

Exercises

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Surname, First name

Uitwerkingen Giuseppe Radaelli

WB1641 Werktuigkundig Ontwerpproject

1 EXAM

T1-Projecttentamen

10 Nov, 2023, 09:00-12:00

X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9
0	0	0	0	0	0	0

- Vul hierboven je naam en studentnummer in. Het studentnummer schrijf je uit in de zeven vakjes boven de tabel rechtsboven, en je kruist het bijbehorende hokje aan.
- Maximaal 100 punten te behalen.
- Bij de open vragen dient zowel de uitwerking als het antwoord in het daarvoor bestemde kader gegeven te worden.
- Werk jouw antwoorden eerst uit op kladpapier, neem het dan pas over op dit antwoordformulier.
- Wil je een antwoord aanpassen? Vraag dan de surveillanten om een sticker die het oude antwoord bedekt. Op de sticker kan je jouw nieuwe antwoord geven. Voor grote correcties, zie de laatste pagina van dit document. Voor kleine correcties kan ook Tipp-Ex gebruikt worden.
- Zorg voor een goede leesbaarheid na het scannen. Gebruik bij voorkeur pennen of stiften.
- Toegestane hulpmiddelen:
 - Kladpapier
 - (Grafische) rekenmachine
 - Geodriehoek/liniaal

Dit tentamen is gemaakt door:

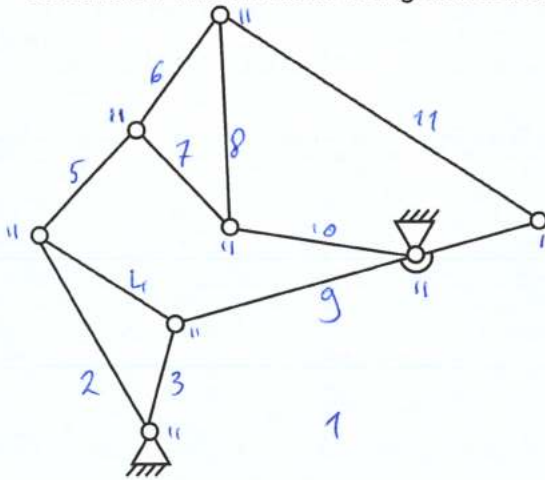
Dr. ir. G. Radaelli, ir. B. van Vliet en dr. ir. M.J.M. Hermans

Dit tentamen is gecontroleerd door

Dr. ir. R.W. Vroom, ir. M. Pfeiffer en I. Joeman, MSc

Vrijheidsgraden

Beschouw onderstaand stangenmechanisme in 2D.



$$N = 11$$

$$g = 15$$

$$V = (N - 1) \cdot 3 - 2g = 0$$

- 4p 1a Hoeveel graden van vrijheid heeft het systeem? Kruis het juiste antwoord aan. Bij eventuele correcties kleur je het juiste bolletje in.



0

(b)

1

(c)

2

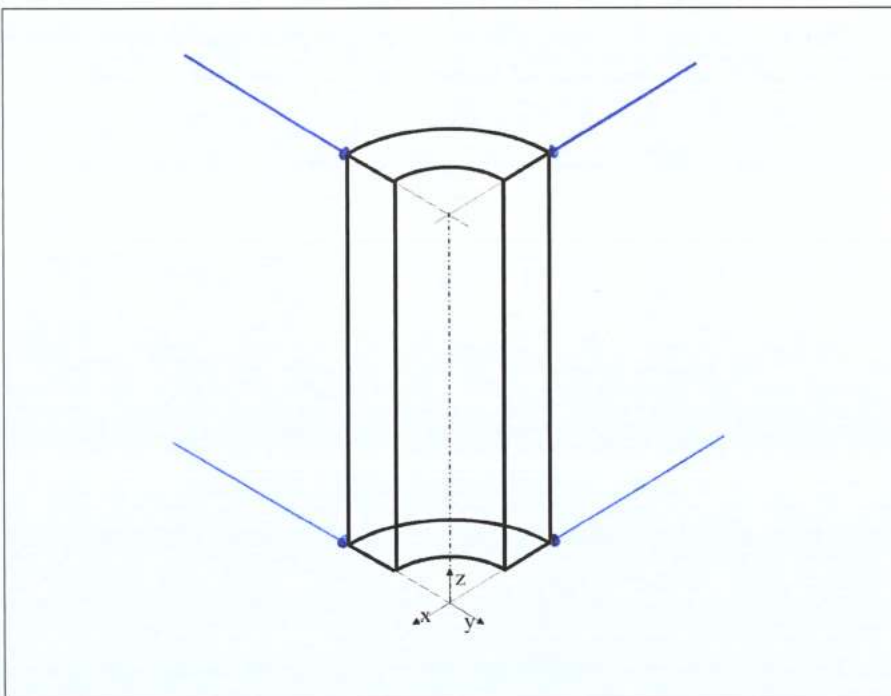
(d)

3

(e)

4

- 4p 1b Onderstaand star lichaam moet in 3D worden beperkt door middel van sprieten zodat alleen de rotatie om de hartlijn (stippellijn) en de translatie in de richting van z-as nog mogelijk zijn. De sprieten mogen niet aangrijpen op het cilindrisch gevormde oppervlak aan de binnenkant. Teken het minimale aantal sprieten om dit doel te bereiken. Teken de sprieten als rechte lijnen met een stip op de plek waar ze in contact staan met het lichaam.



Ontwerpmethoden

3p **2a** Welke typen criteria zijn dit? Kruis steeds het juiste type aan.

	Functionele Eis	Randvoorwaarde	Specificatie	Prestatiecriterium
De windmolenonderdelen moeten onder een brug van 4m door passen.		X		
Het oplaadstation moet zo min mogelijk onderhoud nodig hebben.				X
De gehoorbescherming moet minimaal 90% van het geluid dempen.	X			
De smartphone zal een USB-C aansluiting hebben.			X	
De handboor moet voor minimaal 90% te recyclen zijn.		X		
De scanner moet een zo hoog mogelijke resolutie hebben.				X

2p **2b** Zijn onderstaande criteria toetsbaar geformuleerd, of niet?

	Wel	Niet
De knikkermachine moet zo goed mogelijk te demonteren zijn.		X
Het nieuwe zonnepaneel moet makkelijker te plaatsen zijn dan de vorige versie.		X
Productie van de verpakking moet minder CO ₂ uitstoten dan die van de oude versie.	X	
De transformator mag niet heter worden dan 50° C.	X	

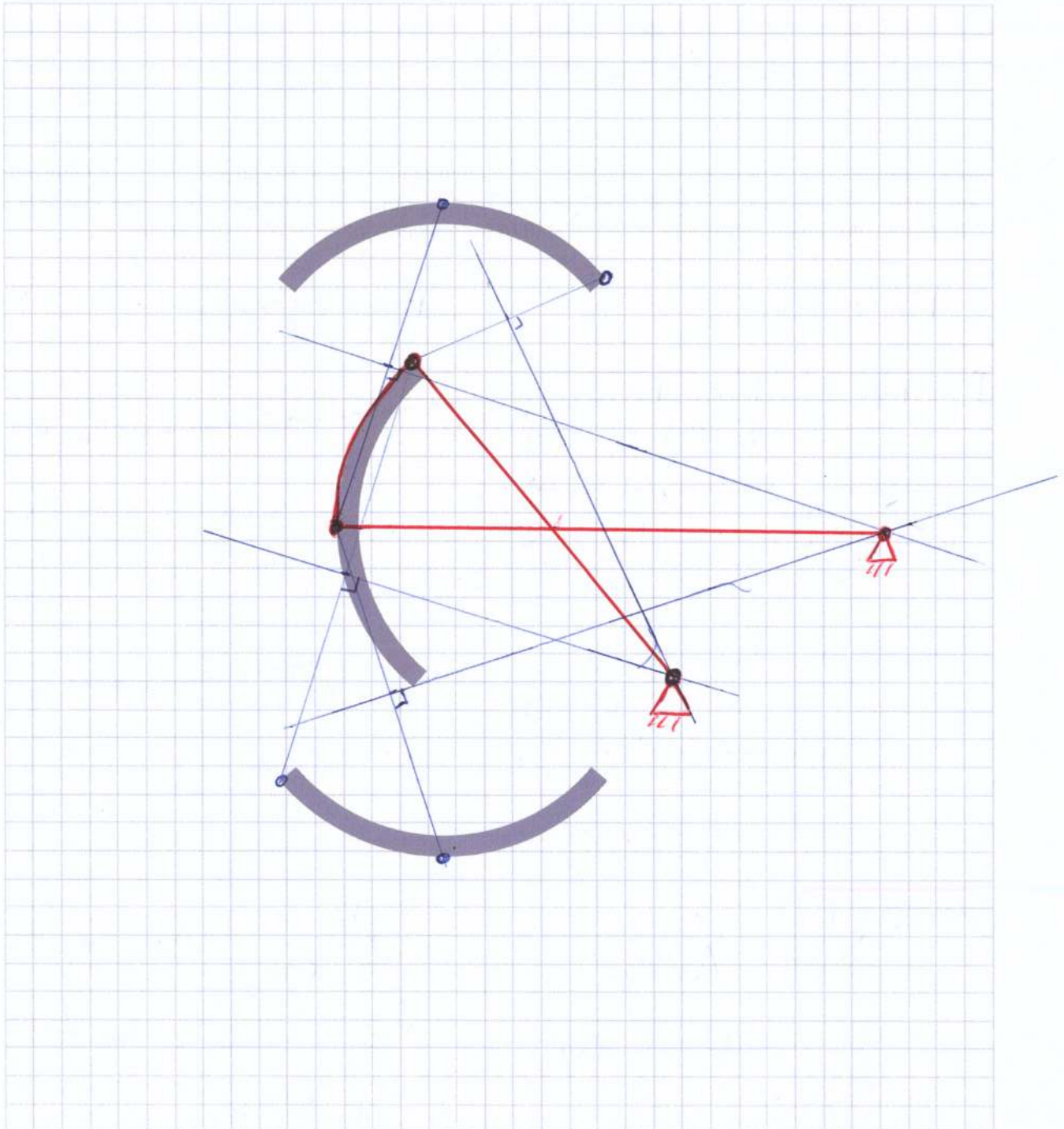
- 5p **2c** Een projectgroep heeft twee concepten ontwikkeld: de 'bal' en het 'blok'. Deze worden beoordeeld op 'kosten' (weegfactor 20%), 'betrouwbaarheid' (weegfactor 45%) en 'uitstoot' (weegfactor 35%). Vergelijk deze concepten op deze criteria door een scoretabel te maken zoals voorgeschreven in de 'gewogen criteria methode' uit de Reader Ontwerpmethoden.

De scores van de concepten op deze criteria zou je in een echt project baseren op de voorspelde prestatiewaarden van de concepten. Maar voor deze tentamenvraag mag je de scores zelf bepalen.

Criterion	weeg-factor	Bal 	Blok 
Betrouwbaarheid	45%	1	3
Uitstoot	35%	4	5
Kosten	20%	3	2
Totaal	100%	2,5	3,5

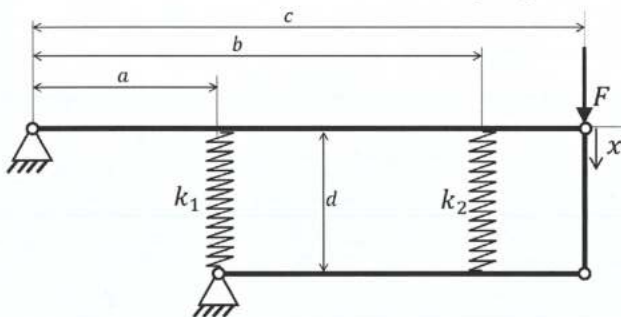
Stangenmechanisme

- 10p 3 In een ontwerp van een stangenmechanisme is de wens om een stang in de drie getekende standen te kunnen plaatsen. Construeer een vierstangenmechanisme dat deze standen mogelijk maakt aan de hand van de *instantaneous center method*. Teken de stangen van het mechanisme in de middelste stand, en laat de gebruikte hulplijnen zien. Maak duidelijk onderscheid tussen stangen en hulplijnen.



Blokschema's en veren

Beschouw het systeem hieronder, bestaande uit drie starre stangen en twee veren. In deze opgave verwaarlozen we de effecten van wrijving en van zwaartekracht.

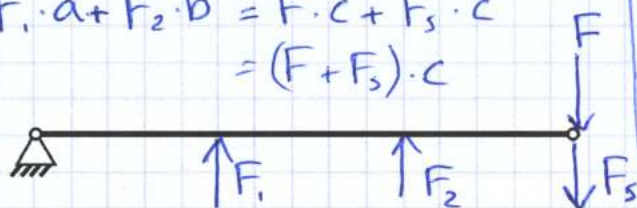


- 3p **4a** Maak gebruik van onderstaande schematische tekeningen om de af te spreken positieve bewegings- en krachtrichtingen aan te duiden. Geef elke gebruikte grootheid een naam. Geef verder de formules die nodig zijn om een blokschema op te stellen (evenwicht, kinematica en veerkracht).

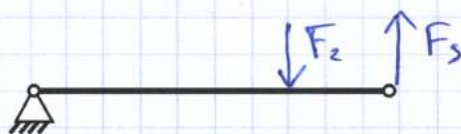
Krachten:

$$F_1 \cdot a + F_2 \cdot b = F \cdot c + F_s \cdot c$$

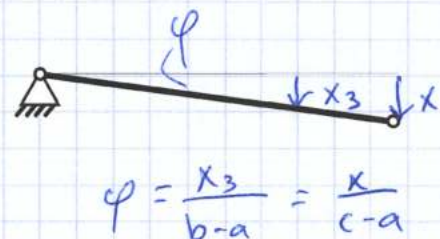
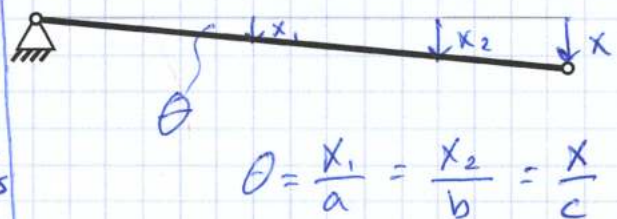
$$= (F + F_s) \cdot c$$



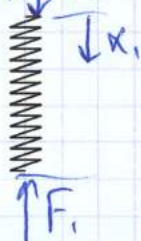
$$F_2 \cdot (b-a) = F_s \cdot (c-a)$$



Bewegingen:

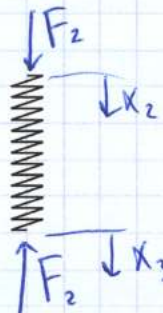


Veren:



$$\Delta v_1 = x_1$$

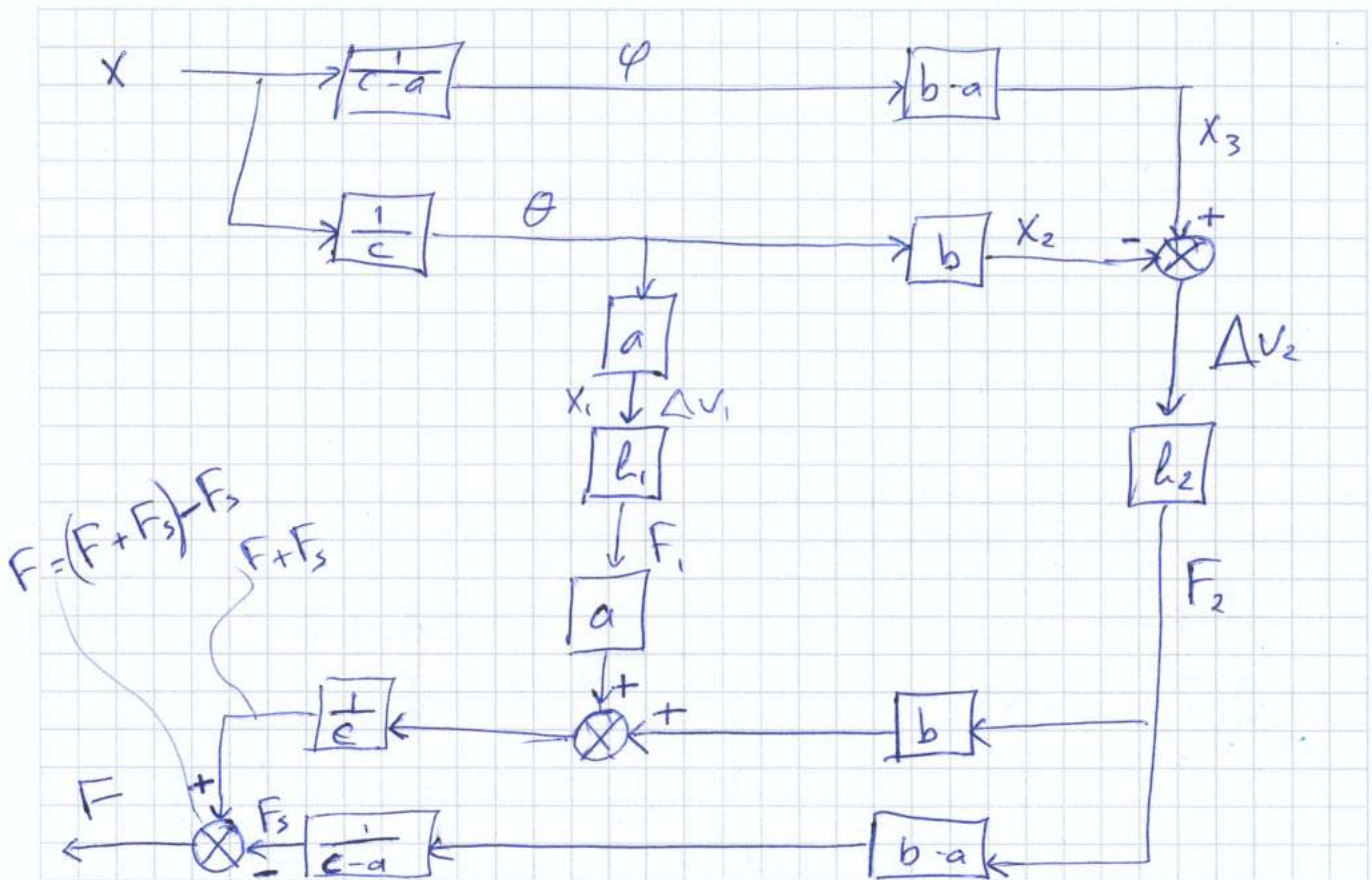
$$F_1 = k_1 \cdot \Delta v_1$$



$$\Delta v_2 = x_3 - x_2$$

$$F_2 = k_2 \cdot \Delta v_2$$

- 8p **4b** Teken een blokschema van het systeem. Gebruik de verplaatsing x als ingangssignaal en de kracht F als uitgangssignaal. Dus het bovenste gedeelte van het blokschema geeft de bewegingsketen weer en het onderste gedeelte de krachtketen.

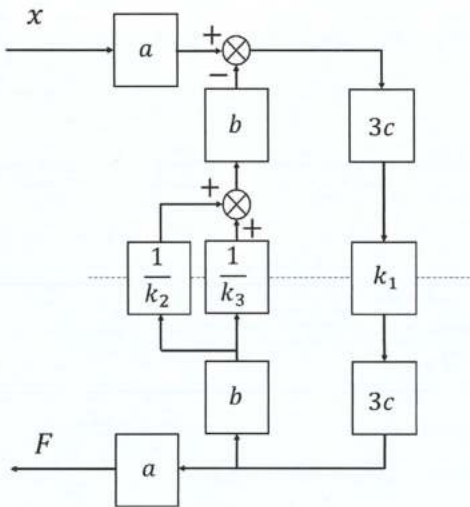


- 3p **4c** Zijn de twee veren in serie geschakeld of parallel geschakeld? Geef een onderbouwing voor jouw antwoord.

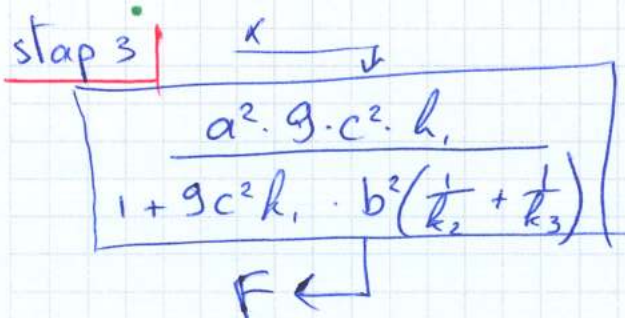
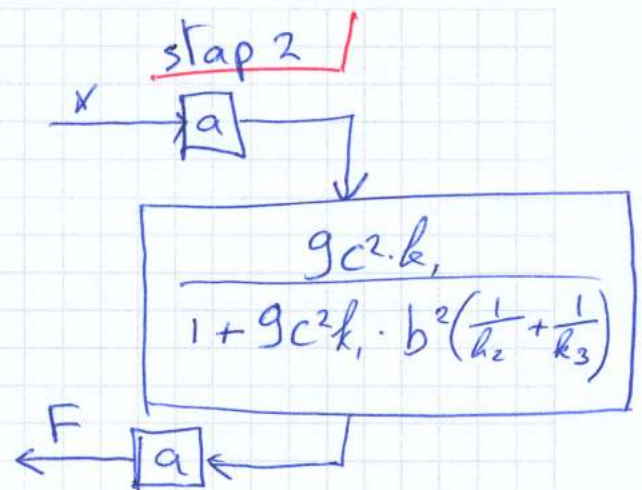
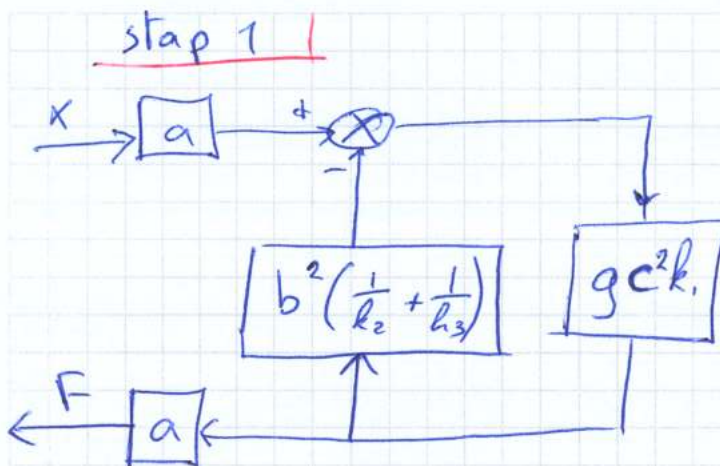
Parallel

De indrukking op elk van de veren als gevolg van x kan worden bepaald zonder de stijfheden te kennen (h_1 en h_2). Dat is kenmerkend voor een parallelle veerschakeling.

Van een ANDER systeem is een blokschema gegeven, zie hieronder.



- 6p **4d** Bepaal uit het gegeven blokschema de vervangende veerstijfheid $k' = \frac{F}{x}$ van het systeem. Voer daarvoor eerst enkele versimpelingen van het blokschema door.

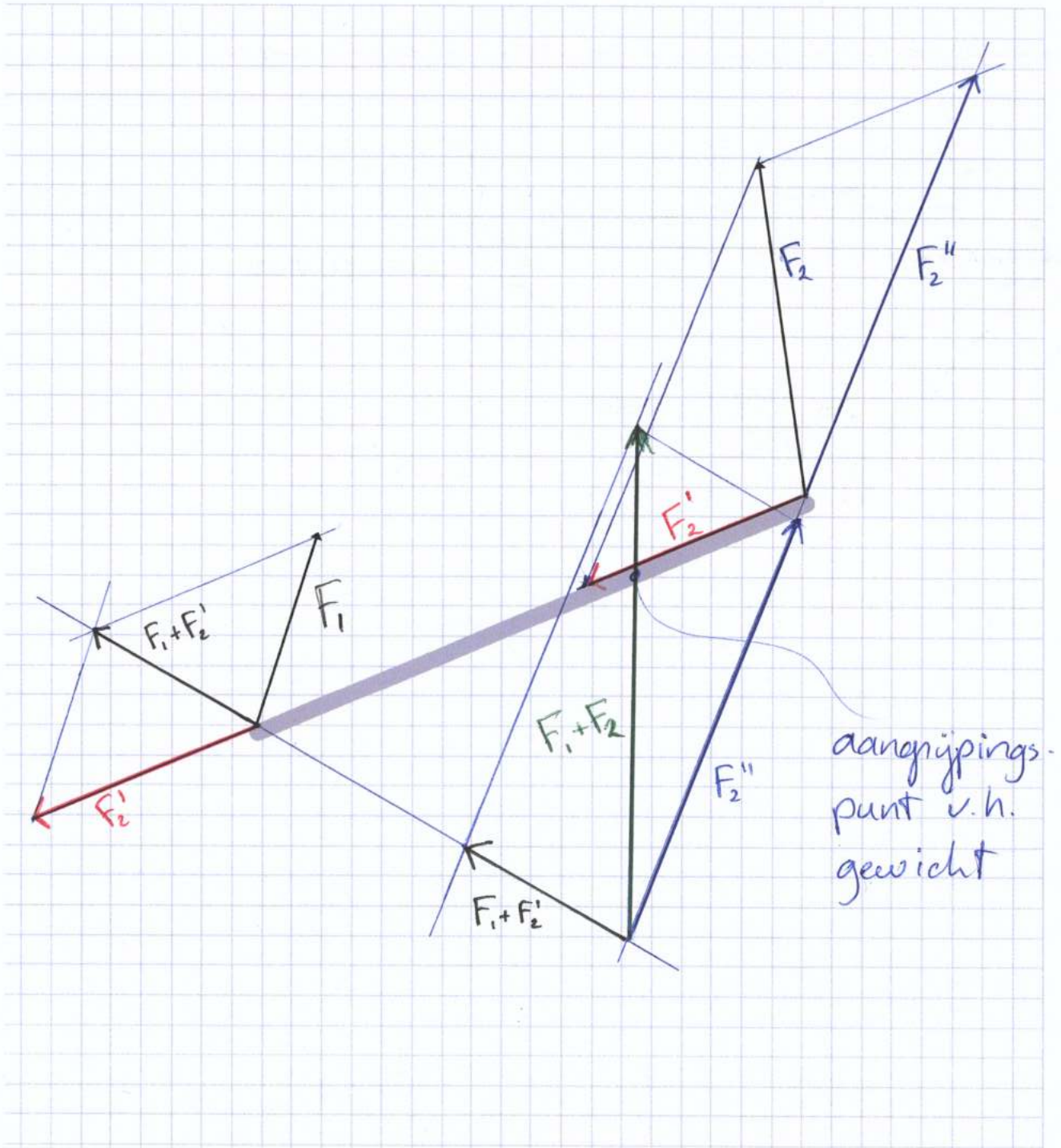


Antwoord:

$$k' = \frac{F}{x} = \frac{a^2 \cdot g \cdot c^2 \cdot k_1}{1 + g c^2 k_1 \cdot b^2 \left(\frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} \right)}$$

Krachten samenstellen

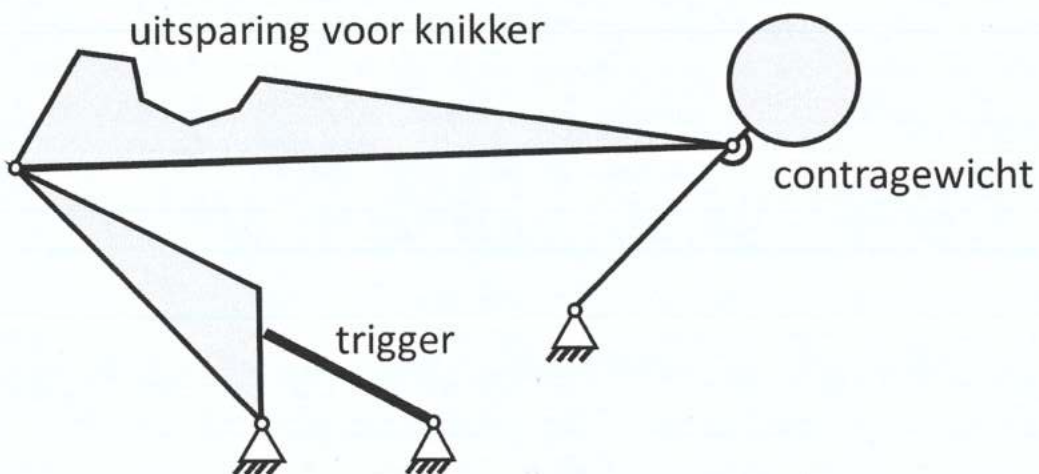
- 8p 5 De balk hieronder heeft een niet-uniforme massaverdeling. Het hangt in statisch evenwicht aan twee touwen. De krachten in de touwen zijn bekend, hun grootte is zoals hieronder gevisualiseerd. Bepaal het aangrijpingspunt van het totale gewicht op de balk door de twee touwkrachten samen te stellen. Gebruik hiervoor de methode "door ontbinding".



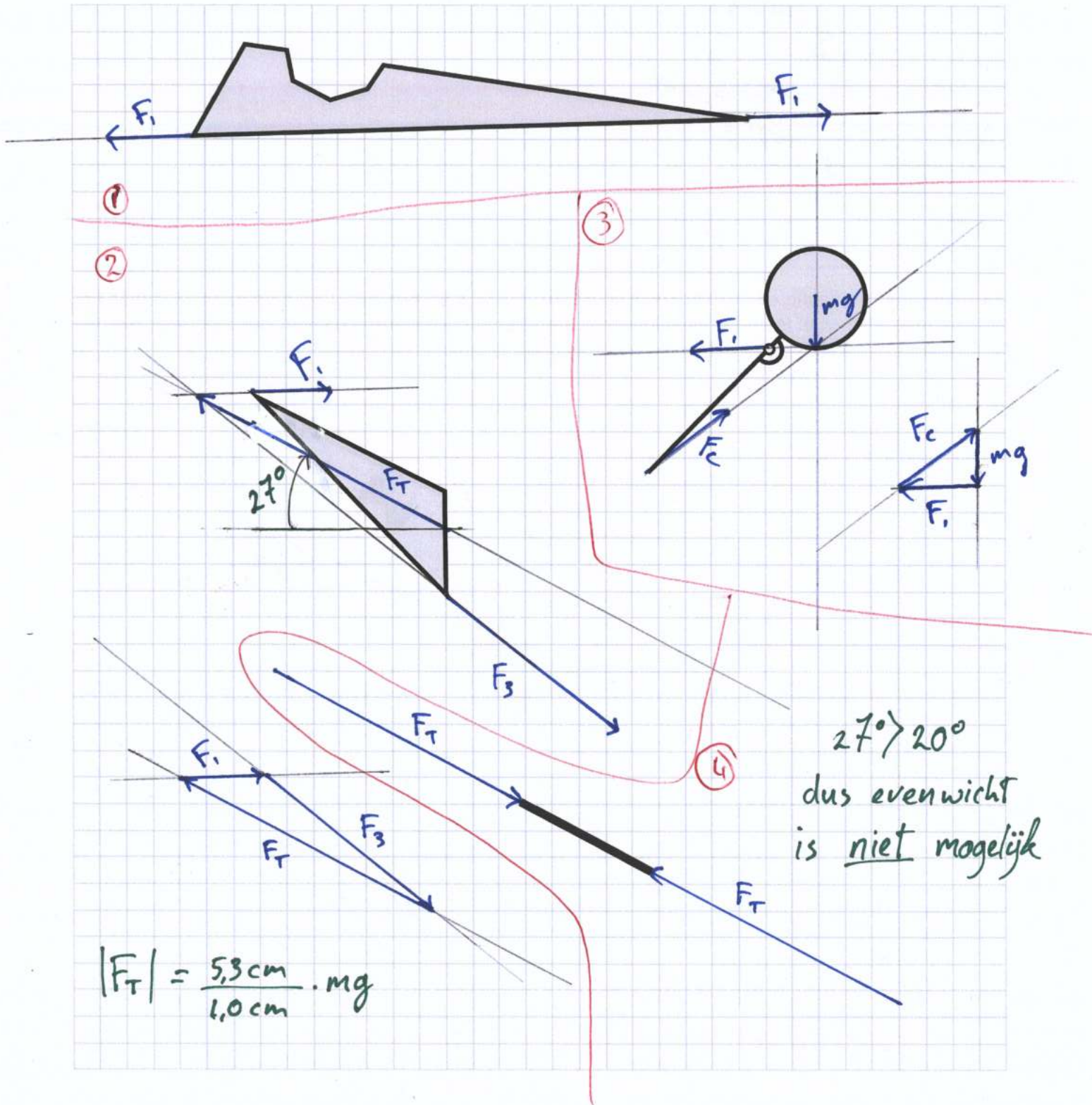
Grafisch evenwicht

In een ontwerpproject wordt onderstaand systeem voorgesteld als oplossing voor een knikermachine. Het systeem bestaat uit een vierstangenmechanisme, met een stang waaraan een contragewicht wordt bevestigd, een stang waarin een knikker terecht komt in de daarvoor bedoelde uitsparing, en een stang waar een trigger tegenaan steunt om het systeem stil te houden totdat de knikker erin gelegd wordt. In het contactpunt met de trigger heerst een statische wrijvingshoek van 20° . Het gewicht van alle onderdelen behalve van het contragewicht wordt verwaarloosd.

We beschouwen de situatie waarbij de knikker nog niet in het systeem is gelegd.

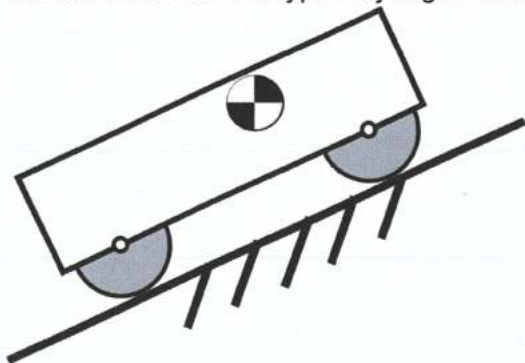


- 16p 6 Voer een grafische krachtenanalyse uit met behulp van de vier vrijlichaamsdiagrammen hieronder, om de grootte (in verhouding tot het contragewicht) en de richting van de kracht in het contactpunt met de trigger te bepalen. Concludeer uit deze analyse of het systeem wel of niet in evenwicht kan blijven staan. Neem als lengte van de vector van het contragewicht 2 hokjes.

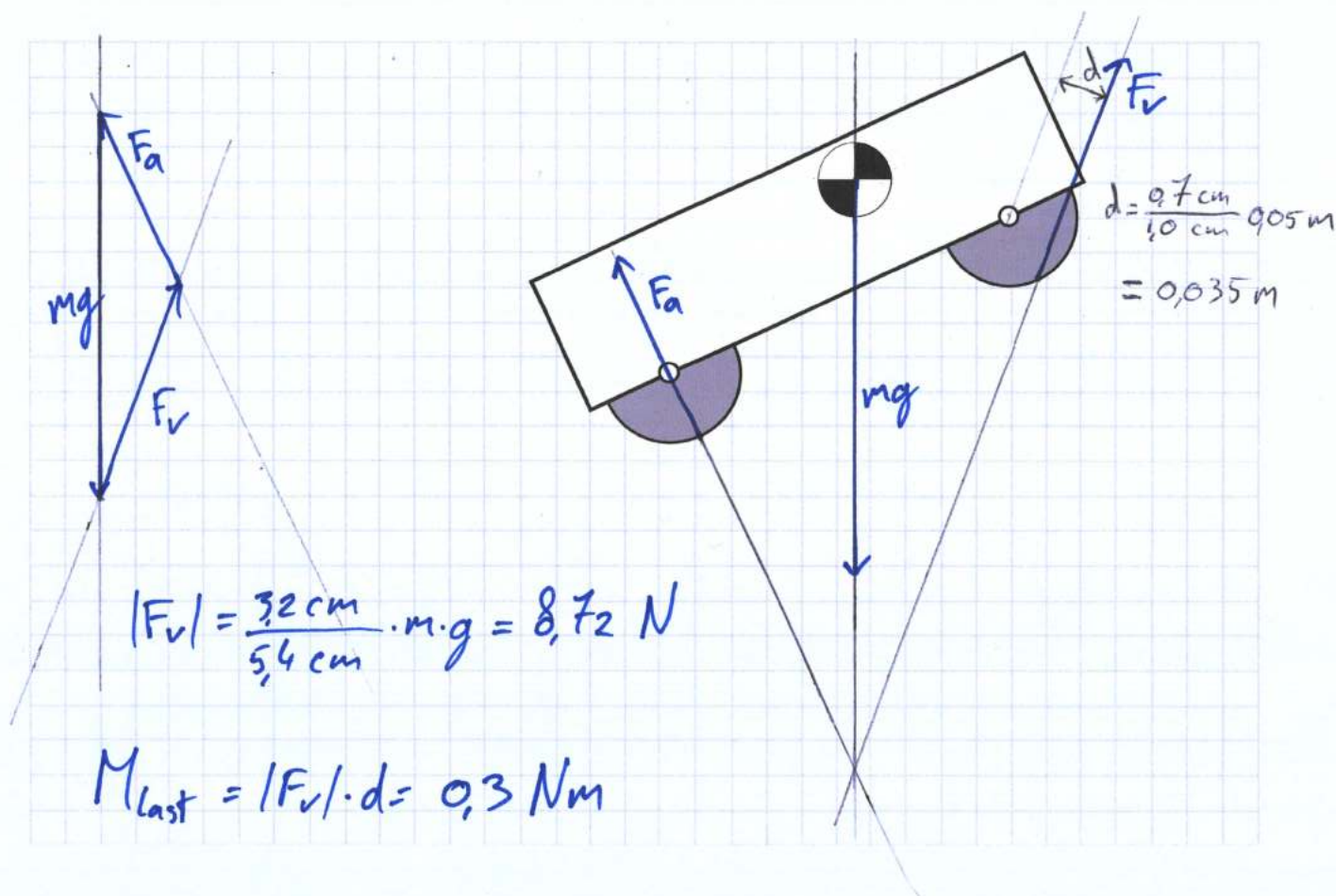


Aandrijving

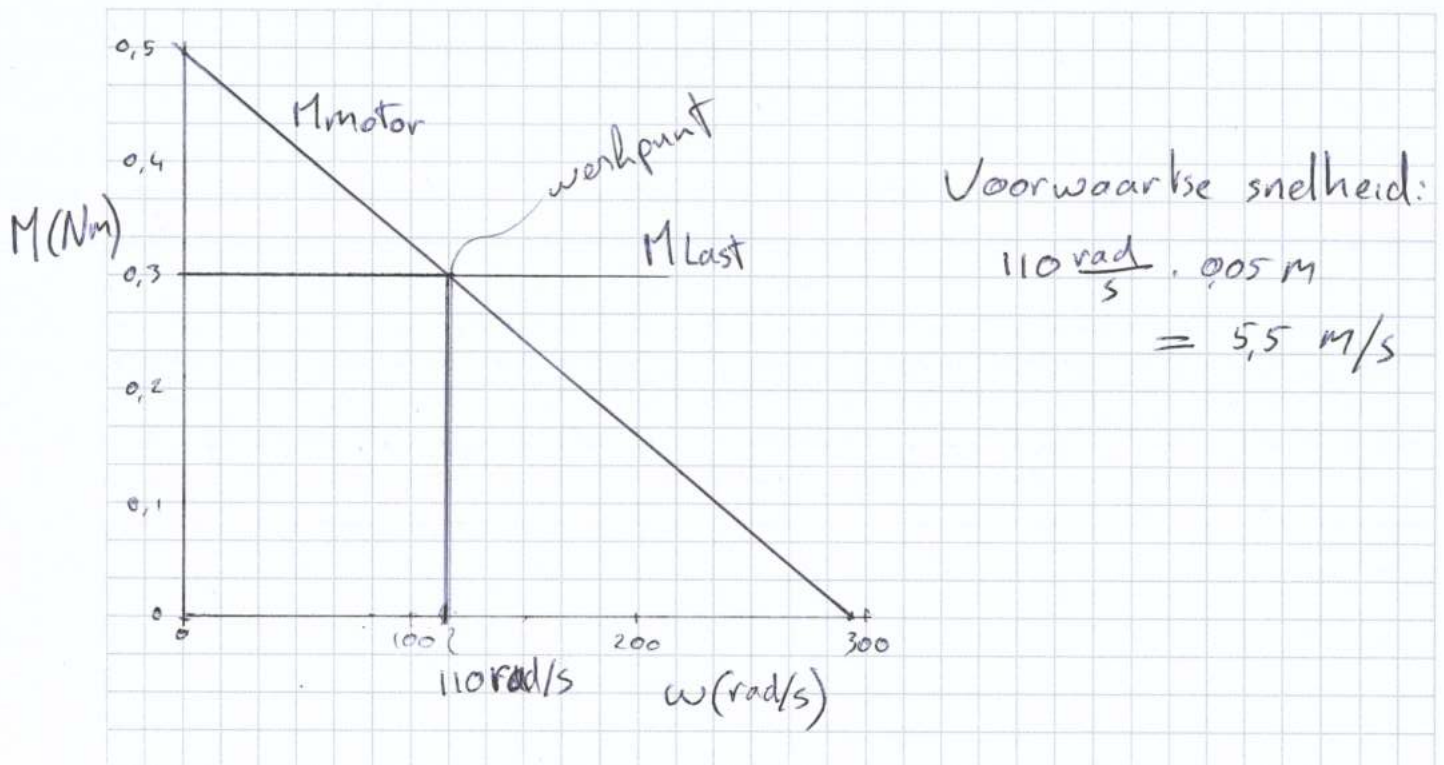
Een karretje, aangedreven door een DC motor direct gekoppeld met de voorwielen, rijdt een helling op van 25° . De massa van het karretje is $1,5\text{ kg}$ en het massamiddelpunt bevindt zich op de plek die wordt aangeduid met de zwart-witte cirkel. Het achterste wiel is passief. De radius van beide wielen is $0,05\text{ m}$. We verwaarlozen elk type wrijvingsverlies zoals rolweerstand en luchtweerstand.



- 7p 7a Voer een grafische evenwichtsanalyse uit om na te gaan hoe groot de reactiekracht onder het aangedreven wiel is, in het geval dat het karretje een constante snelheid heeft bereikt. Bepaal daarmee ook het moment dat de motor dan moet leveren.



- 7p **7b** De gebruikte DC motor wordt gekarakteriseerd door een maximaal koppel (stall torque) van 0,49 Nm en een maximum hoeksnelheid (no-load speed) van 294 rad/s. Bepaal wat de voorwaartse snelheid van het karretje is.



- 7p **7c** Hoe groot moet de massa van het karretje zijn om het maximale motorvermogen te benutten?

$$M_{\text{motor}} = 0.49 \text{ Nm} - \frac{0.49 \text{ Nm}}{294 \text{ rad/s}} \cdot \omega$$

$$P_{\text{motor}} = M_{\text{motor}} \cdot \omega \quad \text{is maximaal als}$$

$$P'_{\text{motor}} = 0.49 \text{ Nm} - 2 \cdot \frac{0.49 \text{ Nm}}{294 \text{ rad/s}} \cdot \omega = 0$$

$$\text{Dat is wanneer } \omega = \frac{0.49 \text{ Nm}}{2 \cdot \frac{0.49 \text{ Nm}}{294 \text{ rad/s}}} = \frac{1}{2} \cdot 294 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 147 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\text{Daar is } M_{\text{motor}} = 0.245 \text{ Nm}$$

Gelijkstellen met de last:

$$M_{\text{last}} = m g \cdot \frac{3.2 \text{ cm}}{5.4 \text{ cm}} \cdot r \cdot \frac{9.7 \text{ cm}}{1.0 \text{ cm}} = 0.245 \text{ Nm} \quad \text{Dat is als } m = 1.2 \text{ kg}$$

0.05 m

Materiaalkunde

- 3p **8a** Wat is de fundamentele reden dat een materiaal uitzet als de temperatuur wordt verhoogd?

Bij het verhogen van de temperatuur zal de amplitude van de trilling van de atomen toeneemen. Aangezien de afstotende kracht tussen atomen sterk toeneemt als de afstand tussen de atomen afneemt, zal het dal in de energie kromme hoger liggen en verschuiven naar een grotere gemiddelde atoomafstand.

- 2p **8b** Een rond massieve trekstaaf van een titaniumlegering heeft een dwarsdoorsnede (A) van 1000 mm^2 en een staaf lengte (L) van 2 m in onbelaste toestand. De trekstaaf wordt gebruikt om een last (m) te dragen van 3000 kg . Gebruik als waarde voor de gravitatieversnelling (g) 9.81 m/s^2 . Bereken de trekspanning (σ) in de staaf bij volledige belasting. Geef zowel de formule als de waarde in MPa.

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{3000 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{1000 \text{ mm}^2} = 29.4 \text{ MPa}$$

- 2p **8c** Wat is de lengteverandering (ΔL in mm) van deze staaf als de staaf in plaats van trek op druk wordt belast met een drukspanning van 50 MPa . De elasticiteitsmodulus (E) van de titaniumlegering is 115 GPa . Geef zowel de toegepaste vergelijking als het berekende resultaat.

$$\Delta L = L \cdot \epsilon = L \cdot \frac{\sigma}{E} = 2000 \text{ mm} \cdot \frac{-50 \text{ MPa}}{115000 \text{ MPa}} = -0.87 \text{ mm}$$

Leeg vel voor CORRECTIES

- 9 Gebruik dit antwoordkader voor eventuele grote correcties. Geef op de plek van de originele vraag aan dat jouw uitwerking van die vraag hier staat.

A large rectangular area filled with a fine grid of lines, resembling graph paper, intended for students to provide corrections or additional work.

This page is left blank intentionally