

**WATER IN HET KABINET LIGT** ★ ★ ★

Een bijvoegsel is geen tweede bundel. Het is het gereedschap waarmee de bundel tot leven komt.

INVENTARIS**VIER STUKKEN, EN WAT JE ERMEE DOET**

In deze kast liggen vier stukken. Ze horen bij elkaar: het ene bewijst wat het andere beweert.

- **Het werkboek** – vier bladzijden die Newton in één week volschreef. Er staat iets in dat niet kan.
- **De platen** – prenten waarin je moet tellen, niet kijken.
- **Het knip- en plakwerk** – de slingerproef in zes stappen, door elkaar geschud.
- **Het kabinet zelf** – een A3-bouwplaat op ware grootte. Knip uit, zet in elkaar, meet na.



De kast in de werkplaats. Eén lade staat op een kier.

superplus04/b_kabinetkast_met_laden.jpg

- 1** Op de plaat op dit blad staat de kast van de werkplaats, met één lade op een kier. Wat ligt erin, en bij welk van de vier stukken hierboven hoort dat?

- 2** Newton schrijft alles op, ook wat misliep. Bedenk één reden waarom een onderzoeker juist zijn mislukkingen bewaart, en één reden waarom dat moeilijk is.



Maandag en dinsdag ★ ★ ★

Werkboek van I. Newton, de tweede week van maart 1687

Elke alinea heeft een regelnummer. Je hebt ze straks nodig.

- 1 *Maandag. Meten is niet hetzelfde als kijken, en dat schrijf ik hier bovenaan omdat ik het zelf om de haverklap vergeet. Vanmorgen heb ik de kast leeggehaald en alles op de bank gelegd: zes gewichtjes van gelijke zwaarte, een houten goot, een handvol knikkers, een zandloper en een kluwen dun touw. Verder heb ik vandaag niets gedaan dan ordenen; een dag zonder meting is geen verloren dag, maar ik noteer hem wel.*
- 2 *De assistent knoopt voor mij een knoop in dat touw om de tien centimeter. Zo hoef ik nooit meer te meten: ik tel de knopen en ik ken de lengte. Wie later een plaat van mijn slinger bekijkt, kan de knopen dus natellen en weet meteen waarmee ik gewerkt heb.*
- 3 *Dinsdag. Is een zwaar gewicht dicht bij het midden even veel waard als een licht gewicht ver weg? De lat over het ronde potlood zegt van ja, en ik heb het vier keer opgeschreven voor ik het geloofde. De gaten in mijn lat zitten om de twee centimeter, links en rechts van het steunpunt.*
- 4 *Ik noteer links en rechts apart en reken van elke kant het getal maal de arm uit. Vier keer bleef de lat zo vlak als het tafelblad. Eén keer zakte ze, en juist naar die ene keer heb ik het langst zitten kijken. De tabel staat onderaan dit blad.*
- 5 *De assistent vroeg of ik dan niet gewoon kon wegen. Natuurlijk kon ik wegen. Maar wegen vertelt je hoe zwaar iets is, en dit vertelt je waar je het moet leggen. Dat zijn twee verschillende vragen, en de tweede is de mijne.*



beeld

superplus04/b_hefboom_in
_evenwicht.jpg

links	rechts	wat de lat deed
3 blokjes op 4 cm	2 blokjes op 6 cm	bleef vlak
5 blokjes op 2 cm	1 blokje op 10 cm	bleef vlak
3 blokjes op 8 cm	2 blokjes op 12 cm	bleef vlak
5 blokjes op 6 cm	3 blokjes op 10 cm	bleef vlak
2 blokjes op 8 cm	1 blokje op 12 cm	links zakte



Woensdag en donderdag ★★★

Werkboek van I. Newton, vervolg

De tekst loopt door op blad 4, op een los vel dat later ingevouwen werd.

- 1 **Woensdag.** Twee kaarsen heb ik opgebrand aan één enkele slinger. Ik hing het touw met zes knopen aan de balk, trok het gewichtje tot tien graden opzij, liet los zonder te duwen, en klokte acht keer tien slingeringen op het slingeruurwerk in de hoek, met de assistent die de tienden erbij schatte.
- 2 De acht getallen staan onderaan dit blad. Ze liggen dicht bij elkaar, wat mij bevalt, want dat betekent dat mijn hand en mijn oog deze week meewerken.
- 3 Samen tellen die acht getallen honderdzesentwintig komma vier, en gedeeld door acht is dat vijftien komma acht. Eén slingering duurt dus ruim anderhalve seconde. Ik heb de optelling niet nog eens overgedaan; het was al laat en de kaars stond laag.
- 4 **Donderdag.** Keer op keer zakt er iets tussen de planken van deze kast weg. Vanmorgen rolde er een gewichtje onder de kast en ik heb het niet teruggevonden. Er liggen er nu nog vijf in hun vilten holtes. Ik schrijf het op, want anders telt iemand na mij verkeerd.
- 5 Daarna het prisma voor het raam gezet. De banden op de muur telde ik van boven naar beneden: rood, oranje, geel, dan blauw, indigo en violet. Er hoort er nog één tussen, en ik weet welke, maar ik kreeg ze deze keer niet op de muur; het licht was te zwak en de lucht te grijs.
- 6 Een geleerde die zes kleuren telt waar er zeven horen, heeft daarom nog geen zes kleuren. Hij heeft slechter licht. Ik noteer dus wat ik zag én wat ik miste, want dat tweede is even goed een meting.



De slinger van woensdag, aan de balk van de werkplaats.
superplus04/b_slinger_zes_knopen.jpg

poging	1	2	3	4	5	6	7	8
tijd voor 10 slingeringen, in seconden	15,4	15,6	15,5	15,5	15,7	15,4	15,6	15,5

**HET INGEVOUWEN MEETBLAD** ★ ★ ★

Vrijdag en zaterdag, op een los vel geschreven en later in het werkboek gevouwen.

LOS BLAD

- 1 **Vrijdag.** Kijken alleen volstaat niet als het snel gaat. Daarom heb ik de goot van drie meter op twee stapels boeken gelegd, zo vlak als ik durfde, en de knikker met krijt laten volgen: bij elke slag van het slingeruurwerk zette de assistent een streepje waar de knikker op dat ogenblik was.
- 2 Vier streepjes, vier afstanden, opgemeten met het lint vanaf de startlijn. Ze staan in de tabel onderaan. Ik heb elke afstand drie keer gemeten en de drie uitkomsten scheelden hoogstens een halve centimeter, wat mij volstaat.
- 3 Wat mij trof is dat de stukken tussen de streepjes niet even lang zijn. Elk volgend stuk is langer dan het vorige, en het verschil tussen twee opeenvolgende stukken is telkens even groot. Er zit een regel in die ik zie maar nog niet durf op te schrijven; ik laat de vier afstanden staan zoals ik ze gemeten heb.
- 4 **Zaterdag.** Naar buiten kon ik niet, het regende de hele dag, dus heb ik de gaten in de lat nagemeten en de vijf gewichtjes gewogen die nog in de kast lagen. Ze verschillen onderling geen haar. Dat is voor mijn werk belangrijker dan hun gewicht zelf.
- 5 Verder de zandloper op de proef gesteld. Ik keerde hem om en telde hardop tot hij halverwege stond: honderdtachtig tellen. Tot hij helemaal leeg was: driehonderdzestig. Hij loopt in drie minuten leeg, dus mijn hardop tellen gaat twee keer zo snel als de slagen van het uurwerk.
- 6 Dat is geen kleinigheid. Wie mijn tabellen naleest en denkt dat mijn tellen seconden zijn, leest alles dubbel zo snel als het gebeurd is. Ik zet het er hier maar bij, in de hoop dat ik het zelf ook onthoud.



De goot in de gang, met de knikker op een van de vier krijtstreepjes.

[superplus04/b_helling_met_knikker.jpg](#)

NA ... SLAGEN VAN HET UURWERK	AFSTAND VANAF DE STARTLIJN
1 slag	10 cm
2 slagen	40 cm
3 slagen	90 cm
4 slagen	160 cm



Zondag ★★★

Werkboek van I. Newton, laatste bladzijde

Lees deze bladzijde traag. Er staat iets in wat een slinger nooit doet.

- 1 Zondag. Hetzelfde gewichtje, hetzelfde uurwerk, dezelfde hoek van tien graden. Alleen het touw heb ik langer geknoopt: negen knopen in plaats van zes. En toch klokte ik precies hetzelfde als woensdag, ruim anderhalve seconde voor elke slingering. Drie keer gedaan, drie keer hetzelfde gekregen; de drie tijden staan onderaan.
- 2 Dat bevalt mij uitstekend. Het zou betekenen dat de lengte van het touw er niet toe doet, en dat een slinger dus overal en altijd dezelfde maat geeft. Ik schrijf het met opzet groot op, want als het waar is, is het het mooiste wat ik deze week gevonden heb.
- 3 Om zeker te zijn heb ik de knopen nog eens nageteld, met mijn vinger, hardop, van de balk tot aan het gewichtje. Negen. Het touw hing vrij en raakte nergens de muur. Er is dus niets mis met mijn opstelling, en dat is precies wat mij ongerust zou moeten maken.
- 4 De assistent kijkt bedenkelijk en zegt dat hij het woensdag anders zag. Ik heb hem geantwoord dat één avond kijken geen meting is. Hij heeft gelijk noch ongelijk tot hij het opschrijft; dat heb ik hem ook gezegd, en ik heb hem het touw meegegeven om alles nog eens over te doen.
- 5 Genoeg voor deze week. Ik sluit de kast, doe de luiken toe en laat dit schrift openliggen op de bank, zodat het morgen het eerste is wat ik zie.
- 6 Wie dit schrift ooit naleest: begin bovenaan bij elke dag en lees alleen het eerste woord dat ná de dagnaam staat. Dan heb je de enige regel die ik in deze werkplaats werkelijk geleerd heb. De rest zijn getallen, en getallen moet je zelf narekenen.



Dezelfde balk, hetzelfde gewichtje, een ander touw.
[superplus04/b_slinger_negen_knopen.jpg](#)

poging met negen knopen	1	2	3
tijd voor 10 slingeringen, in seconden	15,5	15,4	15,6



De som die niet klopt ★★★

Verwijzingen als 'blad 3, regel 3' slaan altijd op de bladen van dit bijvoegsel.

Drie vragen bij elk gemiddelde

Voor je een gemiddelde gelooft, controleer je het. Dat hoeft niet lang te duren, en twee van de drie controles kan je uit je hoofd.

- Licht het gemiddelde tussen de kleinste en de grootste meting? Zo niet, dan klopt er iets niet.
- Klopt de som? Tel opnieuw op, maar in een andere volgorde dan de eerste keer.
- Klopt de deling? Vermenigvuldig je uitkomst terug met het aantal metingen.



beeld

superplus04/b_optelling_
bij_kaarslicht.jpg

- 1 Tel de acht metingen uit de tabel van blad 3 zelf op en deel daarna door acht. Vul de drie stappen in.

stap	jouw uitkomst
de som van de acht metingen	
gedeeld door acht	
afgerond op één cijfer na de komma	

- 2 Newton noteert in blad 3, regel 3 een som én een gemiddelde. Eén van de twee is verkeerd, en het andere volgt er netjes uit. Welke van de twee is de echte fout? Bewijs het.

- 3 Kijk alleen naar de kleinste en de grootste meting in de tabel van blad 3. Leg uit waarom je aan die twee getallen al kon zien dat het gemiddelde van Newton niet kon kloppen.



De dag die niet kan ★★★

Blad 5 beschrijft iets wat een slinger nooit doet. Bewijs het met regelnummers.

TWEE BLADEN NAAST ELKAAR

Vergelijken doe je niet op gevoel. Je legt de twee passages naast elkaar en je noteert bij elk verschil het blad en het regelnummer waar het staat.

- Zoek eerst wat **hetzelfde** bleef. Dat is wat de vergelijking eerlijk maakt.
- Zoek dan het ene ding dat **veranderde**. Daar moet het verschil vandaan komen, of nergens.



beeld

superplus04/b_twee_touwen
_aan_een_balk.jpg

- 1 Zet blad 3, regel 1 naast blad 5, regel 1. Vul in wat gelijk bleef en wat veranderde.

waarover het gaat	woensdag (blad 3, regel 1)	zondag (blad 5, regel 1)
het gewichtje		
de hoek waarbij hij losliet		
het aantal knopen in het touw		
de tijd voor tien slingeren		

- 2 Onderaan het A3-blad staat een regel over slingers met een langer touw. Schrijf ze over en leg uit waarom de zondag van Newton daarmee in strijd is.

- 3 In blad 5, regel 4 schuift Newton de tegenspraak van zijn assistent opzij. Zijn zin klopt en toch is zijn redenering fout. Leg uit waarom.



DRIE PLATEN OM UIT TE LEZEN

★★★

Niet kijken maar tellen. In elke plaat zit een getal dat nergens uitgeschreven staat.

PLAAT III



Plaat 1 – het prisma
voor het raam.

superplus04/b_prisma_met
_gat_in_het_spectrum.jpg



Plaat 2 – de zandloper
van de werkplaats.

superplus04/b_zandloper_
half_leeg.jpg



Plaat 3 – de kist met
de gewichtjes.

superplus04/b_kist_met_h
oltes.jpg

1 Tel de banden op plaat 1. Newton noemt in blad 3, regel 5 zes kleuren op, in volgorde. Welke ontbreekt er, en waar hoort ze?

2 De zandloper is halverwege. Blad 4, regel 5 zegt hoe lang hij leegloopt. Hoeveel seconden zijn voorbij?

3 Tel op plaat 3 de holtes en de gewichtjes. Zoek de dag van het verschil: blad en regel.



De slingerproef in zes stappen ★★☆☆

De zes kaarten staan door elkaar. Knip ze uit; op blad 10 leg je ze goed.

Wat een stap tot een stap maakt

Een stap in een proef is één handeling die je ofwel doet ofwel niet doet. Twee handelingen in één stap zijn er één te veel.

- Vraag je bij elke kaart af wat er **na** die stap vastligt en wat nog niet.
- Twee kaarten lijken op elkaar. De ene mag pas als de andere gebeurd is.
- Knip langs de buitenrand van elk kaartje. Je houdt er zes over, met een letter erop.

Knip hier de zes kaarten uit

 loslaten superplus04/b_kaart_loslaten.jpg	 knopen tellen superplus04/b_kaart_knopen.jpg	 acht keer superplus04/b_kaart_herhalen.jpg
Kaart A Laat los zonder te duwen. Iemand anders begint op datzelfde ogenblik te tellen.	Kaart B Knoop het touw om de tien centimeter en tel de knopen. Nu ligt je lengte vast.	Kaart C Herhaal alles acht keer. Reken pas als je acht getallen hebt staan.
 ophangen superplus04/b_kaart_ophangen.jpg	 klokken superplus04/b_kaart_klokken.jpg	 opzij en stil superplus04/b_kaart_opzij.jpg
Kaart D Hang het touw aan het ophangpunt, recht boven de nul van de schaal.	Kaart E Klok tien slingeringen en schrijf de tijd meteen op, voor je iets anders doet.	Kaart F Trek het gewichtje tot tien graden opzij en hou het doodstil.

Voor je knipt

Schrijf de letter van elke kaart ook nog eens op de achterkant. Valt je stapeltje om, dan hoeft je niet alles opnieuw te lezen.



Zet de proef in de juiste volgorde ★ ★ ★

De hint bij elk vak vertelt wat er ná die stap vastligt. Er is maar één volgorde die kan.

EERST LEGGEN, DAN LIJMEN

Lees alle zes de hints voor je iets vastplakt. Een volgorde die je halverwege moet omgooien, kost je meer tijd dan het lezen.

- Leg de kaarten eerst los in de vakken. Verschuiven mag, overplakken niet.
- Twijfel je tussen twee kaarten? Vraag je af welke van de twee zonder de andere kan.

Het plakblad van de slingerproef

1

hierna weet je hoe lang je slinger is

2

hierna hangt je slinger op zijn plaats

3

hierna ligt de hoek vast, maar er beweegt nog niets

4

hierna beweegt de slinger, en meet je nog altijd niets

5

hierna staat je eerste getal op papier

6

hierna pas mag je rekenen



beeld

superplus04/b_kaarten_op_de_werkbank.jpg

1

Schrijf achter elk nummer de letter van de kaart die je erop plakte, en zet erbij welke twee kaarten je het langst uit elkaar moest houden.

.....

.....

.....



ZO ZET JE HET KABINET IN ELKAAR ★★ ★

Het A3-blad is geen prent maar gereedschap. Knip, vouw, prik, en meet daarna alles na.

BOUWPLAAT

WAT JE ERBIJ NODIG HEBT

Een schaar, lijm, een splitpen of een rechtgebogen paperclip, en een prikpen.

- Knip vak 4, 5, 6 en 7 los. Vouw de strook van vak 2 tot een driehoek en lijm de flap vast: dat wordt je steunpunt.
- Prik de wijzer op het ophangpunt van vak 1 en het middengat van de balk op de punt van het steunpunt. Allebei moeten ze vrij kunnen bewegen.



De gemonteerde hefboom: een gevouwen driehoek, een geperforeerde balk en twee blokjes aan een haakje.

[superplus04/b_gemonteerde_hefboom.jpg](#)

1 Vink af terwijl je bouwt, en meet elk onderdeel na met de meetstrook.

ONDERDEEL	KLAAR?	WAT JE NAMEET
de balk van vak 4		de lengte in mm
het steunpunt van vak 2		de hoogte van de driehoek
de wijzer van vak 6		van het gat tot de punt

2 Meet de balk na met de meetstrook van vak 5. Hoeveel millimeter is hij, en hoeveel gaten zitten er links van het middengat?

3 Hang blokje 3 in het gat van 4 cm links en blokje 2 in het gat van 6 cm rechts. Reken beide kanten uit en voorspel wat de balk doet.



Vier kruisjes en één vloeiende lijn ★ ★ ★

Vak 3 van het A3-blad is jouw rooster. De metingen staan in de tabel van blad 4.

Een punt zetten

Een meetpunt heeft twee getallen nodig: eentje voor de liggende as en eentje voor de staande as. Met maar één van de twee staat het nergens.

- Op het bord is één seconde 22 mm breed en is elke twintig centimeter 11 mm hoog.
- Zet een kruisje waar de twee elkaar kruisen, en verbind pas als alle punten er staan.



beeld

superplus04/b_passer_op_ruitjespapier.jpg

- 1 Zet de vier metingen van blad 4 op het rooster van vak 3, en zet ook het punt van nul slagen en nul centimeter erbij. Vul eerst deze tabel in.

slagen van het uurwerk	afstand	staat het kruisje er?
0	0 cm	
1		
2		
3		
4		

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

- 3 Newton meet niet verder dan vier slagen. Reken uit hoe ver de knikker na vijf slagen zou staan, en leg uit waarom dat punt niet meer op het rooster past.



De regel die hij zelf verstopte ★ ★ ★

Aan I. Newton, in de werkplaats

Het eerste woord van elke dag

Newton zet het in blad 5, regel 6 recht voor je neus. Vul onder elke dag het eerste woord in dat ná de vette dagnaam staat, en lees ze daarna achter elkaar.



beeld

superplus04/b_notitieboe
k_met_veertje.jpg

maandag

dinsdag

woensdag

donderdag

vrijdag

zaterdag

zondag

1 Schrijf de zin die je in het rooster leest, in één regel over.

2 Schrijf nu je brief aan Newton: wat je narekende, welke dag niet kan, en wat je hem aanraadt. Zet bij elk getal het blad en het regelnummer waar het staat.

