



Aan mijn nieuwe assistent ★ ★ ★

Cambridge, de derde dag van maart 1687

Je bent aangenomen. Ik hou niet van beleefdheden, dus lees dit één keer goed. Ik werk aan een boek waarin staat waarom een appel naar beneden valt en waarom de maan dat niet doet, en ik heb iemand nodig die meet, telt en opschrijft wat er écht gebeurt. Niet wat er zou moeten gebeuren.

Drie regels gelden in deze werkplaats. Eerst: je noteert wat je ziet, niet wat je hoopte te zien. Dan: je doet elke proef meer dan één keer, want één meting is een gerucht. En ten slotte: als je iets niet begrijpt, schrijf je dat er ook bij. Een eerlijke vraag is hier meer waard dan een mooi antwoord.

Dure toestellen heb je niet nodig. Een lat, een touwtje, een paar knikkers, wat blokjes en iets waarmee je de tijd meet. Daar heb ik het zelf ook mee gedaan. De rest is kijken, en dan nog eens kijken.



De werkplaats waar je vanaf morgen meet en noteert.
`superplus04/w01_werkplaats_met_lesenaar.jpg`

- 1 Newton schrijft dat één meting een gerucht is. Leg in je eigen woorden uit wat hij daarmee bedoelt, en geef een voorbeeld uit je eigen leven waarin één keer kijken je bedroog.

- 2 Welke van de drie regels lijkt jou het moeilijkst om vol te houden?





Een kracht teken je als een pijl ★ ★ ★

Je ziet een kracht nooit. Je ziet alleen wat ze doet.

Waaraan je een kracht herkent

Een kracht maakt iets sneller, trager, of doet het van richting veranderen. Omdat je ze niet kan zien, tekenen onderzoekers elke kracht als een pijl.

- De pijl wijst **waarheen** de kracht duwt of trekt.
- Hoe langer de pijl, hoe sterker de kracht.
- De zwaartekracht trekt alles naar het midden van de aarde. Haar pijl wijst altijd recht naar beneden, ook bij een voorwerp dat stilligt.



Twee open handen, dezelfde hoogte, één teken om los te laten.

superplus04/n02_hand_laet_twee_ballen_los.jpg

- 1 Bij elk voorwerp hoort een pijl van de zwaartekracht. Zet erbij welke kant die pijl op wijst, en of er nog iets anders aan het werk is dat het voorwerp tegenhoudt.

het voorwerp	waarheen wijst de pijl van de zwaartekracht?	houdt iets het tegen? wat?
een boek dat op je bank ligt		
een knikker halverwege zijn val		
een lamp die aan het plafond hangt		

- 2 Voorspel. Je laat tegelijk een zware bal en een lichte knikker los, van dezelfde hoogte. Welke raakt eerst de grond? Schrijf je voorspelling op vóór je blad 3 maakt, en zet erbij waarom je dat denkt.

.....

.....

.....



Loslaten, niet gooien ★ ★ ★

Wie gooit, duwt mee. Dan meet je je eigen arm in plaats van de zwaartekracht.

ZO DOE JE HET EERLIJK

Twee voorwerpen, dezelfde hoogte, samen loslaten. Doe elke proef minstens drie keer en laat telkens iemand anders luisteren.

- Hou allebei je handpalmen naar beneden, op precies dezelfde hoogte boven de tafel.
- Laat los op één teken van een klasgenoot, zonder je handen te bewegen.
- Eén iemand kijkt, één iemand luistert. Hoor je één tik of twee?



Halverwege de val staan ze nog altijd naast elkaar.
`superplus04/n03_twee_ballen_halverwege.jpg`

proef	wat je samen loslaat	hoor je één tik of twee?	wie raakt eerst de grond?
1	een zware bal en een lichte knikker		
2	een knikker en een gum		
3	twee dezelfde knikkers		
4	een blad papier, plat, en een knikker		
5	hetzelfde blad, tot een bal gepropt, en een knikker		

- 1 Bij welke proeven hoorde je duidelijk twee aparte tikken? Wat hadden die voorwerpen met elkaar gemeen?

.....

.....

- 2 Proef 4 en proef 5 gaan over hetzelfde blad papier. Toch loopt het anders af. Wat is er veranderd, en wat is er níet veranderd?

.....

.....

.....



Het veertje doet niet mee ★★★

Uit het logboek van de assistent, avond

Vandaag viel alles even snel. De zware bal en de lichte knikker tikten samen op de grond, hoe vaak we het ook deden. Ik had er twee tikken van verwacht en hoorde er één. Newton keek niet eens op van zijn papier. Hij zei alleen dat het gewicht niets te maken heeft met hoe snel iets valt, en dat ik daar niet behoefde te schrikken maar wel over moest nadenken.

Toen liet ik het veertje los. Dat zweefde, draaide en kwam pas veel later beneden. Ik dacht eerst dat mijn hele proef in duigen lag. Maar de lucht duwt terug tegen alles wat valt, en een veertje is breed en licht: het duwt met weinig gewicht tegen veel lucht. Een knikker is klein en zwaar en wint dat gevecht meteen. Het blad papier bewees het: plat zweefde het, tot een bal gepropt viel het bijna even snel als de knikker, terwijl het even zwaar bleef.



beeld

superplus04/n04_veertje_
en_muntstuk.jpg

- 1 Het propte blad papier is even zwaar als het platte blad. Waarom valt het toch veel sneller?
- 2 In Newtons tijd bouwden geleerden een pomp die de lucht uit een glazen buis kon zuigen. Wat zou er in zo'n lege buis gebeuren met een veertje en een muntstuk die je samen loslaat?

**TIEN KEER TIEN SLINGERINGEN** ★★☆☆

Eén slingering klokken lukt niet. Tien wel.

MEETBLAD

WAT JE PRECIES MEET

Een slinger is een touwtje met een gewichtje eraan. Eén slingering is heen én terug: van links naar rechts en weer terug naar links.

- Het touwtje is 25 cm lang, gemeten van de knoop tot het midden van het gewichtje.
- Je klokt tien slingeringen na elkaar, want één slingering duurt korter dan de tijd die jij nodig hebt om op de knop te drukken.



Een moer aan een draadje: meer heb je niet nodig.

superplus04/w05_slinger_aan_een_balk.jpg

METING	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tijd voor 10 slingeringen, in seconden	9,8	10,1	9,9	10,0	10,2	9,9	10,1	12,2	10,0	9,8



- 1** Zet de tien metingen van klein naar groot op de lijn hieronder. Zo zie je meteen welke waarde eruit springt.

- 2** Welke meting springt eruit, en hoeveel scheelt ze met de meting die er het dichtst bij ligt?

- 3** De assistent schreef bij meting 8: ik drukte te laat op de knop. Is dat genoeg redenen om die meting weg te gooien? Schrijf je antwoord op en bewaar het: op blad 7 kom je erop terug.



Gemiddelde, mediaan en bereik ★ ★ ★

Drie getallen over dezelfde tien metingen, en ze zeggen niet hetzelfde.

Drie manieren om naar tien getallen te kijken

Het gemiddelde ken je al als eerlijk verdelen. Er zijn nog twee getallen die iets over een meetreeks vertellen, en je hebt ze alle drie nodig.

- **Het gemiddelde:** tel alles op en deel door het aantal metingen.
- **De mediaan:** zet alles op volgorde en neem de middelste. Bij tien metingen ligt het midden tussen de vijfde en de zesde; neem daar het gemiddelde van.
- **Het bereik:** het grootste getal min het kleinste. Het zegt hoe ver je metingen uit elkaar liggen.



Tien metingen, en drie manieren om ze samen te vatten.

superplus04/w06_tien_telstenen_op_de_bank.jpg

1 Bereken het gemiddelde van de tien metingen van blad 5.

stap	jouw uitkomst
de som van de tien metingen	
gedeeld door het aantal metingen	
het gemiddelde, in seconden	

2 Zoek de mediaan. Zet de tien metingen op volgorde, kleur de vijfde en de zesde, en reken uit wat er precies tussen die twee ligt.

3 Bereken het bereik en schrijf in één zin wat dat getal je over deze meetreeks vertelt.



Wat je met een rare meting doet ★★★

Wegmoffelen is geen onderzoek. Er bestaat een eerlijke manier.

DE REGEL VOOR UITSCHIETERS

Een meting die ver naast de rest ligt, heet een uitschieter. Ze schrappen omdat ze je antwoord bederft is bedrog. Dit mag wel.

- Zoek eerst een reden. Ging er iets mis bij het meten? Schrijf die reden op, ook als je ze niet vindt.
- Reken het twee keer uit, mét en zónder de uitschieter, en zet allebei de getallen in je verslag.
- Meet daarna liever opnieuw dan te schrappen. Een extra meting is sterker bewijs dan een doorstreping.



Hetzelfde gewichtje, een veel langer touw.
superplus04/w07_langer_touw_in_de_trap.jpg

- 1 Reken het gemiddelde van de negen overgebleven metingen uit, dus zonder meting 8. Vergelijk het met het gemiddelde van blad 6 en met de mediaan: welke van de twee schrok het meest van die ene meting?

- 2 De assistent hangt daarna een langer touwtje op en meet opnieuw tien slingeren. Vul de laatste kolom aan: hoe lang duurt één slinging?

lengte van het touwtje	tijd voor 10 slingeren	tijd voor 1 slinging
25 cm	10,0 s	
50 cm	14,2 s	
100 cm	20,1 s	

- 3 Het touwtje wordt twee keer zo lang, maar de slinging duurt geen twee keer zo lang. Hoeveel keer zo lang duurt ze ongeveer wel?



Kracht maal arm ★ ★ ★

Twee blokjes kunnen drie blokjes in evenwicht houden. Je moet alleen weten waar je ze legt.

De regel van de balk

Leg een lat over een rond potlood: dat is een hefboom. Het punt waarop ze steunt heet het steunpunt, en de afstand van dat punt tot je blokjes heet de arm.

- Reken aan elke kant: **aantal blokjes × arm in cm**.
- Zijn de twee uitkomsten gelijk, dan blijft de lat horizontaal. Dat is evenwicht.
- Drie blokjes op 20 cm geeft 60. Twee blokjes op 30 cm geeft ook 60. Ze houden elkaar tegen, al is de ene stapel zwaarder dan de andere.



Drie blokjes dichtbij tegen twee blokjes veraf: perfect vlak.

superplus04/n08_lat_over_een_potlood.jpg

- 1 Reken per kant **blokjes × arm** uit en schrijf in de laatste kolom of de lat in evenwicht blijft. Blijft ze het niet, zet er dan bij welke kant naar beneden gaat.

links	rechts	product links	product rechts	evenwicht?
3 blokjes op 20 cm	2 blokjes op 30 cm			
4 blokjes op 15 cm	2 blokjes op 30 cm			
6 blokjes op 10 cm	3 blokjes op 20 cm			
2 blokjes op 25 cm	5 blokjes op 10 cm			
3 blokjes op 20 cm	2 blokjes op 25 cm			
1 blokje op 40 cm	4 blokjes op 10 cm			

- 2 Hier ontbreekt telkens één getal. Zoek het en schrijf erbij hoe je eraan komt.

links	rechts	het ontbrekende getal
3 blokjes op 20 cm	... blokjes op 30 cm	
6 blokjes op ... cm	3 blokjes op 20 cm	

**EEN WIP DIE KLOPT** ★ ★ ★

Dezelfde regel, alleen heten de blokjes nu kilogram.

ONTWERP

VAN BLOKJES NAAR KILOGRAM

Op een wip werkt de hefboomregel precies zo. Een zwaar kind dicht bij het midden houdt een licht kind ver van het midden in evenwicht.

- Reken links en rechts: **massa in kg × afstand tot het midden in cm.**
- Is het product links groter, dan gaat links naar beneden.



De zware zit dichtbij, de lichte zit ver weg, en toch hangt de plank vlak.

superplus04/n09_wip_over_een_boomstam.jpg

1 Reken na of deze drie wippen in evenwicht zijn.

LINKS	RECHTS	IN EVENWICHT? ZO NIET, WELKE KANT ZAKT?
30 kg op 150 cm	45 kg op 100 cm	
25 kg op 180 cm	50 kg op 90 cm	
40 kg op 120 cm	30 kg op 150 cm	

2 Jij weegt 35 kg en zit op 120 cm van het midden. Je vriend weegt 42 kg. Op hoeveel cm van het midden moet hij gaan zitten?

3 Ontwerp een wip waarop een volwassene van 70 kg en een kind van 28 kg samen vlak hangen. Teken de balk en het steunpunt, en zet de twee afstanden erbij.

Teken je wip en schrijf je twee producten eronder.



Hefbomen die je elke dag vasthebt ★★☆☆

Niet elke hefboom ziet eruit als een wip.

ZOEK ALTIJD DEZELFDE DRIE DINGEN

Bij elk voorwerp zoek je het steunpunt, de plaats waar de last zit, en de plaats waar jij duwt of trekt.

- **Kruiwagen:** het wiel is het steunpunt, de last ligt in de bak, jij tilt aan de handvatten. Die zitten ver van het wiel, dus je hebt weinig kracht nodig.
- **Notenkraker:** het scharnier is het steunpunt, de noot ligt er vlakbij, jij knijpt helemaal aan het uiteinde. Korte arm bij de noot, lange arm bij je hand.



Twee hefboomen op één werkbank, en allebei winnen ze kracht.

[superplus04/n10_kruiwagen_en_notenkraker.jpg](#)



1 Vul de gids aan. Bij het laatste vak kies je: wint dit voorwerp kracht, of wint het afstand?

voorwerp	waar zit het steunpunt?	waar duw of trek jij?	wint kracht of afstand?
kruiwagen			
notenkraker			
schaar			
flesopener			

2 Waarom zijn de handvatten van een kruiwagen lang en niet kort? Gebruik in je antwoord de woorden **arm** en **kracht**.

.....

.....



Hoe ver na één, twee, drie tellen ★ ★ ★

Uit het logboek van de assistent, in de gang

We hebben een plank van twee meter in de gang gelegd en er aan één kant een stapeltje boeken van een centimeter of tien onder geschoven. Steiler mocht niet, zei Newton: bij een steile plank is de knikker beneden voor je goed en wel geteld hebt. Ik liet hem los en riep bij elke tel; Aisha zette met krijt een streepje waar hij op dat moment was.

Na tien pogingen lagen de drie streepjes bijna altijd op dezelfde plaats. Ik heb ze opgemeten met het lint. Ik dacht dat de knikker elke tel even ver zou rollen, maar dat klopt duidelijk niet: het tweede stuk is veel langer dan het eerste, en het derde is nog langer.



Drie krijtstreepjes, en ze liggen niet even ver uit elkaar.

superplus04/w11_knikker_op_de_plank.jpg

na ... tellen	afstand vanaf de startlijn
1 seconde	20 cm
2 seconden	80 cm
3 seconden	180 cm

1 Hoeveel keer zo ver als na één tel staat de knikker na twee tellen? En na drie tellen?

2 Deel alle drie de afstanden door 20 en schrijf op wat je overhoudt.



De grafiek van een knikker ★ ★ ★

Twee grootheden in één tekening: de tijd ligt, de afstand staat.

Hoe je zo'n grafiek opbouwt

Je zet de tijd op de liggende as en de afstand op de staande as. Elk meetpunt wordt een kruisje; daarna verbind je de kruisjes met één vloeiende lijn.

- Liggende as: de seconden 0, 1, 2 en 3, met gelijke afstanden ertussen.
- Staande as: de centimeters van 0 tot 200, telkens 20 per hokje.
- Een rechte lijn zou betekenen: elke seconde even ver. Buigt je lijn steeds steiler omhoog, dan gaat de knikker steeds sneller.



beeld

superplus04/w12_lat_en_p
otlood_op_ruitjespapier.
jpg

- 1 Teken de afstand-tijdgrafiek van de drie metingen van blad 11. Zet ook het punt van 0 seconden en 0 centimeter erbij: bij de start stond de knikker stil.

Liggende as: de tijd in seconden. Staande as: de afstand in centimeter.

- 2 Is je lijn recht of gebogen? Schrijf op wat die vorm vertelt over de snelheid van de knikker.

**HOE SNEL GING HIJ EIGENLIJK? ★ ★ ★**

Snelheid is afstand per tijd. Reken je per hele seconde, dan wordt het eenvoudig.

BEREKEND**VAN AFSTAND NAAR SNELHEID**

De afstand die de knikker in één seconde aflegt, vind je door de stand aan het einde min de stand bij het begin te nemen.

- Legt hij in één seconde 60 cm af, dan was zijn snelheid in die seconde 60 centimeter per seconde, kort: 60 cm/s.
- De gemiddelde snelheid over de hele rit is de totale afstand gedeeld door de totale tijd.



Metten, tellen, en pas dan rekenen.

superplus04/w13_zandloper_en_meetlint.jpg

1 Vul de tabel aan met de metingen van blad 11.

SECONDE	STAND AAN HET BEGIN	STAND AAN HET EINDE	AFGELEGD IN DIE SECONDE	SNELHEID IN CM/S
de eerste	0 cm	20 cm		
de tweede	20 cm	80 cm		
de derde	80 cm	180 cm		

2 Zet je drie snelheden naast elkaar. Met hoeveel cm/s komt er elke seconde bij?

3 Reken ook de gemiddelde snelheid over de hele rit uit: 180 cm in 3 seconden. Waarom is dat getal niet hetzelfde als de snelheid in de derde seconde?



Twee jaar thuis ★ ★ ★

De pest sloot de universiteit, en dat pakte anders uit dan iedereen dacht.

1665: iedereen weg uit de stad

- 1 In 1665 brak in Londen de pest uit. Duizenden mensen stierven, en wie kon, vluchtte de stad uit. Ook de universiteit van Cambridge ging dicht. Isaac Newton, toen tweeëntwintig jaar, pakte zijn boeken en ging terug naar de boerderij van zijn moeder in Woolsthorpe, een paar dagreizen naar het noorden. Hij zou er bijna twee jaar blijven.
- 2 Die twee jaar thuis werden de vruchtbaarste van zijn leven. Zonder lessen, zonder professoren en met bijna niemand om mee te praten, rekende hij, sleep hij glazen lenzen, liet hij zonlicht door een prisma vallen, en bedacht hij dat de kracht die een appel naar beneden trekt dezelfde kracht kan zijn die de maan in haar baan houdt. Veel van wat hij twintig jaar later publiceerde, is in die stille periode begonnen.
- 3 In 1687 verscheen zijn grote boek, geschreven in het Latijn, want dat was de taal waarin geleerden van heel Europa elkaar lazten. Het kwam uit onder de naam van de Royal Society, een gezelschap dat in 1660 in Londen was opgericht om proeven te doen en de uitkomsten aan elkaar voor te leggen. De drukkosten betaalde een bevriende sterrenkundige uit eigen zak, want de kas van het gezelschap was net leeg: ze hadden hun geld uitgegeven aan een duur boek over vissen.
- 4 Dat gezelschap drukte ook af wat er misliep. Dat klinkt als een detail, maar het is de kern van de zaak: een bewering die niemand mag nakijken, is geen wetenschap. Newton zelf was daar niet altijd blij mee. Hij had een hekel aan tegenspraak en heeft jarenlang ruzie gemaakt met andere geleerden over wie iets het eerst bedacht had.

Uit het archief van de werkplaats



Een boerderij ver van de stad, en twee jaar zonder lessen.

superplus04/o14_boerderij_in_de_winter.jpg



- 1 Waarom kon een gesloten universiteit voor Newton juist goed uitpakken? Noem twee dingen uit de tekst die hij thuis had en in Cambridge niet.

- 2 Wat is er bijzonder aan een gezelschap dat ook afdruckt wat er misgelopen is?



DE APPEL UIT ELKAAR GEHAALD ★★★

Iedereen kent het verhaal. Bijna niemand kent de bron.

BRON OF VERHAAL

TWEE VRAGEN VOOR JE IETS GELOOFT

Wie heeft het opgeschreven, en wanneer? Met die twee vragen valt de appel van Newton netjes uiteen in een stuk dat klopt en een stuk dat verzonnen is.

- **De bron:** William Stukeley, een vriend van Newton, schreef in 1752 op wat Newton hem in 1726 verteld had: dat het idee bij hem opkwam toen hij een appel zag vallen.
- **De rekensom:** het idee ontstond rond 1666. Newton vertelde het dus zestig jaar later, en zijn vriend schreef het pas na Newtons dood in 1727 op.
- **Wat er níet staat:** in geen enkele bron valt de appel op zijn hoofd. Dat stukje is er later bij verzonnen, en het is precies het stukje dat iedereen onthoudt.



Eén appel die loslaat, en driehonderd jaar navertellen.

superplus04/o15_appelboom_bij_het_raam.jpg



- 1** Beoordeel elke bewering. Zet in de tweede kolom of er een bron voor bestaat, en in de derde hoe zeker jij ervan bent.

DE BEWERING	STAAT HET IN EEN BRON?	HOE ZEKER BEN JIJ?
Newton zag een appel vallen.		
De appel viel op zijn hoofd.		
Newton was thuis omdat de universiteit dicht was door de pest.		
Newton vertelde het verhaal zelf toen hij een oude man was.		

- 2** Waarom mag je een herinnering van zestig jaar oud niet zomaar als bewijs gebruiken? Noem twee redenen.



De proef van Tomas loopt vast ★★★

Wie jouw instructie leest, staat met het materiaal in de hand.

WAT ER IN STAAT, EN IN WELKE VOLGORDE

Een instructietekst is geen verhaal. Hij is geslaagd als iemand die er niet bij was hem kan uitvoeren zonder iets te vragen.

- **Doel:** één zin over wat je te weten wil komen.
- **Materiaal:** een lijst, met maten en aantallen erbij.
- **Stappen:** genummerd, één handeling per stap, in de gebiedende wijs: meet, laat los, noteer.
- **Wat je noteert:** welke getallen, in welke tabel, en hoe vaak je herhaalt.



beeld

superplus04/t16_instructi
eblad_met_vlekken.jpg

De slingerproef, door assistent Tomas

Neem een touw en hang er iets aan. Laat het slingeren en kijk hoe lang het duurt. Je hebt ook een chronometer nodig, denk ik, of gewoon meetellen is ook goed.

Dan tel je de slingeringen. Je moet niet te hard duwen, want dan klopt het niet meer. Het gaat eigenlijk vanzelf. Schrijf het daarna op in je schrift.

Herhaal het een paar keer tot je een goed getal hebt. Krijg je een raar getal, dan begin je gewoon opnieuw. Op het einde weet je hoe lang één slingering duurt.

Gevonden op de werkbank, ongedateerd

- 1 Zoek vier dingen die een klasgenoot zouden doen vastlopen. Schrijf per fout op wat er ontbreekt of wat er niet eerlijk aan is.



Schrijf er zelf een die wél werkt ★ ★ ★

Kies één proef uit deze bundel en zet ze op papier voor iemand die er niet bij was.

Twée dingen die het verschil maken

Schrijf in de gebiedende wijs en zet één handeling per stap. Lees je tekst daarna hardop terwijl je met je handen doet wat er staat: elke stap die je moet raden, is een stap die je moet herschrijven.



De ene leest voor, de andere voert uit. Wat niet lukt, herschrijf je.

superplus04/t17_twee_assistenten_aan_een_bank.jpg

1 Vul eerst de vier vaste onderdelen in.

onderdeel	wat jij invult
Doel: wat wil je te weten komen?	
Materiaal, met maten en aantallen	
Hoe vaak herhaal je elke meting?	
Wat noteer je, en waar?	

2 Schrijf nu de stappen. Nummer ze, één handeling per stap, en denk aan iemand die de proef nog nooit gezien heeft.



Le mètre, la seconde ★★☆☆

In een labo hoor je vooral eenheden. En elke eenheid heeft een geslacht.

LE OF LA?

In het Frans hoort bij elk woord een lidwoord dat je er meteen bij leert. Aan het woord zelf hoor je het niet, dus onthoud ze per paar.

- **le** mètre, **le** centimètre, **le** gramme, **le** kilogramme, **le** chronomètre, **le** fil
- **la** seconde, **la** minute, **la** règle, **la** balance, **la** bille, **la** plume
- Meervoud: er komt een -s bij. **deux secondes**, **trois mètres**, **dix billes**.



Al dit gerief heeft in het Frans een le of een la.
superplus04/f18_meetgerief_op_een_plank.jpg



1 Vul het Franse woord in, met het juiste lidwoord ervoor.

Nederlands	het Franse woord	le of la?
de meter		
de seconde		
de knikker		
het touwtje		
de veer		

2 Reken om en schrijf je antwoord in cijfers: **deux mètres** is hoeveel centimeter, **cent centimètres** is hoeveel meter, en **mille grammes** is hoeveel kilogram?

.....

.....

Plus lourd, plus vite ★★★

Uit het logboek, bij het bezoek uit Parijs

Vergelijken in het Frans

Met *plus* vergelijk je twee dingen. Het woord dat erachter staat, past zich aan het geslacht aan.

- *plus lourd que* is zwaarder dan, *plus léger que* is lichter dan. Bij een vrouwelijk woord wordt dat *plus lourde* en *plus légère*.
- *plus vite* is sneller en *plus lentement* is trager. Die twee veranderen nooit.



beeld

superplus04/f19_twee_kinderen_bij_de_balans.jpg

wat er in het labo gezegd wordt	wat het betekent
Bonjour ! Qu'est-ce qu'on fait aujourd'hui ?	Dag! Wat doen we vandaag?
On mesure. Prends la règle et le chronomètre.	
La bille rouge est plus lourde que la bille bleue ?	
Oui, plus lourde. Mais elles tombent en même temps.	
Et la plume ?	En de veer?
La plume tombe plus lentement. C'est l'air.	
Combien de fois ? Dix fois. Note le résultat.	

1 Vertaal naar het Frans, met de woorden uit de tabel: De knikker valt sneller. – De veer is lichter. – Hoeveel keer?



Elke seconde tien meter per seconde sneller ★★★

Zo rekent een computer een val uit: seconde per seconde.

Snelheid en afstand zijn niet hetzelfde

Laat je iets vallen, dan komt er elke seconde ongeveer 10 m/s snelheid bij. Na één seconde valt het met 10 m/s, na twee met 20 m/s, na drie met 30 m/s.

- De snelheid **verandert** tijdens zo'n seconde. Om de afgelegde afstand te vinden, neem je het gemiddelde van de snelheid aan het begin en aan het einde.
- Eerste seconde: van 0 naar 10 m/s, gemiddeld 5 m/s, dus 5 meter afgelegd.
- Tweede seconde: van 10 naar 20 m/s, gemiddeld 15 m/s, dus 15 meter, samen al 20 meter.



beeld

superplus04/c20_vallende
_steen_langs_een_toren.j
pg

1 Vul de tabel verder aan. De eerste twee rijen zijn al ingevuld.

na ... s	snelheid op dat moment	gemiddeld in die seconde	afstand in die seconde	totale afstand
1	10 m/s	5 m/s	5 m	5 m
2	20 m/s	15 m/s	15 m	20 m
3				
4				
5				

2 Kijk naar de kolom **afstand in die seconde**. Met hoeveel meter groeit die telkens?

.....

.....

3 Een toren is 45 meter hoog. Lees in je tabel af na hoeveel hele seconden de steen beneden is, en hoe snel hij op dat moment valt.

.....

.....



HERHAAL TOT DE GROND ★★★

Vijf rijen doe je met de hand. Voor een diepe put zet je de stappen in een herhaling.

GEDEBUGD

EEN HERHALING DIE ZICHZELF STOPPT

Je zet eerst de beginwaarden klaar. Daarna herhaal je telkens dezelfde vier stappen, en je stopt zodra de afstand groter is dan de hoogte.

- Zonder stopvoorwaarde blijft de herhaling eeuwig doorlopen. Die voorwaarde is dus geen detail: ze is het hele verschil.

REGEL	WAT ER GEBEURT
begin	$\text{tijd} = 0$, $\text{snelheid} = 0$, $\text{afstand} = 0$
herhaal 1	$\text{nieuwe snelheid} = \text{snelheid} + 10$
herhaal 2	$\text{stuk} = (\text{snelheid} + \text{nieuwe snelheid}) : 2$
herhaal 3	$\text{afstand} = \text{afstand} + \text{stuk}$, $\text{tijd} = \text{tijd} + 1$
herhaal 4	$\text{snelheid} = \text{nieuwe snelheid}$
stop zodra	afstand groter of gelijk aan de hoogte



beeld

superplus04/c21_rekenbla
d_met_doorhaling.jpg

- 1 In deze tabel is één getal verkeerd overgeschreven. Streep het door, zet het juiste getal erboven, en schrijf op de lijn twee manieren waarop je zeker weet dat jouw getal klopt.

NA ... S	SNELHEID	AFSTAND IN DIE SECONDE	TOTALE AFSTAND
1	10 m/s	5 m	5 m
2	20 m/s	15 m	20 m
3	30 m/s	25 m	45 m
4	40 m/s	35 m	75 m
5	50 m/s	45 m	125 m



Je eigen vraag, je eigen proef ★★★

Valt een zwaardere knikker sneller van de helling? Jij gaat het uitzoeken.

Wat een eerlijke proef eerlijk maakt

Je verandert één ding en houdt al de rest precies gelijk. Verander je er twee tegelijk, dan weet je achteraf niet welk van de twee het gedaan heeft.

- Het ene ding dat verandert, heet je **proefstuk**: hier is dat het gewicht van de knikker.
- Alles wat gelijk blijft, schrijf je op vóór je begint. Anders vergeet je er onderweg eentje.
- Kies twee knikkers die even groot zijn maar niet even zwaar. Verschillen ze ook in grootte, dan meet je twee dingen tegelijk.



Even groot, niet even zwaar: precies wat je nodig hebt.
superplus04/n22_twee_knikkers_op_de_balans.jpg



1 Schrijf je voorspelling op vóór je iets meet, en zet erbij waarop je die voorspelling baseert.

2 Leg je proef vast. Wat verandert er, en wat blijft er precies hetzelfde?

waarover het gaat	jouw keuze
Wat verschilt er tussen de twee knikkers?	
Wat blijft gelijk: helling, startlijn, eindlijn?	
Hoe vaak herhaal je elke meting?	
Hoe zorg je dat je allebei even eerlijk loslaat?	

**Meten en noteren** ★★★

Acht pogingen, en je schrijft ze allemaal op. Ook de mislukte.

ZO HOU JE HET EERLIJK

Laat altijd dezelfde persoon klokken en dezelfde persoon loslaten. Noteer elke poging meteen, ook als je denkt dat er iets misging: zet er dan in het kort bij wat er gebeurde.



Het blad ligt klaar naast de helling. Eerst meten, dan pas rekenen.

`superplus04/n23_meetblad_op_de_werkbank.jpg`

poging	zware knikker: tijd	lichte knikker: tijd	opmerking

- 1 Reken het gemiddelde uit voor elke knikker. Schrijf de som en de deling op.

.....

.....

.....

- 2 Bereken ook het bereik van elke reeks. Is het verschil tussen je twee gemiddelden groter of kleiner dan dat bereik?

.....

.....



Je verslag aan Newton ★★ ★

Aan I. Newton, in de werkplaats

Voor je begint te schrijven

Begin met je vraag, dan wat je gemeten hebt, dan je antwoord. Gebruik je eigen getallen als bewijs en schrijf ze voluit in je zinnen.

- Zeg er eerlijk bij wanneer je metingen te dicht bij elkaar liggen om echt iets te besluiten.



beeld

superplus04/t24_verzegel
de_brief.jpg

- 1 Schrijf je besluit in vijf tot acht zinnen. Noem je vraag, je getallen en je antwoord, en zeg erbij hoe zeker je ervan bent.

- 2 En dan één zin: wat doe je de volgende keer anders?

