

Oplossingenblad — Proefexamen Krachten

voor de ouder: volledige uitwerking + socratische hulpvragen + veelgemaakte fouten

Hoe gebruik je dit oplossingenblad?

- **Tijdens het examen:** laat Nore eerst zelfstandig werken (50 min).
- **Stokt ze?** Gebruik de **socratische hulpvragen** bij elke vraag. Werk van algemeen naar specifiek — zo wordt het antwoord *niet* verklapt.
- **Bij correctie:** vergelijk haar uitwerking met de uitwerking hieronder. Punten voor 'Gegeven/Gevraagd/Formule' tellen volwaardig mee (40–50% per vraag).
- **Eindantwoord vergeten?** Of geen eenheid? Trek licht af (typisch $\frac{1}{2}$ punt per vergetelheid).
- **Veelgemaakte fouten** staan onderaan elke oplossing — gebruik ze als checklist.

Score-overzicht

Vraag	Topic	Punten	Behaald
V1	Veerkracht	3	___ / 3
V2	Veerkracht	5	___ / 5
V3	Veerkracht	4	___ / 4
V4	Wrijving	3	___ / 3
V5	Wrijving	5	___ / 5
V6	Ontbinden	4	___ / 4
V7	Ontbinden	3	___ / 3
V8	Krachtmoment	3	___ / 3
V9	Krachtmoment	5	___ / 5
V10	Krachtmoment	5	___ / 5
	TOTAAL	40	___ / 40

Vraag 1. [Veerkracht] (3 ptn)

Een veer met veerconstante $k = 35 \text{ N/m}$ wordt $12,0 \text{ cm}$ uitgerokken. Bereken de veerkracht F_v .

Volledige uitwerking

Gegeven: $k = 35 \text{ N/m}$; $\Delta l = 12,0 \text{ cm} = 12,0 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0,120 \text{ m}$

Gevraagd: $F_v \text{ (N)}$

Formule: $F_v = k \cdot \Delta l$

Oplossing: $F_v = 35 \cdot 0,120 = 4,2 \text{ N}$

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

1. Welke grootheden zijn gegeven en wat is er gevraagd?
2. Welke formule verbindt veerkracht, veerconstante en lengteverandering?
3. Let op de eenheid van Δl in de formule. Moet $12,0 \text{ cm}$ omgezet worden?

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- Δl in cm laten staan (zou 420 N geven — absurd voor zo'n veer).
- Eenheid vergeten te schrijven bij het eindantwoord.

Vraag 2. [Veerkracht] (5 ptn)

Aan een veer met beginlengte $l_0 = 20,0 \text{ cm}$ hang je een blokje van 250 g . De veer wordt $26,0 \text{ cm}$ lang.

a) Bereken de veerconstante k van de veer.

b) Welke massa moet je aanhangen om de veer $30,0 \text{ cm}$ lang te maken?

Volledige uitwerking

a) Gegeven: $l_0 = 20,0 \text{ cm}$; $l_1 = 26,0 \text{ cm}$; $m_1 = 250 \text{ g} = 0,250 \text{ kg}$

$$F_v = m \cdot g = 0,250 \cdot 9,81 = 2,4525 \text{ N}$$

$$\Delta l = l_1 - l_0 = 26,0 - 20,0 = 6,0 \text{ cm} = 0,060 \text{ m}$$

$$k = F_v / \Delta l = 2,4525 / 0,060 = 40,875 \approx 41 \text{ N/m}$$

b) Nieuwe Δl $= 30,0 - 20,0 = 10,0 \text{ cm} = 0,100 \text{ m}$

$$F_v = k \cdot \Delta l = 40,875 \cdot 0,100 = 4,0875 \text{ N}$$

$$m = F_v / g = 4,0875 / 9,81 = 0,4167 \text{ kg} \approx 417 \text{ g}$$

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

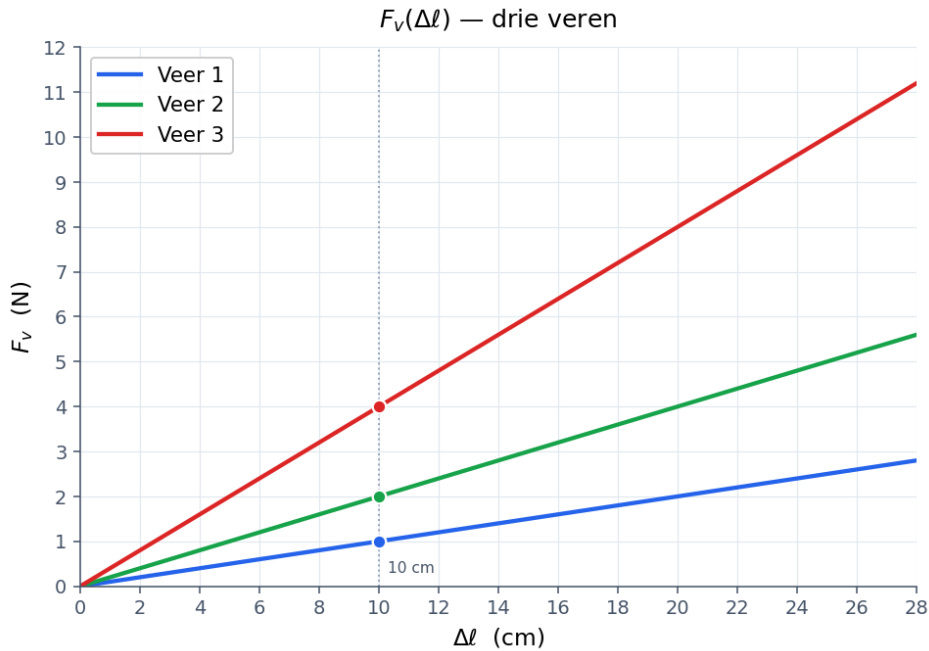
1. a) Welke kracht voelt de veer door het blokje? Hoe bereken je die uit de massa?
2. a) Wat is de lengteverandering Δl hier? Trek begin- en eindlengte van elkaar af.
3. b) Welke formule herschrijven? $F_v = k \cdot \Delta l$, en daarna $F_v = m \cdot g$ om m te isoleren.

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- Vergeten dat $250 \text{ g} = 0,250 \text{ kg}$.
- Bij b) de k uit a) niet hergebruiken (zelfde veer!).
- Δl meten vanaf l_0 , NIET vanaf de vorige belasting.

Vraag 3. [Veerkracht] (4 ptn)

Hieronder zie je de $F_v(\Delta l)$ -grafiek voor drie veren. Gebruik de grafiek om de vragen te beantwoorden.



- Welke veer is het stijfst? Verklaar.
- Bereken de veerconstante van veer 2.
- Welke kracht is er nodig om veer 3 uit te rekken met 25 cm?

Volledige uitwerking

- Veer 3 is het stijfst. De helling van de grafiek = de veerconstante k . Veer 3 heeft de steilste lijn, dus de grootste k .
- $k = F_v / \Delta l = 2 \text{ N} / 0,10 \text{ m} = \mathbf{20 \text{ N/m}}$
- $k_{\text{veer 3}} = 4 \text{ N} / 0,10 \text{ m} = 40 \text{ N/m}$
 $F_v = k \cdot \Delta l = 40 \cdot 0,25 = \mathbf{10 \text{ N}}$

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

- a) Wat is 'stijf' in fysische taal? Welke veer heeft veel kracht nodig voor weinig uitrekking?
- a) Wat stelt de helling van een $F_v(\Delta l)$ -grafiek voor?
- b) Lees een punt af van de grafiek. Welke formule geeft k uit F_v en Δl ?
- c) Eerst k berekenen voor veer 3, daarna $F_v = k \cdot \Delta l$ toepassen.

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- Helling = k vergeten (kijken naar de hoogste lijn ipv de steilste).
- Bij c) niet eerst k berekenen, of cm niet omzetten.

Vraag 4. [Wrijving] (3 ptn)

Een houten doos van 15,0 kg staat op een houten vloer ($\mu_{\text{hout-hout}} = 0,42$). Welke *minimumkracht* moet je horizontaal uitoefenen om de doos in beweging te krijgen?

Volledige uitwerking

Gegeven: $m = 15,0 \text{ kg}$; $\mu = 0,42$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_{w,\max}$ (N) — net iets meer is nodig

Formule: $F_n = m \cdot g$ $F_w = \mu \cdot F_n$

Oplossing: $F_n = 15,0 \cdot 9,81 = 147,15 \text{ N}$

$F_{w,\max} = 0,42 \cdot 147,15 = \mathbf{61,8 \text{ N}}$

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

1. Welke kracht houdt de doos op de vloer? Hoe groot is die?
2. Hoe hangt de wrijvingskracht samen met de normaalkracht?
3. Waarom 'net iets meer dan $F_{w,\max}$ ' en niet exact?

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- $F_w = \mu \cdot m$ berekenen (zonder g) — foute eenheid.
- De wrijvingscoëfficiënt met de massa verwarren.

Vraag 5. [Wrijving] (5 ptn)

Een auto van 1200 kg staat stil op asfalt. Een sleepwagen oefent een horizontale trekkraft van 8000 N uit. ($\mu_{\text{rubber-asfalt,droog}} = 0,85$; $\mu_{\text{rubber-asfalt,nat}} = 0,62$)

- a) Bereken de maximale statische wrijvingskracht op droog wegdek.
- b) Bereken de maximale statische wrijvingskracht op nat wegdek.
- c) In welk geval komt de auto in beweging? Verklaar.

Volledige uitwerking

Gegeven: $m = 1200 \text{ kg}$; $F_{\text{trek}} = 8000 \text{ N}$; $\mu_{\text{droog}} = 0,85$; $\mu_{\text{nat}} = 0,62$

$F_n = m \cdot g = 1200 \cdot 9,81 = 11772 \text{ N}$

a) $F_{w,\max(\text{droog})} = 0,85 \cdot 11772 = \mathbf{10006 \text{ N} \approx 10,0 \text{ kN}}$

b) $F_{w,\max(\text{nat})} = 0,62 \cdot 11772 = \mathbf{7299 \text{ N} \approx 7,3 \text{ kN}}$

c) Droog: $F_{\text{trek}} (8000 \text{ N}) < F_{w,\max} (10006 \text{ N}) \rightarrow$ auto blijft staan.

Nat: $F_{\text{trek}} (8000 \text{ N}) > F_{w,\max} (7299 \text{ N}) \rightarrow \mathbf{\text{auto komt in beweging.}}$

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

1. Welke kracht moet de sleepwagen overwinnen?
2. Hoe groot is F_n ? Verandert die met het wegdek?
3. Wanneer komt het voorwerp pas in beweging? Vergelijk F_{trek} met $F_{w,\max}$.

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- F_n in beide gevallen herberekenen (is hetzelfde, m en g veranderen niet).
- Eenheidsomzetting $\text{N} \leftrightarrow \text{kN}$ vergeten in eindantwoord.

Vraag 6. [Ontbinden] (4 ptn)

Een blok van 8,0 kg ligt op een helling met hoek $\theta = 35^\circ$. Ontbind de zwaartekracht in een component *langs* de helling en een component *loodrecht* op de helling.

Volledige uitwerking

Gegeven: $m = 8,0 \text{ kg}$; $\theta = 35^\circ$; $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Gevraagd: $F_{z,||}$ en $F_{z,\perp}$

Formule: $F_z = m \cdot g$; $F_{z,||} = F_z \cdot \sin \theta$; $F_{z,\perp} = F_z \cdot \cos \theta$

Oplossing: $F_z = 8,0 \cdot 9,81 = 78,48 \text{ N}$

$F_{z,||} = 78,48 \cdot \sin(35^\circ) = 78,48 \cdot 0,5736 = \mathbf{45,0 \text{ N}}$ (langs helling, naar beneden)

$F_{z,\perp} = 78,48 \cdot \cos(35^\circ) = 78,48 \cdot 0,8192 = \mathbf{64,3 \text{ N}}$ (in de helling)

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

1. Hoe groot is F_z (de hele zwaartekracht)?
2. Welke component zorgt dat het blok glijdt? Welke houdt het tegen de helling gedrukt?
3. Welke goniometrische functie verbindt θ met de component LANGS de helling? (Tip: sin of cos?)

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- sin en cos omdraaien ($|| \leftrightarrow \perp$).
- Rekenmachine niet op DEG zetten — $\cos(35)$ in RAD geeft een fout antwoord.
- F_z vergeten te berekenen en direct met de massa werken.

Vraag 7. [Ontbinden] (3 ptn)

Redeneeropgave. Verklaar in eigen woorden — met verwijzing naar de ontbinding van de zwaartekracht — waarom je een loodzware doos **makkelijker** een lange flauwe oprit op duwt dan ze recht omhoog te tillen.

Volledige uitwerking

Verwacht antwoord:

- Als je de doos recht omhoog tilt moet je een kracht leveren die de volledige zwaartekracht F_z compenseert.
- Op een helling met kleine hoek θ is de component langs de helling $F_{z,||} = F_z \cdot \sin \theta$. Voor kleine θ is $\sin \theta$ heel klein, dus $F_{z,||} \ll F_z$.
- Je moet enkel $F_{z,||}$ overwinnen om de doos langs de helling omhoog te duwen, niet de hele zwaartekracht.
- **Conclusie:** hoe flauwer de helling, hoe minder kracht nodig. De prijs die je betaalt: je legt een grotere afstand af (arbeid blijft hetzelfde).

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

1. Welke kracht moet je overwinnen als je recht omhoog tilt?
2. Welke component van F_z moet je overwinnen op een helling?
3. Is $\sin \theta$ voor een 'flauwe' helling groot of klein? Wat betekent dat voor $F_{z,||}$?

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- Zeggen 'omdat het minder zwaar is' zonder de ontbinding te vermelden — te oppervlakkig.
- Wrijving aanhalen i.p.v. de ontbinding (wrijving werkt zelfs in je nadeel op een helling).

Vraag 8. [Krachtmoment] (3 ptn)

Op een moersleutel oefen je loodrecht een kracht van 60 N uit op een arm van 25,0 cm. Bereken het krachtmoment M.

Volledige uitwerking

Gegeven: $F = 60 \text{ N}$; $d = 25,0 \text{ cm} = 0,250 \text{ m}$

Gevraagd: M (N·m)

Formule: $M = F \cdot d$ (loodrechte kracht)

Oplossing: $M = 60 \cdot 0,250 = 15 \text{ N}\cdot\text{m}$

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

1. Welke formule verbindt krachtmoment, kracht en krachtaarm?
2. Welke eenheid moet d hebben in de formule?
3. Wat is de eenheid van een krachtmoment?

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- d in cm laten staan (zou 1500 N·cm geven — minder gangbare eenheid).
- Krachtmoment uitdrukken in N i.p.v. N·m.

Vraag 9. [Krachtmoment] (5 ptn)

Op een wip zit links een kind van 40 kg op 1,5 m van het draaipunt.

- a) Bereken het krachtmoment M_L van het kind links.
- b) Op welke afstand van het draaipunt moet rechts een kind van 25 kg zitten opdat de wip in evenwicht is?
- c) Wat zou er gebeuren als het kind rechts dichterbij het draaipunt zou schuiven?

Volledige uitwerking

a) Gegeven: $m_L = 40 \text{ kg}$; $d_L = 1,5 \text{ m}$

$$F_L = m_L \cdot g = 40 \cdot 9,81 = 392,4 \text{ N}$$

$$M_L = F_L \cdot d_L = 392,4 \cdot 1,5 = 588,6 \text{ N}\cdot\text{m} \text{ (tegenwijzerzin)}$$

b) Momentwet: $M_L = M_R$ voor evenwicht

$$m_L \cdot g \cdot d_L = m_R \cdot g \cdot d_R \rightarrow (\text{de } g \text{ valt weg!})$$

$$d_R = (m_L \cdot d_L) / m_R = (40 \cdot 1,5) / 25 = 2,4 \text{ m}$$

c) M_R wordt kleiner (kleinere d_R). Dan is $M_L > M_R$ en de wip kantelt naar **links** (richting van het zwaarste kind).

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

1. a) Welke kracht oefent het kind links uit? Welke formule voor M?
2. b) Wat moet er gelden voor evenwicht? Schrijf de momentwet op.
3. b) De g komt in beide leden voor — mag je die wegdelen?
4. c) Wat verandert er aan M_R als d_R kleiner wordt?

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- Bij b) $F \cdot d$ gelijkstellen met d alleen (gewicht vergeten).
- Vergeten dat g uit de momentwet wegvalt — rekenmachine onnodig gebruiken.
- Bij c) zeggen 'niets verandert' — de wip is dynamisch.

Vraag 10. [Krachtmoment] (5 ptn)

‘Twee kinderen op een wip zijn in evenwicht. Het ene kind weegt 20 kg en zit op 2,0 m van het draaipunt. Het andere kind weegt 40 kg en zit op 1,0 m. Dit klopt.’ **Juist of fout?** Verklaar met een berekening — en als het fout is, leg uit wat er *we* moet zijn.

Volledige uitwerking

Test de momentwet:

$$M_1 = 20 \cdot g \cdot 2,0 = 40 \cdot g$$

$$M_2 = 40 \cdot g \cdot 1,0 = 40 \cdot g$$

$M_1 = M_2 \rightarrow$ **JUIST**. De wip is in evenwicht.

Conclusie: de g valt weg, en wat overblijft is de momentwet $m_1 \cdot d_1 = m_2 \cdot d_2$. Hier: $20 \cdot 2,0 = 40 \cdot 1,0 = 40$.

Socratische hulpvragen — gebruik in volgorde, stop zodra ze weer verder kan:

1. Hoe controleer je of een hefboom in evenwicht is?
2. Welke twee grootheden moet je vergelijken? Hoe bereken je elk moment?
3. Vallen er termen weg in de vergelijking?

Veelgemaakte fouten (instinkers)

- Te snel ‘fout’ antwoorden omdat de massa’s verschillen.
- Geen **berekening** tonen — de vraag vraagt het expliciet.