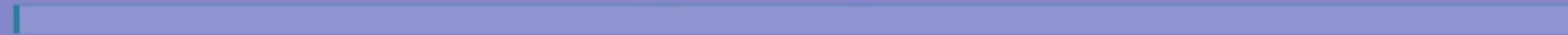
Hoe geef jij Quantumwereld?

Helemaal niet

Ik relateer QW aan voorkennis



Ik relateer QW aan toepassingen



Ik besteed bij QW aandacht aan modeldenken



Heel veel

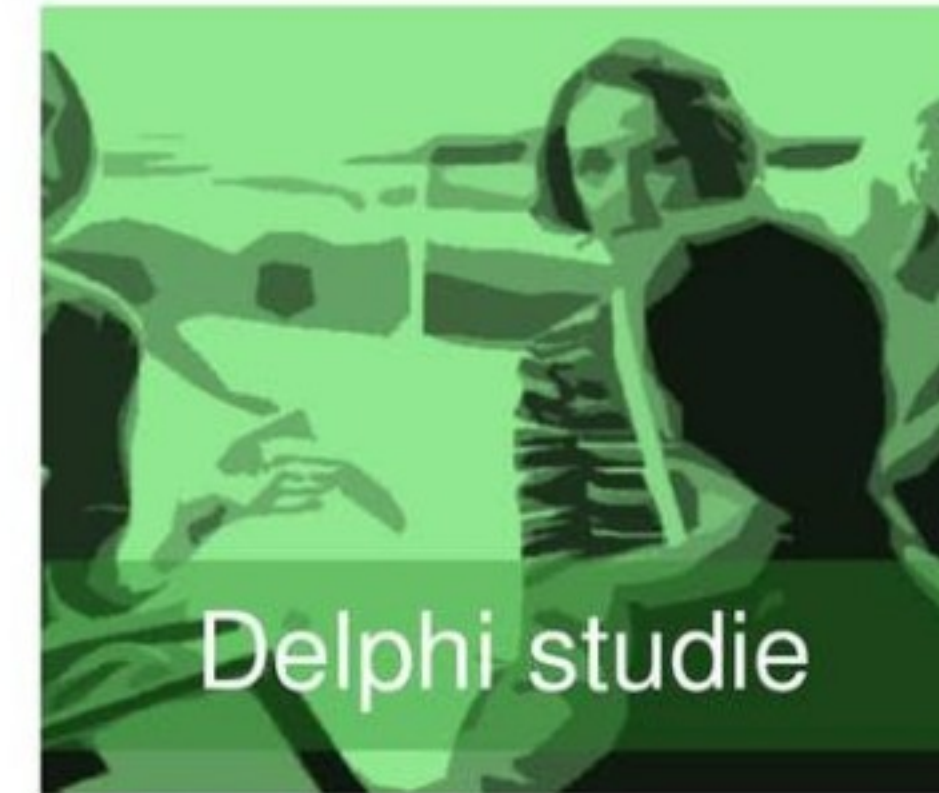


BEGRIPS- PROBLEMEN

Onderzoeksopzet
Literatuur review
Vragenlijst
Interviews

BEGRIJSPROBLEMEN

ONDERZOEKSOPZET



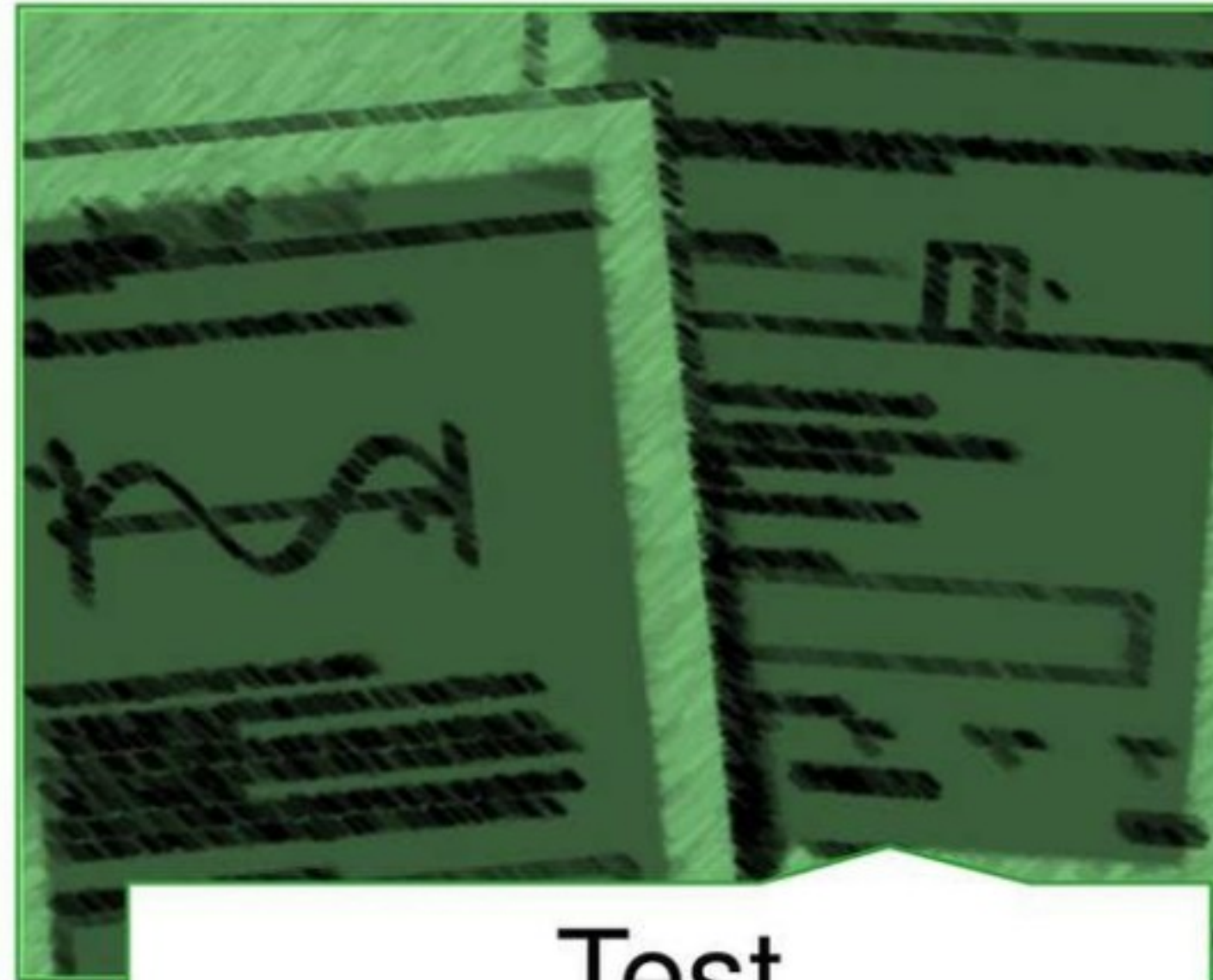
BEGRIPSPROBLEMEN

LITERATUUR

	Overgeneralization of prior concepts	Mix-up of related concepts
Wave functions & potentials	Wave functions describe a trajectory	Change in amplitude causes change in energy
	Potential wells are objects	The amplitude or equilibrium of the wave function is mixed up with energy
	Height in potential graphs means position	There is difficulty to distinguish between energy and probability
Tunneling & probability	The amplitude of wave functions is a measure of energy	Only the tops of the waves, which overtop the barrier, will pass
	Probability is described with classical arguments (e.g. velocity)	Part of the energy is reflected at a barrier during tunneling
	Energy or effort is needed to tunnel through a barrier	A single particle is described as an ensemble of particles

BEGRIJPSPROBLEMEN

VRAGENLIJST & INTERVIEWS



Test
N=98



Interviews
N=13

Krijtenburg-Lewerissa, K., Pol, H. J., Brinkman, A., & van Joolingen, W. R. (2020). Secondary school students' misunderstandings of potential wells and tunneling. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010132.

BEGRIJPSPROBLEMEN

RESULTATEN

Vermenging

- QM gedrag met eigenschappen van klassieke golven
- De 1D potentiaalput en de barrière
- Amplitude of evenwichtsstand met energieniveau

Overgeneralizatie

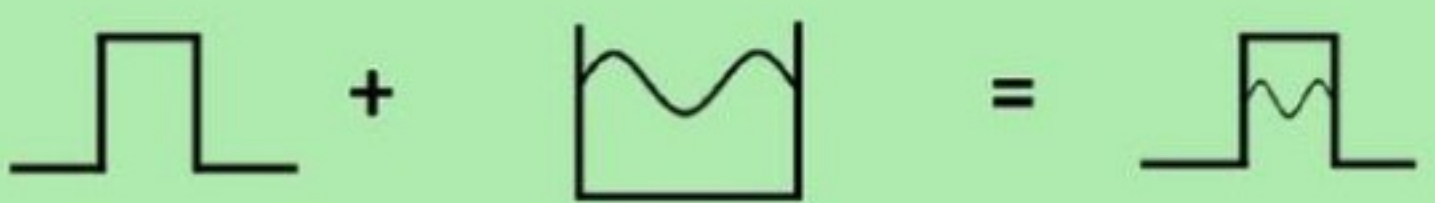
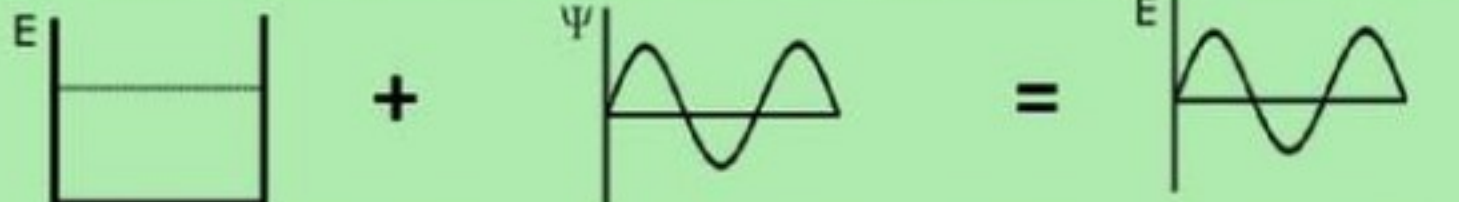
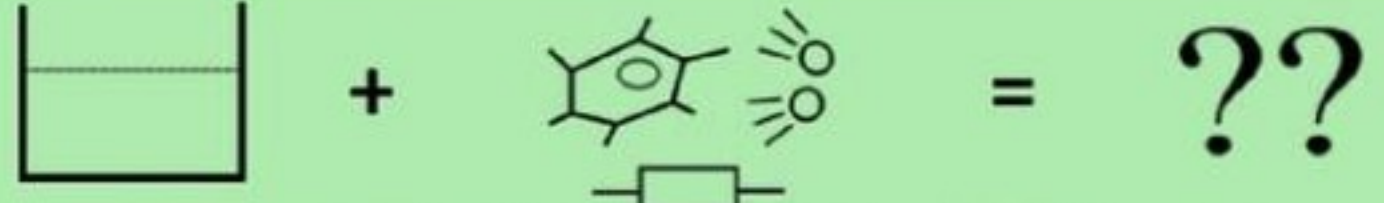
- Gebruik van ontoepasselijke atoommodellen
- Deterministisch redeneren vanuit snelheid en positie.
- Redeneren vanuit een klassieke energiebeschouwing.

Ontbrekende kennis

- Energievergelijkingen
- Potentiële energie-diagrammen
- Golffuncties

BEGRIJSPROBLEMEN

VERMENGING EN OVERGENERALISATIE

	Begripsproblemen	Visuele weergave en voorbeeld
Vermenging	1 De potentiaalput is een fysieke put	 'Dat zijn de wanden van de put?'
	2 Vermenging van deeltjes- en golfeigenschappen	 'Het elektron maakt een golfbeweging'
	3 Vermenging van barrière en potentiaalput	 'Omdat hij continu heen en weer blijft bewegen [wijst naar de barrière]'
	4 Vermenging met een energieniveau	 'Het elektron is in beweging en krijgt een steeds hogere energie, doordat de tweede sinusbeweging hoger ligt dan de eerste.'
	5 Overige vermengingen	 'Op deze manier kan het begrip weerstand verduidelijkt worden.' "... golven met een lage frequentie zijn verder weg van de celwand.'
Overgeneralisatie	6 Generalisatie van atoommodellen	 'de buiken en knopen geven de vorm van de schil waarin een deeltje zich kan bevinden'
	7 Deterministisch redeneren vanuit snelheid en positie	 'Het deeltje gaat niet over de barrière heen, maar er doorheen.'
	8 Redeneren vanuit een klassieke energiebeschouwing	 'Het deeltje heeft genoeg energie om over de barrière heen te komen.'

BEGRIJSPROBLEMEN

VERMENGING EN OVERGENERALISATIE



	Begripsproblemen	Visuele weergave en voorbeeld
Vermenging	1 De potentiaalput is een fysieke put	 'Dat zijn de wanden van de put?'
	2 Vermenging van deeltjes- en golfeigenschappen	 'Het deeltje is een golf.'
	3 Vermenging van barrière en potentiaalput	 'Op de barrière is een put.' / 'De barrière is een put.'
	4 Vermenging met een energieniveau	 'Het elektron is in een bepaalde energie, doordat de tweede sinus de eerste is.'
	5 Overige vermengingen	 'Op deze manier kan het begrip weerstand verduidelijkt worden.' '... golven met een lage frequentie zijn verder weg van de celwand.'
Overgeneralisatie	6 Generalisatie van atoommodellen	 nudeus 'de buiken en knopen geven de vorm van de schil waarin een deeltje zich kan bevinden'
	7 Deterministisch redeneren vanuit snelheid en positie	 'Het deeltje gaat niet over de barrière heen, maar er doorheen.'
	8 Redeneren vanuit een klassieke energiebeschouwing	 'Het deeltje heeft genoeg energie om over de barrière heen te komen.'

BEGRIJSPROBLEMEN

VERMENGING EN OVERGENERALISATIE



	Begripsproblemen	Visuele weergave en voorbeeld
Vermenging	1 De potentiaalput is een fysieke put	 'Dat zijn de wanden van de put?'
	2 Vermenging van deeltjes- en golfeigenschappen	 'Het deeltje heeft een golfkarakter.'
	3 Vermenging van barrière en potentiaalput	 'Onverstaanbaar hoe de barrière en de put samenwerken.'
	4 Vermenging met een energieniveau	 'Het elektron is in beide gevallen op hetzelfde energieniveau, doordat de tweede golf een sinus is van de eerste.'
	5 Overige vermengingen	 'Op deze manier kan het begrip weerstand verduidelijkt worden.' "... golven met een lage frequentie zijn verder weg van de celwand.'
Overgeneralisatie	6 Generalisatie van atoommodellen	 'de buiken en de knopen van de golf' 'nudeus' 'hoe het deeltje zich kan bevinden'
	7 Deterministisch redeneren vanuit snelheid en positie	 'Het deeltje heeft een bepaalde snelheid en positie' 'hoe het deeltje zich kan bevinden'
	8 Redeneren vanuit een klassieke energiebeschouwing	 'Het deeltje heeft een bepaalde snelheid en positie' 'hoe het deeltje zich kan bevinden'

VOORKENNIS IN DE PRAKTIJK

Module

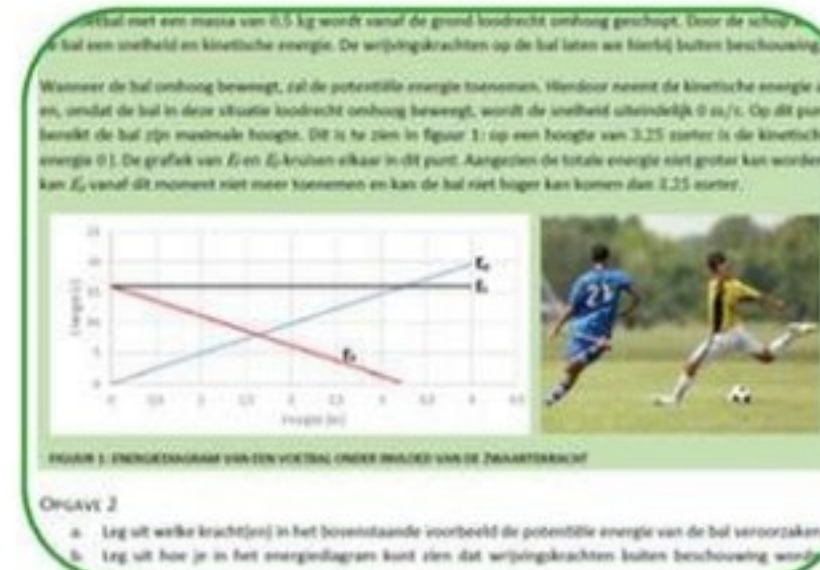
Worksheets

Pilot

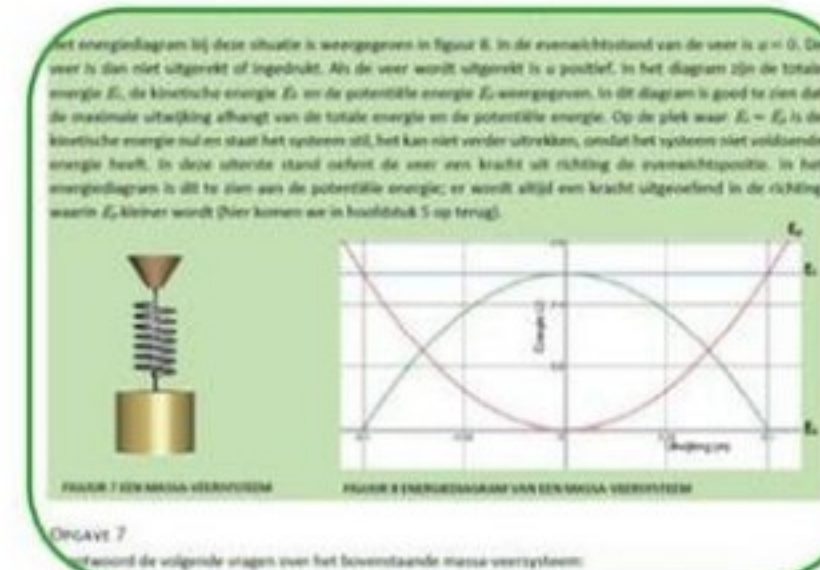
Eindstudie

VOORKENNIS IN DE PRAKTIJK

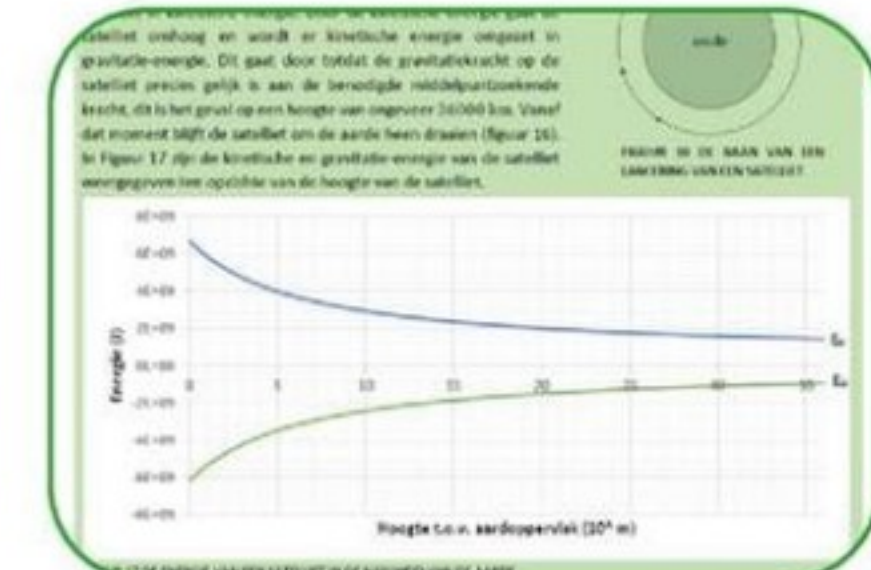
MODULE



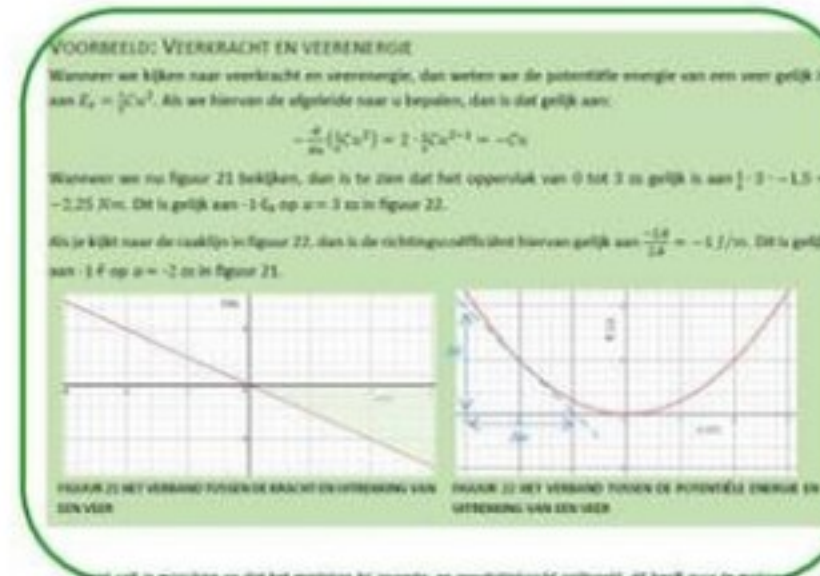
Zwaarte-
energie



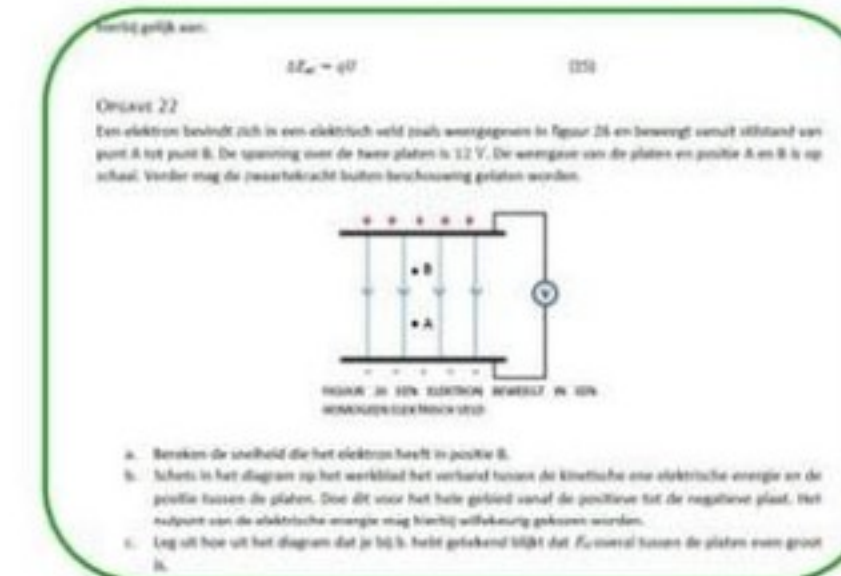
Veerenergie



Gravitatie-
energie



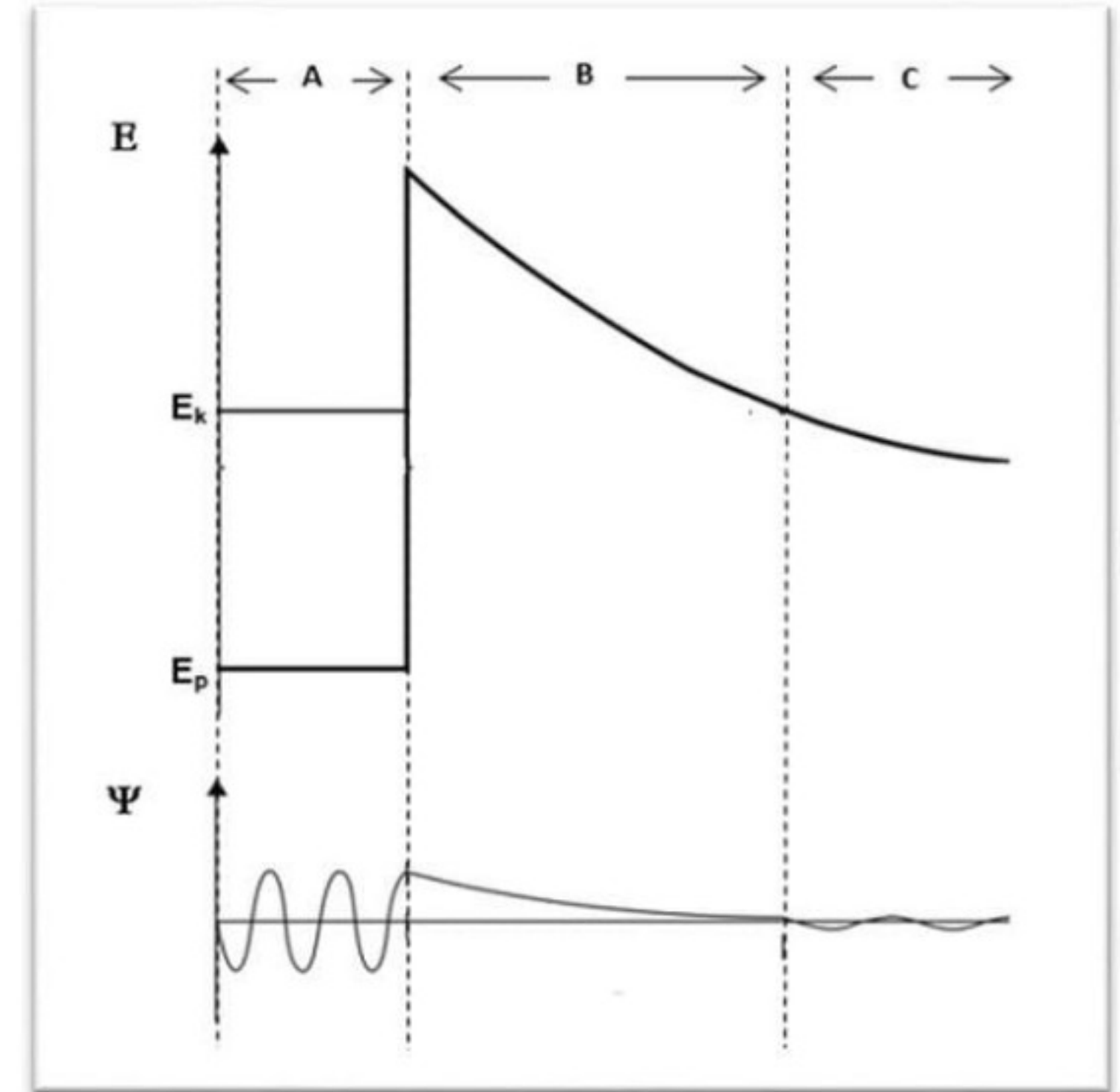
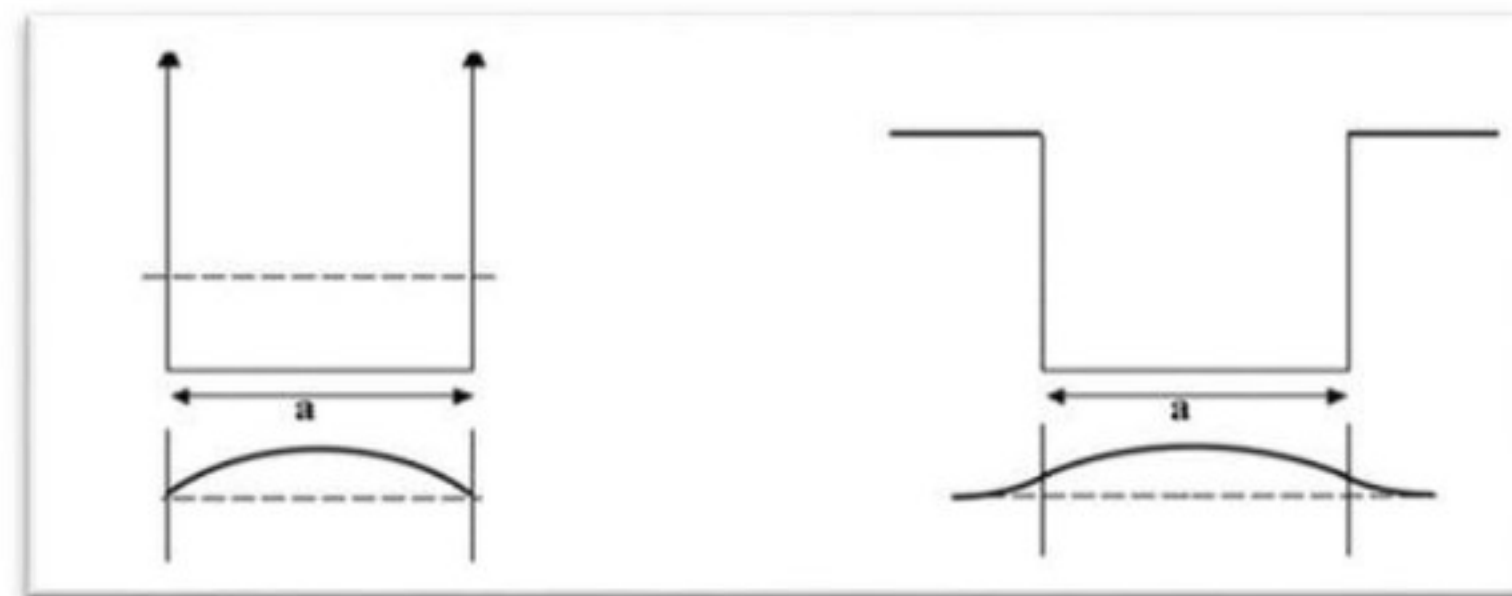
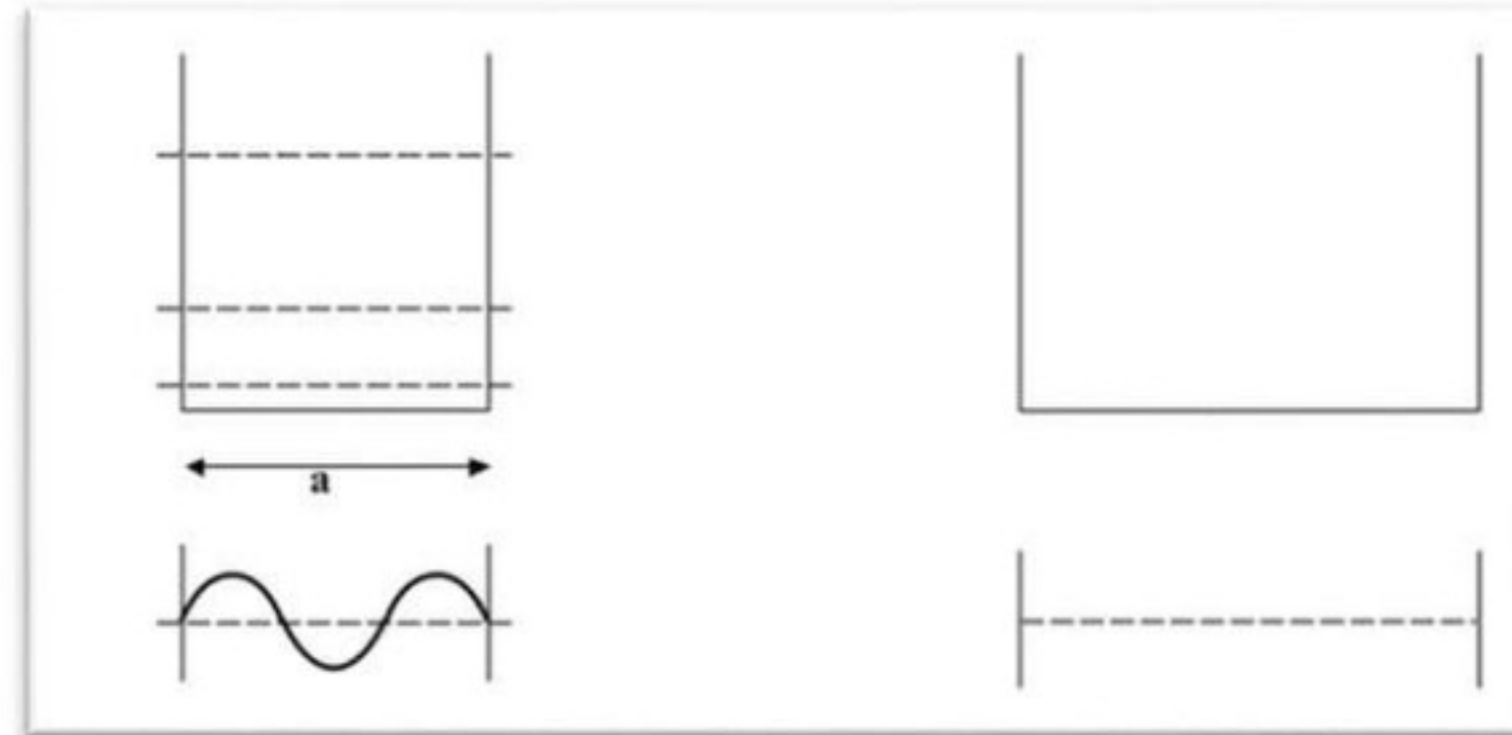
Kracht en
energie



Elektrische
energie

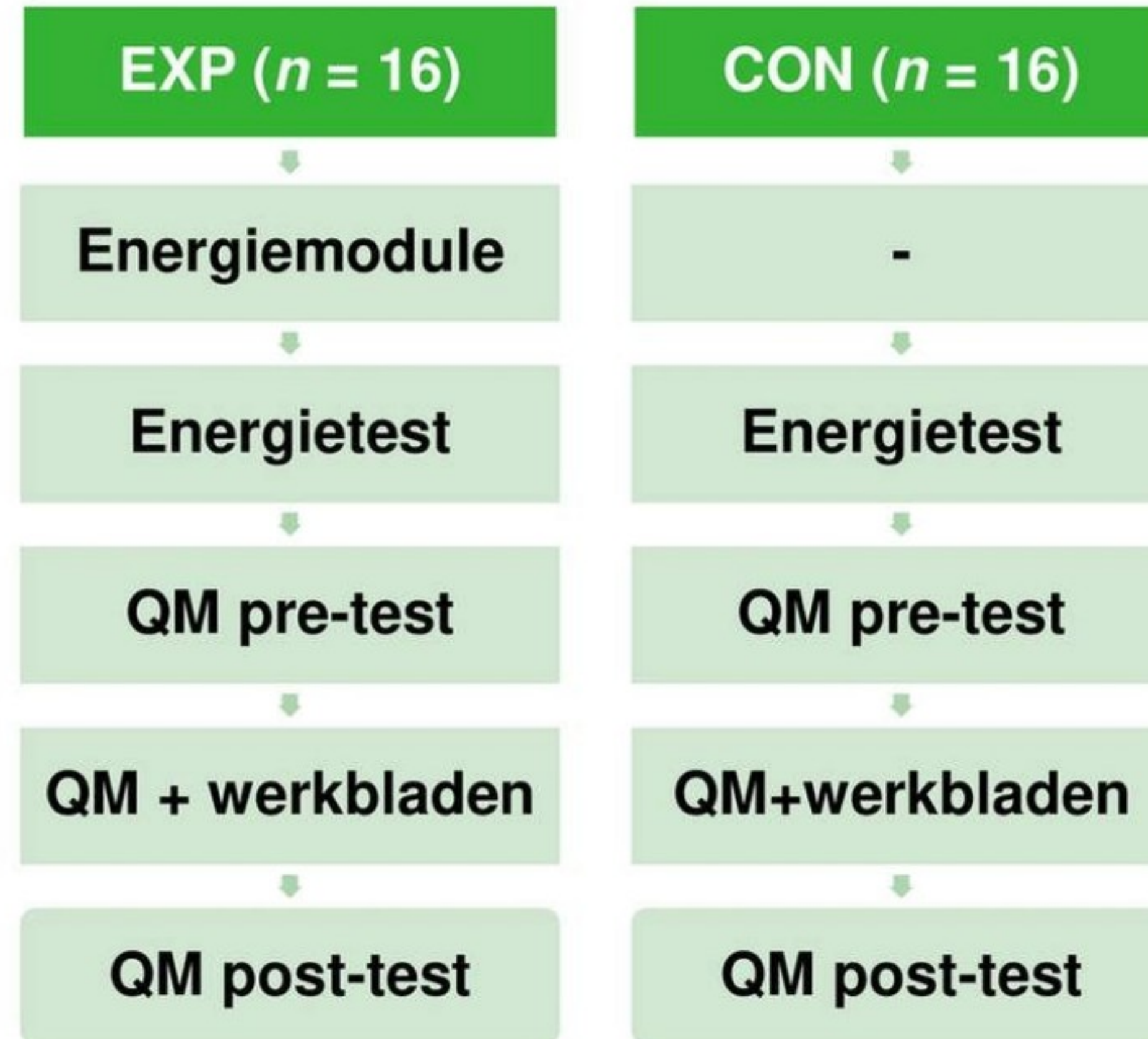
VOORKENNIS IN DE PRAKTIJK

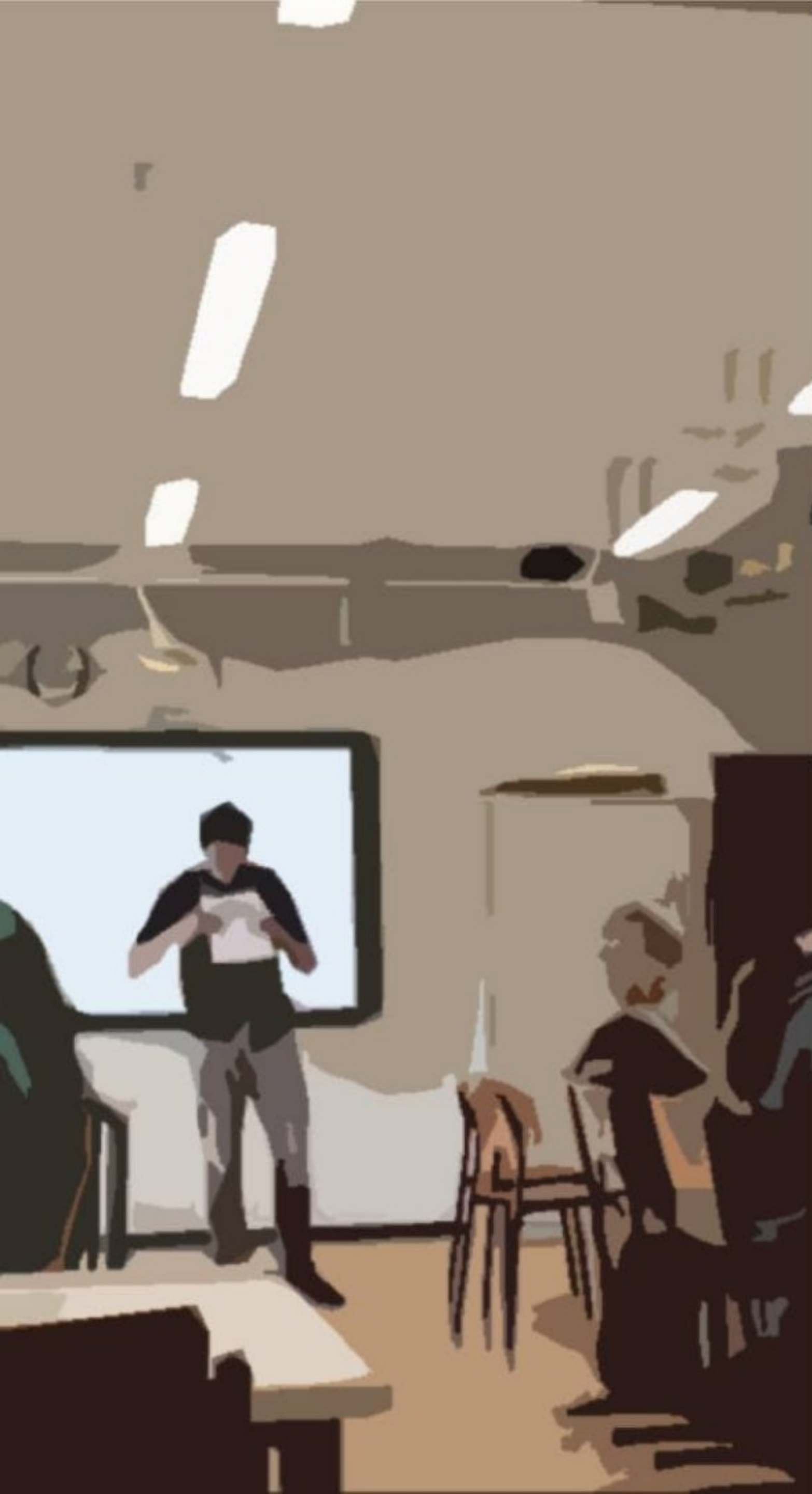
WERKBLADEN



VOORKENNIS IN DE PRAKTIJK

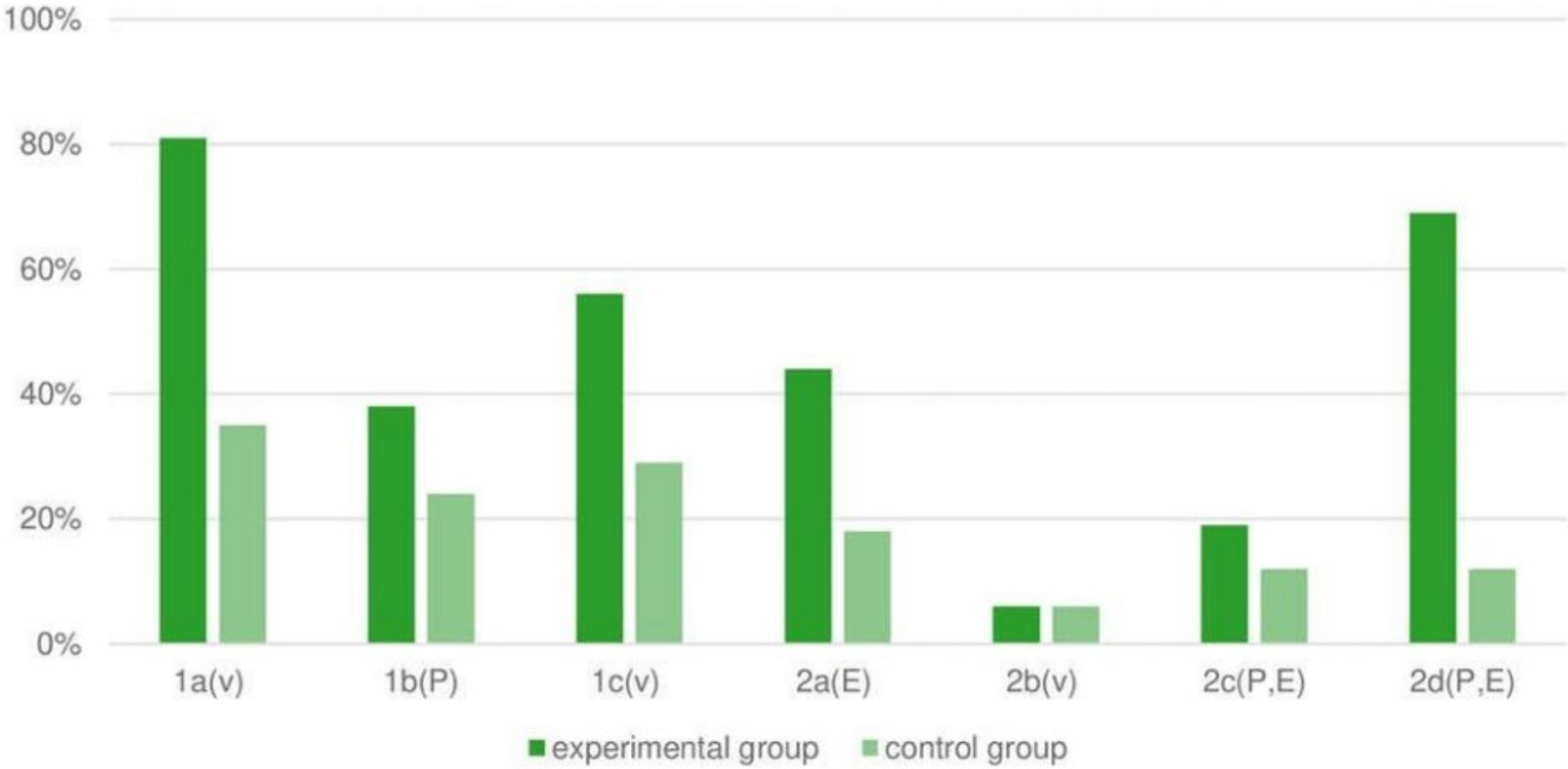
PILOT





VOORKENNIS IN DE PRAKTIJK

RESULTATEN PILOT – QM PRE-TEST



VOORKENNIS IN DE PRAKTIJK

RESULTATEN PILOT – WORKSHEETS

Begrip van de 1D potentiaalput

- ✓ Invloed breedte
- ✓ Golf functie $\leftrightarrow$ energie
- ✓ Betekenis potentiële energie

Begrip van tunneling

- ✓ Energiebehoud

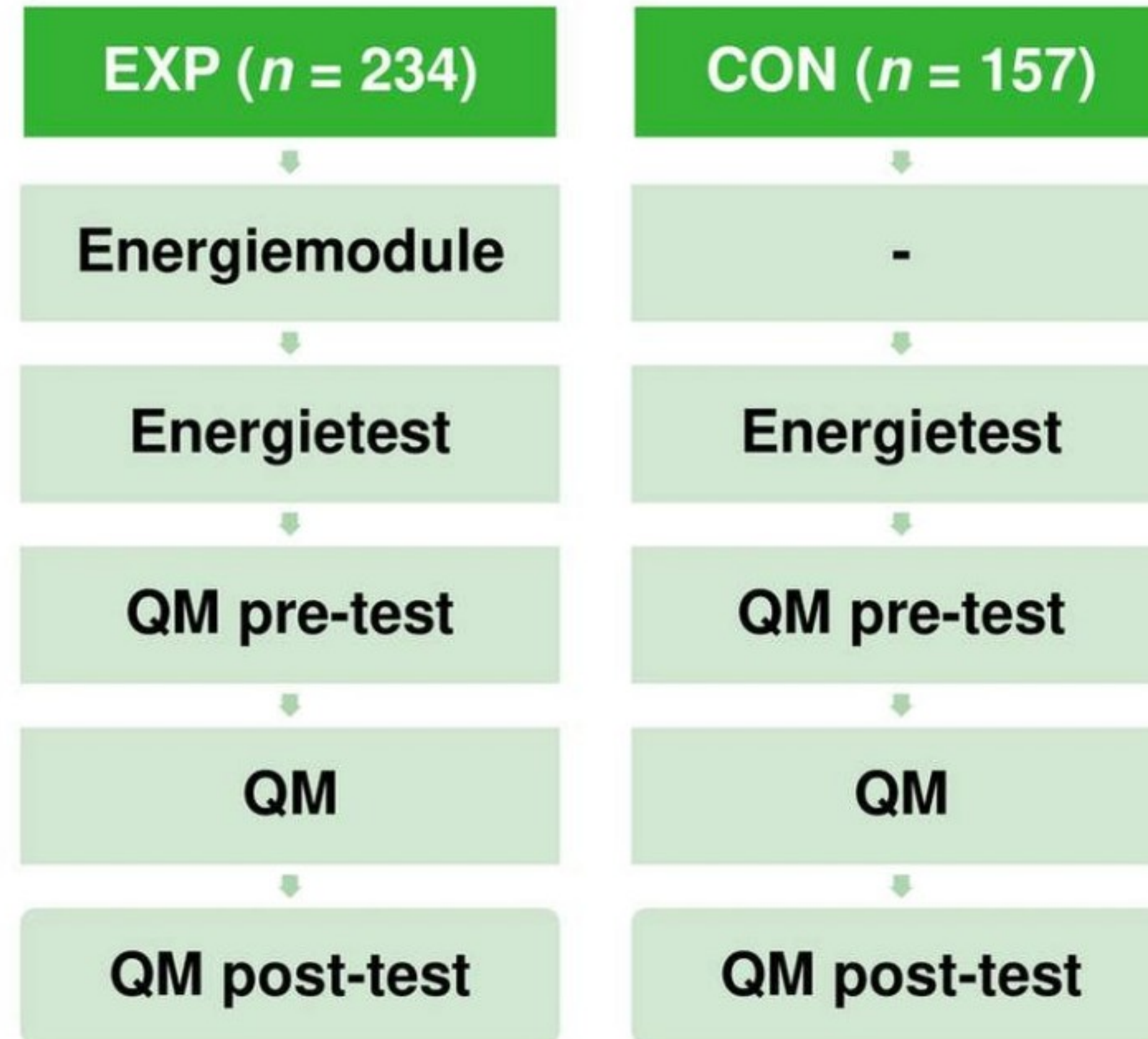
VOORKENNIS IN DE PRAKTIJK

RESULTATEN PILOT – QM POST-TEST



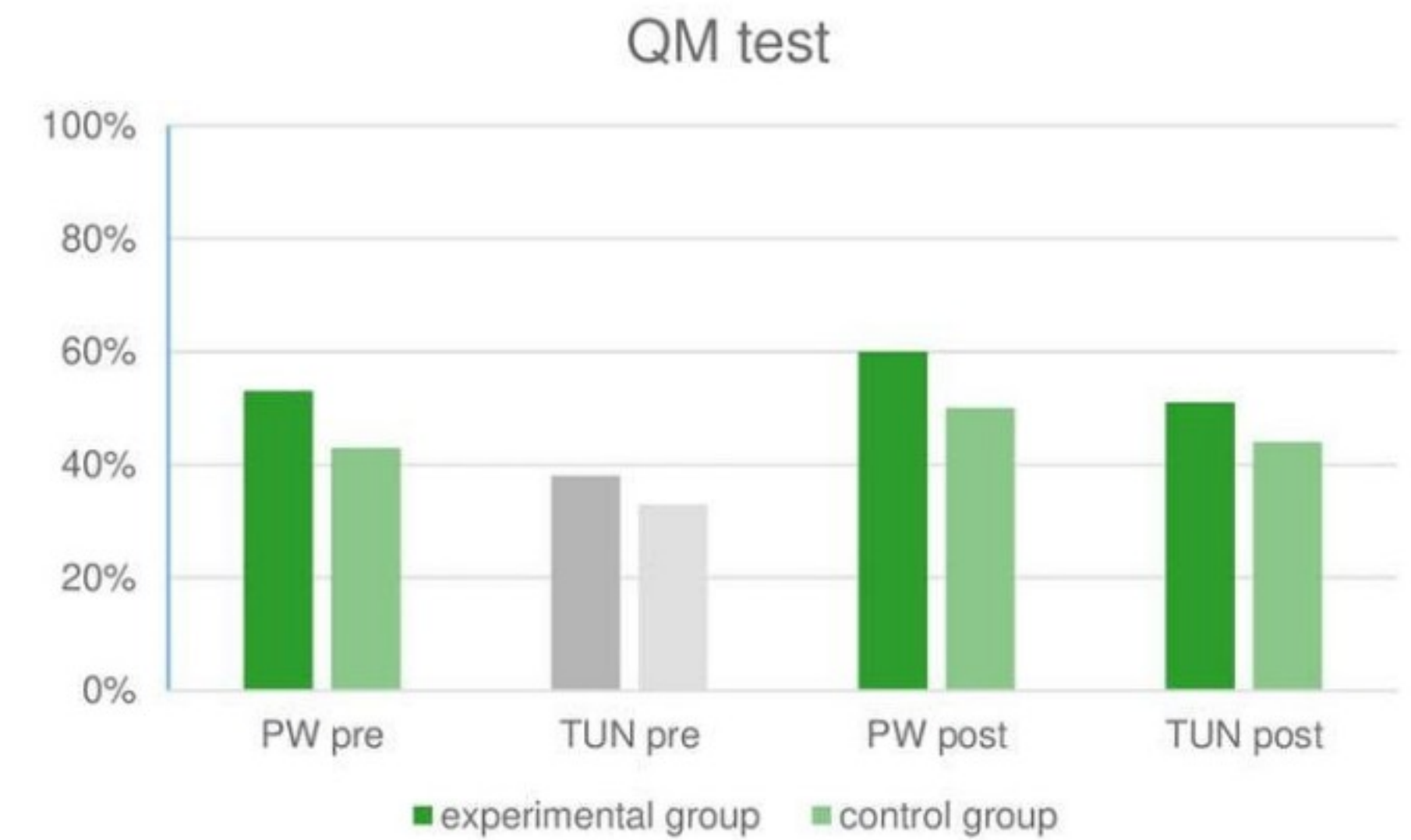
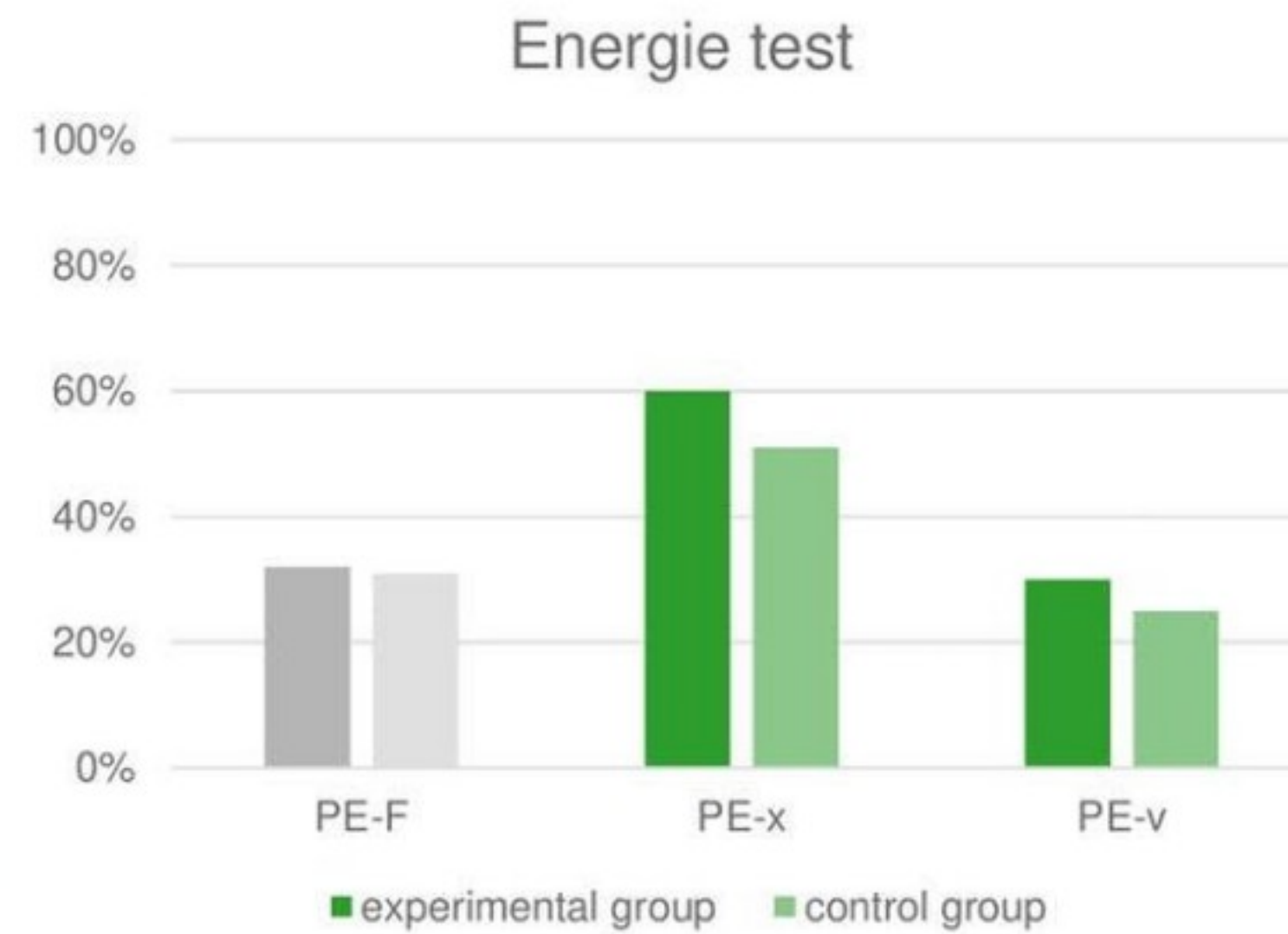
VOORKENNIS IN DE PRAKTIJK

HERKANSING



VOORKENNIS IN DE PRAKIJK

RESULTATEN EINSTUDIE



VOORKENNIS IN DE PRAKIJK

RESULTATEN EINDSTUDIE

**SIGNIFICANTE CORRELATIE
TUSSEN DE ENERGIE TEST
EN DE QM TEST!**



VOORKENNIS IN DE PRAKIJK

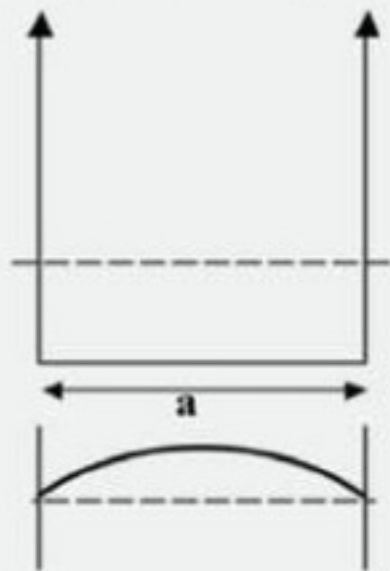
TIPS

Groepswork rondom werkbladen

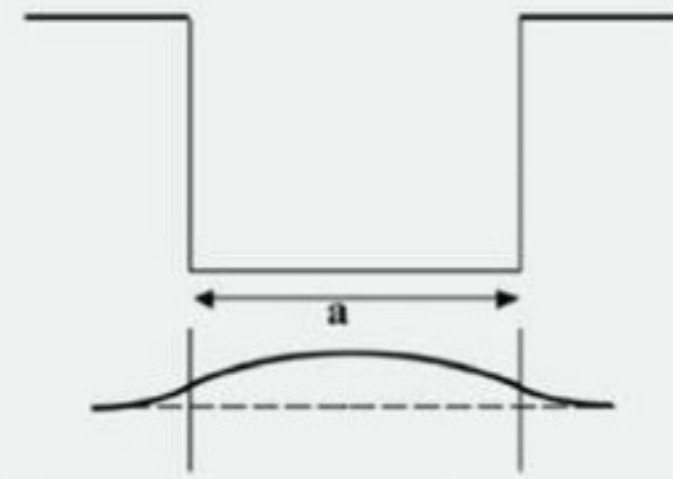
E, x - diagrammen in klassieke context

POTENTIALPUTTEN - EINDOPDRACHT 2

In figuur 2A zie je een oneindige potentiaalput (een golffunctie in een doosje) met een breedte a .

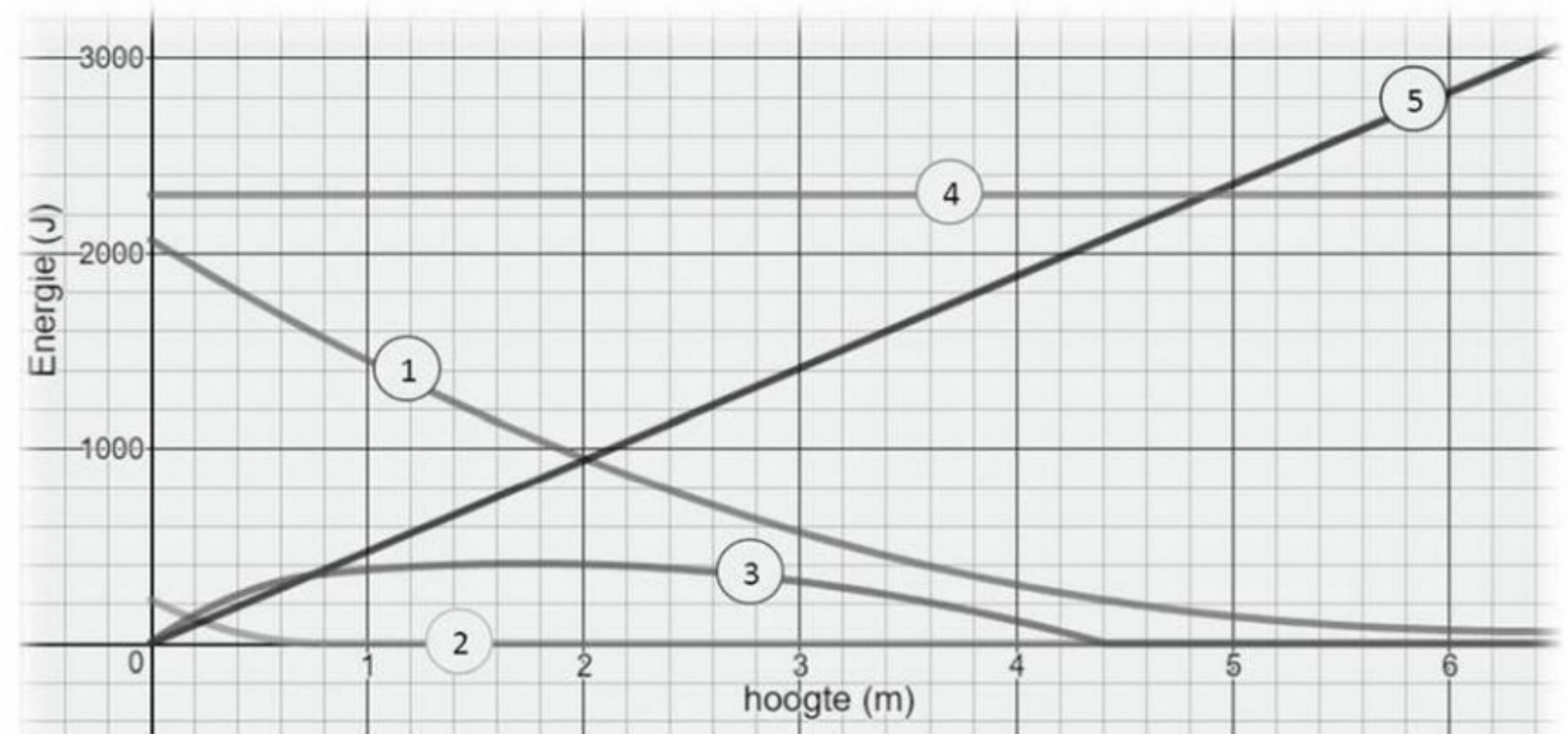


FIGUUR 2A DE ONEINDIGE POTENTIALPUT MET DE BIJBEHORENDE GOLFFUNCTIE VOOR DE GRONDTOESTAND



FIGUUR 2B DE EINDIGE POTENTIALPUT MET DE BIJBEHORENDE GOLFFUNCTIE VOOR DE GRONDTOESTAND

- a) Beredeneer eerst zelfstandig wat het doosje (boven) en de golffunctie (onder) in figuur 2A voorstellen. Schrijf je antwoord/uitleg op.



FIGUUR 13 HET VERBAND TUSSEN DE ENERGIE EN DE HOOGTE BIJ EEN SPRONG MET DE BUNGEETRAMPOLINE

AANPAK QUANTUMWERELD

AANPAK QUANTUMWERELD

	Topic						
	Classical physics				Quantum mechanics		
Nadruk op	Kracht	Elektr iciteit	Licht	Gassen	Dualite it	FE effect	Tunneling
Relatie met voorkennis	10	10	8	8	8	2	3
Bewijs van het model	4	0	0	0	10	2	2
Beperkingen van het model	1	0	1	4	14	7	14
Toepassingen laten zien	10	10	12	19	3	7	10

AANPAK QUANTUMWERELD

	Topic						
	Classical physics				Quantum mechanics		
Nadruk op	Kracht	Elektr iciteit	Licht	Gassen	Dualite it	FE effect	Tunneling
Relatie met voorkennis	10	10	8	8	8	2	3
Bewijs van het model	4	0	0	0	10	2	2
Beperkingen van het model	1	0	1	4	14	7	14
Toepassingen laten zien	10	10	12	19	3	7	10

Aan welke voorkennis koppel jij QW?



Welke toepassingen bespreek je bij QW?



Hoe geef je bij KN aandacht aan modeldenken?



Goede voorbeelden of tips?

0 questions

0 upvotes

Vragen of bespreekpunten?

0 questions

0 upvotes