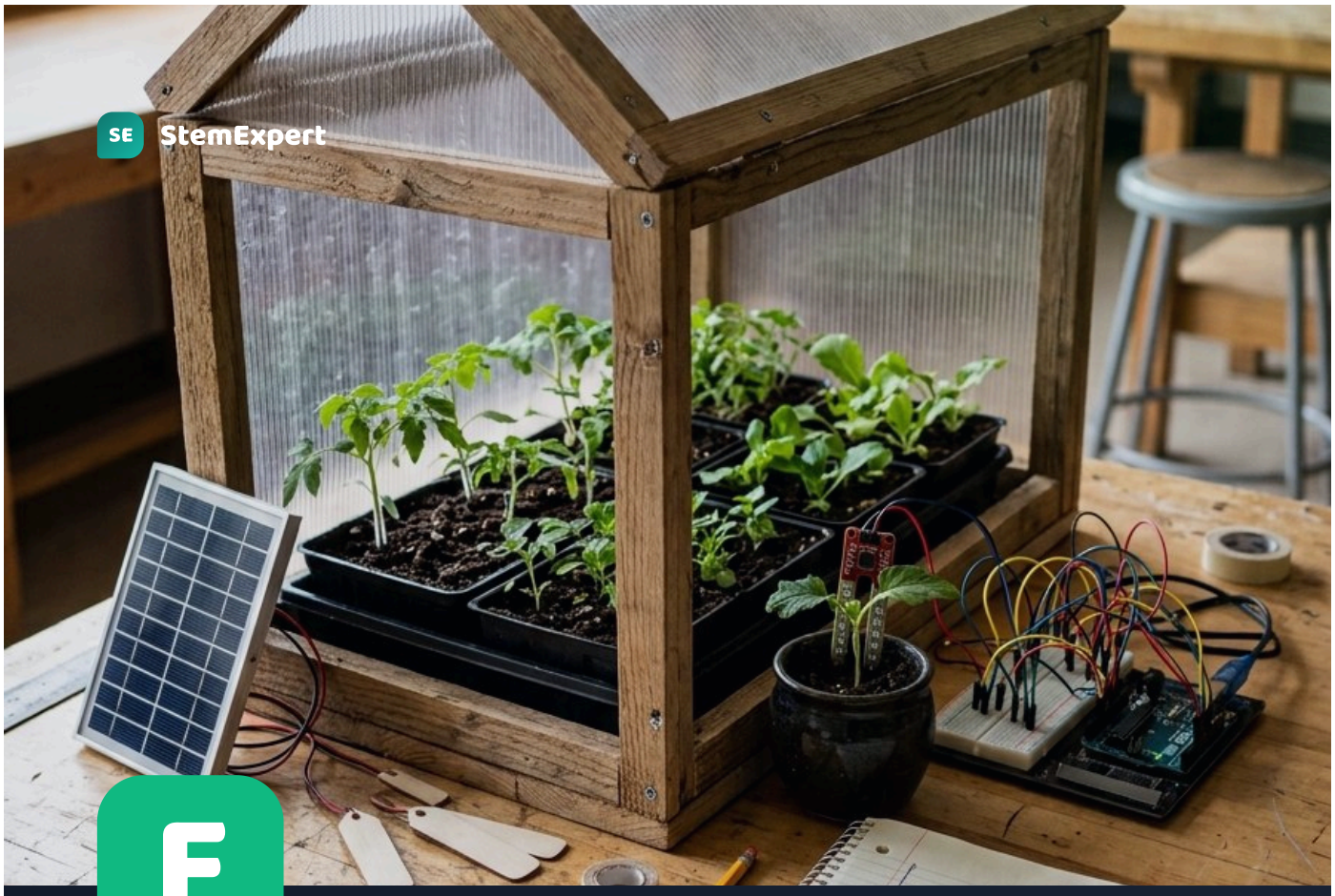


StemExpert

F

Fundamental
Werkboek

Opdrachten in drie treden: oefenen, toepassen, uitdagen. Met antwoordruimte.

12-14 jaar | 33 hoofdstukken | schaal 1–4

Brecht Corbeel · schoolium.me

StemExpert Fundamental — Werkboek

Auteur: Brecht Corbeel
Uitgave: schoolium.me
Reeks: StemExpert — STEM in drie niveaus (Fundamental, Intermediate, Expert)

Voor wie: Voor wie STEM voor het eerst systematisch leert (eerste graad secundair, of volwassen beginners). Geen voorkennis nodig. Rekenen met breuken, procenten en verhoudingen wordt opgebouwd waar het nodig is; eenvoudige formules worden ingevoerd als 'rekenregels met betekenis'.

Wiskunde op dit niveau: hoofdrekenen, breuken, procenten, verhoudingen, eenvoudige formules omvormen, grafieken lezen

Habitat-laag: De meetkas: een kleine kas die haar eigen klimaat meet, de planten automatisch water geeft en draait op een zonnepaneel.

Dit boek hoort bij een handboek, een werkboek en een oplossingenboek per niveau, en bij de offline website van StemExpert. De StemExpert-schaal (1 tot 9) loopt over de drie niveaus heen. Druk af zonder schaling (100 %).

Inhoud

F1 · Denken en werken als STEM'er

F1 Wat is STEM? 5

F2 Onderzoeken: van vraag tot besluit 17

F3 Meten: grootheden en eenheden 31

F4 Tabellen, grafieken en verbanden 45

F5 Veilig werken in labo en werkplaats 63

F2 · Materie en materialen

F6 Het deeltjesmodel 78

F7 Massa, volume en dichtheid 92

F8 Zuivere stoffen en mengsels 107

F9 Mengsels scheiden 122

F10 Materialen en hun eigenschappen 137

F3 · Krachten, beweging en constructies

F11 Krachten 151

F12 Hefbomen en mechanismen 168

F13 Constructies: sterk en stabiel 183

F14 Beweging en snelheid 196

F4 · Energie

F15 Energie: vormen en omzettingen 212

F16 Warmte en temperatuur 226

F17 Energie uit zon, wind en water 241

F5 · Elektriciteit

F18 De elektrische kring 257

F19 Spanning, stroom en weerstand 273

F20 Serie- en parallelschakeling 284

F21 Elektrisch vermogen en energie 299

F6 · Programmeren en automatiseren

F22 Computationeel denken 311

F23 Programmeren met blokken 324

F24 De microcontroller 346

F25 Sensoren en automatisch regelen 364

F7 · Leven en systemen

F26 Cellen en organismen 379

F27 Planten: fotosynthese en groei 393

F28 Ecosystemen en kringlopen 408
F29 Het lichaam als systeem 422

F8 · Ontwerpen en maken

F30 De ontwerpcyclus 435
F31 Technisch tekenen 448
F32 Van idee tot object: CAD en 3D-printen 464

F9 · Habitat F: de meetkas

F33 Integratieproject: de meetkas 477

WERKBOEK · HOOFDSTUK 1

Wat is STEM?

Vier manieren van denken, één manier van kijken, en een station dat je zelf gaat bouwen

Je begint met herkennen: welke letter, welke input en output, sturen of regelen? Daarna pas je het systeemdenken toe op een fietslicht, een smartphone en de kas, en doe je zelf de balanceerproef. In de uitdagingen ontwerp je, argumenteer je en start je je Habitat-portfolio met opdracht 1.11.

4× oefenen | 6× toepassen | 4× uitdagen | ± 314 min

O Onderzoeken en meten | D Ontwerpen en maken



Onderzoeken, rekenen, ontwerpen en bouwen aan één tafel: zo begint de meetkas.

●○○ Oefenen — Oefenen

één stap, direct toepassen

1.1 S, T, E of M?

●○○ Oefenen | 1 | Begrijpen | 10 min

Bij elke activiteit staat één letter centraal, ook al spelen de andere meestal ook mee. Welke letter is het belangrijkst? Leg kort uit.

Vul de tabel in.

activiteit	letter	waarom?
(a) Een bioloog meet elke dag hoeveel een zonnebloem groeit, om te weten hoe licht de groei beïnvloedt.		
(b) Een team ontwerpt en test een brug van karton die 5 kg moet dragen.		
(c) Je berekent hoeveel liter water er in een regenton past.		
(d) Een technicus installeert een nieuwe wifi-router en zorgt dat alle computers verbinding hebben.		
(e) Een onderzoeker zoekt uit waarom bijen bij hitte minder bloemen bezoeken.		
(f) Een ingenieur verbetert een fietsslot zodat het lichter wordt maar even sterk blijft.		

1.2 Input, proces, output

Oefenen · 1 · Analyseren · 12 min

Beschrijf elk systeem met input, proces en output. Zet bij elke input en output of het materie, energie of informatie is (afgekort: mat, en, inf).

a Vul de tabel in.

systeem	input	proces	output
waterkoker			
zonnepaneel			
printer			
mens die fietst			

b Welke output is bij de waterkoker gewenst en welke niet?

1.3 Vraag of probleem?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Is dit een wetenschappelijke vraag of een technisch probleem?

a Waarom beslaat de binnenkant van de kas 's ochtends?

- A wetenschappelijke vraag
- B technisch probleem

b Hoe zorgen we ervoor dat condenswater niet op de planten drupt?

- A wetenschappelijke vraag
- B technisch probleem

c Groeit basilicum sneller onder blauw of onder rood licht?

- (A) wetenschappelijke vraag
- (B) technisch probleem

d Hoe houden we de kas 's nachts boven 10 °C zonder stopcontact?

- (A) wetenschappelijke vraag
- (B) technisch probleem

e Hoeveel water verdampt een tomatenplant op een zonnige dag?

- (A) wetenschappelijke vraag
- (B) technisch probleem

f Hoe maken we de ingang van de school toegankelijk voor rolstoelen?

- (A) wetenschappelijke vraag
- (B) technisch probleem

g Kies (c) of (d) en leg uit waaraan je herkende welke soort het is.

1.4 Sturen of regelen?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Stuurt het systeem (zonder terugkoppeling) of regelt het (met terugkoppeling)? Bij regelen: wat wordt er gemeten?

Vul de tabel in.

systeem	sturen of regelen?	wat wordt er gemeten?
(a) sproeier met tijdschakelaar: elke dag om 7 u, 15 minuten		
(b) verwarming met thermostaat op 20 °C		
(c) broodrooster die na 2 minuten uitspringt		
(d) koelkast die de koeling aanzet boven 5 °C		
(e) kookwekker die na 10 minuten belt		
(f) cruisecontrol die een auto op 100 km/h houdt, ook bergop		

1.5 Een fietslicht als systeem

●●○ Toepassen · 2 · Tekenen · 15 min

Een fietslicht krijgt zijn energie van een naafdynamo in het voorwiel. Sommige fietslichten hebben ook een lichtsensor: ze gaan vanzelf aan als het donker wordt.

a Teken het blokschema van het fietslicht zonder sensor: input, proces (met deelsystemen), output. Noteer bij elke pijl of het materie, energie of informatie is.

b Welke energie gaat in dit systeem 'verloren'? Waar?

c Voeg de lichtsensor toe aan je schema. Is het fietslicht met sensor een systeem dat stuurt of een systeem dat regelt? Leg uit.

1.6 Drie slimme functies van een smartphone

●●○ Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een smartphone past zich voortdurend aan. Bekijk drie functies. Gebruik het ontleedblad van de smartphone in het handboek.

a Vul de tabel in.

functie	wat wordt gemeten (sensor)?	wat wordt aangepast?	sturen of regelen?
(a) het scherm wordt helderder in de zon			
(b) de camera stelt zelf scherp			
(c) de telefoon wordt trager als hij te warm wordt			

b Bij (c): beschrijf de lus in vier stappen: meten, vergelijken, beslissen, doen.

c Je legt je duim op de lichtsensor bij (a). Wat gebeurt er, en waarom?

1.7 Een STEM-beroep van dichtbij

Toepassen · 2 · Onderzoeken · 40 min

Kies een STEM-beroep dat je nog niet goed kent. Interview iemand die het uitoefent (een familielid, een buur, een ouder van een klasgenoot) of zoek betrouwbare informatie, bijvoorbeeld op de website van een opleiding of een beroepenfiche van de VDAB.

Maak een beroepsfiche.

vraag	antwoord
Welk beroep?	
Wat doet deze persoon op een gewone dag? (minstens drie dingen)	
Welke letters van STEM zitten erin, en waar?	
Welk meetinstrument, gereedschap of programma gebruikt hij of zij?	
Welke opleiding heb je ervoor nodig?	
Wat spreekt jou aan in dit beroep, en wat minder?	
Welke bron(nen) gebruikte je?	

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Inhoud	Minstens drie concrete dagtaken, geen algemeenheden als 'hij werkt met computers'.
STEM-letters	Elke letter gekoppeld aan een concrete taak.
Bronnen	Naam van de geïnterviewde (met toestemming) of een betrouwbare website.

1.8 Labo: balanceren met en zonder terugkoppeling

Toepassen · 3 · Labo · 30 min

Voer de proef uit het handboek zelf uit, in duo. Werk veilig: twee meter vrije ruimte rond de persoon die balanceert.

a Voorspel: hoe lang houd je de bezemsteel rechtop met je ogen open, en met je ogen weg? En de korte lat?

b Meet telkens drie keer (stop bij 30 s).

situatie	poging 1 (s)	poging 2 (s)	poging 3 (s)	gemiddelde (s)
bezemsteel, ogen open				
bezemsteel, ogen weg				
lat van 30 cm, ogen open				

c Benoem de sensor, de 'regelaar' en de 'actuator' (wat de beweging uitvoert) in deze regelkring.

d Verklaar waarom de steel valt als je wegkijkt, en waarom de korte lat moeilijker is.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Veiligheid	Vrije ruimte, partner vangt de steel op.
Metingen	Drie pogingen per situatie, tijden met eenheid, gemiddelde correct berekend.
Verklaring	Ogen als sensor, hersenen als regelaar, hand als actuator; reactietijd verklaart de korte lat.

1.9 Kies je systeemgrens

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

In de meetkas staan planten in een bak. Een pomp haalt water uit een reservoir en geeft het via een druppelslang aan de planten. Een zonnepaneel op het dak en een batterij leveren elektrische energie voor de pomp, de sensoren en de microcontroller.

a Systeemgrens rond **één plant**: noem drie inputs en twee outputs.

b Systeemgrens rond de **hele kas** (zonder zonnepaneel en batterij): is het water uit de druppelslang nog een input? Wat wordt nu de input voor water?

c Systeemgrens rond **kas, zonnepaneel en batterij samen**: is elektrische energie nog een input? Wat is nu de energie-input?

1.10 Van vraag naar probleem, en terug

Toepassen · 3 · Begrijpen · 15 min

Wetenschappelijke vragen en technische problemen lokken elkaar uit.

a Wetenschappelijke vraag: 'Hoe snel droogt potgrond uit bij 25 °C?' Bedenk een technisch probleem voor de meetkas waarbij het antwoord helpt.

b Technisch probleem: 'Het zonnepaneel levert in de winter te weinig energie voor de pomp.' Bedenk een wetenschappelijke vraag die je eerst zou willen beantwoorden.

c Welke stap zit in beide cycli en waarom is die zo belangrijk?

1.11 Habitat: de missie van jouw meetkas

●●● Uitdagen · 3 · Habitat · 45 min

Je start je Habitat-portfolio. Deze opdracht is het eerste blad. Je past het later aan, als je meer weet: het is een schets, geen eindontwerp.

a Schrijf de missie van je meetkas in twee of drie zinnen: wat moet ze kunnen, voor wie, en waarom?

b Teken de meetkas als systeem: inputs, deelsystemen, outputs, en minstens één terugkoppeling. Duid materie, energie en informatie aan met drie kleuren.

c Welke grootheden wil je in de kas meten? Noem er minstens vier.

d Kies vijf onderdelen van je meetkas en koppel elk aan een leerlijn (gebruik het naslagblad).

onderdeel	leerlijn

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Missie	Concreet en haalbaar: wat de kas doet (meten, water geven, energie) en voor wie.
Blokschema	Systeemgrens getekend; inputs en outputs benoemd en ingekleurd; minstens één gesloten lus met sensor, beslissing en actuator.
Metingen	Minstens vier grootheden die echt iets zeggen over de planten of het klimaat.
Leerlijnen	Vijf zinvolle koppelingen.

1.12 Het poolstation als systeem

Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

Lees opnieuw het verhaal over het station Prinses Elisabeth. Hier is een vereenvoudigde beschrijving van zijn energie- en watersysteem: negen windturbines en zonnepanelen wekken elektrische energie op. Batterijen slaan het overschot op. Een slim net meet voortdurend hoeveel energie er binnenkomt, hoeveel er in de batterijen zit en hoeveel de toestellen vragen. Is er te weinig, dan krijgen de belangrijkste toestellen voorrang en worden minder dringende tijdelijk uitgezet. Voor noodgevallen zijn er reservegeneratoren. Afvalwater wordt gezuiverd en deels opnieuw gebruikt.

a Teken het blokschema van het energiesysteem, met de systeemgrens rond het hele station.

b Waar zit een terugkoppeling? Beschrijf ze met meten, vergelijken, beslissen, doen.

c Stel: drie dagen windstil en bewolkt. Beschrijf wat er achtereenvolgens gebeurt, en welke ontwerpkeuzes ervoor zorgen dat de bewoners veilig blijven.

d Waarom is het hergebruiken van water op zo'n plek extra belangrijk? Denk aan energie.

1.13 Debat: welke letter kan het station missen?

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 30 min

De klas wordt verdeeld in vier groepen: S, T, E en M. Elke groep krijgt de stelling: 'Het poolstation had zonder onze letter kunnen bestaan.' Je moet die stelling eerst verdedigen, en daarna de andere groepen weerleggen.

a Bereid twee argumenten voor waarom het station jouw letter zou kunnen missen (ook al geloof je het niet).

b Bereid voor elke andere letter één concreet tegenargument voor: wat zou er misgaan zonder die letter?

c Wat is jouw besluit na het debat? Gebruik een voorbeeld uit het station.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Concreet, met voorbeelden uit het station of de meetkas.
Weerleggen	Luistert naar het argument van de andere groep en reageert erop.
Besluit	Onderbouwd met een voorbeeld, niet enkel 'alles is belangrijk'.

1.14 Ontwerp: water geven tijdens de vakantie

Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 40 min

Tijdens een vakantie van twee weken moeten de planten in de meetkas water krijgen zonder dat er iemand langskomt. Je ontwerpt twee oplossingen en vergelijkt ze.

a Schets oplossing A: een systeem dat **stuurt** (zonder terugkoppeling). Benoem input, proces en output.

b Schets oplossing B: een systeem dat **regelt** (met terugkoppeling). Duid de lus aan.

c Vergelijk A en B op vier criteria.

criterium	oplossing A	oplossing B
werkt ook bij een hittegolf		
werkt ook als het koel en bewolkt is		
heeft elektrische energie nodig		
wat kan er misgaan?		

d Welke oplossing kies je voor de meetkas? Motiveer.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Oplossing A	Werkt zonder meting van het resultaat (bv. timer met pomp), duidelijk geschetst.
Oplossing B	Bevat een sensor die het resultaat meet, een beslissing en een actuator; de lus is getekend.
Vergelijking	Eerlijk: ook de nadelen van B (energie, een defecte sensor).
Keuze	Gemotiveerd met de criteria.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan in eigen woorden uitleggen wat wetenschap, technologie, engineering en wiskunde elk doen, en waarom ze samen sterker zijn.

- [ ] Ik kan een toestel of situatie beschrijven als systeem met input, proces en output, en die stromen benoemen als materie, energie of informatie.
- [ ] Ik kan een systeemgrens kiezen en uitleggen wat daardoor input of output wordt.
- [ ] Ik kan uitleggen wat terugkoppeling is, en in voorbeelden herkennen of een systeem stuurt (zonder terugkoppeling) of regelt (met terugkoppeling).
- [ ] Ik kan een wetenschappelijke vraag onderscheiden van een technisch probleem, en zeggen welke cyclus erbij hoort.
- [ ] Ik kan enkele STEM-beroepen beschrijven: wat iemand er op een gewone dag doet en welke letters erin zitten.
- [ ] Ik kan de missie van Habitat en de onderdelen van de meetkas beschrijven.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 2

Onderzoeken: van vraag tot besluit

Hoe je een eerlijke proef opzet, en waarom één meting nooit genoeg is

Je oefent eerst de bouwstenen: de stappen, de variabelen, het gemiddelde, waarneming en interpretatie. Daarna beoordeel en verbeter je proeven en doe je zelf een volledig onderzoek met papieren helikopters. In de uitdagingen herbekijk je twee beroemde onderzoeken en schrijf je het onderzoeksplan voor de groeiproef in de meetkas (opdracht 2.13, voor je Habitat-portfolio).

5× oefenen · 5× toepassen · 5× uitdagen · ± 337 min

O Onderzoeken en meten



Meten, noteren, vergelijken: een groeiproef is onderzoek in het klein.

●○○ Oefenen

Oefenen

één stap, direct toepassen

2.1 De stappen op volgorde

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Ilias onderzoekt of suiker sneller oplost in warm water. Zijn notities zijn door elkaar geraakt.

A. 'In water van 60 °C was het klontje na ongeveer 1 minuut opgelost, in water van 20 °C na ongeveer 3 minuten.'

B. 'Ik verwacht dat suiker sneller oplost in warm water, omdat de waterdeeltjes dan sneller bewegen.'

C. 'Suiker lost sneller op in warm water; mijn verwachting klopt.'

D. 'Lost een suikerklontje sneller op in warm water dan in koud water?'

E. 'Ik leg een klontje in 100 mL water van 20 °C en een klontje in 100 mL water van 60 °C, zonder te roeren, en meet hoe lang het duurt tot het opgelost is.'

a Zet de notities in de juiste volgorde en schrijf bij elke letter de naam van de stap.

volgorde	letter	stap
1		
2		
3		
4		
5		

b Welke variabele houdt Ilias gelijk? Noem er twee.

2.2 Welke variabele is welke?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Duid bij elke onderzoeksvraag de variabelen aan.

Vul de tabel in.

onderzoeksvraag	onafhankelijke	afhankelijke	twee gecontroleerde
(a) Hoe hangt de valtijd van een bal af van de hoogte waarvan je hem laat vallen?			
(b) Hoe hangt de tijd waarin een bruistablet oplost af van de temperatuur van het water?			
(c) Hoe hangt de lengte van tuinkers na 7 dagen af van de hoeveelheid water per dag?			
(d) Hoe hangt je hartslag af van het aantal kniebuigingen dat je net deed?			

2.3 Waarneming of interpretatie?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Schrijf W (waarneming) of I (interpretatie).

a Vul de tabel in.

uitspraak	W of I
(a) De tuinkers in bakje B is na 7 dagen gemiddeld 12 mm langer dan in bakje A.	
(b) Bakje B kreeg meer licht, daarom groeide het sneller.	
(c) De thermometer in de kas wijst om 14 uur 28 °C aan.	
(d) De planten hebben het te warm.	
(e) Op de binnenkant van het glas zitten 's ochtends druppels.	
(f) De druppels komen van water dat de planten verdampt hebben.	
(g) De lamp geeft geen licht als je de schakelaar omzet.	
(h) Het lampje is stuk.	

b Kies (h). Geef twee andere interpretaties die bij waarneming (g) passen.

2.4 Gemiddelde en bereik

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Bereken telkens het gemiddelde (afgerond zoals de metingen) en het bereik. Vergeet de eenheid niet.

a Valtijden van een helikopter: 1,42 s; 1,38 s; 1,45 s; 1,40 s; 1,44 s.

b Lengte van zes tuinkersplantjes: 34 mm; 41 mm; 38 mm; 29 mm; 36 mm; 40 mm.

c Hartslag van een leerling in rust, vier keer gemeten: 72, 75, 71 en 74 slagen per minuut.

2.5 Van vraag naar hypothese

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Schrijf bij elke onderzoeksvraag een hypothese in de vorm 'Als ..., dan ..., omdat ...'.

a Hoe hangt de hoogte waartoe een bal opstuit af van de hoogte waarvan je hem laat vallen?

b Smelt een ijsblokje sneller op een metalen plaat of op een houten plank?

c Kiemen boontjes sneller in het licht of in het donker?

Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

2.6 Eerlijk of niet?

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Drie leerlingen beschrijven hun proef.
(a) Jonas test welk papier het sterkst is. Hij hangt gewichtjes aan een strook krantenpapier van 2 cm breed en aan een strook printerpapier van 4 cm breed, tot de strook scheurt.
(b) Amira test of zout water later bevriest dan kraantjeswater. Ze zet twee dezelfde bekertjes met elk 100 mL water, één met twee theelepels zout, naast elkaar in de diepvries en kijkt elk kwartier.
(c) Mats wil weten of zijn nieuwe voetbalschoenen hem sneller maken. Hij loopt 's ochtends 50 m met zijn oude schoenen en 's avonds, na de training, 50 m met de nieuwe.

a Is proef (a) eerlijk? Welke variabele is niet gecontroleerd? Verbeter.

b Is proef (b) eerlijk? Leg uit.

c Is proef (c) eerlijk? Noem minstens twee problemen en verbeter.

2.7 Onderzoekbaar maken

Toepassen · 3 · Begrijpen · 15 min

Deze vragen zijn te vaag om te onderzoeken. Maak er een onderzoeksvraag van met een meetbare afhankelijke variabele.

a Is een zwaardere papieren vlieger beter?

b Welk isolatiemateriaal is het beste?

c Welk merk batterijen is het best?

d Kies een van je vragen. Noem de onafhankelijke en de afhankelijke variabele en drie gecontroleerde variabelen.

2.8 Labo: papieren helikopter en paperclips

Toepassen · 3 · Labo · 50 min

Onderzoek hoe de valtijd van een papieren helikopter afhangt van het aantal paperclips aan de romp. Gebruik de bouwplaat uit het handboek met vleugellengte $L = 8\,\text{cm}$. Test met 1, 2, 3 en 4 paperclips.

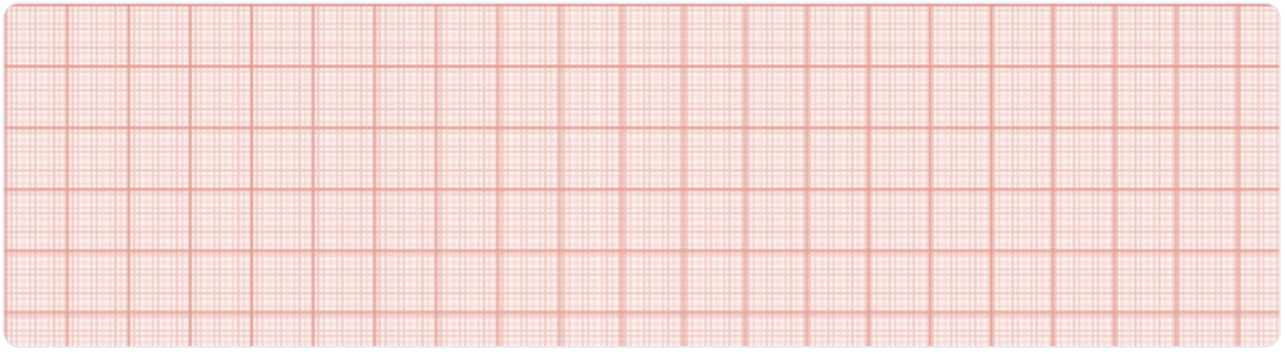
a Schrijf je onderzoeksvraag en je hypothese.

b Noteer de onafhankelijke, de afhankelijke en minstens drie gecontroleerde variabelen.

c Meet vijf worpen per aantal paperclips en bereken het gemiddelde en het bereik.

paperclips	worp 1 (s)	worp 2 (s)	worp 3 (s)	worp 4 (s)	worp 5 (s)	gemiddelde (s)	bereik (s
1							
2							
3							
4							

d Zet de gemiddelden in een grafiek: aantal paperclips horizontaal, valtijd verticaal.



e Schrijf je besluit. Is je hypothese bevestigd of weerlegd?

f Bespreking: wat maakte je metingen onzeker, en hoe zou je dat verbeteren?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Meetbare vraag; hypothese met reden.
Eerlijke proef	Alleen het aantal paperclips verandert; valhoogte, loslaten en meten zijn gelijk.
Metingen	Vijf worpen per situatie, eenheden, gemiddelde en bereik correct.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, punten nauwkeurig.
Besluit en bespreking	Beantwoordt de vraag; noemt echte bronnen van onzekerheid en verbeteringen.

2.9 Een uitschieter

Toepassen · 3 · Analyseren · 12 min

Ruben meet 's middags zes keer de temperatuur van het water in het reservoir van de meetkas, met een digitale thermometer: 18,4; 18,6; 18,5; 24,9; 18,3; 18,5 °C. Hij vertelt dat hij de voeler vóór de vierde meting even in de zon op de vensterbank had gelegd.

a Welke meting is een uitschieter? Hoe verklaar je ze?

b Bereken het gemiddelde met alle zes metingen.

c Bereken het gemiddelde zonder de uitschieter.

d Welk gemiddelde noteert Ruben, en wat schrijft hij in zijn verslag?

2.10 Eén meting bewijst niets

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Twee groepen testen of een meststof tuinkers langer maakt. Groep 1 meet één plantje met meststof (46 mm) en één zonder (41 mm), en besluit: 'Meststof helpt.' Groep 2 meet acht plantjes per bakje. Met meststof: 38, 44, 41, 36, 47, 40, 43, 39 mm. Zonder: 42, 37, 45, 40, 39, 44, 36, 41 mm.

a Waarom is het besluit van groep 1 niet te vertrouwen?

b Bereken voor groep 2 het gemiddelde en het bereik van beide bakjes.

c Wat besluit groep 2? Vergelijk het verschil tussen de gemiddelden met het bereik.

d Hoe kan groep 2 haar onderzoek nog sterker maken?

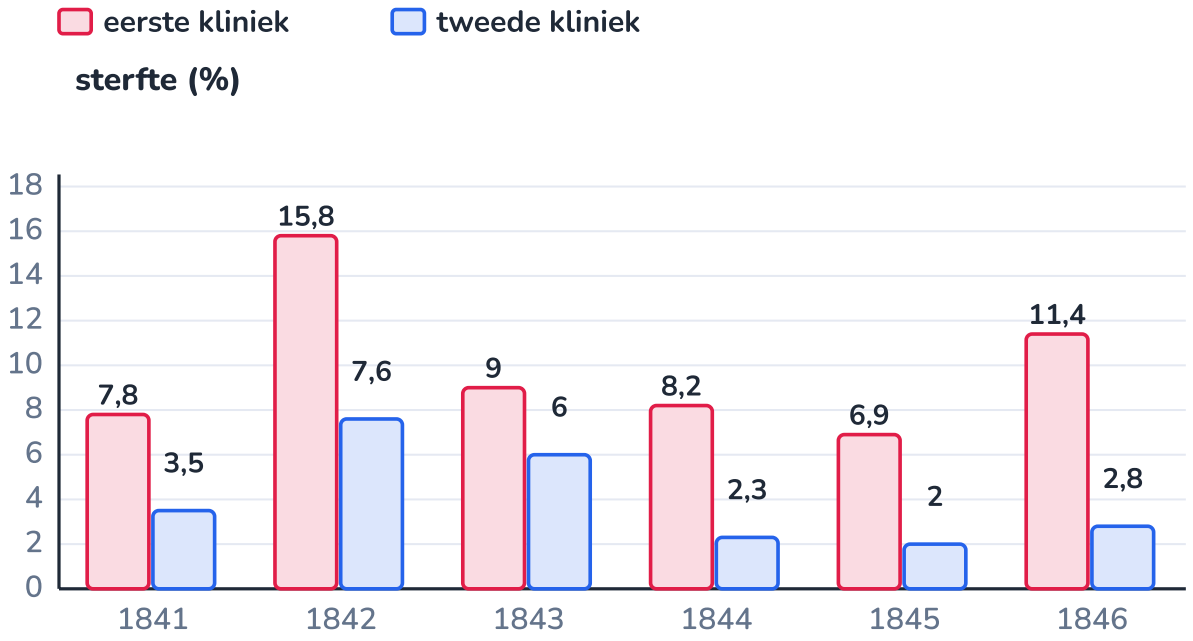
Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

2.11 Semmelweis en de handen

Uitdagen · 4 · Analyseren · 30 min

In het grote ziekenhuis van Wenen waren rond 1845 twee kraamklinieken. In de eerste werkten artsen en geneeskundestudenten, die ook lijken ontleedden. In de tweede werkten vroedvrouwen in opleiding, die geen lijken ontleedden. Zwangere vrouwen werden om beurten, een dag de ene en een dag de andere kliniek, opgenomen. Veel moeders stierven na de bevalling aan kraamvrouwenkoorts. De arts **Ignaz Semmelweis** verzamelde de cijfers (grafiek). In 1847 stierf zijn collega Jakob Kolletschka nadat hij zich tijdens een lijkschouwing met een scalpel had gesneden, met dezelfde verschijnselen als de moeders. Semmelweis vermoedde dat de artsen 'deeltjes van lijken' op hun handen meedroegen. Vanaf mei 1847 moest iedereen in de eerste kliniek zijn handen wassen in een oplossing van chloorkalk voor hij een vrouw onderzocht. In 1848 stierf in beide klinieken ongeveer 1,3 % van de moeders.



Percentage moeders dat stierf aan kraamvrouwenkoorts, per jaar en per kliniek (vóór het handen wassen).

a Wat is in de vergelijking van Semmelweis de onafhankelijke en wat de afhankelijke variabele?

b Van 1841 tot 1846 bevielen in de eerste kliniek 20 042 vrouwen, van wie er 1989 stierven; in de tweede 17 791, van wie 691. Bereken het sterftepercentage over de zes jaar voor elke kliniek.

c Waarom is de vergelijking tussen de twee klinieken redelijk eerlijk? Welk verschil tussen beide was volgens Semmelweis de oorzaak?

d Waarneming of interpretatie? (1) 'In 1846 stierf in de eerste kliniek 11,4 % van de moeders.' (2) 'De artsen brengen iets van de lijken over naar de moeders.' (3) 'Na het handen wassen daalde de sterfte in de eerste kliniek.'

e In 1848 was de sterfte in beide klinieken gelijk. Waarom steunt juist dat zijn hypothese? Wat zou je nog willen controleren?

2.12 Van Helmont, opnieuw bekeken

Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

Lees het verhaal over Van Helmont in het handboek opnieuw. Zijn cijfers: wilg bij de start 5 pond, na vijf jaar 169 pond en 3 ounces; gedroogde aarde bij de start 200 pond, na vijf jaar 200 pond min ongeveer 2 ounces. Eén pond telde 16 ounces.

a Hoeveel pond is de wilg zwaarder geworden? (3 ounces = 3/16 pond.)

b Hoeveel pond aarde is er verdwenen? Welk percentage van de massatoename van de boom kan hoogstens uit de aarde komen?

c Wat was Van Helmonts waarneming, en wat was zijn interpretatie?

d Welke variabelen hield hij bewust onder controle? Welke input vergat hij?

e Beschrijf (in woorden of met een schets) een eerlijke proef om te testen of een plant iets uit de lucht nodig heeft om te groeien.

2.13 Habitat: wat heeft een plant nodig om snel te groeien?

Uitdagen · 3 · Habitat · 45 min

In de meetkas voer je later een echte groeiproef uit (hoofdstuk 27 en 33). Nu schrijf je het onderzoeksplan. Kies één factor die je onderzoekt: licht (uren per dag), water (mL per dag), temperatuur, meststof, of de afstand tot de ledstrip.

a Schrijf je onderzoeksvraag in de vorm 'Hoe hangt … af van …?'.

b Schrijf je hypothese in de vorm 'als …, dan …, omdat …'.

c Vul de variabelen in.

soort	welke?	hoe (waarden, hoe gelijk gehouden)?
onafhankelijk		
afhankelijk		
gecontroleerd		
gecontroleerd		
gecontroleerd		

d Hoeveel plantjes of bakjes per groep neem je, en waarom? Wanneer en hoe meet je (instrument, eenheid)?

e Ontwerp de lege resultatentabel (kolommen met grootheid en eenheid).

f Welke gecontroleerde variabele wordt in de kas het moeilijkst gelijk te houden? Hoe los je dat op?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Meetbaar, één factor, hypothese met reden.
Eerlijke proef	Alleen de gekozen factor verschilt; minstens drie gecontroleerde variabelen, concreet beschreven.
Herhaling	Meerdere plantjes of bakjes per groep, met uitleg.
Meetplan	Wat, wanneer, met welk instrument en in welke eenheid.
Praktisch	Een realistisch probleem in de kas benoemd, met een oplossing.

2.14 Onderzoek: de snelste smelter

Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 60 min

Onderzoek zelf een factor die bepaalt hoe snel een ijsblokje smelt. Kies één onafhankelijke variabele: de ondergrond (metaal, hout, kunststof), zout erop of niet, of de grootte van het blokje. Werk volledig eerlijk en schrijf een kort verslag.

a Onderzoeksvraag en hypothese.

b Materiaal en werkwijze, met de variabelen die je gelijk houdt.

c Resultaten: tabel met herhalingen en gemiddelden.

d Besluit en bespreking.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Meetbaar; verwachting met reden.
Eerlijke proef	Eén variabele; blokjes uit dezelfde vorm, zelfde begintemperatuur en ruimte.
Herhalen	Minstens drie blokjes per situatie; gemiddelde berekend.
Verslag	Alle onderdelen; waarneming en interpretatie gescheiden.

2.15 Debat: 'Mijn opa rookte en werd 95'

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 20 min

Tijdens een discussie zegt iemand: 'Mijn opa rookte elke dag een pakje en werd 95. Roken is dus niet zo schadelijk als ze zeggen.'

a Waarom bewijst dit voorbeeld niet dat roken onschadelijk is? Gebruik woorden uit dit hoofdstuk.

b Welke gegevens heb je nodig om de vraag 'Is roken schadelijk?' wel eerlijk te onderzoeken?

c Geef een voorbeeld uit reclame of sociale media waarin één geval als bewijs wordt gebruikt. Hoe zou je het eerlijk testen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Redenering	Gebruikt begrippen als herhalen, één meting, vergelijkingsgroep.
Voorbeeld	Een herkenbaar voorbeeld met een eerlijk testplan.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan de vijf stappen van de onderzoekscyclus noemen en uitleggen wat je in elke stap doet.
- Ik kan een vage vraag omvormen tot een onderzoeksvraag met een meetbaar antwoord, en een hypothese formuleren als 'als … dan …, omdat …'.
- Ik kan in een proef de onafhankelijke, de afhankelijke en de gecontroleerde variabelen aanduiden.
- Ik kan beoordelen of een proef eerlijk is, en een oneerlijke proef verbeteren.
- Ik kan uitleggen waarom je metingen herhaalt, het gemiddelde en het bereik berekenen, en zorgvuldig omgaan met een uitschieter.
- Ik kan een waarneming onderscheiden van een interpretatie.
- Ik kan een kort onderzoeksverslag opbouwen: vraag, hypothese, materiaal, werkwijze, resultaten, besluit, bespreking.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 3

Meten: grootheden en eenheden

Getal, eenheid en instrument: zo wordt een meting iets waar anderen op kunnen bouwen

Je begint met noteren, voorvoegsels en omzetten, en met aflezen van figuren. Daarna reken je met oppervlakte en volume, rond je zinvol af en meet je zelf met de schuifmaat. In de uitdagingen kies je het waterreservoir van de meetkas (opdracht 3.14, voor je Habitat-portfolio), ijk je een eigen maatbeker, reken je een echte eenheidenfout na en onderzoek je hoe nauwkeurig jij de tijd kan meten.

6× oefenen · 7× toepassen · 4× uitdagen · ± 333 min

O Onderzoeken en meten · W Wiskundig modelleren



Meten tot op een tiende millimeter: het frame van de meetkas onder de schuifmaat.

Oefenen

●○○ Oefenen — één stap, direct toepassen

3.1 Grootheid, getal, eenheid

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Splits elk meetresultaat in zijn drie delen.

a Vul de tabel in.

uitspraak	grootheid	getal	eenheid
De tafel is 1,85 m lang.			
Het pakje boter weegt 250 g.			
De film duurt 125 min.			
Het water is 18,5 °C.			
De fles bevat 1,5 L.			
Door de ledstrip loopt 0,40 A.			

b Wat is er mis met de zin 'Mijn bureau is 120 breed'? Geef twee manieren waarop je hem kan verbeteren.

3.2 Voorvoegsels

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Gebruik de tabel met voorvoegsels uit het handboek.

a Vul de tabel in.

voorvoegsel	symbool	betekenis (× ...)
kilo		
mega		
milli		
centi		
deci		
micro		

b $4{,}7\,\mathrm{MW} =$ _____ W

c $250\,\mathrm{mA} =$ _____ A

d $3{,}3\,\mathrm{k\Omega} =$ _____ Ω

e $2\,\mu\mathrm{m} =$ _____ mm

3.3 Omzetten: lengte, massa en inhoud

Oefenen · 1 · Rekenen · 12 min

Zet om met de eenhedentrap. Schrijf erbij hoeveel treden en in welke richting.

a $3{,}5\,\mathrm{km} =$ _____ m

b $45\,\text{cm} =$ _____ m

c $7\,\text{mm} =$ _____ cm

d $0{,}25\,\text{kg} =$ _____ g

e $1500\,\text{mg} =$ _____ g

f $2{,}5\,\text{t} =$ _____ kg

g $330\,\text{mL} =$ _____ L

h $1{,}5\,\text{L} =$ _____ cL

i $12\,\text{dL} =$ _____ L

j $0{,}08\,\text{m} =$ _____ cm

3.4 Welk instrument?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Kies telkens het best passende instrument, de eenheid waarin je noteert en de kleinste stap die je kan aflezen.

Vul de tabel in.

wat meet je?	instrument	eenheid	kleinste stap
de dikte van een euromunt			
de massa van een brief			
35 mL water afmeten			
de temperatuur van thee			
de tijd van 10 schommelingen van een slinger			
de lengte van het klaslokaal			

3.5 Tijd is niet tiendelig

Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

Zet om. Schrijf een tussenstap op.

a 1,5 h = _____ min

b 2 h 45 min = _____ min

c 90 s = _____ min _____ s

d 0,25 h = _____ min

e 200 min = _____ h _____ min

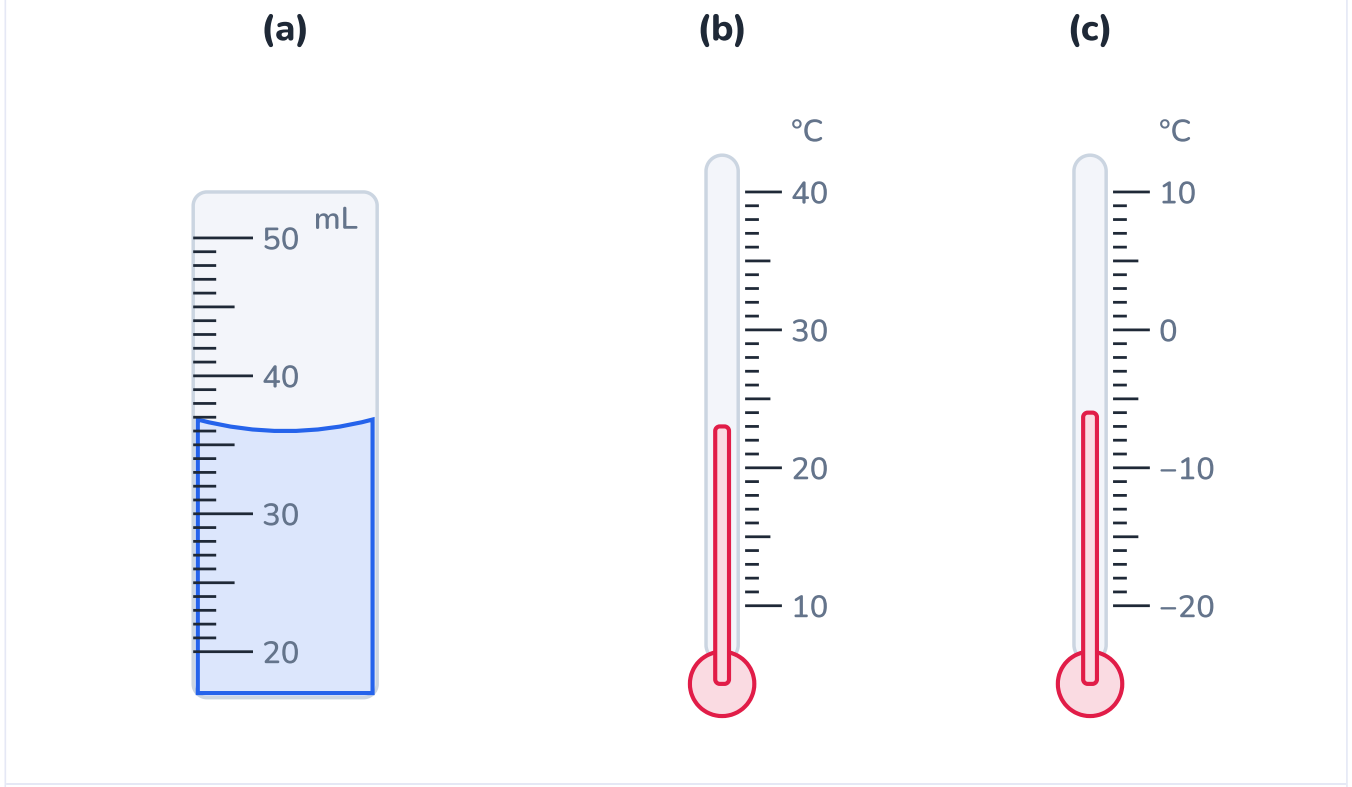
f 0,1 h = _____ min

g 1 dag = _____ s

3.6 Aflezen: maatcilinder en thermometer

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Lees elk instrument af, met eenheid. Neem aan dat je op ooghoogte kijkt.



(a) maatcilinder met streepjes per mL; (b) en (c) thermometers met streepjes per °C.

a (a) Hoeveel water zit er in de maatcilinder?

b (b) Welke temperatuur wijst de thermometer aan?

c (c) Welke temperatuur wijst deze thermometer aan (in een diepvries)?

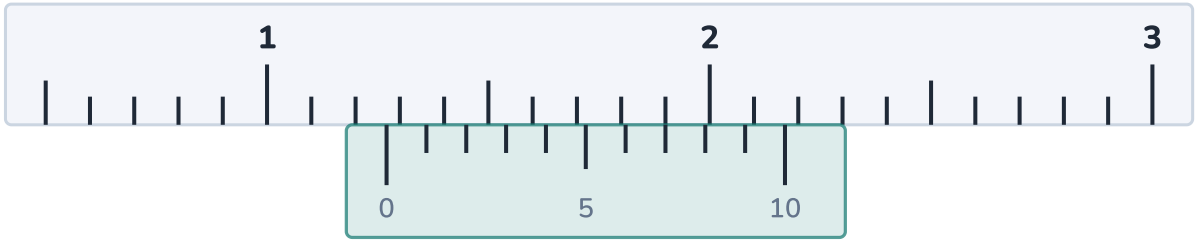
d Wat is bij elk van de drie instrumenten de kleinste stap?

3.7 Aflezen: de schuifmaat

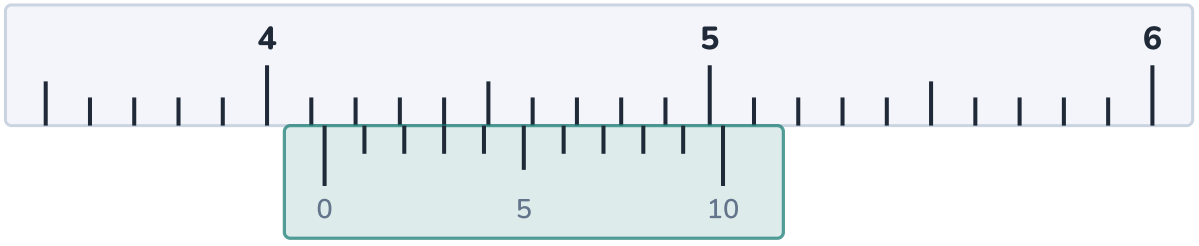
●●○ Toepassen · 2 · Begrijpen · 12 min

Lees beide schuifmaten af tot op 0,1 mm. De cijfers op de hoofdschaal staan in cm.

(a)



(b)



Hoofdschaal boven, nonius (10 streepjes over 9 mm) onder.

a (a) Welke lengte lees je af? Welk nonius-streepje valt samen?

b (b) Welke lengte lees je af? Welk nonius-streepje valt samen?

c Een leerling leest bij (a) 13,7 mm af. Welke fout maakte hij?

3.8 Oppervlakte en volume omzetten

●●○ Toepassen · 2 · Rekenen · 12 min

Let op: oppervlakte × 100 per trede, volume × 1000 per trede.

a $1\,\text{m}^2 =$ _____ cm²

b $0{,}72\,\text{m}^2 =$ _____ cm²

c $4500\,\text{cm}^2 =$ _____ m²

d $3\,\text{ha} =$ _____ m²

e $2{,}5\,\text{L} =$ _____ mL = _____ cm³

f $30\,000\,\text{cm}^3 =$ _____ L

g $0{,}6\,\text{m}^3 =$ _____ L

h $250\,\text{mL} =$ _____ dm³

3.9 Parallax en de spiegel

Toepassen · 3 · Begrijpen · 12 min

Drie leerlingen lezen dezelfde maatcilinder af. Aya leest 47 mL, Bram 45 mL en Chloé 43 mL. Eén van hen keek op ooghoogte, één van boven en één van onder.

a Wie keek van boven, wie van onder? Leg uit.

b Wat is de juiste waarde? Hoe kan je dat zeker weten?

c Sommige meters met een wijzer hebben een spiegelstrookje achter de naald. Hoe helpt dat tegen parallax?

3.10 Zinvol afronden

Toepassen · 2 · Rekenen · 12 min

Rond af en noteer zinvol.

a Rond af op 1 decimaal: 3,456 → _____ ; 2,95 → _____ ; 12,04 → _____

b Rond af op 2 decimalen: 12,349 → _____ ; 0,0467 → _____

c Welke meting is het preciest: 1,2 m, 1,20 m of 120,0 cm? Leg uit.

d Een lat van 100 cm (gemeten tot op 1 mm: 100,0 cm) wordt in drie gelijke stukken gezaagd. De rekenmachine toont 33,333333. Wat noteer je?

e Een leerling meet een doos: 24,6 cm, 15,2 cm en 8,4 cm. De rekenmachine toont voor het volume 3140,928. Wat noteer je?

3.11 Meet veel en deel

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Soms is één exemplaar te klein om nauwkeurig te meten. Dan meet je er veel samen.

a Op een pak printpapier staat '500 vel'. Het pak is 5,2 cm dik. Hoe dik is één blad, in mm?

b 100 rijstkorrels wegen samen 2,1 g. Wat is de massa van één korrel, in g en in mg?

c Uit een pipet vallen 20 druppels in een maatcilinder: samen 1,0 mL. Wat is het volume van één druppel, in mL en in mm³?

d Tien schommelingen van een slinger duren samen 14,2 s. Hoe lang duurt één schommeling? Waarom is dit nauwkeuriger dan één schommeling meten?

3.12 De meetkas in vierkante meter

Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

De meetkas heeft een grondvlak van 1,20 m op 0,60 m en rechte wanden van 0,80 m hoog, met een plat dak. De vier wanden en het dak worden gemaakt uit platen polycarbonaat van 1,00 m op 2,00 m.

a Bereken de oppervlakte van de twee lange wanden, de twee korte wanden en het dak.

b Hoeveel m² polycarbonaat heb je in totaal nodig?

c Hoeveel platen heb je minstens nodig als je alleen naar de oppervlakte kijkt?

d Teken hoe je de stukken uit de platen zaagt. Lukt het met dat aantal platen? Zo niet, hoeveel heb je nodig?

e Hoeveel liter lucht zit er in de kas?

3.13 Labo: meten met de schuifmaat

Toepassen · 3 · Labo · 40 min

Meet de diameter en de dikte van drie euromunten met de schuifmaat, telkens op drie plaatsen. Officiële maten: 10 cent: diameter 19,75 mm, dikte 1,93 mm; 1 euro: 23,25 mm en 2,33 mm; 2 euro: 25,75 mm en 2,20 mm.

a Controleer eerst het nulpunt van je schuifmaat. Wat lees je af met gesloten bekken?

b Meet en bereken de gemiddelden.

munt	diameter 1	diameter 2	diameter 3	gemiddelde (mm)	dikte 1	dikte 2	dikte 3
10 cent							
1 euro							
2 euro							

c Vergelijk met de officiële maten. Hoeveel verschilt jouw gemiddelde? Welke verklaringen zijn er voor een verschil?

d Welke munt is het dikst? Had je dat verwacht?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Werkwijze	Nulpunt gecontroleerd; munt recht tussen de bekken; niet geknepen.
Metingen	Tot op 0,1 mm (of 0,05 mm), met eenheid; gemiddelde correct afgerond.
Vergelijking	Verschil berekend en verklaard (slijtage, rand en reliëf, afleesfout).

●●● Uitdagen — Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

3.14 Habitat: het waterreservoir kiezen

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 40 min

In de meetkas komen 12 plantjes die elk ongeveer 150 mL water per dag verbruiken. De kas moet twee weken (14 dagen) zonder bijvullen kunnen. Het reservoir komt onder de plantentafel, waar een ruimte is van 54 cm breed, 40 cm diep en 28 cm hoog. Het pompje moet altijd minstens 3 cm onder water staan: de onderste 3 cm water kan je dus niet gebruiken. Er zijn drie bakken te koop:

A: binnenmaten 40 × 30 × 25 cm, buitenmaten 42 × 32 × 26 cm

B: binnenmaten 35 × 25 × 20 cm, buitenmaten 37 × 27 × 21 cm

C: binnenmaten 50 × 30 × 30 cm, buitenmaten 52 × 32 × 31 cm

a Hoeveel liter water verbruiken de planten samen per dag? En in 14 dagen?

b Bereken voor elke bak het bruikbare volume in liter (de onderste 3 cm tellen niet mee).

c Welke bakken passen onder de tafel? Gebruik de buitenmaten.

d Welke bak kies je? Hoeveel volle dagen kan de kas ermee? Is dat een comfortabele marge? Wat zou je kunnen doen als het krap is?

e Noteer in je portfolio: de maten van de kas (1,20 m × 0,60 m × 0,80 m) en de gekozen bak met zijn binnen- en buitenmaten.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Eenheden omgezet (mL naar L, cm³ naar L); volumes correct; bruikbare hoogte gebruikt.
Past het?	Buitenmaten vergeleken met de ruimte, in alle drie de richtingen.
Keuze	Gemotiveerd met volume én afmetingen; marge besproken met een oplossing.
Portfolio	Maten met eenheid genoteerd.

3.15 Maak: een eigen maatbeker ijken

Uitdagen · 3 · Maken · 45 min

Voor de meetkas wil je snel water kunnen afmeten, zonder glazen maatcilinder. Je maakt een maatbeker uit een lege PET-fles van 1,5 L en je **ijkt** hem: je zet streepjes op bekende hoeveelheden, afgemeten met een maatcilinder.

a Snij de bovenkant van de fles af (vraag hulp, snij van je af). Giet telkens 50 mL water uit de maatcilinder erbij en zet een streepje met watervaste stift, tot 500 mL. Waarom giet je in stappen van 50 mL en niet in één keer 500 mL?

b Test je maatbeker: meet drie hoeveelheden af met je maatbeker en controleer ze met de maatcilinder.

afgemeten met maatbeker (mL)	gecontroleerd met maatcilinder (mL)	verschil (mL)

c Wat is de kleinste stap van je maatbeker? Hoe groot zijn de verschillen in je test?

d Liggen de streepjes overal even ver uit elkaar? Verklaar.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Ijken	Streepjes per 50 mL, afgemeten op ooghoogte met de onderkant van de meniscus.
Test	Drie controles met de maatcilinder, verschillen met eenheid.
Verklaring	Legt de ongelijke afstanden uit met de vorm van de fles.

3.16 Gimli: brandstof in pond

●●● Uitdagen · 4 · Rekenen · 25 min

Lees het verhaal over de Boeing van Air Canada in het handboek. De cijfers van die dag: voor de vlucht was 22 300 kg brandstof nodig. De tanks bevatten al 7682 L. Eén liter van die brandstof heeft een massa van 0,803 kg. De bemanning rekende echter met 1,77, het aantal *pond* per liter, alsof het kilogram per liter was.

a Hoeveel kg brandstof zat er echt in de tanks voor het tanken?

b Hoeveel liter hadden ze moeten bijtanken om 22 300 kg aan boord te hebben?

c Met de factor 1,77 rekenden ze: 7682 × 1,77 = 13 597 'kg' aan boord, dus nog 8703 'kg' nodig, of 8703 / 1,77 = 4917 L bijtanken. Hoeveel kg zat er na het tanken echt aan boord?

d Welk percentage van de nodige brandstof is dat?

e Welke gewoonte uit dit hoofdstuk had deze fout kunnen voorkomen?

3.17 Onderzoek: hoe nauwkeurig meet jij de tijd?

Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 40 min

Een stopwatch toont honderdsten van een seconde, maar jij bedient hem. Hoe groot is je reactietijd? Meet het met de vallende-latproef: een partner houdt een lat van 30 cm verticaal, met de 0 onderaan tussen je duim en wijsvinger (die de lat nog niet raken). Zonder waarschuwing laat hij los; jij grijpt zo snel mogelijk. Je leest af hoeveel cm de lat viel. De tabel zet de valafstand om in tijd.

valafstand (cm)	5	10	15	20	25	30
reactietijd (s)	0,10	0,14	0,17	0,20	0,23	0,25

a Meet tien keer. Noteer de valafstand en zet om naar tijd (schat tussen de waarden in de tabel).

poging	valafstand (cm)	reactietijd (s)

b Bereken je gemiddelde reactietijd en het bereik.

c Wat betekent je resultaat voor een tijd die je met de stopwatch meet? Hoeveel cijfers na de komma zijn zinvol als je de valtijd van een papieren helikopter (ongeveer 1,5 s) meet?

d Bedenk twee manieren om een korte tijd nauwkeuriger te meten.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Metingen	Tien pogingen, omgezet met de tabel, met eenheid.
Verwerking	Gemiddelde en bereik correct.
Besluit	Koppelt de reactietijd aan het aantal zinvolle cijfers van een stopwatchmeting.
Verbeteringen	Twee realistische voorstellen.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan in een meetresultaat de grootheid, het getal en de eenheid aanduiden, en een meetresultaat correct noteren.

- Ik kan de zeven SI-basisgrootheden met hun basiseenheid opnoemen en uitleggen waarom één stelsel van eenheden nodig is. ▢ ▢ ▢
- Ik kan de voorvoegsels mega, kilo, hecto, deca, deci, centi en milli gebruiken, en eenheden van lengte, massa en inhoud omzetten met de eenhedentrap. ▢ ▢ ▢
- Ik kan tijd omzetten tussen uren, minuten en seconden, en weet waarom dat niet tiendelig gaat. ▢ ▢ ▢
- Ik kan oppervlakte en volume berekenen en omzetten tussen mm^2, cm^2, m^2 en tussen cm^3, dm^3, m^3, mL en L. ▢ ▢ ▢
- Ik kan meten met lat, schuifmaat, balans, maatcilinder, thermometer en stopwatch, en de kleinste stap van elk instrument benoemen. ▢ ▢ ▢
- Ik kan parallax en de meniscus uitleggen en correct aflezen. ▢ ▢ ▢
- Ik kan een meting en een berekend resultaat zinvol afronden. ▢ ▢ ▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 4

Tabellen, grafieken en verbanden

Van een rij getallen naar een beeld dat een verband toont, en weten hoe ver je dat beeld mag vertrouwen

Je begint met tabellen verbeteren, assen kiezen, schalen kiezen en grafieken aflezen. Daarna teken je zelf grafieken en cirkeldiagrammen, bepaal je evenredigheidsconstanten en ontmasker je een misleidende grafiek. In de uitdagingen teken je een dag in de meetkas (opdracht 4.13, voor je Habitat-portfolio), voorspel je met een trendlijn, debatteer je over extrapoleren en onderzoek je hoe thee afkoelt.

6× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 344 min

W Wiskundig modelleren · O Onderzoeken en meten · A Data en AI



Een dag metingen uit de meetkas wordt één lijn op millimeterpapier.

●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

4.1 Wat is er mis met deze tabel?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Een leerling meet hoe een mok thee afkoelt. Dit zijn zijn notities:

Tijd	Temperatuur
0 min	85
2	80 °C
1	82,3
4	75 graden
3 min	77
300 s	73

a Noem vier afspraken voor een goede tabel die hier niet gevolgd zijn.

b Schrijf de tabel opnieuw volgens de afspraken.

4.2 Welke grootheid op welke as?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Je zet de resultaten van vier proeven in een grafiek.

a Vul in: welke grootheid komt horizontaal, welke verticaal? Schrijf ze zoals op de as, met eenheid.

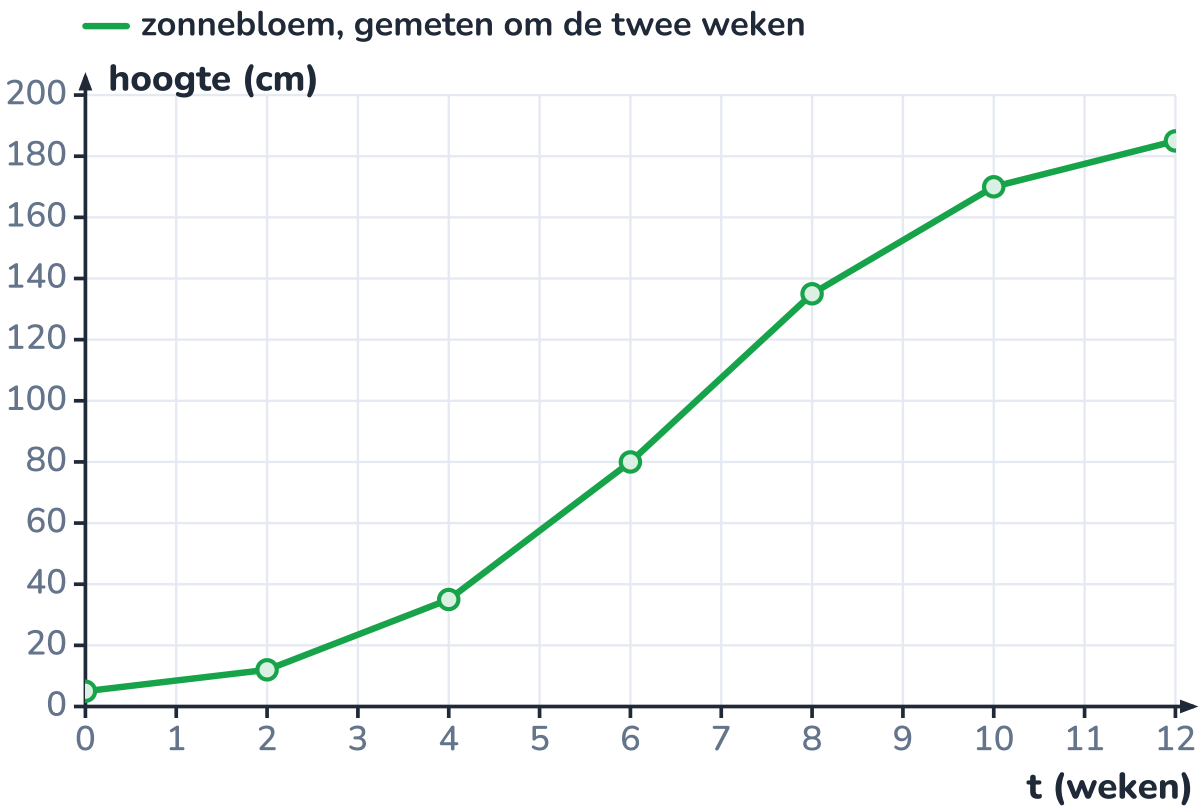
proef	horizontale as	verticale as
(a) Je meet elke minuut de temperatuur van afkoelend water.		
(b) Je hangt telkens 50 g extra aan een veer en meet haar lengte.		
(c) Je laat een bal van verschillende hoogtes vallen en meet hoe hoog hij terugbotst.		
(d) Je verandert de spanning over een weerstand en meet de stroom.		

b Welke regel gebruikte je telkens?

4.3 Een grafiek aflezen

Oefenen · 1 · Analyseren · 12 min

Een leerling meet om de twee weken de hoogte van een zonnebloem in de schooltuin.



De meetpunten zijn met rechte stukjes verbonden.

a Hoe hoog was de zonnebloem na 4 weken? En na 10 weken?

b Hoe hoog was ze na 7 weken, volgens de grafiek? Is dat interpoleren of extrapoleren?

c Na hoeveel weken was ze 150 cm hoog?

d Tussen welke twee metingen groeide ze het snelst? Hoe zie je dat aan de grafiek?

e Is de hoogte recht evenredig met de tijd? Leg uit.

4.4 Een schaal kiezen

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Je grafiekpapier is 15 cm breed en 10 cm hoog. Kies voor elke as een handige schaal (1, 2, 5 of 2,5 × 10, 100 …).

a (a) Tijd van 0 tot 60 s op de horizontale as.

b (b) Temperatuur van 18 tot 83 °C op de verticale as (begin bij 0).

c (c) Massa van 0 tot 2400 g op de verticale as.

d (d) Een klasgenoot kiest bij (b) 3 °C per cm. Geef twee redenen waarom dat geen goede keuze is.

4.5 Recht evenredig of niet?

Oefenen · 2 · Analyseren · 15 min

Onderzoek voor elke tabel of y recht evenredig is met x. Bereken daarvoor telkens y/x.

a (a) aantal broodjes: 1, 2, 4, 6 — prijs (€): 1,20; 2,40; 4,80; 7,20

b (b) huurtijd van een fiets (h): 1, 2, 3, 4 — prijs (€): 7, 9, 11, 13

c (c) zijde van een vierkant (cm): 1, 2, 3, 4 — oppervlakte (cm²): 1, 4, 9, 16

d (d) lengte van een ledstrip (m): 0,5; 1; 2; 5 — aantal leds: 30, 60, 120, 300

e Geef bij de recht evenredige verbanden de evenredigheidsconstante met eenheid.

4.6 Welke grafiek past?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Kies telkens de best passende grafiek: lijngrafiek, staafdiagram, cirkeldiagram of spreidingsdiagram.

Vul in en geef een korte reden.

data	grafiek	reden
(a) de temperatuur in de kas, elke 10 minuten, een week lang		
(b) het favoriete fruit van de leerlingen van je klas		
(c) hoe je de 24 uur van een schooldag verdeelt (slapen, school, sport …)		
(d) schoenmaat en lichaamslengte van 30 leerlingen		
(e) de waterstand in het reservoir van de meetkas, twee weken lang		
(f) het aantal zonuren per maand in één jaar		

●●○ Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

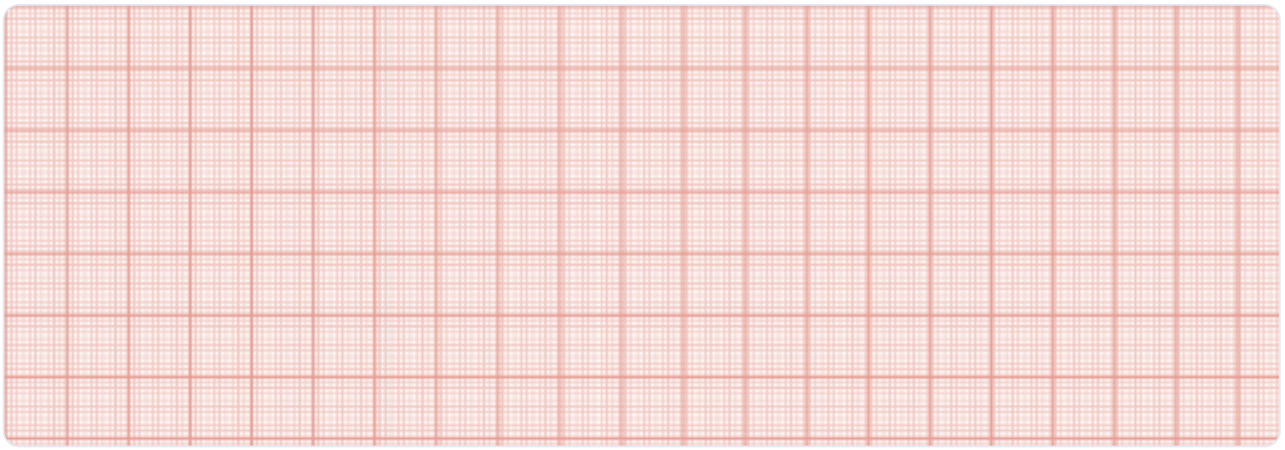
4.7 De kaars

●●○ Toepassen · 2 · Tekenen · 25 min

Een kaars wordt aangestoken. Elk uur meet een leerling de lengte:

t (h)	0	1	2	3	4
L (cm)	18,0	15,6	13,1	10,7	8,2

a Teken de grafiek van de lengte tegenover de tijd, met een handige schaal. Laat plaats tot 8 uur. Teken een trendlijn.



b Hoe lang was de kaars na 2,5 uur? Interpoleer of extrapoleer je?

c Trek de trendlijn door: na hoeveel uur is de kaars helemaal op? Onderaan blijft er in de houder 1 cm kaars staan die niet brandt. Wat betekent dat voor je voorspelling?

d Is de lengte recht evenredig met de tijd? Leg uit met je grafiek.

e Bereken voor elke meting de verbrande lengte. Is die wel recht evenredig met de tijd? Geef de constante met eenheid.

t (h)	0	1	2	3	4
verbrand (cm)					

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, handige schaal tot 8 h, punten nauwkeurig, één rechte trendlijn.
Aflezen	Interpoleren en extrapoleren correct benoemd en afgelezen.
Redenering	Het verschil tussen de lengte (daalt, niet recht evenredig) en de verbrande lengte (recht evenredig) uitgelegd.

4.8 Het afval van de school

Toepassen · 2 · Tekenen · 20 min

De milieuwerkgroep weegt een week lang al het afval van de school: papier en karton 18 kg, PMD 9 kg, GFT 6 kg, restafval 12 kg.

a Bereken voor elke soort het percentage en de hoek van de sector.

afvalsoort	massa (kg)	percentage	hoek (°)
papier en karton	18		
PMD	9		
GFT	6		
restafval	12		
samen			

b Teken het cirkeldiagram met een gradenboog.

c Waarom past hier een cirkeldiagram? Welk deel van het afval wordt niet apart ingezameld?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Totaal 45 kg; percentages en hoeken juist; controle dat de som 100 % en 360° is.
Tekening	Hoeken nauwkeurig met gradenboog, start bovenaan, met de klok mee, elke sector benoemd met percentage.

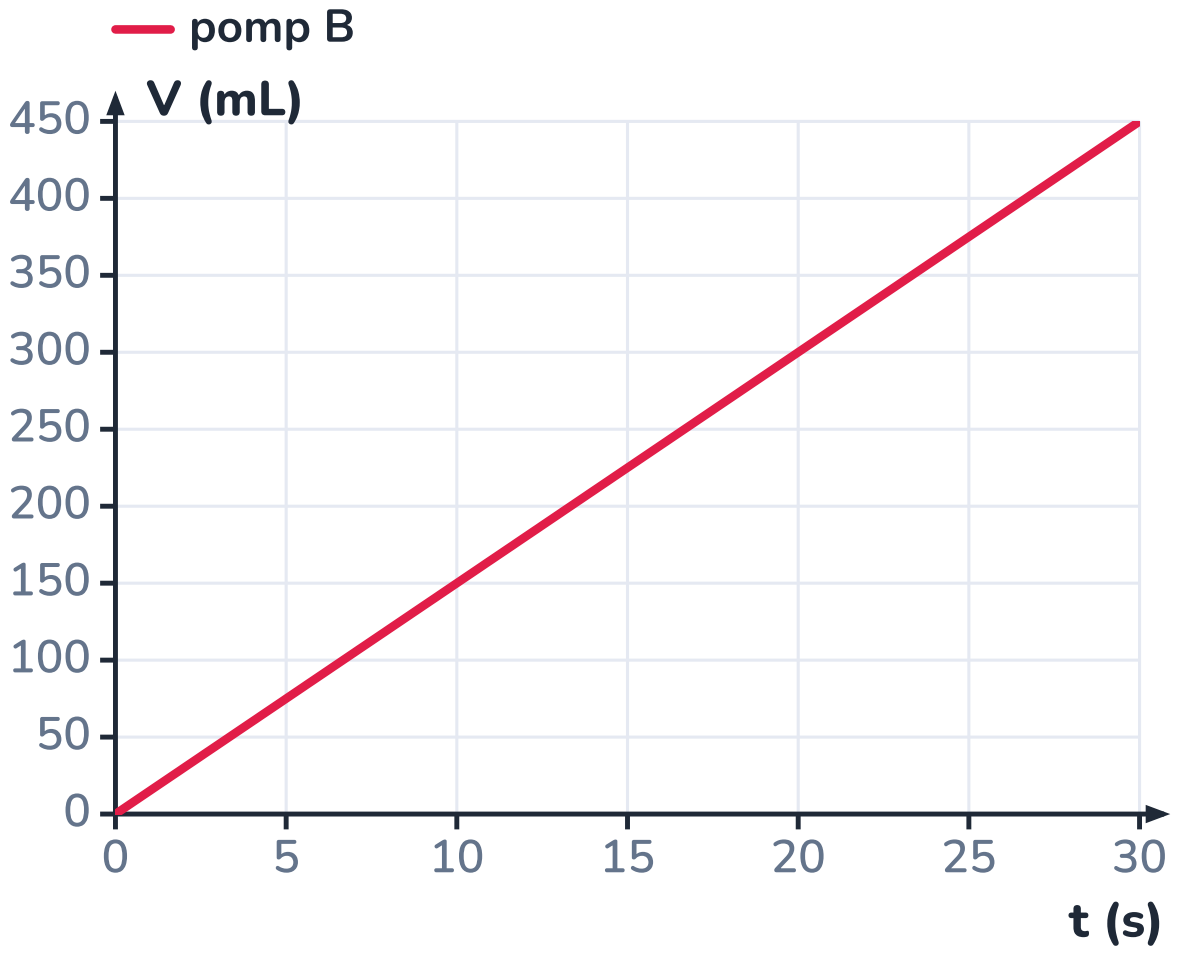
4.9 Twee pompjes

Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

Voor de meetkas liggen twee pompjes klaar. Pomp A wordt getest met een maatbeker:

t (s)	0	10	20	30
V (mL)	0	80	161	240

Van pomp B krijg je alleen de grafiek van de fabrikant.



Volume tegenover tijd voor pomp B.

a Bereken de evenredigheidsconstante van pomp A, met eenheid.

b Bepaal met de grafiek de evenredigheidsconstante van pomp B.

c Hoe lang moet elke pomp per dag draaien voor de 1,8 L die de planten nodig hebben?

d Hoeveel water pompt A in 45 s? Is dat interpoleren of extrapoleren? Is het hier toegelaten?

e Het water komt druppel per druppel bij de planten via een druppelslang. Waarom kies je misschien toch de tragere pomp?

4.10 Hoe groot word je?

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Zo lang zijn baby's (jongens) gemiddeld in hun eerste levensjaar, afgerond:

leeftijd (maanden)	0	3	6	9	12
lengte (cm)	50	61	68	72	76

a Hoeveel cm per maand groeit een baby in de eerste drie maanden? En tussen 9 en 12 maanden? Wat besluit je over de vorm van de grafiek?

b Schat de lengte na 4,5 maanden. Welke techniek gebruik je?

c Een baby groeit in zijn eerste jaar 26 cm. Iemand extrapoleert: 'Blijft hij zo groeien, dan is hij op zijn achttiende ...' Reken het uit.

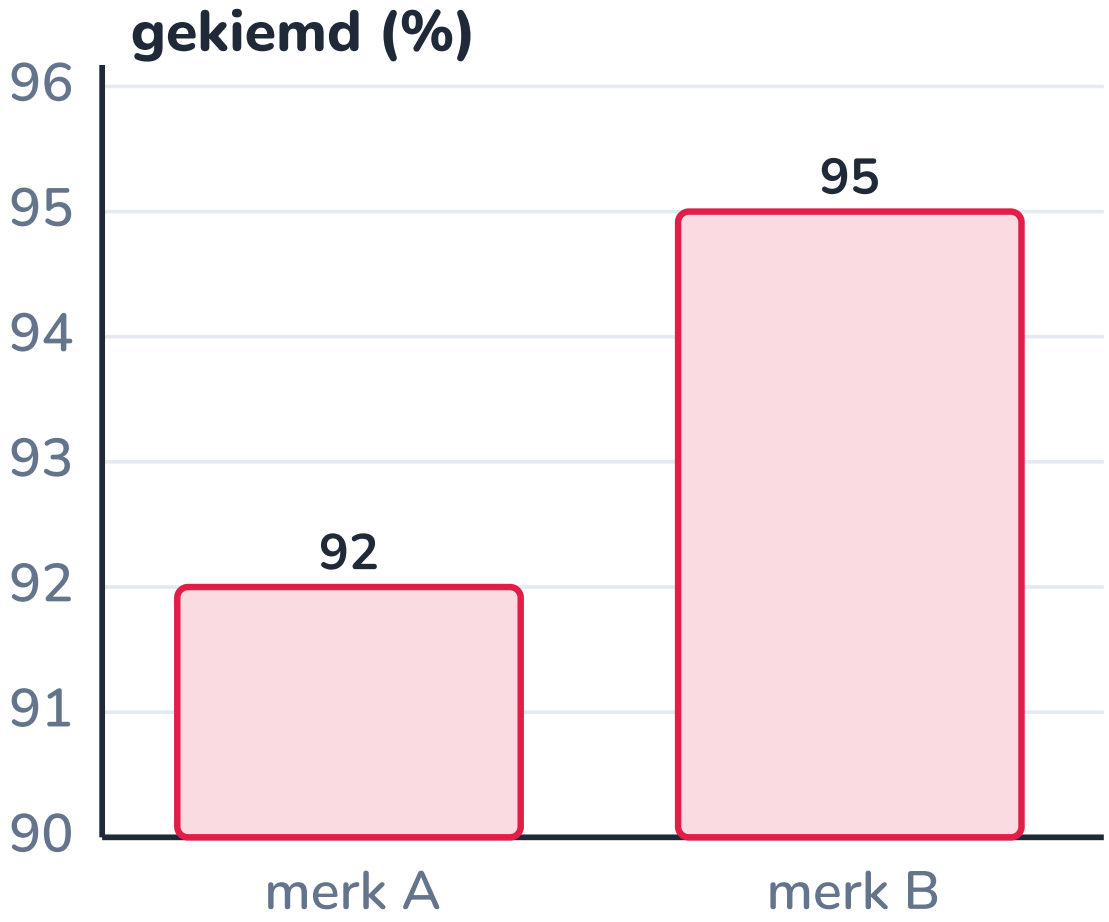
d En als je extrapoleert met de groei van de eerste drie maanden?

e Waarom is deze extrapolatie fout? Wat moet je weten om wel een goede voorspelling te maken?

4.11 Een misleidende grafiek

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Zadenhandel B verspreidt deze grafiek met de slogan 'Ons zaad kiemt veel beter!'.



Percentage zaadjes dat kiemt, voor twee merken tomatenzaad.

a Hoeveel keer zo hoog lijkt de staaf van B als die van A?

b Hoeveel zaadjes van de 100 kiemen er in werkelijkheid meer bij merk B?

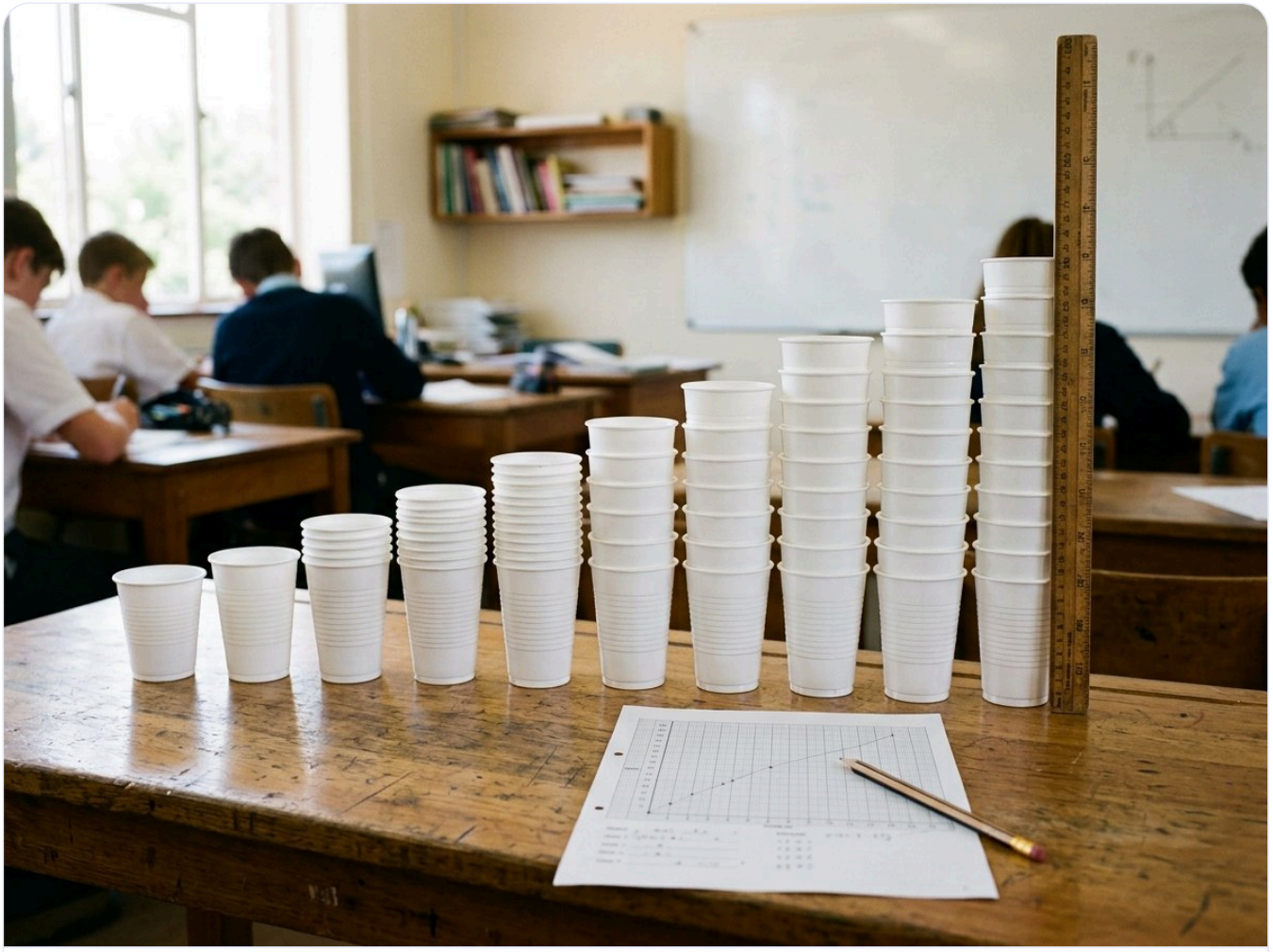
c Teken het staafdiagram eerlijk.

d Een klasgenoot zegt: 'Dan mag de kasgrafiek in het handboek ook niet bij 15 °C beginnen.' Heeft hij gelijk? Leg uit.

4.12 Labo: stapelbekertjes

Toepassen · 3 · Labo · 45 min

Plastic bekertjes passen in elkaar. Hoe hangt de hoogte van een stapel af van het aantal bekertjes? Je hebt 10 gelijke bekertjes, een lat en millimeterpapier.



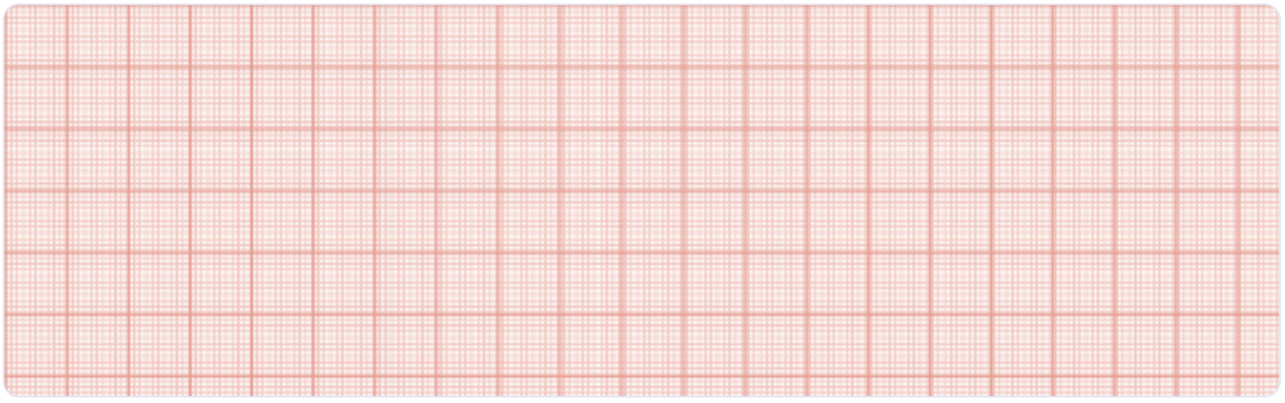
Eén bekertje is hoog, elk volgend bekertje voegt alleen een randje toe.

a Voorspel eerst: is de hoogte recht evenredig met het aantal bekertjes? Waarom (niet)?

b Meet de hoogte van een stapel van 1 tot 10 bekertjes.

aantal bekertjes	hoogte (cm)	hoogte / aantal (cm)

c Teken de grafiek met een trendlijn.



d Is het verband recht evenredig? Hoeveel hoger wordt de stapel per extra bekertje?

e Voorspel de hoogte van 20 bekertjes en controleer (voeg de bekertjes van een andere groep toe). Hoeveel bekertjes heb je nodig voor een stapel van 1 m?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Metingen	Tien metingen, op dezelfde manier gemeten (bv. tot de bovenrand), met eenheid in de kop.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, handige schaal, rechte trendlijn.
Besluit	Herkent dat de rechte niet door de oorsprong gaat; bepaalt de toename per bekertje; voorspelling gecontroleerd.

●●● Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

4.13 Habitat: een dag in de meetkas

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 45 min

Een eerste testversie van de meetkas logt om de twee uur de temperatuur in de kas en buiten, op een zonnige dag in april.

tijdstip (h)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
in de kas (°C)	9,5	8,6	7,9	7,7	11,0	20,5	28,5	32,0	27,5	19,5	13,5	11,0	9,8
buiten (°C)	8,5	7,6	6,9	6,6	8,6	12,3	15,4	17,3	17,9	16,0	12,6	10,3	8,8

a Teken beide temperaturen in één grafiek. Kies een schaal (de temperatuur mag bij 0 °C beginnen) en verbind de punten per reeks. Zet een legenda.

b Wanneer is het in de kas het warmst en het koudst? Hoe groot is het verschil tussen de hoogste en de laagste temperatuur in de kas? En buiten?

c Bepaal door te interpoleren van wanneer tot wanneer het in de kas warmer is dan 30 °C.

d In het handboek staan metingen van dezelfde dag om het uur. Daarmee kom je uit op 12:36 tot 15:10. Waarom verschilt jouw antwoord? Welke is betrouwbaarder?

e Hoeveel warmer is de kas dan buiten om 14 uur en om 4 uur? Wat moet de meetkas overdag kunnen, en wat 's nachts?

f Portfolio: hoe vaak moet de sensor van de echte meetkas meten om de 30 °C-grens tot op 10 minuten te kennen? Noteer ook wat je in een tabel van één dag meten zet (kolommen met eenheden).

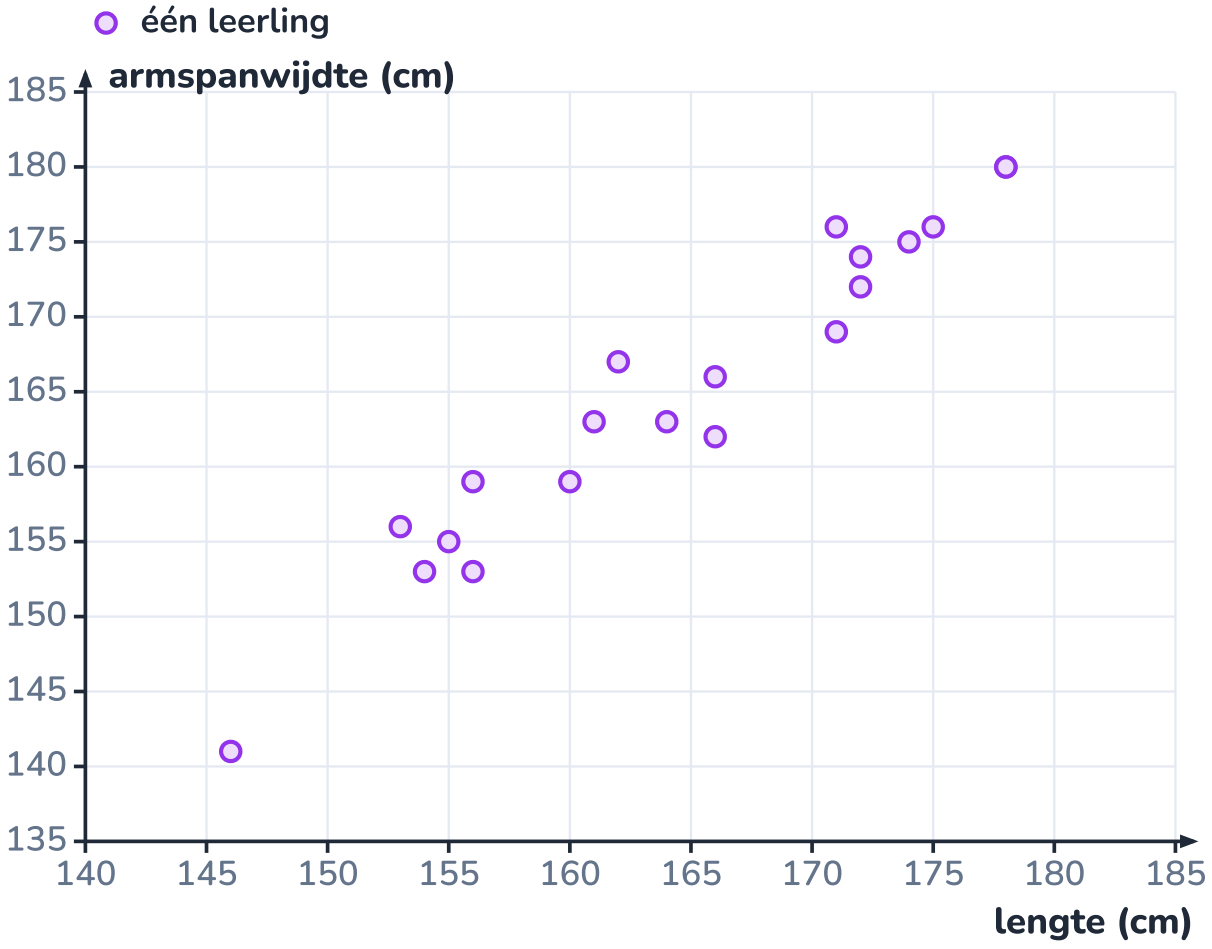
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Grafiek	Twee reeksen met legenda, assen met grootheid en eenheid, handige schaal, punten verbonden per reeks.
Aflezen	Maximum, minimum en verschillen juist; interpolatie van de 30 °C-grens uitgewerkt.
Kritisch	Legt uit waarom meer meetpunten een nauwkeuriger resultaat geven.
Ontwerp	Koppelt de grafiek aan verluchten overdag en isoleren 's nachts; meetfrequentie gemotiveerd.

4.14 Voorspellen met een trendlijn

Uitdagen · 3 · Analyseren · 20 min

Twintig leerlingen meten hun lengte en hun armspanwijdte (van vingertop tot vingertop, armen gespreid). Elk punt is één leerling.



Spreidingsdiagram van lengte en armspanwijdte.

a Teken met een lat de best passende rechte door de puntenwolk.

b Schat met je trendlijn de armspanwijdte van een leerling van 165 cm. Hoe zeker ben je? Kijk hoe ver de punten van de lijn liggen.

c Zijn lengte en armspanwijdte ongeveer recht evenredig? Wat is de constante ongeveer?

d Mag je met deze lijn de armspanwijdte van een baby van 50 cm voorspellen? En van een basketbalspeler van 2,10 m?

e Een app 'leert' uit duizenden zulke punten om iemands lengte te schatten uit een foto van zijn arm. Welke fout uit deze opdracht kan die app ook maken?

4.15 Mag je hier extrapoleren?

Uitdagen · 4 · Argumenteren · 25 min

Vier uitspraken, telkens gebaseerd op extrapolatie. Bespreek ze in groepjes van drie en verdedig je oordeel met argumenten.

a (a) 'Het pompje geeft 8,0 mL/s in een test van 30 s. In 10 minuten pompt het dus 4,8 L.'

b (b) 'De tuinkers in de meetkas groeide 3 cm in 5 dagen. Na een jaar is ze dus meer dan 2 m hoog.'

c (c) 'Tussen 8 en 12 uur steeg de temperatuur in de kas van 11,0 °C tot 28,5 °C. Om 20 uur is het dus ruim 60 °C.'

d (d) 'Voor zes voorwerpen van munt tot emmer is de omtrek 3,14 keer de diameter. De evenaar van de aarde, met een diameter van 12 756 km, is dus ongeveer 40 000 km lang.'

e Formuleer met je groep een regel: wanneer is extrapoleren verantwoord?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	De voorspelling van elke uitspraak nagerekend.
Argumenten	Per uitspraak een reden waarom het verband wel of niet blijft gelden.
Regel	Een algemene regel die de vier gevallen verklaart.

4.16 Onderzoek: hoe snel koelt thee af?

●●● Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 45 min

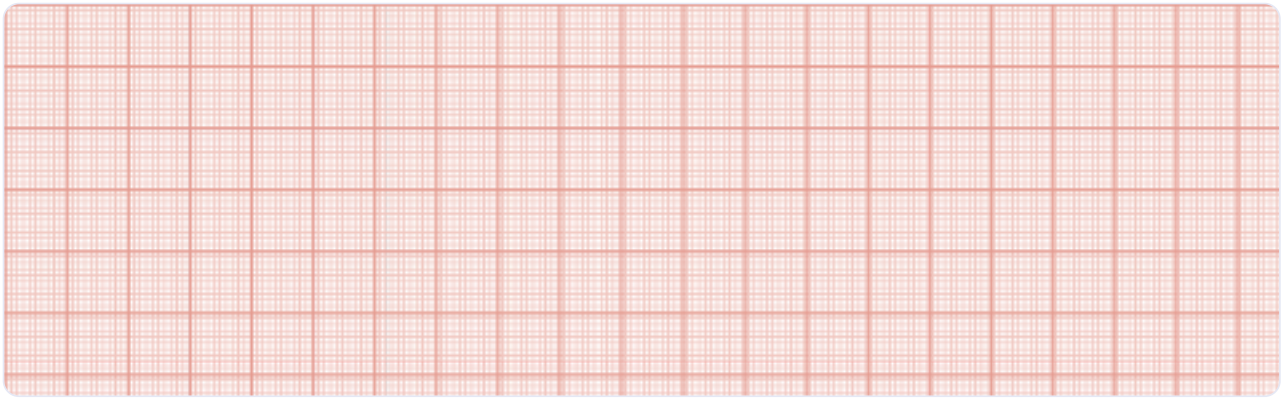
Een mok thee van ongeveer 85 °C koelt af in de klas. Daalt de temperatuur elke minuut met evenveel graden? Je hebt een thermometer, een stopwatch en een mok heet water.

a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese. Welke variabelen hou je gelijk?

b Meet 20 minuten lang elke minuut de temperatuur. Maak eerst de lege tabel.

t (min)	T (°C)	daling in die minuut (°C)

c Teken de grafiek. Verbind de punten niet, maar teken een vloeiende trendlijn.



d Daalt de temperatuur elke minuut evenveel? Is de grafiek een rechte? Wanneer daalt ze het snelst?

e Voorspel de temperatuur na 60 minuten. Waarom kan je hier niet gewoon de lijn van de eerste minuten doortrekken? Welke temperatuur bereikt de thee uiteindelijk?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Onderzoeksplan	Vraag, hypothese en gecontroleerde variabelen (zelfde mok, zelfde hoeveelheid, geen deksel, thermometer in het midden).
Metingen	Tabel met eenheden in de kop, regelmatig gemeten.
Grafiek	Assen correct, vloeiende kromme als trendlijn.
Besluit	Herkent dat de afkoeling vertraagt en dat de thee naar de kamertemperatuur gaat; extrapolatie kritisch.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan meetresultaten ordenen in een tabel met grootheid en eenheid in de kop.
- Ik kan kiezen welke grootheid op de horizontale en welke op de verticale as komt.
- Ik kan een handige schaal kiezen en een grafiek tekenen met assen, punten en een trendlijn.
- Ik kan een recht evenredig verband herkennen in een tabel (vaste verhouding) en in een grafiek (rechte door de oorsprong).
- Ik kan de evenredigheidsconstante berekenen, met eenheid, en ermee rekenen.
- Ik kan interpoleren en extrapoleren, en uitleggen wanneer extrapoleren gevaarlijk is.
- Ik kan voor een reeks data kiezen tussen een lijngrafiek, staafdiagram, cirkeldiagram en spreidingsdiagram, en een cirkeldiagram tekenen.
- Ik kan een misleidende grafiek herkennen, onder meer een staafdiagram waarvan de as niet bij nul begint.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 5

Veilig werken in labo en werkplaats

Wie weet wat er mis kan gaan, kan er iets aan doen: veiligheid als deel van het vak

Je begint met pictogrammen, laboregels, beschermingsmiddelen en eerste hulp. Daarna lees je etiketten, zoek je fouten in een werkverslag, reken je aan stroom door je lichaam, lees je een afkoelgrafiek en maak je je eerste risicotabel. In de uitdagingen maak je de veiligheidsfiche voor de bouw van de meetkas (opdracht 5.12, voor je Habitat-portfolio), ontwerp je hoe water en elektriciteit in de kas samengaan, debatteer je over vakmanschap en maak je een instructiekaart.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 329 min

O Onderzoeken en meten · D Ontwerpen en maken



Bril op, werkstuk vast, bout in de houder: vakmensen aan het werk.

●○○ Oefenen Oefenen

één stap, direct toepassen

5.1 Pictogrammen herkennen

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 12 min

Negen gevarenpictogrammen, door elkaar.



1



2



3



4



5



6



7



8



9

Welk pictogram is welk?

Vul de tabel in.

nr.	betekenis	een voorbeeld van een product
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

5.2 Juist of fout?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Zijn deze uitspraken juist of fout? Verbeter de foute.

Vul in.

uitspraak	J of F	verbetering
(a) Aan een onbekende stof ruik je door je neus boven de fles te houden.		
(b) Bij de kolomboor draag je werkhandschoenen.		
(c) Je giet een geconcentreerd zuur in water, niet omgekeerd.		
(d) Een brandwonde koel je met ijs, dat werkt het snelst.		
(e) Een beetje over is niet erg: je giet het terug in de voorraadfles.		
(f) Je bril mag af als je zelf niet aan het werken bent.		
(g) Iemand die een stroomschok krijgt, trek je eerst los en dan zet je de stroom af.		

5.3 Welke bescherming?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Kies voor elke taak het nodige persoonlijke beschermingsmiddel, en zeg waartegen het beschermt.

Vul in.

taak	beschermingsmiddel	beschermt tegen
een lat zagen		
een plaat polycarbonaat snijden met een cutter		
een oplossing met ontstopper maken		
een gat boren met de kolomboor		
een MDF-plaat schuren		
sensordraadjes solderen		

5.4 Gevaar of risico?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Bij elk zinnetje: gaat het over een gevaar of over een risico?

a (a) Ethanol is licht ontvlambaar.

- A gevaar
- B risico

b (b) Als je met ethanol werkt naast een brandende kaars, is de kans op een steekvlam groot.

- A gevaar
- B risico

c (c) Een cutter is scherp.

- A gevaar
- B risico

d (d) Snijden naar je hand toe maakt een snijwonde waarschijnlijk.

- A gevaar
- B risico

e Geef bij (b) en (d) een maatregel die het risico verkleint, en zeg of die de kans of de ernst verkleint.

5.5 Eerste hulp in de juiste volgorde

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Tijdens het lijmen van de meetkas raakt Noor het mondstuk van het lijmpistool; er blijft hete lijm op haar vinger kleven. Deze stappen staan door elkaar:

A. De leerkracht verwittigen.

B. De vinger 20 minuten onder lauw stromend water houden.

C. Het lijmpistool op zijn standaard zetten, zodat niemand anders zich brandt.

D. Haar ring uitdoen voor de vinger opzwelt.

E. Na het koelen de wonde laten bekijken.

a Zet de stappen in de juiste volgorde.

1	2	3	4	5

b Noor wil de gestolde lijm van haar vinger trekken. Wat zeg je?

c Waarom gebruik je geen ijs?

5.6 Etiketten in de kast

Toepassen · 2 · Analyseren · 15 min

In een keukenkast staan vier producten.

A Ontstopper	B Propaangas	C Allesreiniger	D Insectenspray
			
GEVAAR	GEVAAR	WAARSCHUWING	GEVAAR

De pictogrammen en signaalwoorden van vier producten.

a Bij welke producten staat het ernstigste signaalwoord? Waarom net daar?

b Welke producten mogen niet in de buurt van een vlam of een warme radiator? Waarom?

c Welk product mag niet in de gootsteen of in de natuur terechtkomen?

d Voor welk product heb je handschoenen en een bril nodig?

e De spuitbus insectenspray staat onder druk, maar heeft geen gasfles-pictogram. Zoek uit of bedenk waarom de propaanfles dat wel heeft.

f Waar en hoe bewaar je deze producten het best in een huis met jonge kinderen?

5.7 Fouten in het verslag van Tim

Toepassen · 2 · Analyseren · 15 min

Tim schrijft over de techniekles: 'Ik moest de draadjes van een sensor solderen. Mijn haar hing los, want mijn elastiek was kwijt. De soldeerbout legde ik tussendoor op tafel, naast mijn blikje frisdrank. Om sneller te werken, hield ik de draadjes met mijn vingers vast. De rook blies ik weg met mijn mond. Mijn bril zat in mijn tas, mijn buurman droeg er ook geen. Na afloop trok ik de stekker uit en legde ik de bout meteen terug in de doos. Daarna at ik een koek.'

Zoek minstens zes fouten en schrijf bij elke fout hoe het wel moet.

fout	zo moet het

5.8 Hoeveel stroom door je lichaam?

Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

Gebruik de rekenregel stroom = spanning / weerstand, en de figuur met de stroomladder uit het handboek. De weerstanden zijn ordes van grootte.

a Bereken de stroom in mA en zoek op de stroomladder wat die stroom doet.

situatie	spanning	weerstand	stroom (mA)	effect
(a) droge vingers op de pinnen van een USB-kabel	5 V	5 kΩ		
(b) handen op de klemmen van de 12 V-voeding van de meetkas	12 V	5 kΩ		
(c) een kapot snoer, van hand tot hand	230 V	1,5 kΩ		
(d) natte handen en voeten in de badkamer	230 V	1 kΩ		

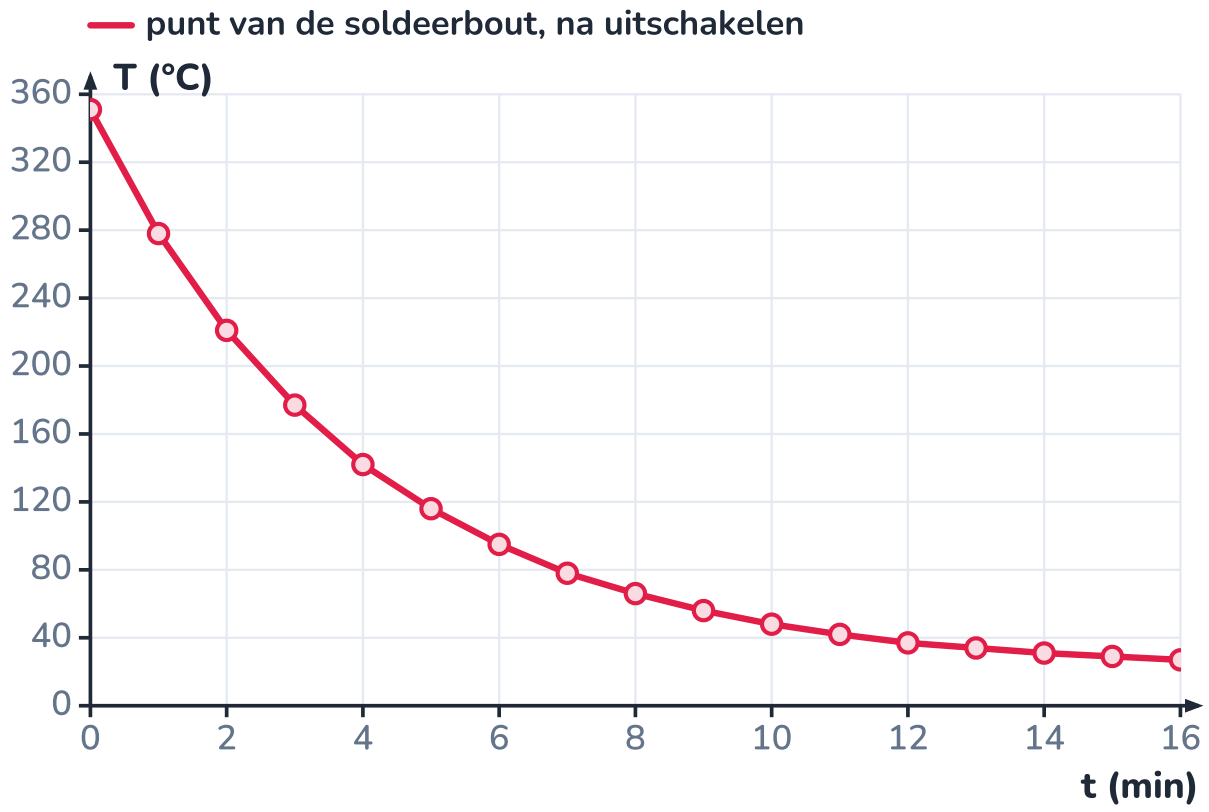
b Bij (c) en (d) lekt de stroom naar de aarde. Welke differentieel schakelt af: die van 300 mA, die van 30 mA, of beide?

c Een 12 V-batterij kan je veilig vastnemen. Waarom mag je haar polen toch nooit met een schroevendraaier verbinden?

5.9 Hoe lang blijft de soldeerbout heet?

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een leerling meet hoe de punt van een soldeerbout afkoelt nadat het station is uitgeschakeld.



Temperatuur van de punt, elke minuut gemeten.

a Hoe warm is de punt 5 minuten na het uitschakelen?

b Na hoeveel minuten is de punt onder 100 °C? En onder 50 °C?

c In welke minuut koelt de punt het snelst af? Hoeveel graden is dat?

d Vergelijk met het lijmpistool uit het handboek. Welk van beide koelt sneller af, en hoe zie je dat?

e Schrijf een regel voor de soldeerhoek van de klas: wanneer mag een bout in de doos?

5.10 Een risicotabel: gaten boren in het kasframe

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Voor de meetkas boor je met de kolomboor gaten van 4,5 mm in de aluminium kokers van het frame, om de platen vast te schroeven (schroeven M4, hoofdstuk 10).

a Vul de risicotabel in: minstens vier gevaren, met kans, ernst en risico.

gevaar	kans	ernst	risico	maatregel (S, T, O of P)

b Welk risico is het hoogst? Welke maatregel neem je eerst?

c Schat het restrisico van dat gevaar na de maatregel.

5.11 Onderzoek: gevaarlijke producten thuis

Toepassen · 3 · Onderzoeken · 40 min

Onderzoek welke producten met gevarenpictogrammen er bij jou thuis staan, en of ze veilig bewaard worden.

a Zoek minstens acht producten met een gevarenpictogram (keuken, badkamer, garage, tuin). Raak ze alleen aan om het etiket te lezen.

product	pictogram(men)	signaalwoord	waar bewaard?

b Welk pictogram kwam het vaakst voor? Welk product vind je het gevaarlijkst, en waarom?

c Welke producten staan binnen het bereik van kinderen of naast voedsel? Stel een betere plaats voor.

d Kies één product en zoek een minder gevaarlijk alternatief (substitutie). Bestaat er een product zonder pictogram dat hetzelfde doet?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Inventaris	Acht producten met correct overgenomen pictogrammen en signaalwoord.
Analyse	Gevaarlijkste product gekozen met argumenten uit het etiket (H-zinnen).
Voorstel	Concrete, haalbare verbetering van de bewaarplaats en een onderbouwde substitutie.

5.12 Habitat: de veiligheidsfiche voor de bouw van de meetkas

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 50 min

Je bouwt de meetkas (1,20 m × 0,60 m × 0,80 m) in groep. De taken: aluminium kokers op maat zagen en gaten boren voor het frame; platen polycarbonaat op maat snijden met een cutter; onderdelen vastlijmen met het lijmpistool; draadjes aan de sensoren solderen; het reservoir (30 L) vullen en plaatsen; de 12 V-voeding (die zelf in een 230 V-stopcontact gaat) aansluiten op de pomp en de ledstrip.

a Maak een risicotabel voor de zes taken: per taak minstens één gevaar, met kans, ernst en risico.

taak	gevaar	kans	ernst	risico

b Kies voor elk risico dat middel of hoog is een maatregel, en schrijf erbij of het S, T, O of P is. Geef het restrisico.

c Het reservoir vol water weegt ongeveer 30 kg. Welk gevaar is dat, en hoe vermijd je het?

d Waar komt de 230 V-adapter van de voeding? Bedenk twee regels voor water en elektriciteit in de kas.

e Schrijf de noodprocedure van je groep: wie doet wat bij een brandwonde, een snijwonde en een elektrisch probleem? Welke nummers staan op de fiche?

f Maak van je tabel een checklist van hooguit acht punten die je groep vóór elke bouwsessie overloopt.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Volledigheid	Alle zes taken, met realistische gevaren en scores.
Maatregelen	Volgens STOP gekozen; PBM pas als laatste; restrisico nergens hoog.
Water en elektriciteit	Adapter droog en hoger dan het water, druppellus, differentieel van 30 mA, 12 V in de kas.
Noodprocedure	Rollen verdeeld, eerste hulp correct, 112 en 070 245 245 vermeld.
Checklist	Kort, concreet en bruikbaar vóór elke sessie.

5.13 Water en elektriciteit in de meetkas

Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 35 min

In de meetkas staat een pompje van 12 V in het reservoir, en er hangt een ledstrip van 12 V boven de planten. De 12 V-voeding van 2 A krijgt haar stroom uit een 230 V-stopcontact in het lokaal. Een klasgenoot stelt voor om een goedkoop 230 V-aquariumpompje te gebruiken, 'dat is sterker'.

a Teken een zijaanzicht van de kas met het reservoir, de pomp, de ledstrip, de voeding en het stopcontact. Duid aan waar 230 V zit en waar 12 V.

b Wat gebeurt er als de isolatie van het 12 V-pompsnoer in het water beschadigd raakt? En bij een 230 V-pomp?

c Welke beveiliging in de installatie van de school maakt het verschil bij een 230 V-pomp? Is de differentieel van 300 mA voldoende?

d Geef je klasgenoot een onderbouwd antwoord: 12 V of 230 V in de kas?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Tekening	Duidelijke grens tussen 230 V (buiten de kas) en 12 V (in de kas); adapter hoog en droog.
Redenering	Gebruikt de stroomladder en de differentiëlen correct.
Besluit	Onderbouwde keuze met veiligheid als eerste eis, en eventueel een alternatief voor meer pompkracht.

5.14 Debat: veiligheid en vakmanschap

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 25 min

Stelling: 'Een ervaren vakman heeft geen veiligheidsbril en geen checklist nodig: hij weet wat hij doet.' Bereid in groepjes argumenten voor en tegen voor, en debatteer.

a Geef twee argumenten vóór de stelling, en zoek bij elk een zwakke plek.

b Geef drie argumenten tegen de stelling. Gebruik het verhaal van de Boeing 299 en het verschil tussen gevaar en risico.

c Formuleer na het debat je eigen standpunt in twee zinnen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Correct en concreet, met voorbeelden uit het hoofdstuk.
Luisteren	Reageert op argumenten van de andere kant.
Standpunt	Helder en onderbouwd.

5.15 Maak: een instructiekaart voor een toestel

Uitdagen · 3 · Maken · 40 min

Naast elk toestel in het techniekatelier hangt een kaart van hooguit A5 die in enkele seconden duidelijk maakt hoe je het veilig gebruikt. Kies een toestel: lijmpistool, soldeerbout, kolomboor of cutter.

a Maak een schets van je kaart: titel, de belangrijkste gevaren, de nodige beschermingsmiddelen, vijf stappen voor veilig gebruik en wat je doet bij een ongeval.

b Test je kaart: laat een klasgenoot die het toestel niet kent haar lezen en uitleggen wat hij zou doen. Wat moest je aanpassen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Inhoud	Juiste gevaren, maatregelen en eerste hulp voor dat toestel.
Duidelijkheid	Kort, in de juiste volgorde, leesbaar op afstand, met eenvoudige tekeningen.
Test	Getest bij een klasgenoot en verbeterd.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan het verschil tussen gevaar en risico uitleggen, en risico schatten als kans × ernst.
- Ik kan de negen GHS-gevarenpictogrammen herkennen, benoemen en een voorbeeld geven.
- Ik kan een etiket lezen: pictogrammen, signaalwoord (Gevaar of Waarschuwing), H-zinnen en P-zinnen.
- Ik kan de belangrijkste laboregels toepassen en voor elke regel zeggen waarom ze bestaat.
- Ik kan het juiste persoonlijke beschermingsmiddel kiezen, en weet wanneer handschoenen net gevaarlijk zijn.
- Ik kan bij een ongeval de eerste stappen zetten: eigen veiligheid, hulp roepen, eerste hulp.
- Ik kan zaag, cutter, boormachine, lijmpistool en soldeerbout veilig gebruiken.
- Ik kan uitleggen waarom 230 V gevaarlijk is en 5 V of 12 V niet, en wat een differentieelschakelaar doet.

Ik kan met een risicotabel en het STOP-principe maatregelen kiezen vóór je aan een taak begint.



WERKBOEK · HOOFDSTUK 6

Het deeltjesmodel

Onzichtbaar kleine deeltjes die altijd bewegen: een model dat smelten, koken, uitzetten en condens verklaart

Je begint met de toestanden, de namen van de faseovergangen en de afspraken van het model, en je tekent deeltjesmodellen. Daarna lees je een afkoelcurve, reken je aan uitzetten, doe je proeven met een ballon en een koud glas, en werk je met metingen over diffusie. In de uitdagingen bereken je de condens in de meetkas (opdracht 6.11, voor je Habitat-portfolio), debatteer je over de grenzen van het model, ontwerp je de bevestiging van de kasplaten en vergroot je een druppel tot deeltjes zichtbaar worden.

5× oefenen · 5× toepassen · 4× uitdagen · ± 302 min

M Materie en chemie · E Energie



Elke ochtend hangen er druppels aan de binnenkant van de meetkas. Waar komen ze vandaan?

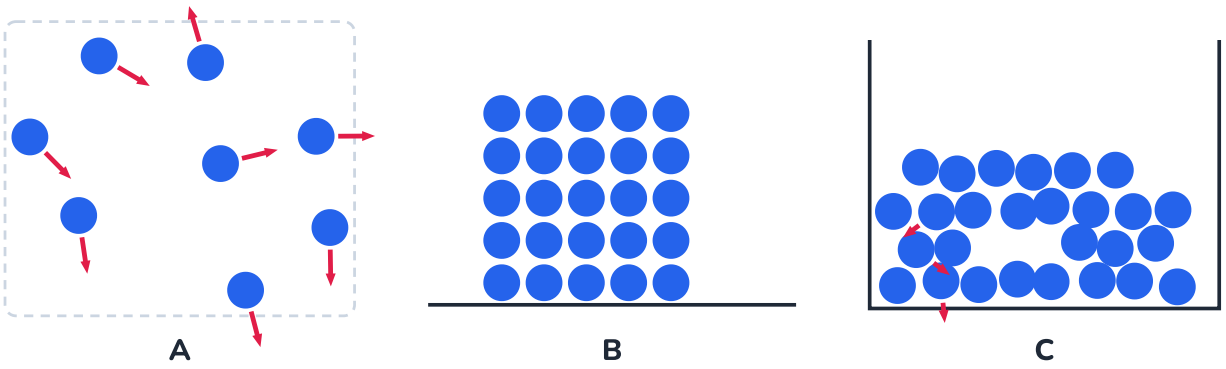
Oefenen

●○○ Oefenen — één stap, direct toepassen

6.1 Welke toestand?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Drie deeltjesmodellen van dezelfde stof.



De pijltjes tonen hoe de deeltjes bewegen.

a Welke toestand stelt elke tekening voor?

A	B	C

b In welke toestand kan je de stof het makkelijkst samendrukken? Leg uit met de tekening.

c In welke toestand heeft de stof een eigen vorm? Waarom?

d In welke tekening is de temperatuur het hoogst, als het om dezelfde stof gaat?

6.2 Faseovergangen in het dagelijks leven

Oefenen · 1 · Begrijpen · 12 min

Welke faseovergang gebeurt er, en moet er energie bij of gaat er energie af?

Vul in.

situatie	faseovergang	energie erbij of eraf?
(a) Een ijsblokje in je drankje wordt kleiner.		
(b) Een plas op de speelplaats droogt op.		
(c) Je bril beslaat als je in de winter binnenkomt.		
(d) Op een koude ochtend ligt er een wit laagje ijs op het gras, zonder dat het geregend heeft.		
(e) Kaarsvet dat van een kaars druipt, wordt hard.		
(f) Bevroren wasgoed aan de lijn wordt droog, zonder te ontdooien.		
(g) Gesmolten soldeertin wordt hard in de verbinding.		
(h) Er ontstaan bellen in de soep op het vuur.		

6.3 Juist of fout: deeltjes

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Zijn deze uitspraken juist of fout? Verbeter de foute.

Vul in.

uitspraak	J of F	verbetering
(a) Als een ijzeren staaf uitzet, worden de ijzerdeeltjes groter.		
(b) Tussen de deeltjes van water zit lucht.		
(c) In een vaste stof staan de deeltjes stil.		
(d) Bij het smelten van ijs veranderen de waterdeeltjes zelf niet.		
(e) Hoe warmer een gas, hoe sneller zijn deeltjes bewegen.		
(f) Een deeltje stoom is groter dan een deeltje water.		
(g) Als water verdampt, verdwijnt het.		

6.4 Teken het deeltjesmodel

Oefenen · 2 · Tekenen · 15 min

Teken deeltjes als bolletjes. Gebruik pijltjes voor beweging en boogjes voor trillen.

a Een glas water met een ijsblokje, en de lucht met wat waterdamp erboven, in één tekening.

b Een afgesloten fles lucht bij 5 °C en dezelfde fles bij 40 °C. Wat is gelijk in beide tekeningen, wat is verschillend?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Toestanden	Vast in een vaste orde, vloeibaar dicht maar zonder orde, gas ver uit elkaar.
Beweging	Pijltjes en boogjes passend bij de toestand en de temperatuur.
Consequent	Bij dezelfde stof overal dezelfde deeltjes (zelfde grootte).

6.5 Waarom gaat het sneller als het warm is?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Verklaar elke waarneming met het deeltjesmodel.

a (a) Suiker lost sneller op in warme thee dan in koude.

b (b) Wasgoed droogt sneller op een warme dag dan op een koele dag.

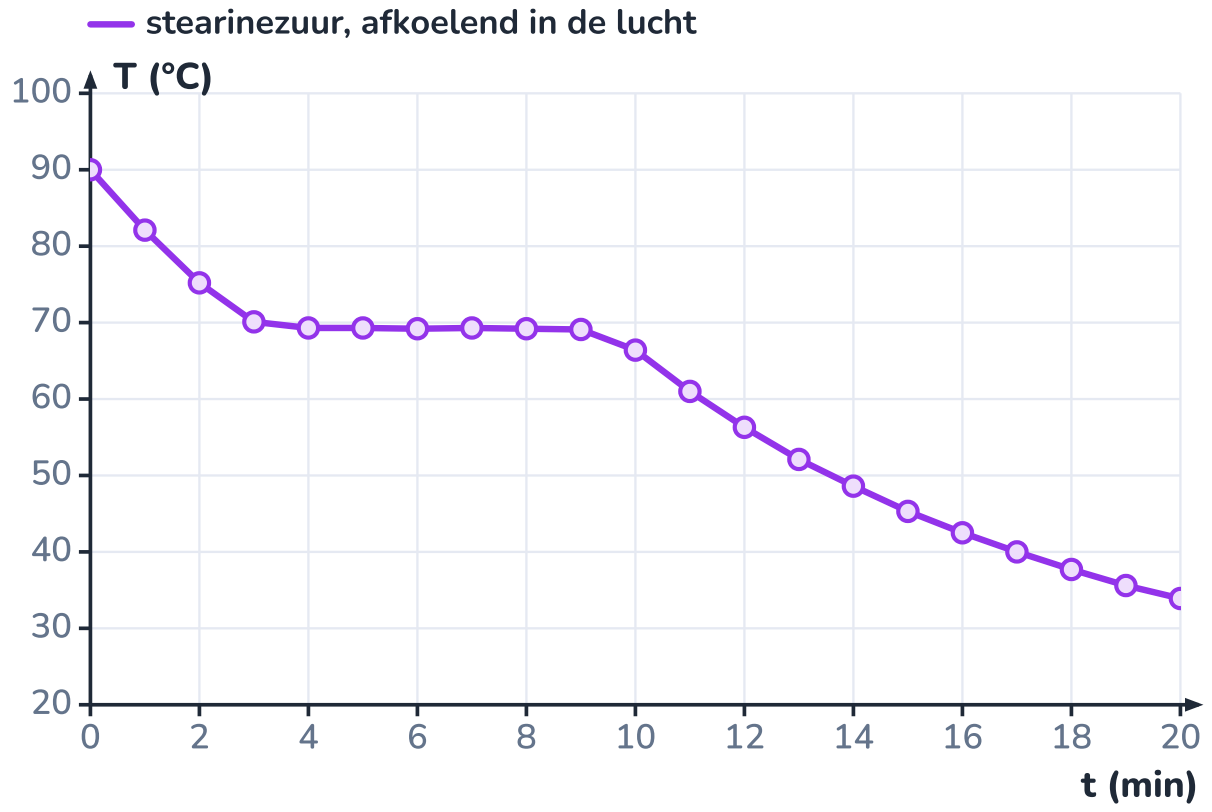
c (c) Warme soep ruik je beter dan koude soep.

d (d) Een halflege ballon in een warme auto wordt bol.

6.6 Een afkoelcurve lezen

Toepassen · 2 · Analyseren · 15 min

Een reageerbuis met gesmolten stearinezuur (een stof uit kaarsvet) koelt af in de lucht. Elke minuut wordt de temperatuur gemeten.



Temperatuur van zuiver stearinezuur tijdens het afkoelen.

a Bij welke temperatuur stolt stearinezuur? Hoe zie je dat?

b In welke toestand is het stearinezuur na 2 minuten, na 6 minuten en na 15 minuten?

c Hoe lang duurde het stollen ongeveer?

d Het stearinezuur staat in lucht van 20 °C en verliest dus voortdurend warmte. Waarom daalt de temperatuur dan niet tijdens het stollen?

e Wat is het smeltpunt van stearinezuur?

6.7 Uitzetten: spoor, frame en een potje

Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

Gebruik de rekenregel: verlenging = (verlenging per m per °C) × lengte in m × temperatuurverschil. Verlenging per m per °C: staal 0,012 mm, beton 0,012 mm, aluminium 0,023 mm, glas 0,009 mm, polycarbonaat 0,065 mm.

a (a) Een oude spoorstaaf van staal is 30 m lang. Hoeveel verandert haar lengte tussen −10 °C en 40 °C? Hoe groot moest de opening tussen twee staven minstens zijn?

b (b) Een glazen ruit van 1,20 m en een ruit van polycarbonaat van 1,20 m warmen 50 °C op. Hoeveel wordt elk langer?

c (c) Een glazen potje met een metalen deksel zit vast. Je houdt het deksel even onder warm water en het gaat vlot open. Verklaar.

d (d) In gewapend beton zitten stalen staven in het beton. Waarom is het een geluk dat staal en beton ongeveer even sterk uitzetten?

6.8 Labo: een ballon op een fles

Toepassen · 3 · Labo · 30 min

Trek een ballon over de hals van een lege glazen fles. Zet de fles in een bak met warm water (hooguit 60 °C), daarna in een bak met ijswater.

a Voorspel eerst wat er met de ballon gebeurt in het warme en in het koude water, en waarom.

b Voer de proef uit en beschrijf je waarnemingen.

c Teken het deeltjesmodel van de lucht in de fles en de ballon: in warm water en in ijswater.

d Is er in het warme water lucht bijgekomen in de fles? Hoe kan je dat nagaan met een weegschaal?

e Waarom gebruik je een glazen fles en niet een plastic flesje?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Voorspelling	Met een reden uit het deeltjesmodel.
Waarneming	Beschreven zonder uitleg: wat zag je?
Verklaring	Snellere deeltjes, meer ruimte, geen extra deeltjes; tekening klopt.
Veiligheid	Water hooguit 60 °C, glas niet van heet naar ijskoud in één keer.

6.9 Onderzoek: waar komt het water op een koud glas vandaan?

Toepassen · 3 · Onderzoeken · 35 min

Een glas ijswater 'zweet'. Twee leerlingen discussiëren. Lina: 'Het water sijpelt door het glas.' Omar: 'Het water komt uit de lucht.'

a Bedenk een proef met blauwe kleurstof waarmee je kan beslissen wie gelijk heeft. Wat verwacht je bij elke hypothese?

b Bedenk een tweede proef met een weegschaal. Wat verwacht je bij elke hypothese?

c Voer de weegproef uit: weeg een droog afgeveegd glas ijswater, wacht 15 minuten en weeg opnieuw (zonder af te vegen).

	massa (g)
bij de start	
na 15 min	
verschil	

d Formuleer een besluit. Waarom 'zweet' het glas niet op een koude dag buiten?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Proefopzet	Twee proeven die de hypothesen van elkaar onderscheiden, met verwachtingen.
Metingen	Massa voor en na, met eenheid, zelfde weegschaal.
Besluit	Gebaseerd op de metingen; condensatie uitgelegd met het deeltjesmodel.

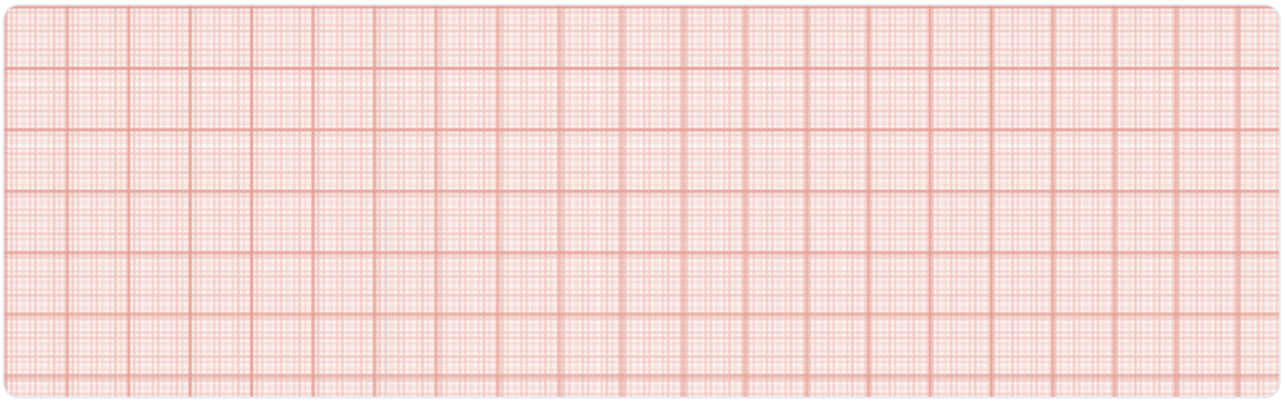
6.10 Diffusie in cijfers

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Een klas herhaalt de proef met kleurstof bij verschillende watertemperaturen en meet de tijd tot het water overal even sterk gekleurd lijkt:

T (°C)	10	20	40	60	80
t (min)	28	19	9	4	2

a Teken de grafiek van de tijd tegenover de temperatuur, met een vloeiende trendlijn.



b Beschrijf het verband in één zin. Is het recht evenredig?

c Schat de tijd bij 50 °C. Is dat interpoleren of extrapoleren?

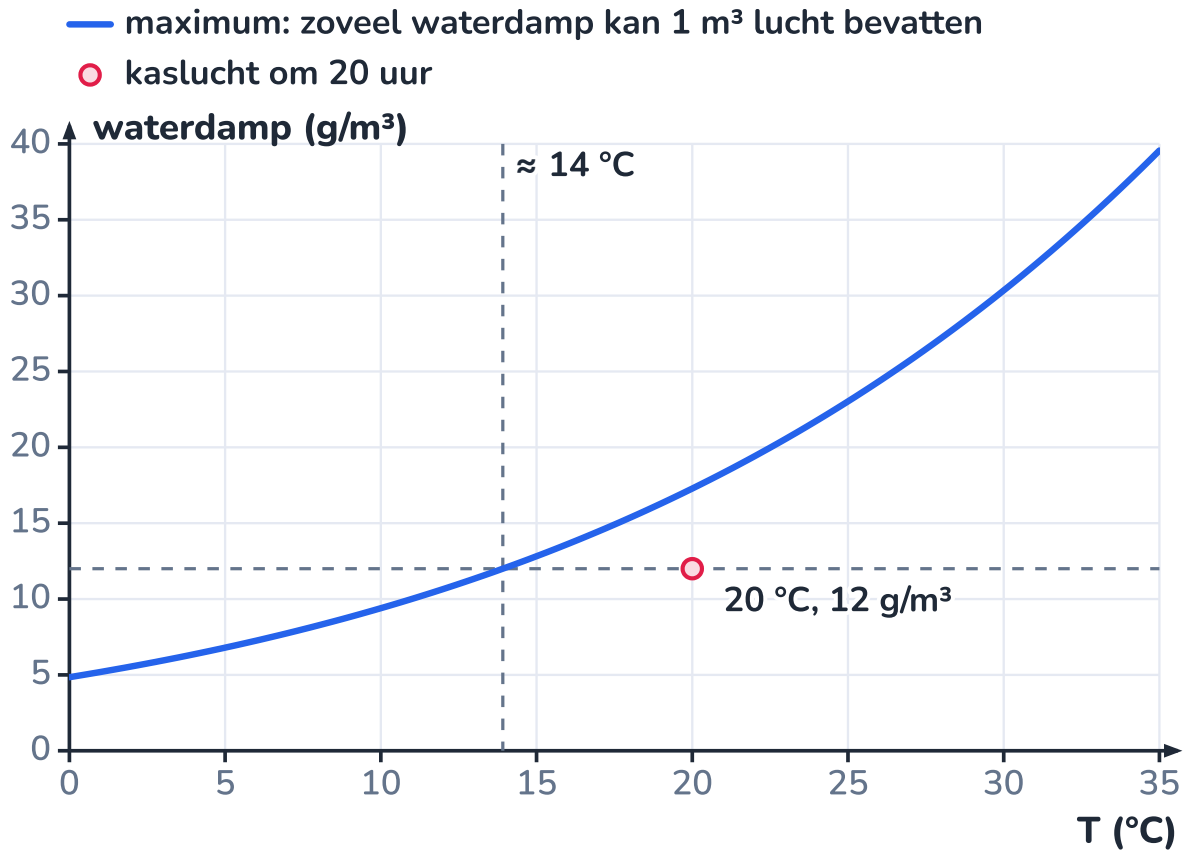
d Kan je met deze grafiek voorspellen hoe lang het duurt bij 110 °C? Waarom niet?

e Waarom zijn deze metingen niet heel nauwkeurig? Geef twee oorzaken.

6.11 Habitat: condens op de kaswand

●●● Uitdagen | 4 | Habitat | 45 min

In de meetkas (576 L lucht) is het 's avonds 20 °C, met 12 g waterdamp per m³ lucht. In de nacht zakt de buitentemperatuur tot 2 °C en koelen de wanden af tot 6 °C.



Maximale hoeveelheid waterdamp in lucht (blauw) en de kaslucht om 20 uur (rood).

a Lees af hoeveel waterdamp lucht van 20 °C maximaal kan bevatten. Welk percentage daarvan zit er in de kaslucht?

b Bij welke wandtemperatuur begint de kas te beslaan? Hoe heet die temperatuur?

c Hoeveel gram water condenseert er per m³ lucht die tegen de wand afkoelt tot 6 °C? En als alle kaslucht tot 6 °C afkoelt?

d Waar komt het water in de kaslucht vandaan? Noem drie bronnen.

e Geef twee nadelen en één voordeel van condens in de meetkas.

f Bedenk drie maatregelen tegen te veel condens, en leg met het deeltjesmodel uit waarom ze werken.

g Portfolio: welke sensor zou je in de meetkas toevoegen om condens te voorspellen, en welke twee grootheden moet hij meten?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Aflezen en rekenen	Maximum, percentage en condens correct, met eenheden.
Begrippen	Dauwpunt benoemd en uitgelegd; condenseren met het deeltjesmodel.
Oorzaken en gevolgen	Bronnen van waterdamp en voor- en nadelen concreet voor de kas.
Maatregelen	Drie haalbare maatregelen met een correcte verklaring.

6.12 Debat: klopt het deeltjesmodel?

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 25 min

Stelling: 'Het deeltjesmodel is fout, want het voorspelt dat ijs zinkt, en ijs drijft.' Bereid in groepjes argumenten voor en tegen voor.

a Leg uit waarom het eenvoudige model voorspelt dat ijs zou zinken.

b Geef drie argumenten om het model toch te blijven gebruiken.

c Wat doen wetenschappers als een model een waarneming niet verklaart? Geef een voorbeeld uit dit hoofdstuk of uit hoofdstuk 19 (het watermodel).

d Formuleer je eigen standpunt in twee zinnen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Inzicht	Legt de voorspelling van het model juist uit.
Argumenten	Concreet, met voorbeelden van wat het model wel verklaart.
Wetenschapsbeeld	Begrijpt dat modellen verbeterd worden, niet 'waar' of 'fout' zijn.

6.13 Ontwerp: de platen van de meetkas bevestigen

Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 35 min

De lange wand van de meetkas is een plaat polycarbonaat van 1,20 m breed, die met vier schroeven van 4 mm op een aluminium frame komt. Je monteert bij 20 °C. In de kas varieert de temperatuur van −5 °C tot 45 °C. Polycarbonaat: 0,065 mm per m per °C; aluminium: 0,023 mm per m per °C.

a Bereken hoeveel de plaat en het frame langer worden tussen 20 °C en 45 °C, en hoeveel korter tussen 20 °C en −5 °C.

b Hoeveel schuift de plaat daardoor ten opzichte van het frame, over de hele breedte?

c Stel dat de plaat in het midden vastzit en aan de uiteinden kan schuiven. Hoeveel moet elk uiteinde kunnen bewegen, in elke richting?

d Teken de plaat met de schroefgaten en hun maten. Leg uit waarom je voor die vorm kiest.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Uitzetting van plaat en frame en het verschil correct, in beide richtingen.
Redenering	Vast punt in het midden; beweging per uiteinde de helft van het verschil.
Tekening	Gaten of sleufgaten die groot genoeg zijn, met maten; vast punt aangeduid.

6.14 Een druppel zo groot als een stad

●●● Uitdagen | 4 | Rekenen | 20 min

Een druppel water heeft een diameter van ongeveer 4 mm. Een watermolecule is ongeveer 0,3 nm groot (1 nm = 0,000 001 mm). Stel je voor dat je alles vergroot tot een watermolecule zo groot is als een zandkorrel van 1 mm.

a Hoeveel keer moet je vergroten? Schrijf ook als macht van 10.

b Hoe groot wordt de druppel dan? Vergelijk met iets wat je kent.

c In lucht staan de deeltjes gemiddeld ongeveer 3,4 nm uit elkaar. Hoe ver is dat in de vergroting?

d Waarom kan je met een gewone lichtmicroscoop (die hooguit ongeveer 1000 à 1500 keer vergroot) nooit een watermolecule zien?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan de afspraken van het deeltjesmodel opnoemen: deeltjes, lege ruimte, beweging, aantrekking. ▢▢▢
- Ik kan vaste stoffen, vloeistoffen en gassen beschrijven en hun eigenschappen verklaren met het deeltjesmodel, ook in een tekening. ▢▢▢
- Ik kan de zes faseovergangen benoemen, voorbeelden geven en zeggen of er energie bij moet of af gaat. ▢▢▢
- Ik kan uitleggen dat temperatuur een maat is voor hoe snel de deeltjes bewegen. ▢▢▢
- Ik kan een opwarm- of afkoelcurve lezen en uitleggen waarom de temperatuur tijdens een faseovergang gelijk blijft. ▢▢▢
- Ik kan uitzetten en krimpen verklaren en uitrekenen hoeveel een brug, een spoorstaaf of een plaat langer wordt. ▢▢▢
- Ik kan diffusie verklaren en uitleggen waarom ze sneller gaat bij een hogere temperatuur. ▢▢▢
- Ik kan uitleggen waar condens vandaan komt, en de grenzen van het deeltjesmodel benoemen. ▢▢▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 7

Massa, volume en dichtheid

Waarom een boomstam drijft en een paperclip zinkt, en hoe je een stof herkent zonder ze te proeven

Je begint met omzetten, rekenen met $\rho = m/V$ en aflezen van een maatcilinder. Daarna meet je zelf dichtheden, lees je ze af uit een grafiek, bouw je een aräometer en redeneer je over ijs en metalen. In de uitdagingen reken je de massa's in de meetkas uit (opdracht 7.12, voor je Habitat-portfolio), controleer je de legende van Archimedes, onderzoek je zout water en ontwerp je een bootje dat zoveel mogelijk draagt.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 361 min

M Materie en chemie · W Wiskundig modelleren · O Onderzoeken en meten



Het grootste deel van een ijsberg zit onder water. Hoe groot dat deel is, volgt uit twee dichtheden.

●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

7.1 Omzetten

●○○ Oefenen · 1 · Rekenen · 10 min

Gebruik: 1 mL = 1 cm³, 1 L = 1 dm³ = 1000 cm³, 1 m³ = 1000 L, en 1 g/cm³ = 1000 kg/m³.

a $2{,}70\,\mathrm{g/cm^3} =$ _____ kg/m³

b $7870\,\mathrm{kg/m^3} =$ _____ g/cm³

c $1{,}20\,\mathrm{kg/m^3}$ (lucht) = _____ g/cm³

d $0{,}79\,\mathrm{g/mL} =$ _____ kg/L

e $250\,\mathrm{cm^3} =$ _____ mL = _____ L

f $1{,}5\,\mathrm{m^3} =$ _____ L

7.2 Juist of fout?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Zijn deze uitspraken juist of fout? Verbeter de foute.

Vul in.

uitspraak	J of F	verbetering
(a) Een groot blok ijzer heeft een grotere dichtheid dan een klein blok ijzer.		
(b) Een kilogram lood is zwaarder dan een kilogram veren.		
(c) Zaag je een plank in twee, dan heeft elk stuk dezelfde dichtheid als de hele plank.		
(d) Een voorwerp met een grote massa zinkt altijd in water.		
(e) Als water bevriest, wordt de massa groter.		
(f) Eén milliliter water heeft een massa van ongeveer één gram.		
(g) Een voorwerp dat in water zweeft, heeft ongeveer dezelfde dichtheid als water.		
(h) Als een metalen staaf opwarmt, blijft haar dichtheid precies gelijk.		

7.3 Dichtheden berekenen en opzoeken

Oefenen · 1 · Rekenen · 12 min

Bereken de dichtheid en zoek in de tabel van het handboek welke stof het kan zijn.

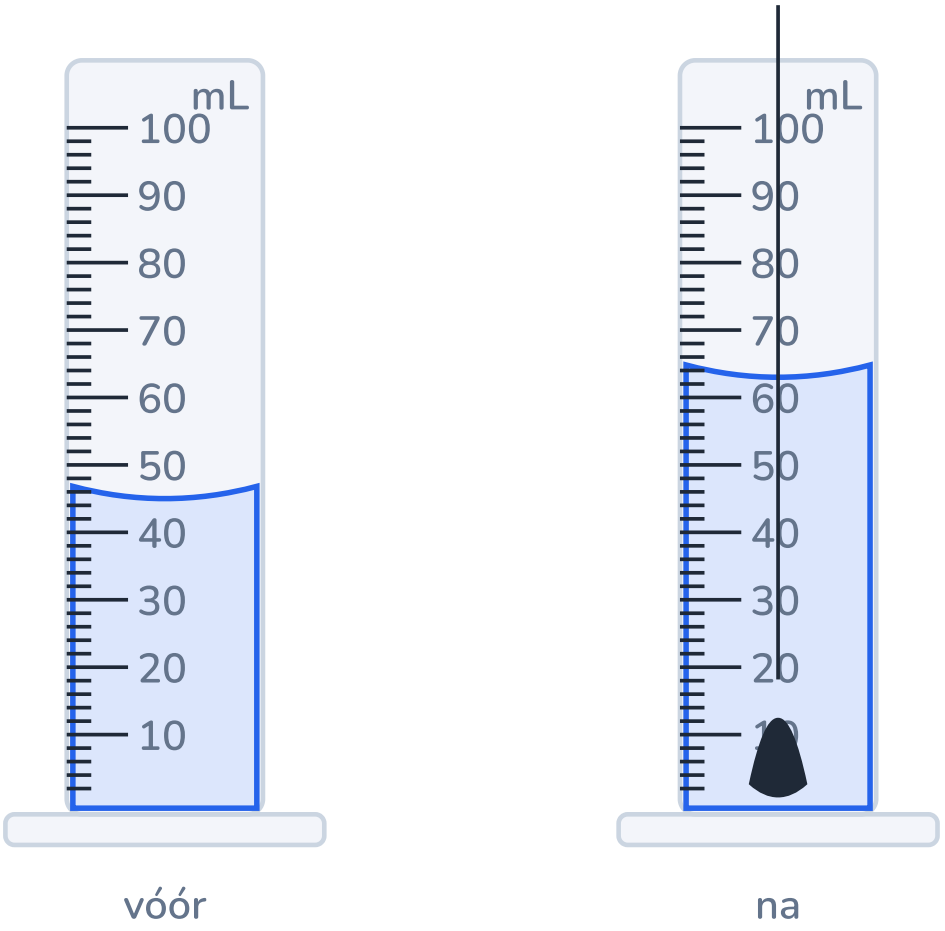
Vul de tabel aan.

	m	V	ρ (g/cm³)	stof
(a)	54 g	20 cm³		
(b)	393,5 g	50 cm³		
(c)	23,7 g	30 mL		
(d)	56,5 g	5,0 cm³		
(e)	12 g	60 cm³		

7.4 Aflezen: een loodje onder water

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Een visser wil weten of zijn gewichtje echt van lood is. Het weegt 203,4 g. Hij gebruikt een maatcilinder van 100 mL.



Links zonder, rechts met het gewichtje. Kleinste streepje: 2 mL.

a Lees beide maatcilinders af. Wat is het volume van het gewichtje?

b Bereken de dichtheid. Is het gewichtje van lood?

c Waarom moet het gewichtje helemaal onder water zitten, en waarom tik je tegen het glas?

d Waarom gebruik je hier geen maatbeker van 1 L?

7.5 Zinkt, zweeft of drijft het?

●○○ Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Gebruik de tabel met dichtheden uit het handboek.

a Vul in: zinkt, zweeft of drijft?

voorwerp	vloeistof	zinkt / zweeft / drijft	waarom?
(a) kurk	water		
(b) ijzeren spijker	water		
(c) ijzeren spijker	kwik		
(d) ijsblokje	water		
(e) ijsblokje	ethanol		
(f) stukje PLA	water		
(g) stukje polypropeen (PP)	water		
(h) stukje polypropeen (PP)	ethanol		

b In een recyclagebedrijf liggen snippers PP en PET door elkaar. Hoe kan je ze met een bak water scheiden?

●●○ Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

7.6 Een goudstaaf, een klaslokaal en een kilo kurk

●●○ Toepassen · 2 · Rekenen · 15 min

Kies telkens de juiste vorm van de formule: $\rho = m/V$, $m = \rho \cdot V$ of $V = m/\rho$.

a (a) Een standaard goudstaaf van een centrale bank weegt ongeveer 12,4 kg. Hoe groot is zijn volume? Vergelijk met een pak melk van 1 L.

b (b) Een klaslokaal is 8,0 m lang, 7,0 m breed en 3,0 m hoog. Hoeveel weegt de lucht erin?

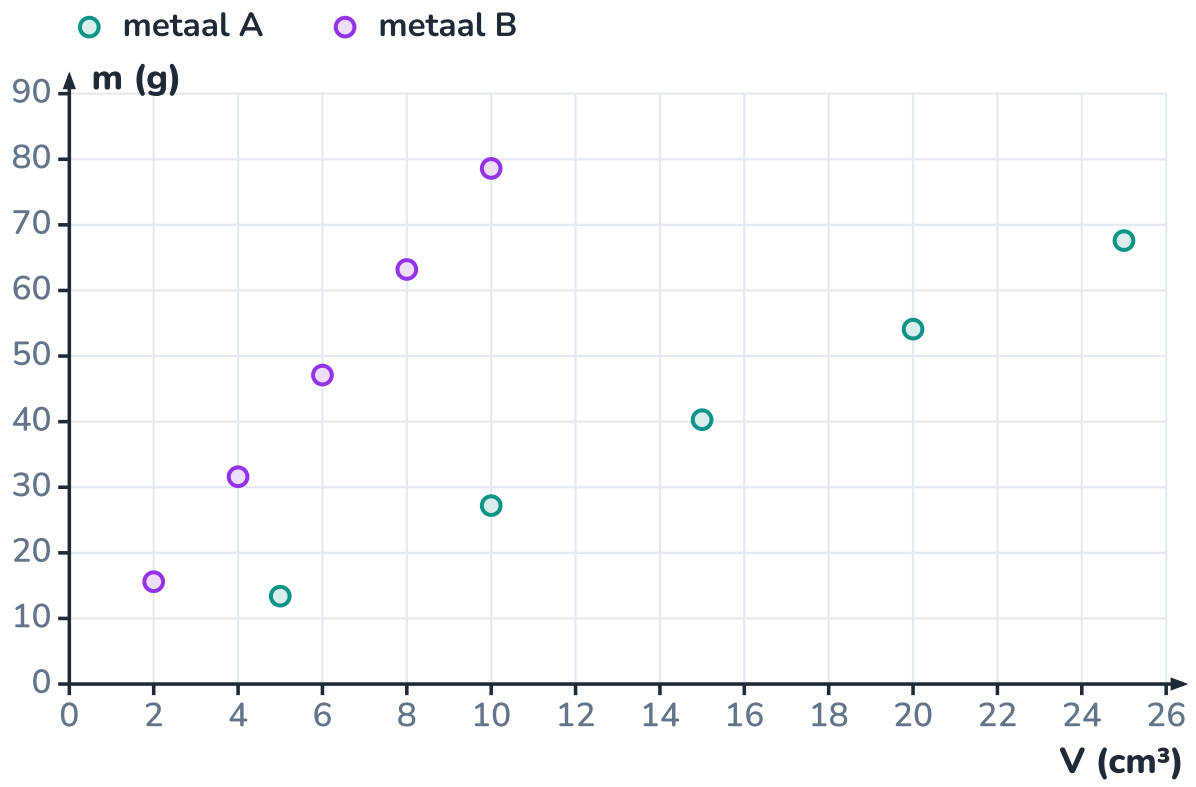
c (c) Hoeveel volume neemt 1,0 kg kurk in, en 1,0 kg lood? Hoeveel keer groter is het kurk?

d (d) Hoeveel weegt een fles van 2,0 L olijfolie (zonder de fles)?

7.7 Twee metalen in één grafiek

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een klas meet de massa en het volume van blokjes van twee metalen, A en B, van verschillende grootte.



Metingen van massa en volume voor blokjes van twee metalen.

a Welk metaal heeft de grootste dichtheid? Hoe zie je dat zonder te rekenen?

b Teken voor elk metaal de best passende rechte. Waarom moet die door de oorsprong gaan?

c Bepaal de dichtheid van A en van B met een punt ver op elke rechte. Welke metalen zijn het?

d Hoeveel weegt een blok van metaal A van 30 cm³? Is dat interpoleren of extrapoleren?

7.8 Labo: de dichtheid van grillige voorwerpen

Toepassen · 3 · Labo · 45 min

Bepaal de dichtheid van drie voorwerpen: een steen, een metalen voorwerp (bv. een moer of een sleutelbos) en een stuk kaars. Je hebt een balans, maatcilinders van 100 en 250 mL, een naald en een overloopvat.

a Schrijf voor elk voorwerp op hoe je het volume zal meten. Wat is er speciaal aan de kaars?

b Voer de metingen uit.

voorwerp	m (g)	V vóór (mL)	V na (mL)	V voorwerp (cm³)	ρ (g/cm³)

c Vergelijk met de tabel in het handboek. Van welke stof kan elk voorwerp zijn?

d Welke meting was het minst nauwkeurig? Hoe kan je ze verbeteren?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Meetplan	Verschilmethode of overloopvat passend bij de grootte; drijvende kaars onder water geduwd met een naald.
Metingen	Eenheden in de kop van de tabel; volumes afgelezen op ooghoogte; geen luchtbellen.
Berekening	Dichtheid met de juiste eenheid, zinvol afgerond (hoofdstuk 3).
Besluit	Vergelijking met de tabel, met oog voor de nauwkeurigheid van het volume.

7.9 IJs, flessen en ijsbergen

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

IJs heeft een dichtheid van 0,917 g/cm³, water 1,00 g/cm³ en zeewater 1,025 g/cm³.

a (a) Een PET-fles bevat 1,5 L water (1,5 kg). Welk volume heeft dat water als ijs? Hoeveel meer is dat?

b (b) Waarom mag je een volle glazen fles niet in de diepvries leggen, en een halfvolle wel?

c (c) Welk deel van een ijsberg zit onder het zeewater? Welk deel van een ijsblokje zit onder het water in je glas?

d (d) Een ijsblokje in een glas ethanol: wat gebeurt er, en waarom?

7.10 Is deze ring van zilver?

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een ring weegt 5,25 g. In een maatcilinder van 10 mL (streepjes per 0,1 mL) stijgt het water van 6,0 mL naar 6,5 mL als de ring erin gaat. Je kan elke aflezing tot op ongeveer 0,05 mL juist doen, dus het verschil is onzeker tot op ongeveer 0,1 mL.

a Bereken de dichtheid met het gemeten volume.

b Bereken de dichtheid als het volume in werkelijkheid 0,4 mL is, en als het 0,6 mL is.

c Welke metalen uit de tabel passen allemaal bij deze meting? Kan je besluiten dat de ring van zilver is?

d Bedenk een manier om de dichtheid van kleine voorwerpen nauwkeuriger te bepalen.

7.11 Maak: een aräometer uit een rietje

Toepassen · 3 · Maken · 40 min

Een **aräometer** (densimeter) is een drijvend buisje dat dieper of minder diep zakt naargelang de dichtheid van de vloeistof. Wijnmakers en bierbrouwers meten er het suikergehalte mee. Maak er een uit een rietje van 15 cm, dat je onderaan dichtmaakt met een propje boetseerklei.

a Voeg klei toe tot het rietje rechtop drijft in kraanwater, met ongeveer 5 cm boven water. Zet een streepje met watervaste stift aan het wateroppervlak: '1,00'.

b Los 30 g zout op in 270 mL water (10 % zout, dichtheid 1,07 g/cm³). Zet de aräometer erin en markeer '1,07'. Zakt hij dieper of minder diep dan in kraanwater? Verklaar.

c Test je aräometer in een onbekende vloeistof (melk, suikerwater, zeewater). Schat de dichtheid.

d Hoe kan je je aräometer gevoeliger maken?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Bouw	Rietje drijft rechtop; de klei zit onderaan en lekt niet.
Ijken	Twee streepjes bij bekende dichtheden, op het oppervlak afgelezen.
Uitleg	Legt uit waarom de aräometer in een dichtere vloeistof hoger drijft.
Test	Schatting voor de onbekende vloeistof, tussen of buiten de twee streepjes.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

7.12 Habitat: hoeveel weegt de meetkas?

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 45 min

Voor het ontwerp van de tafel en het frame (hoofdstukken 11 en 13) moet je weten wat de meetkas weegt. Gegevens: reservoir met binnenmaten 40 × 30 × 25 cm, gevuld tot 20 cm; 12 bakjes met elk 10 cm potgrond op 30 × 20 cm (droog ± 0,3 kg/L, vochtig ± 0,6 kg/L); 576 L lucht (1,20 kg/m³). Het frame is 10,4 m aluminium kokerprofiel van 20 × 20 mm met een wand van 1,5 mm: de doorsnede is 1,11 cm². Wanden en dak zijn samen 3,60 m².

a Bereken de massa van het water: bij 20 cm vulhoogte en bij een vol reservoir.

b Bereken de massa van de potgrond, droog en vochtig.

c Bereken de massa van het frame in aluminium (2,70 g/cm³). Hoeveel zou het wegen in staal (7,85 g/cm³)?

d Voor de wanden twijfel je tussen massief polycarbonaat van 4 mm (1,20 g/cm³) en een kanaalplaat van 4 mm, die volgens de verkoper 0,8 kg per m² weegt. Bereken voor beide de massa van de wanden. Wat is de gemiddelde dichtheid van de kanaalplaat, en hoe verklaar je dat verschil?

e Maak in je portfolio een tabel met alle massa's (water vol, grond vochtig, lucht, frame, wanden als kanaalplaat) en het totaal. Welke twee onderdelen bepalen het meest wat de tafel en de vloer moeten dragen?

onderdeel	volume	dichtheid	massa (kg)

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Telkens de juiste vorm van de formule; volumes in de juiste eenheid voor de dichtheid.
Eenheden	Omzettingen cm³, L, m³ en g, kg correct en zichtbaar.
Vergelijking	Aluminium tegenover staal en massief tegenover kanaalplaat besproken.
Portfolio	Overzichtelijke tabel met totaal en een besluit.

7.13 Archimedes nagerekend

●●● Uitdagen · 4 · Rekenen · 25 min

Stel dat de krans van koning Hiëro 1000 g woog. Goud: 19,3 g/cm³; zilver: 10,5 g/cm³. Neem aan dat de volumes van het goud en het zilver gewoon optellen.

a Welk volume heeft een krans van 1000 g zuiver goud?

b De goudsmid verving 200 g goud door 200 g zilver. Welk volume heeft de krans nu? Hoeveel is dat meer?

c Wat is de dichtheid van de vervalste krans?

d De krans past in een ronde kom met een diameter van 20 cm. Hoeveel hoger komt het water bij de vervalste krans dan bij een krans van zuiver goud? (Oppervlakte van een cirkel: $\pi \cdot r^2$.)

e Had Galilei gelijk dat de methode uit de legende moeilijk werkt? Hoe zou jij het verschil beter zichtbaar maken?

7.14 Onderzoek: hoe zout moet het water zijn?

Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 50 min

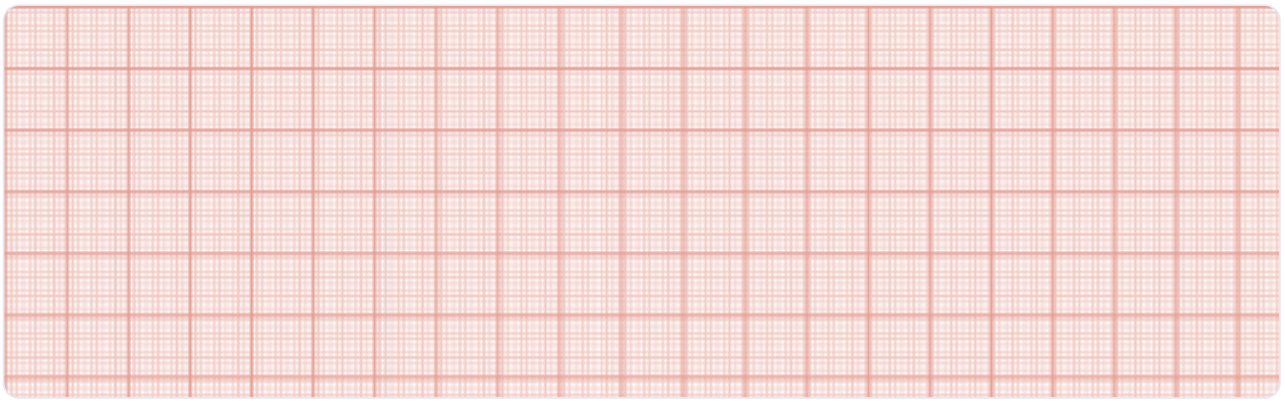
Hoe hangt de dichtheid van zout water af van de hoeveelheid zout? Bij welke dichtheid gaat een ei zweven? Tabelwaarden bij 20 °C (massa zout per 100 g zout water): 5 % → 1,034 g/cm³; 10 % → 1,071 g/cm³; 12 % → 1,086 g/cm³; 14 % → 1,101 g/cm³; 16 % → 1,116 g/cm³.

a Maak vijf oplossingen: 0, 10, 20, 30 en 40 g zout, elk aangevuld met water tot 200 g samen. Hoe bepaal je de dichtheid van elke oplossing met een balans en een maatcilinder?

b Meet en bereken.

zout (g per 200 g)	zout (%)	m van 100 mL (g)	ρ (g/cm³)

c Zet de dichtheid uit tegenover het percentage zout. Teken ook de tabelwaarden. Komen ze overeen?



d Leg een vers ei in elke oplossing. In welke zweeft het (ongeveer)? Wat is dus de dichtheid van het ei?

e Noem twee oorzaken van verschillen tussen jouw metingen en de tabel.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Werkwijze	Oplossing afgewogen; 100 mL afgemeten en gewogen in een getarreerd bekerglas.
Metingen	Tabel met eenheden; dichtheid berekend met drie cijfers.
Grafiek	Stijgende, bijna rechte lijn; tabelwaarden ter vergelijking.
Besluit	Dichtheid van het ei afgeleid uit de oplossing waarin het zweeft; bronnen van fouten benoemd.

7.15 Ontwerp: een bootje van aluminiumfolie

●●● Uitdagen · 3 · Ontwerpen · 40 min

Je krijgt een vel aluminiumfolie van 20 cm × 20 cm (ongeveer 1 g) en een bak water. Ontwerp een bootje dat zoveel mogelijk knikkers draagt voor het zinkt. Een prop aluminiumfolie zinkt; een bootje uit hetzelfde vel drijft.

a Leg met de gemiddelde dichtheid uit waarom de prop zinkt en het bootje drijft.

b Schets twee ontwerpen met hun maten. Voorspel welk meer knikkers draagt en waarom.

c Test, verbeter en test opnieuw. Noteer telkens het aantal knikkers.

versie	wat veranderde	aantal knikkers

d Een bootje van 10 cm × 10 cm met een rand van 3 cm kan hoogstens 300 cm³ water opzij duwen. Hoeveel gram kan het dan hoogstens dragen (bootje zelf inbegrepen)? Waarom haal je dat in de praktijk niet?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Uitleg	Gemiddelde dichtheid: massa gedeeld door het volume inclusief de lucht in het bootje.
Ontwerp	Twee schetsen met maten en een onderbouwde voorspelling.
Iteratie	Minstens twee verbeteringen, gemeten en genoteerd.
Grens	Maximale last berekend met de dichtheid van water; verschil met de praktijk verklaard.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan de massa van een voorwerp meten met een balans en het volume bepalen met een lat, een maatcilinder of door onderdompelen.
- Ik kan uitleggen wat dichtheid is en ze berekenen met $\rho = m/V$, met de juiste eenheid.
- Ik kan dichtheden omzetten tussen g/cm³, g/mL, kg/L en kg/m³.
- Ik kan met de formule ook de massa of het volume berekenen als de andere twee gegeven zijn.
- Ik kan uit een (V, m)-grafiek de dichtheid halen als de helling van de rechte.
- Ik kan met dichtheden voorspellen of een voorwerp zinkt, zweeft of drijft, en uitleggen waarom een stalen schip drijft.

Ik kan uitleggen waarom ijs op water drijft en wat dat betekent voor meren, flessen en ijsbergen.

Ik kan een stof herkennen aan haar dichtheid, en uitleggen waarom één meting daarvoor niet altijd genoeg is.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 8

Zuivere stoffen en mengsels

Waarom 'puur' sap een mengsel is, hoeveel zout er in water past, en hoeveel voeding er in de gieter moet

Je begint met de woorden: stofeigenschap, zuiver, homogeen, heterogeen, oplosmiddel. Daarna reken je met concentraties, lees je oplosbaarheids- en afkoelcurves, en herken je in het labo vijf witte poeders. In de uitdagingen maak je een doseerplan voor de voedingsoplossing van de meetkas (opdracht 8.12, voor je Habitat-portfolio), controleer je de zuiverheid van een geneesmiddel, debatteer je over 'chemievrij' en kweek je kristallen.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 338 min

M Materie en chemie · O Onderzoeken en meten



Zes glazen, zes mengsels. Welke zijn homogeen, welke heterogeen?

Oefenen

●○○ Oefenen — één stap, direct toepassen

8.1 Stofeigenschap of niet?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Zet een kruisje bij elke eigenschap die een stofeigenschap is.

a Vul in.

eigenschap	stofeigenschap? (ja/nee)
(a) smeltpunt	
(b) massa	
(c) kleur	
(d) volume	
(e) dichtheid	
(f) temperatuur	
(g) kookpunt	
(h) vorm	
(i) oplosbaarheid in water	
(j) elektrische geleiding	

b Leg met een voorbeeld uit waarom de temperatuur geen stofeigenschap is.

8.2 Zuiver, homogeen of heterogeen?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 12 min

Deel elk voorbeeld in als zuivere stof, homogeen mengsel of heterogeen mengsel.

Vul in.

voorbeeld	zuivere stof / homogeen / heterogeen
(a) gedestilleerd water	
(b) kraanwater	
(c) lucht (gefilterd)	
(d) melk	
(e) gefilterd zeewater	
(f) suiker	
(g) brons	
(h) sinaasappelsap met vruchtvlees	
(i) mist	
(j) goud van 24 karaat (99,9 %)	
(k) cola in een gesloten fles	
(l) cola vol bellen in een glas	
(m) graniet	

8.3 De juiste woorden

Oefenen · 1 · Begrijpen · 12 min

Gebruik de woorden uit het handboek.

a Wat is het oplosmiddel en wat de opgeloste stof?

oplossing	oplosmiddel	opgeloste stof
suikerwater		
zeewater		
spuitwater		
wijn (12 % alcohol)		

b Welk soort heterogeen mengsel is het: suspensie, emulsie, schuim, rook of nevel?

mengsel	soort
modderwater	
mayonaise	
slagroom	
rook van een kampvuur	
mist	
vinaigrette net na het schudden	

8.4 Rekenen met g/L

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Gebruik $c = m/V$, $m = c \cdot V$ of $V = m/c$. Zet volumes eerst om naar liter.

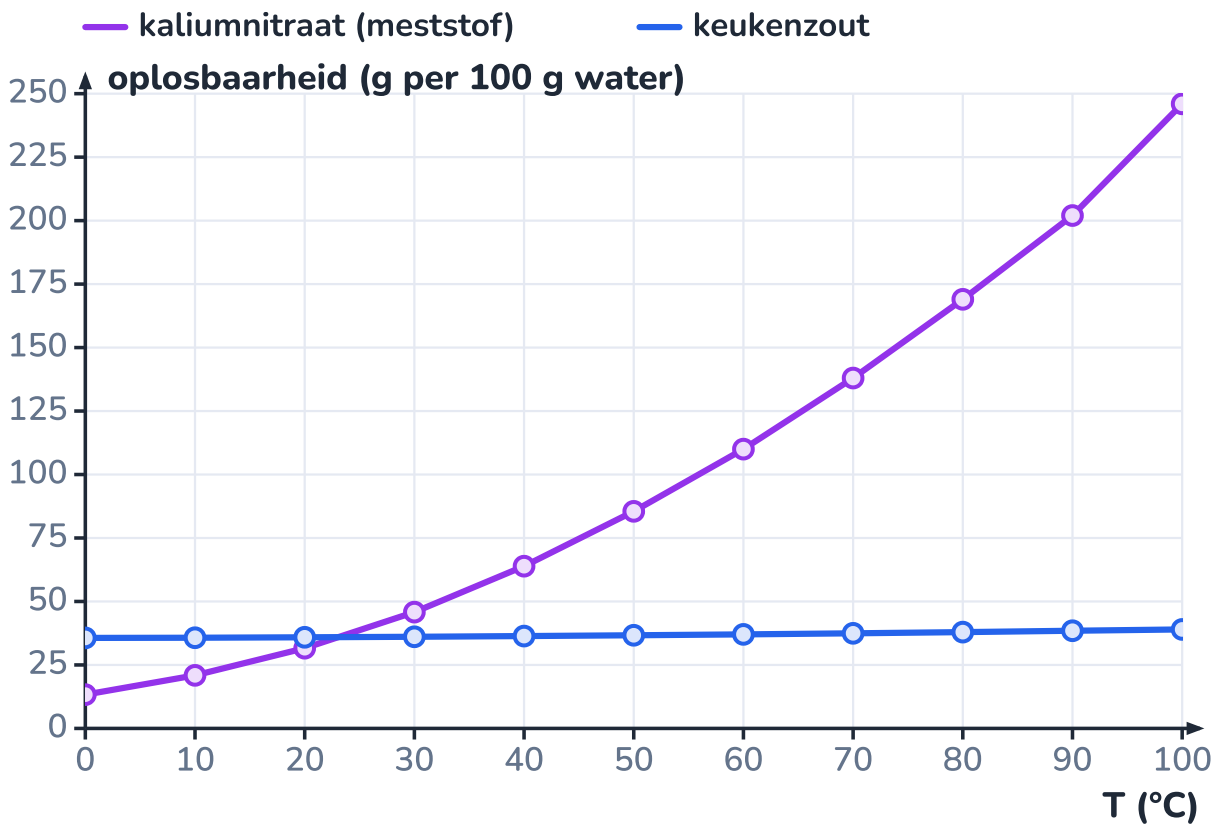
Vul de tabel aan.

	m	V	c	berekening
(a)	18 g zout	2,0 L		
(b)	5,0 g suiker	250 mL		
(c)		3,0 L zeewater	35 g/L	
(d)	24 g voedingszouten		1,0 g/L	
(e)		1,5 L drinkwater	50 mg/L nitraat	

8.5 Een oplosbaarheidscurve aflezen

Oefenen · 2 · Analyseren · 12 min

Gebruik de oplosbaarheidscurves van kaliumnitraat en keukenzout.



Oplosbaarheid in gram per 100 g water.

a Hoeveel keukenzout lost er op in 100 g water van 20 °C? En van 100 °C?

b Hoeveel kaliumnitraat lost er op in 100 g water van 20 °C? En van 60 °C?

c Bij welke temperatuur lossen beide stoffen even goed op?

d Hoeveel kaliumnitraat lost er op in 250 g water van 40 °C?

e Welke stof kan je makkelijk zuiveren door een warme verzadigde oplossing af te koelen? Waarom?

8.6 Labo: vijf witte poeders

●●○ Toepassen | 3 | Labo | 50 min

Je krijgt vijf genummerde bakjes met een wit poeder: keukenzout, suiker, bloem, zuiveringszout (natriumwaterstofcarbonaat, 'baking soda') en krijtpoeder, maar je weet niet welk welk is. Onderzoek vier eigenschappen: (1) lost het op in water (helder of troebel)? (2) geleidt de oplossing (de led-tester uit het handboek)? (3) wat gebeurt er als je een snuifje in een oude lepel boven een theelichtje verwarmt? (4) bruist het als je er een paar druppels azijn op doet?

a Voorspel voor elke stof wat je bij elke test verwacht.

b Voer de tests uit en noteer.

bakje	oplossen	geleiden	verwarmen	azijn	dus:

c Maak een beslisschema: welke twee vragen volstaan om elk poeder te herkennen?

d Waarom mag je de poeders niet proeven, ook al zijn het keukenproducten?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Veiligheid	Bril; kleine hoeveelheden; lepel met een knijper vasthouden; niets proeven.
Waarnemingen	Per bakje vier tests, beschreven zonder meteen te interpreteren.
Besluit	Elk poeder herkend met minstens twee eigenschappen.
Beslisschema	Twee of drie vragen na elkaar die alle vijf poeders van elkaar scheiden.

8.7 Zout uit de zee

Toepassen · 2 · Rekenen · 15 min

Zeewater bevat ongeveer 35 g zout per liter.

a (a) Hoeveel kg zout zit er in 1 m³ zeewater?

b (b) Een zoutpan van 10 m × 10 m wordt gevuld met 5,0 cm zeewater. Hoeveel liter is dat? Hoeveel zout blijft er over als al het water verdampt is?

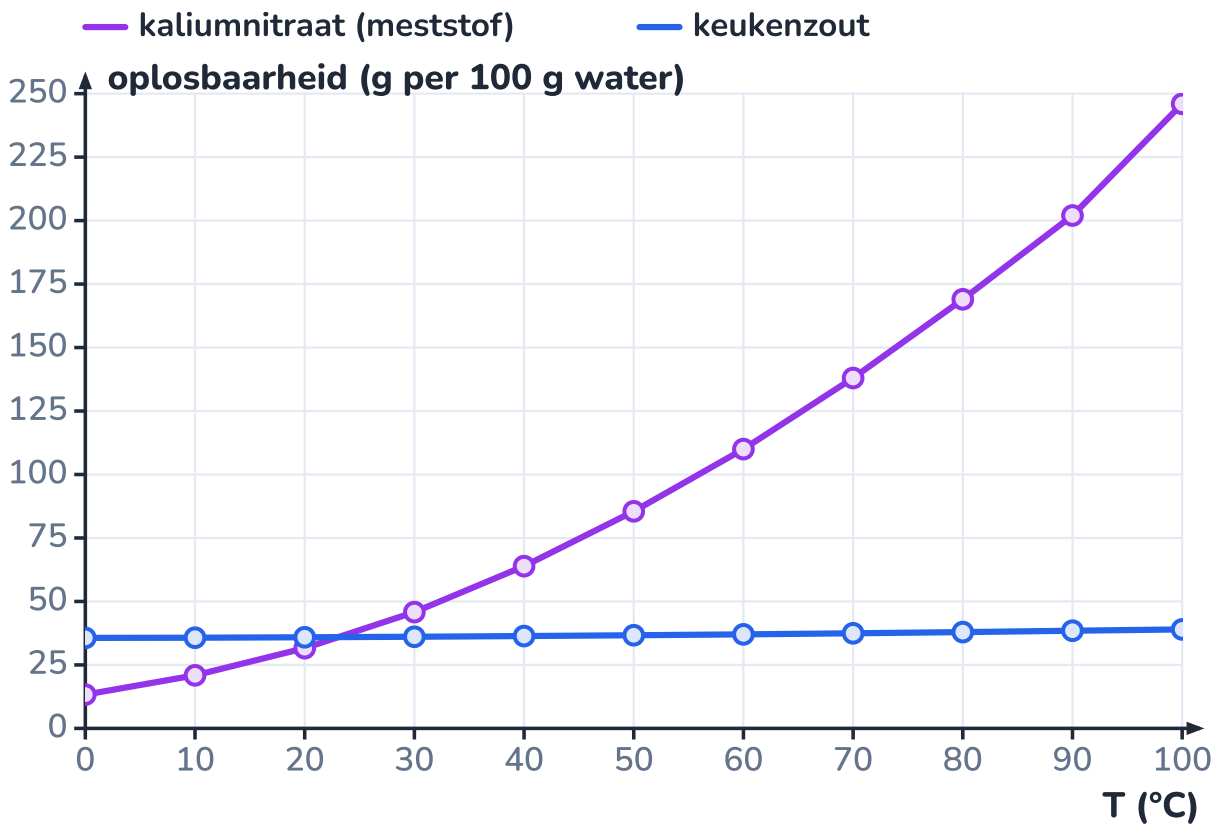
c (c) Hoeveel liter zeewater moet verdampen voor een zakje van 500 g zout?

d (d) Waarom is het zout uit een zoutpan geen zuiver keukenzout?

8.8 Kristallen door afkoelen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Gebruik de oplosbaarheidscurve of de tabel met oplosbaarheden in het handboek.



Oplosbaarheid in gram per 100 g water.

a (a) Je lost 80 g kaliumnitraat op in 100 g water van 60 °C. Is de oplossing verzadigd?

b (b) Bij welke temperatuur verschijnen de eerste kristallen als je afkoelt?

c (c) Hoeveel gram kristallen heb je bij 20 °C?

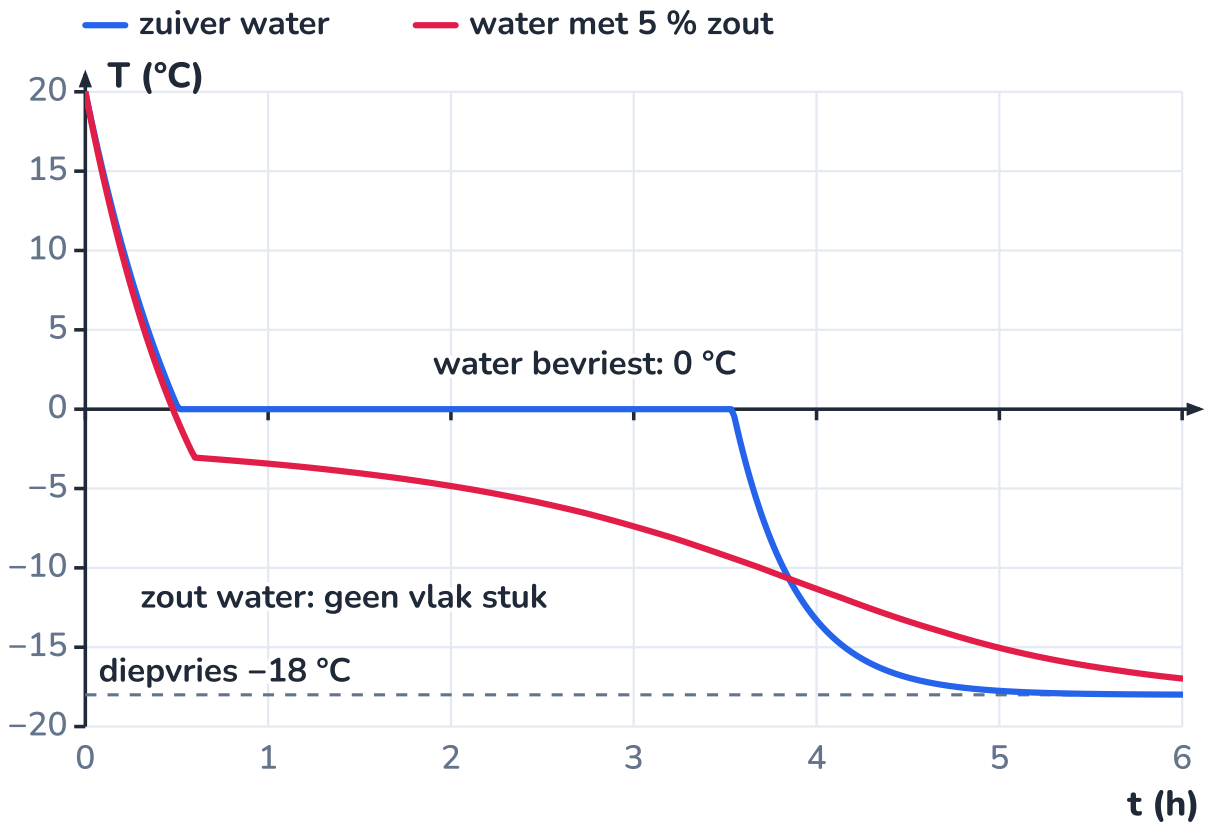
d (d) Je doet hetzelfde met een verzadigde keukenzoutoplossing van 60 °C (100 g water). Hoeveel kristallen krijg je bij 20 °C?

e (e) Hoe haal je het meeste keukenzout uit een oplossing?

8.9 Afkoelcurves lezen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Twee potjes met elk 100 g vloeistof staan samen in een diepvries van −18 °C.



Temperatuur van zuiver water en van water met 5 % zout.

a Welke curve hoort bij een zuivere stof? Waaraan zie je dat?

b Hoe lang duurt het bevriezen van het zuivere water ongeveer?

c Bij welke temperatuur begint het zoute water te bevriezen? Waarom blijft de temperatuur daarna dalen?

d Zeewater bevat 3,5 % zout. Bevriest het bij een hogere of lagere temperatuur dan het water met 5 % zout? Leg uit.

e Waarom strooit men zout op een besneeuwde weg? Waarom helpt het bij −20 °C nauwelijks?

8.10 Rekenen met legeringen

Toepassen · 2 · Rekenen · 12 min

Legeringen worden beschreven met massaprocenten.

a (a) Een rol loodvrij soldeertin van 250 g bevat 96,5 % tin, 3,0 % zilver en 0,5 % koper. Hoeveel gram van elk metaal?

b (b) Een ring van 18 karaat goud weegt 4,0 g. Hoeveel gram zuiver goud bevat hij?

c (c) Een bronzen beeld van 50 kg bevat 12 % tin. Hoeveel kg koper zit erin?

d (d) Waarom is een legering een mengsel en geen zuivere stof? Geef twee argumenten.

8.11 Onderzoek: hoeveel lost er op?

Toepassen · 3 · Onderzoeken · 45 min

Hoeveel keukenzout en hoeveel suiker kan je oplossen in 100 mL water van kamertemperatuur? Voeg telkens een afgewogen portie toe, roer tot alles opgelost is, en ga door tot er iets op de bodem blijft liggen.

a Formuleer een hypothese: wat lost beter op, en ongeveer hoeveel?

b Welke portie kies je voor zout en voor suiker? Welke variabelen houd je gelijk?

c Meet.

stof	portie (g)	aantal porties opgelost	totaal opgelost (g)	temperatuur (°C)

d Vergelijk met de tabel in het handboek. Verklaar de verschillen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Hypothese	Concreet, met een schatting.
Werkwijze	Porties afgewogen; lang genoeg geroerd; zelfde water en temperatuur.
Resultaat	Totaal in gram per 100 mL, met temperatuur.
Besluit	Vergelijking met de tabel (35,9 g en 202 g bij 20 °C); oorzaken van verschil.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

8.12 Habitat: een doseerplan voor de voedingsoplossing

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 40 min

Op de fles plantenvoeding staat: '200 g voedingszouten per liter. Dosering: 5 mL per liter gietwater.' Het reservoir van de meetkas wordt gevuld met 24 L. De planten verbruiken 1,8 L per dag. Neem aan dat de voedingszouten met het water mee opgenomen worden, zodat de concentratie in het reservoir niet verandert zolang je niet bijvult.

a Welke concentratie heeft het gietwater als je de dosering volgt?

b Hoeveel mL plantenvoeding giet je in het volle reservoir? Hoeveel gram voedingszouten is dat?

c Na 7 dagen vul je het reservoir bij tot 24 L met regenwater, zonder voeding. Hoeveel liter vul je bij? Wat is de concentratie daarna?

d Hoeveel mL plantenvoeding moet je bij het bijvullen toevoegen om weer 1,0 g/L te hebben?

e Een klasgenoot stelt voor: 'Doe er het dubbele in, dan groeien ze sneller.' Wat antwoord je?

f Portfolio: schrijf het doseerplan in drie regels (vullen, bijvullen, controleren). Hoe zou je de concentratie kunnen meten in plaats van berekenen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Concentratie, massa en volume correct, met eenheden en omzettingen.
Bijvullen	Doorgerekend: overgebleven massa verdeeld over het nieuwe volume.
Redenering	Te sterke oplossing is schadelijk, met uitleg.
Portfolio	Doseerplan kort, concreet en uitvoerbaar; meetmethode genoemd.

8.13 Zuiver of verontreinigd?

●●● Uitdagen · 4 · Analyseren · 20 min

Een labo moet vier stalen van een witte stof controleren die zuiver bij 132 °C smelt. De laborant noteert het smeltgedrag:

staal	begint te smelten	volledig gesmolten
1	131,5 °C	132,5 °C
2	124 °C	130 °C
3	118 °C	128 °C
4	131,7 °C	132,4 °C

a Welke stalen zijn zuiver? Waarom?

b Welk staal is waarschijnlijk het sterkst verontreinigd? Leg uit.

c Staal 1 wordt gemengd met een wit poeder Y. Het mengsel smelt tussen 119 en 127 °C. Is Y dezelfde stof als staal 1?

d Schets de opwarmcurve (temperatuur tegenover tijd) van staal 1 en van staal 3, rond het smelten.

8.14 Debat: 'zonder chemicaliën' en '100 % natuurlijk'

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 25 min

Op een fles shampoo staat 'zonder chemicaliën', op een pak sap '100 % puur', op een zak meststof '100 % natuurlijk, dus veilig'. Bereid in groepjes een standpunt voor.

a Klopt 'zonder chemicaliën' volgens wat je in dit hoofdstuk leerde? Leg uit met het begrip stof.

b Is '100 % puur' sinaasappelsap een zuivere stof? Wat bedoelt de fabrikant wel?

c Geef een voorbeeld van een natuurlijke stof die gevaarlijk is, en van een door mensen gemaakte stof die nuttig en veilig is.

d Herschrijf één van de drie opschriften zodat het eerlijk en juist is.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Begrippen	Stof, mengsel en zuiver correct gebruikt.
Argumenten	Concrete voorbeelden, geen algemene uitspraken.
Nuance	Onderscheid tussen herkomst (natuurlijk of niet) en veiligheid (dosis, gevaar en risico, hoofdstuk 5).

8.15 Maak: kandijsuiker kweken

●●● Uitdagen | 4 | Maken | 45 min

Kandijsuiker bestaat uit grote suikerkristallen. Je maakt ze zelf: 250 g suiker in 100 mL water, verwarmd tot alles opgelost is, en dan een week laten afkoelen en rusten met een touwtje erin. Gebruik de tabel met oplosbaarheden.

a Bij welke temperatuur is 250 g suiker in 100 g water net verzadigd? Tot welke temperatuur moet je minstens verwarmen?

b Hoeveel gram suiker kan er kristalliseren als de oplossing afkoelt tot 20 °C?

c Voer uit: hang een ruw katoenen touwtje in de bokaal, dek af met een papiertje, en zet ze een week op een rustige plaats. Noteer elke dag wat je ziet.

dag	waarneming

d Waarom helpt een ruw touwtje (of een touwtje dat je vooraf in suiker rolt)? Waarom komen er na een paar dagen nog kristallen bij, ook al is de oplossing al op kamertemperatuur?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Veiligheid	Warme stroop niet boven 70 °C, pan en bokaal met ovenwanten; volwassene in de buurt.
Berekening	Temperatuur afgelezen of geïnterpoleerd; massa kristallen correct.
Uitvoering	Dagelijkse waarnemingen, beschreven zonder uitleg.
Uitleg	Kiemen op het touwtje; verdamping van water houdt de oplossing verzadigd.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan stofeigenschappen (kleur, geur, smeltpunt, kookpunt, dichtheid, oplosbaarheid, geleiding) opnoemen en onderscheiden van voorwerpeigenschappen. ▢▢▢
- Ik kan een stof herkennen door enkele stofeigenschappen te onderzoeken en te vergelijken met een tabel. ▢▢▢
- Ik kan het verschil tussen een zuivere stof en een mengsel uitleggen, ook met het deeltjesmodel. ▢▢▢
- Ik kan mengsels indelen in homogeen en heterogeen, en voorbeelden geven van oplossing, legering, suspensie, emulsie, schuim, rook en nevel. ▢▢▢
- Ik kan de woorden oplosmiddel, opgeloste stof, oplossing, verzadigd en oplosbaarheid correct gebruiken. ▢▢▢
- Ik kan een oplosbaarheidscurve lezen en voorspellen hoeveel stof er kristalliseert als een oplossing afkoelt. ▢▢▢

- Ik kan rekenen met de concentratie $c = m/V$ in g/L, in drie richtingen. ▢▢▢
- Ik kan legeringen, lucht en zeewater beschrijven als mengsels en hun samenstelling geven. ▢▢▢
- Ik kan aan een smelt-, stol- of kookcurve zien of een stof zuiver is of een mengsel. ▢▢▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 9

Mengsels scheiden

Van modderwater naar drinkwater: elke scheidingstechniek steunt op één verschil tussen stoffen

Je begint met de technieken, hun stofverschil en de namen van de onderdelen. Daarna lees je chromatogrammen en scheidingsschema's, scheid je zelf een mengsel, reken je met regenwater en test je filtermaterialen. In de uitdagingen ontwerp je de regenwaterfilter van de meetkas (opdracht 9.12, voor je Habitat-portfolio), maak je drinkwater op een eiland, volg je een PMD-zak door de sorteerinstallatie en debatteer je over regenwater of kraanwater.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 370 min

M Materie en chemie · D Ontwerpen en maken



Een drinkwaterbedrijf is een reeks scheidingstechnieken na elkaar, in het groot.

Oefenen

●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

9.1 Welk stofverschil?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Verbind elke techniek met het stofverschil waarop ze steunt.

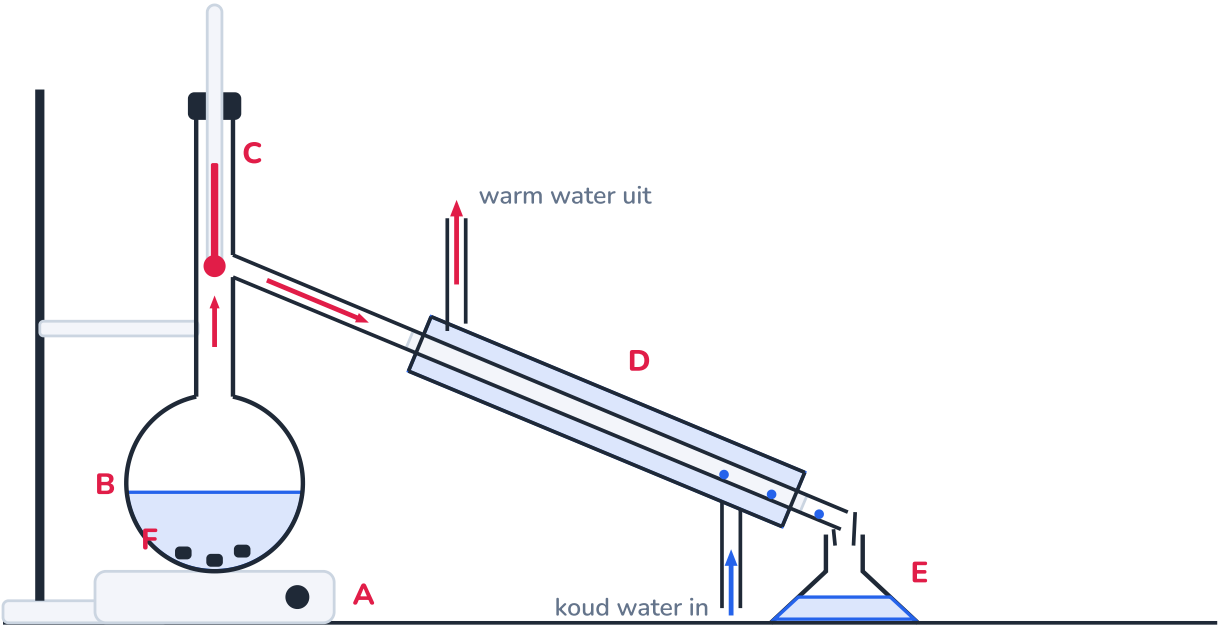
Vul in: grootte, dichtheid, kookpunt, oplosbaarheid, magnetisme of hechting aan papier.

techniek	stofverschil
(a) zeven	
(b) decanteren	
(c) filtreren	
(d) destilleren	
(e) centrifugeren	
(f) chromatografie	
(g) magnetisch scheiden	
(h) indampen	
(i) thee zetten (extraheren)	

9.2 De onderdelen benoemen

Oefenen · 1 · Begrijpen · 12 min

Twee opstellingen met letters.



Destillatieopstelling met de letters A tot F.

a Benoem A tot F in de destillatieopstelling.

letter	onderdeel
A	
B	
C	
D	
E	
F	

b Waar gaat het koelwater in, en waarom daar?

c Vul aan: wat op het filter achterblijft, is het _____ ; wat erdoor loopt, het _____ ; wat je bij destilleren opvangt, het _____ .

9.3 Welke techniek kies je?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 12 min

Kies telkens de beste techniek en noem het stofverschil.

Vul in.

je wil …	techniek	stofverschil
(a) zand uit water halen		
(b) zout uit zeewater halen		
(c) ijzervijlsel uit zand halen		
(d) olie van water scheiden		
(e) alcohol uit wijn halen		
(f) de kleurstoffen in een stiftinkt vinden		
(g) room uit melk halen		
(h) stof uit de lucht halen (stofzuiger)		
(i) drinkbaar water uit zeewater maken		

9.4 Wat gaat er mis?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Vier leerlingen maken een fout. Wat gaat er mis, en hoe doe je het beter?

a (a) Lotte filtreert zout water om het zout eruit te halen.

b (b) Bram trekt de startlijn van zijn chromatogram met een blauwe balpen, en zet de strook zo diep in het water dat de lijn onder water staat.

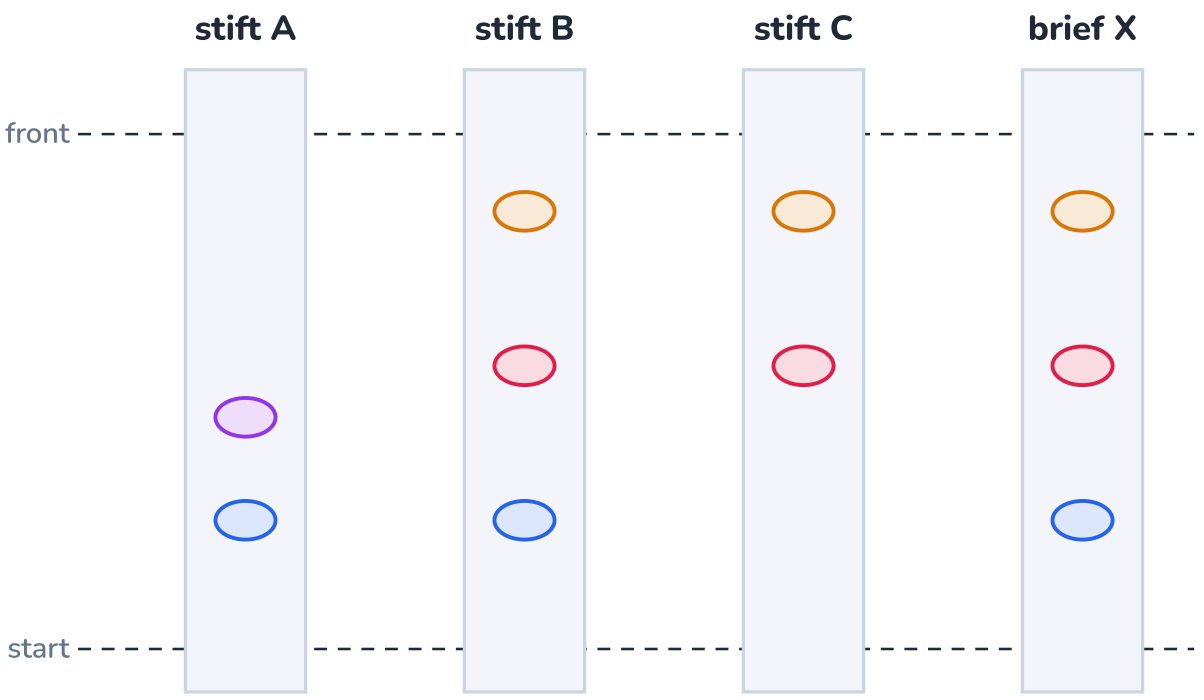
c (c) Yasmin steekt de thermometer bij het destilleren tot in de vloeistof, en laat het koelwater bovenaan binnenlopen.

d (d) Tuur sluit de opvangkolf af met een stop, zodat er geen alcohol verdampt.

9.5 Welke stift schreef de brief?

Oefenen · 2 · Analyseren · 12 min

Op een anonieme brief staat een tekst in zwarte stift. Drie leerlingen hebben elk een zwarte stift. Een leerling maakt een chromatogram van de drie stiften en van een stukje inkt van de brief.



Chromatogram: startlijn onderaan, loopfront bovenaan, op 8,0 cm van elkaar.

a Met welke stift is de brief geschreven? Leg uit.

b Welke kleurstof zit in alle stiften behalve één?

c Bereken de verhouding (afstand vlek / afstand loopfront) voor de rode vlek. De rode vlek staat op 4,4 cm.

d Is dit een bewijs dat de eigenaar van die stift de brief schreef?

Toepassen

Toepassen — meerdere stappen, in een context

9.6 Labo: zand, zout en ijzervijlsel scheiden

Toepassen · 3 · Labo · 50 min

Je krijgt 20,0 g van een mengsel van zand, keukenzout en ijzervijlsel. Scheid het volgens het scheidingsschema uit het handboek en weeg de drie stoffen achteraf.

a Schrijf voor elke stap wat je doet, welk materiaal je gebruikt en waar je op let.

b Weeg.

stof	massa (g)
ijzervijlsel	
zand (droog)	
keukenzout	
samen	

c Hoeveel procent van het mengsel heb je teruggevonden? Waar is de rest gebleven?

d Hoe zou je nagaan of je zout echt zuiver is?

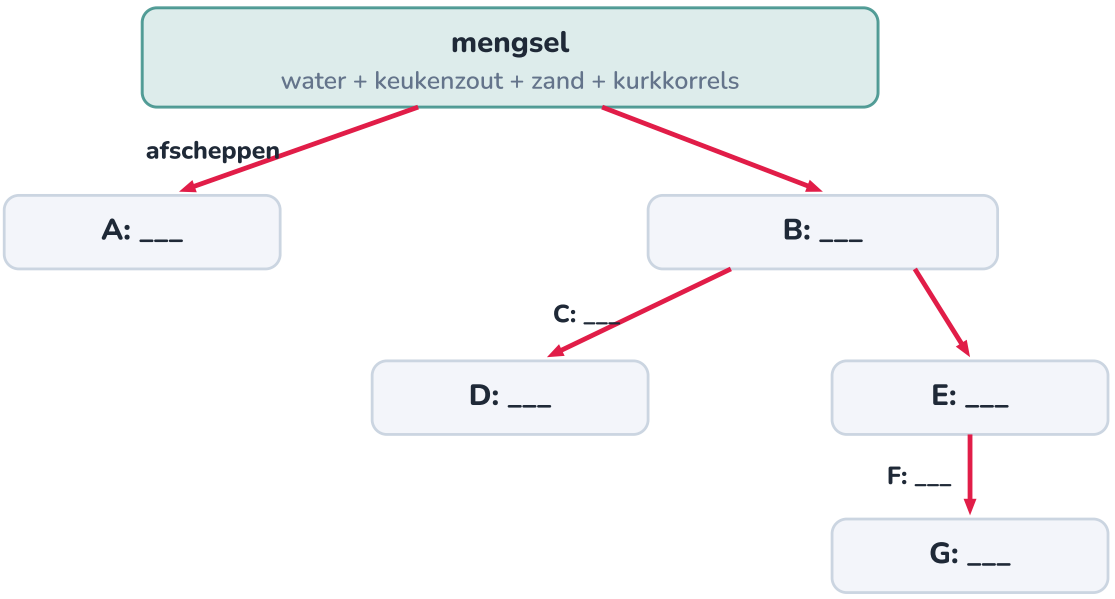
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Werkwijze	Magneet in een zakje; oplossen met weinig water; filtreren zonder over de rand; indampen tot droog.
Veiligheid	Bril bij het indampen; schaal laten afkoelen; brander nooit onbewaakt.
Metingen	Drie massa's met eenheid, zand gedroogd voor het wegen.
Besluit	Rendement berekend; verliezen concreet verklaard.

9.7 Een schema aanvullen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een mengsel van water, keukenzout, zand en kurkkorrels wordt gescheiden volgens dit schema.



Vul de letters A tot G in.

a Wat staat er op de plaats van A tot G?

letter	stof(fen) of techniek
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	

b Waarom kan je de kurk afscheppen? Welk stofverschil is dat?

c Hoe zou je het schema aanpassen als je ook het water wil terugwinnen?

9.8 Alcohol uit wijn

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

In een labo destilleert de leraar 200 mL wijn met 12 % alcohol. Ethanol kookt bij 78 °C, water bij 100 °C. De thermometer bij de zijbuis toont eerst ongeveer 90 °C en stijgt daarna langzaam tot bijna 100 °C.

a Waarom bevat het eerste destillaat veel meer alcohol dan de wijn?

b Waarom stijgt de temperatuur bij de zijbuis tijdens de destillatie?

c Hoeveel mL alcohol zit er in de 200 mL wijn? Kan je die er met één destillatie volledig en zuiver uit halen?

d Waarom gebruik je hier een elektrische verwarmingsplaat en geen brander?

9.9 Drinkwater: de stappen op volgorde

Toepassen · 2 · Begrijpen · 12 min

De stappen van een drinkwaterbedrijf zijn door elkaar geraakt: actieve kool; rooster en zeef; ontsmetten met uv; zandfilter; controle in het labo; vlokken en bezinken.

a Zet de stappen in de juiste volgorde.

b Waarom komt de zandfilter vóór de actieve kool?

c Waarom komt het ontsmetten bijna op het einde?

d Welke stap is geen scheiding? Wat doet ze dan wel?

9.10 Regenwater per maand

Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

Het dak van de meetkas is 0,72 m². 1 mm regen geeft 1 L per m². De planten verbruiken 1,8 L per dag. Het reservoir bevat maximaal 30 L. Reken voor een maand met 30 dagen.

a (a) Een natte maand: 90 mm regen. Hoeveel liter vangt het dak op? Hoeveel verbruiken de planten? Wat gebeurt er met het teveel?

b (b) Een droge maand: 20 mm. Hoeveel liter tekort is er? Hoeveel keer moet je het reservoir bijvullen als het aan het begin vol is?

c (c) Hoe groot moet het opvangdak minstens zijn om in de droge maand rond te komen?

d (d) Stel twee maatregelen voor om beter door een droge maand te komen.

9.11 Onderzoek: welk filter maakt water het helderst?

Toepassen · 3 · Onderzoeken · 50 min

Maak troebel water: 1 L water met twee eetlepels tuingrond, goed geroerd. Bouw filters uit PET-flessen waarvan je de bodem afsnijdt (hals naar beneden, met een propje watten in de hals). Vul ze met verschillende materialen: grind, zand, grind op zand, zand met een laag actieve kool, een koffiefilter. De helderheid meet je zo: giet het filtraat in een hoge maatcilinder op een wit blad met een zwart kruisje, en noteer tot welke hoogte je het kruisje nog scherp ziet.

a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Welke variabelen houd je gelijk om de proef eerlijk te maken? Noem er minstens drie.

c Meet.

filter	tijd voor 200 mL (s)	kruisje zichtbaar tot (cm)	geur, kleur

d Welk filter is het beste? Is het water nu drinkbaar? Leg uit.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Opzet	Eén variabele (het filtermateriaal); zelfde troebel water, volume, laagdikte.
Metingen	Helderheid en tijd gemeten, ook voor het ongefilterde water als referentie.
Besluit	Rangorde met afweging helderheid tegenover snelheid; drinkbaarheid correct beoordeeld.

●●● Uitdagen

Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

9.12 Habitat: de regenwaterfilter ontwerpen

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 60 min

Ontwerp de regenwaterfilter voor de meetkas. Programma van eisen: (1) er komen geen bladeren, insecten of zand in het reservoir; (2) de eerste liter van elke bui gaat niet naar het reservoir; (3) het reservoir blijft donker en dicht; (4) als het reservoir vol is, loopt het teveel naar buiten; (5) het water is proper genoeg voor een druppelslang met gaatjes van 1 mm; (6) je kan alles schoonmaken zonder gereedschap; (7) het budget is 25 euro. Dak: 0,72 m².

a Teken je ontwerp als zijaanzicht, met goot, bladvanger, first flush, filter, reservoir, overloop en pomp. Zet bij elk onderdeel welke scheidingstechniek het gebruikt.

b Hoeveel liter moet de first flush opvangen, als je 1 L per m² dak neemt? Welke buis kies je: een buis met een binnendiameter van 4 cm of van 6 cm, en hoe lang moet ze zijn? (Volume van een buis: $\pi \cdot r^2 \cdot h$.)

c Maak een materiaallijst met prijsschatting.

onderdeel	materiaal	prijs (€)

d Schrijf een onderhoudsplan: wat maak je schoon, hoe vaak?

e Portfolio: welke veiligheidsregel hoort op het reservoir, en waarom?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Ontwerp	Alle onderdelen aanwezig, in een logische volgorde (grof naar fijn), met de techniek bij elk onderdeel.
Berekening	First flush in liter, buis gekozen en lengte berekend met eenheden.
Haalbaarheid	Materialen verkrijgbaar, binnen budget, schoon te maken.
Veiligheid	Etiket 'geen drinkwater' en de reden; handen wassen na onderhoud.

9.13 Ontwerp: drinkwater op een onbewoond eiland

Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 40 min

Je strandt op een onbewoond eiland zonder zoet water. Je hebt: een doorzichtig plastic zeil, een emmer, een beker, een paar stenen, touw en een schop. Er is zeewater en veel zon. Een test met een zonnedestillator levert op een zonnige dag ongeveer 2,5 L drinkwater per m² zeil op.

a Teken hoe je met deze spullen een zonnedestillator bouwt, en duid aan waar het zeewater, de damp, het condensaat en het drinkwater zitten.

b Welke twee faseovergangen gebeuren er, en waar? Waarom is het opgevangen water niet zout?

c Een mens heeft minstens ongeveer 3 L drinkwater per dag nodig in een warm klimaat. Hoe groot moet je zeil zijn? Wat als het bewolkt is?

d Waarom mag je niet gewoon zeewater filtreren door je T-shirt om het drinkbaar te maken?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Ontwerp	Werkend principe: put of emmer met zeewater, zeil erover met een steen in het midden, beker onder het laagste punt.
Verklaring	Verdampen door de zon, condenseren tegen het koelere zeil; het zout verdampt niet.
Berekening	Oppervlakte met eenheid, en een marge voor bewolkte dagen.
Kritisch	Filtreren haalt opgeloste zouten niet weg.

9.14 De weg van een PMD-zak

Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

In een sorteercentrum wordt de inhoud van PMD-zakken (plastic flessen en flacons, metalen verpakkingen, drankkartons) automatisch gesorteerd. De installatie gebruikt: (1) een magneet; (2) een **wervelstroomscheider**, die met een snel draaiend magneetveld aluminium wegschiet (maar die beschadigd raakt door stukken ijzer); (3) een **windzifter**, die met een luchtstroom lichte, platte folies wegblaast; (4) **scanners** die met onzichtbaar licht de soort kunststof herkennen en met een luchtstoot elk stuk in het juiste bakje blazen; (5) een zeef die de zakken openscheurt en kleine stukjes en vuil laat doorvallen.

a Zet de vijf stappen in een logische volgorde en teken het scheidingsschema.

b Op welk verschil in eigenschap steunt elke stap?

c Waarom moet de magneet vóór de wervelstroomscheider staan?

d Na de scanners blijft een mengsel van snippers PET en PP over. Hoe scheid je die goedkoop? (Hoofdstuk 7.)

9.15 Debat: regenwater of kraanwater voor de meetkas?

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 25 min

Het klasbestuur twijfelt: gebruikt de meetkas regenwater van haar eigen dak (met de filter uit dit hoofdstuk), of gewoon kraanwater uit de gieter? Bereid met je groepje argumenten voor beide kanten voor.

a Geef drie argumenten voor regenwater.

b Geef drie argumenten voor kraanwater.

c Welke meting of welk experiment zou helpen om te beslissen?

d Wat is jouw keuze voor Habitat, dat op den duur zelfvoorzienend moet zijn? Motiveer in twee zinnen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Concreet en juist: kalk, kosten, energie, betrouwbaarheid, hygiëne.
Onderzoek	Een meetbare vergelijking voorgesteld (groei, geleiding, pH, bezinksel).
Standpunt	Verbindt de keuze met het doel van Habitat.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan voor elke scheidingstechniek zeggen op welk verschil in stofeigenschap ze steunt.
- Ik kan zeven, bezinken, decanteren, centrifugeren, filtreren, indampen, kristalliseren en destilleren beschrijven en de juiste kiezen voor een mengsel.
- Ik kan een filtreer- en een destillatieopstelling tekenen en de onderdelen benoemen, en de woorden residu, filtraat en destillaat correct gebruiken.
- Ik kan een papierchromatografie uitvoeren en een chromatogram lezen.

- Ik kan magnetisch scheiden, extraheren en adsorberen uitleggen met een voorbeeld.
- Ik kan een scheidingsschema lezen en zelf een scheidingsschema ontwerpen voor een mengsel van drie of vier stoffen.
- Ik kan de stappen van de drinkwaterzuivering in de juiste volgorde uitleggen, met het stofverschil bij elke stap.
- Ik kan een eenvoudige regenwaterfilter ontwerpen en uitleggen waarom gefilterd regenwater geen drinkwater is.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 10

Materialen en hun eigenschappen

Waarom een kas uit aluminium en polycarbonaat bestaat, en hoe je dat met proeven en een keuzetabel onderbouwt

Je begint met de families en de juiste woorden voor eigenschappen. Daarna test je materialen zelf, meet je doorbuiging, onderzoek je roest en warmtegeleiding en werk je met keuzetabellen en recyclagecodes. In de uitdagingen kies je de materialen van de plantentafel en de bakjes (opdracht 10.11, voor je Habitat-portfolio), debatteer je over hout of aluminium, maak je een composiet en reken je aan de energie van een blikje.

4× oefenen · 6× toepassen · 5× uitdagen · ± 386 min

M Materie en chemie · D Ontwerpen en maken · K Krachten, beweging en constructies



Vijf families, tientallen materialen. Welk ervan past bij welk onderdeel?

Oefenen

●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

10.1 Welke familie?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Deel elk voorwerp in bij een materiaalfamilie: hout, metaal, kunststof, keramiek en glas, of composiet.

Vul in.

voorwerp	materiaal	familie
(a) glazen bokaal		
(b) drankfles van PET		
(c) blikje		
(d) pollepel		
(e) koffiekop		
(f) raceframe van koolstofvezel		
(g) baksteen		
(h) elektriciteitsdraad (binnenkant)		
(i) brugpijler		
(j) kastdeur van MDF		

10.2 Het juiste woord

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Welke eigenschap wordt telkens beschreven? Kies uit: hardheid, sterkte, stijfheid, elastisch, plastisch, bros, taai, geleiding, duurzaamheid.

Vul in.

situatie	eigenschap
(a) Een diamant maakt een kras in glas.	
(b) Een elastiekje neemt na het uitrekken zijn vorm weer aan.	
(c) Een bord valt en ligt in stukken.	
(d) In kabels zit koper.	
(e) Een houten paaltje in de tuin is na tien jaar vergaan.	
(f) Een staalkabel houdt een lift van 1000 kg.	
(g) Een boekenplank buigt door onder de boeken.	
(h) Een autodeur deukt bij een botsing, maar breekt niet.	
(i) Een lepel die je plooit, blijft geplooid.	

10.3 Wie krast wie?

Oefenen · 2 · Analyseren · 12 min

Een leerling test vier onbekende materialen P, Q, R en S. Resultaten: P krast Q en S; Q krast S; R krast P, Q en S; S krast niets. De vingernagel krast S maar niet Q; de koperen munt krast Q maar niet P; het glas krast P, maar R krast het glas.

a Rangschik P, Q, R en S van zacht naar hard.

b Tussen welke waarden op de schaal van Mohs ligt elk materiaal? Gebruik de vergelijkingsvoorwerpen uit het handboek.

materiaal	hardheid tussen

c Welk materiaal zou je kiezen voor het venster van een horloge, en waarom?

10.4 Waarom dit materiaal?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Verklaar elke keuze met één of twee eigenschappen.

a (a) Een pan met een koperen bodem en een handvat van bakeliet (een kunststof).

b (b) Een elektriciteitskabel: koperdraad in een PVC-mantel.

c (c) Een spoelbak in roestvast staal.

d (d) Een veiligheidsbril met glazen van polycarbonaat.

e (e) Vloertegels van keramiek in een keuken.

10.5 Labo: zeven materialen testen

●●○ Toepassen · 3 · Labo · 50 min

Voer de proef 'Buigen, krassen en geleiden' uit het handboek uit met zeven stroken van dezelfde afmetingen.

a Voorspel eerst: welk materiaal buigt het meest, welk is het hardst, welke geleiden?

b Meet en noteer.

strook	doorbuiging (mm)	terug na loslaten?	ver buigen	kras met	led

c Rangschik de materialen van stijf naar slap. Past dat bij de families?

d Welke variabelen hield je gelijk, en waarom is dat nodig?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Veiligheid	Bril bij het buigen; niet naar het gezicht buigen.
Eerlijke proef	Zelfde afmetingen, zelfde uitsteeklengte, zelfde gewicht, zelfde manier van krassen.
Metingen	Doorbuiging in mm met een lat op ooghoogte; waarnemingen per proef.
Besluit	Rangschikking per eigenschap, en verband met de families.

10.6 Doorbuiging meten

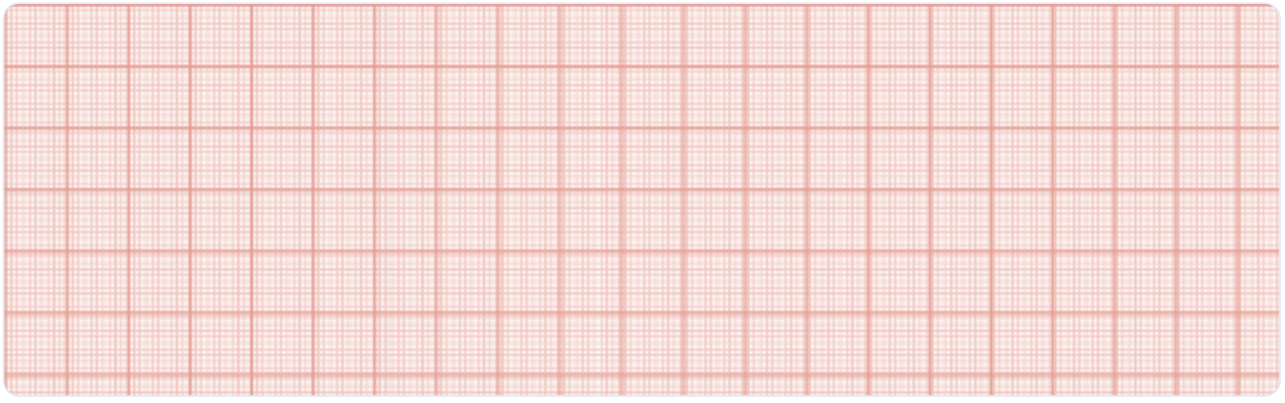
Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Twee stroken van 20 × 3 mm steken 20 cm uit. Je hangt steeds meer gewicht aan het uiteinde.

aluminium		PVC	
massa (g)	doorbuiging (mm)	massa (g)	doorbuiging (mm)
0	0,0	0	0,0
200	1,7	20	3,9
400	3,3	40	7,8
600	5,0	60	11,6
800	6,6	80	15,5

Na alle metingen hang je nog 2000 g aan de aluminium strook. Als je het gewicht wegneemt, blijft het uiteinde 3 mm lager staan dan in het begin.

a Teken voor beide stroken de grafiek van de doorbuiging tegenover de massa.



b Is de doorbuiging recht evenredig met de massa? Hoe zie je dat?

c Bereken voor elke strook de doorbuiging per 100 g. Hoeveel keer stijver is aluminium dan PVC?

d Wat toont de meting met 2000 g? Gebruik de woorden elastisch en plastisch.

10.7 Roest onderzocht

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Vijf gelijke ijzeren spijkers liggen een week in een afgesloten potje. Resultaat:

potje	omstandigheid	na een week
1	droge lucht (met droogmiddel)	blank
2	gekookt water met een laagje olie erop	bijna blank
3	kraanwater, deels ondergedompeld	roest, vooral aan het wateroppervlak
4	zout water, deels ondergedompeld	veel roest
5	zout water, maar een verzinkte spijker	blank, een wit laagje op het zink

a Wat is er nodig om ijzer te laten roesten? Welke potjes tonen dat?

b Waarom kook je het water in potje 2 en giet je er olie op?

c Wat versnelt roesten? Waar ter wereld roesten auto's het snelst, denk je?

d Welke schroeven gebruik je in de vochtige meetkas? Waarom geen gewone stalen?

10.8 Een keuzetabel voor de plantenbakjes

Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

Voor de twaalf plantenbakjes twijfel je tussen polypropeen (PP), terracotta (gebakken klei) en hout.

criterium	gewicht	PP	terracotta	hout
houdt water, lekt niet	3	5	2	2
licht	2	5	1	3

criterium	gewicht	PP	terracotta	hout
gaat lang mee in vocht	3	4	4	2
goed voor de wortels (lucht)	2	2	5	4
prijs	1	5	3	3
recycleerbaar of natuurlijk	1	3	3	5

a Bereken het totaal voor elke optie. Wat is het maximum?

b Welke optie wint? Verklaar twee scores met een eigenschap uit dit hoofdstuk.

c Een tuinier vindt 'goed voor de wortels' het belangrijkste (gewicht 3) en 'licht' onbelangrijk (gewicht 1). Verandert de winnaar?

10.9 Recyclagecodes en de kringloop

Toepassen · 2 · Begrijpen · 12 min

Gebruik de tabel met recyclagecodes en de materialenkringloop uit het handboek.

a Welke kunststof hebben: (a) een waterfles, (b) een dop, (c) een boterhamzakje, (d) een plantenbakje van de meetkas, (e) een kasplaat van polycarbonaat?

b Waarom is polycarbonaat (code 7) moeilijker te recycleren dan PET (code 1)?

c Zet in volgorde van voorkeur: verbranden, hergebruiken, storten, recycleren, minder gebruiken.

d Geef voor de meetkas een voorbeeld van hergebruiken en een voorbeeld van recycleren.

10.10 Onderzoek: welk materiaal voelt het koudst?

Toepassen · 3 · Onderzoeken · 40 min

Plaatjes van even grote afmetingen (bijvoorbeeld 10 × 10 cm, 3 mm dik) van aluminium, koper, staal, glas, hout en polycarbonaat liggen al een uur in het klaslokaal. Voel eraan: welk voelt het koudst? Leg dan op elk plaatje een even groot ijsblokje en meet hoe lang het duurt tot het gesmolten is.

a Voorspel: welk plaatje voelt het koudst, en op welk smelt het ijsblokje het snelst? Hebben de plaatjes een verschillende temperatuur?

b Meet.

plaatje	voelt (koud/lauw)	smelttijd (min)

c Verklaar je resultaten met warmtegeleiding.

d Hoe controleer je dat alle plaatjes echt even warm zijn?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Voorspelling	Met een reden.
Eerlijke proef	Even grote plaatjes en ijsblokjes, zelfde ruimte, zelfde start.
Verklaring	Metaal voert warmte snel aan (naar het ijs) en af (weg van je hand); kunststof en hout traag.
Controle	Temperatuur gemeten met een thermometer of een infraroodthermometer.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

10.11 Habitat: materialen voor de plantentafel en de bakjes

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 50 min

De twaalf bakjes met vochtige potgrond wegen samen ongeveer 43 kg (hoofdstuk 7). Ze staan op een tafel van 1,18 m × 0,58 m op 30 cm hoogte, boven het reservoir. Opties voor het tafelblad (18 mm dik): multiplex voor binnen, watervast multiplex, een plaat HDPE, en een rooster van aluminium profielen.

a Stel minstens vijf criteria op voor het tafelblad, met een gewicht en een reden.

criterium	gewicht	waarom?

b Geef elke optie een score van 1 tot 5 per criterium, met een korte reden, en bereken de totalen.

c Welke optie kies je? Verandert de keuze als je de gewichten een beetje verschuift?

d Welke materialen kies je voor de bakjes en voor de schroeven van het frame? Verwijs naar opdracht 10.7 en 10.8.

e Portfolio: vat de materiaalkeuze van de hele meetkas samen in een tabel (onderdeel, materiaal, belangrijkste reden).

onderdeel	materiaal	belangrijkste reden

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Criteria	Passend bij de taak: draagt 43 kg zonder door te buigen, vochtbestendig, licht, bewerkbaar, prijs.
Scores	Onderbouwd met eigenschappen of metingen, niet met gevoel.
Controle	Gevoeligheid voor de gewichten besproken; wat de tabel niet ziet benoemd.
Portfolio	Volledige tabel voor frame, wanden, tafel, bakjes en schroeven.

10.12 Debat: hout of aluminium voor het kasframe?

●●● Uitdagen | 3 | Argumenteren | 25 min

Een groep wil het frame van de meetkas toch in hout maken: 'Hout groeit terug, aluminium kost veel energie.' Een andere groep houdt vast aan aluminium. Bereid beide kanten voor.

a Geef drie argumenten voor hout.

b Geef drie argumenten voor aluminium.

c Welke informatie zou je nodig hebben om het echt te beslissen? Denk aan de hele levensloop.

d Formuleer een compromis of een eigen standpunt in twee zinnen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Juist en concreet: grondstof, energie, levensduur, onderhoud, recyclage, massa.
Levensloop	Denkt aan de hele kringloop, niet alleen aan de grondstof.
Standpunt	Helder, en gebaseerd op de argumenten.

10.13 Maak: een composiet uit gips

●●● Uitdagen | 4 | Maken | 60 min

Giet gipsstaafjes van 20 cm × 3 cm × 1,5 cm in een mal (bijvoorbeeld een melkpak dat je in de lengte doorsnijdt). Maak drie soorten: zonder versterking, met twee stukken touw in de lengte net boven de bodem van de mal, en met een strook jute of glasvezelmat onderaan. Laat twee dagen drogen. Leg elk staafje op twee steunen 15 cm uit elkaar en hang in het midden een emmertje waarin je voorzichtig zand giet tot het staafje breekt. Weeg het emmertje.

a Voorspel welk staafje het meeste draagt, en hoe elk staafje zal breken.

b Meet.

staafje	massa emmer bij breuk (g)	hoe brak het?

c Aan welke kant van het staafje moet de versterking zitten: boven of onder? Waarom? Test het eventueel met een staafje dat je omgekeerd legt.

d Wat is het verschil tussen de breuk van gewoon gips en van versterkt gips? Welk woord uit dit hoofdstuk past bij elk?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Maken	Drie gelijke staafjes, versterking correct geplaatst, voldoende gedroogd.
Meten	Zand langzaam toegevoegd; massa bij breuk gewogen; breuk beschreven.
Verklaring	Onderaan trek, bovenaan druk; de vezels vangen de trek op.
Veiligheid	Stofmasker bij het mengen van gipspoeder; handen wassen; het emmertje valt op een zachte ondergrond.

10.14 De energie van een blikje

●●● Uitdagen | 4 | Rekenen | 25 min

Een leeg aluminium blikje van 33 cL weegt ongeveer 13 g. Nieuw aluminium maken kost ongeveer 186 MJ per kg, gerecycleerd aluminium ongeveer 8,3 MJ per kg (1 MJ = 1 miljoen joule). Om 1 L water van 20 °C aan de kook te brengen, is ongeveer 0,33 MJ nodig.

a Hoeveel energie kost het aluminium van één blikje, nieuw en gerecycleerd?

b Hoeveel energie bespaar je per gerecycleerd blikje? Met hoeveel volle waterkokers (1 L) komt dat overeen?

c Hoeveel procent besparing is dat?

d Het aluminium frame van de meetkas weegt 3,1 kg. Hoeveel energie kostte het als nieuw aluminium, en als gerecycleerd aluminium?

e Waarom is recycleren van aluminium zo interessant, en waarom haal je toch nooit 100 % terug?

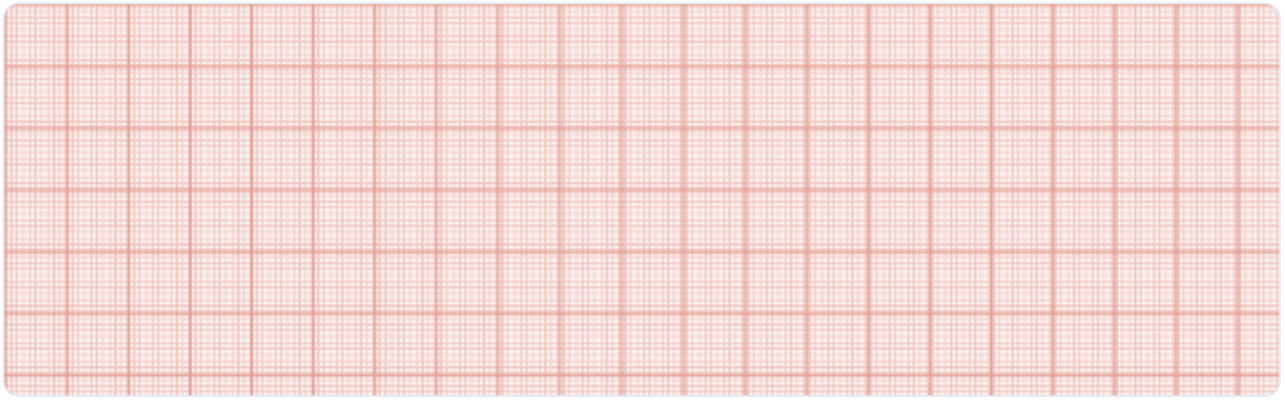
10.15 Waarom brak de Schenectady?

●●● Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

Met de kerfslagproef meet je hoeveel energie een ingekerfd staafje opneemt voor het breekt: veel energie betekent taai, weinig betekent bros. Vereenvoudigde voorbeeldwaarden voor twee soorten scheepsstaal:

temperatuur (°C)	−40	−20	0	10	20	40
staal uit 1943 (J)	5	7	12	25	55	90
modern scheepsstaal (J)	60	110	140	150	150	155

a Zet beide reeksen in één grafiek (temperatuur horizontaal).



b Bij welke temperatuur wordt het oude staal ongeveer bros (sterke daling)? En het moderne?

c Leg met de grafiek uit waarom schepen van het oude staal vooral in de winter braken.

d Waarom is 'sterk' niet genoeg als je staal kiest voor een schip, een brug of het frame van een poolstation?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan de vijf materiaalfamilies (hout, metalen, kunststoffen, keramiek en glas, composieten) herkennen en er typische eigenschappen van geven. ▢ ▢ ▢
- Ik kan hardheid, sterkte, stijfheid, taaiheid, elasticiteit, geleiding en duurzaamheid uitleggen en van elkaar onderscheiden. ▢ ▢ ▢
- Ik kan eenvoudige materiaalproeven eerlijk uitvoeren: buigen, krassen en geleiden. ▢ ▢ ▢
- Ik kan de hardheidsschaal van Mohs gebruiken om materialen te rangschikken. ▢ ▢ ▢
- Ik kan uitleggen waarom composieten en legeringen gemaakt worden, met gewapend beton als voorbeeld. ▢ ▢ ▢
- Ik kan een gewogen keuzetabel opstellen, invullen en kritisch bekijken. ▢ ▢ ▢
- Ik kan de materialenkringloop beschrijven, van grondstof tot recyclage, en uitleggen waarom recycleren van aluminium zoveel energie bespaart. ▢ ▢ ▢
- Ik kan de materiaalkeuze voor het frame en de wanden van de meetkas onderbouwen. ▢ ▢ ▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 11

Krachten

Duwen, trekken, wegen en glijden: hoe je een kracht herkent, tekent en meet

Je begint met krachten herkennen, pijlen tekenen en omrekenen tussen massa en zwaartekracht. Daarna meet je zelf: een veerconstante bepalen, een eigen krachtmeter maken, wrijving onderzoeken. In de uitdagingen combineer je alles: opdracht 11.13 beslist of het tafelblad van de meetkas de plantenbakken aankan (bewaar ze in je Habitat-portfolio), en je rekent met veren, weegschalen op reis en een eigen onderzoek naar wrijving.

6× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 349 min

K Krachten, beweging en constructies · W Wiskundig modelleren · O Onderzoeken en meten



Hoe hard duwt een volle plantenbak op de tafel? Een krachtmeter geeft het antwoord in newton.

Oefenen

Oefenen

één stap, direct toepassen

11.1 Wie duwt of trekt op wie?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Beschrijf elke kracht: wie oefent ze uit, op wie werkt ze, is het een duw of een trek, en is het een contactkracht of een kracht op afstand?

Vul in.

situatie	wie?	op wie?	duw of trek	contact of op afstand
(a) Een hond trekt aan zijn leiband.				
(b) Een blad valt van een boom.				
(c) Een koelkastmagneet houdt een foto tegen de deur.				
(d) Een bulldozer schuift zand weg.				
(e) Een trampoline gooit een kind omhoog.				
(f) Een parachute remt een parachutist af.				

11.2 Wat doet de kracht?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Kies telkens wat de kracht vooral doet: vervormen, versnellen, afremmen, van richting doen veranderen of doen draaien. Soms zijn er twee antwoorden.

a (a) Je knijpt in een stressbal.

b (b) Een doelman houdt een bal tegen.

c (c) Je draait een fles open.

d (d) Een tennisbal wordt door een racket teruggeslagen.

e (e) De ketting van een fiets trekt aan het achterwiel.

f (f) Een auto neemt een bocht aan constante snelheid.

11.3 Wie heeft gelijk?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Vier leerlingen praten over de meetkoffer van 12 kg die naar de maan gaat. Ali: 'Op de maan is de koffer lichter, want hij weegt minder.' Bo: 'Zijn massa blijft 12 kg.' Cas: 'De zwaartekracht op de koffer is op de maan ongeveer zes keer kleiner.' Dina: 'Op de maan is er geen lucht, dus ook geen zwaartekracht.'

a Wie zegt iets wat helemaal juist is?

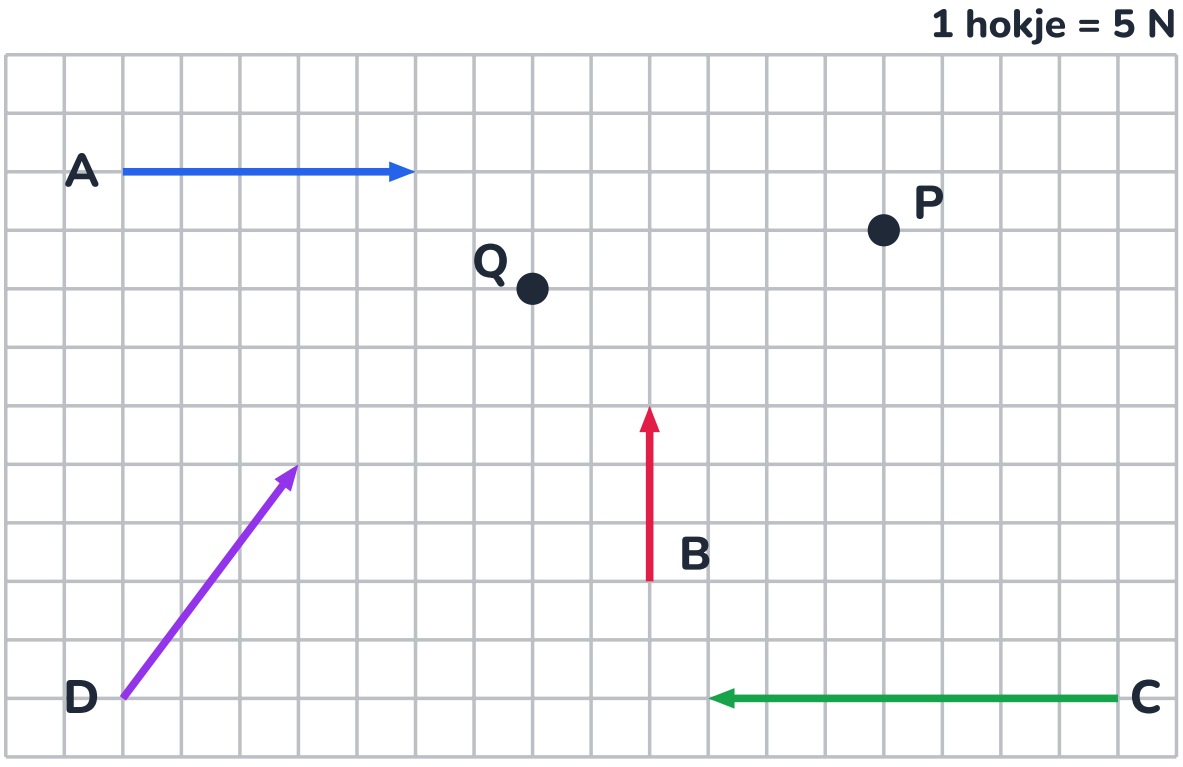
b Verbeter de uitspraak van Ali zodat ze natuurkundig klopt.

c Wat is er fout aan de uitspraak van Dina? Geef een waarneming die het tegendeel bewijst.

11.4 Pijlen op ruitjes

Oefenen · 2 · Tekenen · 12 min

In de figuur is één hokje 5 N.



Vier krachtpijlen en twee punten P en Q.

a Hoe groot zijn de krachten A, B en C? Geef ook hun richting en zin.

b Pijl D staat schuin. Hoe bepaal je zijn grootte? Hoe groot is hij?

c Teken in de figuur vanuit P een kracht van 20 N verticaal naar beneden, en vanuit Q een kracht van 40 N horizontaal naar links.

11.5 Van massa naar zwaartekracht en terug

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Gebruik $g = 9{,}81\ \mathrm{N/kg}$ op aarde. Zet grammen eerst om naar kilogram.

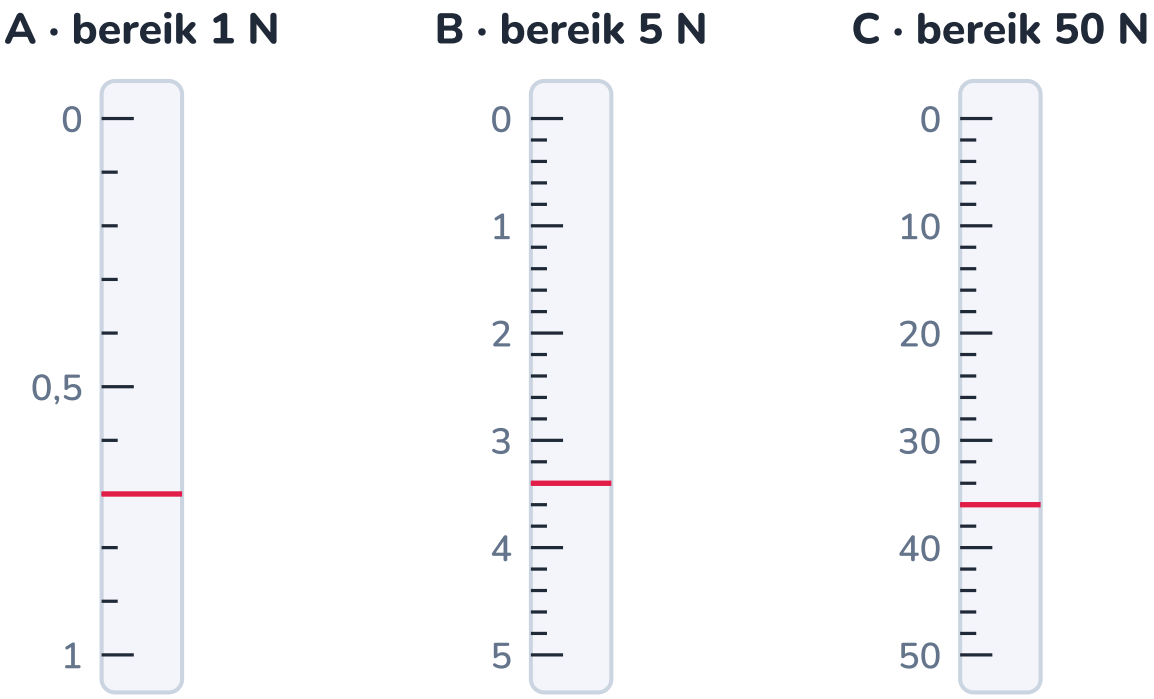
Vul in.

	massa	zwaartekracht op aarde	berekening
(a) smartphone	180 g		
(b) zak aardappelen	2,5 kg		
(c) volwassene	75 kg		
(d) doos		49 N	
(e) meetkas met water en grond		785 N	

11.6 Drie krachtmeters

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Drie krachtmeters hangen naast elkaar, elk met een ander bereik. De rode streep is de wijzer.



Krachtmeter A (1 N), B (5 N) en C (50 N).

a Wat wijst elke krachtmeter aan? Hoe groot is een klein streepje bij elke meter?

b Welke meter kies je om de zwaartekracht te meten op (a) een brief van 20 g, (b) een appel van 250 g, (c) een zak van 3,0 kg? Leg uit.

c Waarom meet je een brief niet met meter C?

11.7 Een robot op de maan en op Mars

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Een verkenningsrobotje van Habitat heeft een massa van 25 kg. Gebruik: aarde $9{,}81\ \mathrm{N/kg}$, maan $1{,}62\ \mathrm{N/kg}$, Mars $3{,}71\ \mathrm{N/kg}$.

a Bereken de zwaartekracht op de robot op aarde, op de maan en op Mars.

b Op welk hemellichaam is de zwaartekracht op de robot ongeveer even groot als die op een doos van 10 kg op aarde?

c De robot heeft een grijparm die hoogstens 30 N kan tillen. Hoeveel massa kan hij optillen op aarde, en hoeveel op Mars?

d Een leerling zegt: 'Op Mars heeft de robot minder massa, dus rijdt hij sneller weg.' Wat is er fout?

11.8 Labo: de veerconstante van een veer

●●○ Toepassen · 3 · Labo · 45 min

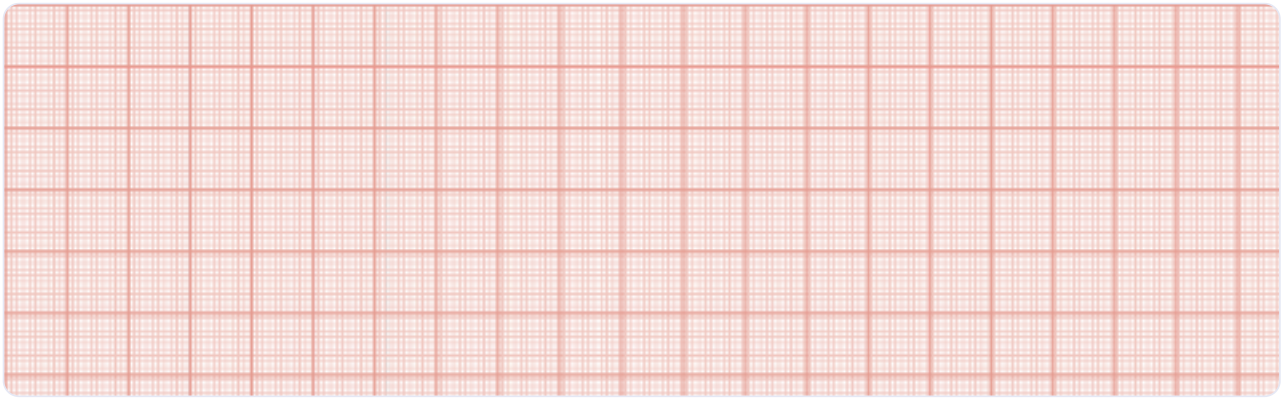
Bepaal de veerconstante van een schroefveer uit het labo, zoals in de proef 'Een veer uitrekken'. Blijf ruim onder de elasticiteitsgrens: begin klein en kijk na elke meting of de veer terugkomt.

a Maak een schets van je opstelling en zeg hoe je de lengte afleest zonder parallax.

b Meet bij minstens zes verschillende massa's.

m (g)	F (N)	l (cm)	Δl (cm)	F / Δl (N/cm)

c Zet de uitrekking horizontaal en de kracht verticaal in een grafiek. Teken de best passende rechte.



d Bepaal de veerconstante uit de helling, in N/cm en in N/m.

e Voorspel de lengte van de veer met een massa die je nog niet gebruikt hebt, en controleer met een meting.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Opstelling	Meetlat verticaal naast de veer, aflezen op ooghoogte, beginlengte gemeten.
Metingen	Minstens zes metingen, kracht correct berekend, uitrekking = lengte – beginlengte.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, rechte door de oorsprong, punten nauwkeurig.
Besluit	Veerconstante met eenheid, voorspelling gecontroleerd en verschil besproken.

11.9 Een veer in cijfers

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Een leerling meet de lengte van een veer met verschillende massa's eraan.

massa (g)	0	100	200	300	400	500
lengte (cm)	5,0	7,4	9,9	12,4	14,8	19,0

a Bereken voor elke meting de kracht en de uitrekking.

m (g)	F (N)	Δl (cm)

b Teken de grafiek met de uitrekking horizontaal en de kracht verticaal.

c Welke meting past niet? Wat is er met de veer gebeurd?

d Bepaal de veerconstante uit de metingen die wel passen.

e Hoe lang is de veer met 250 g? Heet dat interpoleren of extrapoleren?

11.10 Maak: je eigen krachtmeter

Toepassen · 3 · Maken · 50 min

Bouw een krachtmeter met een elastiekje of een veertje in een kartonnen koker of tegen een latje, met een paperclip als haak en een wijzer (bijvoorbeeld een speld door de paperclip). IJk hem met gekende massa's: 51 g geeft 0,50 N.

a Maak een schets van je ontwerp met de onderdelen: ophanging, veer of elastiek, wijzer, schaal, haak.

b IJk je meter: zet een streepje bij 0; 0,5; 1,0; 1,5 N enzovoort. Liggen de streepjes op gelijke afstanden?

c Meet drie voorwerpen met je eigen meter en met een echte krachtmeter. Hoe groot is het verschil?

voorwerp	eigen meter (N)	echte meter (N)	verschil

d Wat zou je verbeteren aan je ontwerp?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Ontwerp	Alle onderdelen aanwezig; de veer of het elastiek kan vrij bewegen zonder te schuren.
IJking	Minstens vijf streepjes met gekende massa's, nulpunt gecontroleerd.
Controle	Vergelijking met een echte krachtmeter, verschil in procent of in newton.
Reflectie	Uitleg waarom de streepjes wel of niet op gelijke afstanden liggen.

11.11 Wrijving: vriend of vijand?

Toepassen · 2 · Begrijpen · 12 min

Is de wrijving hier nuttig of hinderlijk? Moet ze groter of kleiner, en hoe doe je dat?

a (a) Een fietsketting piept en slijt snel.

b (b) Op een ijzige stoep glijden voetgangers uit.

c (c) De plantenbakjes schuiven over het tafelblad als je de meetkas verplaatst.

d (d) Een schaatser wil zo ver mogelijk uitglijden.

e (e) Een zware kast moet naar de andere kant van de kamer.

11.12 Wrijvingsmetingen lezen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een groep trekt een blok van 400 g met een constante snelheid over verschillende ondergronden.

meting	ondergrond	blok ligt op	extra massa	kracht bij glijden (N)
1	tafel	grote zijde	geen	1,2

meting	ondergrond	blok ligt op	extra massa	kracht bij glijden (N)
2	tafel	smalle zijde	geen	1,2
3	tafel	grote zijde	400 g	2,4
4	schuurpapier	grote zijde	geen	2,7
5	tafel met zeepsop	grote zijde	geen	0,5
6	vier ronde potloden	grote zijde	geen	0,1

a Waarom moet het blok met een constante snelheid bewegen tijdens de meting?

b Welke twee metingen vergelijk je om te weten of het contactvlak telt? Wat besluit je?

c Wat gebeurt er met de wrijving als het blok twee keer zo zwaar is?

d Rangschik smeren, rollen en ruwer maken naar hun effect op de wrijving.

e Waarom kan je meting 4 en meting 3 niet vergelijken om het effect van schuurpapier te kennen?

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

11.13 Habitat: mag de volle plantenbak op deze plank?

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 45 min

Het tafelblad van de meetkas (watervast multiplex, 18 mm) rust op twee steunen; de vrije overspanning is 1,10 m. In het programma van eisen staat: *de plantenbakken moeten vlak blijven staan, zodat het water gelijk verdeeld wordt; het tafelblad mag in het midden hoogstens 3,0 mm doorbuigen.* Voor je de bakken erop zet, doe je een proefbelasting: je legt zakjes zand gelijk verdeeld over het blad en meet de doorbuiging in het midden.

belasting (N)	0	100	200	300	400
doorbuiging (mm)	0	0,8	1,5	2,3	3,1

Na elke meting haal je het zand weg: het blad komt telkens terug op 0.



Zakjes zand gelijk verdeeld over het tafelblad; de meetlat staat onder het midden.

a Hoeveel newton duwen de twaalf volle bakken (elk 4,0 kg) samen op het tafelblad?

b Teken de grafiek van de doorbuiging tegenover de belasting. Is het verband recht evenredig? Waarom mag je dat hier verwachten?

c Voorspel de doorbuiging met de twaalf bakken erop. Is het verantwoord om zo ver door te trekken?

d Voldoet het tafelblad aan de eis? Stel twee verbeteringen voor.

e Portfolio: noteer de kracht van de bakken, de voorspelde doorbuiging en je beslissing.

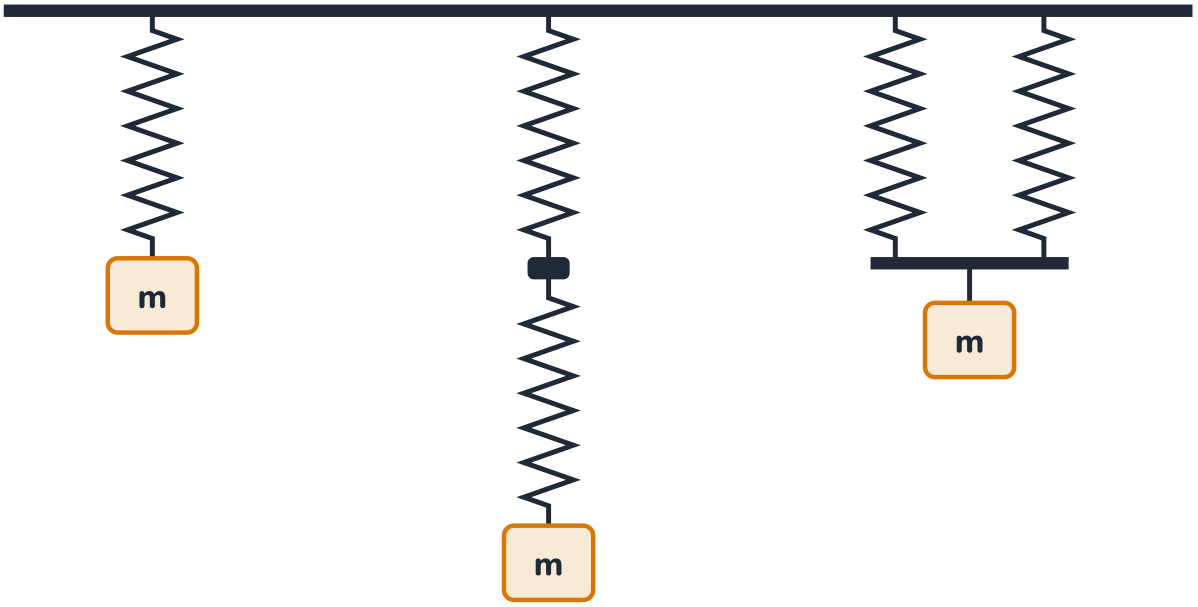
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Kracht	Massa omgerekend naar newton met g = 9,81 N/kg, voor alle twaalf bakken.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, rechte door de oorsprong, evenredigheid verklaard (elastisch, zoals een veer).
Voorspelling	Doorbuiging per 100 N correct gebruikt; extrapolatie kritisch besproken.
Beslissing	Vergelijking met de eis en twee haalbare verbeteringen.

11.14 Twee veren

●●● Uitdagen · 4 · Rekenen · 20 min

Je hebt twee gelijke veren, elk met $k = 20\,\mathrm{N/m}$, en een massa van 200 g. Je hangt de massa op drie manieren op.



(a) één veer, (b) twee veren onder elkaar, (c) twee veren naast elkaar met een lichte staaf.

a Bereken de uitrekking in opstelling (a).

b In opstelling (b) trekt de massa aan de onderste veer, en die onderste veer trekt aan de bovenste. Hoeveel kracht werkt er op elke veer? Hoe groot is de totale uitrekking?

c In opstelling (c) dragen de twee veren de massa samen. Hoe groot is de uitrekking?

d Welke opstelling gedraagt zich als één stijvere veer, en welke als één slappere? Geef de veerconstante van elk geheel.

e Een auto rust op vier veren, één bij elk wiel. Staan die 'onder elkaar' of 'naast elkaar'?

11.15 Onderzoek: telt het contactvlak mee?

Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 45 min

Veel mensen denken dat een breed voorwerp meer wrijving heeft dan een smal. Jij onderzoekt het, niet alleen met een houten blok, maar ook met een ander materiaal (bijvoorbeeld een baksteen, een rubberen gum of een pak papier).

a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Welke variabele verander je, welke meet je, en welke hou je gelijk? Noem er minstens drie die je gelijk houdt.

c Hoe zorg je dat je meting betrouwbaar is? Denk aan herhalen en aan de snelheid.

d Voer het onderzoek uit.

voorwerp	zijde	meting 1 (N)	meting 2 (N)	meting 3 (N)	gemiddelde (N)

e Formuleer een besluit. Geldt het voor alle materialen die je testte?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Toetsbaar, met een voorspelling en een reden.
Variabelen	Alleen de zijde verandert; zelfde voorwerp, ondergrond, snelheid, krachtmeter horizontaal.
Betrouwbaarheid	Minstens drie herhalingen per situatie, gemiddelde berekend, constante lage snelheid.
Besluit	Gesteund door de metingen; uitzonderingen benoemd en verklaard.

11.16 Een weegschaal op reis

●●● Uitdagen · 4 · Rekenen · 20 min

Een personenweegschaal meet de kracht waarmee je op haar duwt en rekent die om naar kilogram met $g = 9{,}81\,\mathrm{N/kg}$. Mila heeft een massa van 45 kg. Gebruik: maan $1{,}62$, Mars $3{,}71$, Jupiter $24{,}8\,\mathrm{N/kg}$, aan de evenaar $9{,}78\,\mathrm{N/kg}$.

a Met welke kracht duwt Mila in België op de weegschaal, en wat toont die?

b Wat zou de weegschaal tonen op de maan, op Mars en op Jupiter (als ze daar kon staan)?

c Mila reist naar een land aan de evenaar. Wat toont dezelfde weegschaal daar? Merk je dat?

d Welk toestel toont overal 45 kg? Leg uit waarom.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan een kracht beschrijven als een duw of een trek tussen twee voorwerpen, en contactkrachten onderscheiden van krachten op afstand.
- Ik kan herkennen wat een kracht doet: vervormen, versnellen, afremmen, van richting doen veranderen of doen draaien.
- Ik kan een kracht tekenen als een pijl met de juiste grootte (op schaal), richting en aangrijpingspunt, en een krachtpijl aflezen.
- Ik kan een krachtmeter kiezen, op nul zetten en correct aflezen.
- Ik kan de zwaartekracht berekenen met $F_z = m \cdot g$, op aarde en op andere hemellichamen.
- Ik kan massa, zwaartekracht en gewicht van elkaar onderscheiden.
- Ik kan de wet van Hooke gebruiken: de uitrekking van een veer is recht evenredig met de kracht, tot aan de elasticiteitsgrens.
- Ik kan uitleggen waar wrijving vandaan komt, wanneer ze nuttig of hinderlijk is, en hoe je ze groter of kleiner maakt.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 12

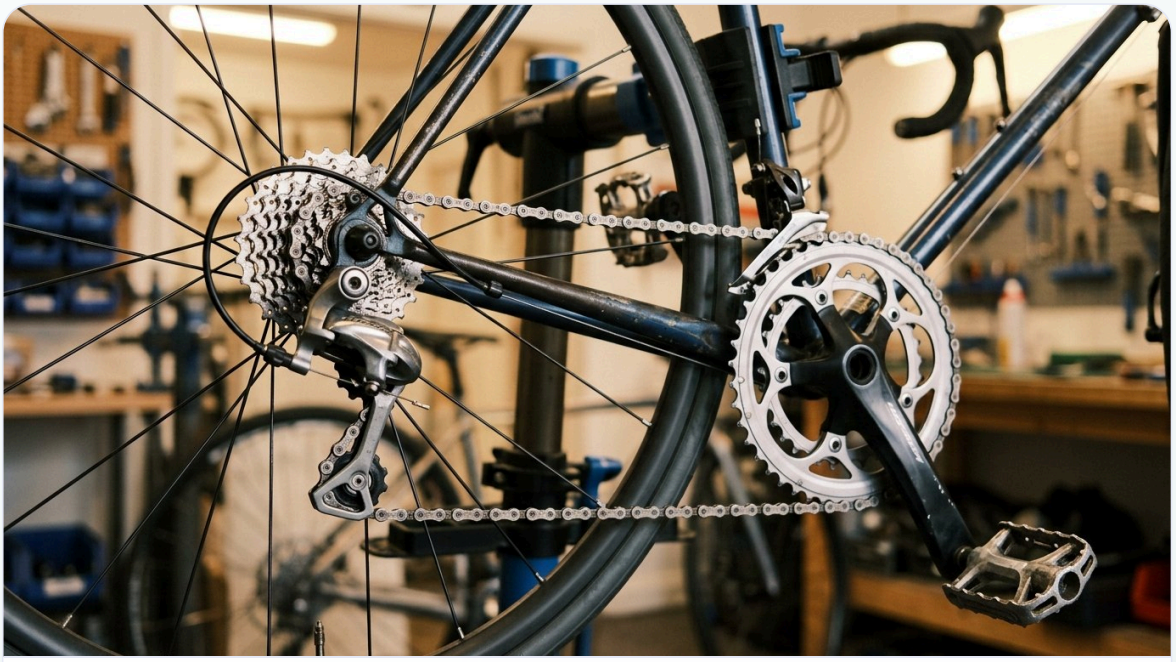
Hefbomen en mechanismen

Hoe een plank, een touw of een tandwiel een kleine kracht groot maakt, en wat je daarvoor inlevert

Je begint met hefbomen herkennen en de hefboomwet invullen, tandwielen laten draaien en touwdelen tellen. Daarna reken en meet je in echte situaties: een kruiwagen, een wip met drie kinderen, de versnellingen van een fiets, je eigen biceps. In de uitdagingen ontwerp je een automatische opener voor het dakraam van de meetkas (opdracht 12.12, voor je Habitat-portfolio), een sjadoef en een klemhendel, en bouw je een takel of een tandwielkast.

5× oefenen · 6× toepassen · 5× uitdagen · ± 366 min

K Krachten, beweging en constructies · W Wiskundig modelleren · D Ontwerpen en maken



Trapper, kettingblad, ketting, tandwielen, derailleur: een fiets is een verzameling mechanismen.

Oefenen

●○○ Oefenen — één stap, direct toepassen

12.1 Draaipunt, kracht en last

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 15 min

Neem het gereedschap in je hand of kijk naar de foto. Duid bij elk het draaipunt, de kracht en de last aan, en zeg welke soort hefboom het is.



Acht stukken gereedschap, acht hefbomen.

Vul in.

gereedschap	draaipunt	kracht (waar duw je?)	last	soort
(a) schaar				
(b) notenkraker				
(c) pincet				
(d) flesopener				
(e) combinatietang				
(f) keukentang				

12.2 De hefboomwet invullen

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Bereken de ontbrekende waarde met $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$. Schrijf je berekening op.

Vul in.

	F_1	a_1	F_2	a_2	berekening
(a)		1,2 m	600 N	0,20 m	
(b)	50 N		400 N	0,15 m	
(c)	80 N	0,90 m		0,30 m	
(d)	25 N	20 cm	100 N		

12.3 Hefbomen in je lichaam

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Gebruik de tabel en de figuur uit het handboek.

a Waarom zijn de meeste hefbomen in je lichaam van de derde soort, ook al kost dat kracht?

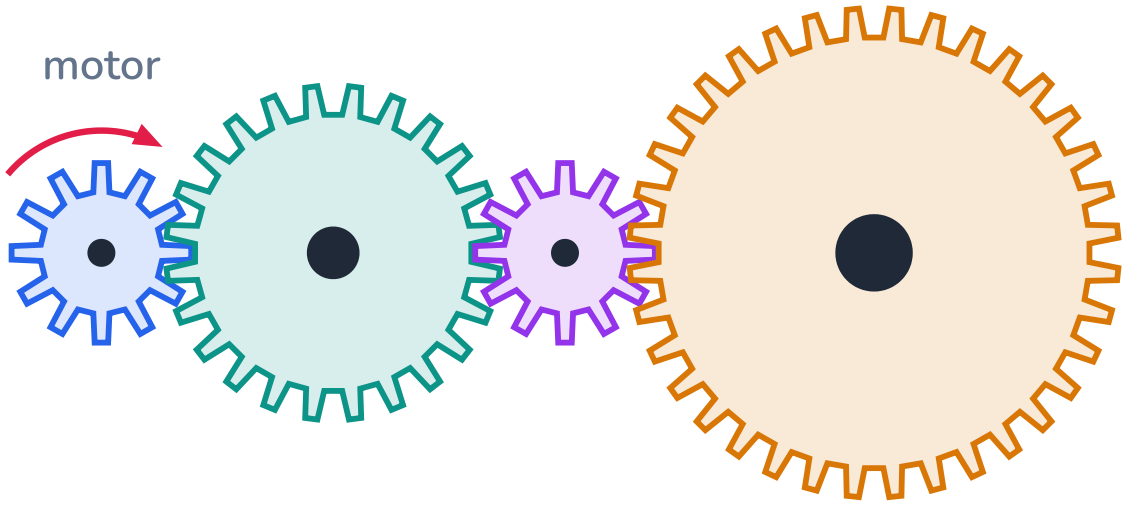
b Een harde noot kraak je met je kiezen, niet met je voortanden. Leg uit met de hefboomwet.

c Waarom kan je op je tenen staan met een kuitspier die minder hard trekt dan je gewicht?

12.4 Tandwielen in een rij

Oefenen · 2 · Tekenen · 12 min

Een motor drijft tandwiel A aan. De motor draait 90 omw/min met de klok mee.



Vier tandwielen A, B, C en D die in elkaar grijpen.

a Teken bij elk tandwiel een pijltje voor de draairichting.

b Bereken hoe snel B, C en D draaien.

c Welke tandwielen zou je kunnen weglaten zonder dat de snelheid van D verandert? Wat verandert er dan wel?

12.5 Touwdelen tellen

Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

Een zak potgrond van 30 kg moet 1,0 m omhoog. Wrijving laten we weg. Gebruik de figuur met katrollen uit het handboek.

a Bereken de trekkracht en hoeveel touw je binnenhaalt.

opstelling	dragende touwdelen	trekkracht (N)	touw (m)
vaste katrol			
losse katrol			
takel uit het handboek			
takel met 6 touwdelen			

b Waarom gebruik je soms toch een vaste katrol, ook al win je er geen kracht mee?

●●○ Toepassen — Toepassen

meerdere stappen, in een context

12.6 De kruiwagen met potgrond

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Je rijdt potgrond naar de meetkas. De kruiwagen met lading heeft samen een massa van 72 kg. Het zwaartepunt van de lading ligt 45 cm van de as van het wiel, je handen houden de handvatten vast op 1,35 m van de as.

a Welke soort hefboom is een kruiwagen? Duid draaipunt, kracht en last aan.

b Met welke kracht moet je de handvatten optillen?

c Vergelijk met de kracht om alles rechtstreeks op te tillen. Wie draagt de rest?

d Waar leg je zware zakken het best in de kruiwagen: vooraan bij het wiel of achteraan bij de handvatten? Leg uit.

12.7 Labo: de hefboomwet onderzoeken

Toepassen · 3 · Labo · 45 min

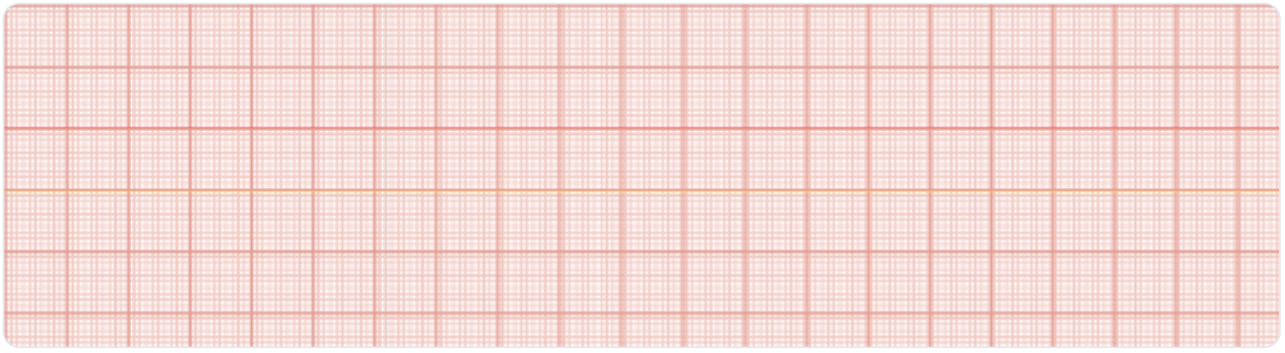
Voer de proef 'Wanneer is een hefboom in evenwicht?' zelf uit, met een hefboomlat, gewichtjes en een krachtmeter.

a Voorspel: als je de krachtmeter twee keer zo ver van het draaipunt zet, wat wijst hij dan aan?

b Meet minstens vijf combinaties.

F_1 (N)	a_1 (cm)	F_2 (N)	a_2 (cm)	$F_1 \cdot a_1$	$F_2 \cdot a_2$

c Houd F_1 en a_1 vast en meet F_2 bij vijf verschillende a_2. Zet F_2 uit tegenover a_2. Is dat een rechte?



d Formuleer je besluit in één zin. Waar komen de kleine verschillen vandaan?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Voorspelling	Met een reden (hefboomwet of eigen redenering).
Metingen	Krachtmeter op nul gezet in de stand waarin je meet; armen gemeten vanaf het draaipunt; lat horizontaal bij het aflezen.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid; herkent een dalende kromme (geen rechte): omgekeerd evenredig.
Besluit	$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$ binnen de meetnauwkeurigheid; foutenbronnen benoemd.

12.8 Drie kinderen op de wip

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Anna (40 kg) zit op 1,50 m van het draaipunt. Aan de andere kant zit Bram (25 kg) op 1,60 m. Cas (20 kg) wil bij Bram komen zitten.

a Kantelt de wip naar Anna of naar Bram als Cas er nog niet is? Leg uit met de hefboomwet.

b Op welke afstand van het draaipunt moet Cas zitten om evenwicht te krijgen?

c Cas wil liever helemaal achteraan zitten, op 1,60 m. Wat moet Anna dan doen?

12.9 De versnellingen van een koersfiets

Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

Een koersfiets heeft vooraan kettingbladen van 50 en 34 tanden en achteraan tandwielen van 11 tot 28 tanden. Het achterwiel heeft een omtrek van 2,10 m.

a Vul de tabel in.

voor	achter	wielomwentelingen per trapomwenteling	afstand per trapomwenteling (m)
50	11		
50	28		
34	11		
34	28		

b Welke combinatie gebruik je om een steile helling op te fietsen, en welke voor een afdaling met de wind in de rug? Waarom?

c Hoe snel rijd je in de snelste en in de traagste combinatie, als je 80 keer per minuut rondtrapt? Geef je antwoord in km/h.

12.10 Riem of ketting?

Toepassen · 3 · Begrijpen · 15 min

De ventilator van een kas wordt aangedreven door een elektromotor die 1500 omw/min draait. Op de motoras zit een riemschijf van 4,0 cm diameter; op de as van de ventilator een schijf van 12 cm.

a Hoe snel draait de ventilator? Draait hij in dezelfde zin als de motor?

b Hoe laat je de ventilator de andere kant op draaien zonder de motor te veranderen?

c Een klasgenoot wil de riem vervangen door een ketting 'omdat die sterker is'. Geef een argument voor en twee argumenten tegen.

12.11 Je biceps, opnieuw

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Je houdt een fles water van 2,0 kg in je hand, onderarm horizontaal. De fles zit op 30 cm van de elleboog, de biceps hecht aan op 4,0 cm. Je onderarm met hand heeft zelf een massa van 1,5 kg, met het zwaartepunt op 14 cm van de elleboog.

a Hoe hard moet de biceps trekken voor de fles alleen?

b Hoeveel extra kracht is nodig voor de onderarm zelf? Hoe groot is de totale spierkracht?

c Je biceps wordt 1,0 cm korter. Hoe ver stijgt je hand?

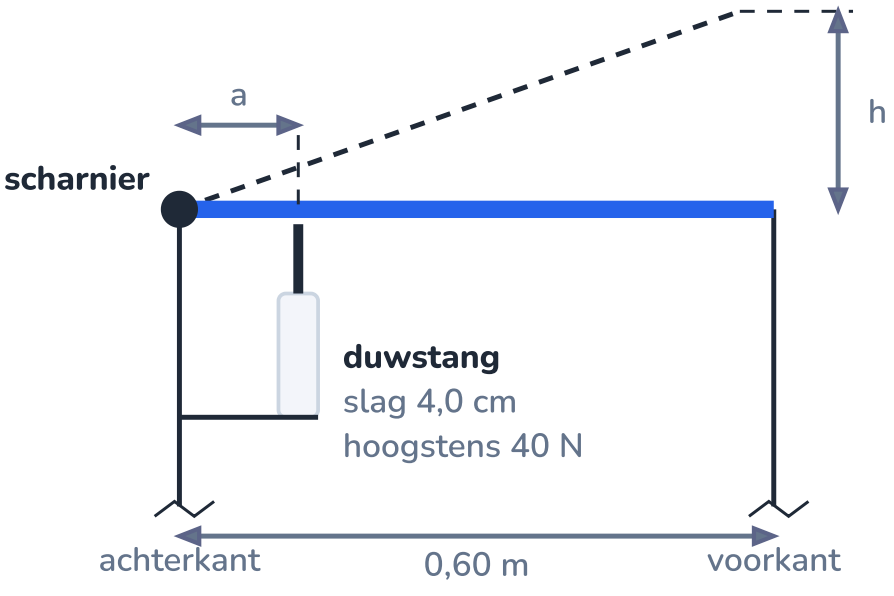
Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

12.12 Habitat: het dakraam automatisch openen

Uitdagen · 4 · Habitat · 40 min

In hoofdstuk 25 laat je de meetkas zelf beslissen wanneer het dakraam opengaat. Je denkt nu al na over het mechanisme. Een kleine elektrische **duwstang** (een lineaire actuator op 12 V) staat verticaal in de kas en duwt van onderen tegen het dakraam, op afstand a van het scharnier. De stang kan hoogstens 40 N duwen en schuift hoogstens 4,0 cm uit (de **slag**). Het dakraam (1,2 kg, zwaartepunt in het midden, 0,60 m diep) moet aan de voorrand minstens 15 cm opengaan.



De duwstang staat op afstand a van het scharnier; h is de opening aan de voorrand.

a Hoe groot moet a minstens zijn zodat de duwstang het raam kan openen?

b Hoe groot mag a hoogstens zijn zodat 4,0 cm slag nog 15 cm opening geeft?

c Kies een waarde voor a met wat reserve aan beide kanten. Bereken voor jouw keuze de kracht en de opening.

d Bij stroomuitval op een hete dag moet je het raam met de hand kunnen openen. Hoe los je dat op, en welke kracht heb je dan nodig aan de voorrand?

e Portfolio: noteer je keuze voor a met de twee voorwaarden die ze bepalen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

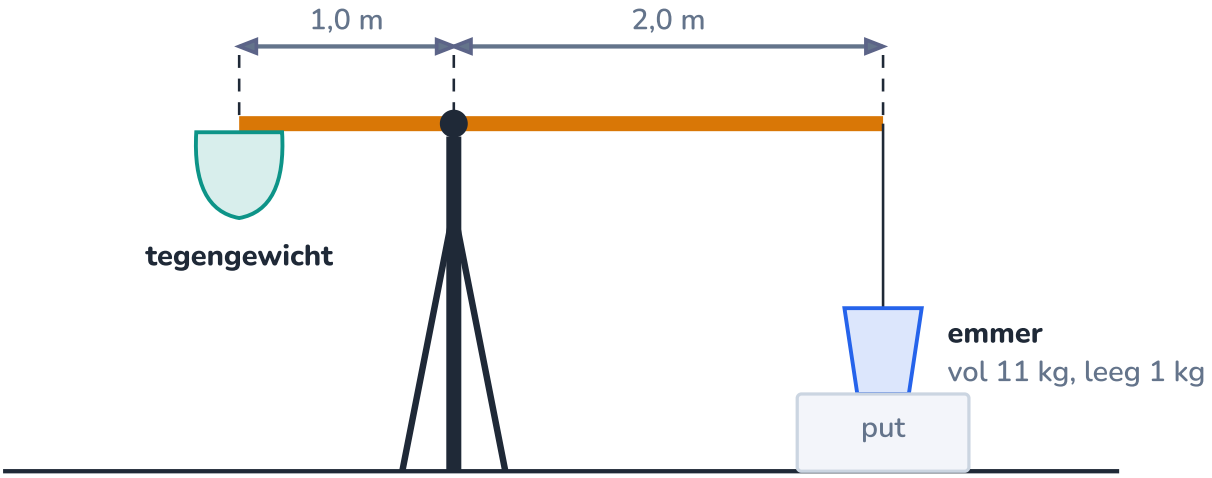
Kracht	Hefboomwet correct toegepast: a ≥ 11,8 × 0,30 / 40 ≈ 9 cm.
Afstand	Verhouding van de afstanden correct: a ≤ 0,60 × 4,0 / 15 = 16 cm.
Keuze	Een waarde tussen beide grenzen, met controle van kracht en opening.
Noodopening	Handmatige oplossing met de kracht aan de voorrand (5,9 N) en een manier om het raam open te zetten.

12.13 Ontwerp: een sjadoef voor het regenwater

●●● Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 40 min

Je wil regenwater uit een diepe regenput naar de meetkas scheppen met een sjadoef. De paal kantelt op een draaipunt; de emmer hangt 2,0 m van het draaipunt, het tegengewicht 1,0 m aan de andere kant. De

emmer weegt vol 11 kg en leeg 1 kg. De paal zelf is in evenwicht op zijn draaipunt.



Een sjadoef met de afmetingen uit de opdracht.

a Welk tegengewicht houdt de volle emmer precies in evenwicht?

b Met dat tegengewicht: hoe hard moet je trekken om de lege emmer omlaag in de put te krijgen?

c Zoek een tegengewicht waarbij je even hard moet trekken om de lege emmer te laten zakken als om de volle te laten stijgen. Hoe groot is die kracht?

d Vergelijk met het optillen van de volle emmer zonder sjadoef. Wat is het voordeel van jouw ontwerp?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Evenwicht	Hefboomwet correct voor de volle emmer: 22 kg tegengewicht.
Kracht bij de lege emmer	Verschil van kracht × arm omgezet naar een trekkracht aan de emmer.
Optimaal ontwerp	Tegengewicht gekozen zodat beide bewegingen even zwaar zijn, met berekening.
Vergelijking	Voordeel in newton uitgedrukt en uitgelegd.

12.14 Maak: een takel of een tandwielkast

●●● Uitdagen · 4 · Maken · 60 min

Bouw met een bouwpakket (of met klosjes, een stok en touw) een takel met minstens vier dragende touwdelen, of een tandwielkast met een overbrenging van minstens 9. Meet daarna hoe goed hij werkt.

a Maak een schets van je ontwerp. Hoeveel touwdelen of welke tandwielen gebruik je? Welke kracht of snelheid verwacht je?

b Meet: de trekkracht bij een gekende last (takel), of de omwentelingen van de uitgaande as bij 10 omwentelingen van de ingaande as (tandwielkast).

meting	verwacht	gemeten	verschil (%)

c Waarom meet je bij de takel een grotere kracht dan de formule voorspelt?

d Hoe zou je je ontwerp verbeteren?

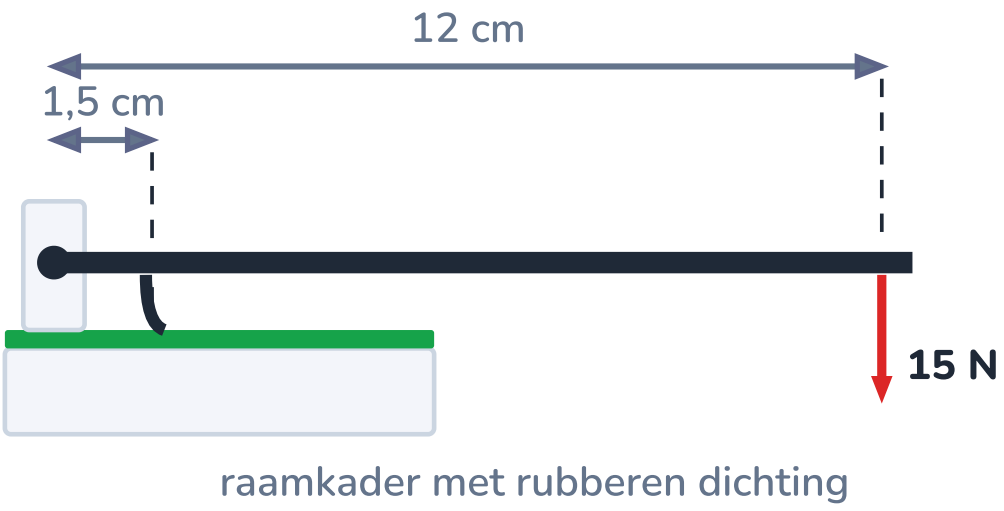
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Ontwerp	Schets met aantal touwdelen of tanden en de verwachte kracht of overbrenging.
Bouw	Werkt zonder te haperen; touwdelen lopen evenwijdig, tandwielen grijpen goed in elkaar.
Meting	Gemeten tegenover verwacht, verschil in procent.
Verklaring	Wrijving in de assen en het touw, massa van de losse katrollen, speling tussen de tanden.

12.15 De klemhendel van het dakraam

●●● Uitdagen · 4 · Rekenen · 20 min

Om het dakraam van de meetkas in de wind dicht te houden, drukt een klemhendel het raamkader op een rubberen dichting. Het draaipunt zit aan het uiteinde van de hendel; de neus die op het kader drukt, zit 1,5 cm van het draaipunt; je hand duwt op 12 cm.



De klemhendel: draaipunt links, drukneus op 1,5 cm, hand op 12 cm.

a Welke soort hefboom is de klemhendel?

b Je duwt met 15 N. Met welke kracht drukt de neus op het kader?

c Om goed af te sluiten moet de rubberen dichting 5 mm ingedrukt worden. Hoe ver beweegt je hand?

d Een wind van onderen tegen het raam kan het met ongeveer 60 N optillen. Is de klemhendel sterk genoeg? Waarom kan het gevaarlijk zijn om de hendel te lang te maken?

12.16 Debat: gratis kracht?

●●● Uitdagen | 4 | Argumenteren | 20 min

Een leerling beweert: 'Met een lang genoeg hefboom til ik een auto op met mijn pink. Dus een hefboom geeft je gratis kracht. Als je twee hefbomen achter elkaar zet, zou je zelfs een machine kunnen bouwen die meer werk levert dan je erin stopt.'

a Wat klopt er aan de eerste zin? Reken een voorbeeld uit: een auto van 1200 kg, waarvan je één kant optilt (de helft van de zwaartekracht), met een pinkkracht van 20 N.

b Hoe ver moet je pink bewegen om die kant van de auto 1,0 cm op te tillen?

c Weerleg de laatste zin met de gulden regel. Geldt je argument ook voor twee hefbomen achter elkaar?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Verhouding van de armen en de afstand correct berekend.
Argument	Gulden regel correct toegepast: kracht × afstand blijft gelijk, ook over meerdere mechanismen.
Nuance	Erkent wat wel klopt (kleine kracht mogelijk) en wat niet (geen gratis werk, wrijving maakt het nog slechter).

Zelfevaluatie Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan bij een hefboom het draaipunt, de kracht, de last en de armen aanduiden.
- Ik kan met de hefboomwet $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$ een kracht of een arm berekenen.
- Ik kan uitleggen dat je met een hefboom kracht wint ten koste van afstand, of afstand ten koste van kracht.
- Ik kan hefbomen van de eerste, tweede en derde soort herkennen in gereedschap en in het menselijk lichaam.
- Ik kan berekenen hoeveel kracht nodig is met een vaste katrol, een losse katrol en een takel.
- Ik kan bij tandwielen, riemen en kettingen de draairichting bepalen en de overbrengingsverhouding berekenen.
- Ik kan de mechanismen van een fiets benoemen en uitrekenen hoe ver je komt met één trapomwenteling.
- Ik kan berekenen hoeveel kracht nodig is om het dakraam van de meetkas te openen, en waar je het best duwt.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 13

Constructies: sterk en stabiel

Waarom een brug uit driehoeken bestaat, een balk een I-vorm heeft, en een kast omvalt als je de bovenste lade vult

Je begint met belastingen, driehoeken, profielen en zwaartepunten herkennen. Daarna analyseer je trek en druk in consoles, reken je met het stijfheidsgetal, bouw en test je een papieren brug en teken je kantelhoeken op schaal. In de uitdagingen verstevig je het kasframe van de meetkas (opdracht 13.11, voor je Habitat-portfolio), bouw je een toren uit rietjes, reken je met een veiligheidsfactor en onderzoek je knik.

5× oefenen · 5× toepassen · 4× uitdagen · ± 347 min

K Krachten, beweging en constructies · D Ontwerpen en maken



Driehoek na driehoek: een vakwerkbrug draagt een trein met verrassend weinig staal.

●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

13.1 Welke belasting?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Kies telkens de belangrijkste belasting: trek, druk, buiging, afschuiving of torsie.

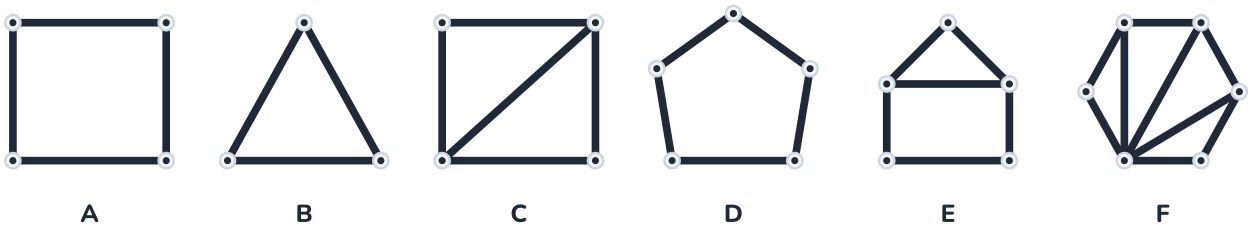
Vul in.

situatie	belasting
(a) het touw van een schommel	
(b) de poot van een stoel waarop je zit	
(c) een springplank met een zwemmer op het uiteinde	
(d) een nietje dat door papier gaat	
(e) een sleutel die je in het slot omdraait	
(f) de kabels van een hangbrug	
(g) een boekenplank	
(h) de bout van een trekhaak (tussen twee platen)	

13.2 Stijf of niet?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

De vormen zijn gemaakt van stijve staven met scharnieren (splitpennen) in de hoeken.



Zes vormen A tot F.

a Welke vormen zijn stijf, en welke kunnen vervormen zonder dat een staaf langer of korter wordt?

b Teken in de figuur bij elke vorm die niet stijf is, zo weinig mogelijk extra staven om hem stijf te maken.

c Welke regel herken je?

13.3 Profielen herkennen

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Gebruik de figuur met de zes profielen uit het handboek.

a Welk profiel kies je voor (a) een lange balk onder een vloer, (b) het kader van een fiets, (c) een hoekverbinding in een kast, (d) de as van een wiel die moet draaien? Leg telkens uit.

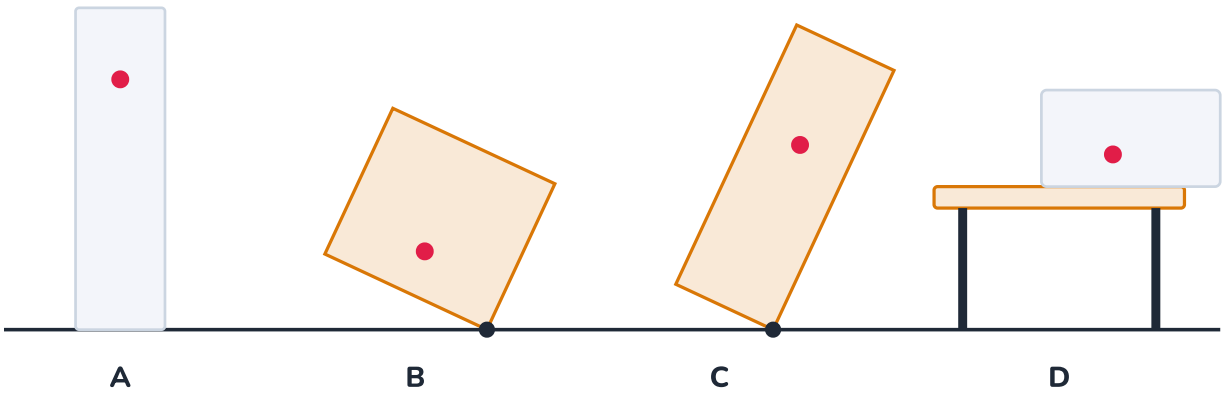
b Waarom zit het meeste materiaal van een I-profiel in de flenzen en niet in het lijf?

c Waarom heeft een drankblikje ribbels op de bodem en is de wand zo dun?

13.4 Blijft het staan?

Oefenen · 2 · Tekenen · 12 min

Het rode punt is telkens het zwaartepunt.



A: hoge smalle kast; B en C: gekantelde dozen; D: een tafel met een zware bak op de rand (rood: het zwaartepunt van tafel en bak samen).

a Teken bij elk voorwerp de loodlijn door het zwaartepunt en duid het steunvlak aan.

b Welke voorwerpen blijven staan (of vallen terug), welke vallen om? Leg uit.

c Wat verandert er bij D als de bak nog verder naar buiten schuift?

13.5 Waar ligt het zwaartepunt?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Beschrijf waar het zwaartepunt ongeveer ligt, en of het in het voorwerp ligt of erbuiten.

(a) een tennisbal, (b) een hamer, (c) een hoefijzer, (d) een lege mok, (e) een lege plantenbak van de meetkas, (f) dezelfde bak met potgrond.

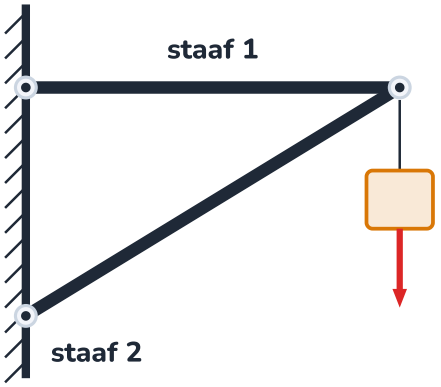
Toepassen

Toepassen · meerdere stappen, in een context

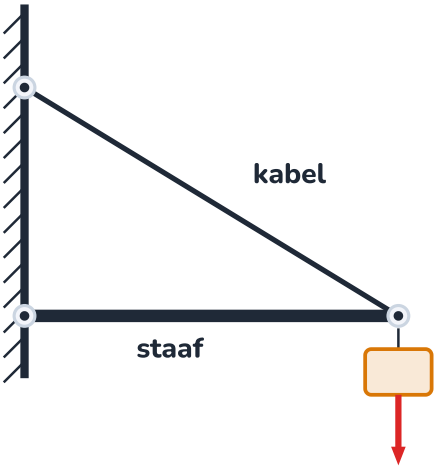
13.6 Trek of druk?

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Twee consoles houden elk een last aan het uiteinde. Bij A steunt een schuine staaf de plank van onderen, bij B hangt de plank aan een kabel.



A: steun van onderen



B: kabel van bovenaf

Twee consoles tegen een muur met scharnieren in de knooppunten.

a Werken staaf 1 en staaf 2 van console A op trek of op druk? Gebruik de denktruc (staaf weghalen).

b Werken de kabel en de staaf van console B op trek of op druk?

c Kan je staaf 2 van console A vervangen door een kabel? En de kabel van B door een staaf? Leg uit.

13.7 Op zijn kant

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Gebruik het stijfheidsgetal $b \cdot h^3$ (h in de richting van de belasting).

a Een lat van 4 cm × 2 cm ligt plat en daarna op haar kant. Hoeveel keer stijver is ze op haar kant?

b Het tafelblad van de meetkas is 58 cm breed en 1,8 cm dik. Je schroeft er in de lengte een lat van 4 × 2 cm op haar kant onder. Vergelijk het stijfheidsgetal van het blad met dat van de lat. Wat besluit je?

c Een I-profiel is 5 cm breed en 10 cm hoog, met flenzen van 1 cm dik en een lijf van 0,6 cm. Bereken zijn stijfheidsgetal (buitenrechthoek min de twee lege stukken naast het lijf). Vergelijk met een massieve balk van 5 cm breed en dezelfde doorsnede (14,8 cm²).

13.8 Labo: de papieren brug

Toepassen · 3 · Labo · 50 min

Voer de proef 'Een papieren brug testen tot ze bezwijkt' uit. Bedenk daarna zelf een vijfde vorm die meer draagt dan de harmonica, met hetzelfde blad en zonder extra materiaal (plakband alleen om de vorm te houden).

a Voorspel de volgorde van de vier vormen, van zwak naar sterk.

b Meet.

vorm	proef 1 (g)	proef 2 (g)	proef 3 (g)	gemiddelde (g)	× eigen massa

c Beschrijf hoe elke vorm bezweek. Waar zat de zwakke plek?

d Teken je eigen vijfde vorm in doorsnede en leg uit waarom ze sterker zou moeten zijn.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

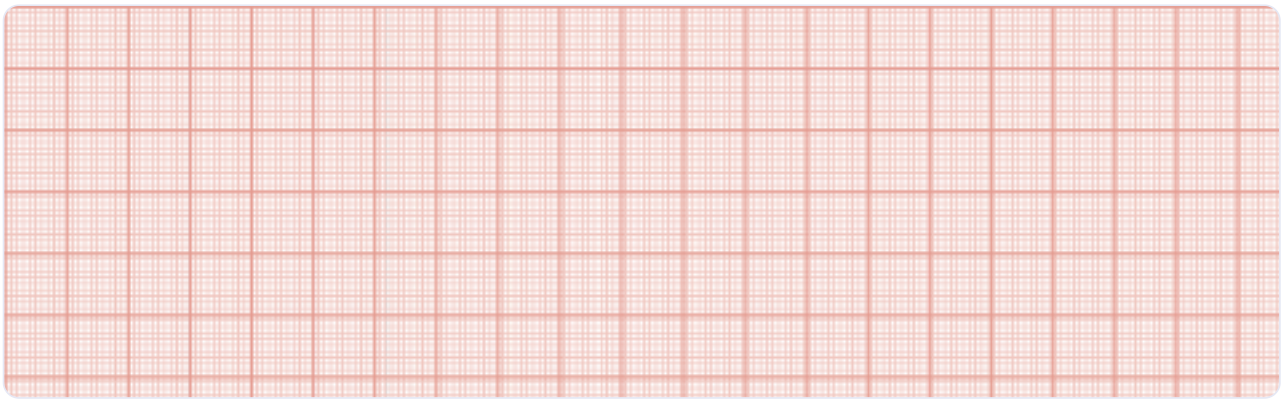
Eerlijke proef	Zelfde papier, overspanning, plaats van het bekertje; zand langzaam toegevoegd.
Metingen	Drie herhalingen per vorm, gemiddelde, verhouding tot de eigen massa.
Waarneming	Manier van bezwijken beschreven (plooien, knikken, indeuken).
Ontwerp	Eigen vorm met uitleg in termen van profiel en materiaal ver van de middenlaag.

13.9 Kantelen op schaal

Toepassen · 3 · Tekenen · 20 min

Een hoge kast is 0,50 m diep en 2,00 m hoog. Leeg ligt haar zwaartepunt in het midden, op 1,00 m. Je zet zware boeken op de onderste planken: het zwaartepunt zakt naar 0,70 m. Zet je ze op de bovenste planken, dan stijgt het naar 1,30 m.

a Teken de kast in zijaanzicht op schaal 1:20 (2,5 cm × 10 cm) en duid de drie zwaartepunten aan.



b Bepaal met je tekening de kantelhoek in de drie gevallen.

situatie	Z (m)	kantelhoek (°)

c Waar zet je de zware boeken, en waarom zet je zo'n kast vast aan de muur?

13.10 De Eiffeltoren in een blok

●●○ Toepassen | 3 | Rekenen | 15 min

Het metalen skelet van de Eiffeltoren weegt ongeveer 7300 ton (1 ton = 1000 kg). Het ijzer heeft een dichtheid van ongeveer 7,8 g/cm³ (hoofdstuk 7). De toren staat op een vierkante grondvlakte van 125 m × 125 m.

a Wat is het volume van al het ijzer, in m³?

b Je smelt al het ijzer om en giet het uit als een plaat over de hele grondvlakte. Hoe dik wordt die plaat?

c De toren is 300 m hoog (zonder antennes). Wat zegt je antwoord over vakwerken?

13.11 Habitat: het kasframe verstevigen

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 50 min

Het kasframe (12 ribben, aluminium koker 20 × 20 × 1,5 mm, 3,1 kg) moet stevig genoeg zijn tegen wind van opzij, en zo licht mogelijk blijven, zodat je de kas nog kan verplaatsen. De voorkant moet open kunnen, het dak heeft een dakraam op de rechterhelft (hoofdstuk 12).

a Maak een schets van het frame (vooraanzicht en zijaanzicht, of in perspectief). Duid aan welke vlakken een diagonaal krijgen en waar je hoekplaatjes zet.

b Kies een oplossing (koker, gekruiste stroken, gekruiste kabels, of een eigen idee) en bereken de extra massa.

c Duid in je schets bij wind van links aan welke diagonalen op trek en welke op druk werken. Waarom moeten stroken en kabels gekruist zijn?

d Bouw een model op schaal (bijvoorbeeld met satéprikkers en plakband) en test het: duw tegen een bovenhoek, eerst zonder en dan met diagonalen. Beschrijf het verschil.

e Portfolio: noteer je keuze, de totale massa van het frame en twee redenen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Plaats van de diagonalen	In de vlakken die dicht mogen; stijve hoeken of hoekplaatjes waar het open moet.
Berekening	Lengtes van de diagonalen correct; massa per meter correct gebruikt; X telt dubbel.
Trek en druk	Correct aangeduid; begrijpt dat een kabel of strook alleen trek opneemt.
Test	Model met en zonder diagonalen vergeleken; waarneming beschreven.

13.12 Maak: de hoogste toren uit rietjes

●●● Uitdagen | 4 | Maken | 60 min

Bouw met 30 rietjes en 1 m plakband een zo hoog mogelijke toren die 30 seconden lang een tennisbal (± 58 g) bovenaan kan dragen. De toren mag niet aan de tafel vastgeplakt worden.

a Maak een schets van je ontwerp. Waar gebruik je driehoeken? Hoe breed maak je het steunvlak?

b Bouw, test en noteer de hoogte. Wat bezweek er als eerste, of wat wiebelde?

c Verbeter je ontwerp één keer en test opnieuw. Wat veranderde je, en wat leverde het op?

d Bereken de hoogte per rietje voor je beste toren, en vergelijk met de andere groepen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Ontwerp	Driehoeken in de wanden, breed steunvlak, zwaartepunt laag gehouden.
Bouw	Knooppunten stevig; bal ligt stabiel bovenaan.
Iteratie	Minstens één verbetering, gebaseerd op wat er misging.
Analyse	Uitleg in termen van knik, driehoeken, steunvlak en zwaartepunt.

13.13 Een veiligheidsfactor

●●● Uitdagen | 4 | Rekenen | 20 min

Ingenieurs ontwerpen zo dat een constructie veel meer kan dragen dan ze normaal moet dragen. De **veiligheidsfactor** is de breuklast gedeeld door de last die je toelaat. Het tafelblad van de meetkas rust op twee steunen; met twaalf volle bakken draagt elke steun ongeveer 277 N (hoofdstuk 11). Een proefsteun van hetzelfde type bezwijkt in een test bij 900 N.

a Welke last per steun laat je hoogstens toe met een veiligheidsfactor 3?

b Is de steun sterk genoeg voor 277 N? Hoe groot is de veiligheidsfactor echt?

c Na een grote gietbeurt is de potgrond verzadigd: 0,8 kg/L in plaats van 0,6 kg/L. Bereken de nieuwe kracht op elke steun (bakjes 0,30 kg, planten 0,10 kg, tafelblad 82 N) en de veiligheidsfactor.

d Stel twee oplossingen voor. Waarom neemt men eigenlijk een veiligheidsfactor? Noem drie onzekerheden.

13.14 Onderzoek: knik in een papieren koker

●●● Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 50 min

Rol een A4-blad op tot een koker van 2 cm diameter en zet hem rechtop. Zet er een plankje op en leg er boeken op tot de koker bezwijkt. Hoe hangt de draagkracht af van de lengte van de koker?

a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Welke variabele verander je, welke meet je en welke hou je gelijk?

c Meet voor minstens vier lengtes (bijvoorbeeld 30, 20, 15 en 10 cm).

lengte (cm)	massa bij bezwijken (kg)	hoe bezweek hij?

d Zet je resultaten in een grafiek en formuleer een besluit. Wat betekent dit voor drukstaven in een brug?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Toetsbaar, met voorspelling.
Eerlijke proef	Zelfde papier, diameter, rolwijze en plakband; alleen de lengte verandert; boeken voorzichtig bijleggen.
Metingen	Massa bij bezwijken gewogen; manier van bezwijken beschreven.
Besluit	Kortere kokers dragen meer; verband gelegd met knik en met drukstaven.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan trek, druk, buiging, afschuiving en torsie herkennen en met een voorbeeld uitleggen. ▢ ▢ ▢
- Ik kan uitleggen dat een balk die doorbuigt aan de ene kant op druk en aan de andere kant op trek belast wordt. ▢ ▢ ▢
- Ik kan uitleggen waarom een driehoek uit staven stijf is en een vierkant niet, en een vorm stijf maken met diagonalen. ▢ ▢ ▢
- Ik kan in een eenvoudig vakwerk trekstaven en drukstaven aanwijzen. ▢ ▢ ▢
- Ik kan profielen (I, U, L, T, koker, buis) herkennen en uitleggen waarom vorm meer telt dan materiaal. ▢ ▢ ▢
- Ik kan met het stijfheidsgetal $b \cdot h^3$ vergelijken hoe stijf een plank of een koker is. ▢ ▢ ▢
- Ik kan het zwaartepunt van een vlakke figuur bepalen en uitleggen wanneer een voorwerp kantelt. ▢ ▢ ▢
- Ik kan een constructie eerlijk testen tot ze bezwijkt en het resultaat vergelijken met haar eigen massa. ▢ ▢ ▢
- Ik kan het kasframe van de meetkas verstevigen met diagonalen en hoekplaatjes, en de extra massa berekenen. ▢ ▢ ▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 14

Beweging en snelheid

Hoe ver, hoe lang, hoe snel: een beweging beschrijven met getallen en een grafiek

Je begint met de begrippen, het omzetten en het rekenen met $v = s/t$, en je leest (s,t)-grafieken. Daarna meet je je eigen snelheid, teken je grafieken uit metingen, analyseer je de race van Bolt en reken je aan trajectcontrole, onweer en inhalen. In de uitdagingen bereken en meet je de stroomsnelheid in de druppelslang van de meetkas (opdracht 14.12, voor je Habitat-portfolio), onderzoek je een rollende knikker, stel je een fietscomputer in, programmeer je een snelheidsmeter en debatteer je over zone 30.

5× oefenen | 6× toepassen | 5× uitdagen | ± 352 min

K Krachten, beweging en constructies | W Wiskundig modelleren | O Onderzoeken en meten



Honderd meter, gemeten tot op de honderdste van een seconde.

●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

14.1 Afgelegde weg of verplaatsing?

●○○ Oefenen | 1 | Begrijpen | 10 min

Bereken telkens de afgelegde weg en de grootte van de verplaatsing.

Vul in.

situatie	afgelegde weg	verplaatsing
(a) Je loopt drie rondjes op een piste van 400 m en stopt aan de start.		
(b) Je wandelt 300 m naar de winkel en 300 m terug.		
(c) Je wandelt 300 m naar de winkel en 100 m terug.		
(d) Een lift gaat van het gelijkvloers 15 m omhoog en 6 m omlaag.		
(e) Je fietst 400 m naar het oosten en dan 300 m naar het noorden.		

14.2 Omzetten

Oefenen · 1 · Rekenen · 8 min

Zet om. Rond af op één decimaal.

a $20\,\mathrm{m/s} =$ _____ km/h

b $72\,\mathrm{km/h} =$ _____ m/s

c $1{,}4\,\mathrm{m/s} =$ _____ km/h (een wandelaar)

d $120\,\mathrm{km/h} =$ _____ m/s (de snelweg)

e $343\,\mathrm{m/s} =$ _____ km/h (het geluid)

f Wat is sneller: een cheeta aan 30 m/s of een auto aan 100 km/h?

14.3 Snelheid, afstand en tijd

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Bereken de ontbrekende waarde met $v = s/t$, $s = v \cdot t$ of $t = s/v$. Let op de eenheden.

Vul in.

	v	s	t	berekening
(a)	2,5 m/s		12 s	
(b)	5,0 m/s	1500 m		
(c)		45 km	1 h 30 min	
(d)		100 m	12,5 s	
(e)	90 km/h	15 km		

14.4 Welke lijn is wie?

Oefenen · 2 · Analyseren · 10 min

De grafiek toont vier bewegingen. Verticaal staat de afstand tot de start.



Vier bewegingen A tot D.

a Koppel elke lijn aan een beschrijving: (1) iemand wacht 20 m van de start; (2) een jogger loopt weg van de start; (3) een wandelaar loopt weg van de start; (4) iemand wandelt terug naar de start.

b Bepaal de snelheid van A, B en D uit de grafiek.

c Waar en wanneer komen B en D elkaar tegen?

14.5 Een fietstocht lezen

Oefenen · 2 · Analyseren · 15 min

Emma maakt een fietstocht. De grafiek toont haar afstand tot huis.



Afstand tot huis tijdens een fietstocht van een uur.

a Beschrijf de tocht in vier stukken, in woorden.

b Bereken de snelheid in elk stuk in km/h. In welk stuk rijdt ze het snelst?

c Hoeveel km legt ze af, en wat is haar gemiddelde snelheid over het hele uur?

d Waar is ze na 50 minuten?

Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

14.6 Labo: hoe snel wandel en loop je?

Toepassen · 3 · Labo · 45 min

Meet op de speelplaats of in de gang je snelheid bij rustig wandelen, stevig stappen en lopen, over 20 m. Start al 5 m vóór de startlijn, zodat je op snelheid bent.

a Maak een meetplan: hoe zet je de afstand uit, wie meet de tijd, hoe start en stop je?

b Meet elke manier drie keer.

manier	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	gemiddelde t (s)	v (m/s)	v (km/h)

c Vergelijk met de tabel in het handboek. Waarom start je al vóór de startlijn?

d Hoe groot is de fout door je reactietijd (ongeveer 0,2 s) bij het lopen? Is 20 m lang genoeg?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Meetplan	Afstand opgemeten met een meetlint, duidelijke start- en stopafspraak, starten vóór de lijn.
Metingen	Drie metingen per manier, gemiddelde, eenheden.
Omrekenen	Snelheid in m/s en km/h correct (× 3,6).
Kritisch	Invloed van de reactietijd ingeschat; voorstel voor een langere afstand of betere tijdmeting.

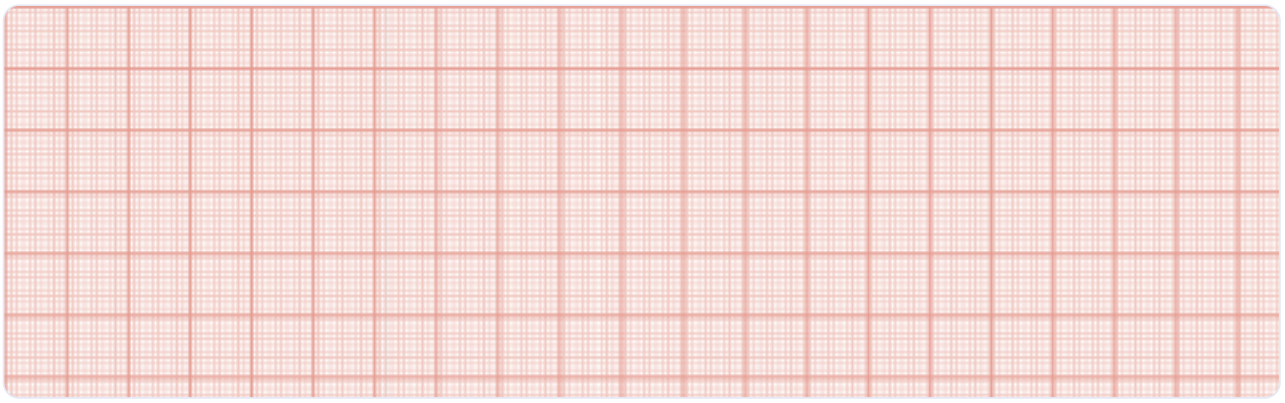
14.7 Van tabel naar grafiek

Toepassen · 3 · Tekenen · 20 min

Een trein vertrekt uit een station. Een reiziger noteert om de 10 s hoe ver hij al gereden heeft.

t (s)	0	10	20	30	40	50	60
s (m)	0	25	100	200	300	400	500

a Teken de (s,t)-grafiek op millimeterpapier. Kies een passende schaal.



b In welk deel is de beweging eenparig? Hoe zie je dat in de tabel en in de grafiek?

c Bereken de snelheid in het eenparige deel, in m/s en km/h.

d Bereken de gemiddelde snelheid over de eerste 20 s en over de hele minuut. Waarom verschillen ze?

14.8 De 100 m van Bolt

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Gebruik de tabel met de tussentijden van Bolt uit het handboek (de klok start bij het startschot).

a Bereken zijn gemiddelde snelheid in elk stuk van 20 m.

stuk	tijd (s)	v (m/s)	v (km/h)

b In welk stuk liep hij het snelst? Waarom is het eerste stuk zo traag?

c Een leerling loopt de 100 m in 15,0 s. Hoe groot is zijn gemiddelde snelheid? Hoe ver is hij als Bolt finisht (stel dat hij even snel blijft lopen als zijn gemiddelde)?

14.9 Trajectcontrole op de snelweg

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Op een snelweg geldt 120 km/h. Een trajectcontrole is 6,0 km lang.

a Hoe lang moet een auto minstens over het traject doen om niet te snel te rijden? Geef je antwoord in minuten en seconden.

b Een auto doet er 2 min 40 s over. Hoe snel reed hij gemiddeld?

c Een bestuurder rijdt de eerste 3,0 km aan 150 km/h en remt dan af tot 90 km/h voor de rest. Wordt hij beboet? Reken het uit.

14.10 Hoe ver is het onweer?

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

Bij onweer zie je eerst de bliksem en hoor je daarna de donder. Het licht komt bijna meteen aan (300 000 km/s); het geluid legt ongeveer 343 m per seconde af.

a Je telt 3 seconden tussen bliksem en donder. Hoe ver is de inslag?

b Hoe lang doet het licht over 1 km? Waarom mag je die tijd verwaarlozen?

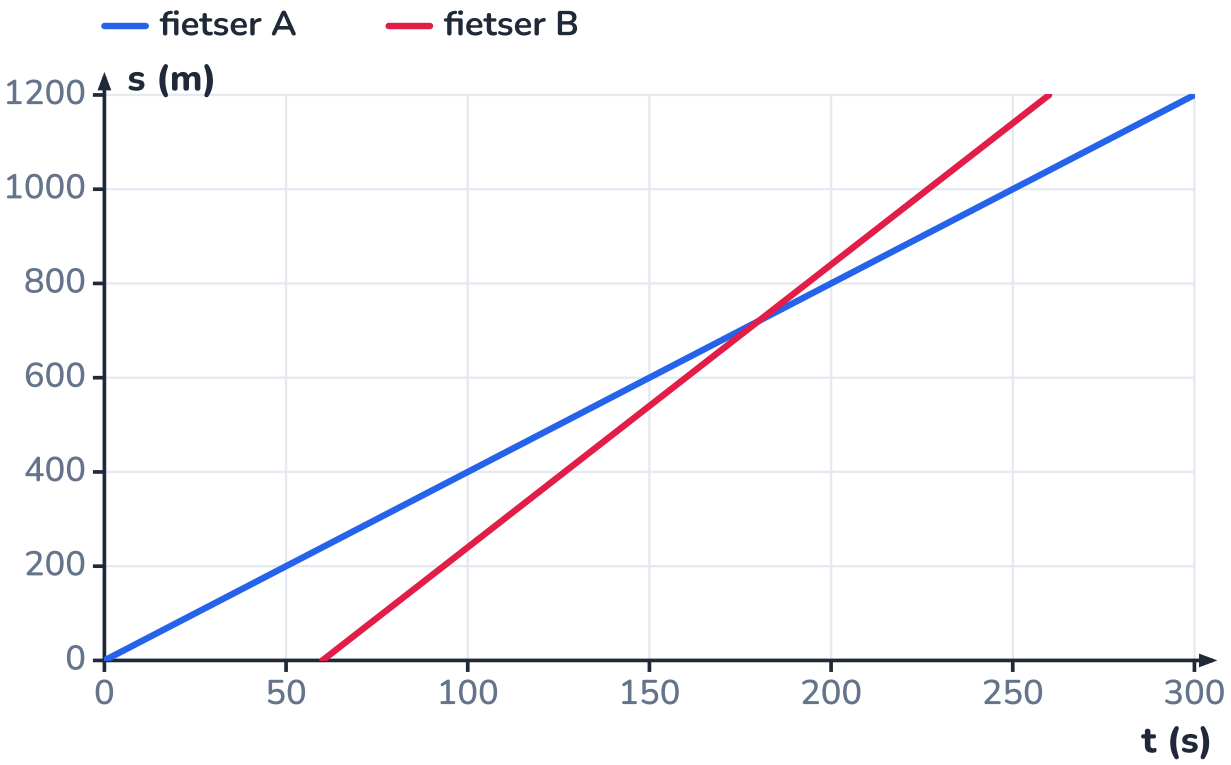
c Een vuistregel zegt: 'aantal seconden gedeeld door 3 geeft de afstand in km'. Klopt dat?

d Bij de volgende flits tel je 6 seconden, daarna 9. Komt het onweer dichterbij of gaat het weg?

14.11 Inhalen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Fietser A vertrekt en rijdt 4,0 m/s. Een minuut later vertrekt fietser B op dezelfde plaats, in dezelfde richting, met 6,0 m/s.



De twee fietsers in één (s,t)-grafiek.

a Welke lijn hoort bij B? Hoe zie je dat B sneller rijdt?

b Lees af: wanneer en waar haalt B de fietser A in?

c Controleer met een berekening: waar is A na 180 s, en waar is B dan?

d Hoe zou de lijn van B eruitzien als hij even snel reed als A? Haalt hij A dan ooit in?

14.12 Habitat: hoe snel stroomt het water door de druppelslang?

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 45 min

Het pompje van de meetkas pompt 8,0 mL/s door een slang met een binnendiameter van 8,0 mm (doorsnede 0,50 cm²). Na 0,60 m aanvoerslang begint de druppelslang: de eerste druppelaar zit aan het begin, de volgende telkens 25 cm verder, twaalf in totaal, één per bakje. Elke druppelaar laat een twaalfde van het water door, dus na elke druppelaar stroomt er minder water verder.

a Hoe snel stroomt het water in de aanvoerslang? Hoe lang doet het over de 0,60 m?

b Hoeveel water stroomt er nog door de slang tussen druppelaar 6 en 7? Hoe snel is het water daar?

c Hoe snel is het water in het laatste stuk, tussen druppelaar 11 en 12? Hoe lang doet het over die 25 cm?

d Een rekenblad telt alle stukken van 25 cm op: samen ongeveer 57 s. Hoe lang duurt het vooraleer vers water uit het reservoir het laatste bakje bereikt? Schets de (s,t)-grafiek van een druppeltje vers water.

e Meet: breng met een spuitje een druppel kleurstof in de doorzichtige aanvoerslang en meet de tijd over 1,00 m. Vergelijk met je voorspelling.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Snelheid	Debiet gedeeld door doorsnede, met eenheden: 16 cm/s; tijd over 0,60 m correct.
Verminderend debiet	Snelheid in het midden en in het laatste stuk correct (8 cm/s en 1,3 cm/s).
Grafiek	(s,t)-schets die steeds vlakker wordt; totale tijd ongeveer een minuut.
Meting	Methode met kleurstof uitgevoerd of beschreven; vergelijking met de voorspelling en foutenbronnen.

14.13 Onderzoek: rolt een knikker eenparig?

●●● Uitdagen | 4 | Onderzoeken | 50 min

Laat een knikker van een kort hellend stukje rollen en daarna over een lange horizontale gordijnrail of een U-profiel. Rolt hij daar eenparig? En wat gebeurt er als de rail een beetje helt?

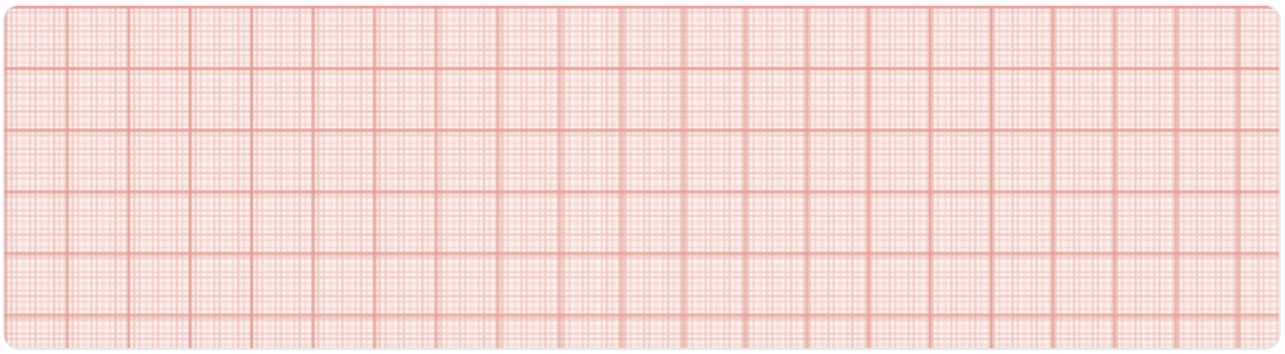
a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Beschrijf je meetmethode: hoe meet je de tijd op verschillende afstanden? (Denk aan de proef met de speelgoedauto, of filmen met een smartphone naast een meetlat.)

c Meet op de horizontale rail.

s (cm)	t (s)

d Teken de (s,t)-grafiek en beslis: eenparig, sneller of trager? Herhaal kort met een licht hellende rail.



e Formuleer een besluit en noem twee foutenbronnen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Toetsbaar, met een voorspelling.
Methode	Afstanden en tijden gemeten op minstens vijf punten; zelfde startplaats op de helling.
Grafiek	Correcte assen en schaal; vorm van de kromme juist geïnterpreteerd.
Besluit	Bijna eenparig op de horizontale rail, licht vertragend door wrijving; sneller op een helling.

14.14 De fietscomputer instellen

●●● Uitdagen | 4 | Rekenen | 20 min

Een fietscomputer weet niet hoe groot je wiel is: je moet de omtrek instellen. Hij telt hoe vaak het magneetje aan de spaken de sensor passeert (één keer per wielomwenteling). Het wiel van Sam heeft een omtrek van 2,10 m.

a De computer telt 150 omwentelingen in één minuut. Hoe ver rijdt Sam per minuut, en hoe snel in km/h?

b Sam heeft per ongeluk 2,00 m ingesteld. Wat toont de computer nu? Hoeveel procent te weinig?

c Hoe meet je de omtrek van je wiel zelf, zonder formule?

d Na een tocht toont de verkeerd ingestelde computer 38,0 km. Hoe ver reed Sam echt?

14.15 Code: een snelheidsmeter met twee lichtsluizen

Uitdagen · 4 · Programmeren · 30 min

Twee lichtsluizen staan 0,50 m uit elkaar en hangen aan een microcontroller. Het blokprogramma hieronder moet de snelheid tonen van een wagentje dat eerst door sluis 1 en dan door sluis 2 rijdt. De microcontroller kent het blok `tijd`: het aantal milliseconden sinds hij aanstond.

```
wanneer sluis 1 onderbroken wordt:
    zet start op tijd
wanneer sluis 2 onderbroken wordt:
    zet stop op tijd
    zet duur op ___
    zet snelheid op ___
    toon snelheid en "m/s"
```

a Vul de twee ontbrekende blokken in. Let op: de tijd staat in milliseconden.

b Test op papier: start = 12 350 ms, stop = 12 750 ms. Wat toont het scherm? Hoeveel km/h is dat?

c Wat gebeurt er als het wagentje de andere kant op rijdt (eerst sluis 2)? Voeg een controle toe.

14.16 Debat: zone 30 aan de schoolpoort

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 25 min

De gemeente wil de straat voor de school van 50 km/h naar 30 km/h brengen. Een bewoner vindt dat overdreven: 'Het verschil is maar 20 km/h.' Een chauffeur heeft ongeveer 1,0 s nodig om te reageren voor hij begint te remmen. Daarna moet de auto nog tot stilstand komen: op een droge weg ongeveer 5 m bij 30 km/h en ongeveer 14 m bij 50 km/h (hoe je dat berekent, leer je in hoofdstuk I7).

a Hoe ver rijdt een auto tijdens de reactietijd van 1,0 s, bij 30 km/h en bij 50 km/h?

b Een kind steekt plots over, 15 m voor de auto. Komt de auto op tijd tot stilstand bij 30 km/h? En bij 50 km/h?

c Schrijf twee argumenten voor zone 30 en één argument dat de bewoner zou kunnen geven. Wat is jouw standpunt?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Reactieafstand = snelheid in m/s × 1,0 s; stopafstand = reactieafstand + remafstand.
Argumenten	Gebaseerd op de berekening en op andere gevolgen (geluid, oversteken, rijtijd).
Standpunt	Helder en onderbouwd.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan plaats, verplaatsing en afgelegde weg van elkaar onderscheiden.
- Ik kan de gemiddelde snelheid berekenen met $v = s/t$, en de formule omvormen om de afstand of de tijd te vinden.
- Ik kan snelheden omzetten tussen m/s en km/h met de factor 3,6, en uitleggen waar die factor vandaan komt.
- Ik kan een (s,t)-grafiek lezen: stilstaan, sneller, trager, terugkeren, en de snelheid bepalen uit de steilheid.
- Ik kan een (s,t)-grafiek tekenen uit een tabel met metingen.
- Ik kan een eenparige beweging herkennen in een tabel, een figuur en een grafiek.
- Ik kan een snelheid meten met een meetlint en een stopwatch, en uitleggen hoe sensoren snelheid meten.
- Ik kan berekenen hoe snel het water door de druppelslang van de meetkas stroomt.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 15

Energie: vormen en omzettingen

Wat energie is, in welke vormen ze voorkomt, en waarom er bij elke omzetting 'verlies' is zonder dat er iets verdwijnt

Je begint met energievormen herkennen, ketens aanvullen, eenheden omzetten en het rendement berekenen. Daarna reken je met optillen en voedingsetiketten, teken je Sankey-diagrammen op schaal, onderzoek je stuiterballen en ontmasker je een perpetuum mobile. In de uitdagingen maak je het Sankey-diagram van de meetkas (opdracht 15.14, voor je Habitat-portfolio), bouw je een kettingreactiemachine en debatteer je over energie besparen.

6× oefenen · 7× toepassen · 4× uitdagen · ± 416 min

E Energie · W Wiskundig modelleren



Zonlicht wordt suiker, warmte en een beetje elektriciteit: de meetkas zit vol energieomzettingen.

●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

15.1 Welke energievorm?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Welke energievorm zit er vooral in, of is er vooral onderweg?

Vul in.

situatie	energievorm
(a) een gespannen boog, net voor je de pijl loslaat	
(b) een trein die aan 300 km/h rijdt	
(c) een boterham met kaas	
(d) water in een stuwmeer hoog in de bergen	
(e) het licht van de zon	
(f) een kom hete soep	
(g) uranium in een kerncentrale	
(h) de stroom door de kabel van een waterkoker	

15.2 Energieketens aanvullen

Oefenen · 1 · Begrijpen · 12 min

Vul de ontbrekende energievormen in. Denk ook aan de warmte die vrijkomt.

a Zaklamp met batterijen: _____ energie (batterij) → elektrische energie → _____ (lampje) en warmte.

b Windturbine met lamp: _____ energie van de wind → _____ energie (generator) → licht en _____.

c Kampvuur: _____ energie (hout) → _____ en licht.

d Opwindautootje: chemische energie (je spieren) → _____ energie (opgewonden veer) → _____ energie (rijdend autootje) → warmte.

e Waarom eindigen al deze ketens in warmte?

15.3 Eenheden omzetten

Oefenen · 1 · Rekenen · 10 min

Gebruik: 1 kJ = 1000 J, 1 MJ = 1000 kJ, 1 kcal = 4,184 kJ, 1 kWh = 3,6 MJ.

a $2500\,\text{J} =$ _____ kJ

b $0{,}75\,\text{MJ} =$ _____ kJ

c $45\,\text{kJ} =$ _____ J

d $250\,\text{kcal} \approx$ _____ kJ

e $1\,\text{kWh} =$ _____ kJ

f $18\,\mathrm{MJ} =$ _____ kWh

15.4 Van klein naar groot

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Zonder rekenmachine: schat en rangschik.

a Zet in volgorde, van weinig naar veel energie: (A) 1 liter benzine; (B) een appel van 100 g één meter optillen; (C) een volle smartphonebatterij; (D) een snoepreep; (E) je voeding voor één dag; (F) een AA-batterij.

b Hoeveel keer meer energie zit er ongeveer in een snoepreep dan in een smartphonebatterij?

15.5 Rendement berekenen

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Bereken wat ontbreekt. Schrijf je berekening in de laatste kolom.

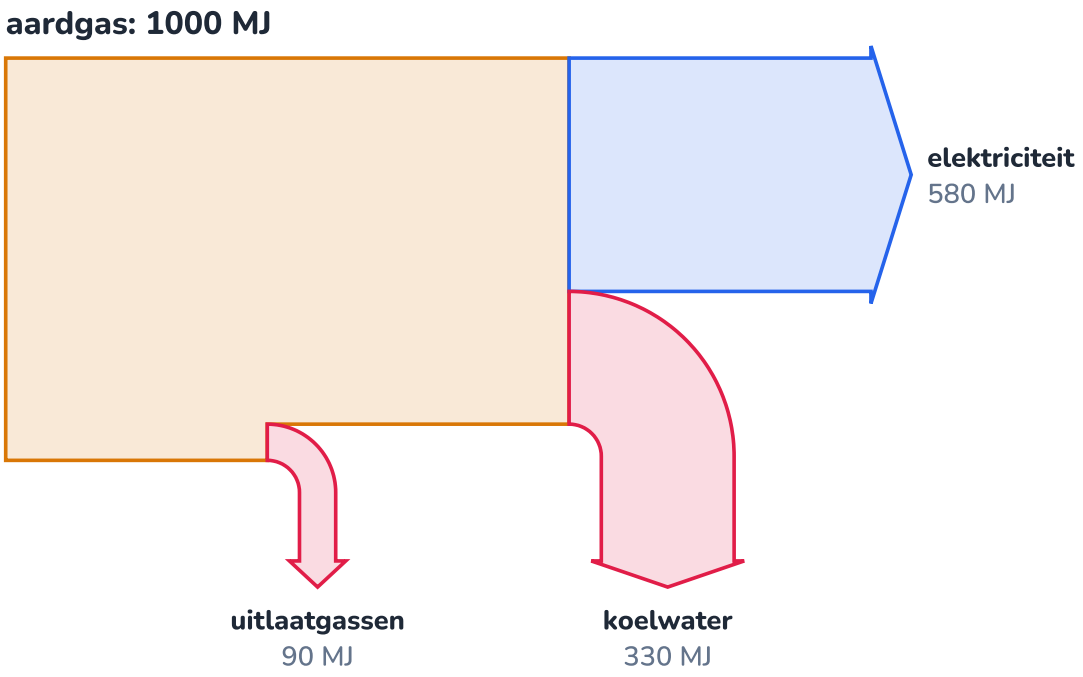
Vul de tabel in.

toestel	toegevoerd	nuttig	rendement	berekening
(a) elektromotor	200 J	150 J		
(b) gloeilamp	60 J	3 J licht		
(c) zonnepaneel	1000 J licht	200 J		
(d) dieselmotor	500 J		40 %	
(e) spieren		90 J	30 %	

15.6 Een Sankey-diagram lezen

Oefenen · 2 · Analyseren · 12 min

Een STEG-centrale (stoom- en gasturbine) maakt elektriciteit uit aardgas. Het diagram is vereenvoudigd.



Een STEG-centrale: waar gaat de energie van 1000 MJ aardgas naartoe?

a Hoeveel energie is nuttig? Hoeveel gaat verloren, en waar naartoe?

b Bereken het rendement van de centrale.

c Controleer met het diagram de wet van behoud van energie.

d De warmte in het koelwater is 'verloren', maar niet verdwenen. Waar blijft ze? Kan je er iets nuttigs mee doen?

15.7 Optillen: zwaartekracht maal hoogte

●●○ Toepassen · 2 · Rekenen · 15 min

Gebruik $E = F_z \cdot h$ en $F_z = m \cdot g$ met $g = 9{,}81\,\mathrm{N/kg}$.

a Je zet een boekentas van 6,0 kg op een tafel van 0,80 m. Hoeveel energie is dat?

b Je zet de twaalf volle plantenbakken van de meetkas (elk 4,0 kg, dus 39 N) van de grond op de plantentafel (30 cm hoog). Hoeveel energie per bak, en voor alle twaalf samen?

c Een klimmer van 60 kg klimt 12 m op een klimmuur. Hoeveel zwaarte-energie krijgt hij?

d Hoe hoog kan je een appel van 100 g tillen met 5,0 J?

15.8 Het voedingsetiket

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

Op een mueslireep van 25 g staat: **per 100 g: 1850 kJ / 441 kcal**. Sam weegt 50 kg. Een verdieping is 3,0 m hoog. Sams spieren zetten ongeveer 25 % van de energie om in beweging.

a Hoeveel energie zit er in één reep, in kJ?

b Controleer dat 1850 kJ en 441 kcal hetzelfde zijn.

c Hoeveel energie is nuttig (beweging) als Sam de hele reep 'opbrandt'?

d Hoeveel verdiepingen kan Sam daarmee de trap op?

e Een tiener heeft per dag ongeveer 9 MJ nodig. Welk deel daarvan is één reep?

15.9 Een Sankey-diagram tekenen

Toepassen · 3 · Tekenen · 20 min

Een oplaadbare zaklamp met led krijgt uit zijn batterij 1200 J. Daarvan wordt 360 J licht. De rest wordt warmte: in de led en in de kleine elektronische schakeling die de led aanstuurt.

a Bereken de warmte en het rendement.

b Teken het Sankey-diagram op schaal: 1 cm = 200 J. Hoe breed wordt elke pijl?

c Een oude zaklamp met gloeilampje zet maar 5 % om in licht. Hoe breed wordt de lichtpijl bij dezelfde 1200 J?

15.10 De stuiterbal

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een leerling filmt een bal die van 150 cm hoogte valt en meet de hoogte na elke botsing.

botsing	0 (loslaten)	1	2	3	4
hoogte (cm)	150	98	64	42	27

a Bereken het rendement van elke botsing. Wat valt op?

botsing	van (cm)	naar (cm)	rendement

b Voorspel de hoogte na botsing 5.

c Een bijna platte tennisbal komt na de eerste botsing maar tot 45 cm. Wat is zijn rendement, en waar gaat de extra energie naartoe?

15.11 Labo: welke bal houdt het meeste energie vast?

Toepassen · 3 · Labo · 45 min

Je vergelijkt het rendement van een botsing voor drie ballen: een tennisbal, een pingpongbal en een rubberen stuiterbal. Je laat ze vallen op dezelfde vloer en filmt ze met een smartphone naast een meetlat.

a Wat verander je, wat meet je, en wat hou je gelijk? Noem minstens drie dingen die je gelijk houdt.

b Meet elke bal drie keer vanaf 1,00 m.

bal	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_3 (cm)	gemiddelde (cm)	rendement

c Welke bal heeft het hoogste rendement? Waar gaat bij de andere ballen de energie naartoe?

d Waarom film je de bal en kijk je niet gewoon met je ogen? Hoe lees je de hoogte het best af?

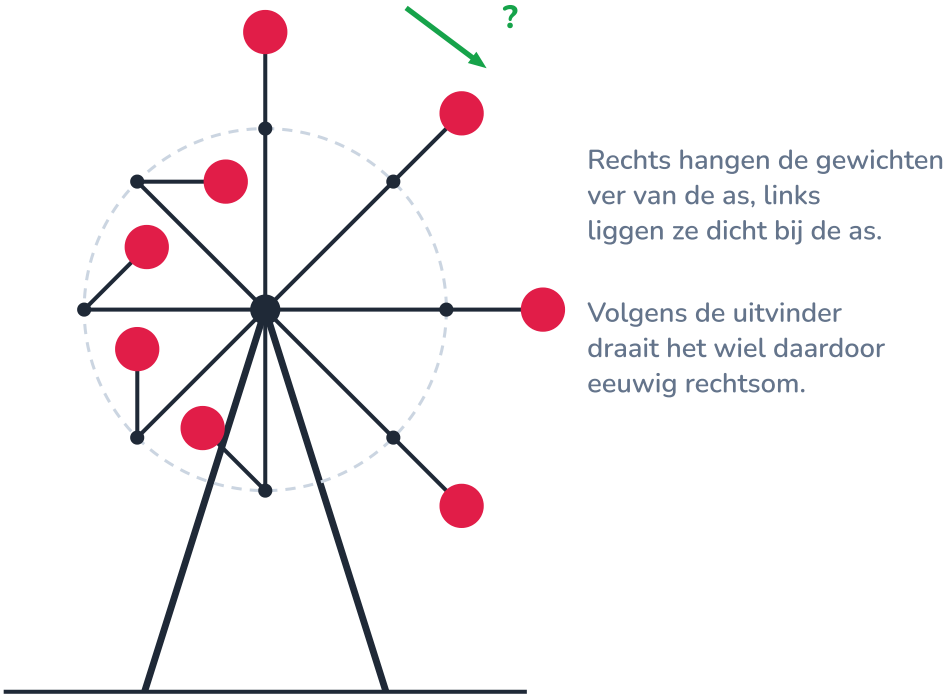
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Eerlijke proef	Eén variabele (de bal); zelfde valhoogte, zelfde vloer, loslaten zonder duw, zelfde manier van meten.
Metingen	Drie metingen per bal, gemiddelde, rendement in procent.
Verklaring	Energie naar warmte en geluid bij het vervormen; verschil tussen de ballen verklaard.
Meetmethode	Beeld per beeld afspelen, onderkant van de bal aflezen, camera op dezelfde hoogte (parallax, hoofdstuk 3).

15.12 Het eeuwig draaiende wiel

●●○ Toepassen · 3 · Begrijpen · 15 min

Al sinds de middeleeuwen tekenen uitvinders wielen zoals dit. De gewichten zitten aan scharnierende armen: rechts klappen ze naar buiten, links naar binnen. 'Rechts hangen de gewichten verder van de as, dus trekken ze harder (denk aan de hefboomwet), dus draait het wiel eeuwig', zegt de uitvinder.



Een klassiek ontwerp van een perpetuum mobile.

a Wat zou dit wiel volgens de wet van behoud van energie moeten doen om eeuwig te draaien, en waarom kan dat niet?

b Waar klopt de redenering van de uitvinder niet? Tel de gewichten links en rechts.

c Iemand geeft het wiel een duw. Wat gebeurt er, en waar gaat de energie van de duw naartoe?

15.13 Waar komt de energie vandaan?

●●○ Toepassen | 3 | Analyseren | 15 min

Bijna alle energie die we gebruiken, kwam ooit van de zon. Maar niet alles.

a Volg de energie terug tot de zon: (a) benzine; (b) windenergie; (c) waterkracht uit een stuwdam; (d) je boterham.

b Noem twee energiebronnen die niet van de zon komen. Waar komt hun energie dan vandaan?

15.14 Habitat: van de zon tot de plant

●●● Uitdagen | 4 | Habitat | 40 min

Op een zonnige dag in april valt er op het dak van de meetkas (0,72 m²) ongeveer 15 MJ zonlicht (PVGIS, heldere aprildag in Brussel: ongeveer 5,9 kWh per m²). Door de wanden komt er nog licht bij, maar reken alleen met het dak. Gebruik de verdeling uit het handboek: de platen laten 80 % door; van wat binnenkomt, valt de helft op de bladeren; de bladeren slaan 2,5 % van het licht dat erop valt op als suiker.

a Bereken hoeveel energie door de platen komt, hoeveel op de bladeren valt, en hoeveel suiker-energie de planten maken.

b Welk percentage van het zonlicht op de kas wordt suiker? Vergelijk met een snoepreep (1 MJ).

c Teken het Sankey-diagram op schaal (bijvoorbeeld 1 cm = 1,5 MJ).

d Waar gaat de rest van de energie naartoe? Wat merk je daarvan in de kas?

e Bedenk twee manieren om een groter deel van het licht in de planten te krijgen, zonder de kas groter te maken.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Berekening	Percentages correct na elkaar toegepast, met eenheden: 12 MJ, 6,0 MJ, 0,15 MJ.
Sankey-diagram	Op schaal, breedte erin = som van de breedtes eruit, labels met waarden.
Verklaring	De rest wordt warmte (en verdamping): de kas warmt op; link met het temperatuurverloop van hoofdstuk 4.
Voorstellen	Concreet en haalbaar, met uitleg waarom het meer licht in de bladeren brengt.

15.15 Debat: als energie nooit verloren gaat, waarom moeten we dan besparen?

●●● Uitdagen | 3 | Argumenteren | 25 min

Een klasgenoot zegt: 'De wet van behoud van energie zegt dat energie nooit verloren gaat. Dus is energie besparen onzin: de energie is er toch nog.'

a Wat klopt er aan die uitspraak, en wat niet?

b Geef twee andere redenen om energie te besparen, die niets met de wet van behoud te maken hebben.

c Schrijf in drie zinnen een antwoord aan de klasgenoot.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Natuurkunde	Behoud van energie correct; onderscheid tussen bruikbare energie en verspreide warmte.
Argumenten	Minstens twee redenen buiten de natuurkunde (kosten, CO_2, uitputting, afhankelijkheid).
Antwoord	Helder, vriendelijk, overtuigend.

15.16 Ontwerp: een kettingreactiemachine

Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 90 min

Ontwerp en bouw in een groep een kettingreactiemachine (zoals een 'Rube Goldberg-machine'): een knikker rolt, stoot een domino om, die een hefboom laat kippen, … en aan het eind gaat er een belletje, een lampje of een vlaggetje omhoog. Gebruik alleen materiaal uit de klas en van thuis.

a Schets je machine en nummer de stappen.

b Teken de energieketen: bij elke stap de omzetter en de energievormen. Je machine moet minstens vijf omzettingen hebben en minstens vier verschillende energievormen gebruiken.

c Waar komt de energie vandaan die de hele machine aandrijft? Waar eindigt ze?

d Test en verbeter: welke stap faalde het vaakst, en waarom? Wat heb je veranderd?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Werking	De machine loopt minstens twee keer na elkaar zonder hulp van begin tot eind.
Energieketen	Minstens vijf omzettingen en vier vormen, correct benoemd, met de omzetter bij elke stap.
Behoud	Bron en eindbestemming (warmte, geluid) correct; uitleg waarom elke stap opnieuw energie opgeslagen moet hebben (hoogte, veer).
Iteratie	Minstens één verbetering na een test, met reden.

15.17 Onderzoek: warmt water op als je het roert?

●●● Uitdagen | 4 | Onderzoeken | 50 min

Joule toonde dat water warmer wordt door erin te roeren. Kan jij dat meten met een mixer of een staafmixer en een thermometer? Het effect is klein, dus je proef moet goed ontworpen zijn.

a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Welke storende invloeden kunnen de temperatuur ook doen veranderen? Hoe schakel je ze uit? Denk aan de warmte van de motor van de mixer en aan de kamertemperatuur.

c Beschrijf je proef: wat verander je, wat meet je, wat hou je gelijk, en wat is je controle?

d Noteer je metingen en formuleer een besluit.

tijd (min)	T geroerd (°C)	T controle (°C)

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Toetsbaar, met een voorspelling.
Storende invloeden	Motorwarmte, handen, kamertemperatuur en verdamping herkend, met een maatregel.
Controle	Een gelijke hoeveelheid water die niet geroerd wordt, onder dezelfde omstandigheden.
Besluit	Op basis van het verschil met de controle, met een kritische blik op de grootte van het effect.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan acht energievormen benoemen en in voorbeelden herkennen.
- Ik kan een energieketen opstellen voor een toestel of een situatie, en bij elke omzetting zeggen welke vorm erin gaat en welke eruit komt.
- Ik kan de wet van behoud van energie in eigen woorden uitleggen en gebruiken om te verklaren waar 'verloren' energie naartoe gaat.
- Ik kan energie uitdrukken in joule, kilojoule en megajoule, kilocalorieën en kilowattuur omzetten, en je hebt een gevoel voor hoe groot die hoeveelheden zijn.
- Ik kan berekenen hoeveel energie nodig is om iets op te tillen: $E = F_z \cdot h$.
- Ik kan het rendement van een omzetting in procent berekenen en uitleggen wat het betekent.
- Ik kan een Sankey-diagram lezen en zelf op schaal tekenen.
- Ik kan de energieketen van de zon tot de plant in de meetkas beschrijven en in een Sankey-diagram tonen.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 16

Warmte en temperatuur

Waarom de meetkas in april 32 °C wordt, waarom ze 's nachts afkoelt, en hoe je warmte vasthoudt

Je begint met het verschil tussen temperatuur en warmte, omrekenen naar kelvin, de drie wegen van warmte en rekenen met water. Daarna voer je zelf een eerlijke isolatieproef uit, lees je afkoelgrafieken en de meting van de meetkas, en ontmasker je misvattingen over het broeikaseffect. In de uitdagingen maak je een nachtplan voor de meetkas (opdracht 16.13, voor je Habitat-portfolio), onderzoek je een minikas zoals Wood, reken je aan een poolstation zonder verwarming en bouw je een doos die een ijsblokje zo lang mogelijk bewaart.

5× oefenen · 7× toepassen · 4× uitdagen · ± 409 min

E Energie · M Materie en chemie



Door een warmtecamera: de grond en het water houden de warmte vast, het aluminium frame is het koudst.

●○○ Oefenen — Oefenen

één stap, direct toepassen

16.1 Temperatuur of warmte?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Vul telkens het juiste woord in: temperatuur, warmte of thermische energie.

a De _____ van de soep is 70 °C.

b Er stroomt _____ van de hete soep naar de koude lepel.

c Een zwembad van 25 °C bevat meer _____ dan een kop koffie van 80 °C.

d Een thermometer meet de _____ .

e Een wollen trui houdt de _____ van je lichaam vast.

f Waarom is 'de kou komt binnen' natuurkundig niet juist? Wat gebeurt er echt?

16.2 Celsius en kelvin

Oefenen · 1 · Rekenen · 10 min

Gebruik $T = t + 273{,}15$.

a Vul de tabel in.

	in °C	in K
(a) lichaamstemperatuur	37	
(b) de meetkas om 5 uur	7,7	
(c) een winternacht	−12	
(d) kamertemperatuur		293,15
(e) het oppervlak van de maan 's nachts		100
(f) het absolute nulpunt		0

b Het water in het reservoir warmt op van 12 °C tot 19 °C. Hoe groot is de stijging in °C en in K?

16.3 Welke weg neemt de warmte?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Geleiding, stroming of straling? Soms zijn het er twee.

Vul in.

situatie	manier(en)
(a) je voelt de warmte van een kampvuur op je gezicht	
(b) het handvat van een metalen pan wordt heet	
(c) in een kamer is het aan het plafond warmer dan bij de vloer	
(d) de zon verwarmt de aarde	
(e) je handen worden koud als je een sneeuwbal vasthoudt	
(f) de wind voelt koud aan	
(g) een haardroger droogt je haar	

16.4 Water opwarmen

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Gebruik de rekenregel $Q = 4{,}2 \cdot V \cdot \Delta t$ (Q in kJ, V in L, Δt in °C).

a Een waterkoker warmt 1,5 L water op van 15 °C tot 100 °C. Hoeveel warmte gaat er naar het water?

b Het reservoir van de meetkas (30 L, vol) warmt op een zonnige dag 8 °C op. Hoeveel warmte slaat het op?

c Je geeft 84 kJ aan 2,0 L water. Hoeveel graden warmer wordt het?

16.5 Goede en slechte geleiders

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Gebruik de tabel met warmtegeleiding in het handboek.

a Waarom heeft een pan een bodem van metaal en een handvat van kunststof of hout?

b Een tegelvloer voelt 's ochtends kouder aan dan een houten vloer in dezelfde kamer. Zijn ze kouder? Leg uit.

c Een natte trui isoleert veel slechter dan een droge. Verklaar met de tabel.

d Hoeveel keer beter geleidt aluminium dan polycarbonaat? Wat betekent dat voor het frame van de meetkas?

Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

16.6 Labo: een eerlijke isolatieproef

Toepassen · 3 · Labo · 50 min

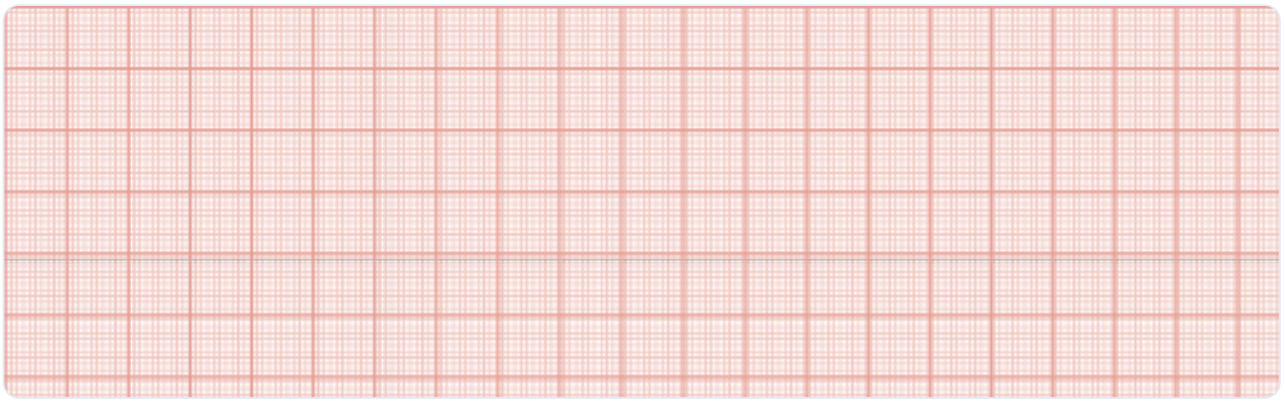
Voer zelf de isolatieproef uit het handboek uit, met minstens vier materialen en een controle. Kies zelf welke materialen je test, bijvoorbeeld om te bepalen waarmee je de meetkas 's nachts het best afdekt.

a Noteer je onafhankelijke, afhankelijke en gecontroleerde variabelen.

b Meet om de 5 minuten, 40 minuten lang.

t (min)	controle	materiaal 1	materiaal 2	materiaal 3	materiaal 4

c Teken de afkoelkrommen in één grafiek, met een legende.



d Rangschik de materialen van best tot slechtst isolerend. Verklaar de winnaar met de drie wegen van warmte.

e Wat zou je verbeteren als je de proef opnieuw deed?

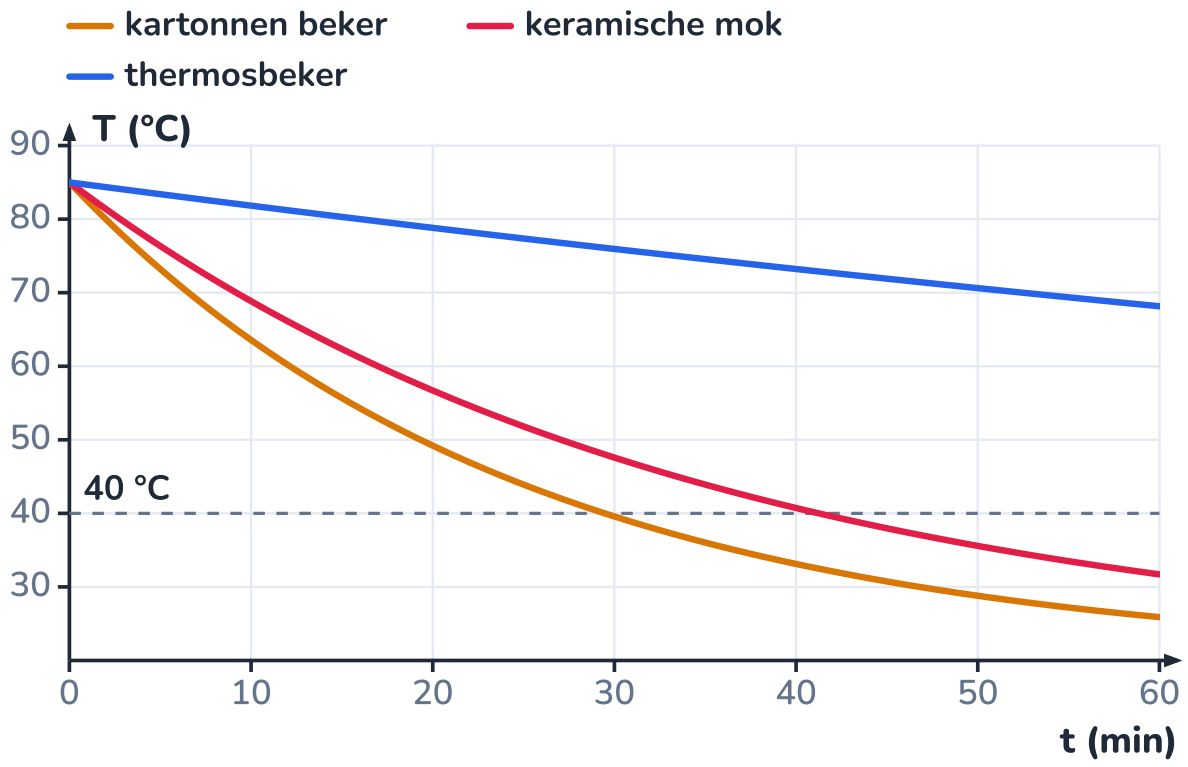
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Eerlijke proef	Eén variabele (het materiaal), een controle zonder isolatie, al de rest gelijk en benoemd.
Metingen	Om de 5 minuten, met eenheden, voor alle potten.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, passende schaal, een kromme per materiaal, legende.
Besluit	Rangschikking volgt uit de metingen; verklaring met opgesloten lucht, geleiding en straling; verbetervoorstel.

16.7 Afkoelgrafieken lezen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een leerling giet koffie van 85 °C in drie bekers en meet hoe ze afkoelt.



Koffie in een kartonnen beker (zonder deksel), een keramische mok en een thermosbeker.

a Hoe warm is de koffie in elke beker na 30 minuten?

b Na hoeveel minuten is de koffie in de kartonnen beker en in de mok afgekoeld tot 40 °C?

c Waarom daalt de temperatuur in het begin sneller dan later?

d Welke eigenschappen van de thermosbeker verklaren zijn kromme?

16.8 De meting van de meetkas verklaren

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

De meetkas en buiten, op een zonnige dag in april, om de twee uur (dezelfde meting als in hoofdstuk 4).

tijdstip (h)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
in de kas (°C)	9,5	8,6	7,9	7,7	11,0	20,5	28,5	32,0	27,5	19,5	13,5	11,0	9,8
buiten (°C)	8,5	7,6	6,9	6,6	8,6	12,3	15,4	17,3	17,9	16,0	12,6	10,3	8,8

a Bereken het verschil tussen kas en buiten om 4 uur, om 14 uur en om 22 uur.

b Leg met de begrippen uit dit hoofdstuk uit waarom het verschil om 14 uur zo groot is.

c Leg uit waarom het verschil om 4 uur zo klein is.

d Voorspel wat er met de kromme overdag gebeurt als het dakraam vanaf 11 uur openstaat. Leg uit.

16.9 Broeikas: juist of fout?

Toepassen · 3 · Begrijpen · 15 min

Zeg of de uitspraak juist of fout is. Verbeter wat fout is.

a (a) Een kas wordt vooral warm omdat het glas het infrarood tegenhoudt.

b (b) Zonder broeikaseffect zou de aarde gemiddeld ongeveer −18 °C zijn.

c (c) Stikstof en zuurstof zijn de belangrijkste broeikasgassen, omdat er zoveel van in de lucht zit.

d (d) De atmosfeer werkt als een dak dat de warme lucht opsluit.

e (e) Broeikasgassen stralen de energie die ze opnemen in alle richtingen weer uit, ook naar de grond.

f (f) Het broeikaseffect is slecht; hoe minder, hoe beter.

16.10 Isoleren met lucht

●●○ Toepassen | 3 | Begrijpen | 15 min

Lucht is een van de beste isolatoren, als ze stilstaat.

a Waarom is de spouw tussen twee ruiten van dubbel glas ongeveer 1,5 cm, en niet 10 cm?

b Waarom zet een vogel zijn veren op als het vriest?

c Een iglo is gemaakt van sneeuw. Hoe kan het binnen een iglo boven nul zijn, als het buiten −20 °C is?

d Waarom is de kanaalplaat van de meetkas een betere keuze dan een massieve plaat polycarbonaat van 4 mm?

16.11 Het warmteverlies van de meetkas

●●○ Toepassen | 3 | Rekenen | 15 min

De platen van de meetkas laten ongeveer 50 kJ per uur door voor elke graad dat de kas warmer is dan buiten. Op een koude nacht in maart is het buiten 2 °C.

a Hoeveel warmte verliest de kas per uur als ze 6 °C is? En als ze 10 °C is?

b Hoeveel warmte verliest ze in een nacht van 10 uur als ze gemiddeld 4 °C warmer is dan buiten?

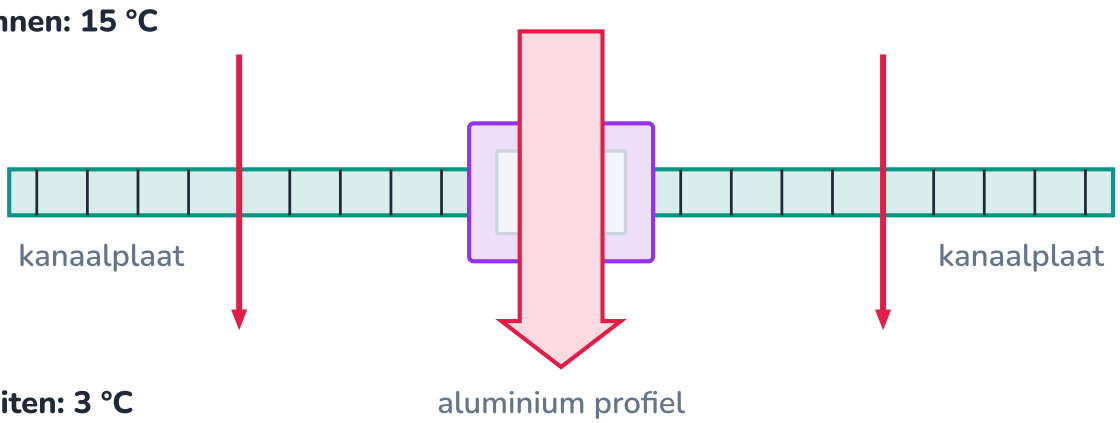
c Hoeveel liter water moet 5 °C afkoelen om die warmte te leveren?

d Een klasgenoot stelt voor de kas te verwarmen met een lampje. Waarom is het slimmer om eerst te isoleren?

16.12 De koudebrug in het frame

●●○ Toepassen | 3 | Analyseren | 15 min

De figuur toont een doorsnede van een wand van de meetkas: twee kanaalplaten op een aluminium kokerprofiel.



De breedte van de rode pijl toont hoeveel warmte erdoor gaat (schematisch).

a Waarom is de pijl door het aluminium zoveel breder dan de pijlen door de platen?

b Op welke plaats zie je 's morgens het eerst condens aan de binnenkant? Waarom? (hoofdstuk 6)

c Stel twee maatregelen voor om de koudebrug te beperken, en zeg bij elke maatregel welke weg van de warmte je afremt.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

16.13 Habitat: een nachtplan voor de meetkas

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 45 min

In maart wil je in de meetkas sla laten groeien. Sla verdraagt koude nachten, maar niet lang onder 3 °C. Op een heldere nacht wordt het buiten 0 °C. Rekenwaarden: de platen verliezen 50 kJ per uur per graad verschil; een nachtscherm halveert dat; het reservoir (24 L) en extra water koelen 's nachts elk 5 °C af; water: 4,2 kJ per liter per graad; nacht van 12 uur.

a Hoeveel warmer dan buiten moet de kas gemiddeld blijven? Hoeveel warmte per uur is dan nodig zonder en met nachtscherm?

b Hoeveel liter water heb je nodig als warmtebuffer, zonder en met nachtscherm?

c Maak een nachtplan met minstens vier maatregelen. Zeg bij elke maatregel welke weg van de warmte hij afremt, of hoe hij warmte levert.

d Waar zet je het extra water, en in welke houders, zodat het overdag zoveel mogelijk warmte opneemt?

e Wat zijn de nadelen van je plan? Wat moet er 's morgens gebeuren?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Berekening	Nodige warmte per uur en volume water correct, met eenheden (150 kJ/h, 75 kJ/h; 86 L, 43 L).
Maatregelen	Minstens vier, elk gekoppeld aan geleiding, stroming, straling of opslag.
Warmtebuffer	Donkere houders in de zon, op de grond, met veel oppervlak; realistische plaats in de kas.
Kritisch	Nadelen (plaats, gewicht, licht, condens) en een ochtendroutine (scherm weg, dakraam open bij zon).

16.14 Onderzoek: een minikas zoals Wood

Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 50 min

Onderzoek met glazen potten onder een lamp of in de zon of een 'kas' vooral warm wordt door de opgesloten lucht of door het tegenhouden van infrarood. Huishoudfolie (polyetheen) laat, net als het steenzout van Wood, veel infrarood door; glas houdt het grotendeels tegen.

a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Ontwerp de proef met drie potten: welke pot krijgt welk deksel? Wat vergelijk je met wat?

c Welke variabelen hou je gelijk? Noem er minstens vier.

d Meet en noteer.

t (min)	open pot (°C)	deksel huishoudfolie (°C)	deksel glas (°C)

e Formuleer een besluit. Wat zegt je proef over de kas, en waarom zegt ze niets over de atmosfeer?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Toetsbaar, met een voorspelling over de drie potten.
Ontwerp	Open pot (controle), pot met folie (lucht opgesloten, infrarood erdoor), pot met glas (lucht opgesloten, infrarood tegengehouden).
Eerlijk	Zelfde potten, donkere bodem, zelfde plaats en afstand tot de lamp, thermometer op dezelfde hoogte in de schaduw.
Besluit	Folie en glas bijna gelijk en veel warmer dan open: opsluiten van de lucht is het grootste effect; atmosfeer heeft geen deksel.

16.15 Een poolstation zonder verwarming

●●● Uitdagen · 4 · Rekenen · 25 min

Het Belgische poolstation Princess Elisabeth Antarctica heeft geen klassieke verwarming: dikke, goed isolerende wanden houden de warmte van de zon, de bewoners en de toestellen binnen. Stel dat een station per uur 180 kJ warmte verliest voor elke graad dat het binnen warmer is dan buiten. Een mens in rust geeft ongeveer 100 J warmte per seconde af.

a Hoeveel warmte geeft één bewoner af per uur? En tien bewoners?

b Hoeveel graden warmer dan buiten kunnen tien bewoners het station houden?

c Het is buiten −15 °C. Is dat genoeg? Wat komt er in het echt nog bij?

d Wat gebeurt er met het warmteverlies per graad als je de isolatie twee keer zo goed maakt? En met de binnentemperatuur?

16.16 Maak: de ijsblokjeskluis

Uitdagen · 4 · Maken · 90 min

Wedstrijd: bouw een doos (hooguit 15 cm × 15 cm × 15 cm) die een ijsblokje zo lang mogelijk bewaart. Iedereen krijgt een even groot ijsblokje (gewogen), op hetzelfde moment. Na 3 uur weeg je wat er nog over is. Gebruik alleen gratis of gerecycleerd materiaal.

a Schets je ontwerp in doorsnede. Duid aan hoe je elke weg van de warmte afremt.

b Waarom mag de doos de warmte niet 'tegenhouden', maar alleen afremmen? Wat gebeurt er na genoeg tijd altijd?

c Resultaat: hoeveel gram ijs blijft er over? Hoeveel procent is dat?

d Vergelijk met de winnaar. Wat zou je verbeteren?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Ontwerp	Doorsnede met materialen; per weg van warmte een maatregel (opgesloten lucht, blinkende laag, goed sluitend deksel).
Eerlijke wedstrijd	Zelfde ijsblokje, zelfde plaats en tijd, wegen voor en na.
Resultaat	Massa en percentage correct berekend.
Reflectie	Verschil met de beste doos verklaard met de drie wegen; concreet verbetervoorstel.

Zelfevaluatie — Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- [ ] Ik kan het verschil tussen temperatuur, thermische energie en warmte uitleggen met het deeltjesmodel en met voorbeelden.
- [ ] Ik kan temperaturen omrekenen tussen graden Celsius en kelvin met $T = t + 273{,}15$, en uitleggen wat het absolute nulpunt is.
- [ ] Ik kan met de rekenregel 4,2 kJ per liter per graad berekenen hoeveel warmte nodig is om water op te warmen.
- [ ] Ik kan geleiding, stroming en straling uitleggen en herkennen in voorbeelden.
- [ ] Ik kan uitleggen waarom stilstaande lucht goed isoleert, en materialen vergelijken met hun warmtegeleiding.
- [ ] Ik kan uitleggen waarom een kas overdag warm wordt, en hoe het broeikaseffect van de atmosfeer daarvan verschilt.
- [ ] Ik kan een eerlijke isolatieproef opzetten en een afkoelgrafiek lezen.
- [ ] Ik kan maatregelen voorstellen om de meetkas 's nachts warm te houden en hun effect schatten.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 17

Energie uit zon, wind en water

Waar onze energie vandaan komt, waarom dat moet veranderen, en hoe je de meetkas op zonne-energie laat draaien

Je begint met energiebronnen indelen, rekenen met watt en wattuur, en de CO2-grafiek lezen. Daarna reken je de opbrengst van zonnepanelen uit, meet je de invloed van hoek en schaduw, lees je vermogensgrafieken en vergelijk je manieren om energie op te slaan. In de uitdagingen kies je de energievoorziening van de meetkas (opdracht 17.13, voor je Habitat-portfolio), bouw je een zonnecollector uit een tuinslang, onderzoek je een windmolentje en reken je aan het poolstation Princess Elisabeth.

5× oefenen · 7× toepassen · 4× uitdagen · ± 434 min

E Energie · L Elektriciteit en elektronica · D Ontwerpen en maken



Princess Elisabeth Antarctica: een poolstation dat draait op zon en wind.

●○○ Oefenen — Oefenen

één stap, direct toepassen

17.1 Fossiel, nucleair of hernieuwbaar?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Deel de energiebronnen in.

Vul in: fossiel, nucleair of hernieuwbaar.

bron	soort	komt er CO2 vrij bij het gebruik?
(a) aardgas		
(b) wind		
(c) uranium		
(d) steenkool		
(e) zonlicht		
(f) stromend water		
(g) diesel		
(h) hout uit een bos dat heraangeplant wordt		

17.2 Watt en wattuur

Oefenen · 1 · Rekenen · 12 min

Gebruik energie = vermogen × tijd, $1\,\mathrm{Wh} = 3600\,\mathrm{J}$ en $1\,\mathrm{kWh} = 1000\,\mathrm{Wh}$.

a Een ledlamp van 8 W brandt 5 uur. Hoeveel Wh is dat?

b Hoeveel joule is 40 Wh?

c Een waterkoker van 2000 W werkt 3 minuten. Hoeveel Wh is dat?

d Hoe lang kan een lampje van 5 W branden op een batterij van 60 Wh?

e Een laptop verbruikt 45 Wh in 1,5 uur. Wat is zijn vermogen?

17.3 Zonnepaneel of zonneboiler?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Een zonnepaneel en een zonneboiler vangen allebei zonlicht op, maar ze leveren iets anders.

a Wat levert elk? Welk van de twee zet het grootste deel van het zonlicht om?

b Kies telkens en leg kort uit: (a) warm water om te douchen; (b) een laptop opladen; (c) het pompje van de meetkas; (d) de afwas in het poolstation.

c Waarom is de plaat in een zonnecollector zwart en ligt er glas boven?

17.4 Energieketens van centrales

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Vul de energieketens aan. Denk ook aan de warmte die vrijkomt.

a Windturbine: _____ energie van de wind → bewegingsenergie van de rotor → _____ energie.

b Stuwdam: _____ energie van het water → _____ energie van het water → elektrische energie.

c Gascentrale: _____ energie in aardgas → warmte (stoom) → _____ energie van de turbine → elektrische energie.

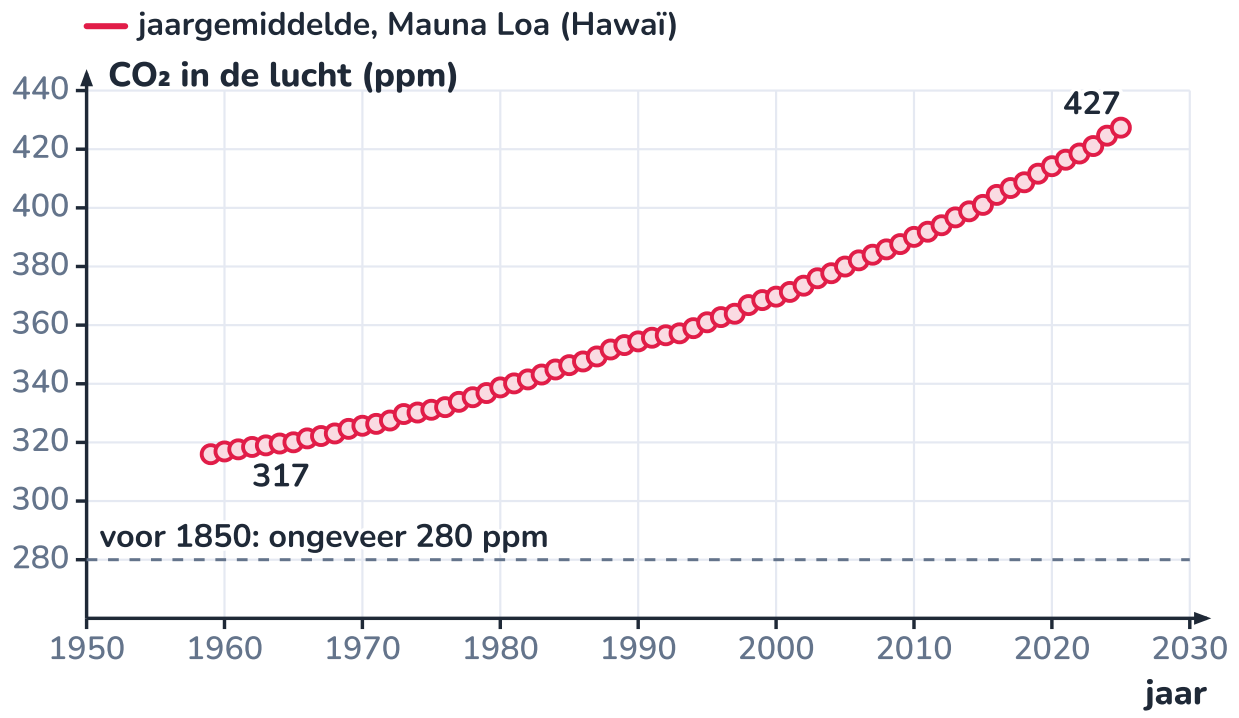
d Zonnepaneel: _____ → elektrische energie.

e In welke van deze vier gaat het grootste deel van de energie verloren als warmte? Gebruik de rendementen uit hoofdstuk 15.

17.5 De CO_2-grafiek lezen

Oefenen · 2 · Analyseren · 15 min

Gebruik de grafiek van de CO_2-metingen op Mauna Loa.



Jaargemiddelden van CO_2 in de lucht (NOAA).

a Hoeveel CO_2 zat er in de lucht in 1960, 1990 en 2025?

b Hoeveel ppm kwam er gemiddeld per jaar bij tussen 1960 en 1990? En tussen 1990 en 2025?

c Gaat de stijging sneller of trager? Hoe zie je dat aan de grafiek?

d Hoeveel procent meer CO_2 zit er in 2025 in de lucht dan voor 1850 (280 ppm)?

17.6 Dagopbrengst van een zonnepaneel

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Gebruik de tabel met de opbrengst per wattpiek per dag uit het handboek (Brussel, 60°, op het zuiden).

a Een paneel van 20 Wp. Hoeveel Wh levert het op een gemiddelde dag in maart, juni en december?

b Controleer de junicijfers met de volle zonuren (4,6 h) en de factor 0,8.

c Hoe groot moet een paneel zijn om in december gemiddeld 30 Wh per dag te leveren?

d Waarom levert hetzelfde paneel in april meer dan in juli, terwijl de zon in juli langer schijnt?

17.7 Labo: zonnepaneel, hoek en schaduw

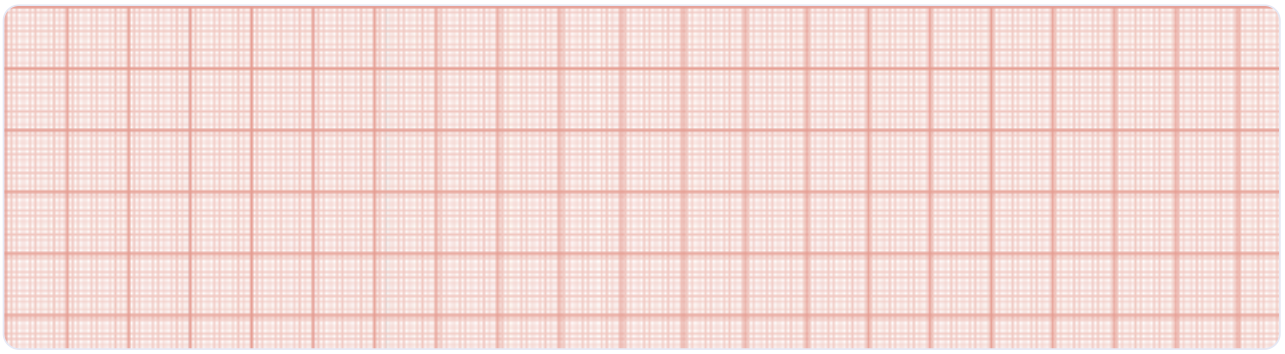
●●○ Toepassen · 3 · Labo · 45 min

Voer de proef uit het handboek zelf uit. Je docent stelt de multimeter in; jij leest de stroom af. Werk met een lamp of in de zon.

a Meet de stroom bij verschillende hoeken.

hoek (°)	I (mA)	I / I bij 0° (%)

b Zet je metingen in een grafiek, met de hoek horizontaal.



c Bij welke hoek meet je de helft van de stroom bij 0°? Vergelijk met het handboek.

d Meet met één cel afgedekt, en met een smalle strook over alle cellen. Verklaar het verschil.

e Welke twee adviezen geef je voor de plaats van het paneel van de meetkas?

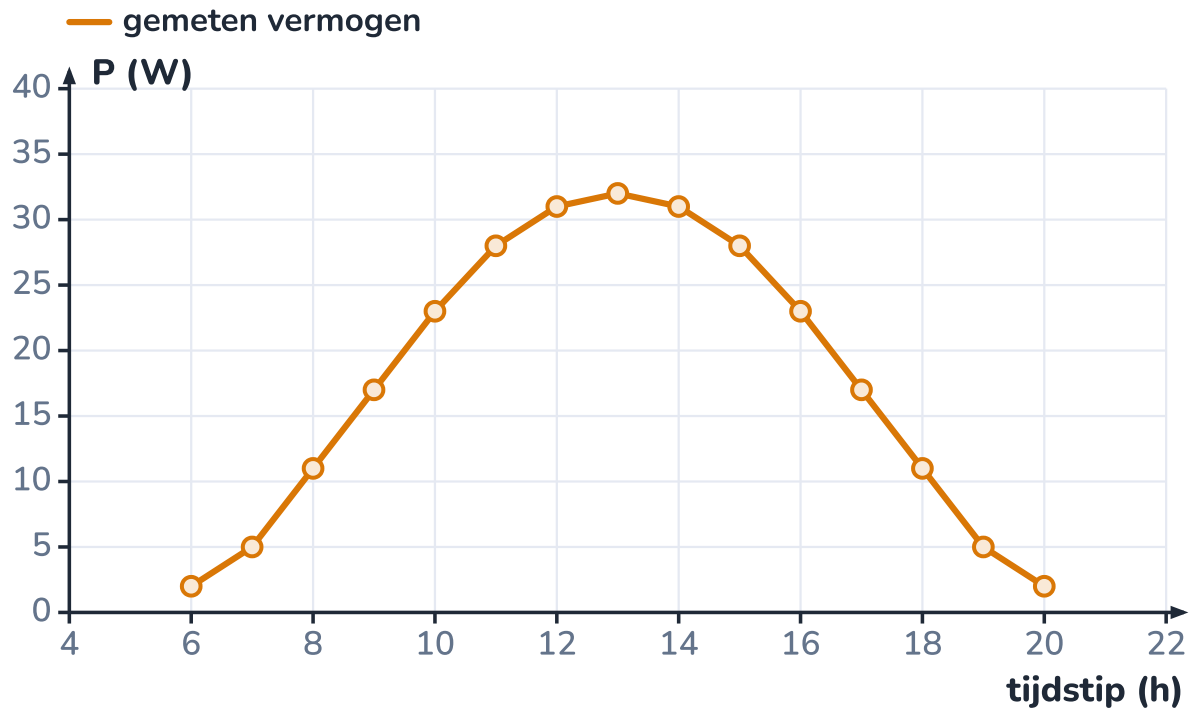
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Metingen	Minstens zes hoeken, met de gradenboog ingesteld, percentages berekend.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, passende schaal, vloeiende kromme.
Schaduw	Verschil verklaard met cellen in serie: de zwakste cel bepaalt de stroom.
Advies	Loodrecht op de zon (steil in de winter), en geen schaduw, ook niet gedeeltelijk.

17.8 Een vermogensgrafiek lezen

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Het paneel van 50 Wp van de meetkas werd op een heldere junidag elk uur gemeten.



Het vermogen van een paneel van 50 Wp op een heldere dag in juni.

a Wat is het grootste vermogen, en wanneer? Waarom haalt het paneel geen 50 W?

b Schat de energie van die dag. Tip: tel per uur het vermogen op (elk uur is een strookje van 1 h breed).

c Hoeveel volle zonuren komt dat ongeveer overeen met (reken met 50 Wp en de factor 0,8)?

d Vergelijk met een gemiddelde junidag (177 Wh). Waarom is het verschil zo groot?

17.9 CO_2 van je elektriciteit en je auto

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Gebruik de CO_2-waarden per kWh uit het handboek (steenkool 820 g, aardgas 490 g, zon 41 g, wind 11 g) en 2,3 kg CO_2 per liter benzine.

a Een gezin verbruikt 3500 kWh per jaar. Hoeveel CO_2 is dat met stroom uit zonnepanelen?

b Een auto rijdt 12 000 km per jaar en verbruikt 5,5 L benzine per 100 km. Hoeveel CO_2?

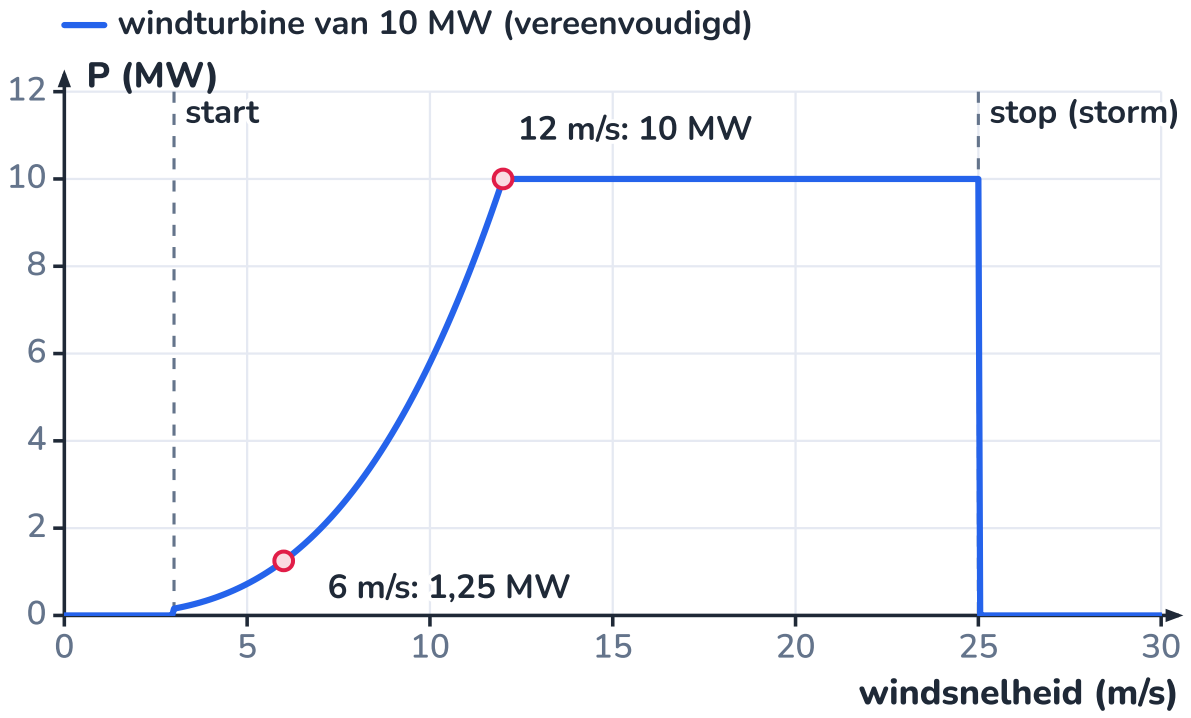
c Een elektrische auto verbruikt 17 kWh per 100 km. Hoeveel CO_2 over 12 000 km, met stroom uit aardgas? En met stroom uit wind?

d Wat besluit je? Hangt het antwoord af van waar de stroom vandaan komt?

17.10 Wind: twee keer zo hard

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Gebruik de vereenvoudigde vermogenscurve van de windturbine van 10 MW uit het handboek.



Vermogenscurve (vereenvoudigd).

a Lees af: het vermogen bij 4 m/s, 8 m/s, 12 m/s, 20 m/s en 27 m/s.

b Hoeveel keer meer vermogen bij 8 m/s dan bij 4 m/s? Klopt de regel 'twee keer zoveel wind, acht keer zoveel vermogen'?

c Waarom stijgt het vermogen boven 12 m/s niet meer, en waarom is het 0 boven 25 m/s?

d Een turbine op een heuvel heeft gemiddeld 10 % meer wind dan in het dal. Levert ze dan 10 % meer? Leg uit.

17.11 Opslaan: batterij, water of warmte?

Toepassen · 3 · Rekenen · 20 min

Gebruik $E = F_z \cdot h$, $4{,}2\,\text{kJ}$ per liter per °C en $1\,\text{Wh} = 3600\,\text{J}$.

a Het reservoir van de meetkas (30 L) staat 1,0 m hoger dan de pomp. Hoeveel zwaarte-energie zit erin, in J en in Wh?

b Hetzelfde water warmt overdag 8 °C op. Hoeveel warmte is dat, in kJ en in Wh?

c Vergelijk met de batterij van 250 Wh die de meetkas krijgt. Welke opslag is voor welk doel geschikt?

17.12 Debat: kernenergie in België?

Toepassen · 3 · Argumenteren · 30 min

In 2025 kwam ongeveer een derde van de Belgische elektriciteitsproductie uit kerncentrales. Over hoe lang ze nog moeten draaien, en of er nieuwe moeten komen, wordt al jaren gediscussieerd. Bereid in een groep een debat voor. Een groep verdedigt 'meer kernenergie', een andere 'geen kernenergie meer'.

a Verzamel minstens drie argumenten voor en drie tegen. Zet bij elk argument een feit of getal uit dit hoofdstuk of uit een betrouwbare bron.

b Welke argumenten gaan over CO2 en klimaat, welke over veiligheid en afval, welke over kosten en bevoorrading?

c Wat is jouw standpunt na het debat? Wat zou je van mening kunnen doen veranderen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Minstens drie per kant, correct en onderbouwd met feiten of getallen.
Bronnen	Betrouwbare bronnen genoemd; meningen en feiten gescheiden.
Luisteren	Reageert op de argumenten van de andere groep, niet alleen op de eigen.
Standpunt	Helder, onderbouwd, met oog voor de andere kant.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

17.13 Habitat: de energievoorziening van de meetkas kiezen

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 50 min

Je kiest hoe de meetkas van energie voorzien wordt. Drie opties: (A) de 12 V-adapter aan het stopcontact, via een lange kabel; (B) een zonnepaneel met batterij; (C) een zonnepaneel met batterij én de adapter als reserve. Rekenwaarden: verbruik 44 Wh per dag (april tot september) en 63 Wh per dag (oktober tot maart); opbrengst per Wp per dag uit het handboek.

a Maak een keuzetabel (hoofdstuk 10) met minstens vijf criteria, bijvoorbeeld: werkt het het hele jaar, kosten, CO2, veiligheid (hoofdstuk 5), onafhankelijkheid, onderhoud. Geef elke optie een score.

criterium	gewicht	A: adapter	B: zon + batterij	C: zon + batterij + adapter

b Bereken voor optie B en C: het piekvermogen van het paneel, en de grootte van de batterij voor drie dagen zonder zon.

c Teken een bovenaanzicht van de meetkas met de plaats van het paneel, de batterij en de kabels. Duid het zuiden aan.

d Welke optie kies je? Onderbouw met je keuzetabel en je berekening.

e Hoe kan je het verbruik verkleinen, zodat een kleiner paneel volstaat? Noem twee maatregelen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Keuzetabel	Minstens vijf criteria met gewichten; scores eerlijk en uitgelegd.
Berekening	Ontworpen voor december: ongeveer 50 Wp; batterij ongeveer 190 Wh bruikbaar, dus ±250 Wh.
Plaats	Op het zuiden, geen schaduw op de planten en op het paneel, batterij droog en buiten de kas, korte kabels.
Besluit en besparing	Keuze volgt uit tabel en berekening; realistische besparingen (slaapstand, ledstrip met timer of lichtsensor).

17.14 Maak: een zonnecollector uit een tuinslang

Uitdagen · 4 · Maken · 90 min

Bouw een eenvoudige zonnecollector: een zwarte tuinslang van 10 m, opgerold in een ondiepe doos, eventueel met een zwarte bodem en een doorzichtige plaat erboven. Vul de slang met water, leg ze in de zon en meet de temperatuur van het water na een uur. Een slang van 10 m met een binnendiameter van 13 mm bevat ongeveer 1,3 L water.

a Schets je collector en duid aan hoe hij de drie wegen van warmteverlies afremt (hoofdstuk 16).

b Meet de temperatuur van het water voor en na een uur in de zon. Hoeveel warmte heeft het water opgenomen?

c De oppervlakte van je collector is ongeveer 0,25 m². In volle zon valt er ongeveer 1000 J per seconde op 1 m². Hoeveel zonne-energie viel er in een uur op je collector? Wat is het rendement?

d Wat zou je veranderen om het rendement te verhogen? Test één verandering.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Bouw	Zwarte slang dicht opgerold, doos geïsoleerd, doorzichtige afdekking.
Meting	Temperatuur voor en na, zelfde meetplaats; warmte berekend met 4,2 kJ per liter per graad.
Rendement	Instraling correct geschat (orde 900 kJ in een uur), rendement berekend en realistisch.
Verbetering	Eén verandering getest, met vergelijking voor en na.

17.15 Onderzoek: een windmolentje

●●● Uitdagen | 4 | Onderzoeken | 50 min

Een klein windmolentje drijft een motortje aan dat als generator werkt. Je docent sluit een multimeter aan die de spanning meet: hoe sneller het molentje draait, hoe groter de spanning. Een ventilator maakt de wind. Onderzoek hoe de opbrengst afhangt van de windsnelheid (verander de afstand tot de ventilator, of de stand van de ventilator), of van het aantal wieken.

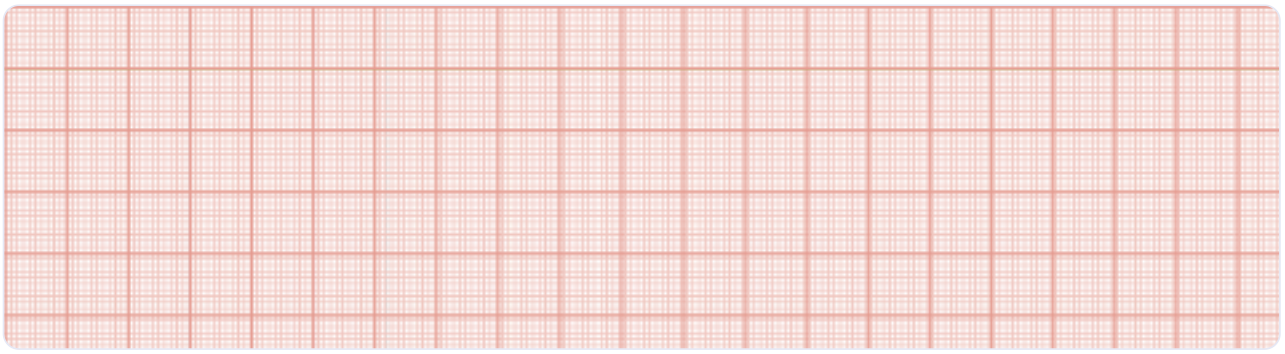
a Kies wat je onderzoekt. Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Welke variabelen hou je gelijk? Hoe meet je de windsnelheid (of hoe hou je ze gelijk)?

c Noteer je metingen.

wat je verandert	U (V), meting 1	U (V), meting 2	gemiddelde

d Teken een grafiek en formuleer een besluit. Wat betekent je besluit voor een echte windturbine?



ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Eén variabele, toetsbaar.
Eerlijk	Zelfde molentje en meter, zelfde hoogte en richting, ventilator lang genoeg aan voor een stabiele meting, herhaald.
Grafiek	Correcte assen en schaal; trend beschreven.
Besluit	Volgt uit de metingen, met beperkingen (turbulentie van de ventilator, meter).

17.16 Genoeg energie voor Princess Elisabeth?

●●● Uitdagen | 4 | Rekenen | 25 min

Het poolstation Princess Elisabeth heeft negen windturbines van 6 kW en zonnepanelen die op een goede zomerdag ongeveer 420 kWh leveren. Stel dat de windturbines gemiddeld een derde van hun maximum leveren. In de zomer verblijven er tot 50 mensen.

a Hoeveel energie leveren de windturbines samen per dag, gemiddeld?

b Hoeveel leveren zon en wind samen per dag? Hoeveel is dat per bewoner?

c Een Belgisch gezin verbruikt ongeveer 3500 kWh per jaar. Hoeveel is dat per dag? Vergelijk.

d Waarom heeft het station toch batterijen en een slim net nodig? Geef twee redenen.

e Waarom werkt zonne-energie in de Antarctische zomer zo goed, en waarom is het station in de winter dicht?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan fossiele, nucleaire en hernieuwbare energiebronnen onderscheiden, met voor- en nadelen.	▢ ▢ ▢
Ik kan uitleggen hoe het verbranden van fossiele brandstoffen via CO2 bijdraagt aan de opwarming van de aarde, en een CO2-grafiek lezen.	▢ ▢ ▢
Ik kan het verschil tussen vermogen (in watt) en energie (in wattuur) uitleggen en rekenen met energie = vermogen × tijd.	▢ ▢ ▢
Ik kan uitleggen hoe een zonnepaneel en een zonneboiler werken, en wanneer je welke kiest.	▢ ▢ ▢
Ik kan de energieketen van een windturbine en een waterkrachtcentrale beschrijven.	▢ ▢ ▢
Ik kan de dagopbrengst van een zonnepaneel schatten met zijn piekvermogen, in de zomer en in de winter.	▢ ▢ ▢
Ik kan manieren om energie op te slaan vergelijken: batterij, water omhoog pompen, warmtebuffer.	▢ ▢ ▢
Ik kan een onderbouwde keuze maken voor de energievoorziening van de meetkas.	▢ ▢ ▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 18

De elektrische kring

Bron, verbruiker, draad en schakelaar: van zaklamp tot trappenhuis

Je begint met symbolen, geleiders en eenvoudige kringen lezen. Daarna test je stoffen in het labo, zoek je fouten in schema's, redeneer je over kortsluiting en zekeringen, en bouw je logica met schakelaars. In de uitdagingen teken je het schema van de meetkas (opdracht 18.12, voor je Habitat-portfolio), ontwerp je een alarm, onderzoek je water en bedien je een lamp van drie plaatsen.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 315 min

L Elektriciteit en elektronica



Een lampje, een batterij, twee draden en een schakelaar: de kleinste kring die iets doet.

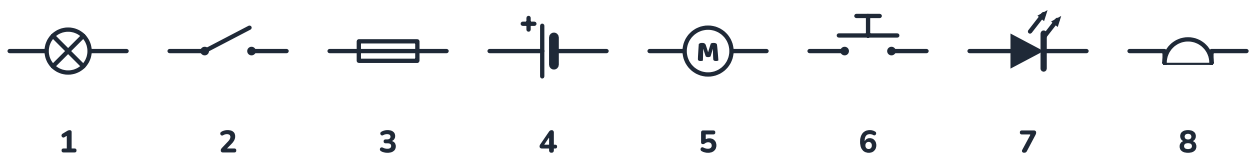
●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

18.1 Symbolen herkennen

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Welk onderdeel stelt elk symbool voor?



Acht IEC-symbolen, genummerd van 1 tot 8.

a Schrijf de naam van elk onderdeel.

nr	onderdeel	nr	onderdeel
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	

b Bij symbool 4: welke kant is de pluspool? Hoe zie je dat?

18.2 Geleider of isolator?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Deel in. Denk aan de proef uit het handboek.

a Vul in: geleider, zwakke geleider of isolator.

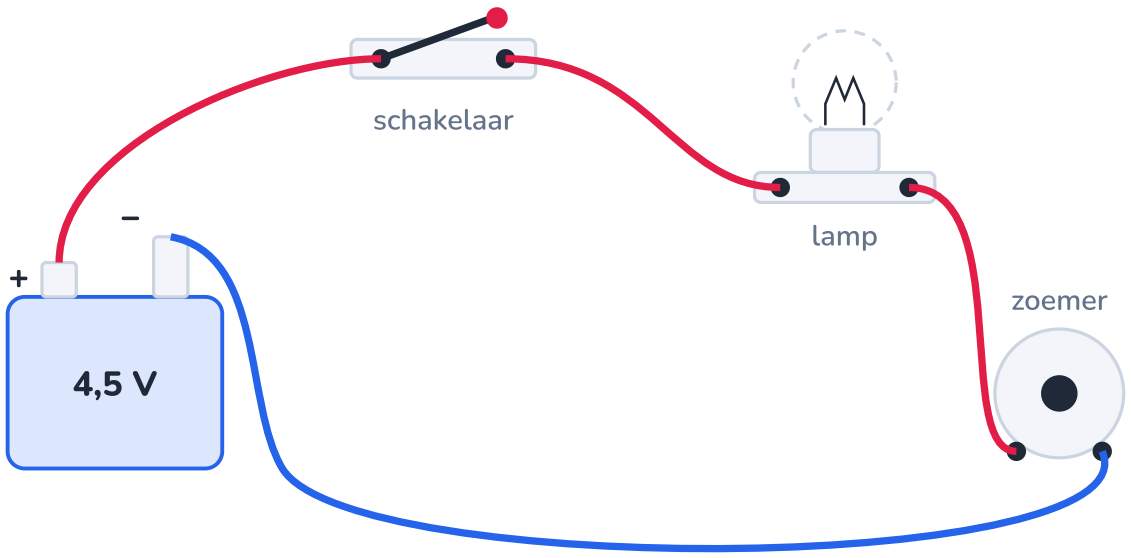
stof	geleider, zwakke geleider of isolator
koperdraad	
pvc-mantel van een snoer	
potloodmine	
zout water	
droge lucht	
aluminiumfolie	
porselein	
kraanwater	

b Waarom is een snoer gemaakt uit twee verschillende soorten materiaal?

18.3 Van opstelling naar schema

Oefenen · 2 · Tekenen · 12 min

Een leerling bouwt een alarm met licht en geluid: een batterij, een schakelaar, een lamp en een zoemer.



De opstelling, zoals ze op tafel ligt.

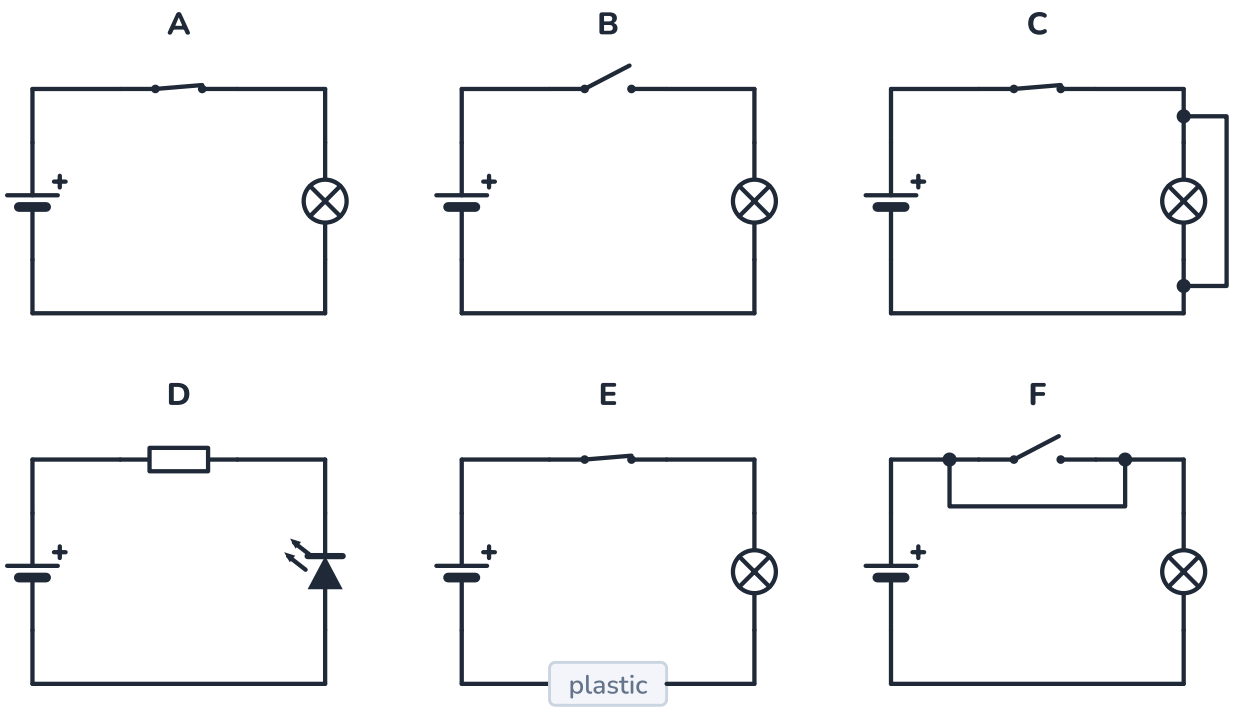
a Teken het schakelschema met de juiste symbolen.

b Wat gebeurt er met de lamp als de zoemer stukgaat (de kring door de zoemer is onderbroken)? Leg uit.

18.4 Brandt het lampje?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Zes kringen, telkens met één cel. Let op de standen van de schakelaars en op de knooppunten.



Zes kringen A tot F.

Vul de tabel in.

kring	brandt het lampje (of de led)?	waarom?
A		
B		
C		
D		
E		
F		

18.5 Welke schakelaar?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Schakelaar, drukknop met maakcontact, drukknop met verbreekcontact of wisselschakelaar?

Vul in.

toepassing	soort schakelaar
(a) de deurbel	
(b) het licht in de klas	
(c) het lampje in de koelkast	
(d) de lamp boven de trap	
(e) een toets van een rekenmachine	
(f) een knop op een kast met een lampje dat uitgaat zolang de deur dicht is	

Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

18.6 Labo: de testkring

Toepassen · 3 · Labo · 40 min

Bouw de testkring uit het handboek en onderzoek minstens tien voorwerpen of stoffen uit je omgeving: ook dingen die je niet zeker weet, zoals een sleutel met een plastic kop, een blikje (met en zonder verf), een stuk krijt of een blad van een plant.

a Teken het schema van je testkring.

b Noteer je resultaten.

voorwerp	materiaal	lampje	led	geleider?

c Een blikje met verf: waar moet je de klemmen zetten om te zien of het metaal geleidt? Wat leer je daaruit over verf?

d Welk besluit trek je? Welke stoffen geleiden, welke niet?

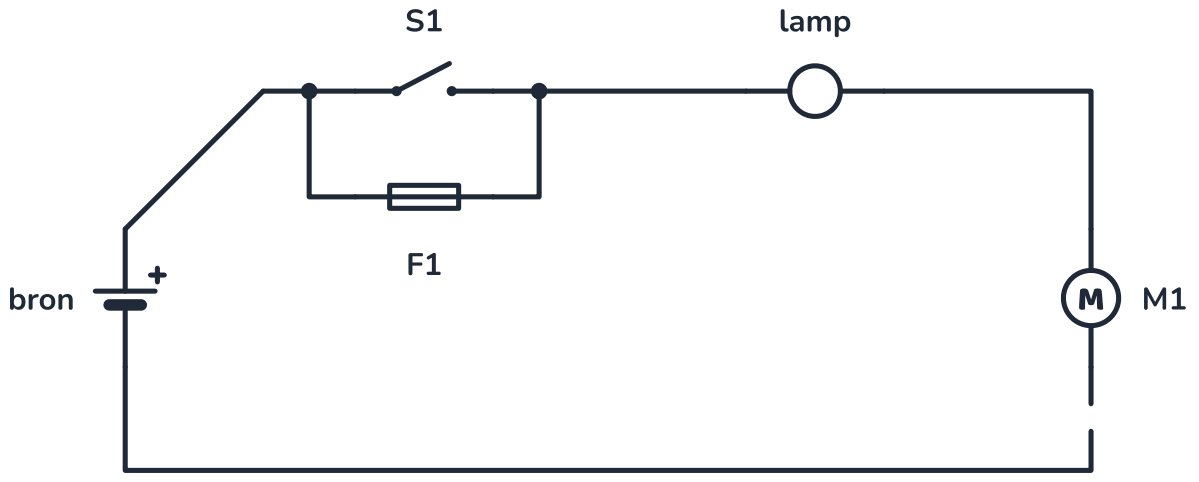
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schema	Bron, lampje (of led) en twee klemmen in één lus; correcte symbolen.
Werkwijze	Kring eerst getest door de klemmen tegen elkaar te houden; lampje én led gebruikt bij twijfel.
Resultaten	Minstens tien voorwerpen, met het materiaal erbij.
Besluit	Metalen en grafiet geleiden; kunststof, glas, hout niet; verf en lak isoleren.

18.7 Foutenjacht in een schema

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een leerling tekende het schema van een lamp en een motor die samen met één schakelaar aan en uit gaan. Er zitten vier fouten in.



Het schema van de leerling.

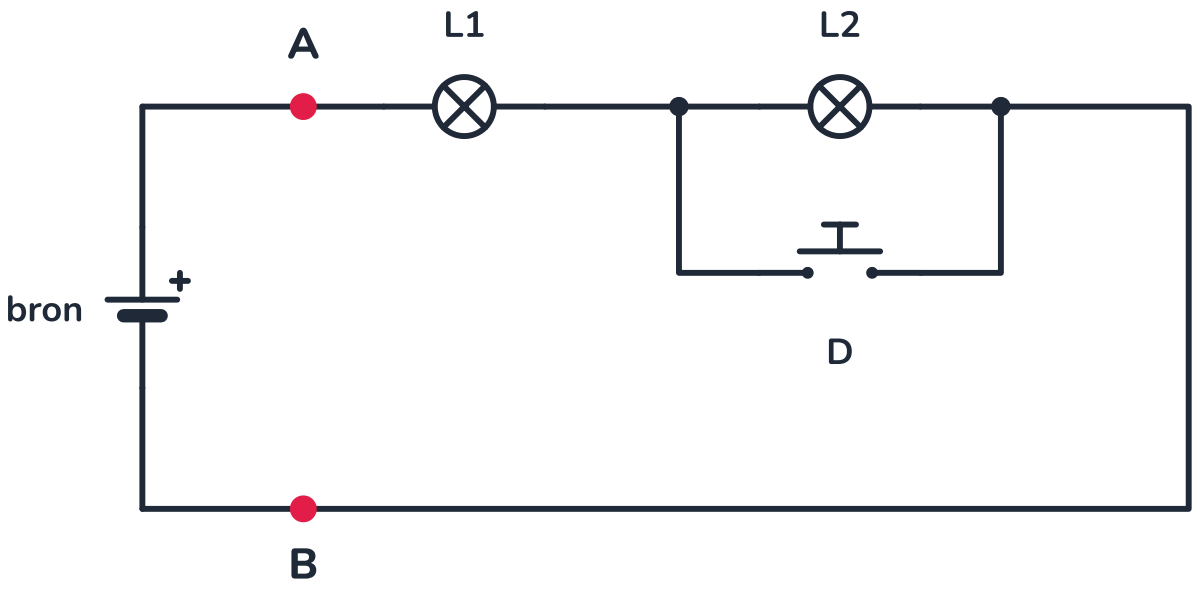
a Zoek de vier fouten. Welke zijn tekenfouten, welke zorgen ervoor dat de kring niet werkt zoals bedoeld?

b Teken het schema correct.

18.8 Kortsluiting!

Toepassen · 3 · Begrijpen · 15 min

Twee lampen L1 en L2 staan in serie. Over L2 hangt een drukknop D. A en B zijn twee punten op de draden bij de bron.



Twee lampen in serie, met een drukknop over L2.

a D is niet ingedrukt. Welke lampen branden?

b Je drukt op D. Wat gebeurt er met L1 en met L2? Leg uit.

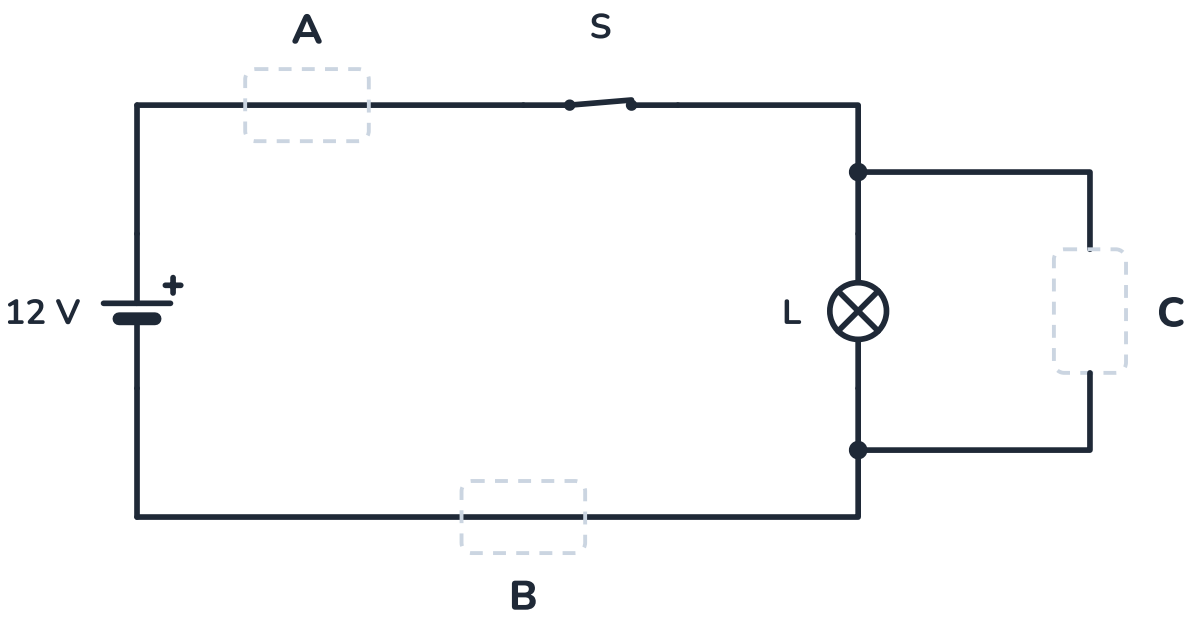
c Iemand legt een draad van A naar B. Wat gebeurt er? Waarom is dat gevaarlijk?

d Waar zou jij een zekering in deze kring zetten?

18.9 Zekering: waar en waarom?

Toepassen · 3 · Begrijpen · 12 min

Voor de zekering van deze kring op 12 V zijn er drie voorstellen: plaats A, B of C.



Drie mogelijke plaatsen voor de zekering (gestreepte kaders).

a Welke plaats is de beste? Leg uit.

b Wat gebeurt er als je de zekering op plaats C zet? Werkt de lamp dan?

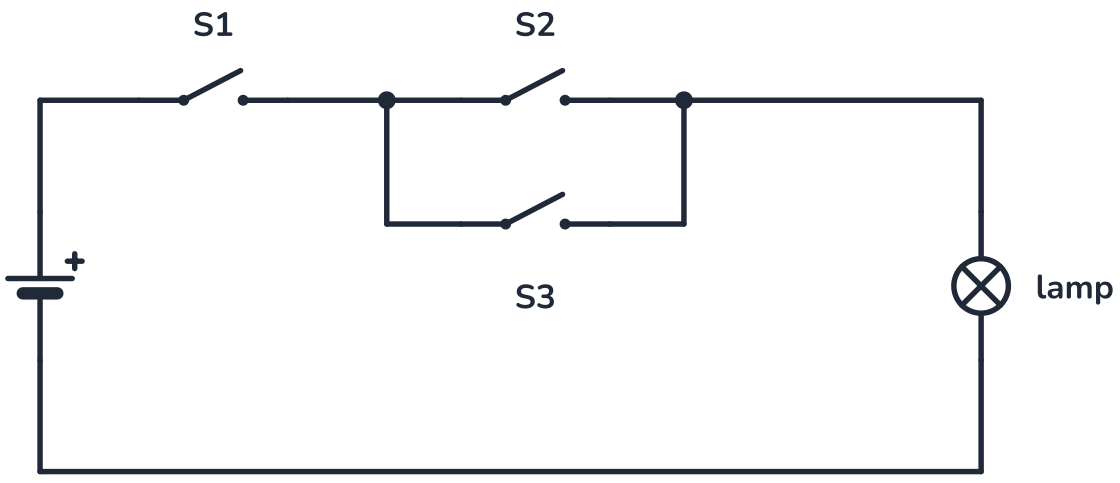
c Op B werkt de zekering ook, maar minder goed. Geef een voorbeeld van een kortsluiting die ze op B niet zou opmerken.

d De zekering is doorgebrand. Een klasgenoot wil er een stukje koperdraad in plaats van steken. Wat antwoord je?

18.10 EN, OF of allebei?

Toepassen 3 Analyseren 15 min

In deze kring staat S1 in serie met twee schakelaars S2 en S3 die parallel staan.



Drie schakelaars en een lamp.

a Vul de tabel in voor alle acht combinaties (0 = open, 1 = dicht).

S1	S2	S3	lamp aan?
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

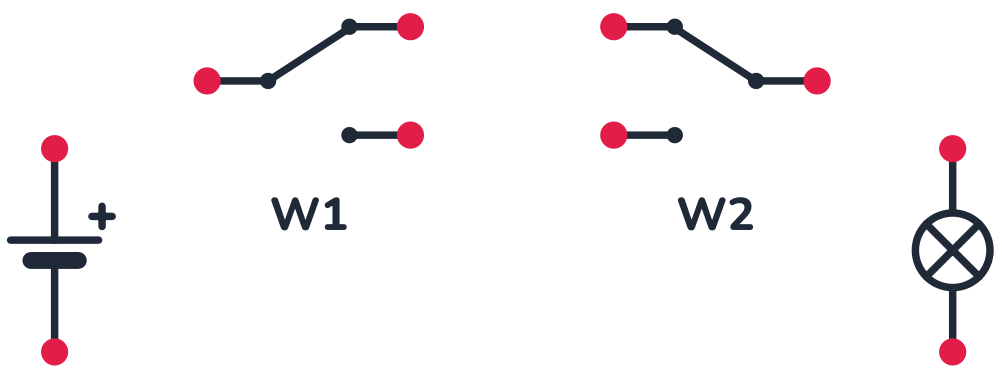
b Schrijf de regel in één zin met EN en OF.

c Bedenk een toepassing: wat kunnen S1, S2 en S3 in het echt zijn?

18.11 De trappenhuisschakeling afwerken

Toepassen · 3 · Tekenen · 20 min

De onderdelen van een trappenhuisschakeling liggen klaar. De rode puntjes zijn de aansluitingen.



Bron, W1, W2 en lamp, zonder draden.

a Teken de draden, zodat je de lamp met W1 en met W2 kan bedienen.

b Controleer je schema voor de vier standen.

W1	W2	lamp
boven	boven	
boven	onder	
onder	boven	
onder	onder	

c Een elektricien verbindt per ongeluk de bron met een uitgang van W1 in plaats van met het gemeenschappelijke contact. Wat merk je?

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

18.12 Habitat: het schema van de meetkas uitbreiden

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 40 min

Naast de ledstrip komt het waterpompje (12 V) op dezelfde voeding. Eisen: (1) één 12 V-voeding buiten de kas, met één hoofdzekering vlak na de pluspool; (2) de ledstrip heeft een eigen schakelaar; (3) het pompje draait alleen als de pompschakelaar dicht is **én** een vlotterschakelaar in het reservoir meldt dat er genoeg water is (een pomp die droog draait, gaat stuk); (4) een groene led met voorschakelweerstand brandt zolang de voeding aan staat; (5) ledstrip en pompje werken los van elkaar.

a Teken het schakelschema. Geef elk onderdeel een naam (F1, S1, S2, ...).

b Hoe zorg je ervoor dat ledstrip en pompje los van elkaar werken? Waar in het schema zie je dat?

c Welke schakelaars vormen een EN? Wat gebeurt er als het reservoir leeg raakt terwijl de pomp draait?

d Noteer in je portfolio: waarom staat de hoofdzekering vóór de eerste splitsing?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Symbolen en tekenregels	IEC-symbolen, rechte draden, knooppunten bij elke splitsing, namen bij de onderdelen.
Veiligheid	Voeding buiten de kas; hoofdzekering vlak na de pluspool, vóór de eerste splitsing.
Logica	Pompschakelaar en vlotterschakelaar in serie met het pompje (EN); ledstrip en pompje elk in een eigen tak.
Statuslampje	Led met voorschakelweerstand in een eigen tak na de hoofdzekering, zonder schakelaar.

18.13 Ontwerp: een alarm voor een doos

Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 40 min

Je wil weten of iemand een doos opent. Een zoemer moet klinken zolang het deksel open is. Je hebt een batterij, een zoemer, een schakelaar en een drukknop (maak- of verbreekcontact, naar keuze). Het alarm moet ook uitgezet kunnen worden, zodat jij de doos kan openen zonder lawaai.

a Welke drukknop kies je, en hoe plaats je hem zodat het deksel hem indrukt? Leg uit.

b Teken het schakelschema.

c Maak een tabel van alle standen (schakelaar open/dicht, deksel open/dicht) en wat de zoemer doet.

schakelaar	deksel	zoemer

d Bouw het alarm en test het. Wat zou je verbeteren?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Keuze drukknop	Verbreekcontact dat door het gesloten deksel ingedrukt wordt, met uitleg.
Schema	Batterij, schakelaar, drukknop en zoemer in één lus (EN), correcte symbolen.
Tabel	Vier standen, alleen 'schakelaar dicht én deksel open' geeft geluid.
Test en verbetering	Werkend alarm; realistische verbetering (bv. lampje erbij, knop verstoppen, batterij sparen).

18.14 Onderzoek: welk water geleidt het best?

●●● Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 45 min

In de proef geleidde zout water beter dan kraanwater. Hangt de geleiding af van hoeveel zout er in het water zit? Gebruik de testkring met de led, of vraag je docent een multimeter in te stellen die de stroom meet (hoofdstuk 19).

a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Welke variabele verander je, wat meet je, en wat hou je gelijk? Noem er minstens drie die je gelijk houdt.

c Maak oplossingen van 0, 5, 10, 20 en 40 g zout per liter (hoofdstuk 8) en meet.

zout (g/L)	led (helderheid) of stroom (mA)

d Formuleer een besluit. Test daarna suikerwater met 40 g suiker per liter. Wat valt op?

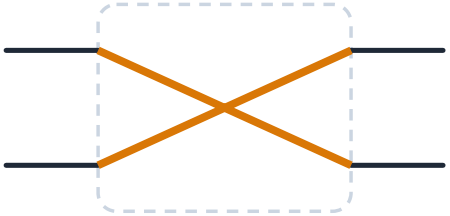
18.15 Een lamp van drie plaatsen

●●● Uitdagen · 4 · Tekenen · 25 min

Een lange gang heeft drie deuren. Aan elke deur wil je dezelfde lamp kunnen aan- en uitzetten. Je hebt twee wisselschakelaars en één kruisschakelaar. Een kruisschakelaar heeft vier aansluitingen: in stand 1 verbindt hij de draden rechtdoor, in stand 2 kruist hij ze.



stand 1: rechtdoor



stand 2: gekruist

De twee standen van een kruisschakelaar.

a Teken het schema: waar komt de kruisschakelaar?

b Hoeveel standen heeft de schakeling in totaal? Ga er vier na, en leg uit waarom elke schakelaar de lamp omzet.

c Hoeveel kruisschakelaars heb je nodig voor een lamp die je van vijf plaatsen wil bedienen?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan de onderdelen van een gesloten kring benoemen (bron, verbruiker, geleiders, schakelaar) en hun taak uitleggen.
- Ik kan een kring tekenen als schakelschema met IEC-symbolen, en een opstelling omzetten in een schema en omgekeerd.
- Ik kan met een testkring nagaan of een stof een geleider of een isolator is, en uitleggen waarom metalen goed geleiden.
- Ik kan uitleggen wat een open kring en een kortsluiting zijn, en waarom een kortsluiting gevaarlijk is.

- Ik kan uitleggen hoe een smeltzekering en een automaat werken en waar een zekering in de kring hoort.
- Ik kan een schakelaar, een drukknop (maak- en verbreekcontact) en een wisselschakelaar onderscheiden, en schakelaars in serie (EN) en parallel (OF) gebruiken.
- Ik kan een trappenhuisschakeling tekenen en voor alle vier de standen nagaan of de lamp brandt.
- Ik kan het schema van de verlichting van de meetkas tekenen en verantwoorden.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 19

Spanning, stroom en weerstand

Wat een multimeter meet, en waarom één eenvoudige regel zoveel verklaart

Je begint met omzetten en aflezen, gaat dan meten en rekenen in echte situaties, en eindigt met problemen waarin je de wet van Ohm moet combineren met wat je weet over materialen, veiligheid en onderzoeken. Opdracht 19.13 is een bouwsteen voor de meetkas van Habitat: bewaar ze in je portfolio.

5× oefenen · 5× toepassen · 4× uitdagen · ± 255 min

L Elektriciteit en elektronica · W Wiskundig modelleren · O Onderzoeken en meten



Meten is weten: de spanning over de ledstrip van de meetkas.

●○○ Oefenen

Oefenen

één stap, direct toepassen

19.1 Omzetten

●○○ Oefenen · 1 · Rekenen · 8 min

Stromen en weerstanden schrijf je in de eenheid die het handigst leest. Zet om.

a $0{,}35\ \text{A} =$ _____ mA

b $20\ \text{mA} =$ _____ A

c $4{,}7\ \text{k}\Omega =$ _____ Ω

d $220\,000\,\Omega =$ _____ kΩ

e $1{,}2\,\text{M}\Omega =$ _____ kΩ

19.2 Welke meter staat waar?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

In deze kring staan twee meters, M1 en M2. Hun letters zijn weggelaten.



Een batterij van 9 V, een weerstand en twee meters.

a Welke meter is een ampèremeter?

- (A) M1
- (B) M2
- (C) allebei
- (D) geen van beide

b Leg uit hoe je dat aan het schema ziet.

c Wat meet M2?

19.3 Ohm in een tabel

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Vul de ontbrekende waarden in. Schrijf je berekening eronder, met eenheden.

Bereken de ontbrekende waarden.

	U	I	R	berekening
(a)	9 V		450 Ω	
(b)		0,25 A	48 Ω	
(c)	5 V	20 mA		
(d)	230 V	10 A		

19.4 Het scherm aflezen

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Een leerling meet met een multimeter. Wat betekent het scherm telkens?

a De knop staat op **mA⎓ (bereik 200 mA)**, het scherm toont `47.3`. Hoe groot is de stroom in ampère?

b De knop staat op **V⎓ (bereik 2 V)**, het scherm toont `OL`. Wat is er aan de hand en wat doe je?

c De knop staat op **Ω (bereik 2 kΩ)**, het scherm toont `0.220`. Welke weerstand meet je, in ohm?

d De knop staat op **V⎓**, het scherm toont `-8.97`. Wat betekent het minteken?

19.5 Kleurcode

Oefenen · 2 · Rekenen · 8 min

Gebruik de tabel met de kleurcode uit het handboek.

a rood - rood - bruin - goud

b geel - violet - rood - goud

c bruin - zwart - oranje - zilver

d Welke ringen heeft een weerstand van 330 Ω met een tolerantie van 5 %?

Toepassen

meerdere stappen, in een context

19.6 Labo: de weerstand van een onbekende weerstand

Toepassen · 3 · Labo · 45 min

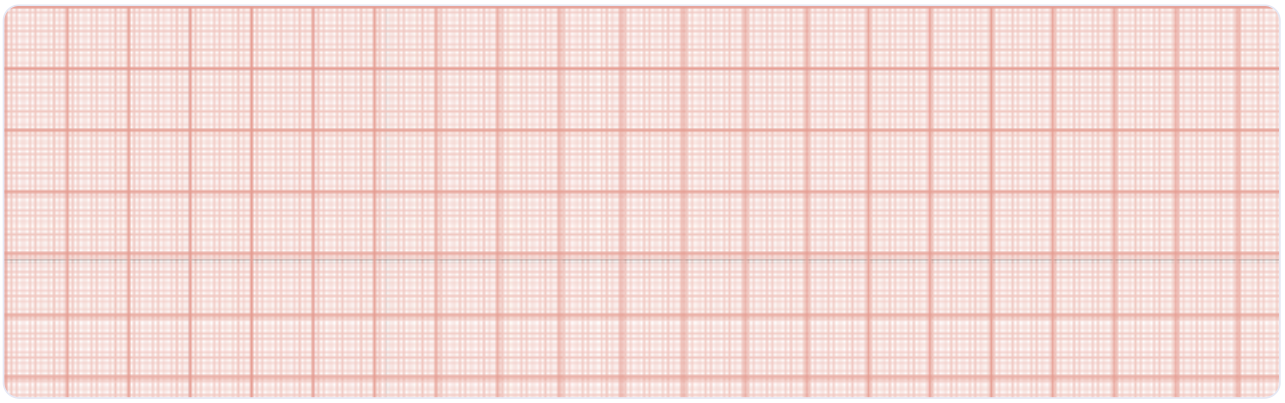
Je krijgt een weerstand waarvan de kleurringen afgeplakt zijn. Bepaal zijn waarde met metingen, niet met de ohmmeter. Bouw de kring met een ampèremeter in serie en een voltmeter parallel.

a Teken het schakelschema van je opstelling.

b Meet bij minstens vijf verschillende spanningen tussen 0 en 9 V.

U (V)	I (mA)	I (A)	U / I (Ω)

c Zet je metingen in een grafiek met U horizontaal en I verticaal. Teken de best passende rechte.



d Gedraagt dit onderdeel zich als een ohmse weerstand? Waaraan zie je dat?

e Bepaal de weerstand. Vergelijk daarna met de ohmmeter en met de kleurcode (haal de tape eraf).

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schema	Correcte symbolen; ampèremeter in serie, voltmeter parallel over de weerstand.
Metingen	Minstens vijf metingen, eenheden in de kop van de tabel, stroom omgezet naar A.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, passende schaal, punten nauwkeurig, rechte door de oorsprong.
Besluit	Waarde van R met eenheid; vergelijking met ohmmeter en kleurcode; verschil verklaard (meetfout, tolerantie).

19.7 Ledstrip en zekering

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

In de meetkas hangt een ledstrip op 12 V. Een leerling meet een stroom van 0,42 A. De ledstrip wordt beveiligd met een zekering. In de schuif liggen zekeringen van 0,25 A, 0,5 A, 1 A en 5 A.

a Bereken de weerstand van de ledstrip (in bedrijf).

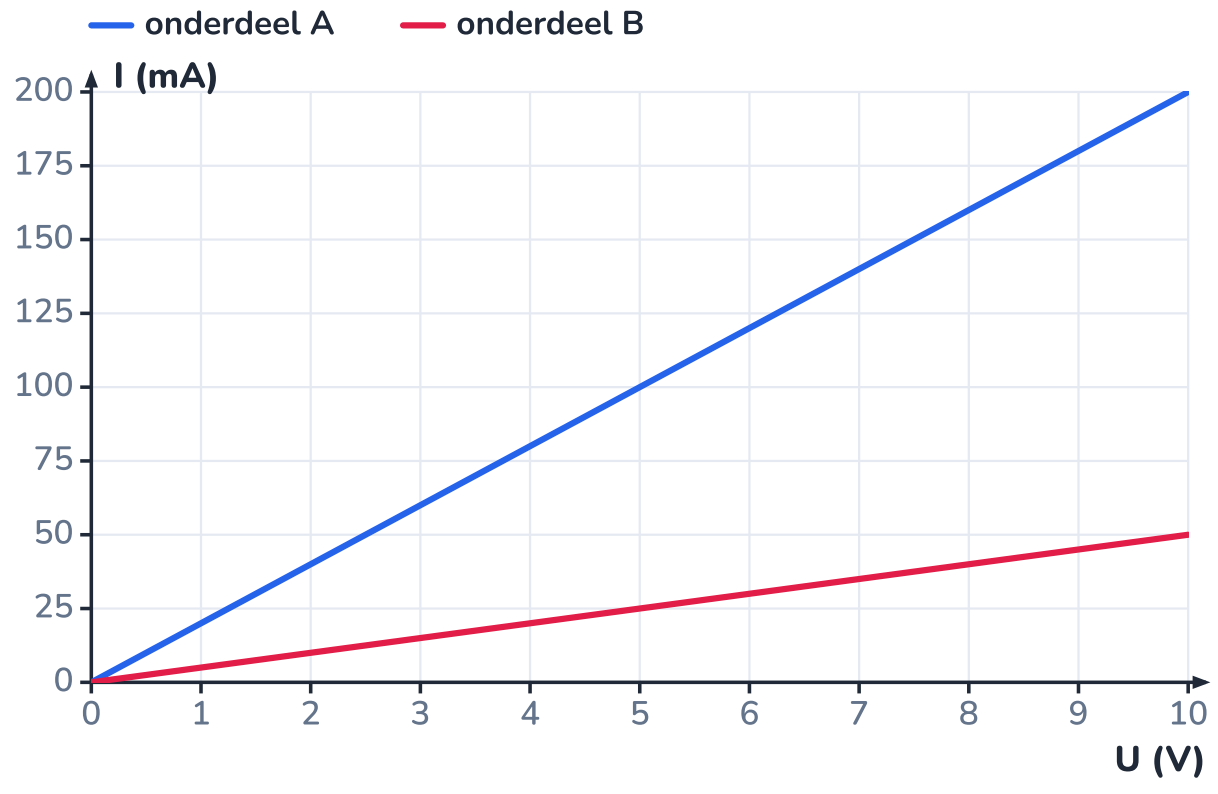
b Welke zekering kies je? Leg uit waarom de andere drie niet goed zijn.

c Een tweede, identieke ledstrip wordt er parallel naast gezet. Welke stroom levert de bron nu? Welke zekering kies je dan?

19.8 Twee onderdelen in één grafiek

Toepassen · 3 · Analyseren · 12 min

Een leerling meet de stroom door twee onbekende onderdelen bij verschillende spanningen.



Gemeten stroom door twee onderdelen A en B.

a Welk onderdeel heeft de grootste weerstand? Leg uit met de grafiek, zonder te rekenen.

b Bepaal de weerstand van A en van B. Kies een punt dat je nauwkeurig kan aflezen.

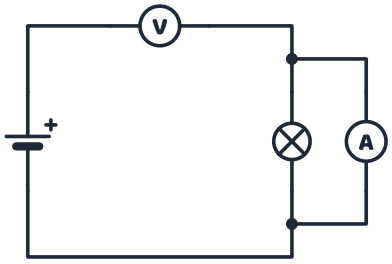
c Teken in dezelfde grafiek de lijn van een weerstand van 100 Ω.

19.9 Foutenjacht

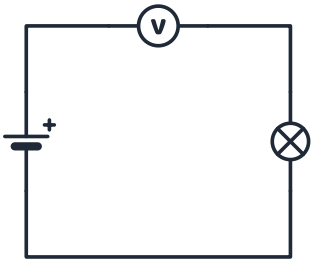
Toepassen · 3 · Begrijpen · 12 min

Bekijk de drie opstellingen. In elk schema staat een meter; soms twee.

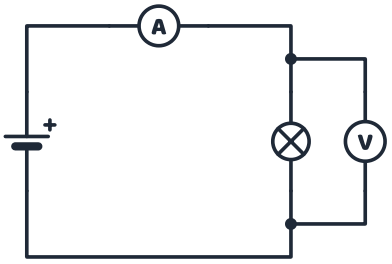
Opstelling 1



Opstelling 2



Opstelling 3



Drie leerlingen willen de stroom door de lamp en de spanning over de lamp meten.

a Wat gaat er mis in opstelling 1? Wat zie je gebeuren als je de kring sluit?

b Wat gaat er mis in opstelling 2? Brandt de lamp?

c Opstelling 3 is correct. Wat meet elke meter?

19.10 Waar loopt het watermodel mank?

Toepassen · 2 · Begrijpen · 10 min

Het watermodel vergelijkt een stroomkring met een gesloten waterleiding met een pomp.

a Vul de vergelijking aan: bron ↔ _____; spanning ↔ _____; stroomsterkte ↔ _____; weerstand ↔ _____.

b Geef één situatie waarin het watermodel een fout antwoord zou voorspellen.

Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

19.11 Hoe lang moet de draad zijn?

Uitdagen · 4 · Rekenen · 20 min

Voor een verwarmingselement in de meetkas gebruik je nichroomdraad. Een stuk van 1,00 m heeft een weerstand van 4,0 Ω. Het element komt op een 12 V-voeding en mag hoogstens 1,2 A trekken.

a Welke weerstand moet het element minstens hebben?

b Hoe lang moet de draad dan minstens zijn? Leg uit welk verband je gebruikt.

c Een klasgenoot stelt voor een even lange draad te nemen die twee keer zo dik is (twee keer zoveel doorsnede). Wat gebeurt er met de stroom? Is dat een goed idee?

19.12 Waarom 230 V gevaarlijk is en 12 V niet

●●● Uitdagen | 4 | Rekenen | 20 min

De weerstand van het menselijk lichaam hangt af van de huid én van de spanning. Bij lage spanning beschermt droge huid goed: van hand tot hand, als orde van grootte, 100 kΩ; natte huid ongeveer 1 kΩ. Bij 230 V slaat de huid door en valt die bescherming weg: dan is de weerstand van hand tot hand ook met droge handen maar ongeveer 1 à 2 kΩ (reken met 1,5 kΩ), en met natte handen ongeveer 1 kΩ. Een stroom vanaf ongeveer 30 mA door het lichaam kan het hart verstoren. In Belgische badkamers schakelt een differentieelschakelaar af bij een lekstroom van 30 mA.

a Bereken de stroom door het lichaam in de vier situaties.

situatie	weerstand	stroom
12 V, droge handen	100 kΩ	
12 V, natte handen	1 kΩ	
230 V, droge handen	1,5 kΩ	
230 V, natte handen	1 kΩ	

b Welke situaties zijn gevaarlijk? Waarom maakt droge huid bij 230 V bijna geen verschil, en bij 12 V wel?

c Waarom werken we in de meetkas met 12 V en niet met 230 V, ook al is er water in de buurt?

19.13 Habitat: het stroombudget van de meetkas

●●● Uitdagen | 3 | Habitat | 30 min

In de meetkas komen drie verbruikers op één 12 V-voeding van 2 A: de ledstrip (weerstand in bedrijf 30 Ω), een waterpompje (gemeten: 0,65 A bij 12 V) en een 5 V-omvormer voor de microcontroller (trekt 0,15 A aan de 12 V-kant). Alle verbruikers staan parallel op de voeding.

a Bereken de stroom door de ledstrip en de weerstand van het pompje.

b Hoeveel stroom levert de voeding als alles tegelijk aanstaat? Is de voeding groot genoeg?

c Teken waar je de ampèremeter plaatst om alleen de stroom van het pompje te meten.

d Noteer in je portfolio: welke zekering komt er per verbruiker? Motiveer.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Berekeningen	Wet van Ohm correct omgevormd; eenheden overal; stromen parallel opgeteld.
Meetplan	Ampèremeter in serie in de tak van het pompje, niet in de hoofdleiding.
Keuze zekeringen	Telkens net boven de normale stroom, met uitleg.

19.14 Onderzoek: een weerstand met een potlood

●●● Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 45 min

Grafiet (de 'mine' van een potlood) geleidt stroom. Met een zacht potlood (6B) teken je een dikke streep op papier. Hangt de weerstand van die streep af van haar lengte, zoals bij een metalen draad?

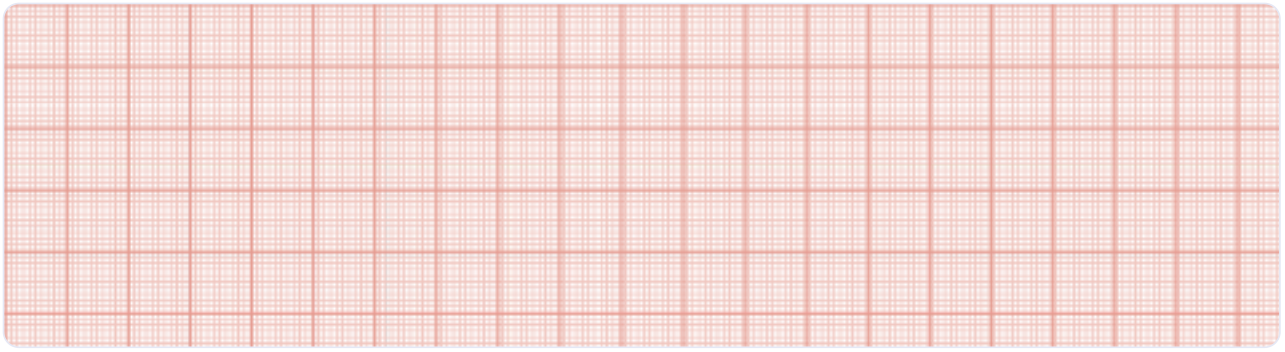
a Formuleer een onderzoeksvraag en een hypothese.

b Welke variabele verander je, welke meet je, en welke hou je gelijk? Noem er minstens drie die je gelijk houdt.

c Voer het onderzoek uit en noteer je metingen.

lengte (cm)	R (kΩ)

d Zet je resultaten in een grafiek en formuleer een besluit.



Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan stroom, spanning en weerstand in eigen woorden uitleggen, met hun symbool en eenheid.
- Ik kan milliampère, ampère, kilo-ohm en ohm in elkaar omzetten.
- Ik kan een ampèremeter in serie en een voltmeter parallel aansluiten, en uitleggen waarom het zo moet.
- Ik kan een multimeter veilig instellen en aflezen.
- Ik kan met de wet van Ohm de spanning, de stroom of de weerstand berekenen.
- Ik kan uit een (U,I)-grafiek afleiden of een onderdeel zich als een weerstand gedraagt, en de weerstand bepalen.
- Ik kan de waarde van een weerstand aflezen met de kleurcode.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 20

Serie- en parallelschakeling

Eén weg of meerdere wegen: wat er gebeurt met stroom en spanning

Je begint met serie en parallel herkennen en met meters aflezen. Daarna meet je zelf, reken je aan kerstslingers, batterijen en stekkerdozen, en lees je een meetgrafiek. In de uitdagingen sluit je de meetkas aan (opdracht 20.12, voor je Habitat-portfolio), ontwerp je verlichting voor een maquette, onderzoek je hoeveel lampjes een bron aankan en reken je aan een zonnepaneel in de schaduw.

5× oefenen · 6× toepassen · 5× uitdagen · ± 333 min

L Elektriciteit en elektronica · W Wiskundig modelleren



Links valt de hele slinger uit door één lampje, rechts branden de andere gewoon verder.

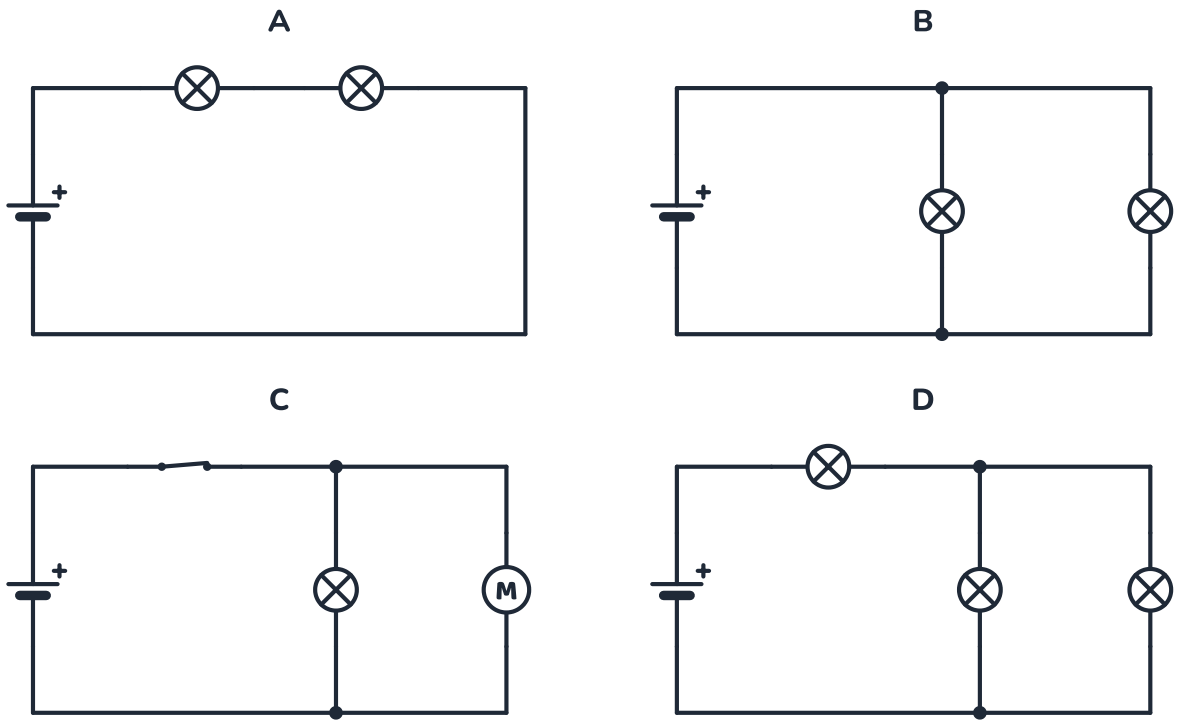
●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

20.1 Serie of parallel?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Bekijk de vier schakelingen. Zoek de knooppunten.



Vier schakelingen A tot D.

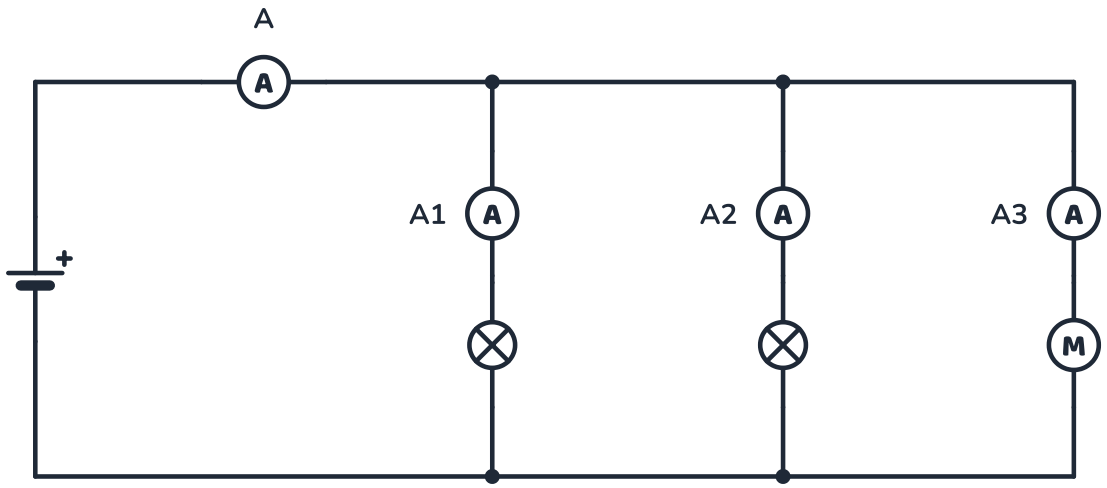
Staan de verbruikers in serie, parallel, of gemengd? Leg telkens kort uit.

	serie, parallel of gemengd	waarom?
A		
B		
C		
D		

20.2 Wat meten de ampèremeters?

Oefenen · 1 · Rekenen · 10 min

Een bron voedt twee lampjes en een motor, elk in een eigen tak. A meet in de hoofdleiding.



Vier ampèremeters: A in de hoofdleiding, A1 tot A3 in de takken.

a A1 = 0,30 A, A2 = 0,30 A en A3 = 0,60 A. Wat wijst A aan?

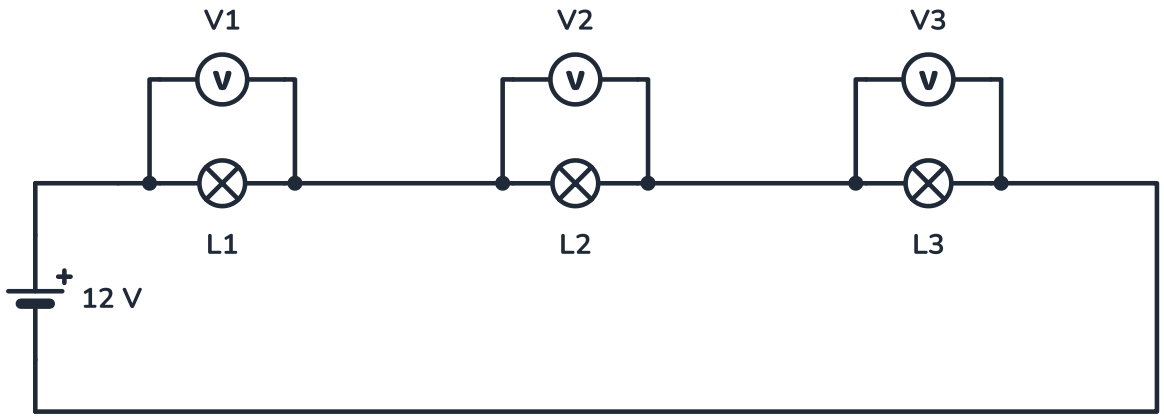
b Later wijst A 1,00 A aan, A1 0,30 A en A2 0,30 A. Hoeveel stroom neemt de motor nu?

c Wat wijst A aan als lampje 2 doorbrandt (terug met de motor op 0,60 A)?

20.3 Wat meten de voltmeters?

Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

Drie lampen staan in serie op 12 V. Over elke lamp hangt een voltmeter.



Drie lampen in serie met een voltmeter over elke lamp.

a V1 wijst 3,0 V aan en V2 4,5 V. Wat wijst V3 aan?

b Welke twee lampen zijn waarschijnlijk dezelfde? Leg uit.

c Welke lamp heeft de grootste weerstand? En welke brandt het felst?

d Je zet de drie lampen parallel op dezelfde bron. Wat wijst elke voltmeter nu aan?

20.4 Vervangingsweerstand

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Bereken de vervangingsweerstand.

a Vul in.

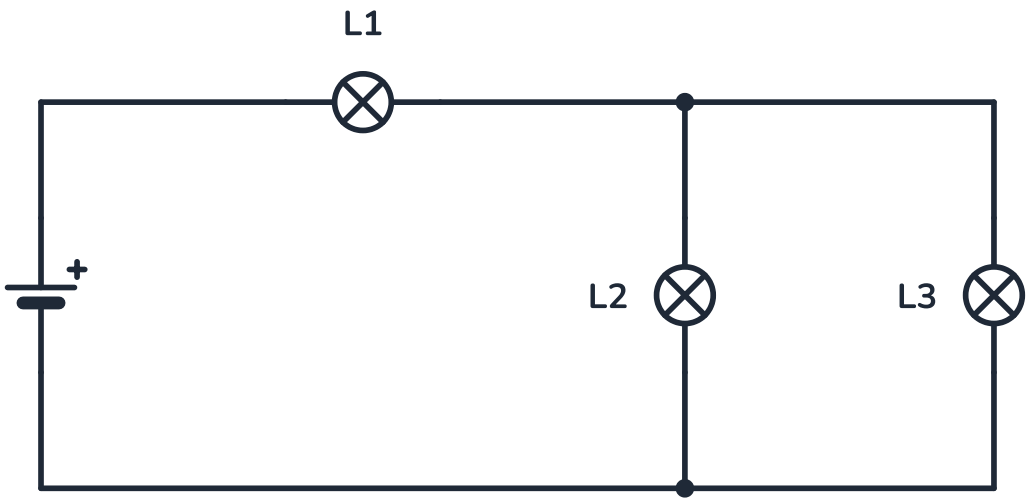
schakeling	berekening	R_v
(a) 100 Ω en 220 Ω in serie		
(b) drie keer 47 Ω in serie		
(c) twee keer 100 Ω parallel		
(d) vier keer 60 Ω parallel		
(e) 1 kΩ en 2,2 kΩ in serie		

b Zonder te rekenen: is 100 Ω parallel met 220 Ω groter of kleiner dan 100 Ω? Waarom?

20.5 Wat als er één uitvalt?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

L1 staat in serie met L2 en L3, die onderling parallel staan.



Een gemengde schakeling met drie lampen.

a Welke lampen branden als L2 doorbrandt?

b Welke lampen branden als L1 doorbrandt?

c Door welke lamp loopt de grootste stroom als alles werkt (drie gelijke lampen)? Leg uit.

Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

20.6 Labo: serie en parallel meten

Toepassen · 3 · Labo · 45 min

Herhaal de proef uit het handboek met twee weerstanden die je van je docent krijgt (bv. 220 Ω en 470 Ω) op een voeding van 6 V of 9 V.

a Teken de twee meetschema's (serie en parallel), met de meters op de juiste plaats.

b Noteer je metingen voor de serieschakeling.

I vóór R_1 (mA)	I na R_2 (mA)	U_1 (V)	U_2 (V)	U bron (V)

c Noteer je metingen voor de parallelschakeling.

I_1 (mA)	I_2 (mA)	I hoofdleiding (mA)	U_1 (V)	U_2 (V)

d Kloppen de vier regels? Bereken de verschillen en verklaar ze.

e Bereken met je metingen de vervangingsweerstand van de serieschakeling (deel de bronspanning door de stroom). Vergelijk met $R_1 + R_2$.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schema's	Ampèremeter in serie, voltmeter parallel over het juiste onderdeel; correcte symbolen.
Metingen	Volledige tabellen met eenheden; mA en V correct afgelezen.
Regels	Stroom gelijk in serie, spanningen tellen op; spanning gelijk in parallel, stromen tellen op; verschillen klein en verklaard.
Vervangingsweerstand	Berekend uit de metingen, vergeleken met de som, verschil verklaard (tolerantie).

20.7 De kerstslinger

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Een oude kerstslinger heeft 20 gelijke gloeilampjes in serie en wordt in een stopcontact van 230 V gestoken. Werk er nooit zelf aan terwijl de stekker in het stopcontact zit.

a Welke spanning staat over elk lampje?

b Eén lampje brandt door. Wat zie je? Leg uit.

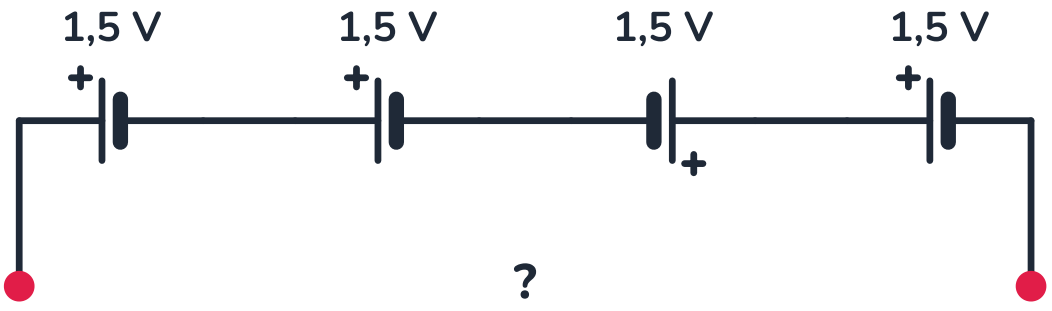
c Een elektricien meet (veilig, met de juiste meter) de spanning over elk lampje van de uitgevallen slinger. Over één lampje meet hij 230 V, over alle andere 0 V. Welk lampje is kapot? Verklaar de metingen.

d Iemand vervangt het kapotte lampje door een draadje. Wat gebeurt er met de andere lampjes? Is dat verstandig?

20.8 Batterijen combineren

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

Je hebt vier AA-batterijen van 1,5 V.



Vier cellen in serie; de derde zit omgekeerd in de houder.

a Welke spanning geven de vier in serie, als ze allemaal juist zitten?

b Welke spanning meet je in de figuur, met de derde cel omgekeerd?

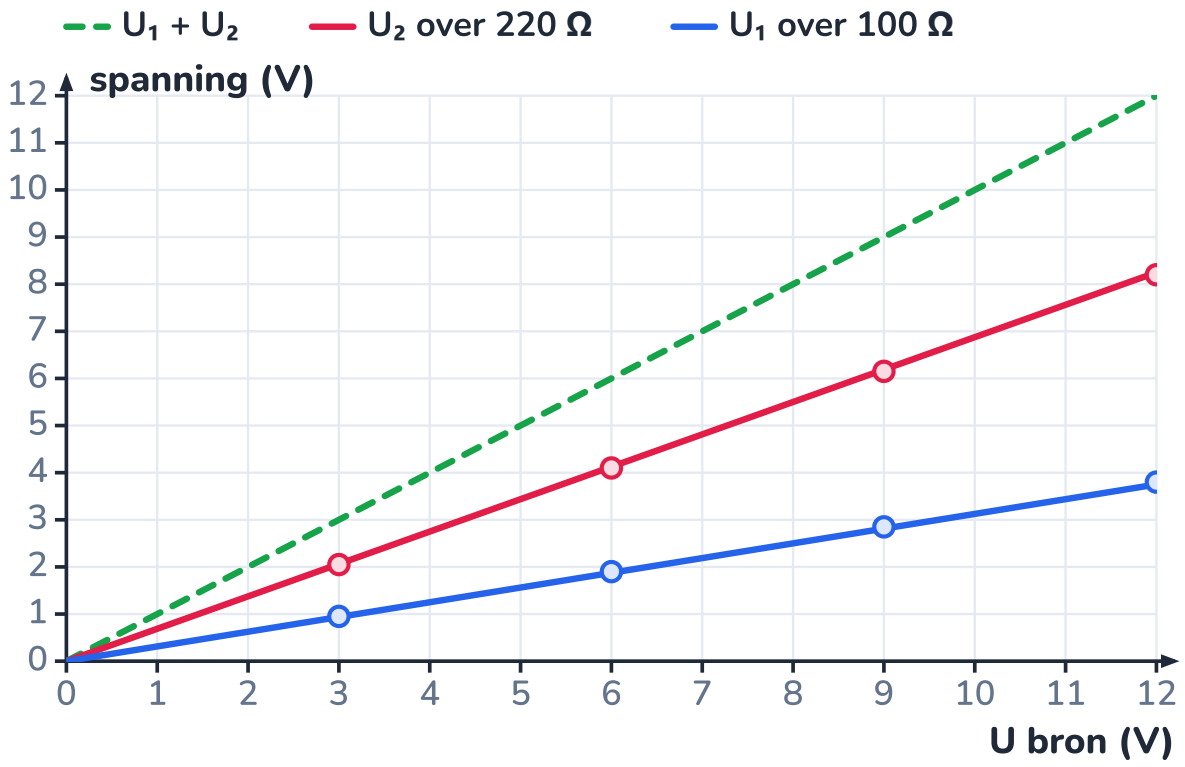
c Welke spanning geven ze als je ze alle vier parallel zet? Wat is dan het voordeel?

d Een blokbatterij van 9 V: hoeveel cellen van 1,5 V zitten erin, en hoe staan ze geschakeld?

20.9 Een meetgrafiek lezen

Toepassen · 3 · Analyseren · 12 min

Gebruik de grafiek van de proef met 100 Ω en 220 Ω in serie.



Spanning over R_1 = 100 Ω en R_2 = 220 Ω in serie, bij verschillende bronspanningen.

a Lees af: U_1 en U_2 bij een bronspanning van 6 V. Tel ze op.

b Waarom is de lijn van U_2 steiler dan die van U_1?

c Welk deel van de bronspanning komt over R_1? Blijft dat deel hetzelfde bij elke bronspanning?

d Je vervangt R_2 door een tweede weerstand van 100 Ω. Teken in de grafiek de nieuwe lijn voor U_1.

20.10 Hoeveel mag er op de stekkerdoos?

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Een stekkerdoos verdraagt hoogstens 16 A. Ze hangt aan een kring met een automaat van 20 A. De stroom van enkele toestellen op 230 V: stofzuiger 3,5 A, strijkijzer 10,0 A, laptoplader 0,3 A, tv 0,4 A, elektrisch vuurtje 8,7 A, haardroger 7,8 A.

a Strijkijzer en elektrisch vuurtje samen op de stekkerdoos: hoeveel stroom? Mag dat?

b Geef een combinatie van drie toestellen die wel mag, en een van twee toestellen die niet mag.

c Alle zes tegelijk, verdeeld over twee stekkerdozen op dezelfde kring. Wat doet de automaat?

d Waarom mag je stekkerdozen niet in elkaar steken?

20.11 Waarom branden ze zo zwak?

Toepassen · 3 · Begrijpen · 12 min

Lotte wil twee lampjes van 6 V laten branden op een batterij van 6 V. Ze zet ze achter elkaar in één lus. Beide lampjes gloeien maar zwak oranje.

a Hoe heeft Lotte de lampjes geschakeld? Welke spanning krijgt elk lampje?

b Teken hoe het beter kan.

c Na de verbetering is de batterij sneller leeg. Leg uit waarom.

d Wanneer zou je twee lampjes toch in serie zetten? Geef een voorbeeld met getallen.

Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

20.12 Habitat: de 12 V-verdeling van de meetkas

Uitdagen · 4 · Habitat · 40 min

Je werkt het schema van de meetkas af (zie het voorbeeld in het handboek). Nieuw: er komt een kleine ventilator bij (12 V, 0,20 A) die het dakraam ondersteunt op warme dagen. De voeding levert hoogstens 2 A.

a Teken het volledige schema: voeding, hoofdzekering, ledstrip, pompje, ventilator, omvormer, en op de 5 V-kant de microcontroller met drie sensoren.

b Bereken de stroom van de voeding als alles tegelijk werkt. Is de voeding nog groot genoeg?

c Kies voor elke tak een zekering uit 0,25 A, 0,5 A, 1 A en 2 A, en een hoofdzekering. Motiveer.

tak	normale stroom	zekering	waarom

d De bodemvochtsensor krijgt een kortsluiting in zijn kabel. Wat merken de ledstrip en het pompje? Wat de microcontroller?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schema	Alle verbruikers parallel, elk in een eigen tak met zekering; schakelaars in de juiste tak; sensoren parallel op 5 V.
Stroom	Takstromen correct opgeteld; vergeleken met 2 A.
Zekeringen	Telkens net boven de normale stroom; hoofdzekering boven de som en niet groter dan de voeding verdraagt.
Foutanalyse	Kortsluiting op de 5 V-kant treft alleen die tak (zekering F4 of de omvormer beveiligt); de andere takken werken verder.

20.13 Ontwerp: verlichting voor een maquette

●●● Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 45 min

Je bouwt een maquette van het onderzoeksstation met drie kamers: een labo, een slaapkamer en een gang met twee deuren. Je hebt een houder met 4 AA-batterijen (6 V), lampjes van 6 V / 0,10 A, gewone schakelaars en twee wisselschakelaars. Eisen: elke kamer apart aan en uit; het licht in de gang van aan beide deuren; één hoofdschakelaar die alles uitzet.

a Teken het schema.

b Waar staat de hoofdschakelaar, en waarom daar?

c Hoeveel stroom levert de batterij als alle kamers verlicht zijn? En als alleen de gang brandt?

d Bouw je ontwerp en test elke eis. Wat zou je verbeteren?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Parallel	Elke kamer in een eigen tak, zodat de lampjes 6 V krijgen en apart schakelen.
Gang	Trappenhuisschakeling met twee wisselschakelaars in de tak van de gang (hoofdstuk 18).
Hoofdschakelaar	In serie in de hoofdleiding, vóór de eerste splitsing.
Berekening en test	Stromen correct opgeteld; alle eisen getest.

20.14 Onderzoek: hoeveel lampjes kan een batterij aan?

●●● Uitdagen | 4 | Onderzoeken | 45 min

Volgens de regels zou elk extra lampje parallel even fel moeten branden, en de stroom van de bron zou telkens met dezelfde stap moeten stijgen. Klopt dat ook met een echte batterij (4,5 V) en lampjes van 3,5 V?

a Formuleer een onderzoeksvraag en een voorspelling (met een getal).

b Meet de stroom van de batterij en de spanning over de batterij met 1, 2, 3, 4 en 5 lampjes parallel.

aantal lampjes	I (mA)	U batterij (V)	helderheid

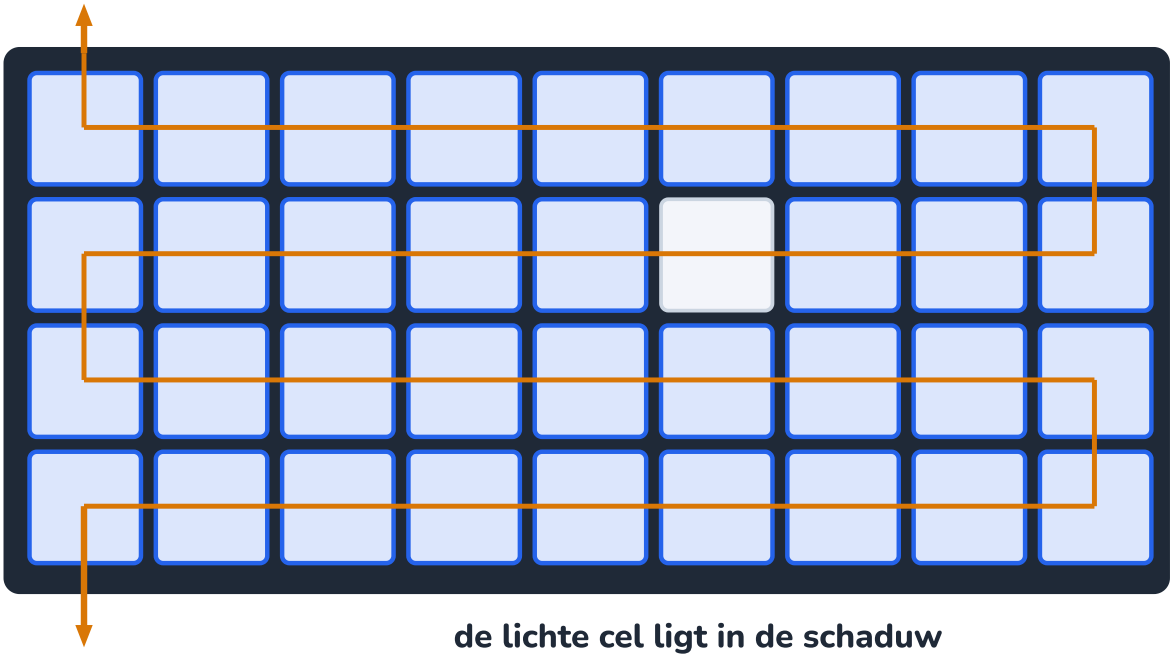
c Zet de stroom uit in functie van het aantal lampjes.

d Wat valt op aan de spanning van de batterij? Formuleer een besluit en een mogelijke verklaring.

20.15 Een zonnepaneel in de schaduw

●●● Uitdagen | 4 | Rekenen | 20 min

Het zonnepaneel van de meetkas heeft 36 cellen in serie. In volle zon geeft elke cel ongeveer 0,5 V en laat het paneel 2,8 A door.



36 cellen in serie (de gele lijn volgt de stroom); één cel ligt in de schaduw van een tak.

a Welke spanning geeft het paneel in volle zon?

b Eén cel ligt in de schaduw en laat nog maar 0,3 A door. Welke stroom levert het hele paneel ongeveer, als het geen bypassdiodes heeft? Leg uit.

c Twee zulke panelen in serie en twee in parallel: welke spanning en welke stroom geven ze samen in volle zon?

	spanning	stroom
in serie		
parallel		

d Hoe helpt een bypassdiode? Waarom is ze bij de meetkas toch geen reden om schaduw te aanvaarden?

20.16 Puzzel: weerstanden van 1 kΩ

Uitdagen · 4 · Rekenen · 20 min

Je hebt alleen weerstanden van 1 kΩ, zoveel als je wil. Maak de gevraagde vervangingsweerstanden met zo weinig mogelijk weerstanden.

a Teken en verklaar: (a) 2 kΩ; (b) 500 Ω; (c) 250 Ω; (d) 1,5 kΩ.

b Maak ongeveer 333 Ω. Hoeveel weerstanden gebruik je?

c Uitdaging: maak 2,5 kΩ. Hoeveel weerstanden heb je minstens nodig?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan in een schema en een opstelling herkennen welke onderdelen in serie en welke parallel staan.	▢ ▢ ▢
Ik kan de regels voor de stroom toepassen: in serie overal dezelfde stroom, parallel tellen de stromen van de takken op.	▢ ▢ ▢
Ik kan de regels voor de spanning toepassen: in serie verdeelt de spanning zich, parallel staat over elke tak dezelfde spanning.	▢ ▢ ▢
Ik kan voorspellen welke lampjes blijven branden als er één uitvalt, en hoe fel ze branden.	▢ ▢ ▢
Ik kan de vervangingsweerstand berekenen van weerstanden in serie en van twee (of meer) gelijke weerstanden parallel.	▢ ▢ ▢
Ik kan uitleggen waarom een huisinstallatie parallel geschakeld is en wanneer een stekkerdoos overbelast raakt.	▢ ▢ ▢
Ik kan met metingen nagaan of de regels kloppen.	▢ ▢ ▢
Ik kan de verbruikers van de meetkas correct op één bron aansluiten en de stroom van de voeding berekenen.	▢ ▢ ▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 21

Elektrisch vermogen en energie

Hoeveel een toestel per seconde omzet, wat dat per dag kost, en waarom de led de gloeilamp verving

Je begint met vermogen en energie uitrekenen en omzetten, en met typeplaatjes en labels lezen. Daarna meet je zelf, reken je facturen en stand-byverbruik uit, lees je vermogensgrafieken en vergelijk je lampen. In de uitdagingen maak je de meetkas zuiniger (opdracht 21.12, voor je Habitat-portfolio), bepaal je het rendement van een waterkoker en debatteer je over zon of net.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 319 min

L Elektriciteit en elektronica · E Energie · W Wiskundig modelleren



Evenveel licht: links voor 60 W, rechts voor 8,5 W.

Oefenen

●○○ Oefenen — één stap, direct toepassen

21.1 P = U · I in een tabel

●○○ Oefenen · 1 · Rekenen · 10 min

Vul de ontbrekende waarden in. Schrijf de berekening erbij, met eenheden.

Bereken.

	U	I	P	berekening
(a) fietslamp	6 V	0,5 A		
(b) strijkijzer	230 V		2300 W	
(c) USB-poort	5 V		2,5 W	
(d) elektrische auto (laden)		32 A	7,4 kW	
(e) ledstrip meetkas	12 V	0,40 A		

21.2 Omzetten: J, Wh en kWh

Oefenen · 1 · Rekenen · 10 min

Gebruik $1\,\text{Wh} = 3600\,\text{J}$ en $1\,\text{kWh} = 1000\,\text{Wh} = 3{,}6\,\text{MJ}$.

a $2{,}5\,\text{kWh} =$ _____ Wh $=$ _____ MJ

b $7200\,\text{J} =$ _____ Wh

c $450\,\text{Wh} =$ _____ kWh

d Een lamp van 10 W brandt 1 minuut. Hoeveel joule?

e Een kacheltje van 1,5 kW brandt 2 uur. Hoeveel kWh?

21.3 Typeplaatjes lezen

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Drie typeplaatjes: een haardroger (230 V ~, 1800 W), een stofzuiger (220-240 V ~, 750 W) en een USB-lader (uitgang 5 V ⎓ 2,4 A).

a Welke stroom trekt de haardroger?

b Welke stroom trekt de stofzuiger bij 230 V?

c Welk vermogen levert de USB-lader hoogstens?

d Wat betekenen de tekens ~ en ⎓?

21.4 Energie en kosten van toestellen

Oefenen · 2 · Rekenen · 15 min

Reken met € 0,30 per kWh en 365 dagen per jaar.

a Vul de tabel in.

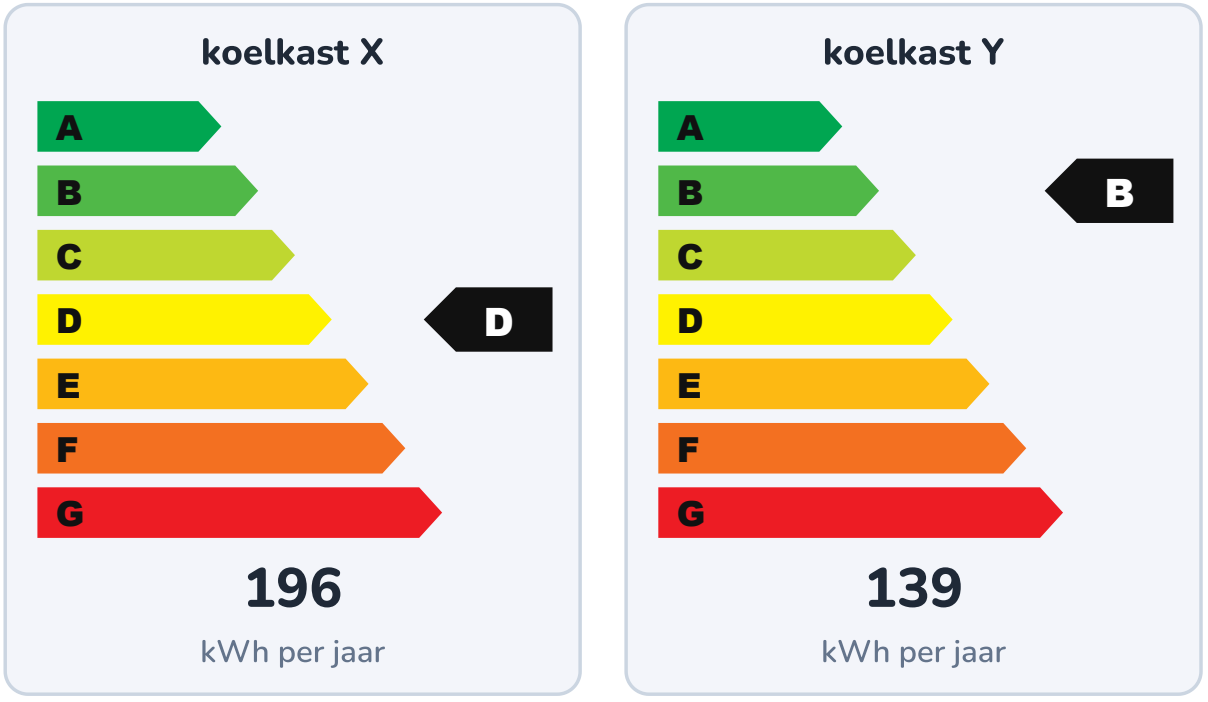
toestel	vermogen	tijd per dag	kWh per jaar	euro per jaar
koelkast (gemiddeld)	20 W	24 h		
tv	80 W	3 h		
gamepc	300 W	2 h		
wifirouter	8 W	24 h		
föhn	1800 W	10 min		

b Welk toestel kost het meest per jaar? Heeft dat ook het grootste vermogen?

21.5 Twee energielabels

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Twee koelkasten van dezelfde grootte. Bekijk hun energielabels.



Vereenvoudigde energielabels van koelkast X en koelkast Y.

a Welke koelkast is zuiniger? Waaraan zie je dat (twee dingen)?

b Hoeveel kWh en euro spaart de zuinigste per jaar?

c Koelkast Y kost € 150 meer. Na hoeveel jaar is dat terugverdiend? Is dat de moeite, als een koelkast 12 jaar meegaat?

Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

21.6 Labo: gloeilampje of ledlampje?

Toepassen · 3 · Labo · 45 min

Je vergelijkt een gloeilampje van 12 V met een ledlampje van 12 V. Meet de spanning en de stroom, bereken het vermogen, en meet het licht met een luxmeter (of een lichtmeter-app) op 20 cm afstand, in een verduisterd lokaal.

a Teken het meetschema: bron, lampje, ampèremeter en voltmeter.

b Noteer je metingen.

lampje	U (V)	I (A)	P (W)	verlichting (lux)	lux per watt

c Voel voorzichtig (houd je hand op enkele centimeter) welk lampje het warmst wordt. Verklaar met het woord rendement.

d Hoeveel keer zoveel licht per watt geeft het ledlampje? Vergelijk met de 95 en 12 lm/W uit het handboek.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schema	Ampèremeter in serie, voltmeter parallel over het lampje; correcte symbolen.
Metingen	U, I en lux voor beide lampjes, zelfde afstand en zelfde plaats van de meter.
Berekening	P = U · I correct; lux per watt berekend en vergeleken.
Besluit	Led geeft meerdere keren meer licht per watt; gloeilampje zet meer om in warmte (lager rendement).

21.7 De meterstand

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Een gezin noteert elke maand de meterstand van de digitale meter: 1 oktober 31 204 kWh; 1 november 31 452 kWh; 1 december 31 781 kWh; 1 januari 32 148 kWh. Reken met € 0,30 per kWh.

a Hoeveel kWh gebruikte het gezin in oktober, november en december?

b Hoeveel kostte het kwartaal?

c Het verbruik stijgt elke maand. Geef twee mogelijke oorzaken.

d Het gezin krijgt een factuur die hoger is dan het aantal kWh maal € 0,30 laat vermoeden. Noem twee dingen die daar nog op kunnen staan.

21.8 Onderzoek: sluipverbruik in je eigen huis

Toepassen · 3 · Onderzoeken · 40 min

Hoeveel verbruikt je huis als 'alles uit' staat? Methode 1: lees de digitale meter 's avonds laat en 's morgens vroeg af, als niemand iets gebruikt (vraag hulp thuis). Methode 2: meet de toestellen één voor één met een energiemeter.

a Noteer je metingen.

tijdstip of toestel	meterstand (kWh) of vermogen (W)	opmerking

b Bereken het gemiddelde sluipverbruik in watt. (Methode 1: verschil in kWh gedeeld door het aantal uren, maal 1000.)

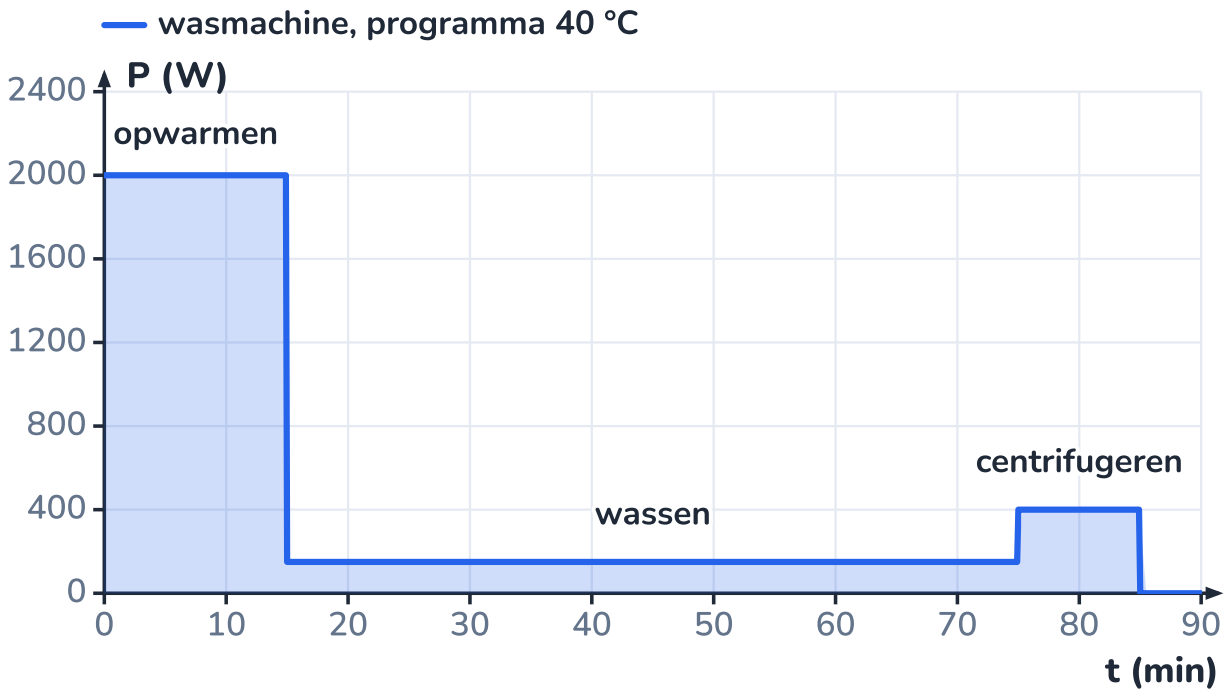
c Hoeveel kWh en euro is dat per jaar? Welk deel van het jaarverbruik van jullie huis (of van 3500 kWh)?

d Welke toestellen kunnen echt uit? Welke niet (koelkast, router)? Wat is je advies?

21.9 Een vermogensgrafiek: de wasmachine

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een energiemeter registreerde het vermogen van een wasmachine tijdens één programma op 40 °C.



Vermogen van een wasmachine: opwarmen, wassen, centrifugeren.

a Lees af: hoe lang duurt elke fase, en met welk vermogen?

fase	tijd	vermogen	energie (Wh)
opwarmen			
wassen			
centrifugeren			

b Bereken de energie van het hele programma in kWh, en wat het kost.

c Welke fase gebruikt het meest? Wat leer je daaruit over wassen op 30 °C in plaats van 40 °C?

21.10 Hoeveel mag er op de stekkerdoos?

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

Op een stekkerdoos staat: 16 A, 250 V ~. Het stopcontact geeft 230 V.

a Welk vermogen mag er hoogstens op de stekkerdoos (bij 230 V)?

b Mag je er tegelijk een waterkoker (2000 W), een broodrooster (900 W) en een koffiezet (1000 W) op aansluiten?

c Een oliebadradiator (2000 W) en een elektrisch vuurtje (2000 W)? Welke stroom zou dat geven?

21.11 Led of gloeilamp: de kostengrafiek

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Gebruik de kostengrafiek uit het handboek (3 uur per dag, € 0,30 per kWh, gloeilamp € 1 per 1000 uur, ledlamp € 5).



Cumulatieve kosten van een gloeilamp van 60 W en een ledlamp van 8,5 W.

a Waarom maakt de lijn van de gloeilamp elk jaar een klein sprongetje?

b Lees af: wat kost elke lamp na 5 jaar? Hoeveel spaar je?

c Wat is de steilheid van elke lijn (in euro per jaar)? Wat betekent ze?

d Hoe zou de grafiek veranderen als de lamp maar 1 uur per dag brandt? Is de led dan nog de beste keuze?

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

21.12 Habitat: de meetkas zuiniger maken

●●● Uitdagen 4 Habitat 45 min

De microcontroller met sensoren gebruikt 43,2 van de 62,9 Wh op een winterdag. Aan de 5 V-kant van de omvormer meet je 0,30 A. Drie ideeën: (1) de microcontroller slaapt tussen de metingen: gemiddeld nog maar 0,05 A aan de 5 V-kant; (2) de ledstrip brandt alleen als de lichtsensor zegt dat het donker is: gemiddeld 3 in plaats van 4 uur; (3) in plaats van de omvormer een goedkope lineaire regelaar (die neemt aan de 12 V-kant dezelfde stroom op als hij aan de 5 V-kant levert).

a Bereken het vermogen aan de 5 V-kant en het rendement van de omvormer. Hoeveel Wh per dag gaat er in de omvormer verloren?

b Bereken wat idee (1) en idee (2) opleveren in Wh per winterdag. (Neem aan dat de omvormer hetzelfde rendement houdt.)

c Is idee (3) een goed idee? Reken het uit.

d Wat wordt het verbruik op een winterdag met (1) en (2)? Welk zonnepaneel zou in december dan volstaan (1,25 Wh per Wp per dag)? Noteer je voorstel in je portfolio.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rendement	P aan de 5 V-kant, rendement en verlies per dag correct, met eenheden.
Besparingen	Idee 1 en 2 correct doorgerekend in Wh per dag.
Lineaire regelaar	Vermogen aan de 12 V-kant berekend; rendement vergeleken; afgewezen met argument.
Voorstel	Nieuw dagverbruik, gevolg voor het paneel, onderbouwd voorstel in het portfolio.

21.13 Het rendement van een waterkoker

●●● Uitdagen · 4 · Rekenen · 20 min

Een waterkoker van 2000 W brengt 1,0 L water van 15 °C aan de kook (100 °C) in 3 minuten en 20 seconden. Om 1 L water 1 °C warmer te maken, is $4{,}2\ \text{kJ}$ nodig (hoofdstuk 16).

a Hoeveel elektrische energie nam de waterkoker op, in kJ?

b Hoeveel warmte kreeg het water?

c Bereken het rendement. Waar ging de rest naartoe?

d Je kookt telkens 1,0 L water terwijl je maar één tas (0,25 L) nodig hebt, drie keer per dag. Hoeveel kWh en euro verspil je per jaar?

21.14 Debat: de meetkas op het net of op de zon?

Uitdagen · 4 · Argumenteren · 35 min

Van het net zou de meetkas maar ongeveer € 6 per jaar kosten (19,4 kWh). Het zonnepaneel van 50 Wp, de laadregelaar en de batterij van 250 Wh kosten samen al snel € 150 à € 250, en de batterij moet na enkele jaren vervangen worden. Is zonne-energie voor de meetkas dan wel een goed idee? Bereid in groepjes een debat voor.

a Verzamel argumenten voor 'aan het net' en voor 'op de zon'. Gebruik getallen uit hoofdstuk 17 en 21.

b Welke argumenten gaan over geld, welke over CO2, welke over veiligheid, welke over leren en over het doel van Habitat?

c Wat is jouw standpunt na het debat? Onder welke voorwaarden zou je van mening veranderen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Minstens drie per kant, met correcte getallen (kWh, euro, Wp, Wh).
Afwegen	Geld, CO2, veiligheid en het doel (een zelfvoorzienend station) apart bekeken.
Luisteren	Reageert op de argumenten van de andere groep.
Standpunt	Helder, onderbouwd, met voorwaarden.

21.15 Een verwarming voor de meetkas?

Uitdagen · 4 · Rekenen · 20 min

Iemand stelt voor om de meetkas in de winter 's nachts te verwarmen met een verwarmingselement van 12 V en 2,0 A, 12 uur per nacht. De wanden van de kas verliezen ongeveer 14 W per graad verschil met buiten (hoofdstuk 16).

a Welk vermogen heeft het element? Kan de voeding van 2 A dat leveren, naast de rest?

b Hoeveel energie per nacht? Vergelijk met de batterij en met het paneel in december.

c Hoeveel graden warmer dan buiten houdt het element de kas ongeveer?

d Wat is je advies? Welke andere manier om de kas 's nachts warmer te houden ken je uit hoofdstuk 16?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan het vermogen van een toestel berekenen met $P = U \cdot I$ en de formule omvormen om de stroom of de spanning te vinden.
- Ik kan een typeplaatje lezen en de stroom van een toestel berekenen uit zijn vermogen.
- Ik kan energie berekenen met $E = P \cdot t$ in joule en in kilowattuur, en omzetten ($1\,\text{kWh} = 3{,}6\,\text{MJ}$).
- Ik kan uit meterstanden en een prijs per kWh berekenen wat elektriciteit kost, en uitleggen wat er nog op een energiefactuur staat.
- Ik kan een energielabel lezen en het stand-byverbruik van toestellen omrekenen naar kWh en euro per jaar.
- Ik kan een led en een gloeilamp vergelijken in lumen per watt, rendement en kosten over hun levensduur.
- Ik kan het dagelijkse energieverbruik van de meetkas berekenen en vergelijken met de opbrengst van het zonnepaneel en de batterij.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 22

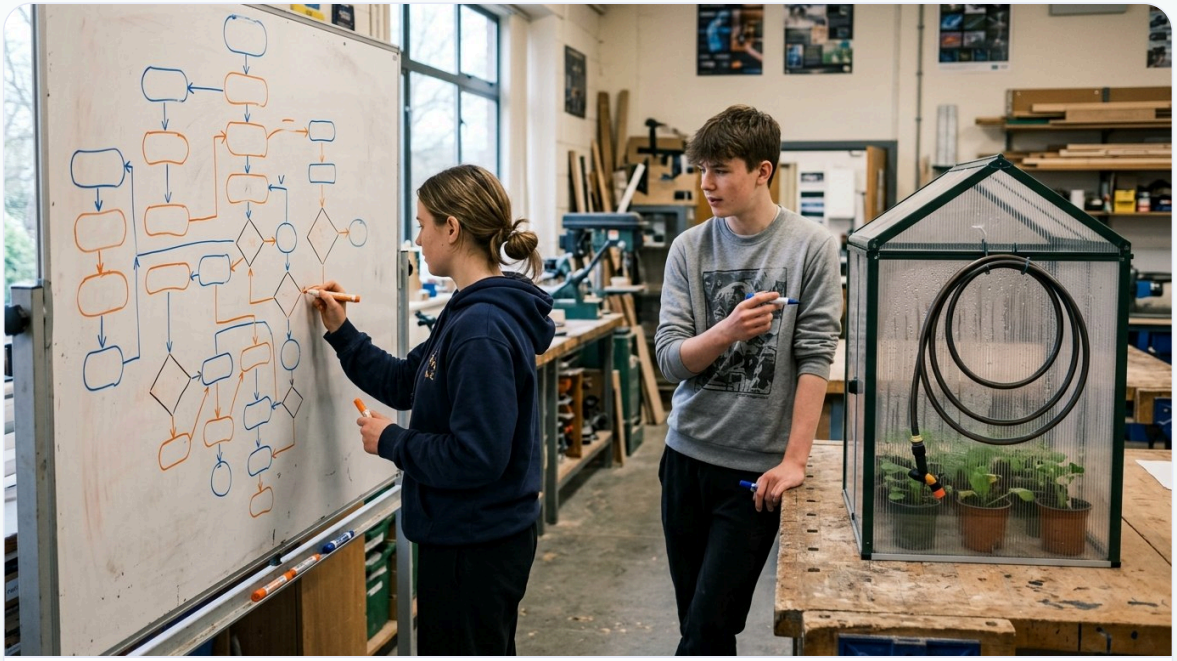
Computationeel denken

Denken als een programmeur, nog voor je één regel code schrijft

Je begint met de gereedschappen en de symbolen herkennen en eenvoudige algoritmen naspelen. Daarna lees en teken je stroomdiagrammen, speel je sorteren en raden na, zoek je bugs en laat je zelf een drempel 'leren' uit voorbeelden. In de uitdagingen maak je het algoritme van de meetkas robuuster (opdracht 22.12, voor je Habitat-portfolio), debatteer je over zelflerende systemen en ontwerp je zelf een algoritme.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 270 min

P Programmeren en computationeel denken · W Wiskundig modelleren · A Data en AI



Eerst denken, dan programmeren: het algoritme van de meetkas groeit op het bord.

Oefenen

één stap, direct toepassen

22.1 Welk gereedschap?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Welk gereedschap van computationeel denken wordt hier vooral gebruikt?

a Je splitst 'een fietstocht plannen' op in route kiezen, eten meenemen en de fiets nakijken.

- A decompositie
- B patroonherkenning
- C abstractie
- D algoritme

b Je merkt dat drie huiswerktaken telkens met dezelfde stappen beginnen.

- A decompositie
- B patroonherkenning
- C abstractie
- D algoritme

c Een metrokaart toont de stations op rechte lijnen, zonder straten.

- A decompositie
- B patroonherkenning
- C abstractie
- D algoritme

d Een recept voor pannenkoeken met genummerde stappen.

- A decompositie
- B patroonherkenning
- C abstractie
- D algoritme

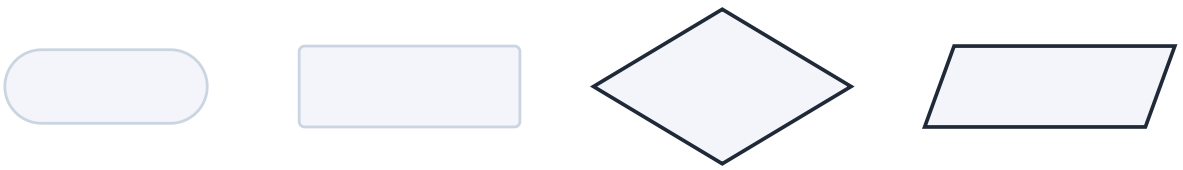
e Voor het water geven let je alleen op het vocht en het reservoir, niet op de soort plant.

- A decompositie
- B patroonherkenning
- C abstractie
- D algoritme

22.2 Symbolen van het stroomdiagram

Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Een stroomdiagram gebruikt vaste vormen.



1 2 3 4

Vier symbolen, genummerd 1 tot 4.

a Wat betekent elk symbool? 1: _____ 2: _____ 3: _____ 4: _____

b Welk symbool gebruik je voor 'Is de knop ingedrukt?', voor 'toon: klaar', voor 'zet de pomp aan' en voor 'Stop'?

c Hoeveel pijlen vertrekken er uit symbool 3? Wat schrijf je erbij?

22.3 Thee zetten in de juiste volgorde

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

De stappen van het algoritme 'thee zetten' zijn door elkaar geraakt. A: giet het water in de tas. B: vul de waterkoker. C: wacht tot het water kookt. D: hang een theezakje in de tas. E: zet de waterkoker aan. F: haal het zakje eruit na 3 minuten.

a Zet de letters in een juiste volgorde.

b Welke twee stappen mogen van plaats wisselen zonder dat het resultaat verandert?

c Welke stap is eigenlijk een lus met een beslissing? Schrijf ze als een ja/nee-vraag.

22.4 Een eerste trace

Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

Speel dit algoritme na. (1) Zet x op 3 en s op 0. (2) Herhaal 4 keer: s = s + x, daarna x = x + 2. (3) Toon s.

a Vul de trace-tabel in (waarden aan het einde van elke ronde).

ronde	s	x
begin	0	3
1		
2		
3		
4		

b Wat toont het algoritme?

c Wat telt het algoritme eigenlijk op? Beschrijf het in één zin.

22.5 Een klasfeest opdelen

Oefenen · 2 · Tekenen · 12 min

Je klas organiseert een feest op de laatste schooldag. Dat is een groot probleem.

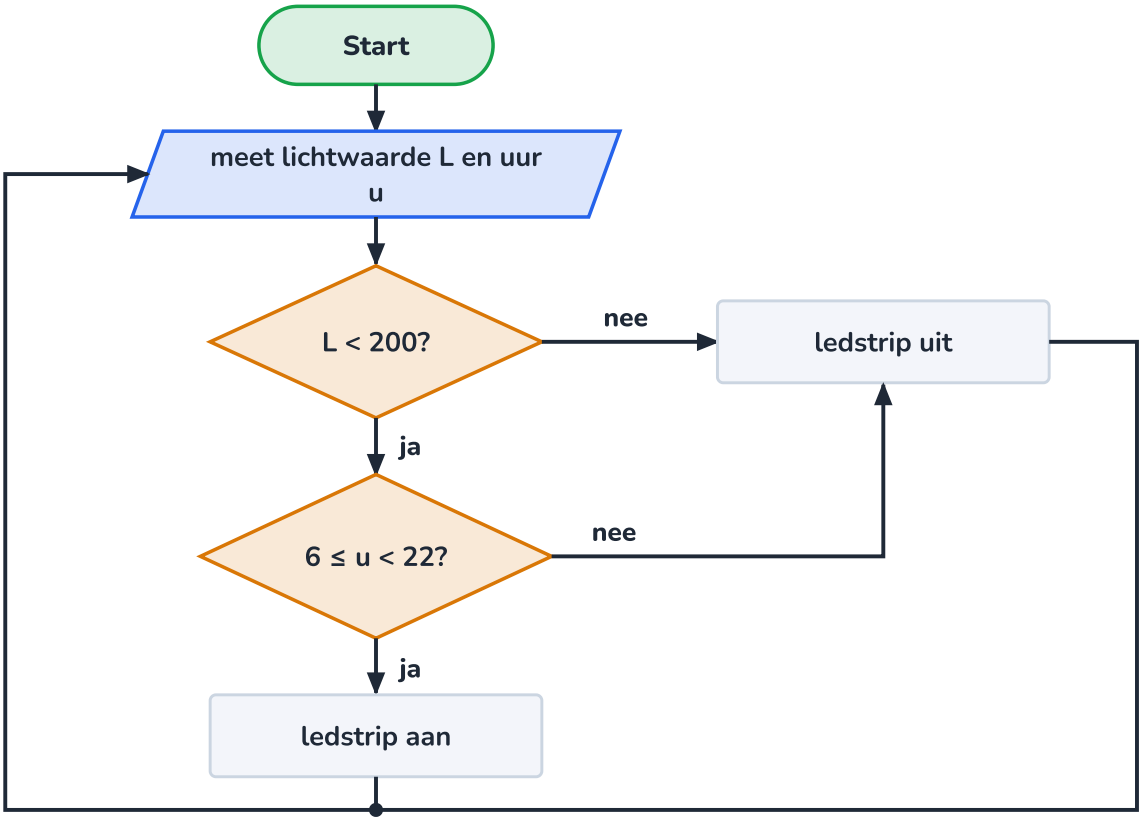
a Teken een decompositieboom met minstens drie deelproblemen, elk opgesplitst in minstens twee taken.

b Duid één taak aan die je nog verder zou opdelen. Waarom?

22.6 Een stroomdiagram lezen: de kasverlichting

Toepassen · 2 · Analyseren · 12 min

De microcontroller van de meetkas voert dit algoritme uit.



De ledstrip van de meetkas met een lichtsensor en een klok. L: hoe groter, hoe lichter.

a Is de ledstrip aan of uit bij L = 150 en u = 20? En bij L = 150 en u = 23? En bij L = 500 en u = 12?

b Waarom staat de tweede ruit er? Wat zou er gebeuren zonder?

c Stopt dit algoritme ooit? Is dat een bug?

22.7 Teken het: een wekker met sluimerknop

Toepassen · 3 · Tekenen · 20 min

Een wekker gaat af. Druk je op de stopknop, dan is hij uit. Druk je op sluimeren, dan is hij 5 minuten stil en gaat hij opnieuw af. Na 3 keer sluimeren werkt de sluimerknop niet meer: dan helpt alleen de stopknop.

a Welke variabele heb je nodig? Welke beginwaarde krijgt ze?

b Teken het stroomdiagram met de juiste symbolen.

c Speel het na: je sluimert 4 keer en drukt dan op stop. Hoe vaak gaat het alarm af?

22.8 Sorteren naspelen

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Sorteer de kaarten 8, 3, 6, 1 met selectiesorteren: zoek in het ongesorteerde deel de kleinste en wissel hem met de eerste kaart van dat deel.

a Schrijf de rij na elke ronde.

ronde	rij	wat gebeurde er?
start	8 3 6 1	
1		
2		
3		

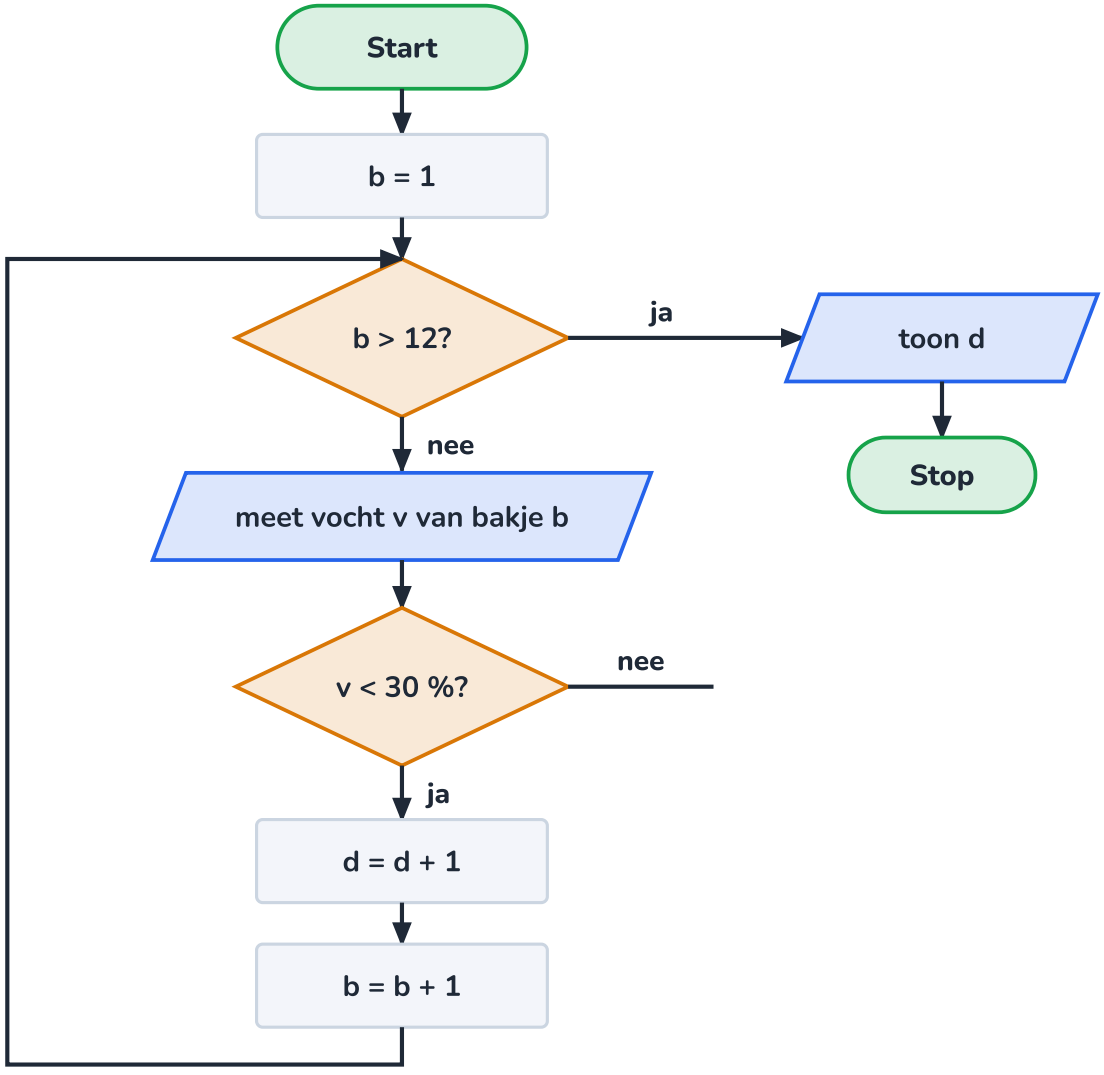
b Hoeveel keer vergelijk je twee kaarten in totaal?

c Hoeveel vergelijkingen zijn er voor 10 kaarten? Welk patroon zie je?

22.9 Bugs in het tellen van droge bakjes

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Een leerling tekende dit algoritme. De eerste drie bakjes hebben 25 %, 40 % en 28 % vocht.



Dit algoritme moet tellen hoeveel van de 12 bakjes te droog zijn (d).

a Speel het na voor de eerste drie bakjes. Waar loopt het mis?

b Er zitten twee fouten in. Welke?

c Beschrijf hoe je het stroomdiagram verbetert.

22.10 Hoe slim is halveren?

●●○ Toepassen | 3 | Rekenen | 15 min

Je raadt een geheim getal met de strategie 'gok telkens het midden' (zie handboek).

a Maak de trace-tabel voor het geheime getal 37.

poging	ondergrens	bovengrens	gok	antwoord

b Hoeveel pogingen heb je hoogstens nodig voor een getal van 1 tot 1000? Leg uit met tweemachten.

c Een vriend raadt gewoon 1, 2, 3, ... Hoeveel pogingen heeft hij hoogstens nodig voor 1 tot 1000? Hoeveel gemiddeld?

22.11 Jij bent de computer: een drempel leren

●●○ Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

De ledstrip moet aan als het te donker is voor de planten. Een tuinier heeft twaalf keer de lichtwaarde L gemeten en telkens gezegd of het te donker was. **Te donker:** 80, 120, 150, 210, 260, 330. **Niet te donker:** 240, 310, 380, 420, 500, 640. De regel is 'ledstrip aan als L < drempel'.

a Tel voor de drempels 200, 300 en 400 hoeveel voorbeelden fout voorspeld worden.

drempel	te donker maar L ≥ drempel	niet te donker maar L < drempel	fouten samen
200			
300			
400			

b Welke drempel 'leer' je? Test ze op vier nieuwe metingen: 180 en 290 (te donker), 350 en 450 (niet te donker).

c Waarom kan geen enkele drempel alle twaalf voorbeelden juist krijgen?

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

22.12 Habitat: water geven met een foutdetectie

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 40 min

Het algoritme 'water geven' uit het handboek heeft een zwakke plek. Als de slang losschiet of de sensor stuk is, stijgt het vocht na het pompen niet, en de kas blijft elke 15 minuten 240 mL pompen, de hele nacht door, tot het reservoir leeg is. Maak het algoritme slimmer: na **drie beurten na elkaar** waarbij het vocht onder 30 % blijft, stopt de kas met pompen en geeft ze een alarm.

a Welke variabele voeg je toe? Wanneer verhoog je ze, en wanneer zet je ze terug op 0?

b Teken het verbeterde stroomdiagram.

c Speel het na: de slang is los, het vocht blijft op 27 %. Hoeveel water gaat er verloren voor het alarm komt?

meting	v (%)	f	actie

d Waarom mag je de teller niet op 0 zetten bij elke meting? Test je algoritme ook op een gewone dag: gaat het alarm nooit onterecht af?

e Portfolio: noteer je stroomdiagram en de getallen (drempel 30 %, 30 s pompen, 15 min wachten, alarm na 3 mislukte beurten).

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Variabele	Een teller met beginwaarde 0, verhoogd na elke beurt, terug op 0 als het vocht weer boven de drempel is.
Stroomdiagram	Juiste symbolen, twee gelabelde pijlen uit elke ruit, alarm vóór het pompen, lus terug naar het meten.
Trace	Drie beurten van 240 mL (720 mL), dan alarm en geen pompbeurten meer.
Test	Ook een gewone dag nagespeeld: na een geslaagde beurt gaat f terug op 0.

22.13 Debat: mag de kas zelf leren?

Uitdagen · 4 · Argumenteren · 30 min

Een bedrijf biedt een 'slimme kas' aan: een AI die uit de metingen van duizenden kassen geleerd heeft wanneer planten water nodig hebben. Je hoeft geen drempel meer te kiezen. Het bedrijf zegt niet welke regel het systeem gebruikt.

a Geef twee voordelen van het lerende systeem tegenover de vaste regel van 30 %.

b Geef twee risico's. Denk aan de voorbeelden, de uitleg en de verantwoordelijkheid.

c Welke vragen stel je aan het bedrijf voor je het systeem vertrouwt?

d Neem een standpunt in voor de meetkas en verdedig het in drie zinnen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Voordelen	Minstens twee concrete voordelen (bv. rekening houden met meer gegevens, per plantensoort).
Risico's	Minstens twee, gekoppeld aan de voorbeelden, de uitleg of de verantwoordelijkheid.
Standpunt	Duidelijk, met argumenten uit het handboek, en met aandacht voor het tegenargument.

22.14 Ontwerp: het droogste bakje vinden

●●● Uitdagen | 4 | Ontwerpen | 30 min

In de meetkas staan 12 bakjes. Je wil weten welk bakje het droogst is (het laagste vocht), zodat je daar de sensor zet. Je kan het vocht van één bakje per keer meten.

a Ontwerp het algoritme in genummerde stappen. Welke variabelen gebruik je?

b Speel je algoritme na voor vijf bakjes met 34, 29, 41, 26 en 31 %.

bakje b	vocht	laagste tot nu	nummer van het laagste

c Hoeveel vergelijkingen heb je nodig voor 12 bakjes? Kan het met minder?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Variabelen	Een variabele voor het laagste vocht tot nu en een voor het nummer van dat bakje, met een goede beginwaarde.
Stappen	Lus over alle bakjes, vergelijking met het laagste tot nu, bijwerken als het lager is, uitvoer op het einde.
Trace	Correct nagespeeld; uitkomst bakje 4 met 26 %.

22.15 Scheve voorbeelden

●●● Uitdagen · 4 · Analyseren · 20 min

Een school laat een computer de drempel voor water geven leren, zoals in het handboek. Alle gelabelde voorbeelden komen uit juli, van tomatenplanten in een warme kas. De geleerde drempel is 38 %. In november gebruiken ze dezelfde regel voor slaplantjes in een koele kas.

a Waarom leerde de computer in juli een hogere drempel dan 30 %?

b Wat gaat er in november waarschijnlijk mis? Is de computer 'fout'?

c Hoe verbeter je het leren? Geef twee manieren.

d Geef een voorbeeld buiten de kas waar een AI-systeem hetzelfde probleem kan hebben.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan een probleem opdelen in deelproblemen (decompositie) en herhalingen in een probleem herkennen (patroonherkenning). ▢▢▢
- Ik kan bij een probleem aangeven welke gegevens ertoe doen en welke je mag weglaten (abstractie). ▢▢▢
- Ik kan een algoritme schrijven als genummerde stappen en tekenen als stroomdiagram met de juiste symbolen. ▢▢▢
- Ik kan een algoritme stap voor stap naspelen in een trace-tabel en zo de uitkomst voorspellen. ▢▢▢
- Ik kan fouten in een algoritme vinden en verbeteren: verkeerde volgorde, ontbrekende stap, oneindige lus, verkeerde vergelijking. ▢▢▢
- Ik kan het verschil uitleggen tussen een vast algoritme en een systeem dat een regel leert uit gelabelde voorbeelden, en zeggen wat AI wel en niet kan. ▢▢▢
- Ik kan het algoritme 'water geven' voor de meetkas als stroomdiagram tekenen en naspelen. ▢▢▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 23

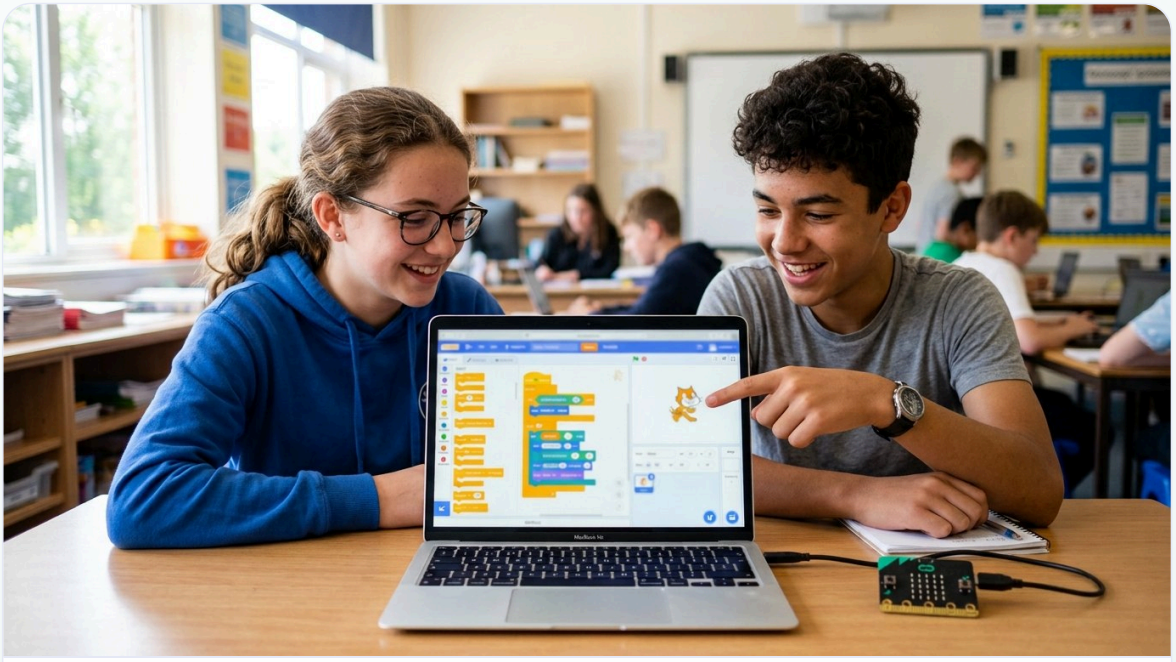
Programmeren met blokken

Sequentie, herhaling, keuze en variabelen: programmeren door blokken te stapelen

Je begint met blokken herkennen en korte scripts naspelen. Daarna bouw en verbeter je scripts: stroomdiagrammen omzetten, bugs zoeken, signalen volgen en een reactietijdmeter uitbreiden. In de uitdagingen maak je de simulatie van de meetkas realistischer (opdracht 23.12, voor je Habitat-portfolio), onderzoek je welke drempel het best is en ontwerp je een eigen spel. Werk waar je kan in Scratch zelf; teken je blokken op papier, schrijf dan de tekst van elk blok en zet de mond van een C-blok duidelijk in.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 291 min

P Programmeren en computationeel denken



Blokken stapelen tot een programma: een fout typen kan niet, een fout denken wel.

●○○ Oefenen Oefenen

één stap, direct toepassen

23.1 Welke categorie?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

In welke categorie van Scratch vind je elk blok, en welke kleur heeft ze?

Vul de tabel in.

blok	categorie	kleur
neem (10) stappen		
zeg (Hallo!)		
herhaal (10)		
maak [score] (0)		
wanneer op de groene vlag wordt geklikt		
willekeurig getal tussen (1) en (10)		
toets [spatiebalk] ingedrukt?		

23.2 Vormen benoemen

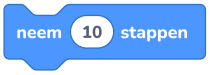
Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Elk blok heeft een vorm die zegt waar het past.

1



2



3



4: het ronde blok



5: het zeshoekige blok



Vijf blokken met een verschillende vorm.

a Geef de naam van de vorm van blok 1, 2 en 3.

b Het ronde blok (x-positie) en het zeshoekige blok (muis ingedrukt?) zitten in een ander blok. Wat is het verschil tussen beide?

c Kan je het zeshoekige blok in het witte vak van 'neem (10) stappen' slepen? Waarom (niet)?

23.3 Wat zegt de sprite?

Oefenen · 2 · Rekenen · 8 min

Speel het script na.



Een script met twee variabelen.

a Welke waarde hebben a en b na elk blok?

na het blok	a	b
maak a 5		
maak b (a * 2)		
verander a met 1		

b Wat zegt de sprite?

c Verandert b vanzelf als a verandert? Leg uit.

23.4 Hoeveel stappen?

Oefenen · 2 · Rekenen · 8 min

De sprite start op x = 0 en kijkt naar rechts.



Een lus met een lus erin.

a Hoeveel keer wordt 'neem (5) stappen' uitgevoerd?

b Hoeveel stappen zet de sprite in totaal? Waar staat ze op het einde?

23.5 Van zin naar script

Oefenen · 2 · Programmeren · 10 min

Schrijf het script: 'Als je op de groene vlag klikt, zegt de sprite vijf keer telkens 1 seconde Hallo! en daarna 2 seconden Klaar!'

a Teken het script (schrijf de tekst van elk blok; zet de blokken in een mond duidelijk in).

b Hoe lang duurt het van de klik tot Klaar! verdwijnt?

Toepassen

Toepassen · meerdere stappen, in een context

23.6 Aftellen in stappen van twee

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een leerling wil aftellen: 5, 3, 1, klaar. Het script stopt niet.



Een aftelscript dat per twee telt.

a Speel de eerste vier rondes na.

ronde	tijd = 0?	tijd na 'verander'	sprite zegt

b Waarom stopt het script nooit? En waarom zegt het nooit 5?

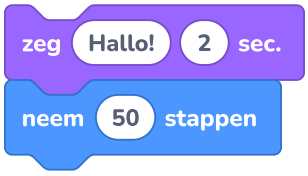
c Geef twee verschillende manieren om het te verbeteren.

23.7 Drie scripts, drie bugs

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Geen van de drie scripts doet wat zijn maker wil.

A: 'hallo zeggen bij de start'



B: 'punten optellen'



C: 'animatie'



Wat de maker wilde, staat erboven.

a Wat gaat er mis in A, en hoe verbeter je het?

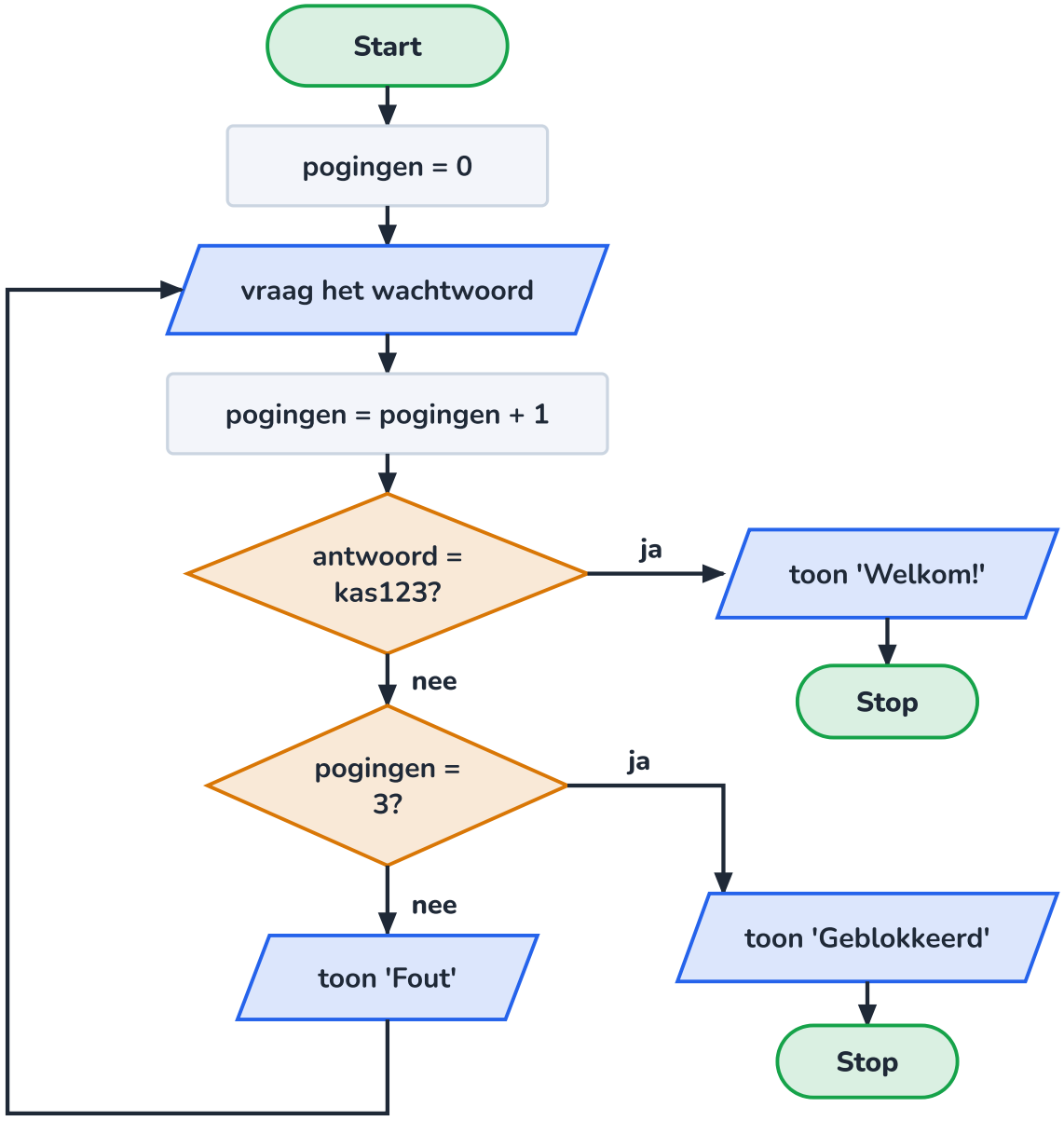
b Wat zegt de sprite in B? Wat had de maker verwacht? Verbeter.

c In C zie je de sprite nauwelijks veranderen. Waarom? Verbeter.

23.8 Een stroomdiagram omzetten: het wachtwoord

Toepassen · 3 · Programmeren · 20 min

Zet het stroomdiagram om in een Scratch-script.



Een wachtwoordcontrole met hoogstens drie pogingen.

a Welke variabele heb je nodig? Welke Scratch-blokken passen bij de twee ruiten?

b Teken het script.

c Test je script in je hoofd: de gebruiker typt 'kas12', 'Kas123' en 'kas123'. Wat gebeurt er? (Scratch maakt geen verschil tussen hoofdletters en kleine letters bij '='.)

23.9 Signalen volgen

Toepassen · 3 · Begrijpen · 12 min

Je klikt op de groene vlag.



Anna en Bo sturen elkaar signalen.

a Zet de tekstballonnen in de juiste volgorde, met het tijdstip waarop ze verschijnen.

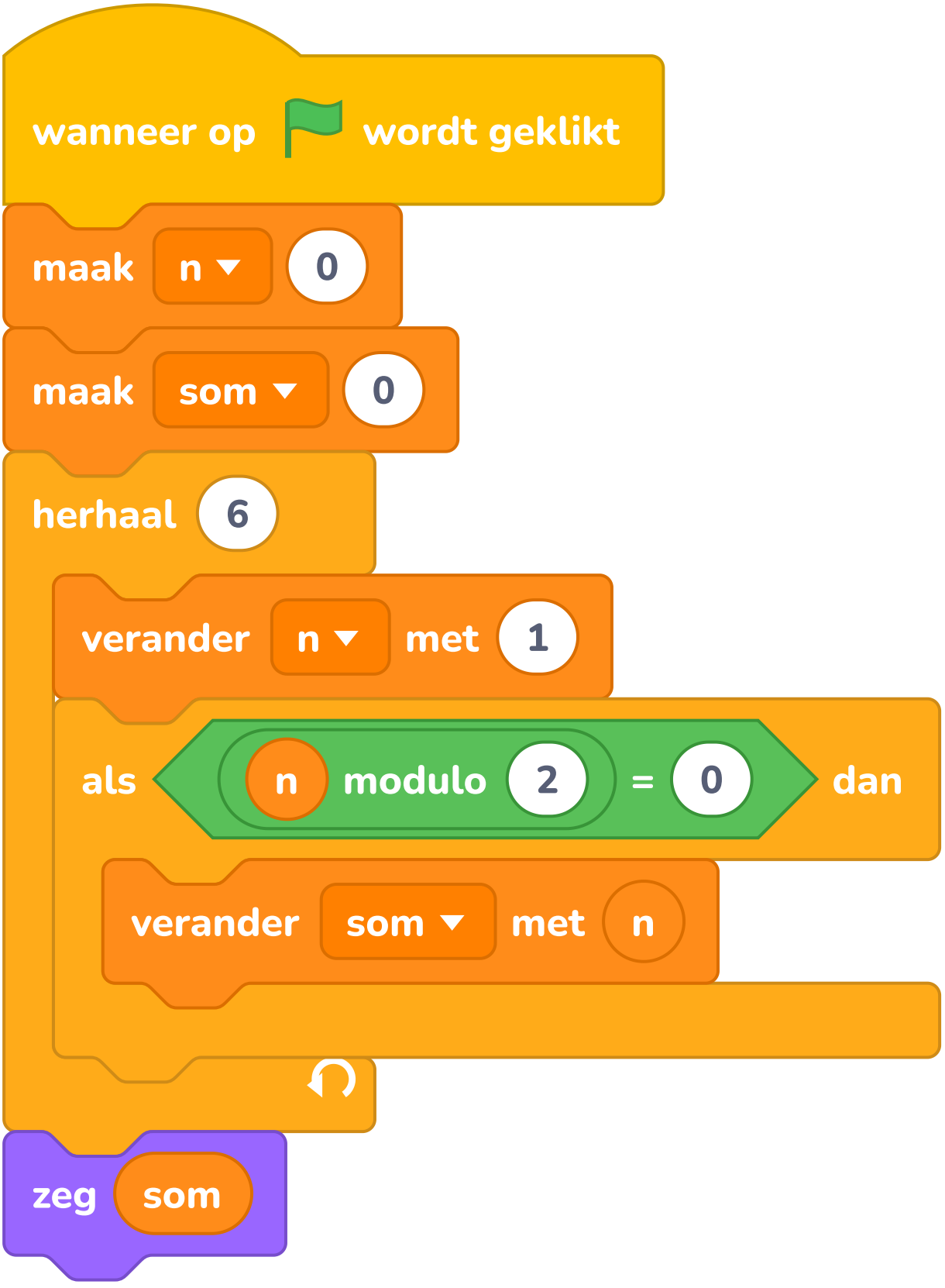
tijdstip (s)	wie	zegt

b Wat verandert er als Anna 'zeg (Hallo!)' gebruikt zonder '2 sec.'?

23.10 Een lus met een keuze

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

Speel het script na.



'n modulo 2' is de rest bij deling door 2.

a Vul de trace-tabel in.

ronde	n	n modulo 2	som

b Wat zegt de sprite? Wat telt het script eigenlijk op?

c Wat moet je veranderen om de oneven getallen van 1 tot 9 op te tellen?

23.11 Maak: een reactietijdmeter met gemiddelde

●●○ Toepassen ▮▮▮▯▯▯▯▯▯ 3 Maken 30 min

Het script uit de proef meet één reactietijd. Breid het uit: het meet vijf keer na elkaar, toont telkens de tijd en op het einde het gemiddelde.

a Welke variabele heb je extra nodig? Waar geef je haar een beginwaarde?

b Bouw het script in Scratch en teken het hier.

c Meet bij drie klasgenoten. Noteer de gemiddelden.

naam	gemiddelde (s)

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Variabele	Een variabele totaal met beginwaarde 0 vóór de lus.
Lus	Herhaal (5) rond het meten; de klok wordt bij elke meting op 0 gezet.
Gemiddelde	totaal / 5 na de lus, getoond met zeg.
Werkt	Getest; de willekeurige wachttijd blijft in de lus.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

23.12 Habitat: een realistischere simulatie

●●● Uitdagen 4 Habitat 45 min

De simulatie uit het handboek laat het vocht dag en nacht even snel dalen en merkt niet wanneer het reservoir leeg raakt. Maak twee verbeteringen: (1) 's nachts, van 0 tot 6 uur, daalt het vocht maar 2 procentpunt per uur (de planten verdampen minder); (2) zakt het water onder 5 L, dan zegt de sprite 'Reservoir bijvullen!' en stopt de simulatie. Laat de simulatie lopen tot dat gebeurt.

a Welke variabele heb je extra nodig voor de nacht? Hoe weet je met 'modulo' welk uur van de dag het is?

b Teken het verbeterde script.

c Reken eerst zonder de nacht: na hoeveel dagen zakt het reservoir onder 5 L, als de kas 1,8 L per dag gebruikt?

d Met de trage nacht gebruikt de kas minder. Schat hoeveel minder per dag, en wat dat betekent voor het aantal dagen.

e Portfolio: noteer het model (daling per uur dag/nacht, +16 per beurt, 0,24 L per beurt) en je uitkomst.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Model	Nacht (uur modulo 24 < 6) met −2, dag met −5; beurt +16 en −0,24 L.
Script	Eindeloze lus of 'herhaal tot water < 5', met de controle op het reservoir en 'stop alle'.
Rekenwerk	25 L : 1,8 L per dag ≈ 13,9 dagen; met de nacht minder verbruik en dus langer.
Kritisch	Beseft dat de getallen uit het model komen, niet uit een meting.

23.13 Onderzoek: welke drempel is het best?

●●● Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 25 min

Met de simulatie uit het handboek kan je snel proberen wat er gebeurt met een andere drempel. Een leerling liet het script 48 uur lopen met de drempels 20, 30 en 40 %. Het resultaat:

drempel	beurten in 48 h	water gebruikt	laagste vocht	hoogste vocht (na de eerste dag)
20 %	14	3,36 L	20 %	35 %
30 %	14	3,36 L	30 %	45 %
40 %	15	3,60 L	40 %	55 %

a Welke variabele heeft de leerling veranderd, welke gemeten, welke gelijk gehouden?

b Hangt het waterverbruik af van de drempel? Verklaar met het model.

c Wat verandert er dan wel? Welke drempel kies je voor planten die geen natte voeten willen maar ook niet mogen verdrogen?

d Waarom mag je dit besluit niet zomaar op de echte kas toepassen?

23.14 Ontwerp: vang de druppels

●●● Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 60 min

Ontwerp een spel in Scratch. Een druppel valt van een willekeurige plaats bovenaan naar beneden. Met de pijltjestoetsen beweeg je een emmer onderaan. Vang je de druppel, dan krijg je een punt. Mis je hem, dan verlies je een leven. Na drie gemiste druppels is het spel voorbij.

a Decompositie: welke sprites en welke scripts heb je nodig? Welke variabelen?

b Bouw het spel. Teken het script van de druppel.

c Test en debug: noteer twee fouten die je vond en hoe je ze verbeterde.

d Uitbreiding: laat de druppels sneller vallen naarmate de score stijgt. Welk blok verander je?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Decompositie	Twee sprites (druppel, emmer), aparte scripts voor vallen en besturen, variabelen score en levens.
Programma	Lus, keuze (raak ik emmer?), tellers met beginwaarden, stop bij 0 levens.
Debuggen	Twee echte fouten beschreven met hun verbetering.
Uitbreiding	Valsnelheid gekoppeld aan de score.

23.15 Lussen in lussen

Uitdagen · 4 · Rekenen · 15 min

Het aantal herhalingen van de binnenste lus is geen vast getal: het is de variabele n.


wanneer op wordt geklikt
maak n 0
maak som 0
herhaal 4
verander n met 1
herhaal n
verander som met 1
zeg som

De binnenste lus hangt af van n.

a Hoeveel keer loopt de binnenste lus bij elke ronde van de buitenste? Wat zegt de sprite?

ronde buiten	n	rondes binnen	som na de ronde

b Wat zegt de sprite als je 'herhaal (4)' vervangt door 'herhaal (10)'? Zoek een snelle manier.

c Voor welke tekening op ruitjespapier kan dit patroon dienen? Schets ze.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan de soorten blokken (hoed-, stapel-, C-, waarde-, ja/nee- en eindblok) herkennen en hun categorie benoemen.
- Ik kan een programma bouwen met een sequentie, een herhaling (herhaal, herhaal tot, eindeloos) en een keuze (als … dan … anders).
- Ik kan een variabele gebruiken als teller: een beginwaarde geven, verhogen of verlagen, en de waarde gebruiken.
- Ik kan uitleggen wat een gebeurtenis is en scripts laten samenwerken met signalen.
- Ik kan een stroomdiagram omzetten in een blokprogramma en omgekeerd.
- Ik kan een programma naspelen en fouten vinden en verbeteren (debuggen), met een trace-tabel en door één ding tegelijk te veranderen.
- Ik kan het algoritme 'water geven' testen in een simulatie van de meetkas in blokken.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 24

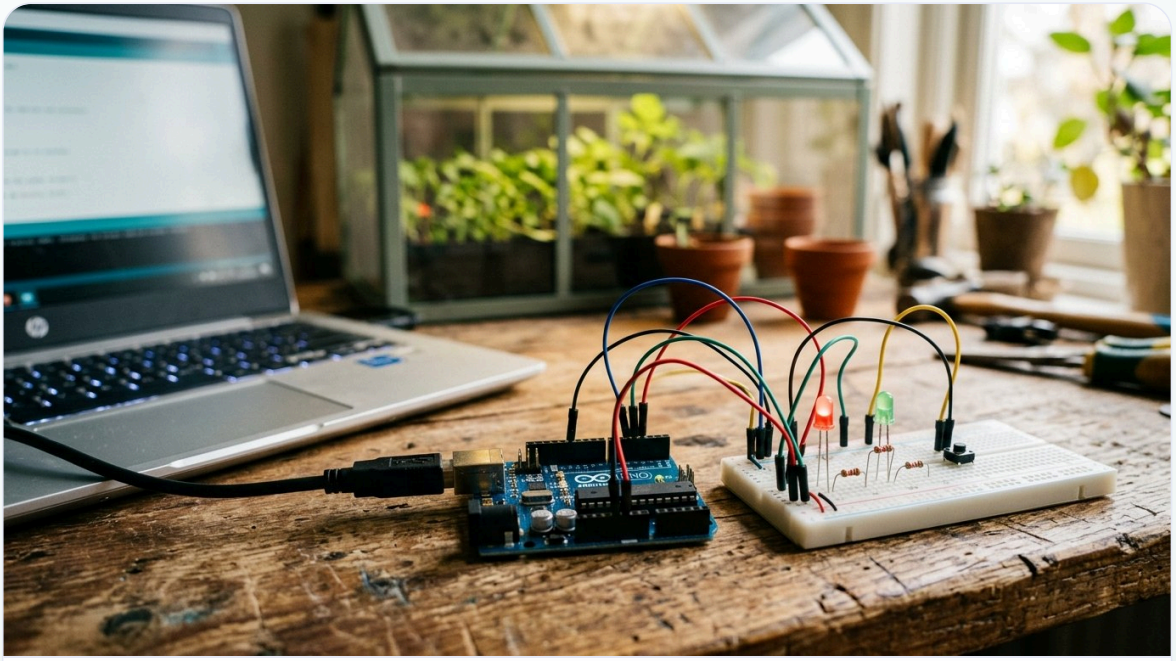
De microcontroller

Een computer van een paar euro die leds, knoppen en later de hele meetkas bestuurt

Je begint met herkennen: waar zit een microcontroller, wat is input en output, welke pinnen heeft een Uno. Daarna reken je weerstanden uit, lees en schrijf je programma's in blokken en in code, bouw en meet je een knipperlicht en zoek je fouten in een schakeling. In de uitdagingen breid je het statuslampje van de meetkas uit met een reservoiralarm (opdracht 24.12, voor je Habitat-portfolio), ontwerp je een voetgangerslicht en onderzoek je hoe helder een led brandt.

5× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 308 min

P Programmeren en computationeel denken · L Elektriciteit en elektronica · R Regelen en robotica



Een Arduino, een breadboard, twee leds en een knop: het begin van de automatische meetkas.

●○○ Oefenen Oefenen

één stap, direct toepassen

24.1 Waar zit een microcontroller?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Niet elk toestel met een stekker heeft een microcontroller.

a Duid aan welke toestellen (bijna zeker) een microcontroller bevatten: gloeilamp, wasmachine, zaklamp met schakelaar, digitale thermostaat, broodrooster met draaiknop, afstandsbediening, elektrische fietsbel met één knop, smartwatch.

b Kies één toestel met een microcontroller en noem een input en een output.

24.2 Input of output?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 6 min

Voor de meetkas gebruik je deze onderdelen: drukknop, rode led, bodemvochtsensor, zoemer, vlotterschakelaar, relais voor de pomp, lichtsensor.

a Sorteer ze in twee kolommen.

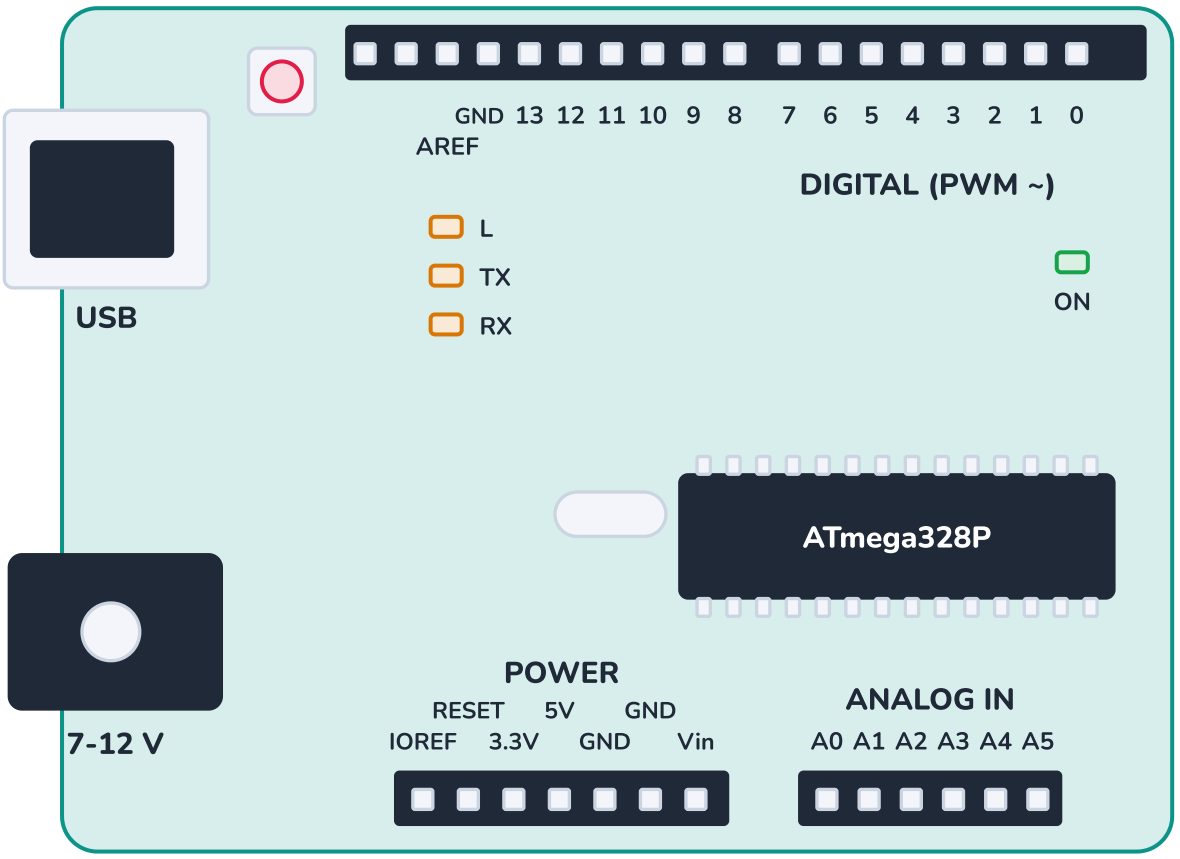
input (de microcontroller leest)	output (de microcontroller stuurt)

b Waarom staat de pomp zelf niet in je lijst, maar het relais wel?

24.3 De pinnen van de Uno

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Gebruik de figuur en het ontleedblad.



De Arduino Uno R3.

a Op welke pinnen sluit je een led aan: bovenaan of onderaan? En een analoge sensor?

b Waarom gebruik je pin 0 en 1 beter niet?

c Een leerling sluit de korte poot van de led aan op 5V in plaats van op GND. Wat gebeurt er als pin 10 HIGH is? En als ze LOW is?

24.4 Weerstanden voor leds

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Bereken de voorschakelweerstand en kies een waarde uit de E12-reeks (10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, maal 10, 100, ...). Reken daarna de stroom na.

a Bereken en kies.

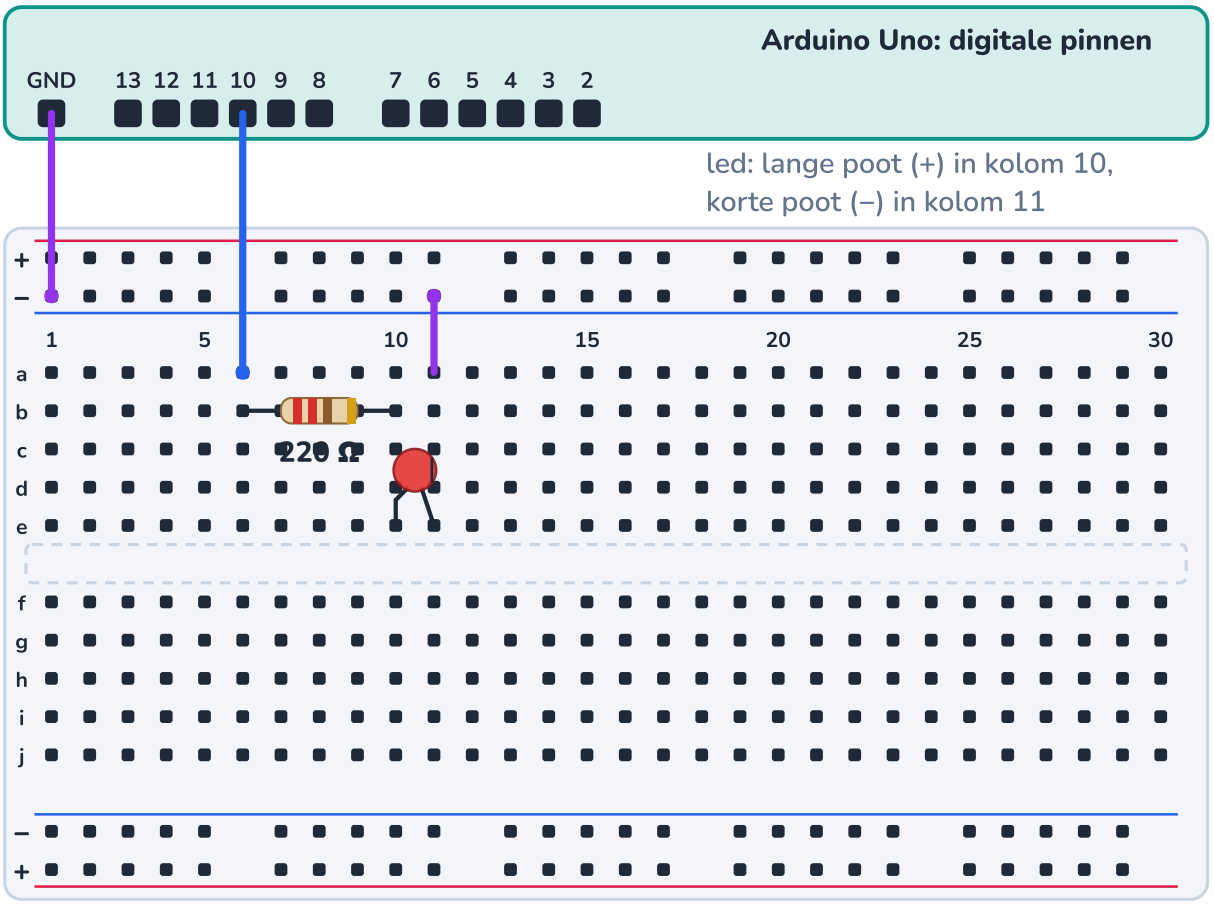
	bron	led	gewenste stroom	R berekend	E12-keuze	stroom
(a)	5 V	groen 2,2 V	15 mA			
(b)	5 V	blauw 3,0 V	10 mA			
(c)	3,3 V (micro:bit)	rood 2,0 V	5 mA			
(d)	12 V	rood 2,0 V	20 mA			

b Waarom kies je bij twijfel de volgende grotere E12-waarde en niet de kleinere?

24.5 Het breadboard

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Kijk naar de breadboardschets.



De breadboardschets uit het handboek.

a Welke gaatjes zijn verbonden met gaatje c6? Welke met gaatje f6?

b Een leerling steekt de led met beide pootjes in kolom 10. Brandt ze? Waarom?

c Waarom loopt er een draad van GND van de Arduino naar de blauwe rail, en niet rechtstreeks naar kolom 11?

24.6 Code lezen

●●○ Toepassen · 2 · </> Programmeren · 12 min

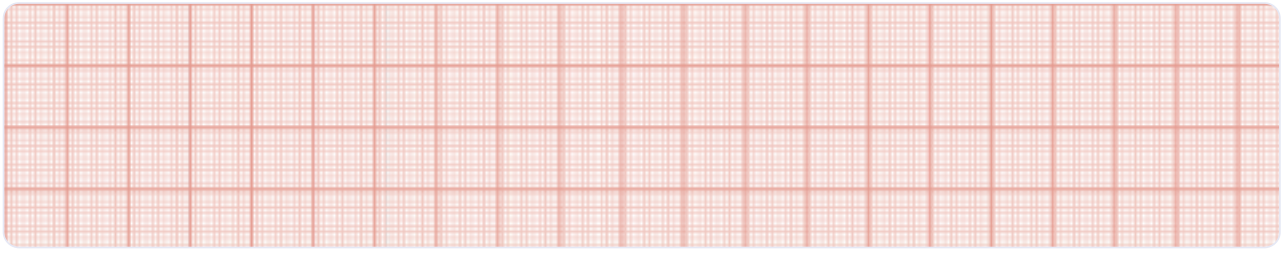
Een Arduino voert dit programma uit:

```
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(800);
}
```

a Welke led knippert, en hoe? Hoeveel keer per minuut?

b Teken de spanning op pin 13 van t = 0 tot t = 3 s.



c Verander het programma zodat de led twee keer kort flitst en dan 1 s uit is (een 'hartslag').

24.7 Blokken en code naast elkaar

Toepassen · 3 · Programmeren · 15 min

Vertaal het blokprogramma naar Arduino-code. De knop op pin 2 werkt met de interne pull-up.



Een blokprogramma.

a Schrijf de volledige code, met setup() en loop().

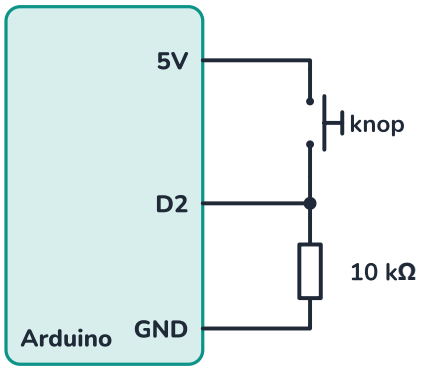
b In blokken stond er geen pinMode. Welke regels moet je in C++ zelf toevoegen, en waarom?

24.8 Pull-down: wat leest de pin?

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

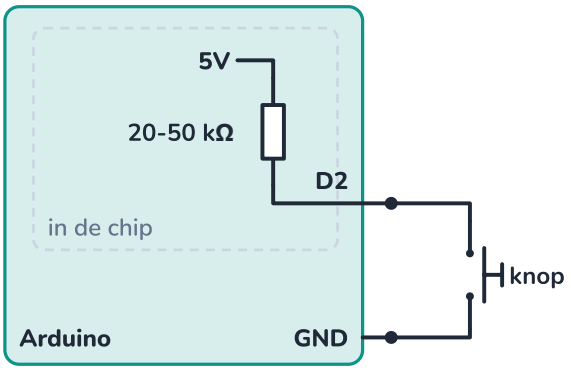
Bekijk de twee schakelingen.

externe pull-down



losgelaten: D2 leest LOW (0)
ingedrukt: D2 leest HIGH (1)

interne pull-up (INPUT_PULLUP)



losgelaten: D2 leest HIGH (1)
ingedrukt: D2 leest LOW (0)

Links een knop met pull-down, rechts met de interne pull-up.

a Vul in wat pin 2 leest.

	knop los	knop ingedrukt
pull-down		
INPUT_PULLUP		

b Hoeveel stroom loopt er door de 10 kΩ als de knop ingedrukt is? Welk vermogen?

c Een leerling gebruikt 100 Ω in plaats van 10 kΩ. Werkt het nog? Is het een goed idee?

24.9 Foutzoeken: de led brandt niet

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een leerling bouwt het knipperlicht. De ON-led van de Arduino brandt, het uploaden lukt, maar de led op het breadboard brandt nooit.

a Geef vijf mogelijke oorzaken.

b In welke volgorde test je? Maak een stappenplan dat bij het programma begint en bij de draadjes eindigt.

c De multimeter geeft 0 V tussen kolom 6 en GND, ook als het programma 'HIGH' zou moeten geven. Wat weet je nu?

24.10 Labo: een knipperlicht met drie snelheden

●●○ Toepassen | 3 | Labo | 45 min

Bouw het knipperlicht met een led en 220 Ω op pin 10 en een drukknop op pin 2. Het programma knippert langzaam (1 keer per seconde). Zolang je de knop ingedrukt houdt, knippert de led snel (5 keer per seconde).

a Teken het schema.

b Schrijf het programma (in blokken of in code).

c Meet de spanning over de weerstand en bereken de stroom. Vergelijk met 13,6 mA.

U pin (V)	U led (V)	U weerstand (V)	R gemeten (Ω)	I (mA)

d Waarom reageert de led soms pas een halve seconde nadat je de knop indrukt?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schema	Led met weerstand op D10 naar GND; knop tussen D2 en GND (INPUT_PULLUP), of met pull-down.
Programma	Keuze met digitalRead; twee wachttijden (500 en 100 ms); correcte pinMode.
Meting	Spanningen tellen op tot de pinspanning; stroom via Ohm binnen enkele procent van 13,6 mA.
Verklaring	De knop wordt alleen gelezen tussen de wachttijden: delay blokkeert.

24.11 Hoeveel mag er aan één pin?

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

Een leerling wil op één pin van een Uno R3 drie rode leds parallel aansluiten, elk met een eigen weerstand van 220 Ω.

a Hoeveel stroom levert de pin dan? Mag dat?

b Welke weerstand geef je elke led, zodat de pin samen hoogstens 20 mA levert?

c Op een Uno R4 mag een pin maar 8 mA leveren. Hoeveel leds van 5 mA kan één pin dan aan? Welke weerstand hoort bij 5 mA?

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

24.12 Habitat: het statuslampje met reservoiralarm

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 45 min

Breid het statuslampje uit. Een tweede vlotterschakelaar in het reservoir (naast die in serie met de pomp, hoofdstuk 18) meldt aan de microcontroller of er nog water is: hij is **dicht** zolang er water is en **open** als het reservoir bijna leeg is. Is het reservoir leeg, dan moet de rode led **knipperen** (1 keer per seconde), wat het vocht ook is. Anders werkt het lampje zoals eerst.

a Op welke pin sluit je de vlotter aan, hoe (schema), en wat leest de pin als het reservoir leeg is?

b Waarom kies je een vlotter die *open* gaat als het reservoir leeg is, en niet omgekeerd? Denk aan een losgeschoten draad.

c Teken het stroomdiagram van het nieuwe programma.

d Schrijf het programma.

e Portfolio: noteer de pinnen van de meetkas tot nu toe (D2, D3, D10, D11) met hun functie.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Aansluiting	Vlotter tussen D3 en GND met INPUT_PULLUP; leeg = open = HIGH.
Veiligheid	Uitgelegd dat een losse draad ook 'open' geeft en dus een alarm: fail-safe.
Programma	Eerst de vlotter, dan de knop; knipperen met twee wachttijden van 500 ms.
Portfolio	Pinlijst D2 knop, D3 vlotter, D10 rood, D11 groen.

24.13 Ontwerp: een verkeerslicht met voetgangersknop

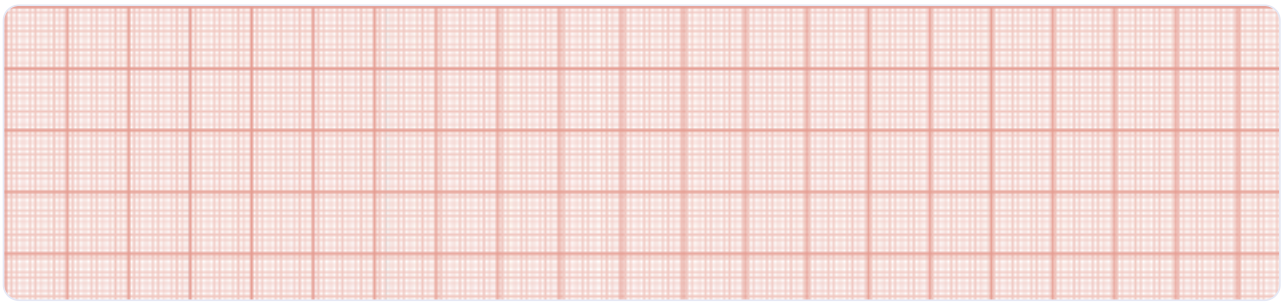
●●● Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 50 min

Aan een zebrapad staat een verkeerslicht voor de auto's (rood, oranje, groen) en een voor de voetgangers (rood, groen). Normaal hebben de auto's groen. Drukt een voetganger op de knop, dan springt het autolicht via oranje naar rood, en krijgen de voetgangers even groen.

a Programma van eisen: schrijf minstens vier eisen, waaronder twee over veiligheid.

b Maak een pinplan en teken het schema (vijf leds, één knop).

c Teken het tijdsdiagram na een druk op de knop.



d Schrijf het programma.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Eisen	Minstens vier, meetbaar; veiligheid: nooit tegelijk groen voor auto's en voetgangers, alles-rood-tijd.
Schema	Vijf leds met elk een weerstand, knop met pull-up of pull-down, pinplan klopt met de code.
Tijdsdiagram	Groen → oranje → rood → (alles rood) → voetgangers groen → alles rood → groen.
Programma	Leest de knop, doorloopt de reeks, keert terug naar de rusttoestand.

24.14 Onderzoek: hoe helder brandt een led?

●●● Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 45 min

Je wil weten hoe de helderheid van een led afhangt van de stroom. Je hebt weerstanden van 220 Ω, 470 Ω, 1 kΩ, 2,2 kΩ en 4,7 kΩ, een Arduino die de led aanzet, en een lichtmeter (een app op een smartphone of een luxmeter).

a Onderzoeksvraag, hypothese en variabelen (onafhankelijk, afhankelijk, gecontroleerd).

b Bereken vooraf de stroom bij elke weerstand (neem 2,0 V over de led en 5,0 V op de pin).

R (Ω)	I berekend (mA)	verlichtingssterkte (lux)

c Zet de resultaten in een grafiek (helderheid tegenover stroom). Is het verband recht evenredig?

d Welke weerstand zou je kiezen voor een statuslampje dat 's nachts niet stoort? Waarom?

24.15 Een led rechtstreeks op een pin?

●●● Uitdagen | 4 | Analyseren | 15 min

Op internet zie je soms een led zonder weerstand in pin 13 en GND van een Arduino gestoken. 'Het werkt, want pin 13 heeft al een weerstand', schrijft iemand.

a Klopt die uitleg? Kijk naar het ontleedblad: waar zit de weerstand van pin 13 echt?

b Wat beperkt de stroom dan wel? Waarom is dat geen goed idee?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan uitleggen wat een microcontroller is, waarin hij verschilt van een computer en in welke toestellen hij zit.	▢ ▢ ▢
Ik kan bij een toestel de input, de verwerking en de output aanwijzen.	▢ ▢ ▢
Ik kan de onderdelen van een Arduino Uno aanwijzen: USB, voeding, microcontroller, digitale en analoge pinnen, GND en 5V.	▢ ▢ ▢
Ik kan de voorschakelweerstand van een led berekenen, een waarde uit de E12-reeks kiezen en de stroom narekenen.	▢ ▢ ▢
Ik kan een led en een drukknop correct aansluiten, als schema en op een breadboard, met een pull-down of met INPUT_PULLUP.	▢ ▢ ▢
Ik kan een knipperlicht en een verkeerslicht programmeren in blokken en in Arduino-code (setup, loop, pinMode, digitalWrite, digitalRead, delay).	▢ ▢ ▢
Ik kan een programma uploaden en systematisch testen, en een schakeling die niet werkt stap voor stap nakijken.	▢ ▢ ▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 25

Sensoren en automatisch regelen

Meten, beslissen, doen: de meetkas geeft zelf water en zet zelf haar dakraam open

Je begint met sensoren en actuatoren herkennen en rekenen met ruwe waarden. Daarna reken je sensoren om, gebruik je ijklijnen, lees je regelgrafieken en programma's, en ijk je in het labo zelf een temperatuursensor. In de uitdagingen ontwerp je het volledige automatische water geven van de meetkas, met aandacht voor fouten (opdracht 25.13, voor je Habitat-portfolio), kies je de drempels van het dakraam en vergelijk je met de regelkring van je eigen lichaam.

5× oefenen · 7× toepassen · 4× uitdagen · ± 313 min

R Regelen en robotica · P Programmeren en computationeel denken · L Elektriciteit en elektronica



De meetkas regelt zichzelf: het dakraam staat open en de sensor bewaakt het vocht in de grond.

●○○ Oefenen

Oefenen

één stap, direct toepassen

25.1 Sensor of actuator?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 6 min

LDR, servo, TMP36, pomp, relais, bodemvochtsensor, zoemer, drukknop, ventilator, NTC, vlotterschakelaar, duwstang.

a Sorteer: welke zijn sensoren (of ingangen), welke actuatoren (of uitgangen)?

sensor / ingang	actuator / uitgang

b Welke van de sensoren geven een analoog signaal, welke een digitaal?

25.2 Meten, beslissen, doen in huis

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Vul voor elk toestel de drie blokken van de regelkring in.

Vul de tabel in.

toestel	meten (sensor)	beslissen	doen (actuator)
koelkast			
straatlamp			
automatische schuifdeur			
strijkijzer			

25.3 Van spanning naar getal

Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

Een Uno meet 0 tot 5 V als 0 tot 1023; een micro:bit meet 0 tot 3,3 V als 0 tot 1023.

a Welke ruwe waarde verwacht je?

spanning	Uno	micro:bit
0 V		
1,0 V		
2,5 V		
3,3 V		
5,0 V		

b Waarom geeft de micro:bit bij 5 V geen hoger getal dan bij 3,3 V? (En sluit je 5 V best niet aan op een micro:bit.)

25.4 Van getal naar spanning

Oefenen · 2 · Rekenen · 8 min

Een Uno leest deze ruwe waarden.

a Bereken de spanning: 0; 205; 512; 818; 1023.

b Hoe groot is het kleinste spanningsverschil dat de Uno kan zien?

25.5 Open of gesloten lus?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Is dit een open of een gesloten lus?

a Een gazonsproeier die elke avond 10 minuten aangaat.

- A open lus
- B gesloten lus

b De thermostaat van een verwarming.

- A open lus
- B gesloten lus

c Een buitenlamp die aangaat als een bewegingsmelder iemand ziet.

- A open lus
- B gesloten lus

d Een cruisecontrol die de snelheid van een auto constant houdt.

- A open lus
- B gesloten lus

e Leg bij de buitenlamp uit waarom je voor open of gesloten koos.

Toepassen

meerdere stappen, in een context

25.6 De TMP36 omrekenen

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

TMP36 op een Uno: $U = 0{,}5\,\mathrm{V} + 0{,}010\,\mathrm{V/°C} \times T$.

a Welke temperatuur hoort bij de ruwe waarde 143?

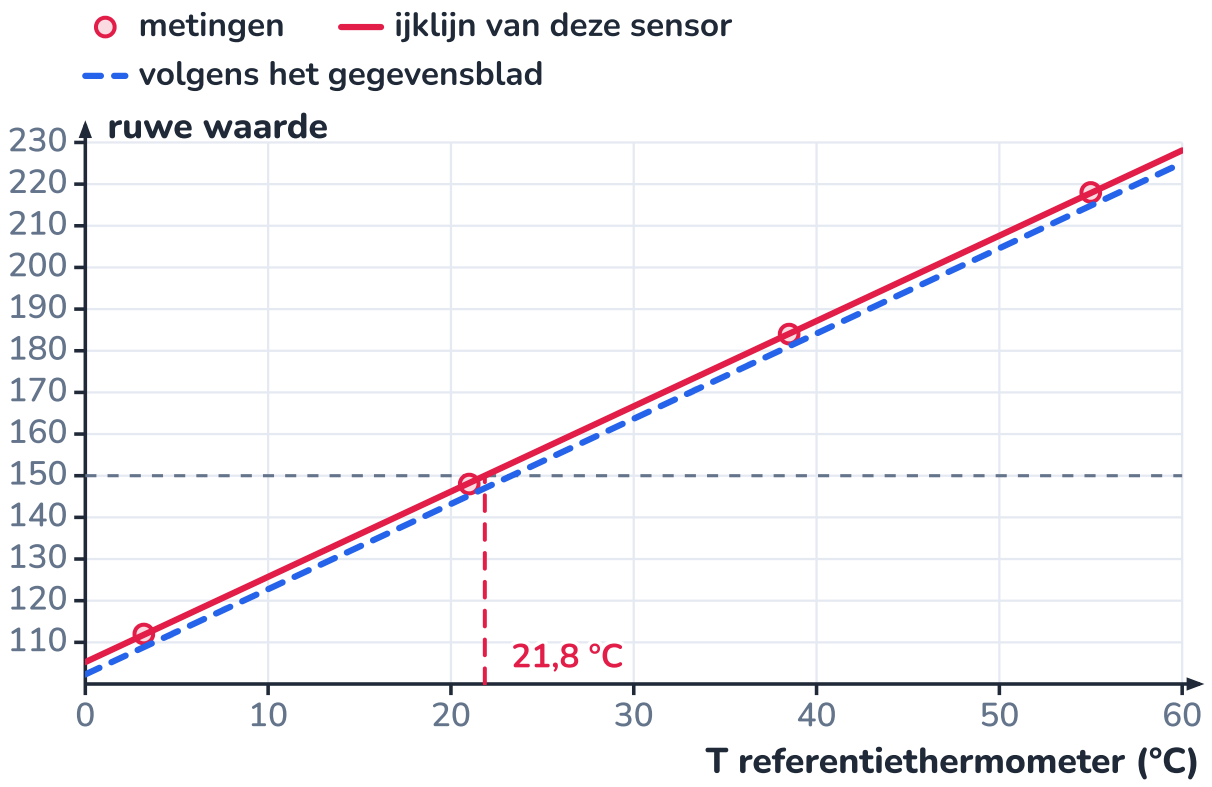
b Welke ruwe waarde verwacht je bij 25 °C? En bij −10 °C?

c Een leerling leest 0. Is het −50 °C in de kas? Wat is er waarschijnlijk aan de hand?

25.7 Een ijklijn gebruiken

Toepassen · 3 · Analyseren · 12 min

Gebruik de ijklijn van de TMP36.



IJklijn van de TMP36 uit het handboek.

a Welke temperatuur hoort volgens de ijklijn bij de ruwe waarden 130, 170 en 200?

b Welke temperaturen geeft het gegevensblad voor dezelfde waarden? Wat valt op?

c Mag je de ijklijn gebruiken om −20 °C of 90 °C te meten? Waarom (niet)?

25.8 Twee-punts-ijking van een andere sensor

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

Een tweede bodemvochtsensor meet 580 in droge potgrond en 270 in natte potgrond.

a Stel de formule op die de ruwe waarde omrekent naar een vochtigheid van 0 tot 100 %.

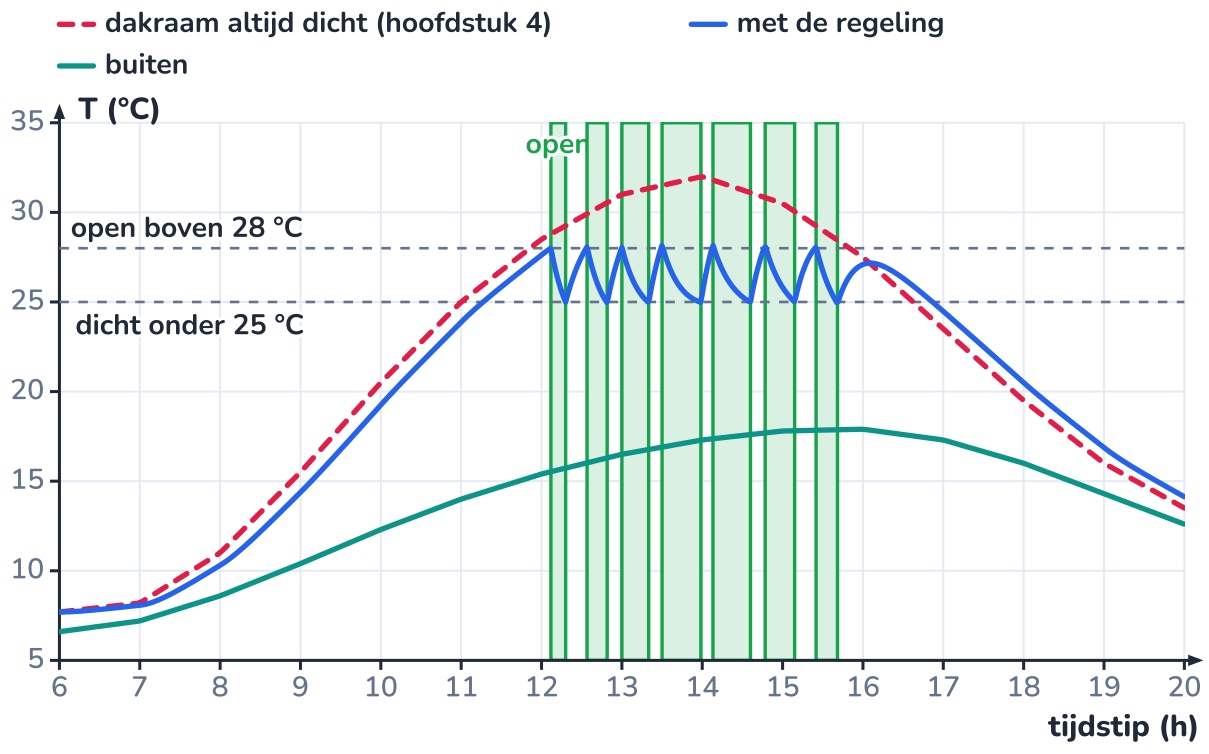
b Hoe vochtig is de grond bij de ruwe waarde 490?

c Bij welke ruwe waarde moet de kas water geven (drempel 30 %)? Waarom mag je niet de 510 van de eerste sensor gebruiken?

25.9 De thermostaatgrafiek lezen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Bekijk de grafiek van de meetkas met het automatische dakraam.



De meetkas met en zonder automatisch dakraam (handboek).

a Om welk uur gaat het raam voor het eerst open? Hoe weet je dat uit de grafiek?

b Hoeveel keer gaat het raam open? Hoe lang blijft het ongeveer open rond 14 uur?

c Waarom daalt de temperatuur met open raam niet tot de buitentemperatuur?

d Na 16 uur blijft het raam dicht, hoewel de gesloten kas om 16 uur nog 27,5 °C haalt. Verklaar.

25.10 Code lezen: water geven

●●○ Toepassen | 3 | </> Programmeren | 15 min

Bekijk het programma `water_geven.ino` in het handboek.

a Wat doet het programma bij de ruwe waarden 450, 520 en 620, als er water in het reservoir is? Reken het vocht uit.

b Wat gebeurt er als het reservoir leeg is en de grond droog?

c Hoeveel water kan de kas hoogstens per uur geven? En per dag?

d Een leerling zet de wachttijd op 10 s 'om sneller te testen' en vergeet ze terug te zetten. Wat gebeurt er in de echte kas?

25.11 Een straatlamp voor de ledstrip

Toepassen · 3 · Programmeren · 15 min

De ledstrip van de meetkas hangt aan relais K1 op D7 (hoofdstuk 18). De lichtsensor op A2 geeft een hogere waarde als het lichter is. Onder 300 is het te donker voor de planten.

a Teken een blokprogramma dat de ledstrip aanzet als het te donker is en uitzet als het licht genoeg is.

b Bij schemering schommelt de waarde rond 300. Wat merk je aan de ledstrip? Hoe los je het op?

c De ledstrip brandt en schijnt op de lichtsensor. Wat gebeurt er? Hoe vermijd je het?

25.12 Labo: ijk je eigen temperatuursensor

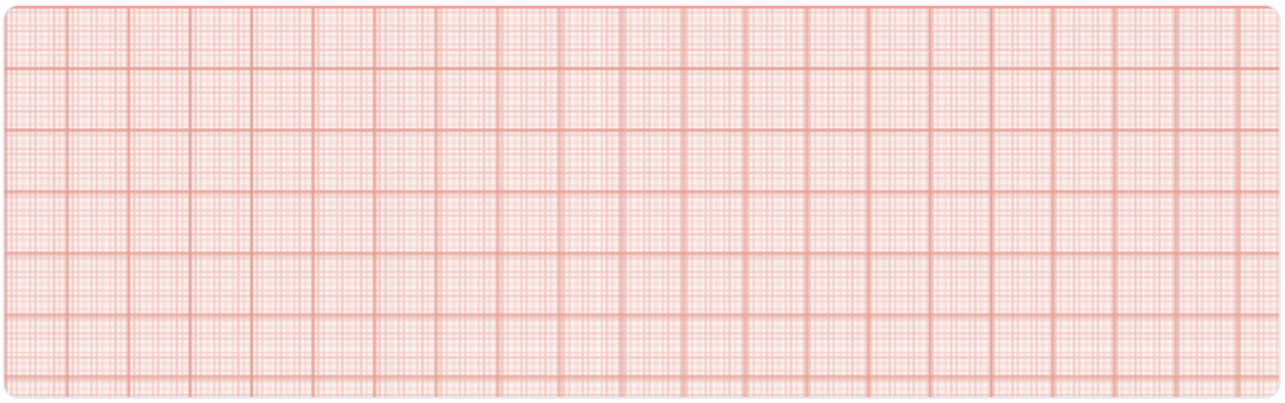
Toepassen · 3 · Labo · 50 min

Voer de proef uit het handboek zelf uit met jouw TMP36 (of een andere temperatuursensor) en een referentiethermometer.

a Noteer je metingen bij minstens vier temperaturen.

T referentie (°C)	ruwe waarde	T volgens gegevensblad (°C)	verschil (°C)

b Teken de ijklijn (referentie horizontaal, ruwe waarde verticaal) en de lijn van het gegevensblad.



c Heeft jouw sensor een vaste afwijking, een andere helling, of allebei? Welke correctie zet je in je programma?

d Noem twee oorzaken van meetfouten in deze proef en hoe je ze klein houdt.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Metingen	Minstens vier temperaturen, gespreid over het bereik; pas genoteerd als beide waarden stabiel zijn.
Grafiek	Assen met grootheid en eenheid, punten, best passende rechte, lijn van het gegevensblad.
Besluit	Offset en/of helling benoemd, correctie in °C, geldigheidsbereik vermeld.
Meetfouten	Bv. sensor en thermometer niet op dezelfde plaats, water niet geroerd, niet lang genoeg gewacht, sensor niet waterdicht.

●●● Uitdagen

Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

25.13 Habitat: het volledige ontwerp van het water geven

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 60 min

Je bouwt het automatische water geven voor de meetkas. Denk aan wat er mis kan gaan. Een sensor die uit de grond getrokken wordt of waarvan de draad losschiet, geeft een waarde die niets met de grond te maken heeft: los aan de lucht meet een capacitieve sensor 'heel droog' (bv. 640), een losse signaaldraad geeft willekeurige waarden of 0.

a Maak het pinplan en teken het volledige schema: sensor, vlotter, relaismodule met pompkring (zekering, K2, vlotter, pomp), statuslampje.

b Wat doet het programma uit het handboek als de sensordraad losschiet en de ingang 0 leest? En als de sensor naast het bakje ligt (640)?

c Bedenk een controle die zulke onmogelijke waarden herkent. Welke grenzen kies je, en wat doet de kas dan?

d Schrijf het verbeterde deel van het programma (in code of in blokken).

e Testplan: beschrijf vijf tests die je doet voor je de kas een week alleen laat.

f Portfolio: noteer pinplan, ijkpunten, drempel, pomptijd, wachttijd en je foutcontrole.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schema	Sensor op A0, vlotter op D3 met pull-up, relaismodule op D6 met K2 in de 12 V-tak samen met zekering en vlotter; leds met weerstand.
Foutanalyse	0 → vocht 200 %: nooit water, planten verdrogen zonder alarm. 640 → vocht −13 %: pompen elk kwartier, tot het reservoir leeg is.
Foutcontrole	Grenzen rond de ijkpunten; bij een onmogelijke waarde niet pompen en een duidelijk alarm (knipperen).
Testplan	Minstens: droog, nat, reservoir leeg, sensor los, stroomuitval; met verwachte en geziene reactie.

25.14 Twee drempels kiezen voor het dakraam

Uitdagen · 4 · Analyseren · 20 min

Met de simulatie uit het handboek vergeleek een leerling vier keuzes van drempels voor het dakraam, op dezelfde zonnige aprildag (6 tot 20 uur).

open boven	dicht onder	schakelingen van 6 tot 20 h	hoogste temperatuur
28 °C	28 °C	166	28,3 °C
28 °C	27 °C	40	28,2 °C
28 °C	25 °C	14	28,2 °C
30 °C	25 °C	6	30,1 °C

a Wat gebeurt er met het aantal schakelingen als je de twee drempels verder uit elkaar legt? En met de hoogste temperatuur als je de bovenste drempel verhoogt?

b De duwstang is gemaakt voor 20 000 bewegingen. Hoe lang houdt ze het bij één drempel, en bij 28/25 °C, als elke dag zo zonnig is?

c Welke keuze beveel je aan voor de planten (boven 30 °C lijden ze)? Verdedig.

25.15 Ontwerp: een servo als thermometer

Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 40 min

Op het bedieningspaneel van de meetkas wil je een grote wijzer die de temperatuur toont: een servo met een lange arm boven een halve cirkel met een schaal. 0° is 0 °C, 180° is 45 °C.

a Welke hoek hoort bij 20 °C? En bij 32 °C? Hoeveel graden draait de wijzer per °C?

b Teken de schaal (halve cirkel) met streepjes per 5 °C. Waar valt het gebied boven 30 °C (rood)?

c Schrijf het programma met de TMP36 op A1 (met ijkcorrectie) en de servo op pin 9. Wat gebeurt er als het kouder is dan 0 °C?

d De servo trekt bij het draaien kort een paar honderd milliampère. Waarom sluit je zijn voeding niet aan op een pin?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenen	4 graden per °C; 80° bij 20 °C, 128° bij 32 °C.
Schaal	Halve cirkel met streepjes per 5 °C (0 tot 45 °C), rood gebied van 120° tot 180°.
Programma	Omrekenen, begrenzen tot 0-45 °C, map naar 0-180°, wachttijd.
Voeding	Servo op 5V en GND van het bord (of een aparte voeding), signaal op pin 9.

25.16 De thermostaat in je lichaam

Uitdagen · 4 · Begrijpen · 20 min

Je lichaam houdt zijn kerntemperatuur rond 37 °C. Zenuwcellen in de huid en in de hersenen meten de temperatuur; een deel van de hersenen (de hypothalamus) vergelijkt met 37 °C. Is het te warm, dan ga je zweten en zetten de bloedvaten in de huid open. Is het te koud, dan ga je rillen en vernauwen de bloedvaten in de huid.

a Teken het blokschema meten - beslissen - doen voor je lichaamstemperatuur. Benoem sensor, regelaar, actuatoren, proces en storing.

b Is het een open of een gesloten lus? Leg uit.

c Werkt je lichaam eerder als een aan/uit-regeling of als een regeling die geleidelijk bijstuurt? Geef een argument.

d Bij koorts 'verzet' het lichaam de gewenste waarde naar bijvoorbeeld 39 °C. Waarom heb je dan in het begin koude rillingen?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan het blokschema meten - beslissen - doen tekenen en uitleggen, en een open lus onderscheiden van een gesloten lus.
- Ik kan voor temperatuur, licht en bodemvocht een sensor kiezen en zeggen welke grootheid er verandert.

- [ ] Ik kan een ruwe waarde van een 10-bits ADC (0 tot 1023) omrekenen naar een spanning en omgekeerd, voor een Uno (5 V) en een micro:bit (3,3 V).
- [ ] Ik kan een sensor ijken met een referentie: metingen in een tabel en een ijklijn zetten, en de ijklijn gebruiken.
- [ ] Ik kan een aan/uit-regeling met een drempelwaarde ontwerpen, en uitleggen waarom twee drempels (hysterese) het schakelen rustiger maken.
- [ ] Ik kan een geschikte actuator kiezen (servo, pomp, ventilator, relais, duwstang) en uitleggen waarom een relais nodig is.
- [ ] Ik kan het automatisch water geven van de meetkas bouwen, programmeren en testen, met aandacht voor wat er gebeurt als iets faalt.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 26

Cellen en organismen

Waaruit alles bestaat wat leeft, en hoe je het te zien krijgt

Je begint met de levenskenmerken, de celonderdelen en het rekenen met vergrotingen en micrometers. Daarna werk je met de microscoop en bepaal je hoe groot cellen echt zijn. In de uitdagingen tel je huidmondjes van de kasplanten (opdracht 26.13, voor je Habitat-portfolio) en algen in het reservoir, en zoek je uit waarom cellen zo klein zijn.

6× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 308 min

B Leven en systemen · O Onderzoeken en meten



Van plantenbak naar objectglaasje: de bladeren van de meetkas van heel dichtbij bekijken.

●○○ Oefenen

Oefenen

één stap, direct toepassen

26.1 Leeft het?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Beslis voor elk voorwerp of wezen: leeft het nu, heeft het ooit geleefd (dood), of heeft het nooit geleefd?

a Vul de tabel in.

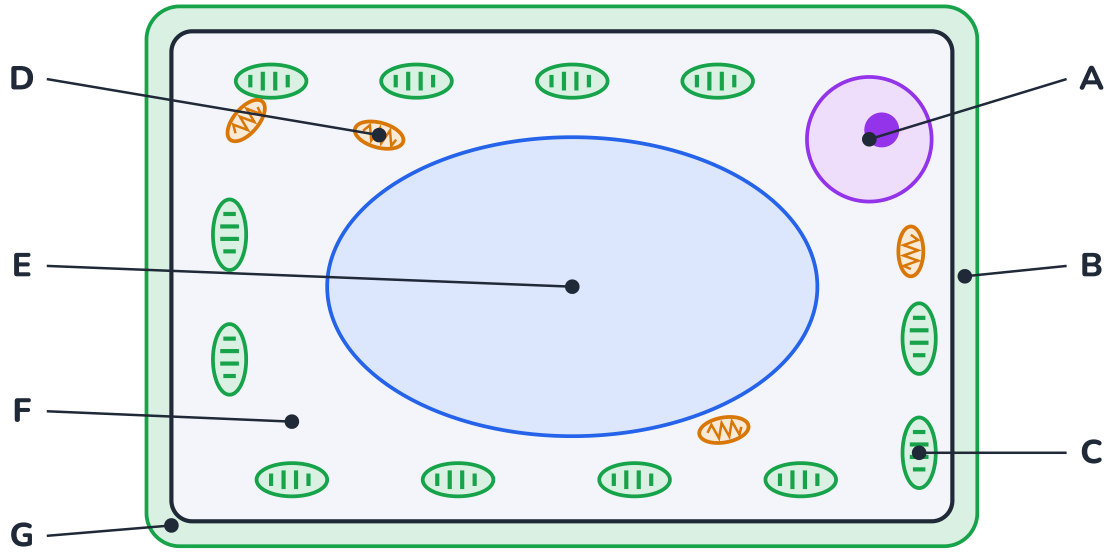
	leeft	dood	nooit geleefd	welk kenmerk hielp je?
een tuinkerszaadje in een zakje				
een houten tafel				
een kaarsvlam				
een gistkorrel in een pak droge gist				
een kiezelsteen				
een afgevallen herfstblad				

b Een kaarsvlam 'groeit', 'verbruikt zuurstof' en 'beweegt'. Waarom leeft ze toch niet?

26.2 De onderdelen van een plantencel

Oefenen · 1 · Tekenen · 10 min

Een plantencel uit een blad, met zeven onderdelen aangeduid met een letter.



Welk onderdeel hoort bij elke letter?

a Schrijf bij elke letter de naam van het onderdeel.

letter	onderdeel	taak in één zin
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

b Welke drie van deze onderdelen vind je niet in een wangcel?

26.3 Plantencel of dierencel?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Zet een kruisje bij elke uitspraak: geldt ze voor plantencellen, dierencellen, of voor allebei?

Vul de tabel in.

uitspraak	plantencel	dierencel
(a) heeft een celmembraan		
(b) heeft een wand van cellulose		
(c) heeft mitochondriën		
(d) kan een grote vacuole met celvocht hebben		
(e) heeft een kern met erfelijk materiaal		
(f) kan suiker maken met licht		
(g) is meestal rond of onregelmatig van vorm		

26.4 Vergroting berekenen

Oefenen · 1 · Rekenen · 8 min

Bereken de totale vergroting van de microscoop.

a Vul de tabel in.

oculair	objectief	totale vergroting
10×	4×	
10×	40×	
15×	10×	
5×		200×
	100×	1000×

b Je wil een cel twee keer zo groot zien als bij 200×. Welke vergroting heb je nodig?

26.5 Millimeter, micrometer, nanometer

Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

Zet om. Denk aan de sprongen van 1000.

a Een bladgroenkorrel is $5\ \mu\text{m}$. Hoeveel mm is dat? _____ mm

b Een pantoffeldiertje is $0{,}2\ \text{mm}$. Hoeveel µm is dat? _____ µm

c Een griepvirus is $100\ \text{nm}$. Hoeveel µm is dat? _____ µm

d Een mensenhaar is $70\ \mu\text{m}$ dik. Hoeveel mm is dat? _____ mm

e Hoeveel bladgroenkorrels van 5 µm passen er achter elkaar op de dikte van dat haar?

26.6 Werken met de microscoop

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Sara wil uivlies bekijken bij 400×. Haar stappen staan door elkaar:

A. Door het oculair kijken en de tafel langzaam wegdraaien tot het beeld scherp is.

B. Het kleinste objectief boven het gat draaien.

C. Naar 40× draaien en scherpstellen met de kleine instelschroef.

D. Het preparaat op de tafel leggen en de klemmen vastzetten.

E. Van opzij kijken en het objectief zo dicht mogelijk bij het glaasje brengen.

F. Het uivlies naar het midden schuiven en naar 10× draaien.

a Zet de stappen in de juiste volgorde.

b Waarom kijk je van opzij bij stap E, en draai je bij stap A de tafel weg van het objectief en niet ernaartoe?

c Sara ziet bij 400× alleen een lichte vlek. Noem twee mogelijke oorzaken.

Toepassen

meerdere stappen, in een context

26.7 Hoe groot is de cel echt?

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Reken telkens de werkelijke grootte uit. Noteer je berekening, met eenheden.

a Op een foto bij 400× is een rode bloedcel 3,2 mm breed. Hoe breed is de cel in µm?

b Een pantoffeldiertje is 0,2 mm lang. Hoe lang is het op een foto bij 100×?

c Onder een microscoopfoto staat een streepje met '50 µm' erbij. Het streepje is 20 mm lang. Een cel op de foto is 36 mm lang. Hoe lang is de cel echt? Hoe sterk is de foto vergroot?

26.8 Het gezichtsveld

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Je microscoop heeft een oculair 10×/18. Bij 100× bekijk je een waterpestblaadje. Over de volle breedte van het gezichtsveld tel je 36 cellen naast elkaar; in de lengterichting van de cellen passen er 10 achter elkaar.

a Hoe groot is het gezichtsveld bij 100×?

b Hoe breed en hoe lang is één waterpestcel, in µm?

c Hoeveel cellen zie je nog over de breedte als je naar 400× draait?

d Waarom meet je beter bij 100× dan bij 400× als je de celgrootte zo wil bepalen?

26.9 Labo: ui, waterpest en wangslijmvlies

Toepassen · 3 · Labo · 50 min

Voer de proef uit het handboek uit en maak van elk preparaat een biologische tekening.

a Teken twee uivliescellen bij 400×. Benoem wand, cytoplasma en kern.

b Teken één waterpestcel bij 400×. Benoem wat je ziet. Wat zie je gebeuren als je een minuut kijkt?

c Teken twee wangcellen bij 400×. Benoem wat je ziet.

d Schat de grootte van een uivliescel en een wangcel met het gezichtsveld (0,45 mm bij 400×).

e Welke onderdelen uit het handboek zag je niet? Geef voor elk een reden.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Preparaten	Dun, zonder luchtbellen, gekleurd waar nodig; microscoop correct gebruikt.
Tekeningen	Potlood, duidelijke lijnen, alleen wat je echt ziet, onderdelen benoemd, vergroting erbij.
Grootte	Schatting met het gezichtsveld, uitgerekend in µm, realistisch.
Besluit	Verschillen plantencel en dierencel juist benoemd; niet-zichtbare onderdelen verklaard.

26.10 Van cel tot organisme

Toepassen · 2 · Begrijpen · 10 min

Deze woorden horen bij een van de vijf niveaus: cel, weefsel, orgaan, orgaanstelsel, organisme.

a Rangschik: longen, rode bloedcel, spierweefsel, merel, spijsverteringsstelsel, maag, palissadeweefsel, zonnebloem, wortel, zenuwcel, bloedsomloop, huid.

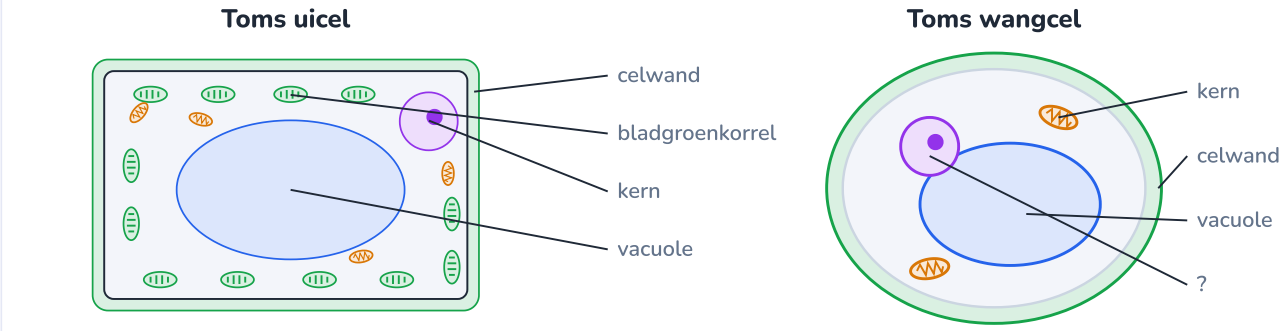
cel	weefsel	orgaan	orgaanstelsel	organisme

b Een klasgenoot schrijft: 'Het hart bestaat uit hartcellen.' Waarom is dat niet helemaal juist?

26.11 Foutenjacht in een celtekening

Toepassen · 3 · Analyseren · 12 min

Tom heeft na het labo een uivliescel en een wangcel getekend en benoemd. Er staan minstens vijf fouten in.



De twee tekeningen van Tom, met zijn eigen benamingen.

a Zoek de fouten in de tekening van de uivliescel.

b Zoek de fouten in de tekening van de wangcel.

c Wat ontbreekt er bij beide tekeningen, volgens de checklist voor een biologische tekening?

d Welk onderdeel duidt Tom aan met het vraagteken?

26.12 Op de schaal

●●○ Toepassen · 3 · Tekenen · 15 min

Op deze lege logaritmische schaal is elke streep tien keer groter dan de vorige.



Een logaritmische schaal van 0,1 nm tot 100 m.

a Zet een pijltje met de naam bij: een gistcel (8 µm), een zandkorrel (0,5 mm), een mitochondrie (1 µm), een watermolecule (0,3 nm), een slakrop (25 cm), een olifant (4 m).

b Welke van deze zes kan je zien met het blote oog, welke met een lichtmicroscoop, welke alleen met een elektronenmicroscoop?

c Hoeveel keer groter is de olifant dan de gistcel? Hoeveel strepen liggen ze uit elkaar?

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

26.13 Habitat: een huidmondjeskaart van de meetkas

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 60 min

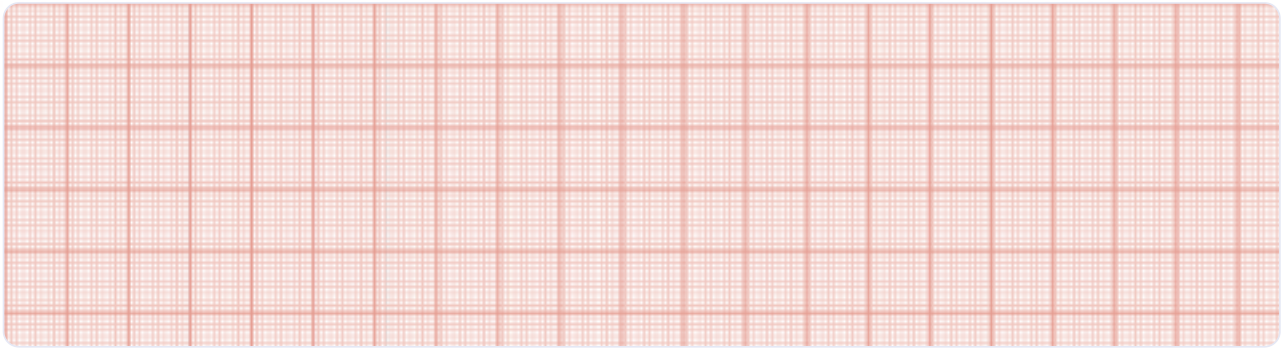
Hoeveel huidmondjes hebben de planten in de meetkas, en waar zitten ze? Maak met de nagellakmethode van het handboek afdrukken van de boven- en onderkant van de bladeren van minstens twee soorten planten uit de kas (bijvoorbeeld sla en basilicum), en kies per soort ook een blad uit de zon en een uit de schaduw. Oculair 10×/18, tellen bij 400× (gezichtsveld 0,16 mm²).

a Welke variabelen hou je gelijk als je bladeren vergelijkt? Noem er drie.

b Tel op vijf plaatsen per afdruk en bereken het aantal per mm².

plant	blad (zon/schaduw)	kant	tellingen (5×)	gemiddelde	per mm²

c Maak een staafdiagram van het aantal per mm² (onderkant en bovenkant naast elkaar per blad).



d Formuleer twee besluiten. Klopt 'de meeste huidmondjes zitten onderaan' voor jouw planten?

e Een bonenblad heeft onderaan 260 huidmondjes per mm². Hoeveel zijn dat er op een blad van 40 cm²?

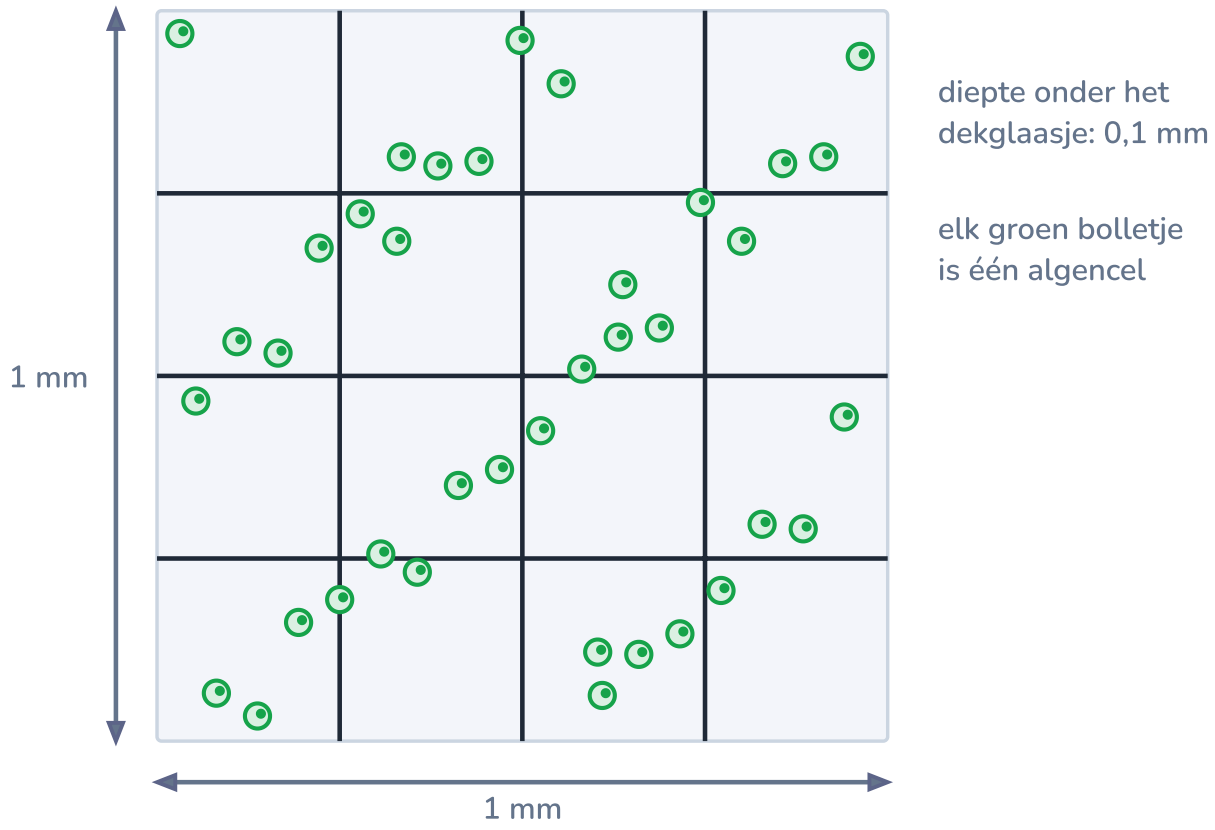
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Afdrukken	Voor elke plant en kant een bruikbare afdruk, correct benoemd op het glaasje.
Tellen en rekenen	Vijf tellingen per afdruk, gemiddelde en aantal per mm² juist berekend.
Eerlijk vergelijken	Bladeren van dezelfde leeftijd, zelfde plaats op het blad, zelfde vergroting.
Besluit	Onderbouwd met de tabel en de grafiek; verschillen zon/schaduw en boven/onder besproken.

26.14 Groen water in het reservoir

Uitdagen · 4 · Rekenen · 25 min

Het water in het reservoir van de meetkas ziet er lichtgroen uit. Je neemt een druppel en legt die in een **telkamer**: een dik objectglaasje met een ingekrast rooster. Het grote vak is 1 mm × 1 mm, en onder het dekglaasje staat er precies 0,1 mm water boven. Je telt de algencellen in het grote vak.



Het grote vak van de telkamer bij 100×, met zestien kleine vakjes.

a Tel de algen in de figuur (tel ze per klein vakje, dan vergeet je er geen).

b Hoeveel mm³ water staat er boven het grote vak? Hoeveel mL is dat? (1 mL = 1 cm³ = 1000 mm³.)

c Hoeveel algencellen zitten er in 1 mL reservoirwater?

d In de klimaatmodule van Intermediate geldt een alarmgrens van 500 000 algencellen per mL. Zit dit reservoir onder of boven die grens? Wat doe je om de algen tegen te houden?

26.15 Waarom zijn cellen zo klein?

●●● Uitdagen | 4 | Onderzoeken | 30 min

Een cel neemt voedingsstoffen en zuurstof op door haar oppervlak, en verbruikt ze in haar hele inhoud (volume). Onderzoek met kubussen wat er gebeurt als een cel groter wordt.

a Bereken voor een kubus met ribbe 1 cm, 2 cm en 4 cm de oppervlakte (6 zijvlakken), het volume, en de verhouding oppervlakte : volume.

ribbe (cm)	oppervlakte (cm²)	volume (cm³)	oppervlakte : volume
1			
2			
4			

b Wat gebeurt er met de verhouding als de ribbe verdubbelt? Wat betekent dat voor een cel die groeit?

c Je snijdt de kubus van 4 cm in 64 kubusjes van 1 cm. Wat gebeurt er met het totale volume en de totale oppervlakte?

d Leg met je antwoorden uit waarom een olifant niet uit reuzencellen bestaat, maar uit veel meer cellen van gewone grootte.

26.16 Debat: leeft een virus?

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 20 min

Een virus heeft erfelijk materiaal en kan zich vermenigvuldigen, maar alleen in een cel van een ander organisme. Buiten een cel doet het niets: het eet niet, ademt niet en groeit niet. Sommige virussen kan je zelfs als kristallen bewaren.

a Geef twee argumenten om een virus levend te noemen, en twee om het niet levend te noemen. Gebruik de levenskenmerken.

b Wat is jouw standpunt? Welk levenskenmerk weegt voor jou het zwaarst?

c Waarom is het zinvol dat wetenschappers afspreken wat 'leven' betekent, ook al passen niet alle gevallen netjes?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Voor en tegen, telkens gekoppeld aan een levenskenmerk.
Standpunt	Duidelijk en onderbouwd; tegenargument erkend.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan de levenskenmerken noemen en ermee beslissen of iets leeft, dood is of nooit geleefd heeft.
- Ik kan uitleggen dat alle organismen uit cellen bestaan en dat elke cel uit een andere cel ontstaat.
- Ik kan in een tekening van een plantencel en een dierencel de onderdelen benoemen, hun taak geven en de verschillen uitleggen.
- Ik kan een lichtmicroscoop correct en veilig gebruiken en een eenvoudig nat preparaat maken.
- Ik kan de vergroting berekenen (oculair × objectief) en de werkelijke grootte van een cel bepalen in micrometer.
- Ik kan eencelligen en meercelligen onderscheiden en de opbouw cel, weefsel, orgaan, orgaanstelsel, organisme toepassen.

Ik kan afmetingen van molecule tot organisme op een logaritmische schaal plaatsen en kiezen waarmee je ze kan zien.



WERKBOEK · HOOFDSTUK 27

Planten: fotosynthese en groei

Hoe een plant van lucht, water en licht een krop sla maakt

Je oefent eerst de woordvergelijkingen, de huidmondjes en wat een plant nodig heeft. Daarna reken je met water en koolstof, lees je grafieken van beperkende factoren, en voer je proeven uit: zetmeel, tuinkers in het donker en een Kratky-pot. In de uitdagingen ontwerp je de groeiproef voor de meetkas (opdracht 27.13, voor je Habitat-portfolio) en analyseer je een klassieke proef met waterpest.

5× oefenen · 7× toepassen · 4× uitdagen · ± 388 min

B Leven en systemen · O Onderzoeken en meten · E Energie



De groeiproef in de meetkas: twaalf bakjes pluksla, sommige onder een schaduwdoek.

●○○ Oefenen

één stap, direct toepassen

27.1 De woordvergelijking

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Vul de woordvergelijking van de fotosynthese aan en beantwoord de vragen.

a _____ + water → _____ + zuurstof (met _____ en _____ bij de pijl)

b Welke stof komt uit de lucht? Langs waar komt ze het blad binnen?

c Welke stof komt uit de grond? Langs waar komt ze in het blad?

d Waar in de cel gebeurt de fotosynthese?

27.2 Fotosynthese of celademhaling?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Zet een kruisje: geldt de uitspraak voor de fotosynthese, voor de celademhaling, of voor allebei?

Vul de tabel in.

uitspraak	fotosynthese	celademhaling
(a) gebeurt in de mitochondriën		
(b) heeft licht nodig		
(c) verbruikt zuurstof		
(d) maakt glucose		
(e) gebeurt ook in de wortels		
(f) gebeurt in een plant		
(g) gebeurt in jouw spiercellen		
(h) maakt koolstofdioxide		

27.3 Wat gaat er door de huidmondjes?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Een slaplant in de meetkas, met genoeg water.

a Vul in met 'in', 'uit' of 'bijna niets' (de huidmondjes zijn 's nachts grotendeels dicht).

	zonnige middag	midden in de nacht
koolstofdioxide		
zuurstof		
waterdamp		

b Waarom sluit een plant haar huidmondjes bij droogte? Wat is het nadeel?

27.4 Juist of fout?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Verbeter de foute uitspraken.

a (a) Plantenvoeding geeft een plant de energie om te groeien.

b (b) Het grootste deel van de massa van een boom komt uit de grond.

c (c) Planten ademen niet, ze maken alleen zuurstof.

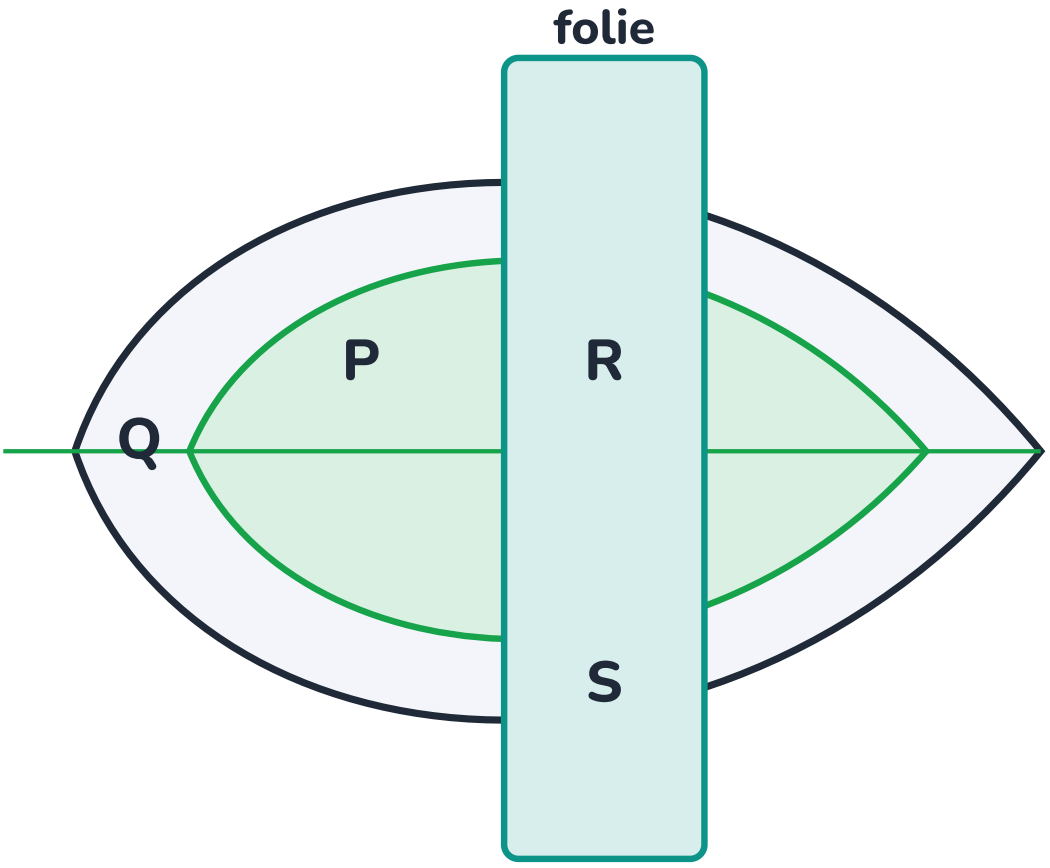
d (d) Een plant heeft zuurstof nodig bij haar wortels.

e (e) Groen licht is het nuttigste licht voor een plant.

27.5 Een bont blad met een strook folie

Oefenen · 2 · Tekenen · 10 min

Een bont blad (groen in het midden, wit aan de rand) stond twee dagen in het donker. Daarna kreeg het een strook folie en stond het een dag in de zon. Dan werd het ontkleurd en met jodium getest.



P: groen, in het licht. Q: wit, in het licht. R: groen, onder de folie. S: wit, onder de folie.

a Welke zones kleuren blauwzwart met jodium? Kleur ze in op de tekening.

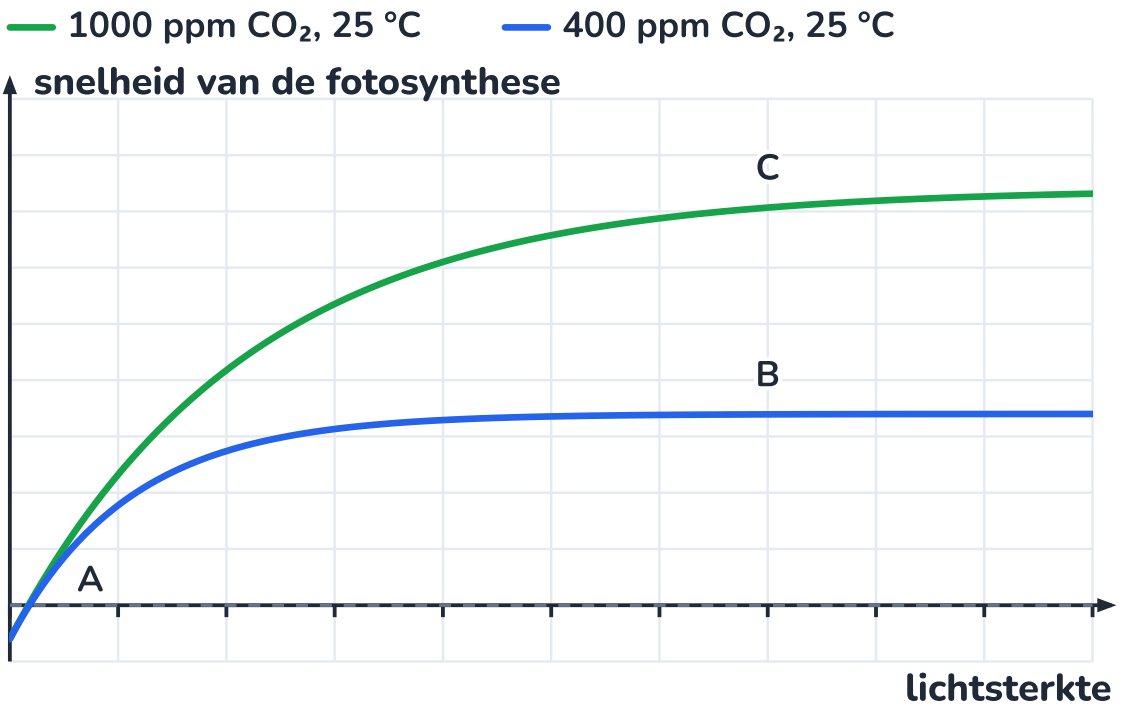
b Leg uit met de woordvergelijking waarom de andere zones niet kleuren.

c Waarom moest de plant eerst twee dagen in het donker staan?

27.6 Welke factor remt?

Toepassen · 3 · Analyseren · 12 min

Een onderzoeker meet de fotosynthese van sla bij toenemend licht, bij twee CO_2-gehaltes, telkens bij 25 °C.



Fotosynthese bij 400 en bij 1000 ppm koolstofdioxide (schets).

a Wat is de beperkende factor in punt A? Hoe zie je dat aan de grafiek?

b Wat is de beperkende factor in punt B? Hoe zie je dat?

c In punt C helpt ook meer CO_2 niet meer veel. Noem twee factoren die daar kunnen beperken.

d Waarom daalt de lijn onder nul bij lichtsterkte nul?

27.7 De verdampingsproef met vaseline

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Een klas herhaalt de proef met vaseline met bladeren van een kamerplant. Na 3 dagen:
blad P (geen vaseline): van 3,20 g naar 2,56 g; blad Q (bovenkant): van 3,05 g naar 2,50 g; blad R (onderkant): van 3,30 g naar 3,17 g; blad S (beide kanten): van 3,10 g naar 3,04 g.

a Bereken voor elk blad het massaverlies in gram en in procent van de beginmassa.

blad	verlies (g)	verlies (%)
P		
Q		
R		
S		

b Waarom vergelijk je percentages en niet gewoon de grammen?

c Wat besluit je over de plaats van de huidmondjes bij deze plant?

d Blad S verliest ook nog 2 %. Geef een verklaring.

27.8 Water in de meetkas

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Het reservoir van de meetkas heeft een inhoud van 30 L; de planten gebruiken in de lente ongeveer 1,8 L per dag. Op een hete dag in juni verdampen ze het dubbele.

a Hoeveel dagen kan de kas in de lente met een vol reservoir?

b Stel dat de vlotterschakelaar alarm geeft als er nog 6 L in het reservoir zit. Na hoeveel dagen is dat in de lente? En bij een hittegolf?

c Waarom verbruiken de planten op een hete dag meer water? Gebruik de woorden huidmondjes en verdamping.

d Een klasgenoot stelt voor het dakraam dicht te laten bij hitte 'om water te sparen'. Wat is daar mis mee?

27.9 Hoeveel koolstofdioxide zit er in een boom?

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Een beuk heeft na 80 jaar een droge massa van 2000 kg (stam, takken en wortels). Droog hout bestaat voor 50 % uit koolstof. Alle koolstof komt uit koolstofdioxide: 1 kg koolstof zat in 3,67 kg koolstofdioxide.

a Hoeveel kg koolstof zit er in de boom?

b Hoeveel kg koolstofdioxide heeft de boom daarvoor uit de lucht gehaald?

c Hoeveel is dat gemiddeld per jaar?

d Wat gebeurt er met die koolstof als de boom verbrand wordt of verrot?

27.10 Labo: de zetmeelproef

Toepassen · 3 · Labo · 50 min

Voer de zetmeelproef uit het handboek uit met een bont blad en een strook folie.

a Voorspel met een schets welke delen blauwzwart zullen kleuren.

b Teken het resultaat na de jodiumtest.

c Waarom kook je het blad eerst, en waarom leg je het daarna in ethanol?

d Klopte je voorspelling? Wat besluit je?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Veiligheid	Ethanol alleen in een waterbad, nooit bij een vlam; bril en handschoenen.
Uitvoering	Plant vooraf in het donker, folie goed aangesloten, blad volledig ontkleurd.
Tekeningen	Voorspelling en resultaat duidelijk, met de zones benoemd.
Besluit	Licht en bladgroen nodig voor zetmeel, verklaard met de fotosynthese.

27.11 Onderzoek: tuinkers in het donker

Toepassen · 3 · Onderzoeken · 40 min

Onderzoek hoe licht de groei van tuinkers beïnvloedt. Je hebt twee bakjes met natte watten, tuinkerszaad uit één pakje en een kartonnen doos. Je meet na 7 dagen.

a Schrijf je onderzoeksvraag en een hypothese.

b Welke drie variabelen hou je gelijk, en hoe?

c Meet na 7 dagen per bakje de lengte van 10 plantjes en de massa van 20 afgeknipte plantjes samen. Noteer ook de kleur.

bakje	gemiddelde lengte (mm)	massa van 20 plantjes (g)	kleur
licht			
donker			

d Welk bakje 'groeit het best' volgens de lengte? En volgens de massa? Wat besluit je?

27.12 Maak: een Kratky-pot

Toepassen · 3 · Maken · 60 min

Bouw een Kratky-pot voor één slaplantje en volg het drie weken. Materiaal: een ondoorzichtige pot van ongeveer 5 L met deksel, een netpotje, kleikorrels, voedingsoplossing van 1,0 g/L (5 mL plantenvoeding per liter, hoofdstuk 8), een slaplantje zonder aarde aan de wortels.

a Maak een schets van je ontwerp met de maten en het niveau van de oplossing bij de start.

b Hoeveel mL plantenvoeding meng je voor 5 L oplossing?

c Meet elke week het niveau van de oplossing en het aantal bladeren.

dag	niveau (cm boven de bodem)	aantal bladeren	opmerkingen

d Waarom moet de pot ondoorzichtig zijn, en waarom vul je hem niet tot aan het netpotje bij?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Ontwerp	Schets met maten; lichtdicht; netpotje raakt de oplossing bij de start.
Oplossing	Juiste concentratie, correct afgemeten.
Opvolging	Drie metingen met eenheid en opmerkingen (kleur, wortels, algen).
Uitleg	Rol van de luchtlaag en van het donker juist verklaard.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

27.13 Habitat: ontwerp je eigen groeiproef voor de meetkas

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 60 min

In het handboek werd een groeiproef met schaduwdoek ontworpen. Ontwerp nu zelf een groeiproef voor de twaalf bakjes van de meetkas, met een **andere** onafhankelijke variabele. Kies bijvoorbeeld: de zaaidichtheid, de sterkte van de voedingsoplossing, 's avonds extra licht van de ledstrip in maart, of de soort pluksla. Hou rekening met wat de kas kan: één reservoir en één druppelslang voor alle bakjes, twee helften ledstrip (één per rij), sensoren voor temperatuur, licht en bodemvocht.

a Onderzoeksvraag en hypothese (met een reden uit dit hoofdstuk).

b Variabelen: onafhankelijk (met de waarden), afhankelijk (hoe gemeten), en minstens vier gecontroleerde.

c Teken het plan van de twaalf bakjes (twee rijen van zes) en leg uit hoe je de plaatsen verdeelt.

d Welke eigenschap van de kas maakt jouw variabele moeilijk om eerlijk te testen? Hoe los je dat op?

e Maak de lege resultatentabel.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Vraag en hypothese	Eén onafhankelijke variabele, meetbaar, hypothese met een biologische reden.
Eerlijk	Controlegroep, herhaling (minstens 3 bakjes per groep), geloten plaatsen over beide rijen.
Haalbaar in de kas	Houdt rekening met het ene reservoir, de druppelslang en de twee ledstriphelften.
Meten	Zinvolle afhankelijke variabele (versgewicht of drooggewicht), tabel met eenheden, sensoren benut.

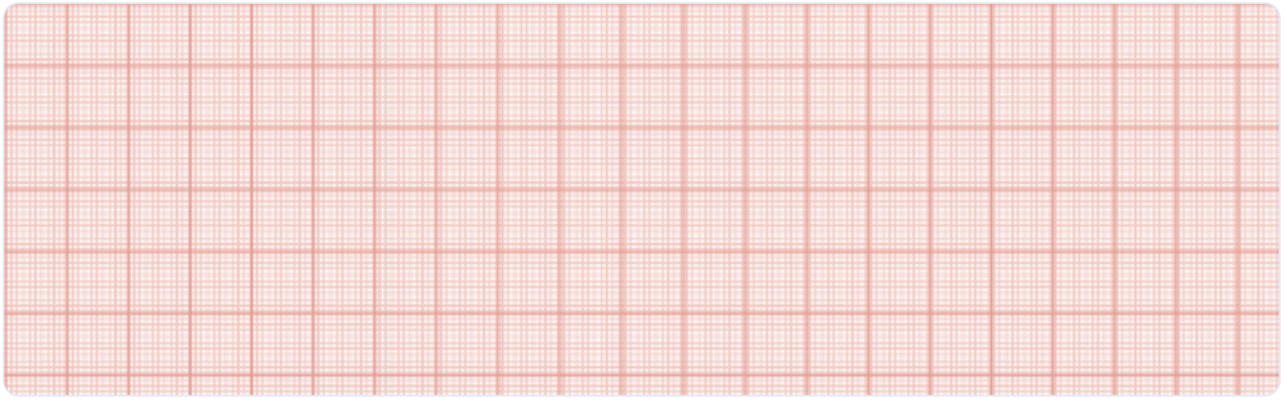
27.14 Waterpest onder de lamp

●●● Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

Een takje waterpest in een proefbuis met water maakt in het licht belletjes zuurstof. Een leerling telt de belletjes per minuut met de lamp op verschillende afstanden, eerst in gewoon kraanwater en dan in water met een snuifje natriumwaterstofcarbonaat, dat extra koolstofdioxide in het water brengt. Elke waarde is het gemiddelde van drie tellingen. Een ledlamp gebruiken, en de buis in een bekerglas water zetten, houdt de temperatuur gelijk. Het licht neemt af met de afstand: op 20 cm is het 4 keer zwakker dan op 10 cm.

afstand tot de lamp (cm)	lichtsterkte (% van 10 cm)	bellen per minuut, gewoon water	bellen per minuut, met extra CO_2
10	100	14	38
20	25	13	23
30	11	10	10
40	6	6	5

a Zet beide reeksen in één grafiek: lichtsterkte (%) horizontaal, bellen per minuut verticaal.



b Bij welke afstanden is licht de beperkende factor? Hoe zie je dat aan de tabel?

c Wat is de beperkende factor in gewoon water op 10 en 20 cm? Leg uit.

d Waarom is het belangrijk dat de temperatuur gelijk blijft? Wat zou een gewone gloeilamp dicht bij de buis veranderen?

e Het aantal belletjes is maar een ruwe maat voor de fotosynthese. Noem een reden, en een betere manier van meten.

27.15 Ontwerp: een blad voor de woestijn

●●● Uitdagen | 4 | Ontwerpen | 30 min

Een blad moet twee dingen tegelijk: veel licht en koolstofdioxide opvangen, en zo weinig mogelijk water verliezen. Een sla- of bonenblad is plat, dun en groot, met duizenden huidmondjes. Een cactus heeft helemaal geen gewone bladeren: zijn dikke groene stam doet de fotosynthese, en zijn huidmondjes gaan vooral 's nachts open.

a Waarom is een plat en dun blad goed voor de fotosynthese? Denk aan licht en aan de weg die CO_2 moet afleggen.

b Waarom zou zo'n blad in een woestijn een slecht ontwerp zijn?

c Ontwerp een blad voor een woestijnplant. Beschrijf of schets minstens drie aanpassingen en zeg wat elke aanpassing kost.

d Waarom is het slim dat een cactus zijn huidmondjes 's nachts opent, terwijl de fotosynthese licht nodig heeft? (Tip: hij kan CO_2 's nachts opslaan.)

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Begrip	Verband tussen oppervlak, licht, CO_2-opname en waterverlies juist gelegd.
Ontwerp	Minstens drie aanpassingen met een duidelijke functie.
Afweging	Bij elke aanpassing een nadeel of kost benoemd.

27.16 Debat: planten in je slaapkamer

●●● Uitdagen · 3 · Argumenteren · 20 min

Een oma zegt: 'Zet 's nachts geen planten in je slaapkamer, ze nemen je zuurstof af!' Een influencer zegt: 'Een paar kamerplanten zuiveren de lucht in je kamer.' Enkele getallen: een grote kamerplant geeft 's nachts ongeveer 1 g koolstofdioxide af; een slapende mens ongeveer 20 g per uur; de lucht van een slaapkamer van 30 m³ bevat ongeveer 8 kg zuurstof.

a Hoeveel koolstofdioxide geeft een slapende mens af in een nacht van 8 uur? Vergelijk met de plant.

b Heeft oma gelijk? Gebruik de getallen en wat je weet over fotosynthese en ademhaling.

c Wat denk je van de uitspraak van de influencer? Wat zou je willen weten of meten voor je het gelooft?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Vergelijking mens en plant correct, met eenheden.
Argumentatie	Gebruikt fotosynthese en ademhaling juist; onderscheidt mening en meetbaar feit.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan de fotosynthese als woordvergelijking schrijven en zeggen waar elke stof vandaan komt en naartoe gaat. ▢ ▢ ▢
- Ik kan uitleggen dat planten ook ademen, en fotosynthese en celademhaling vergelijken. ▢ ▢ ▢
- Ik kan opsommen wat een plant nodig heeft en waarom, en uitleggen dat mineralen geen voedsel zijn. ▢ ▢ ▢
- Ik kan met een grafiek of een situatie bepalen welke factor de fotosynthese beperkt. ▢ ▢ ▢

- Ik kan de rol van huidmondjes, verdamping, houtvaten en bastvaten beschrijven. ▢ ▢ ▢
- Ik kan een eerlijke groeiproef met één variabele ontwerpen, uitvoeren en de resultaten verwerken. ▢ ▢ ▢
- Ik kan uitleggen hoe telen zonder aarde (hydrocultuur) werkt, en wat de aarde normaal voor een plant doet. ▢ ▢ ▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 28

Ecosystemen en kringlopen

Wie wie eet, waar de energie heen gaat, en waarom een gesloten wereld zo moeilijk is

Je oefent eerst de rollen in een ecosysteem, voedselketens en de waterkringloop. Daarna lees je een voedselweb, reken je met de energiepiramide, volg je een koolstofatoom en lees je de metingen van Mauna Loa. In de uitdagingen maak je de balans van de meetkas (opdracht 28.12, voor je Habitat-portfolio), onderzoek je Biosphere 2 en reken je uit hoeveel sla één bewoner zuurstof zou geven.

5× oefenen · 6× toepassen · 5× uitdagen · ± 322 min

B Leven en systemen · M Materie en chemie



Een gesloten fles met planten: licht gaat erin, warmte eruit, en al de rest gaat rond.

●○○ Oefenen

Oefenen

één stap, direct toepassen

28.1 Producent, consument of reducent?

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Deel de organismen in.

Vul de tabel in: producent, planteneter, vleeseter, alleseter, afvaleter of reducent.

organisme	rol
eik	
konijn	
paddenstoel (schimmel)	
vos	
zeewier	
regenworm	
bacterie in compost	
mens	
watervlo (eet algen)	

28.2 Voedselketens maken

Oefenen · 1 · Tekenen · 10 min

Maak met de gegeven organismen telkens een voedselketen, met pijlen in de juiste richting.

a rups, koolmees, eikenblad, sperwer

b stekelbaars, algen, reiger, watervlo

c vos, gras, konijn

d Duid in de eerste keten de producent, de planteneter en de vleeseters aan.

28.3 Biotisch of abiotisch?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 6 min

Een slaplant in de meetkas wordt door veel factoren beïnvloed.

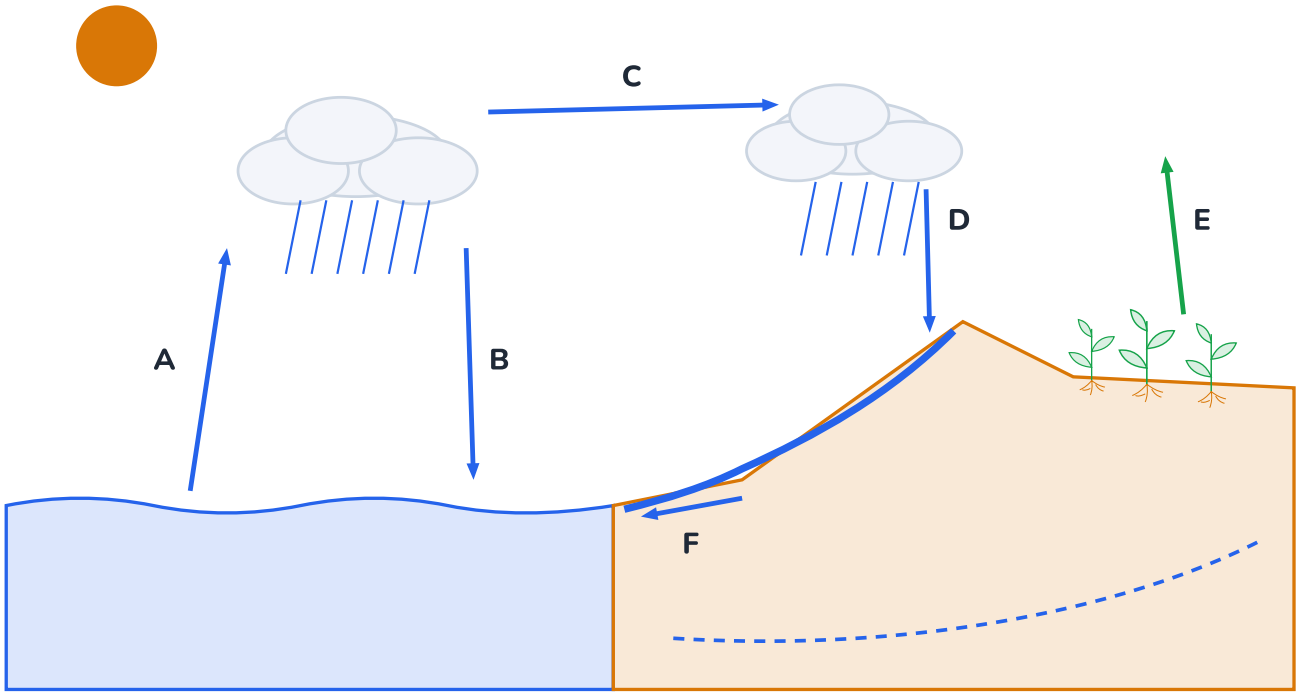
a Schrijf B (biotisch) of A (abiotisch): (a) de temperatuur, (b) bladluizen, (c) de hoeveelheid licht, (d) een schimmel op de bladeren, (e) het bodemvocht, (f) de buurplant die schaduw geeft, (g) de koolstofdioxide in de lucht.

b De buurplant geeft schaduw: waarom noem je dat een biotische factor, hoewel het over licht gaat?

28.4 De waterkringloop benoemen

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

In de figuur staan zes pijlen van de waterkringloop, met een letter.



De waterkringloop, met de processen A tot F.

a Schrijf bij elke letter het proces.

letter	proces
A	
B	
C	
D	
E	
F	

b Bij welke letters verandert water van toestand? Welke faseovergang is het (hoofdstuk 6)?

28.5 Stroom of kringloop?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Juist of fout? Verbeter de foute uitspraken.

a (a) Een koolstofatoom in je lichaam kan vroeger in een dinosaurus gezeten hebben.

b (b) De energie in een konijn wordt, als het konijn sterft, door de reducenten teruggegeven aan de planten.

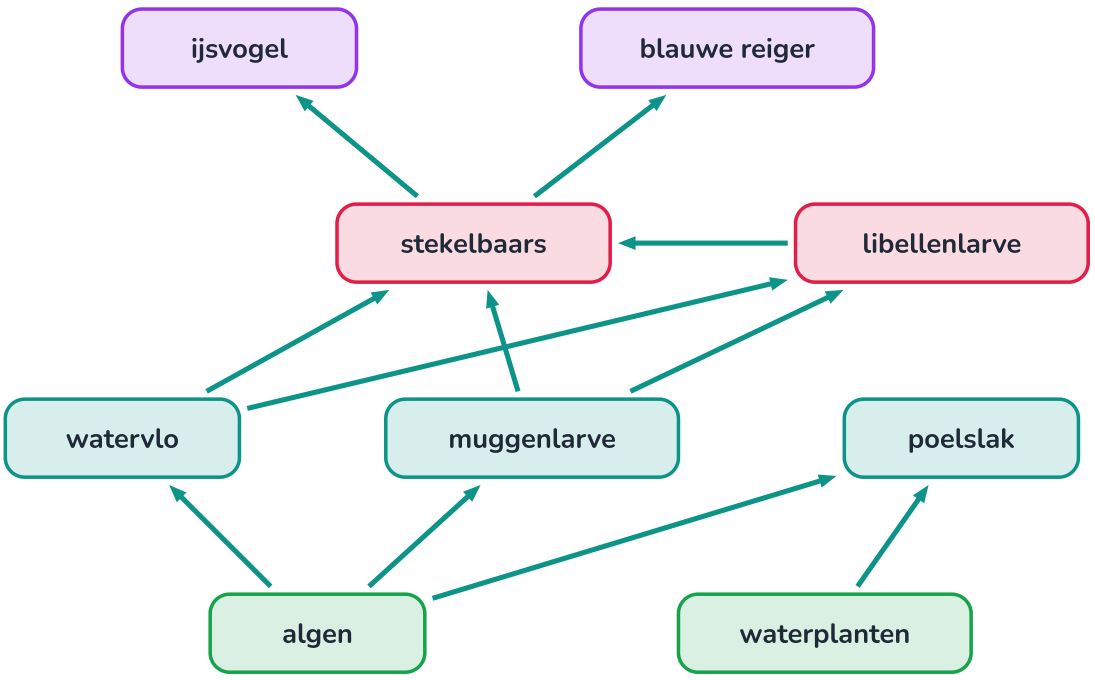
c (c) Zonder zon zou er in een ecosysteem na een tijd niets meer leven.

d (d) Er zijn minder vossen dan konijnen omdat vossen trager zijn.

28.6 Het voedselweb van een poel

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Bekijk het voedselweb van een poel.



Een voedselweb in een poel.

a Noem de producenten en de toprovers.

b Schrijf de langste voedselketen uit het web.

c Van welke organismen leeft de stekelbaars? Op welke voedingsniveaus staat hij?

d Een insecticide doodt alle muggenlarven. Wat gebeurt er met de watervlooien en met de algen? Leg uit.

e Welk organisme heeft in dit web geen rover? Wat zegt dat over het web?

28.7 De energiepiramide

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

In een bos leggen de eiken op een jaar 2 000 000 kJ vast. Rupsen eten eikenbladeren, koolmezen eten rupsen, sperwers eten koolmezen. Gebruik de vuistregel van 10 %.

a Hoeveel energie per jaar komt terecht in de rupsen, de koolmezen en de sperwers?

b Stel dat een sperwerpaar met zijn jongen per jaar 400 000 kJ nodig heeft. Hoeveel energie moeten de eiken dan vastleggen? Waarom heeft een sperwerpaar een groot jachtgebied nodig?

c Waar gaat de 90 % die niet in het volgende niveau terechtkomt naartoe? Noem er twee.

28.8 De reis van een koolstofatoom

Toepassen · 3 · Begrijpen · 15 min

Een koolstofatoom zit in de koolstofdioxide van de lucht boven de meetkas. Een jaar later zit het opnieuw in de lucht, na een tocht via de sla, een slak, een merel en de bodem.

a Beschrijf de tocht in stappen. Noem bij elke stap het proces (fotosynthese, eten, ademhaling, afsterven, afbraak ...).

b Geef een kortere weg van hetzelfde atoom terug naar de lucht.

c Geef een heel lange weg, van miljoenen jaren.

28.9 De Keelingcurve lezen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

Gebruik de twee grafieken van Mauna Loa in het handboek.

a Lees af: in welk jaar werd voor het eerst 400 ppm (jaargemiddelde) overschreden?

b Hoe groot was het verschil tussen mei 2024 (426,90 ppm) en september 2024 (422,03 ppm)? Waarom ligt het maximum in het late voorjaar (mei-juni)?

c Op het zuidelijk halfrond is de schommeling veel kleiner. Geef een verklaring.

d Stel dat de stijging van 2,6 ppm per jaar gelijk blijft. In welk jaar wordt 450 ppm bereikt (vertrek van 427,35 ppm in 2025)?

28.10 Maak: een flessentuin

●●○ Toepassen | 3 | Maken | 50 min

Bouw een flessentuin in een grote glazen pot met deksel: een laag kiezels, een laag potgrond, kleine plantjes die van vocht en halfschaduw houden, wat mos. Bevochtig, sluit, en zet hem bij een raam, maar niet in de volle zon. Volg hem vier weken.

a Maak een schets van je flessentuin met de lagen en de organismen.

b Welke organismen zijn producenten, welke reducenten? Zijn er ook consumenten?

c Noteer elke week wat je ziet (condens, groei, schimmel, verkleuring).

week	waarneming

d Verklaar het condens op het glas met de waterkringloop. Waarom zet je de pot niet in de volle zon?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Bouw	Lagen correct, plantjes gezond, pot goed gesloten.
Rollen	Producenten, reducenten en eventuele consumenten juist benoemd.
Opvolging	Vier waarnemingen, zonder interpretatie in de waarneming zelf.
Verklaring	Waterkringloop en energie (licht erin, warmte eruit) correct uitgelegd.

28.11 De pijl klopt niet

●●○ Toepassen · 2 · Begrijpen · 8 min

Noah tekende deze voedselketens:

(1) vos → konijn → gras

(2) gras → konijn → vos → bacteriën

(3) merel → regenworm → dode bladeren

(4) zon → sla → slak

Welke fouten maakte Noah? Verbeter elke keten.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

28.12 Habitat: de balans van jouw teelt

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 45 min

In het handboek werd de balans van de meetkas gemaakt voor pluksla. Maak nu de balans voor een teelt in de zomer: 8 weken, de planten verbruiken gemiddeld 2,4 L water per dag, en je oogst 12 × 150 g basilicum (90 % water, droge stof voor 40 % koolstof). Voedingsoplossing 1,0 g/L.

a Bereken de stromen: water in, water in de oogst, waterdamp uit, voedingszouten in.

b Bereken de opgenomen koolstofdioxide en de afgegeven zuurstof (1 g koolstof uit 3,67 g CO_2; 0,73 g O_2 per g CO_2).

c Teken het balansschema (in/uit) met je getallen.

d Welke kringlopen zijn in de meetkas niet gesloten? Stel twee maatregelen voor om er één meer te sluiten, en zeg wat ze kosten.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Berekeningen	Alle stromen juist, met eenheden, en de massabalans klopt.
Schema	Duidelijk onderscheid in en uit, met getallen.
Kringlopen	Water, koolstof en mineralen besproken; open plekken juist benoemd.
Maatregelen	Twee haalbare maatregelen met hun nadeel of kost.

28.13 Biosphere 2 onder de loep

●●● Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

Lees het verhaal over Biosphere 2 en bekijk de grafiek van het zuurstofgehalte. De lucht in het gebouw was ongeveer 200 000 m³.

a Met hoeveel procentpunt per maand daalde het zuurstofgehalte?

b Hoeveel m³ zuurstof verdween er in zestien maanden? (Tip: 20,9 % van 200 000 m³ is zuurstof.)

c Bij ademhaling wordt zuurstof koolstofdioxide. Waarom steeg de koolstofdioxide dan niet evenveel? Waar zat ze?

d Welke twee ontwerpfouten zou jij vermijden bij een nieuw gesloten station? Motiveer met wat je over producenten en reducenten weet.

28.14 Zuurstof voor één bewoner uit de meetkas?

●●● Uitdagen | 4 | Rekenen | 20 min

Volgens het handboek geeft één teelt pluksla in de meetkas (6 weken, 42 dagen) ongeveer 77 g zuurstof af. Een bewoner van het station verbruikt ongeveer 0,84 kg zuurstof per dag (hoofdstuk 29). De meetkas neemt 0,72 m² grond in.

a Hoeveel zuurstof geeft de meetkas gemiddeld per dag?

b Hoeveel meetkassen heb je nodig voor één bewoner? Hoeveel m² grond is dat?

c In de sovjetproef BIOS-3 was 8 m² algenkweek genoeg voor de zuurstof van één persoon. Geef twee redenen waarom dat zoveel minder is dan jouw antwoord.

d Wat besluit je voor het station van Habitat?

28.15 Onderzoek: wat rot het snelst?

Uitdagen · 4 · Onderzoeken · 50 min

Reducenten breken dode resten af. Onderzoek welke materialen ze het snelst afbreken: een stukje appel, een vers blad, papier, karton en plastic, telkens in een potje met vochtige potgrond uit de tuin. Na vier weken graaf je ze op.

a Onderzoeksvraag, hypothese, en de variabelen die je gelijk houdt.

b Hoe meet je 'hoeveel is afgebroken'? Beschrijf een meetbare methode.

c Noteer je resultaten.

materiaal	massa begin (g)	massa na 4 weken (droog, g)	afgebroken (%)	waarneming

d Besluit en bespreking. Wat zegt je resultaat over plastic in de natuur?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Eerlijke proef	Zelfde grond, vochtigheid, temperatuur, grootte van de stukjes; controlepotje.
Meten	Massa voor en na, na drogen; herhaald per materiaal.
Besluit	Onderbouwd met de tabel; beperkingen genoemd.

28.16 Debat: bomen planten tegen de opwarming

●●● Uitdagen · 4 · Argumenteren · 25 min

Iemand zegt: 'We moeten gewoon genoeg bomen planten, dan is het klimaatprobleem opgelost.' Rekenwaarden (orde van grootte): een groeiende boom legt ongeveer 20 kg CO_2 per jaar vast; een Belg stoot ongeveer 8 ton CO_2 per jaar uit; in een bos staan ongeveer 300 volwassen bomen per hectare; België is ongeveer 3 miljoen hectare groot en telt ongeveer 12 miljoen inwoners.

a Hoeveel bomen zijn nodig voor de uitstoot van één Belg? En voor alle Belgen? Hoeveel hectare bos is dat, vergeleken met de oppervlakte van België?

b Wat gebeurt er met de koolstof in de bomen als het bos later afbrandt of de bomen verrotten?

c Is bomen planten zinvol? Formuleer een genuanceerd standpunt.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Correct en met eenheden; vergelijking met de oppervlakte van België.
Kringloop	Tijdelijke opslag van koolstof juist uitgelegd.
Standpunt	Genuanceerd: bomen helpen, maar vervangen minder uitstoot niet.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan de begrippen organisme, populatie, levensgemeenschap en ecosysteem gebruiken, en biotische en abiotische factoren onderscheiden. ▢▢▢

- Ik kan organismen indelen als producent, consument of reducent en hun rol uitleggen.
- Ik kan voedselketens en een voedselweb tekenen en lezen, met de pijlen in de juiste richting, en voorspellen wat er gebeurt als een soort verdwijnt.
- Ik kan uitleggen dat energie door een ecosysteem stroomt en stoffen in een kringloop gaan, en met de vuistregel van 10 % rekenen.
- Ik kan de waterkringloop en de koolstofkringloop beschrijven met de processen die erin spelen.
- Ik kan metingen van de koolstofdioxide in de lucht lezen en verklaren.
- Ik kan uitleggen wat een gesloten ecosysteem nodig heeft, met voorbeelden van de flessentuin tot Biosphere 2, en de meetkas als ecosysteem beschrijven.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 29

Het lichaam als systeem

Hoe longen, hart en bloed je in leven houden, en wat een bewoner van het station nodig heeft

Je oefent eerst de weg van de lucht, het hart en de bloedvaten, en het rekenen met kJ en de pols. Daarna meet je je eigen hartslag en ademhaling, reken je voedingsetiketten na en volg je een bloedcel door het lichaam. In de uitdagingen stel je het levensondersteuningsplan voor één bewoner op (opdracht 29.13, voor je Habitat-portfolio) en analyseer je metingen van een slaapkamer en een koortsaanval.

6× oefenen · 6× toepassen · 4× uitdagen · ± 296 min

B Leven en systemen · O Onderzoeken en meten · E Energie



Twee vingers op de pols en een klok met secondewijzer: meer heb je niet nodig om je hart te meten.

●○○ Oefenen

Oefenen

één stap, direct toepassen

29.1 De weg van de lucht

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Zet de delen van de luchtwegen in de volgorde waarin de lucht ze passeert: bronchiolen, luchtpijp, neusholte, longblaasjes, bronchiën, keelholte.

a Volgorde: _____ → _____ → _____ → _____ → _____ → _____

b Waar gaat de zuurstof het bloed in?

c Welke spier zorgt vooral voor het inademen, en wat doet ze?

29.2 Ingeademde en uitgeademde lucht

Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

Gebruik de tabel met de samenstelling van de lucht uit het handboek.

a Hoeveel liter zuurstof zit er in 1 L ingeademde lucht, en hoeveel in 1 L uitgeademde lucht?

b Hoeveel keer meer koolstofdioxide zit er in uitgeademde lucht?

c Waarom verandert het percentage stikstof bijna niet?

29.3 Het hart benoemen

Oefenen · 2 · Tekenen · 10 min

Bekijk het schema van het hart in het handboek (RB, RK, LB, LK).

a Vul de tabel in.

deel	ontvangt bloed van ...	stuurt bloed naar ...	zuurstofrijk of -arm?
rechterboezem			
rechterkamer			
linkerboezem			
linkerkamer			

b Waarom heeft de linkerkamer een veel dikkere wand dan de rechterkamer?

c Waarom staat de rechterhelft van het hart links op de tekening?

29.4 Slagader, ader of haarvat?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 8 min

Welk soort bloedvat is het?

a (a) de aorta; (b) een bloedvat met kleppen in je been; (c) het bloedvat waarin zuurstof naar een spiercel gaat; (d) de longslagader; (e) het bloedvat waarin je de pols voelt; (f) de longaders.

b Welk bloedvat vervoert het meest zuurstofrijke bloed? En het meest zuurstofarme?

29.5 Kilojoule en kilocalorie

Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

Reken om met 1 kcal = 4,184 kJ. Rond af op een geheel getal.

a Een appel: 220 kJ. Hoeveel kcal?

b Een snoepreep: 230 kcal. Hoeveel kJ?

c De referentie-inname is 8400 kJ. Hoeveel kcal?

d Hoeveel snoeprepen van 230 kcal zijn samen 8400 kJ?

29.6 Pols tellen

Oefenen · 1 · Rekenen · 6 min

Reken om naar slagen per minuut.

a 18 slagen in 15 s

b 40 slagen in 30 s

c 11 slagen in 6 s

d Waarom is 6 s tellen minder nauwkeurig dan 30 s?

Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

29.7 Labo: hartslag en ademhaling bij inspanning

Toepassen · 3 · Labo · 50 min

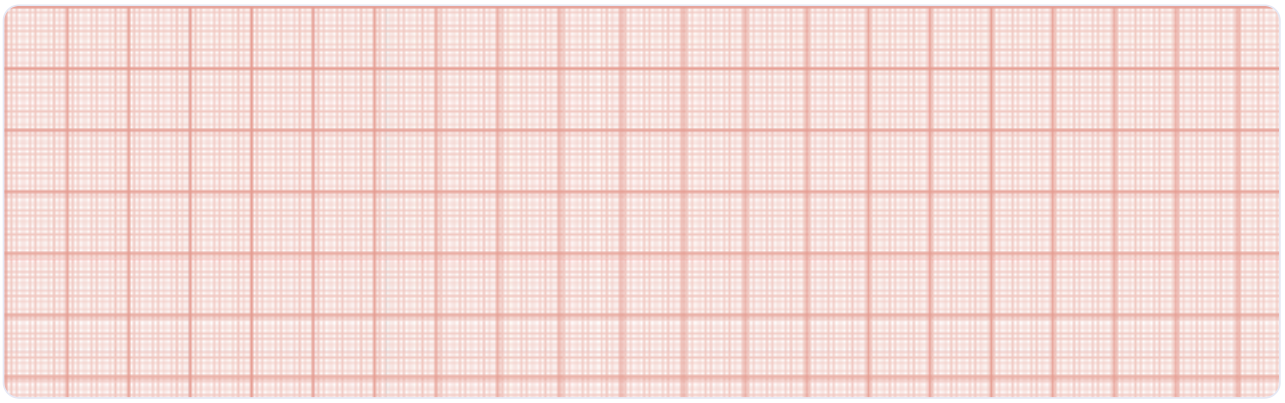
Voer de proef uit het handboek uit, en tel nu ook je ademhalingen (een halve minuut, × 2).

a Schrijf je onderzoeksvraag en je hypothese.

b Noteer je metingen.

moment	hartslag (per min)	ademhaling (per min)
rust 1		
rust 2		
rust 3		
0 min na		
1 min na		
2 min na		
4 min na		
6 min na		
8 min na		

c Zet hartslag en ademhaling in één grafiek (twee reeksen, dezelfde tijdas).



d Na hoeveel minuten was je hartslag terug binnen 10 slagen van je rustwaarde?

e Verklaar waarom hart en ademhaling samen versnellen. Gebruik de woorden zuurstof, koolstofdioxide en celademhaling.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Metingen	Rust drie keer gemeten; na de inspanning op vaste tijdstippen; eenheid per minuut.
Grafiek	Tijd horizontaal, assen met grootheid en eenheid, twee reeksen herkenbaar.
Verklaring	Spieren hebben meer energie nodig; meer zuurstof aanvoeren en CO_2 afvoeren; hart en longen werken samen.
Veilig	Inspanning aangepast aan wie het niet mag of kan.

29.8 Chocolademelk narekenen

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Op een pakje chocolademelk van 200 mL staat per 100 mL: vetten 1,5 g, koolhydraten 10 g (waarvan suikers 9,5 g), vezels 0,6 g, eiwitten 3,4 g. De energie is weggevallen door een vlek.

a Bereken de energie per 100 mL in kJ en in kcal (4, 4, 9 en 2 kcal per gram).

b Hoeveel energie levert het hele pakje? Welk deel van de referentie-inname is dat?

c Hoeveel gram suiker drink je met het pakje? Een suikerklontje weegt ongeveer 4 g: hoeveel klontjes?

29.9 Een zak chips verbranden

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Een zakje chips van 40 g bevat per 100 g: vetten 33 g, koolhydraten 50 g, vezels 4,5 g, eiwitten 6 g. Gebruik het staafdiagram van het handboek (energieverbruik van een persoon van 50 kg).

a Hoeveel kJ zit er in het zakje?

b Hoeveel minuten moet je fietsen (24 kJ per minuut) en hoeveel wandelen (12 kJ per minuut) om evenveel energie te verbruiken?

c Bij fietsen verbruik je ook de energie die je in rust (zitten: 4,5 kJ per minuut) al zou verbruiken. Hoeveel minuten fietsen zijn nodig voor de extra energie? Is 'die chips verbrand je wel' een goede redenering?

29.10 Een bloedcel op reis

Toepassen · 3 · Begrijpen · 12 min

Een rode bloedcel vertrekt uit een haarvat in je grote teen en komt uiteindelijk terug in datzelfde haarvat.

a Beschrijf haar weg: welke bloedvaten en delen van het hart passeert ze, in welke volgorde?

b Duid aan waar ze zuurstof opneemt en waar ze zuurstof afgeeft.

c Hoe vaak passeert ze het hart? Waarom noem je dat een dubbele bloedsomloop?

29.11 Een regelkring bij hitte

●●○ Toepassen | 3 | Tekenen | 15 min

Je fietst op een warme zomerdag de heuvel op. Je kerntemperatuur dreigt te stijgen.

a Teken het blokschema van de regelkring (sensoren, regelaar, actuatoren, proces, terugkoppeling) voor deze situatie. Duid de storing aan.

b Welke twee actuatoren werken hier? Wat doen ze precies?

c Waarom is drinken belangrijk om deze regeling te laten werken?

29.12 Hoeveel lucht adem je?

Toepassen · 3 · Rekenen · 12 min

In rust adem je 12 keer per minuut 0,5 L. Tijdens stevig fietsen 30 keer per minuut 2,0 L. Van de ingeademde lucht neem je 5 % als zuurstof op; 1 L zuurstof weegt 1,33 g.

a Hoeveel liter lucht adem je per minuut in rust en tijdens het fietsen?

b Hoeveel gram zuurstof neem je op tijdens een uur fietsen?

c Waarom verbruik je bij het fietsen zoveel meer zuurstof?

Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

29.13 Habitat: het levensondersteuningsplan voor één bewoner

Uitdagen · 4 · Habitat · 60 min

Het station van Habitat krijgt om de 30 dagen een bevoorrading. Stel het levensondersteuningsplan op voor één bewoner, met de rekenwaarden uit het handboek: 0,84 kg zuurstof, 2,5 L drinkwater, 1,3 kg voedsel (10 MJ) per dag; uit: 1,0 kg CO_2, 1,5 L urine, 2,0 kg waterdamp. Stel dat de bewoner in de week van de oogst zwaar werkt: dan heeft hij 30 % meer zuurstof, water en voedsel nodig.

a Maak een tabel met de voorraad voor 30 dagen, zonder en met de week zwaar werk.

	per dag	30 dagen normaal	30 dagen met 1 week zwaar werk
zuurstof (kg)			
drinkwater (L)			
voedsel (kg)			

b Het station wint 98 % van het water terug. Hoeveel liter nieuw water moet er per maand komen? Waarom neem je toch een reserve mee?

c Hoeveel koolstofdioxide moet er per maand uit de lucht verwijderd worden? Wat gebeurt er als de CO_2-filter uitvalt in een ruimte van 30 m³?

d De waterdamp (2 kg per dag) moet ook uit de lucht. Hoe kan je die terugwinnen? Denk aan de meetkas (hoofdstuk 6).

e Welke twee metingen moet het station permanent doen om de bewoner veilig te houden? Met welke alarmgrenzen?

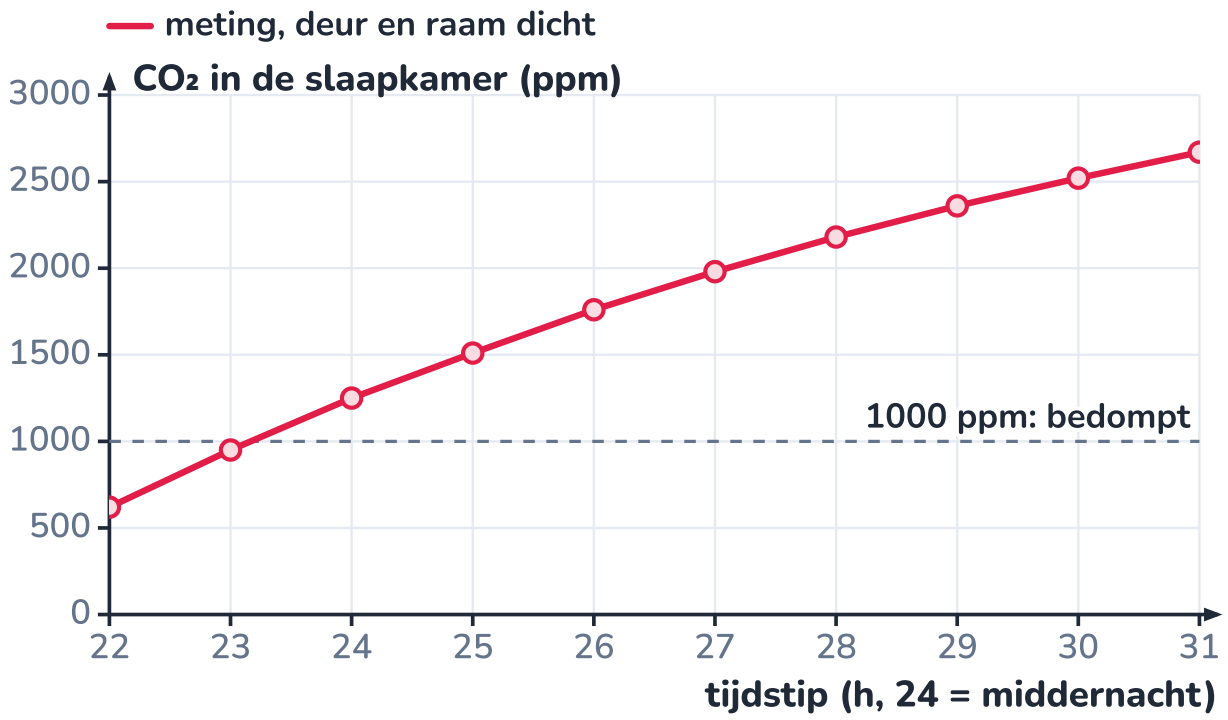
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Voorraad	Juist berekend, met eenheden, ook met de week zwaar werk.
Kringlopen	Water terugwinnen en CO_2 verwijderen juist uitgelegd, met een reserve.
Veiligheid	Metingen van O_2 en CO_2 met onderbouwde alarmgrenzen.
Verband	Verwijst naar condensatie (hoofdstuk 6), regelkringen (hoofdstuk 25) of Biosphere 2 (hoofdstuk 28).

29.14 De CO_2-meter in de slaapkamer

●●● Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

Ines zet een CO_2-meter in haar slaapkamer van 30 m³. Ze slaapt met deur en raam dicht. Een slapende mens ademt ongeveer 20 g koolstofdioxide per uur uit; 1 L koolstofdioxide weegt 1,83 g.



Metingen van 22 uur tot 7 uur ('24' is middernacht, '31' is 7 uur 's ochtends).

a Hoeveel liter koolstofdioxide ademt Ines per uur uit? Met hoeveel ppm zou dat de lucht van haar kamer per uur doen stijgen als er geen lucht in of uit kon? (1 ppm = 1 miljoenste; 30 m³ = 30 000 L.)

b Lees af hoeveel het gehalte steeg in het eerste uur en in het laatste uur. Vergelijk met je berekening.

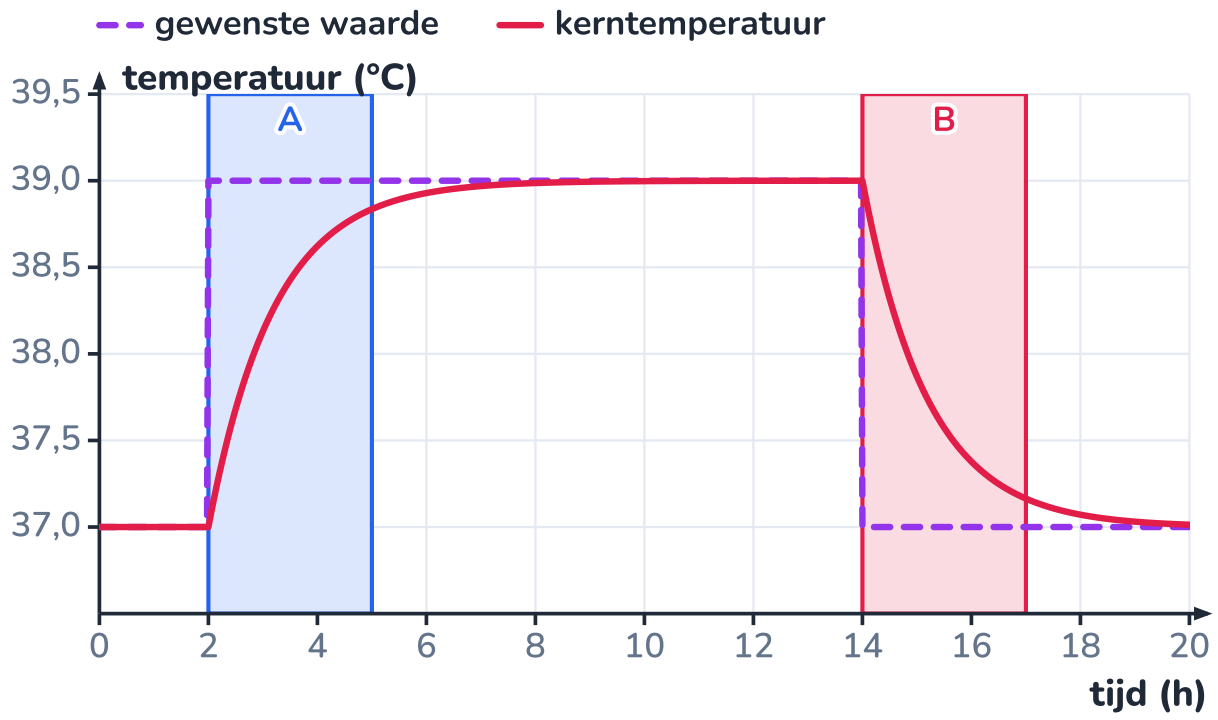
c Waarom stijgt het gehalte 's ochtends trager? Denk aan kieren.

d Om hoe laat werd 1000 ppm overschreden? Wat raad je Ines aan?

29.15 Koorts lezen in een grafiek

Uitdagen · 4 · Analyseren · 20 min

De grafiek toont (volgens een eenvoudig model) de gewenste waarde van de hypothalamus en de echte kerntemperatuur tijdens een koortsaanval.



Stippellijn: gewenste waarde; volle lijn: kerntemperatuur. In de gekleurde stroken A en B voelt de patiënt iets heel anders.

a Wanneer springt de gewenste waarde omhoog, en naar hoeveel? Wanneer weer omlaag?

b Wat voelt de patiënt in strook A? Welke actuatoren werken? Leg uit met de regelkring.

c Wat voelt en doet de patiënt in strook B? Waarom?

d Waarom stijgt de temperatuur niet meteen naar 39 °C als de gewenste waarde verspringt?

29.16 Debat: acht glazen water per dag?

●●● Uitdagen | 4 | Argumenteren | 20 min

Op sociale media lees je: 'Iedereen moet minstens acht glazen water per dag drinken, anders droog je uit.' Enkele feiten: een volwassene heeft per dag ongeveer 2 à 2,5 L water nodig, uit dranken én voedsel (voedsel levert ongeveer een vijfde). Dorst en de nieren regelen je waterhuishouding (homeostase). Bij warmte of inspanning verlies je 0,5 tot 2 L zweet per uur.

a Hoeveel liter is acht glazen van 250 mL? Vergelijk met wat je lichaam nodig heeft.

b Waarom is 'acht glazen voor iedereen' te eenvoudig? Gebruik homeostase en voorbeelden.

c Schrijf een betere, genuanceerde raad in één of twee zinnen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Acht glazen omgerekend en vergeleken met de behoefte, rekening houdend met voedsel.
Argumentatie	Homeostase (dorst, nieren) en verschillen tussen mensen en situaties gebruikt.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan het lichaam beschrijven als een systeem van organen met input, proces en output. ▢ ▢ ▢
- Ik kan de weg van de lucht beschrijven en de gaswisseling in de longblaasjes uitleggen met diffusie. ▢ ▢ ▢
- Ik kan de dubbele bloedsomloop uitleggen, de delen van het hart benoemen en slagaders, aders en haarvaten onderscheiden. ▢ ▢ ▢
- Ik kan je hartslag meten, de resultaten in een grafiek zetten en rust, inspanning en herstel vergelijken. ▢ ▢ ▢

- Ik kan de energie van voeding berekenen met een voedingsetiket, in kJ en kcal, en vergelijken met wat je verbruikt.
- Ik kan de regeling van je lichaamstemperatuur beschrijven als een gesloten regelkring met sensoren, regelaar en actuatoren.
- Ik kan berekenen hoeveel zuurstof, water en voedsel een mens per dag nodig heeft, en wat dat betekent voor een station.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 30

De ontwerpcyclus

Van een vaag probleem naar een oplossing die werkt, in rondes van proberen, meten en verbeteren

Je oefent eerst de stappen en de taal van het ontwerpen: moet of wens, meetbaar of niet, eis of oplossing. Daarna pas je de cyclus toe: je interviewt, stelt eisen op, maakt een morfologisch overzicht, kiest met een criteriatabel, plant tests en bouwt zelf in drie rondes. In de uitdagingen vul je het programma van eisen van de meetkas aan (opdracht 30.13, voor je Habitat-portfolio) en doorloop je een volledige cyclus.

5× oefenen · 7× toepassen · 4× uitdagen · ± 410 min

D Ontwerpen en maken



Karton, een breadboard en een veerunster: zo ziet ontwerpen er meestal uit, lang voor het product af is.

●○○ Oefenen

Oefenen

één stap, direct toepassen

30.1 De stappen op volgorde

●○○ Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

De zeven stappen van de ontwerpcyclus staan door elkaar: testen · programma van eisen · prototype maken · probleem verkennen · kiezen · evalueren en verbeteren · ideeën bedenken.

a Zet ze in de juiste volgorde.

b Bij welke stap hoort elke situatie? (a) Een groep plakt tien post-its met ideeën op het bord. (b) Een leerling trekt met een veerunster aan het dakraam. (c) Een team vraagt aan de conciërge hoe vaak hij in de vakantie op school is. (d) Een leerling schrapt een idee omdat het 230 V in de kas brengt.

c Na welke stap begin je een nieuwe ronde, en naar welke stap ga je terug als een test faalt omdat een onderdeel te zwak is?

30.2 Moet of wens?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

Een klas ontwerpt een fietslicht dat je op je schooltas klemt. Dit zijn hun eisen.

Is het een moet-eis of een wens? Geef bij elke keuze een korte reden.

eis	moet of wens?	reden
(a) het licht is 's nachts te zien op 100 m		
(b) het weegt hoogstens 80 g		
(c) het blijft werken in de regen		
(d) het is verkrijgbaar in drie kleuren		
(e) de batterij gaat minstens 20 uur mee		
(f) het kost hoogstens € 10 aan materiaal		

30.3 Meetbaar maken

Oefenen · 2 · Ontwerpen · 15 min

Deze eisen zijn te vaag om te testen.

Maak van elke vage eis een meetbare eis met grootheid, grens met eenheid en toets.

vage eis	grootheid	grens met eenheid	toets
(a) de plantenbak mag niet te zwaar zijn			
(b) het pompje moet stil zijn			
(c) het reservoir moet snel te vullen zijn			
(d) de ledstrip moet genoeg licht geven			

30.4 Eis of oplossing?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

In een PvE voor een automatische voederbak voor de schoolkippen staan deze zinnen.

a Welke zinnen zijn eigenlijk al een oplossing? Herschrijf die als eis die zegt *wat*, niet *hoe*. (a) De voederbak heeft een servomotor die elke ochtend het luikje opent. (b) De kippen krijgen elke dag tussen 7 en 8 uur 500 g graan. (c) De voederbak is gemaakt van roestvast staal. (d) Ratten kunnen niet bij het voer.

b Waarom is het slecht om een oplossing als eis te schrijven?

30.5 Een gewogen tabel uitrekenen

Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Een team kiest een manier om de meetkas in de winter warm te houden. Criteria met gewicht: energieverbruik (3), eenvoudig (2), prijs (1). Scores (1 tot 5): **nachtscherm** 4, 5, 5; **verwarmingsmat van 20 W** 1, 4, 3; **vat met 40 L extra water** 5, 3, 4.

a Bereken het totaal per concept.

concept	berekening	totaal
nachtscherm		
verwarmingsmat		
vat met water		

b Wat is het maximum dat een concept kan halen? Welk concept wint?

c De mat is het enige concept dat de temperatuur echt kan regelen. Welke eis zou dat belangrijk maken, en wat is dan de zwakte van deze tabel?

Toepassen

Toepassen

meerdere stappen, in een context

30.6 Een gebruiker interviewen

Toepassen · 2 · Onderzoeken · 25 min

Je ontwerpt een toestel dat de kamerplanten van je buurvrouw water geeft als ze drie weken op reis is. Je interviewt haar. Een stukje uit je notities:
'Ik heb zeven planten, de meeste op de vensterbank, twee grote in de hoek. Vorig jaar gaf de buurjongen water, maar de cactus stond daarna in een plas en is gestorven. Ik wil geen kabels over de vloer, want de kat. Een stopcontact is er wel, achter de zetel.'

a Schrijf vijf open vragen die je haar nog wil stellen. Waarom is 'Wil je een pompje?' geen goede vraag?

b Haal uit de notities minstens vier eisen. Zeg telkens of het een moet-eis of een wens is.

c Wie zijn de 'stille gebruikers' hier, en welke eis komt van hen?

30.7 Een PvE voor een nestkast

Toepassen · 3 · Ontwerpen · 25 min

De school wil nestkasten voor mezen ophangen aan de bomen rond de meetkas. Vogelkenners raden een invliegopening van 28 mm aan voor pimpelmezen en 32 mm voor koolmezen: grotere vogels kunnen er dan niet in. Een kast hangt minstens 2 m hoog, uit de volle middagzon, en wordt elk najaar leeggemaakt.

a Stel een PvE op met minstens zes eisen: codes, moet of wens, grens met eenheid, toets.

code	eis	moet / wens	toets

b Wie zijn de gebruikers van een nestkast? Noem er minstens drie, en één eis per gebruiker.

30.8 Een morfologisch overzicht

Toepassen · 3 · Tekenen · 25 min

Je ontwerpt een lichtwekker: in plaats van te piepen, wordt het in de kamer langzaam licht. Deelfuncties: tijd bijhouden, licht maken, energie leveren, bediening (wekuur instellen), uitzetten.

a Maak een morfologisch overzicht met per deelfunctie minstens drie oplossingen.

b Stel twee heel verschillende concepten samen en schets ze elk in een halve minuut.

c Hoeveel combinaties bevat jouw overzicht?

30.9 Eerst zeven, dan wegen: het dakraam

Toepassen · 3 · Rekenen · 25 min

Vier concepten om het dakraam van de meetkas te openen (zie de schetsen in het handboek). Een team maakte deze gewogen tabel, zonder eerst te zeven.

criterium (wens)	gewicht	1: uitzetstang + klemhendel	2: wascilinder	3: duwstang + sensor	4: servo + arm
werkt zonder toezicht	3	1 (3)	5 (15)	5 (15)	5 (15)
de microcontroller kan het sturen	2	1 (2)	1 (2)	5 (10)	5 (10)
geen stroom nodig	2	5 (10)	5 (10)	1 (2)	1 (2)
eenvoudig te bouwen	2	5 (10)	4 (8)	3 (6)	2 (4)
goedkoop	1	5 (5)	3 (3)	2 (2)	4 (4)
totaal (max. 50)		**30**	**38**	**35**	**35**

a Controleer de totalen. Welk concept wint volgens deze tabel?

b Zeef nu met de moet-eisen K2 (open boven 28 °C en dicht onder 25 °C, zoals de microcontroller het instelt) en K5 (bij stroomuitval met de hand te openen, hoogstens 10 N). Welke concepten vallen af, en waarom?

c Duwstang en servo halen nu evenveel punten. Een servo uit de klas duwt met zijn arm hoogstens ongeveer 10 N; nodig is 29,5 N (hoofdstuk 12). Welk soort eis ontbrak in de tabel?

30.10 Een testplan opstellen

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Uit het PvE van de meetkas (handboek): W2, W3, W4, C3 en G3.

a Schrijf voor elke eis een test: wat je doet, met welk materiaal, en het criterium.

eis	wat je doet	materiaal	criterium

b Welke test duurt het langst? Hoe kan je hem inkorten zonder vals te spelen?

30.11 Testresultaten beoordelen

Toepassen · 3 · Analyseren · 20 min

Drie groepen maakten een druppelaar voor één bakje. De eisen: (1) moet: 100 tot 200 mL per beurt van 30 s; (2) moet: de druppelaar verstopt niet in 20 beurten; (3) wens: zo gelijk mogelijk over 5 beurten. Resultaten (mL per beurt):

groep	beurt 1	2	3	4	5	verstopt?
A (gaatje 1 mm in de slang)	140	150	135	145	150	na 12 beurten
B (druppelaar uit de winkel)	180	185	175	180	180	nee
C (gaatje 2 mm)	260	250	255	270	265	nee

a Welke groepen halen welke moet-eisen?

b Bereken voor elke groep het gemiddelde en het bereik (grootste min kleinste).

c Stel voor A en C een verbetering voor voor de volgende ronde.

30.12 Maak: drie rondes papieren tafel

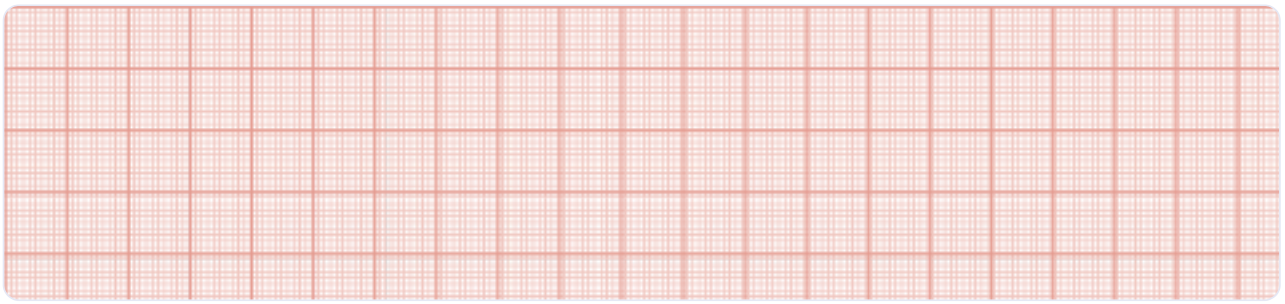
Toepassen · 3 · Maken · 60 min

Voer de proef 'Drie rondes: een papieren tafel' uit het handboek uit, met hetzelfde PvE.

a Noteer per ronde je ontwerp (schets), de grootste last en hoe de tafel bezweek.

ronde	schets en ontwerp	grootste last (kg)	zo bezweek ze	moet-eis gehaald?

b Teken de grafiek: grootste last per ronde, met de moet-eis als horizontale lijn.



c Welke verbetering leverde het meest op? Wat zou je in een vierde ronde doen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

PvE gevolgd	Alleen het toegelaten materiaal; hoogte en tafelblad volgens de moet-eisen.
Testen	Zelfde manier van belasten in elke ronde; 30 s volgehouden; oorzaak van bezwijken genoteerd.
Iteratie	Elke ronde pakt de zwakke plek van de vorige aan, en dat staat erbij.
Grafiek en besluit	Juiste assen, eis als lijn; besluit steunt op de metingen.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

30.13 Habitat: het programma van eisen aanvullen

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 45 min

Het PvE van de meetkas (versie 1, handboek) is nog niet volledig. Over de **verlichting** staat er alleen een wens (K8), en over de **groeiproef** twee eisen (P1, P2). Gegevens: ledstrip 12 V, 4,8 W, twee helften boven de twee rijen (hoofdstuk 19-21); lichtsensor LDR op A2 (hoofdstuk 25); groeiproef met schaduwdoek 0, 30, 50 en 70 %, vier groepen van drie bakjes, versgewicht na 5 weken (hoofdstuk 27).

a Schrijf minstens drie nieuwe meetbare eisen voor de verlichting (codes K9, K10 …), met soort, grens met eenheid, toets en bron.

code	eis	soort	toets	bron

b Schrijf minstens drie nieuwe eisen voor de groeiproef (P3, P4 …). Denk aan eerlijk testen (hoofdstuk 2).

code	eis	soort	toets	bron

c Kies uit het hele PvE de drie moet-eisen die je in hoofdstuk 33 als eerste wil testen. Waarom die?

d Portfolio: noteer het versienummer (versie 1.1) en wat er veranderde.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Meetbaar	Elke eis heeft een grootheid, een grens met eenheid en een toets.
Wat, niet hoe	Geen oplossingen verkleed als eis.
Consistent	Getallen kloppen met het dossier (4,8 W, 4 h/dag, A2, schaduwdoek 0-70 %).
Keuze	De drie eerste tests zijn goed gekozen (risico, afhankelijkheid) en gemotiveerd.
Portfolio	Versienummer en wijzigingen genoteerd.

30.14 Ontwerp: een vakantie-watergever voor één plant

●●● Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 60 min

Doorloop een volledige ontwerpcyclus op kleine schaal. Het probleem: een kamerplant in een pot van 15 cm moet drie weken overleven zonder dat iemand langskomt. Ze verbruikt ongeveer 60 mL per dag. Er is geen stopcontact in de buurt.

a Schrijf een probleemstelling en een PvE met minstens drie moet-eisen en twee wensen, meetbaar.

b Bedenk minstens vier ideeën en schets ze.

c Zeef met de moet-eisen en kies met een gewogen tabel. Controleer de gevoeligheid.

d Maak een prototype en test het een week. Wat liep mis, en wat verbeter je?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Probleem en PvE	Probleemstelling zonder oplossing; eisen meetbaar; hoeveelheid water berekend (± 1,3 L).
Ideeën	Minstens vier echt verschillende ideeën, geschetst.
Kiezen	Eerst zeven, dan wegen; scores gemotiveerd; gevoeligheid besproken.
Testen en verbeteren	Meting tegen de eisen; oorzaak van problemen; concrete verbetering.

30.15 Debat: 5127 prototypes

●●● Uitdagen · 3 · Argumenteren · 25 min

James Dyson bouwde ongeveer 5127 prototypes in vijf jaar. Stelling: *'Zoveel prototypes is verspilling. Met goed nadenken en een computermodel vooraf had het veel sneller gekund.'*

a Geef twee argumenten vóór en twee tegen de stelling.

b Wanneer is een prototype nuttiger dan een berekening, en wanneer omgekeerd? Geef een voorbeeld uit de meetkas.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Twee echte argumenten per kant, niet dezelfde gedachte in andere woorden.
Voorbeeld	Een concreet geval uit de meetkas waar rekenen of testen de beste weg was.
Nuance	Ziet dat rekenen en testen elkaar aanvullen.

30.16 Analyse: waar ging het mis?

Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

Een klas bouwde in drie weken een automatisch watergeefsysteem voor de schooltuin en schakelde het vrijdag in. Maandag: (1) twee bakken stonden onder water, de rest was droog; (2) de conciërge had de adapter uitgetrokken omdat hij zoemde en hij niet wist wat het was; (3) de klas wist niet hoeveel water er gegeven was; (4) de leerkracht vroeg: 'Welke eis hebben jullie hiermee getest?' en niemand wist het.

a Koppel elk probleem aan de stap van de ontwerpcyclus die overgeslagen of te snel gedaan werd.

b Schrijf voor elk probleem een eis die het had kunnen voorkomen.

c Welke test had de klas op donderdag moeten doen?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan de zeven stappen van de ontwerpcyclus noemen en uitleggen waarom je ze meer dan één keer doorloopt.	▢▢▢
Ik kan een probleem verkennen met de vragen wie, wat, waar, wanneer en waarom, en de gebruikers leren kennen door te observeren en te interviewen.	▢▢▢
Ik kan een programma van eisen opstellen met moet-eisen en wensen, meetbaar gemaakt met een grootheid, een grens met eenheid en een toets.	▢▢▢
Ik kan een eis onderscheiden van een oplossing.	▢▢▢
Ik kan ideeën genereren met een brainstorm, schetsen, bestaande oplossingen en een morfologisch overzicht.	▢▢▢
Ik kan kiezen in twee stappen: zeven met de moet-eisen en wegen met een gewogen criteriatabel, en controleren of de keuze gevoelig is voor de gewichten.	▢▢▢
Ik kan een prototype en een testplan maken, de resultaten evalueren en een verbetering voorstellen.	▢▢▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 31

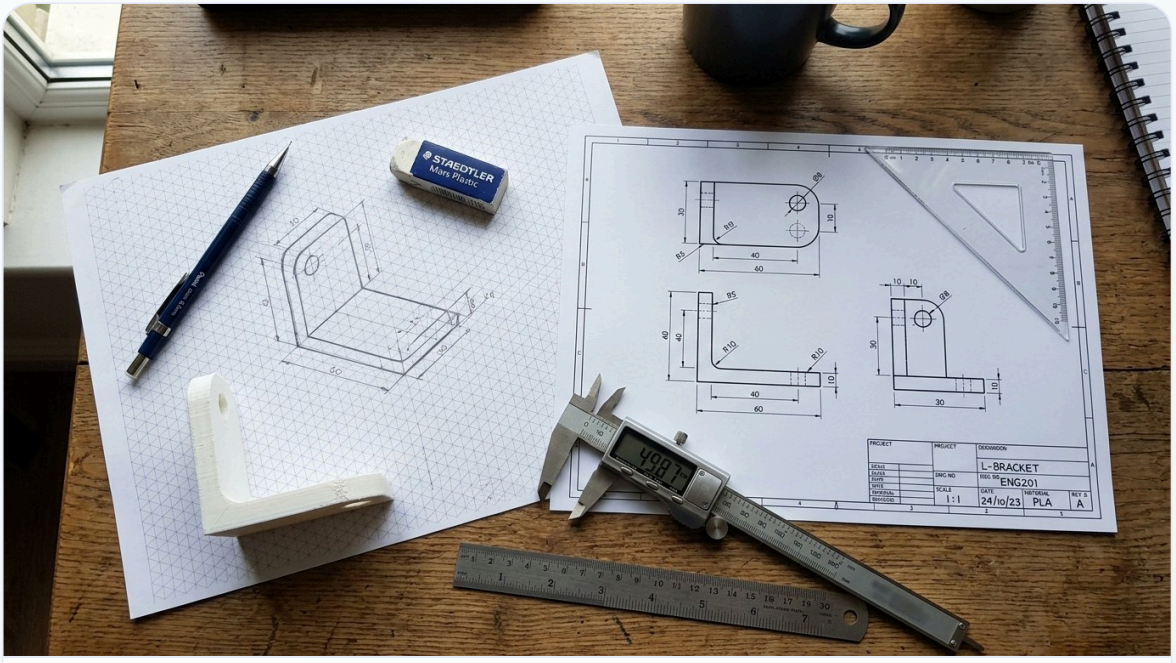
Technisch tekenen

Van een krabbel op papier naar een tekening waarmee iemand anders je onderdeel kan maken

Je begint met lezen: lijnsoorten, aanzichten, schaal en fouten in de maatvoering. Daarna teken je zelf: isometrisch op een raster, drie aanzichten uit een isometrische tekening, een ontbrekend aanzicht, en je bemaat en meet echte voorwerpen op. In de uitdagingen maak je de werktekening van de plantentafel met haar stuklijst (opdracht 31.12, voor je Habitat-portfolio) en puzzel je met aanzichten die meer dan één voorwerp toelaten.

5× oefenen · 6× toepassen · 5× uitdagen · ± 324 min

D Ontwerpen en maken · W Wiskundig modelleren



Schets, werktekening en het echte onderdeel: drie keer hetzelfde, elk voor een ander doel.

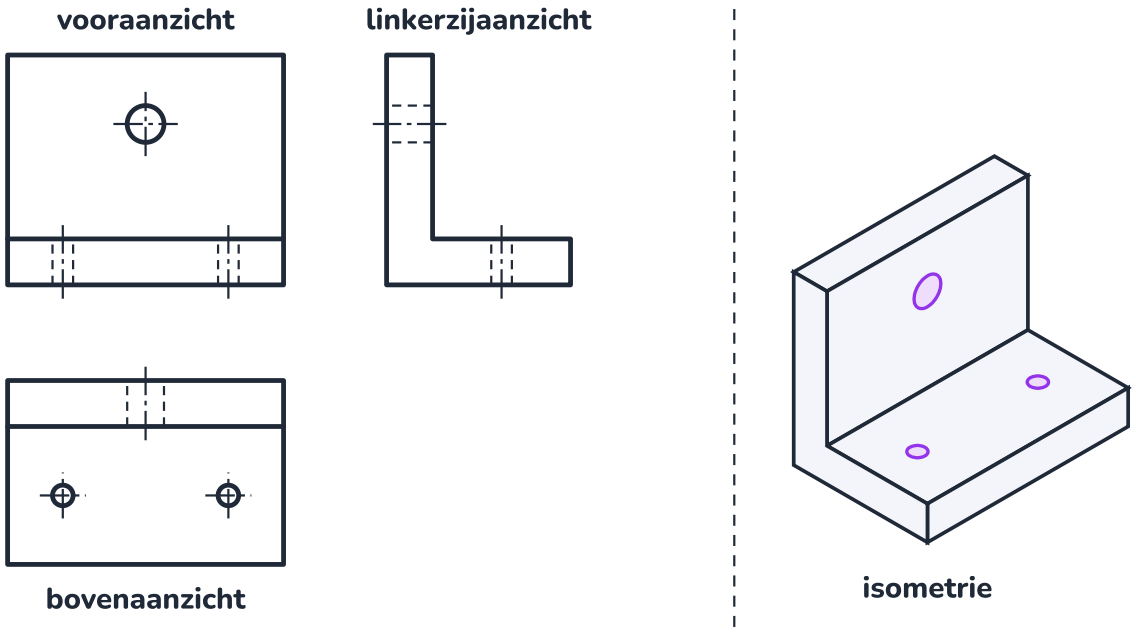
Oefenen

één stap, direct toepassen

31.1 Lijnsoorten herkennen

Oefenen · 1 · Begrijpen · 8 min

Bekijk de werktekening van de hoeksteun in het handboek (blad 'Een volledige werktekening').



De hoeksteun in drie aanzichten en isometrie.

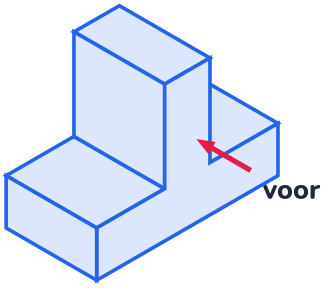
a Welke lijnsoort gebruik je voor elk van deze dingen? (a) de rand tussen voet en lip in het vooraanzicht; (b) de gaten in de voet, gezien in het vooraanzicht; (c) het midden van het gat van Ø 8; (d) de lijn met twee pijlpunten waarboven '60' staat.

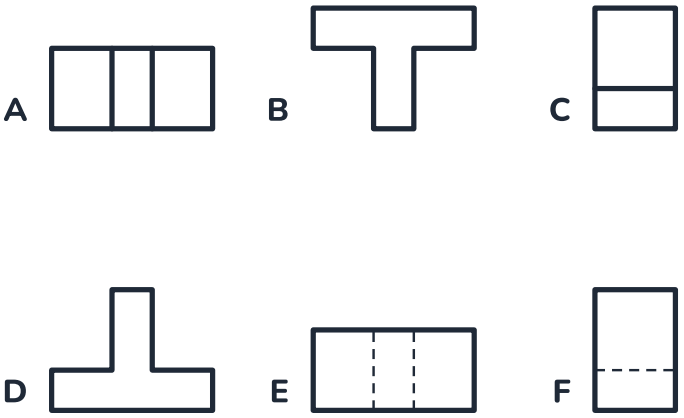
b Waarom zie je het gat van Ø 8 in het bovenaanzicht als twee streeplijnen en niet als cirkel?

31.2 Welk aanzicht is welk?

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Links zie je een T-stuk in isometrie (de pijl wijst naar de voorkant). Rechts staan zes tekeningen A tot F.





Een T-stuk van 40 × 20 × 30 mm en zes mogelijke aanzichten.

a Welke tekening is het vooraanzicht, welke het bovenaanzicht en welke het linkerzijaanzicht?

b Waarom is F geen juist linkerzijaanzicht, hoewel het dezelfde omtrek heeft als C?

c Wat stelt E voor? En B?

d Schets hoe je de drie juiste aanzichten op een blad legt volgens de Europese projectie.

31.3 Schaal omrekenen

Oefenen · 1 · Rekenen · 10 min

Reken om. Schrijf je berekening in de tabel.

Vul de tabel aan.

	ware maat	schaal	tekeningmaat
(a)	600 mm	1:10	
(b)	45 mm	2:1	
(c)		1:5	24 mm
(d)	1180 mm		59 mm
(e)	12 mm	5:1	

31.4 Isometrisch tekenen op raster

Oefenen · 2 · Tekenen · 15 min

Een hoekblok van 30 × 20 × 20 mm, waaruit rechtsvoor bovenaan een blokje van 10 × 10 × 10 mm weggenomen is.





De drie aanzichten (links) en een isometrisch raster (rechts); één hokje is 10 mm.

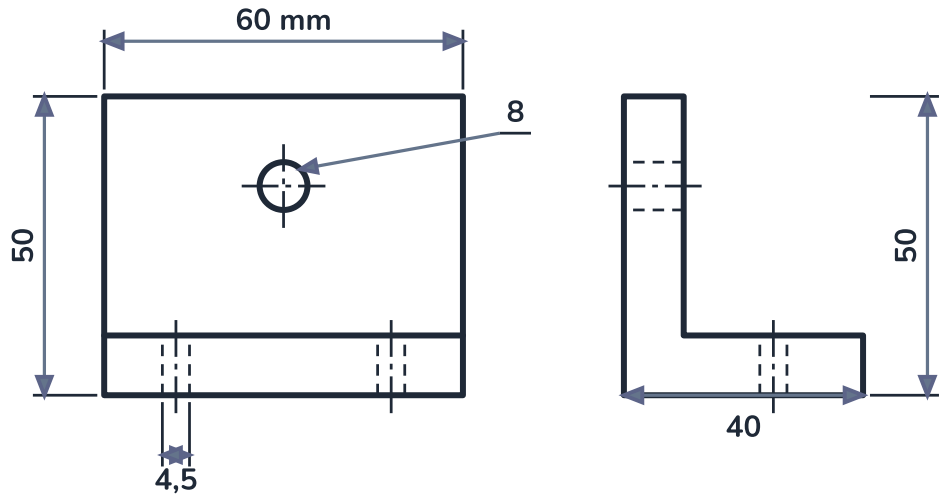
a Teken het hoekblok isometrisch op het raster. Begin bij de gemarkeerde hoek.

b Waarom zijn de twee lijnen in het linkerzijaanzicht gestreept?

31.5 Fouten in de maatvoering

Oefenen · 2 · Begrijpen · 12 min

Op deze tekening van de hoeksteun staan zes fouten tegen de regels van de maatvoering.



Vooraanzicht en linkerzijaanzicht van de hoeksteun, met fouten in de maten.

Zoek de zes fouten en schrijf bij elke fout de regel die geschonden is.

Toepassen

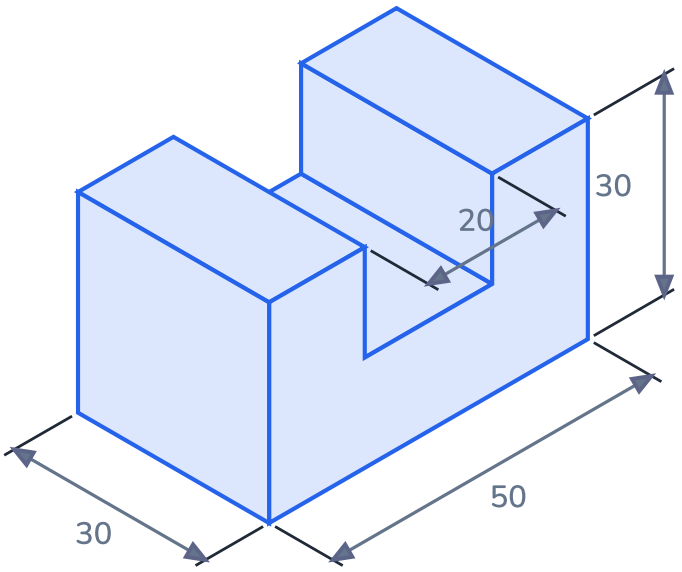
Toepassen

meerdere stappen, in een context

31.6 Van isometrie naar drie aanzichten

Toepassen · 3 · Tekenen · 25 min

Een U-blok met een sleuf. Alle maten in mm.



Een U-blok van 50 × 30 × 30 mm met een sleuf van 20 mm breed en 15 mm diep.

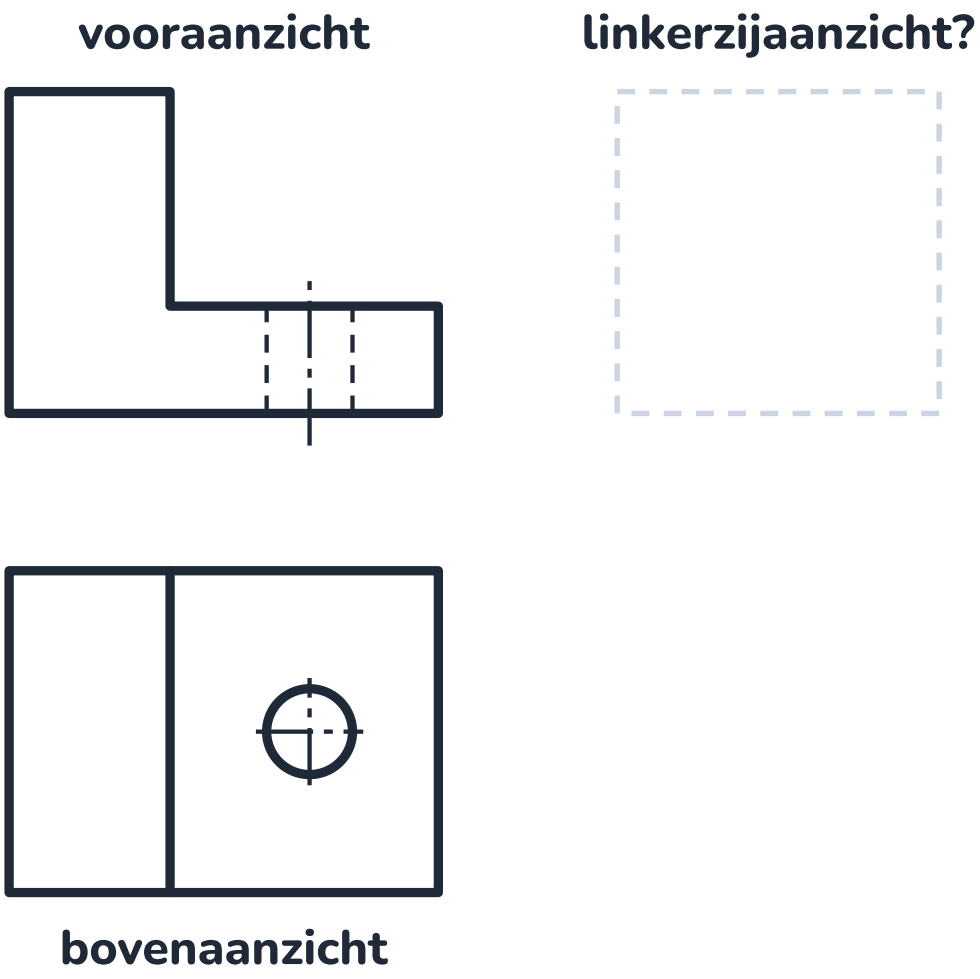
a Teken het vooraanzicht, het bovenaanzicht en het linkerzijaanzicht in Europese projectie op schaal 1:1 (één hokje = 5 mm). Gebruik de juiste lijnsoorten.

b In welk aanzicht heb je een verborgen lijn nodig, en waarom?

31.7 Het ontbrekende aanzicht

Toepassen · 3 · Tekenen · 20 min

Van een L-blok met een gat kreeg je het vooraanzicht en het bovenaanzicht (maten in mm: 40 breed, 30 diep, 30 hoog; voet 10 mm dik; opstaand deel 15 mm breed; gat Ø 8).



Vooraanzicht en bovenaanzicht; het kader rechts is voor het linkerzijaanzicht.

a Teken het linkerzijaanzicht in het lege kader, met verborgen lijnen en hartlijnen.

b Leg uit hoe je aan het vooraanzicht ziet dat het gat door de voet gaat en niet door het opstaande deel.

31.8 Maatvoering aanbrengen

Toepassen · 3 · Tekenen · 20 min

Neem de drie aanzichten van het U-blok die je in opdracht 31.6 tekende (of de oplossing ervan).

a Breng alle maten aan die nodig zijn om het U-blok te maken, volgens de regels. Gebruik zo weinig mogelijk maten.

b Hoeveel maten heb je nodig? Welke maat zou je dubbel zetten als je niet oplet?

31.9 Welke schaal kies je?

Toepassen · 2 · Rekenen · 12 min

Op een A4 heb je voor drie aanzichten ongeveer 270 × 150 mm. De drie aanzichten nemen samen ongeveer (breedte + diepte) in de breedte en (hoogte + diepte) in de hoogte in, plus wat ruimte ertussen. Kies telkens de grootste schaal uit de reeks 5:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:20 waarmee het past.

a Het waterreservoir, buiten 420 × 320 × 260 mm.

b De TMP36-sensor, 5 × 4 × 5 mm (zonder pootjes).

c De meetkas, 1200 × 600 × 800 mm (binnenmaten).

d De hoeksteun, 60 × 40 × 50 mm.

31.10 Opmeten en schetsen

Toepassen · 3 · Labo · 40 min

Kies een eenvoudig voorwerp met minstens één gat of uitsparing: een gum, een USB-stick, een houten blokje met gat, een LEGO-blokje. Meet het op met een schuifmaat en maak er een bematen schets van.

a Maak een isometrische schets uit de vrije hand.

b Schets drie aanzichten in Europese projectie (op ruitjes, uit de vrije hand).

c Meet alle maten op met de schuifmaat en zet ze op je aanzichten, volgens de regels.

d Geef je schets aan een klasgenoot. Kan hij zonder vragen zeggen hoe groot het gat is en waar het zit? Wat moest je bijwerken?

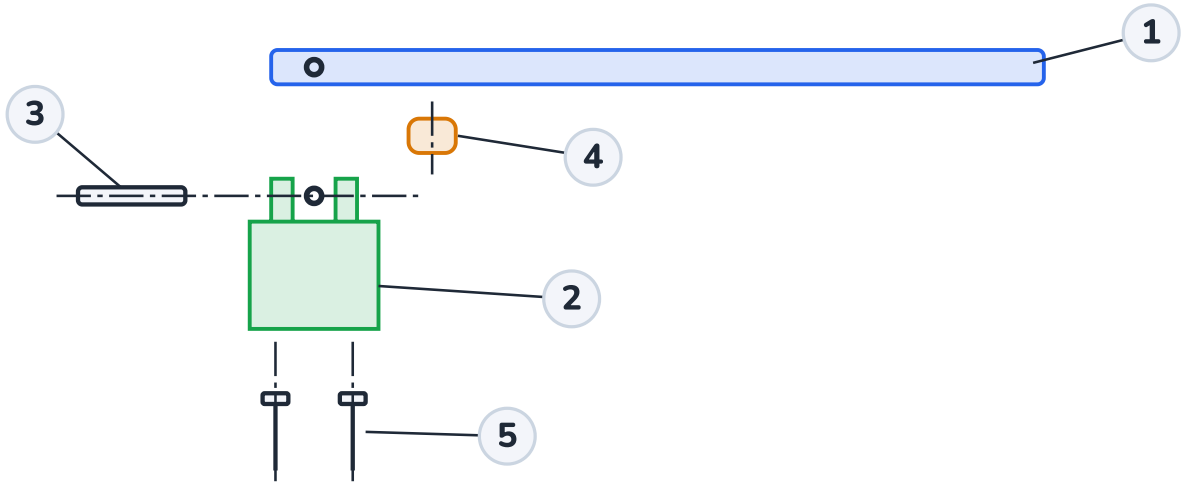
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schets	Verhoudingen kloppen; hulplijnen licht, zichtbare randen donker; cirkels als ellips.
Aanzichten	Juiste plaats (Europese projectie); uitgelijnd; verborgen lijnen en hartlijnen waar nodig.
Maten	Opgemeten tot op 0,1 mm; in mm zonder eenheid; elke maat één keer; volledig.
Controle	De test bij een klasgenoot is uitgevoerd en de tekening werd verbeterd.

31.11 Een stuklijst opstellen

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

De klemhendel van het dakraam (hoofdstuk 12) bestaat uit: een hendel van aluminium strip 140 × 20 × 4 mm; een scharnierblok van PETG, 30 × 20 × 25 mm, 3D-geprint; een as van roestvast staal, Ø 5 × 30 mm; een drukneus van rubber, Ø 10 × 8 mm; en twee schroeven M4 × 12 van roestvast staal om het blok vast te zetten.



De klemhendel, uit elkaar getrokken. De cirkeltjes zijn positienummers.

a Vul de stuklijst in, met de positienummers uit de figuur.

pos	aantal	benaming	materiaal	afmetingen / norm

b Welke onderdelen krijgen een eigen werktekening, en welke niet? Waarom?

31.12 Habitat: de werktekening van de plantentafel

●●● Uitdagen | 4 | Habitat | 60 min

De plantentafel van de meetkas (hoofdstuk 10, 11 en 13) bestaat uit een blad van watervast multiplex van 1180 × 580 × 18 mm op drie steunen van hetzelfde multiplex, 562 × 282 × 18 mm (de tafel is 300 mm hoog). De twee buitenste steunen staan 20 mm naar binnen, de middelste staat in het midden. Tegen de achterkant van de steunen zit een achterregel van 1140 × 60 × 18 mm, vlak onder het blad. Alles wordt geschroefd met roestvast stalen schroeven 4 × 40 mm: drie per steun door het blad, twee per steun door de regel.

a Maak op schaal 1:10 de drie aanzichten van de tafel, in Europese projectie, met de juiste lijnsoorten.

b Breng de maten aan die nodig zijn om de tafel te maken.

c Maak de stuklijst en het titelblok.

pos	aantal	benaming	materiaal	afmetingen / norm

d Controleer met de tekening: hoe breed is de ruimte tussen twee steunen? Past het reservoir (buiten 420 × 320 × 260 mm) eronder?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Aanzichten	Drie aanzichten op de juiste plaats, uitgelijnd; steunen en regel verborgen in het bovenaanzicht.
Maten	Blad, steunen en regel volledig bepaald, plaats van de steunen (20 mm, midden); geen dubbele maten.
Stuklijst en titelblok	Vier posities met juiste aantallen (1, 3, 1, 15); schaal 1:10, projectiesymbool, nummer.
Controle	Ruimte tussen de steunen berekend (543 mm) en vergeleken met het reservoir.

31.13 Eén vooraanzicht, veel voorwerpen

Uitdagen · 4 · Tekenen · 20 min

Het vooraanzicht van een voorwerp is een rechthoek van 40 × 20 mm, zonder lijnen erin. Het bovenaanzicht is een rechthoek van 40 × 30 mm, ook zonder lijnen erin.

a Teken drie verschillende linkerzijaanzichten die bij dit vooraanzicht en bovenaanzicht passen.

b Schets één van je voorwerpen isometrisch.

c Waarom mag er in het zijaanzicht geen trede (L-vorm) staan?

31.14 Een gat in isometrie

●●● Uitdagen | 4 | Tekenen | 20 min

Een blok van 40 × 40 × 20 mm met in het midden een verticaal gat van Ø 20 mm, helemaal door.

a Teken het blok isometrisch op schaal 2:1 met de ruitmethode voor het gat.

b Zie je in je tekening door het gat de onderrand van het gat? Leg uit met je tekening.

c Bereken de lange en de korte as van de ellips bovenaan, op je tekening (2:1).

31.15 Debat: tekenen met de hand is voorbij

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 20 min

Stelling: *'Nu er CAD-programma's zijn, is leren tekenen met potlood en lat tijdverlies.'*

a Geef twee argumenten voor en twee tegen.

b Wat verandert er níet als je met de computer tekent?

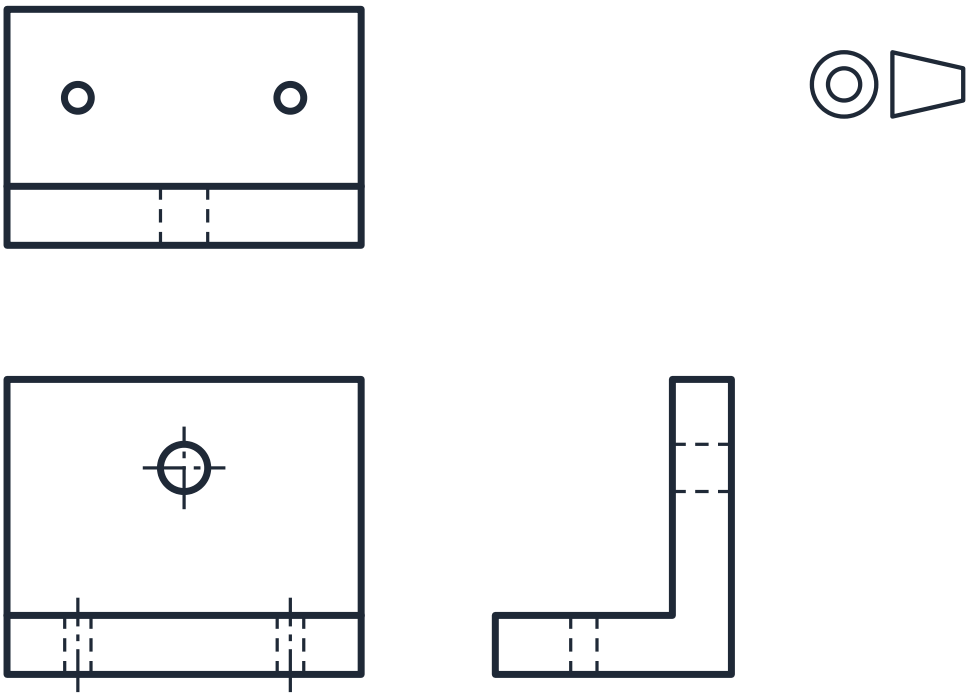
ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Twee echte argumenten per kant.
Inzicht	Ziet dat de afspraken (projectie, lijnsoorten, maatvoering) ook in CAD gelden.
Voorbeeld	Een concrete situatie waarin een schets met de hand sneller of beter is.

31.16 Een tekening uit Amerika

Uitdagen · 4 · Analyseren · 15 min

Een leverancier stuurt deze tekening van de hoeksteun. Rechtsboven staat het projectiesymbool.



De hoeksteun, getekend door een leverancier.

a Welke projectiemethode is dit? Waaraan zie je dat (twee aanwijzingen)?

b Welk zijaanzicht staat er rechts? Waar zit in dat aanzicht de voorkant van het voorwerp?

c Wat kan er misgaan als een Europese maker deze tekening leest zonder op het symbool te letten?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan een eenvoudig voorwerp uit de vrije hand schetsen, met lichte hulplijnen en goede verhoudingen, ook een cirkel.

Ik kan een voorwerp isometrisch tekenen op een isometrisch raster (assen onder 30°, ware lengte langs de assen), met cirkels als ellipsen.

- [ ] Ik kan het vooraanzicht, het bovenaanzicht en het linkerzijaanzicht tekenen en correct plaatsen volgens de Europese projectie.
- [ ] Ik kan zichtbare randen, verborgen randen en hartlijnen tekenen met de juiste lijnsoort.
- [ ] Ik kan een tekening bematen volgens de afspraken: maatlijnen, maathulplijnen, maatgetallen in mm, elke maat één keer.
- [ ] Ik kan rekenen met schaal (1:2, 1:5, 2:1) en een passende schaal kiezen.
- [ ] Ik kan een titelblok en een stuklijst lezen en invullen.

WERKBOEK · HOOFDSTUK 32

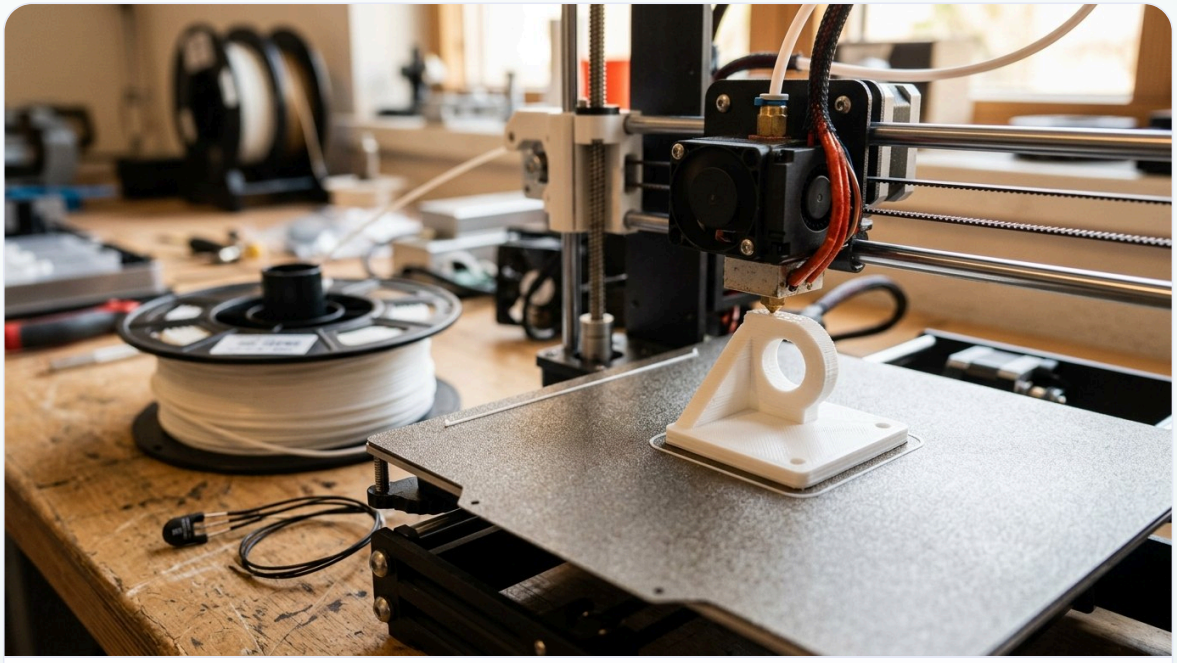
Van idee tot object: CAD en 3D-printen

Van een schets op papier naar een onderdeel dat je in je hand houdt, laag per laag

Je begint met de basis: vormen herkennen, driehoeken tellen, overhang beoordelen, filament en lagen uitrekenen. Daarna ontwerp je zelf onderdelen in CAD, reken je tijd en kosten, kies je printrichting en toleranties, en test je je eigen printer. In de uitdagingen ontwerp je een houder voor de bodemvochtsensor (opdracht 32.13, voor je Habitat-portfolio), verbeter je een onderdeel zodat het zonder support print en weeg je vulling af tegen sterkte.

5× oefenen · 7× toepassen · 4× uitdagen · ± 377 min

D Ontwerpen en maken · M Materie en chemie



Laag per laag groeit de sensorhouder voor de meetkas: 150 lagen van 0,2 mm.

Oefenen

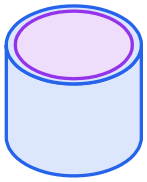
Oefenen

één stap, direct toepassen

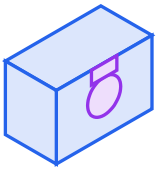
32.1 Welke basisvormen?

Oefenen · 1 · Begrijpen · 10 min

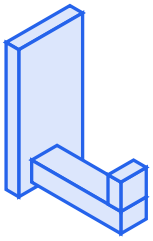
Drie voorwerpen, gebouwd in een CAD-programma.



a · potje



b · slanghouder



c · haakje

Een potje, een slanghouder en een haakje.

a Schrijf voor elk voorwerp welke basisvormen je nodig hebt, en welke daarvan een gat zijn.

b Waarom moet je de vormen groeperen voor je exporteert?

32.2 Driehoeken tellen

Oefenen · 1 · Rekenen · 8 min

Een STL-bestand beschrijft het oppervlak met driehoeken. Een cilinder met n zijden heeft $4n - 4$ driehoeken.

a Hoeveel driehoeken heeft een doos?

b En een wig (een driehoekig prisma)?

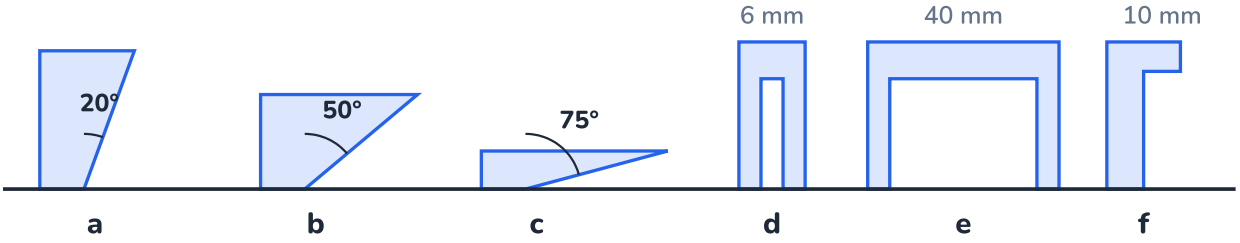
c Een cilinder met 20 zijden? Met 64 zijden?

d Waarom zet je een cilinder niet standaard op 1000 zijden?

32.3 Support nodig?

●○○ Oefenen · 2 · Begrijpen · 10 min

Zes vormen staan op het printbed. De hoeken zijn gemeten vanaf de verticale.



a tot c: schuine wanden; d en e: bruggen; f: een horizontaal uitsteeksel.

Welke vormen print je zonder support? Leg telkens kort uit.

32.4 Van volume naar filament

●○○ Oefenen · 2 · Rekenen · 12 min

Een etiketplaatje van 60 × 20 × 3 mm met twee gaten van Ø 3,5 mm wordt massief geprint in PLA ($\rho = 1{,}24\,\mathrm{g/cm^3}$, filament Ø 1,75 mm, doorsnede 2,405 mm²).

a Bereken het volume in mm³ en in cm³.

b Bereken de massa.

c Hoeveel meter filament is dat?

d Hoeveel plaatjes haal je uit een rol van 1 kg (verlies niet meegerekend)?

32.5 Lagen tellen

●○○ Oefenen · 2 · Rekenen · 10 min

De hoeksteun uit hoofdstuk 31 is 50 mm hoog. Met lagen van 0,2 mm duurt de print 50 minuten.

a Hoeveel lagen bij 0,1, 0,2 en 0,3 mm?

b Schat de printtijd bij 0,1 en 0,3 mm.

c Kan je met een spuitmond van 0,4 mm ook lagen van 0,5 mm printen? Waarom niet?

●●○ Toepassen Toepassen

meerdere stappen, in een context

32.6 Een bouwplan voor een slangklem

●●○ Toepassen · 3 · Ontwerpen · 30 min

De druppelslang van de meetkas (binnendiameter 8,0 mm, buitendiameter gemeten 10,0 mm) moet langs de rand van het tafelblad lopen (18 mm dik). Je ontwerpt een klem die over de tafelrand schuift en de slang vasthoudt. Je printer maakt gaten en sleuven 0,2 mm kleiner dan getekend.

a Maak een schets van je klem met de belangrijkste maten.

b Schrijf het bouwplan in CAD: welke vormen en gaten, met maten en plaats.

stap	vorm of gat	maten (mm)	plaats

c Welke maat teken je voor de sleuf over de tafelrand en voor het gat van de slang? Leg uit.

d In welke richting print je de klem? Waarom?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Schets	Klem over de tafelrand + houder voor de slang; maten erbij.
Bouwplan	Vormen en gaten met maten en plaats; gaten langer dan het materiaal; uitlijnen en groeperen.
Toleranties	Speling en printerafwijking verrekend en uitgelegd.
Printrichting	Zonder support, met de ronde vorm als profiel op het bed.

32.7 Printtijd en kosten van een reeks

Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

De klas print twaalf etiketplaatjes, één voor elk bakje. Volgens de slicer kost één plaatje 2,6 g PLA en 11 minuten. Twaalf tegelijk op het bed kost 31 g en 1 uur 55 minuten. PLA kost € 20 per kg; de printer verbruikt ongeveer 0,12

kW tijdens het printen; stroom kost € 0,30 per kWh.

a Hoe lang duurt het als je de plaatjes één voor één print? Hoeveel tijd win je door ze samen te printen?

b Waarom is samen printen sneller, hoewel de printer evenveel plastic legt?

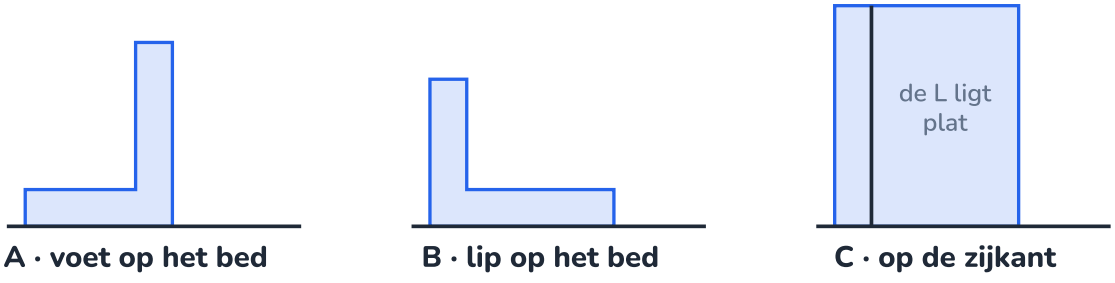
c Bereken de kosten van filament en elektriciteit voor de hele reeks (samen geprint).

d Een klasgenoot print elk plaatje apart 'voor de zekerheid'. Welk risico heeft samen printen wel?

32.8 Printrichting van de hoeksteun

Toepassen · 3 · Analyseren · 15 min

De hoeksteun uit hoofdstuk 31 (voet 60 × 40 × 10 mm met twee verticale gaten Ø 4,5, lip 60 × 10 × 40 mm met een horizontaal gat Ø 8) wordt in PETG geprint. De duwstang duwt via de pen in het gat van Ø 8 op de lip, tot 40 N.



Drie manieren om de hoeksteun op het bed te leggen, telkens van voren gezien. Bij C ligt de L-vorm plat op het bed; je ziet de lip als een smalle strook.

a Vul in: welke gaten liggen horizontaal (moeilijker) in elke richting?

richting	horizontale gaten	support nodig?
A		
B		
C		

b In welke richting is de hoek tussen voet en lip het sterkst? Leg uit met de lagen.

c Welke richting kies je?

32.9 Toleranties ontwerpen

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Je printer maakt gaten en sleuven 0,2 mm kleiner dan getekend (zie de proef). Je wil telkens 0,2 mm speling per kant.

a Welke maat teken je voor een sleuf waarin een koker van 20 × 20 mm moet schuiven?

b Welk gat teken je voor de pen van Ø 8 mm van de duwstang (ze moet kunnen draaien)?

c Een schroef M4 moet vast in het plastic zitten zonder moer (hij tapt zelf zijn draad). Teken je het gat groter of kleiner dan 4 mm? Welke maat zou je testen?

32.10 Lasersnijden: de snede

●●○ Toepassen · 3 · Rekenen · 15 min

Je lasert uit multiplex van 3 mm een deksel voor het reservoir: een vierkant van 100 × 100 mm met in het midden een vierkant gat van 30 × 30 mm voor de slang. De snede is 0,15 mm.

a Hoe groot wordt het deksel echt, en hoe groot het gat?

b Je lasert ook een vierkant plugje van 30 × 30 mm om het gat te sluiten. Past het? Hoeveel speling is er?

c Hoe pas je de tekening aan zodat het plugje klemt?

32.11 Labo: test je printer

Toepassen · 3 · Labo · 60 min

Voer de proef 'Hoe nauwkeurig is onze printer?' uit met je eigen printer en filament.

a Teken en print het testplaatje. Noteer je slicerinstellingen.

b Meet en noteer.

CAD (mm)	meting 1	meting 2	meting 3	gemiddelde	verschil	pen past?

c Teken de grafiek: gemeten tegen CAD, met de lijn 'gemeten = CAD'.

d Welke afwijking heeft jouw printer? Welk gat teken je voor een pen van 5,00 mm die moet schuiven?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Testplaatje	Vijf gaten met stappen van 0,2 mm, 64 zijden, plat geprint; instellingen genoteerd.
Metingen	Drie metingen per gat in verschillende richtingen, gemiddelde tot op 0,01 mm.
Grafiek	Assen met eenheid, de lijn gemeten = CAD, de punten eronder.
Besluit	Afwijking als getal; ontwerpregel voor een schuivende passing.

32.12 Welke maakmethode?

●●○ Toepassen · 2 · Begrijpen · 12 min

Kies voor elk voorwerp een maakmethode: 3D-printen, lasersnijden, zagen en boren, vacuümvormen of spuitgieten.

(a) Een vervangknop voor een oude radio, met een ribbeltje. (b) 30 gelijke naambordjes van acryl. (c) Een aluminium profiel van 1,20 m op lengte. (d) 10 000 flessendoppen. (e) Een doorzichtig kapje over een sensor, dunwandig, in 20 stuks.

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

32.13 Habitat: een houder voor de bodemvochtsensor

●●● Uitdagen · 4 · Habitat · 90 min

De capacitieve bodemvochtsensor van de meetkas (hoofdstuk 25) is een printplaat van 98 × 23 × 1,6 mm. De bovenste 25 mm, met de elektronica, mag niet in de grond en niet nat worden. Voor een eerlijke meting moet de sensor in elk bakje **even diep** en **rechtop** zitten (hoofdstuk 2). De plantenbak heeft een wand van 2 mm (hoofdstuk 31) en wordt 10 cm hoog met potgrond gevuld (de bak is 12 cm hoog). Je printer maakt gaten en sleuven 0,2 mm kleiner.

a Schrijf een klein PvE voor de houder: minstens drie moet-eisen en twee wensen, meetbaar.

b Schets je ontwerp (vooraanzicht en zijaanzicht), met de maten.

c Schrijf het bouwplan in CAD (vormen, gaten, maten, plaats) en verklaar elke passende maat.

stap	vorm of gat	maten (mm)	waarom deze maat?

d Kies de printrichting en bereken ruw de massa (massief volume × 60 %, PLA).

e Print, test in een bak en noteer wat je verbetert. Portfolio: bewaar het ontwerp als SH-2.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

PvE	Meetbare eisen: diepte vast, elektronica boven de grond, past op een wand van 2 mm, printbaar zonder support.
Ontwerp	Schets met maten; klem en sensorgleuf passen bij 2 mm en 1,6 × 23 mm, met speling en printerafwijking.
Bouwplan	Volledig en in de juiste volgorde; gaten langer dan het materiaal.
Printen en rekenen	Printrichting zonder support gemotiveerd; massa berekend.
Testen	In een echte bak getest; verbetering beschreven; SH-2 in het portfolio.

32.14 Ontwerp: zonder support

●●● Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 30 min

Een leerling ontwierp een kapje dat boven de lichtsensor (LDR) komt: een blok van 20 × 20 × 10 mm met bovenaan een horizontale rand van 5 mm breed rondom (een 'hoedje' van 30 × 30 × 2 mm), zodat regendruppels niet op de sensor lopen. Ze wil het in één stuk printen, met het blok op het bed.

a Waarom lukt dat niet zonder support?

b Bedenk twee manieren om het kapje zonder support te printen. Schets ze.

c Welke kies je, en wat verandert er voor de werking?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Diagnose	Horizontale overhang van 5 mm aan alle kanten herkend.
Oplossingen	Twee echt verschillende oplossingen, geschetst: vorm of printrichting.
Keuze	Gemotiveerd met werking én printbaarheid.

32.15 Analyse: vulling en sterkte

Uitdagen · 4 · Analyseren · 25 min

Een klas printte een haakje met 2 wanden bij vier vullingen en trok elk haakje kapot met een veerunster (drie haakjes per vulling, gemiddelde).

vulling	breekkracht (N)	massa (g)	printtijd (min)
10 %	180	6,1	24
20 %	210	6,8	27
40 %	260	8,2	33
100 %	330	12,4	51

a Bereken voor elke vulling de breekkracht per gram. Welke vulling geeft de meeste sterkte per gram?

vulling	N per g

b Van 40 naar 100 %: hoeveel procent sterker, en hoeveel procent meer materiaal en tijd?

c Het haakje moet een tas van 8 kg (78 N) dragen, met veiligheidsfactor 2. Welke vulling kies je?

d Een klasgenoot zegt: 'Een derde wand zou meer helpen dan 40 % vulling.' Hoe zou je dat testen?

32.16 Debat: een 3D-printer in elke klas?

Uitdagen · 3 · Argumenteren · 20 min

Stelling: *'Elke klas zou een eigen 3D-printer moeten hebben.'*

a Geef twee argumenten voor en twee tegen. Gebruik minstens één getal uit dit hoofdstuk.

b Onder welke voorwaarden zou je de stelling steunen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Argumenten	Twee echte argumenten per kant, met minstens één getal (massa, tijd, kost).
Duurzaamheid	Denkt aan mislukte prints, supports en afval, en aan wat het vervangt.
Voorwaarden	Concrete, haalbare afspraken.

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

- Ik kan een eenvoudig onderdeel modelleren in een CAD-programma in de browser met basisvormen, gaten, verplaatsen, uitlijnen en groeperen. ▢ ▢ ▢
- Ik kan uitleggen hoe een model via een STL-bestand (driehoeken) en een slicer (lagen, G-code) een print wordt. ▢ ▢ ▢
- Ik kan de invloed van laaghoogte, wanden, vulling en supports op kwaliteit, sterkte, tijd en materiaal uitleggen. ▢ ▢ ▢
- Ik kan het materiaalverbruik van een print berekenen: volume, massa met de dichtheid, en de lengte filament. ▢ ▢ ▢
- Ik kan ontwerpen voor de printer: de 45°-regel voor overhang, bruggen, een goede printrichting, een voldoende wanddikte. ▢ ▢ ▢
- Ik kan toleranties toepassen: speling tussen onderdelen en de maatafwijking van je printer, gemeten met een testprint. ▢ ▢ ▢
- Ik kan lasersnijden en andere maakmethoden vergelijken en voor een onderdeel een passende methode kiezen. ▢ ▢ ▢

WERKBOEK · HOOFDSTUK 33

Integratieproject: de meetkas

Van programma van eisen tot presentatie: je team bouwt, programmeert, test en presenteert de eerste module van Habitat

Dit is jullie projectmap. De opdrachten volgen de fasen van het project. **Oefenen** zijn korte voorbereidingen per fase, alleen of met twee. **Toepassen** zijn de echte projectopdrachten van het team, elk met een rubric: van het programma van eisen tot de presentatie en de peer-evaluatie. **Uitdagen** vraagt meer: foutzoeken in een echt verslag, het programma slimmer maken, december zonder stopcontact, een debat en de eindevaluatie. Alles is Habitat-werk: bewaar het in je portfolio.

8× oefenen · 14× toepassen · 6× uitdagen · ± 1407 min

D Ontwerpen en maken · O Onderzoeken en meten · L Elektriciteit en elektronica · P Programmeren en computationeel denken · B Leven en systemen · E Energie



De meetkas af: ze meet, geeft water, verlucht en draait op de zon. De eerste module van Habitat werkt.

●○○ Oefenen — Oefenen

één stap, direct toepassen

33.1 Welk hoofdstuk, welk onderdeel?

●○○ Oefenen · 2 · Begrijpen · 15 min

Elk onderdeel van de meetkas kreeg in een ander hoofdstuk zijn maat of zijn werking. Gebruik het ontleedblad en het verbandblad van het handboek.

a Vul de tabel aan.

onderdeel	waarde of keuze	hoofdstuk
binnenmaten van de kas		
stroom door de ledstrip		
drempel voor water geven		
opening van het dakraam		
piekvermogen van het zonnepaneel		
werktekening van de plantenbak		
plaats van de groepen in de groeiproef		
houder van de temperatuursensor		

b Uit welk deel van Fundamental (F1 tot F8) komen de meeste onderdelen? Is dat logisch voor een meetkas?

33.2 Habitat: rollen en afspraken

Oefenen · 2 · Habitat · 25 min

Een project van tien weken lukt alleen als iedereen weet wat hij doet en wat er afgesproken is. Gebruik de rollen uit het handboek (fase 1).

a Verdeel de rollen.

rol	naam	tweede verantwoordelijke	eerste taak in week 1
projectleider			
bouwer			
elektronicus-programmeur			
onderzoeker			

b Schrijf drie teamafspraken: hoe beslissen jullie, wat gebeurt er als iemand afwezig is, en wanneer vullen jullie het logboek in?

c Welke rol past het best bij jou, en in welke rol wil je iets bijleren? Waarom?

33.3 Van eis naar test

Oefenen · 2 · Begrijpen · 15 min

Een eis is pas nuttig als iemand anders kan nagaan of ze gehaald is (hoofdstuk 30). Kies voor elke eis een toets en een criterium.

a Vul de tabel aan.

eis	toets (hoe en waarmee?)	criterium	in fase
K5: raam met de hand ≤ 10 N			
W2: ≥ 14 dagen zonder bijvullen			
C4: grondankers ≥ 100 N			
G5: herstart in veilige stand			
E2: batterij ≥ 3 winterdagen			

b Welke van deze eisen kan je niet in één lesuur testen? Wat doe je dan?

33.4 Wat kost de kas?

Oefenen · 2 · Rekenen · 15 min

Gebruik de stuklijst met richtprijzen in het handboek (fase 2).

a Tel de richtprijzen op van de elektriciteit (pos. 16 tot 20) en van de besturing (pos. 21 tot 24).

b Hoeveel procent van de totale waarde (€ 556) gaat naar de constructie (€ 282)?

c De school heeft pos. 6, 8, 15, 18, 20, 21, 22 en 24 al. Hoeveel moet het team nog kopen? Haalt het de wens G4 (hoogstens € 400)?

d Het zonnepaneel, de laadregelaar, de batterij en de kast (€ 190) tellen niet mee voor G4. Waarom zou dat zo afgesproken zijn?

33.5 Stroom per tak

Oefenen · 2 · Rekenen · 15 min

De 12 V-kant van de kas heeft vier takken (aansluitschema in het handboek). De ledstrip bestaat uit twee helften van 60 Ω, parallel.

a Bereken de stroom door één helft van de ledstrip en door de hele ledstrip.

b Vul de tabel aan.

tak	stroom	zekering (0,25 / 0,5 / 1 / 2 A)
ledstrip		
pompje	0,65 A	
duwstang	±0,5 A	
omvormer	0,15 A	
alles samen (hoofdzekering)		

c Het programma laat het pompje en de duwstang nooit samen draaien. Hoe groot is de grootste stroom dan echt?

33.6 Habitat: het pinplan

Oefenen · 2 · Habitat · 15 min

Het pinplan is de afspraak tussen de schakeling en de code. Het staat in hoofdstuk 24 en 25, in het handboek (fase 5) en bovenaan het programma.

a Vul het pinplan in.

pin	onderdeel	ingang of uitgang?	welke kant van het onderdeel is 12 V?
A0			
A1			
A2			
D2			
D3			
D4			
D6			
D7			
D10			

b Waarom mag vlotter B1 van de pompkring niet ook op D3?

33.7 Wat doet het programma?

●○○ Oefenen · 2 · </> Programmeren · 20 min

Zes losse situaties. Bij elke situatie staat de toestand vóór de meting en wat de sensoren meten. Reken om zoals het programma: $T = (\text{ruw} \cdot 5/1023 - 0{,}5) \cdot 100 - 1{,}5$ en vocht = map(ruw, 600, 300, 0, 100), waarbij map() alles na de komma weglaat.

a Vul de tabel aan.

	toestand vooraf	A1	A0	water?	T (°C)	vocht (%)	wat doet het
(1)	raam dicht, wacht 0, mislukt 0	166	500	ja			
(2)	raam open, wacht 0, mislukt 0	158	520	ja			
(3)	raam open, wacht 6, mislukt 1	154	530	ja			
(4)	raam dicht, wacht 0, mislukt 2	150	525	ja			
(5)	raam dicht, wacht 0, mislukt 0	150	640	ja			
(6)	raam dicht, wacht 0, mislukt 0	150	520	nee (vlotter open)			

b In welke situaties gaat het rode lampje knipperen, en waarom?

33.8 Habitat: symptoom en oorzaak

●○○ Oefenen · 2 · Habitat · 12 min

Koppel elk symptoom aan de meest waarschijnlijke oorzaak, zonder de foutzoektabel. Oorzaken: **A** de temperatuursensor hangt in de zon, zonder houder; **B** T_OPEN en T_DICHT zijn allebei 28; **C** de vochtsensor steekt in een ander bakje dan waar de druppelaar water geeft; **D** zekering F1 of F4 is doorgebrand; **E** het paneel is te klein voor het verbruik, of beschaduwd; **F** de vochtsensor is uit de grond getrokken.

a Koppel symptoom en oorzaak.

symptoom	oorzaak
1. Het raam gaat 's middags tientallen keren open en dicht.	
2. Het pompje pompt elk kwartier; de grond in de bakjes is kletsnat.	
3. Rood knippert; op de laptop staat vocht −13.	
4. 's Morgens is de batterij leeg, alleen in december.	
5. Overdag meet de kas 6 °C meer dan de referentiethermometer.	
6. Niets werkt, geen enkel lampje op de Arduino.	

b Kies één symptoom en beschrijf de test waarmee je de oorzaak bevestigt.

●●○ Toepassen Toepassen

meerdere stappen, in een context

33.9 Fase 1: jullie programma van eisen, versie 2

●●○ Toepassen · 3 · Habitat · 50 min

Neem het programma van eisen van hoofdstuk 30 (versie 1) uit je portfolio. Herbekijk het met je team, eis per eis, met de drie vragen uit het handboek.

a Werk de eisen uit die jullie aanpassen of die een toets nodig hebben (gebruik extra blad voor de rest).

code	nog juist? (ja / aanpassen)	toets en criterium	fase	wie

b Welke eisen passen jullie aan, en waarom?

c Formuleer minstens één nieuwe eis die pas opduikt als je alles samenzet. Maak ze meetbaar: grootheid, grens met eenheid, toets.

d Hoeveel eisen telt jullie versie 2, en hoeveel daarvan zijn moet-eisen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Volledigheid	Alle 34 eisen van versie 1 overlopen; per eis een toets, een criterium en een moment.
Aanpassingen	Onderbouwd met wat later berekend of beslist werd (bv. C1 middensteun, C5 tafel apart, E1-E3 met relais).
Nieuwe eis	Meetbaar, zonder oplossing in de eis, met toets; komt echt uit het samenzetten.
Planning	Elke moet-eis heeft een fase en een verantwoordelijke.

33.10 Fase 1: de planning en het logboek

●●○ Toepassen · 3 · Habitat · 40 min

Tien weken van drie lestijden. Maak jullie eigen planning; de planning van het voorbeeldteam mag het vertrekpunt zijn, maar pas ze aan jullie school aan (vakanties, toetsen, uitstappen). Kleur per fase de weken in.

a Het Gantt-diagram.

fase	1	2	3	4	5	6	7	8
1 · programma van eisen								
2 · ontwerp en tekeningen								
3 · constructie								
4 · elektrische kring								
5 · besturing: code, ijken								
6 · energiebudget								
7 · testen (testweek 7)								
8 · groeiproef, verslag								
9 · presenteren								
logboek en portfolio								

b Duid vijf mijlpalen aan met een ruitje en schrijf erbij wat er dan af moet zijn.

c Welke taken liggen op het kritieke pad? Waar plannen jullie een buffer?

d De eerste drie regels van jullie logboek.

datum	wie	wat gedaan	probleem of beslissing	volgende stap

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Planning	Alle fasen in een logische volgorde; parallel waar het kan; de groeiproef krijgt vijf weken in een werkende kas.
Mijlpalen	Minstens vijf, elk met wat er dan af en getoetst moet zijn.
Kritiek pad	Afhankelijkheden benoemd (frame → wanden, keuring → besturing in de kas, pomp → testweek) en een buffer.
Logboek	Wie, wat, probleem of beslissing, volgende stap; concreet, niet 'we hebben gewerkt'.

33.11 Fase 2: de samenstellingstekening

●●○ Toepassen · 3 · Tekenen · 50 min

Teken de meetkas zoals HAB-F33-01 in het handboek, maar met de keuzes van jullie team (bijvoorbeeld de plaats van de elektronicakast).

a Teken op schaal 1:20 het vooraanzicht, het bovenaanzicht en het linkerzijaanzicht, in Europese projectie.

b Breng de hoofdmaten aan (buitenmaten, binnenlengte, tafelhoogte, dakraam) en teken het titelblok.

c Maak de tekeningenlijst.

nummer	benaming	hoofdstuk

d Controleer drie interfaces met je tekening: past de tafel in de kas, past het reservoir onder de tafel, is het dakraam de helft van het dak?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Aanzichten	Drie aanzichten op de juiste plaats (bovenaanzicht onder, linkerzijaanzicht rechts), uitgelijnd.
Lijnen	Frame met dikke lijnen, wat je door de platen ziet dunner, het open dakraam gestreept.
Maten en titelblok	Alleen hoofdmaten, juist op 1:20; titelblok met benaming, nummer, schaal en projectiesymbool.
Controle	De drie interfaces nagerekend met getallen.

33.12 Fase 3: bouwen en de stijfheidstest

●●○ Toepassen · 3 · Maken · 150 min

Bouw de kas in de volgorde van het handboek. Test daarna eis C2 zoals in de proef van fase 3.

a Bereken de verwachte lengte van de diagonaal van de achterwand (1,20 × 0,80 m) en van een zijwand (0,60 × 0,80 m).

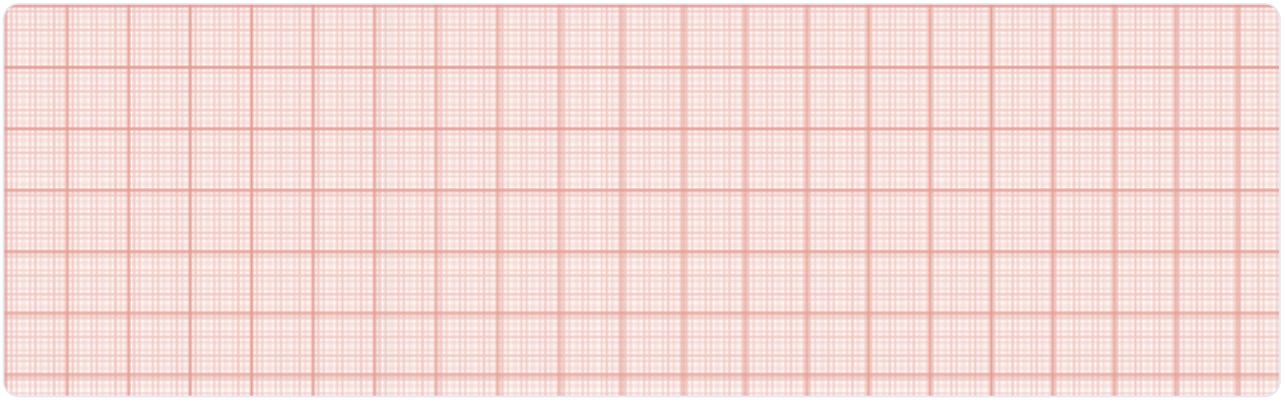
b Meet na elke stap de twee diagonalen van het vlak dat je monteerde.

vlak	diagonaal 1 (mm)	diagonaal 2 (mm)	verschil	in orde?
bodem				
achterwand				
linkerzijwand				
rechterzijwand				
voorkant				

c Stijfheidstest C2: verschuiving van de bovenhoek.

F (N)	zonder diagonalen (mm)	met diagonalen (mm)
0		
10		
20		
30		
40		
50		

d Zet je metingen in een grafiek. Haalt je frame eis C2?



ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Veilig en in volgorde	Checklist gebruikt, elke snede ontbraamd, bouwvolgorde van het handboek.
Maatvastheid	Diagonalen per vlak gemeten; bijgesteld tot het verschil hoogstens een paar millimeter is.
Stijfheidstest	Kracht in stappen, verschuiving tegen een vaste referentie, zonder en met diagonalen.
Besluit	Grafiek met grootheden en eenheden; C2 getoetst aan het criterium; verklaring met driehoeken.

33.13 Fase 3: massa en kantelen

●●○ Toepassen · 3 · Habitat · 30 min

Het rekenmodel van hoofdstuk 13 geeft de massa en de hoogte van het zwaartepunt van elk deel van de volle kas:

deel	massa (kg)	hoogte (m)
water (20 cm)	24,0	0,10
potgrond (vochtig)	43,0	0,35
tafelblad	8,4	0,291
bakjes (12)	3,6	0,36
frame	3,1	0,40
wanden en dak	2,9	0,48
planten	1,2	0,45
lucht	0,69	0,40

a Bereken de totale massa en de hoogte van het zwaartepunt: tel van elk deel massa × hoogte op, en deel door de totale massa.

b Teken het zijaanzicht (0,60 m breed) op schaal met het zwaartepunt in het midden, op de berekende hoogte. Meet met een gradenboog hoe ver je de kas kan kantelen tot het zwaartepunt recht boven de onderrand staat.

c Tel ook de drie steunen (5,8 kg op 0,14 m) en de achterregel (0,8 kg op 0,25 m) mee. Wordt de kas stabieler of minder stabiel? Leg uit zonder te rekenen.

d Twee leerlingen willen de lege kas verplaatsen. Wat raad je aan, met eis C5 (hoogstens 25 kg)?

33.14 Fase 4: de kring bouwen en laten keuren

●●○ Toepassen · 3 · Habitat · 100 min

Bouw de 12 V-kant volgens het aansluitschema, eerst zonder de Arduino. Laat de kring keuren voor je de besturing aansluit.

a Vul de risicotabel aan voor jullie werkplek.

taak	gevaar	kans × ernst	maatregel (STOP)	restrisico
zagen en boren in aluminium				
solderen				
batterij aansluiten				
230 V-adapter				
eigen taak:				

b Meet vóór de keuring, met de multimeter op V⎓ en de zwarte pen op de min.

meetpunt	verwacht	gemeten	in orde?
na F1	12 à 13,5 V		
ingang omvormer (na F4)			
uitgang omvormer			
over de ledstrip, S1 dicht			
over het pompje, K2 open			

c Keuring: vink elk punt van de keuringslijst uit het handboek af en laat de leraar tekenen.

punt	in orde?	opmerking
1		
2		
3		
4		
5		
6		

d Wat deed je team als een punt niet in orde was? Schrijf het ook in het logboek.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Kring	Volgens het schema: F1 na X1, een zekering per tak, B1 in serie met het pompje, K3/K4 als omkeerschakeling.
Veiligheid	Risicotabel met STOP-maatregelen; F6 eerst uit; adapter buiten, droog, achter 30 mA.
Metingen	Multimeter correct ingesteld; spanningen vóór de keuring gemeten en genoteerd.
Keuring	Lijst volledig; fouten hersteld en opnieuw gekeurd.

33.15 Fase 5: sensoren ijken in de kas

Toepassen · 3 · Labo · 60 min

De ijking van hoofdstuk 25 herhaal je met de echte sensoren, in de kas, aan de echte draden. Laat de Arduino de ruwe waarden naar de laptop sturen.

a TMP36 in de SH-1 naast een referentiethermometer.

situatie	referentie (°C)	ruw A1	T volgens het programma (°C)	verschil (°C)
koel ('s morgens)				
middag				
warm (hand, föhn)				

b Bodemvochtsensor in jullie potgrond.

potgrond	ruw A0	in de code als
droog		
nat (net gegoten, uitgelekt)		

c Bereken met jullie ijkpunten de ruwe waarde die bij 30 % hoort.

d LDR: ruwe waarde bij daglicht, bij valavond, en 's avonds met de ledstrip aan.

situatie	ruw A2
daglicht	
valavond	
donker, ledstrip aan	

e Haalt jullie kas eis K1? Wat passen jullie aan in de code?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Werkwijze	Sensor en referentie naast elkaar, wachten tot beide stabiel zijn, drie temperaturen.
Omrekening	T berekend met de formule uit het programma; verschil met het juiste teken.
IJkpunten	Droog en nat in dezelfde potgrond als in de bakjes; drempel juist herrekend.
Besluit	K1 getoetst; de aanpassing van de constanten in de code genoteerd.

33.16 Fase 5: het programma uploaden en stap voor stap testen

Toepassen · 3 · Habitat · 90 min

Upload het volledige programma uit het handboek, met jullie eigen ijkpunten. Test eerst met de ledjes van de relaismodule: laat de stekker van de 12 V-kant eruit, zodat pomp en duwstang niet echt bewegen. Pas als alles klopt, test je met de 12 V-kant aan.

a Het testplan. Vul 'verwacht' in vóór je test.

test	hoe boots je het na?	verwacht	gezien	in orde?
droge grond	sensor in droge potgrond			
natte grond	sensor in natte potgrond			
warm	hand of föhn op de TMP36			
afkoelen	ijszakje tegen de TMP36			
reservoir leeg	vlotter B2 omhoog houden			
sensor los	vochtsensor uit de grond			
slang los	droge grond, pomp in een lege emmer			
knop	na het alarm de knop indrukken			
stroomuitval	stekker X1 een minuut uit			

b Welke test was het moeilijkst na te bootsen? Hoe loste je dat op?

c Vond je een fout? Beschrijf symptoom, oorzaak, oplossing en hertest.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Testplan	Alle negen situaties getest; 'verwacht' vooraf ingevuld.
Veilig testen	Eerst met de relaisledjes, dan pas met pomp en duwstang.
Eerlijk	'Gezien' is wat er echt gebeurde, ook als het anders was dan verwacht.
Fouten	Elke fout met symptoom, oorzaak en oplossing in het logboek, en hertest na de verbetering.

33.17 Fase 6: het energiebudget van jullie kas

Toepassen · 3 · Habitat · 45 min

Meet de stromen van jullie kas met de multimeter in serie (hoofdstuk 19) en reken het budget na zoals in het voorbeeld van het handboek.

a Het budget.

verbruiker	gemeten stroom	vermogen (W)	tijd per dag	energie per dag (Wh)
omvormer (12 V-kant)			24 h	
ledstrip (winter)			4 h	
pompje			225 s	
relais K1 (5 V-kant, via omvormer)			4 h	
duwstang (zonnige dag)			14 × 8 s	
samen: zomer / winter				

b Vergelijk met de opbrengst van het paneel in juni (177 Wh per dag) en in december (62,5 Wh per dag). Wat besluit je?

c Hoeveel winterdagen houdt jullie batterij het vol, als 80 % van de capaciteit bruikbaar is?

d Meet in de testweek elke dag op hetzelfde uur de batterijspanning. Wat verwacht je te zien, en wanneer schrik je?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Metingen	Ampèremeter in serie in de juiste tak; stroom met eenheid; bereik van de meter juist.
Budget	P = U · I en E = P · t juist, tijden per dag realistisch, de 5 V-kant via het rendement van de omvormer.
Besluit	Vergeleken met juni en december; besluit over de adapter als reserve.
Batterij	Bruikbare energie gedeeld door het winterverbruik; E2 getoetst.

33.18 Fase 7: het testrapport

●●○ Toepassen | 3 | Habitat | 90 min

Voer jullie testplan uit, van de deeltests tot de testweek. De codes van de moet-eisen staan voorgedrukt; de wensen voeg je eronder toe.

a Het testrapport van de moet-eisen.

code	toets	criterium	resultaat	voldaan?
M1				
M2				
M3				
C1				
C2				
C3				
C4				
K1				
K2				
K3				
K4				
K5				
K6				
W1				
W2				
W3				
W4				
W5				
W7				
E1				
E2				
V1				
V2				
V3				
G1				
G2				
G5				
P1				

b Welke eisen zijn niet of voorlopig gehaald? Wat is de oorzaak en wat verbeteren jullie?

c Welke wensen haalden jullie? Welke zouden jullie in versie 2 schrappen of veranderen, en waarom?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Volledig	Elke moet-eis getest of eerlijk als 'voorlopig' of 'berekend' gemarkeerd.
Criteria vooraf	Het criterium komt uit het PvE en werd niet achteraf aangepast aan het resultaat.
Resultaten	Gemeten waarden met eenheid, niet alleen 'ja'.
Verbeteren	Voor elke niet-gehaalde eis een oorzaak, een verbetering en een hertest (of een plan).

33.19 Fase 8: de groeiproef uitvoeren

Toepassen · 3 · Onderzoeken · 120 min

Voer het proefplan uit zoals in het handboek (fase 8). De proef loopt vijf weken; meet elke week op dezelfde dag.

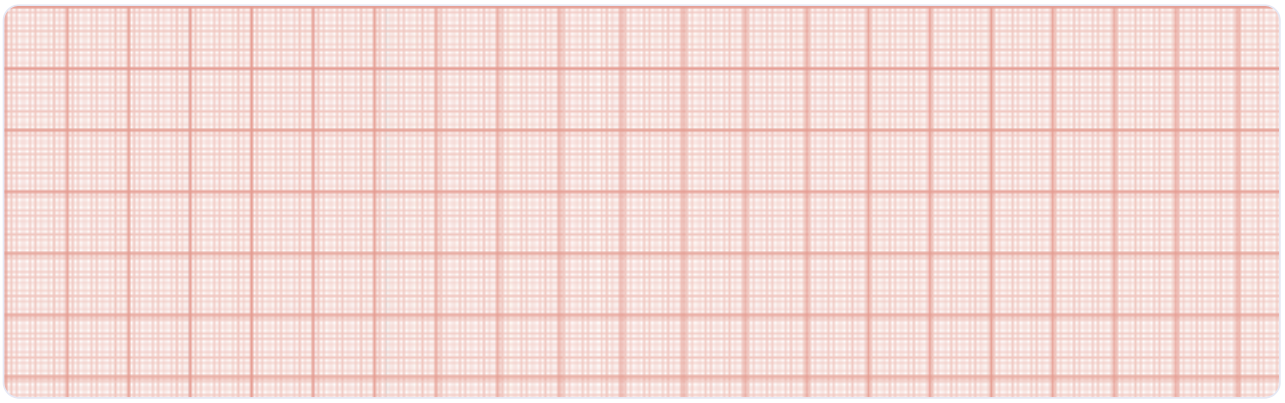
a Weekmetingen.

week	licht onder A / B / C / D	bladeren per bakje A / B / C / D	bijzonderheden

b Oogst.

groep	bakje 1 (g)	bakje 2 (g)	bakje 3 (g)	gemiddelde (g)	bereik (g)
A (0 % schaduw)					
B (30 %)					
C (50 %)					
D (70 %)					

c Teken de grafiek: versgewicht tegenover licht, met de gemiddelden en de losse bakjes.



d Beantwoord de onderzoeksvraag met getallen.

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Uitvoering	Proefplan gevolgd: loting, uitdunnen, zelfde water per bakje, ledstrip uit.
Metingen	Elke week volledig; oogst per bakje op dezelfde dag; eenheden in de kop van de tabel.
Verwerking	Gemiddelde en bereik juist; grafiek met grootheden, eenheden en een passende schaal.
Besluit	Antwoord op de vraag met getallen; het verschil tussen de groepen vergeleken met de spreiding binnen een groep.

33.20 Fase 8: het onderzoeksverslag

Toepassen · 3 · Habitat · 90 min

Schrijf het verslag van de groeiproef met de vaste onderdelen (handboek, fase 8). Gebruik je tabel en grafiek van de vorige opdracht.

a Titel en onderzoeksvraag.

b Hypothese: als ..., dan ..., omdat ....

c Materiaal en methode, kort, met een schets van de indeling van de bakjes.

d Resultaten: verwijs naar je tabel en grafiek, en beschrijf wat je ziet (nog zonder uitleg).

e Besluit.

f Bespreking: wat kan het resultaat beïnvloed hebben, en wat zou je anders doen?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Structuur	Alle onderdelen, in de juiste volgorde; waarneming en interpretatie gescheiden.
Hypothese en besluit	Hypothese toetsbaar; besluit beantwoordt de vraag met getallen en zegt of de hypothese klopt.
Bespreking	Minstens twee echte storende factoren (temperatuur onder het doek, plaats, druppelaars, weinig bakjes) en een verbetering.
Vorm	Kort en zakelijk, eenheden overal, tabel en grafiek met nummer en titel.

33.21 Fase 9: poster, pitch en demo

Toepassen · 3 · Habitat · 90 min

Bereid de presentatie voor zoals in het handboek (fase 9). Oefen de pitch minstens twee keer met een stopwatch.

a Schets de indeling van jullie poster, met de titel en de plaats van de grafiek.

b De pitch van twee minuten.

tijd	wat zeg je?	wie?
0:00-0:20		
0:20-0:50		
0:50-1:20		
1:20-1:45		
1:45-2:00		

c Het draaiboek van de demo.

demo	wat doe je?	wat zie je?	plan B

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Poster	Leesbaar van op een paar meter, één grote grafiek, weinig tekst, titel als vraag of boodschap.
Pitch	Binnen twee minuten; probleem, oplossing, bewijs met getallen, wat we leerden; iedereen spreekt.
Demo	Voorbereid en getest, met een plan B; toont een regeling live.
Vragen	Eerlijke antwoorden, ook over wat niet lukte.

33.22 Peer- en zelfevaluatie

Toepassen · 3 · Habitat · 25 min

Beoordeel jezelf en je teamgenoten met dezelfde criteria, van 1 (zelden) tot 4 (altijd). Wees eerlijk en geef iedereen één top en één tip.

a Scores.

criterium	ikzelf	teamlid 2	teamlid 3	teamlid 4
komt afspraken en deadlines na				
levert kwaliteit in de eigen rol				
helpt anderen en deelt wat hij kan				
denkt mee en brengt ideeën aan				
houdt het logboek mee bij				

b Top en tip.

teamlid	top: wat ging goed?	tip: wat kan beter?

c Vergelijk je zelfevaluatie met wat de anderen over jou schreven. Wat valt je op?

●●● Uitdagen Uitdagen

transfer, open problemen, leerlijnen combineren

33.23 Foutzoeken in het verslag van een kas

●●● Uitdagen · 4 · Analyseren · 35 min

Een team liet de kas een dag alleen en leest 's avonds het verslag op de laptop. Elke regel is één minuut: `minuut;T;licht;vocht;raam;beurten;mislukt` (de Arduino schrijft een punt in plaats van een komma). Drie stukjes:

Stuk A ('s nachts)

```
0;9.6;60;29;0;1;1
1;9.6;60;29;0;1;1
15;9.6;60;28;0;2;2
16;9.6;60;28;0;2;2
30;9.1;60;27;0;3;3
31;9.1;60;26;0;3;3
45;9.1;60;25;0;3;3
46;9.1;60;25;0;3;3
```

Stuk B (overdag; de referentiethermometer in de schaduw wees om 14 uur 24,4 °C aan)

```
658;23.8;800;33;0;3;0
659;33.1;800;33;1;3;0
660;32.6;800;32;1;3;0
```

```
838;33.5;800;34;1;4;0
839;33.5;800;34;1;4;0
1016;30.1;800;35;1;5;0
1017;20.8;800;35;0;5;0
1018;21.3;800;35;0;5;0
```

Stuk C ('s avonds)

```
1162;15.5;800;38;0;6;0
1163;15.5;800;38;0;6;0
1164;15.5;800;-13;0;6;0
1165;15.5;800;-13;0;6;0
1166;15.5;800;-13;0;6;0
```

a Stuk A: wat is er aan de hand? Leg uit met de getallen, en zeg wat het rode lampje doet.

b Stuk B: wat is er aan de hand? Wat betekent dat voor de planten?

c Stuk C: wat is er aan de hand? Doet het programma wat het moet doen?

d Kies één fout en beschrijf hoe je ze in het echt bevestigt en oplost.

33.24 Het seizoen uit de daglengte

●●● Uitdagen · 4 · </> Programmeren · 45 min

Nu moet iemand EXTRA_LICHT in oktober en in april met de hand veranderen. Het kan slimmer: de Arduino telt zelf hoeveel minuten het licht was (lichtwaarde boven DAG). Was de vorige dag korter dan 12 uur (720 minuten),

dan is het winterhalfjaar en mag de ledstrip aan. Zo schakelt de kas in de herfst vanzelf het extra licht in, en in de lente weer uit.

a Welke variabelen heb je nodig? Wanneer tel je op, en wanneer zet je terug op 0?

b Schrijf de nieuwe regels code, in plaats van EXTRA_LICHT.

c Test op papier: eerst een dag met 9 uur licht, daarna een dag met 13 uur licht. Wat doet de ledstrip op elke avond?

d Wat kan er misgaan op een donkere, regenachtige dag in mei? Hoe maak je het robuuster?

33.25 December zonder stopcontact

●●● Uitdagen · 4 · Ontwerpen · 45 min

In december mist de meetkas gemiddeld 2,1 Wh per dag (62,5 Wh opbrengst tegenover 64,6 Wh verbruik). Het team wil de adapter kwijt. Drie ideeën: (1) een groter paneel van 80 Wp (richtprijs € 85); (2) de microcontroller laten slapen tussen de metingen, zodat de 5 V-kant gemiddeld nog 0,05 A vraagt in plaats van 0,30 A (hoofdstuk 21); (3) de ledstrip in december maar 3 uur per avond laten branden.

a Reken per idee uit hoeveel Wh er in december per dag over is (of te kort). December: 1,25 Wh per Wp per dag; omvormer 83 %.

b Maak een criteriatabel met minstens vier criteria (hoofdstuk 30) en kies.

criterium	gewicht	idee 1	idee 2	idee 3

c Welke eisen uit het programma van eisen raakt elk idee?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Rekenwerk	Per idee het nieuwe verbruik of de nieuwe opbrengst, met eenheden; de 5 V-kant via het rendement.
Criteriatabel	Minstens vier criteria met gewichten; scores onderbouwd; totaal per idee.
Eisen	Per idee de geraakte eisen (bv. K8, E1-E3, K2 en W1 bij slapen).
Keuze	Een keuze met argumenten, en een eerlijke vermelding van wat ze kost.

33.26 Debat: groeiproef of oogst?

Uitdagen · 4 · Argumenteren · 30 min

In het testrapport botsen twee eisen: P1 (een groeiproef met schaduwdoek moet mogelijk zijn) en P2 (minstens 1 kg sla per teelt). Met drie groepen onder schaduwdoek haalde de kas maar 771 g. Stelling: *'Een meetkas is er om te meten, niet om te oogsten. Schrap P2.'*

a Zoek twee argumenten voor en twee tegen de stelling.

voor	tegen

b Welke oplossing laat beide eisen toe?

c Hoe beslist een ontwerpteam als twee eisen botsen?

33.27 Habitat: versie 2 van de meetkas

Uitdagen · 4 · Habitat · 50 min

De ontwerpcyclus stopt niet bij de test (hoofdstuk 30). Gebruik jullie testrapport, logboek en foutzoekervaring.

a Drie verbeteringen.

probleem (uit test of logboek)	eis	verbetering	kost (€ of tijd)	effect

b Werk één verbetering uit: een schets, een berekening of een stuk code.

c Welke verbetering kan je pas maken met wat je in Intermediate leert? Welke kennis heb je nodig?

ZO WORDT DIT BEOORDEELD

Onderbouwd	Elke verbetering komt uit een test, een meting of het logboek, en hoort bij een eis.
Afweging	Kost en effect geschat; de belangrijkste verbetering eerst.
Uitwerking	Schets, berekening of code die klopt en die een ander kan uitvoeren.
Vooruitblik	Concreet: welk hoofdstuk van Intermediate, en wat het oplost.

33.28 Habitat: eindevaluatie en op weg naar Intermediate

Uitdagen · 4 · Habitat · 40 min

Beoordeel jullie project met de eindrubric uit het handboek. De leraar doet hetzelfde; daarna vergelijken jullie.

a Zelfevaluatie van het project.

criterium	gewicht	niveau (1-4)	bewijs (opdracht, meting, logboek)
programma van eisen en testen	15 %		
ontwerp en tekeningen	10 %		
constructie	15 %		
elektrische kring en veiligheid	10 %		
besturing en code	15 %		
energiebudget	10 %		
groeiproef en verslag	15 %		
presentatie en samenwerking	10 %		

b Bereken jullie score: de som van niveau × gewicht, gedeeld door 4.

c Reflectie: wat was het moeilijkste aan het samenzetten? Wat zou je een volgend team aanraden?

d Welke drie dingen uit dit project neem je mee naar de klimaatmodule van Intermediate?

Zelfevaluatie

Kleur per doel: lukt al / bijna / nog niet

Ik kan met een team van drie of vier een project van tien weken plannen, de taken verdelen en een logboek en een portfolio bijhouden.	☐ ☐ ☐
Ik kan het programma van eisen van de meetkas herbekijken, aanvullen en per eis een toets met een meetbaar criterium kiezen.	☐ ☐ ☐
Ik kan de meetkas bouwen volgens de werktekeningen en haar stijfheid en stabiliteit meten en narekenen.	☐ ☐ ☐
Ik kan de elektrische kring van de meetkas veilig aansluiten volgens het aansluitschema, met een zekering per tak, en systematisch meten waar een fout zit.	☐ ☐ ☐
Ik kan het volledige programma van de meetkas lezen, met een tabel naspelen, uploaden en stap voor stap testen.	☐ ☐ ☐
Ik kan het energiebudget van de meetkas narekenen met gemeten stromen en de opbrengst van het zonnepaneel per maand.	☐ ☐ ☐
Ik kan de groeiproef uitvoeren, de resultaten verwerken in een tabel en een grafiek, en rapporteren in een onderzoeksverslag.	☐ ☐ ☐
Ik kan je project voorstellen met een poster, een pitch en een demo, en je eigen werk en dat van je teamgenoten eerlijk beoordelen met een rubric.	☐ ☐ ☐