

Exercises

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

Surname, First name

Uitwerlingen

Design Engineering Project 1 EXAM (WB1641)

T1-projecttentamen

4 Nov, 2024, 09:00-12:00

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

a	☒	c	d	e	f	→ b
a	b	☒	d	e	f	→ c
☒	b	c	☒	e	f	→ a

Answer multiple-choice questions as shown in the example.

- 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? Gebruik een gum, Tipp-Ex, een correctieroller of witte sticker (vraag eventueel aan de surveillanten). Voor grote correcties, zie de laatste pagina van dit document.
- Zorg voor een goed contrast voor betere leesbaarheid na het scannen. Gebruik bij voorkeur pennen of stiften.
- Toegestane hulpmiddelen:
 - Kladpapier
 - (Grafische) rekenmachine
 - Geodriehoek/liniaal
 - Demo-setje stangenmechanisme bestaande uit magneten en stalen strippen

Dit tentamen is gemaakt door:

Dr. ir. G. Radaelli, dr. ir. R.W. Vroom en dr. ir. M.J.M. Hermans

Dit tentamen is gecontroleerd door Dr. F.G.J. Broeren



Beschouw onderstaand stangenmechanisme in 2D.



2 / 14

Ontwerpmethoden

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

	Functionele Eis	Randvoorwaarde	Specificatie	Prestatiecriterium
Het contragewicht van het mechanisme bestaat uit de aangeleverde carrosserieringen van ongeveer 0.120 kg			X	
De kluisdeur moet zo weinig mogelijk geluid maken bij het openen				X
De kostprijs van de kluisdeur mag niet hoger dan 520 euro zijn		X		
In gesloten toestand moet de kluisdeur de kluisinhoud uit het zicht houden	X			
Er zijn minimaal twee sleutels nodig om de kluisdeur te kunnen openen	X			
De kluisdeur moet een trekkracht van 20 N kunnen weerstaan	X			

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

	Wel	Niet
De kluisdeur moet zo goed mogelijk te plaatsen zijn		X
De kluisdeur moet sneller te monteren zijn dan te demonteren	X	
De kluisdeur moet zonder gereedschap makkelijk te monteren zijn		X
De kluisdeur moet vanaf 1 richting te monteren zijn	X	

- 6p **2c** Een projectgroep heeft twee concepten ontwikkeld: de 'worm' en de 'mier'. Deze worden beoordeeld op criteria met de kernwoorden 'snelheid' (weegfactor 50%), 'betrouwbaarheid' (weegfactor 15%) en 'tilkracht' (weegfactor 35%). Vergelijk deze concepten op deze criteria door een gecombineerde vergelijkingstabel te maken met daarin zowel de voorspelde prestaties als de scores, zoals voorgeschreven in de 'gewogen criteria methode' uit de Reader Ontwerpmethoden.

De voorspelde prestaties zijn:

Worm: 10^{-3} m/s; 10%; 0,01 N

Mier: 0,05 m/s; 50%; 0,02 N

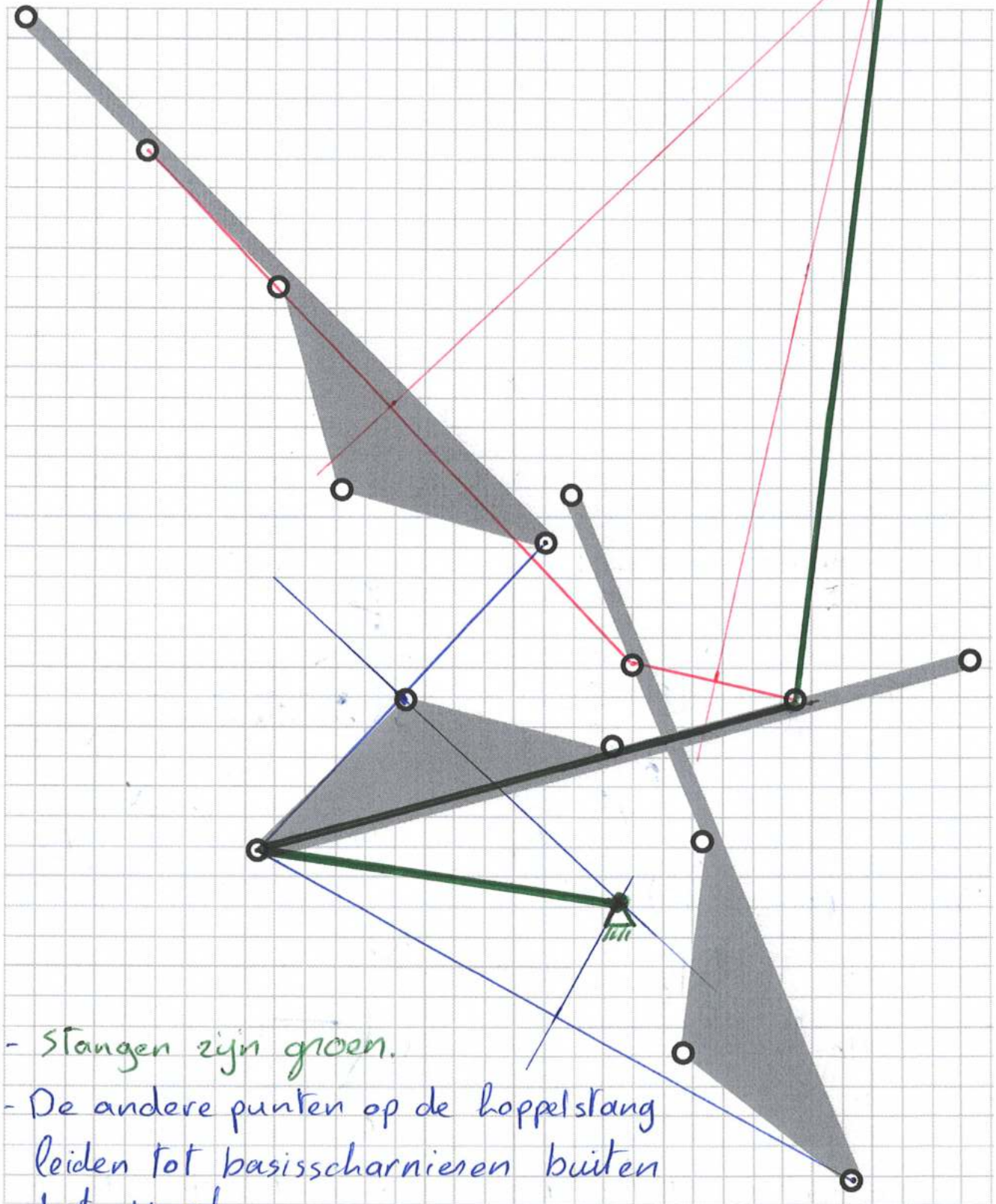
Je mag zelf scores bij de voorspelde prestaties bepalen.

Criterium	weegfactor	worm w ^o		mier m ^o	
		prestatie	score	prestatie	score
snelheid	50%	10^{-3} m/s	2	0,05 m/s	4
Tilkracht	35%	0,01 N	3	0,02 N	5
Betrouwbaarheid	15%	10%	1	50%	3
Totaal			2,2		4,1

Stangenmechanisme

Construeer een vierstangenmechanisme waarvan de koppelstang in de drie gegeven standen geplaatst kan worden (zie volgende bladzijde). Doe dat aan de hand van de *instantaneous center method*. Het is voor deze opgave niet noodzakelijk dat alle standen in een continue beweging bereikbaar zijn. Teken de stangen en scharnieren van het mechanisme in één van de drie standen, en laat de gebruikte hulplijnen zien. Maak duidelijk onderscheid tussen stangen en hulplijnen. Kies zelf welke van de vijf scharnieren op de koppelstang je gebruikt. Het stangenmechanisme moet in de drie standen passen op het A4-vel (mag wel buiten het ruitjeskader).

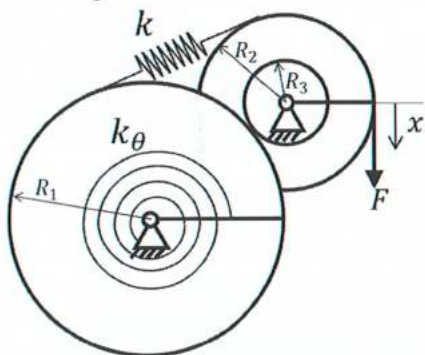
11p 3 Antwoordzijde stangenmechanisme:



- Stangen zijn groen.
- De andere punten op de hoppelstang leiden tot basisscharnieren buiten het A4-vel.

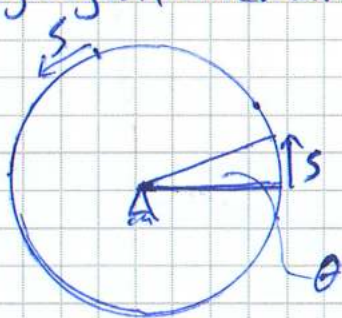
Blokschema's en veren

Beschouw het systeem hieronder, bestaande uit twee starre lichamen en twee veren. Het ene starre lichaam is een schijf, wrijvingsloos scharnierend aan de basis bevestigd, waaraan een torsieveer gekoppeld is met stijfheid k_θ . Het andere lichaam bestaat uit twee gekoppelde schijven, ook wrijvingsloos scharnierend met de basis, die meedraait met het eerste lichaam door middel van een niet-slappend contact. Er is een veer met stijfheid k tussen de twee lichamen gespannen om de buitenste contouren, zoals weergegeven in de figuur. Zwaartekracht wordt niet beschouwd.

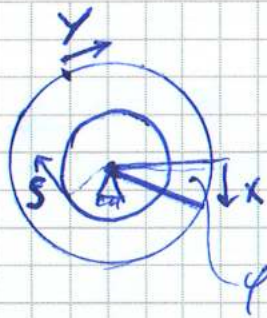


- 4p 4a Maak vier schematische tekeningen, twee voor elk lichaam, één voor de kinematica en één voor de statica, waarin je de krachten, momenten en bewegingsvariabelen benoemt en hun positieve richting aangeeft. Geef bij elke tekening de daarbij horende formule, zij het van de kinematica of van het evenwicht.

Bewegingen (kinematica):



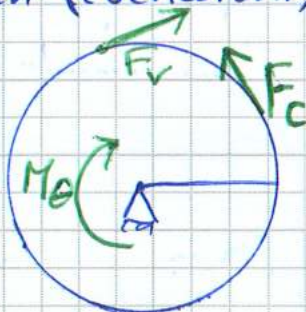
$$\theta = \frac{s}{R_1}$$



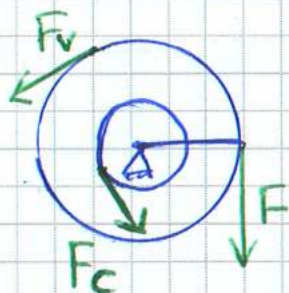
$$x = y$$

$$\varphi = \frac{x}{R_2} = \frac{s}{R_3}$$

Krachten (evenwicht):



$$F_c \cdot R_1 = M_\theta + F_v \cdot R_1$$



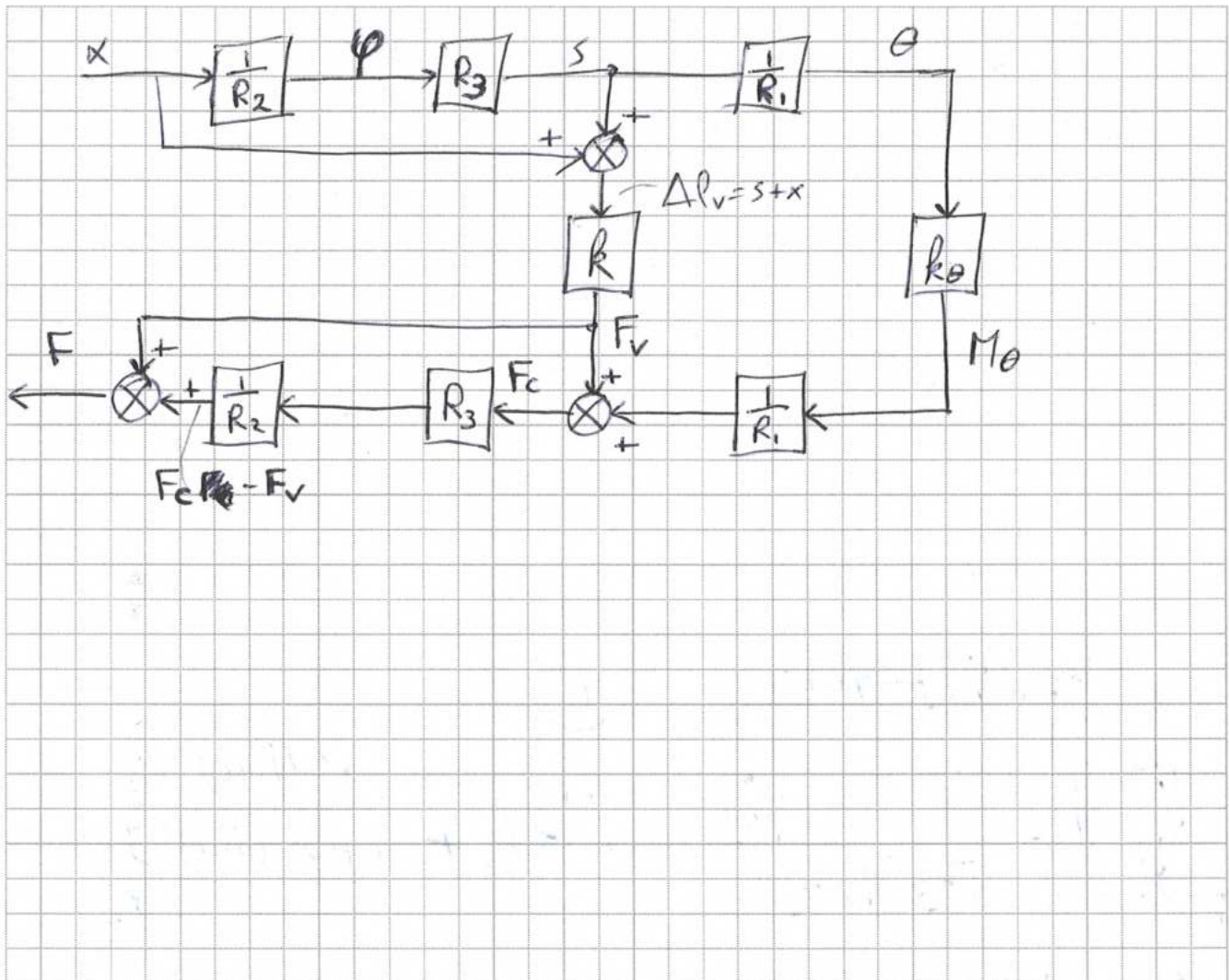
$$F_v \cdot R_2 + F_c \cdot R_3 = F \cdot R_2$$

Niet gevraagd, wel handig:

$$F_v = (s + y) \cdot k$$

$$M_\theta = \theta \cdot k_\theta$$

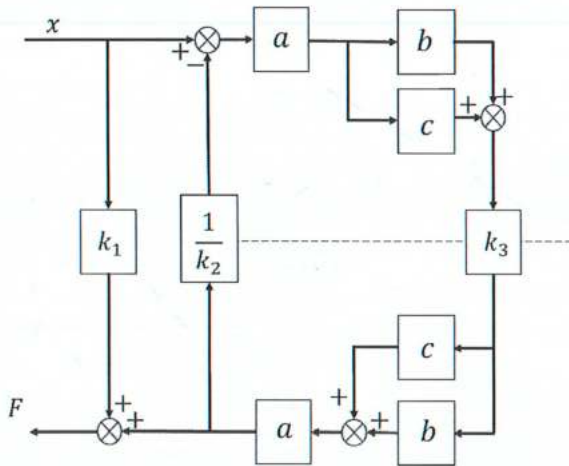
- 10p **4b** Teken een blokschema van het systeem. Gebruik de verplaatsing x als ingangssignaal en de kracht F als uitgangssignaal. Dus het bovenste gedeelte van het blokschema geeft de bewegingsketen weer en het onderste gedeelte de krachtketen.



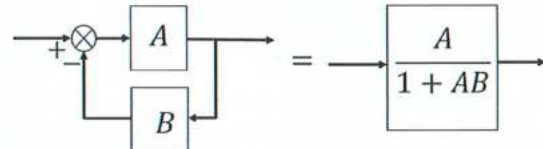
- 3p **4c** Zijn de torsieveer en de trekveer in serie of in parallel geschakeld? Geef een onderbouwing voor jouw antwoord.

Parallel, want, gegeven een opgelegde verplaatsing x , dan is de uitrekking/verdraaiing φ van beide veren te bepalen onafhankelijk van hun stijfheid.
 of: Als een van de twee veren oneindig stijf is dan is de totale stijfheid ($\frac{F}{x}$) ook oneindig.

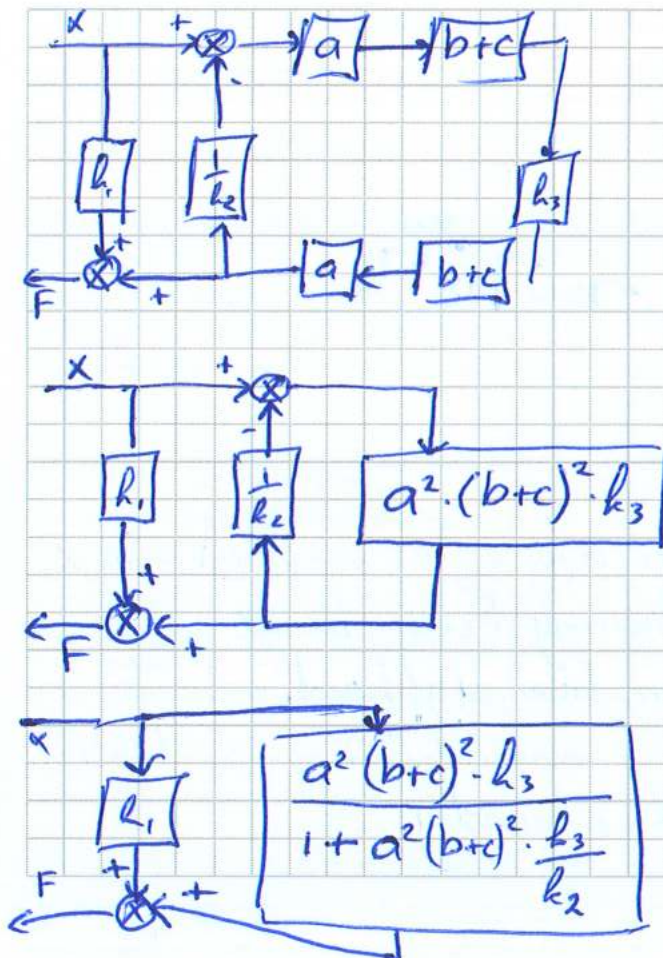
Van een ANDER systeem is een blokschema gegeven, zie hieronder:



Tip voor het vereenvoudigen van een negatieve terugkoppellus:



- 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.



④

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

- 2p 4e Kies welke blokschema je wilt beschouwen: Jouw eigen resultaat van vraag b, of het gegeven schema van vraag d.

Druk de veerenergie van het systeem uit als functie van de verplaatsing x , in termen van de geometrische variabelen en de stijfheden van het systeem. Neem aan dat de veren lineair zijn en niet voorgespannen.

vervangende stijfheid:

$$k' = \frac{F}{x}$$

Veerenergie:

$$E_v = \frac{1}{2} k' x^2 = \frac{1}{2} F \cdot x$$

Uit opgave b is k' :

$$k' = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right)^2 \cdot k + \left(\frac{R_3}{R_2 R_1}\right)^2 \cdot k_0$$

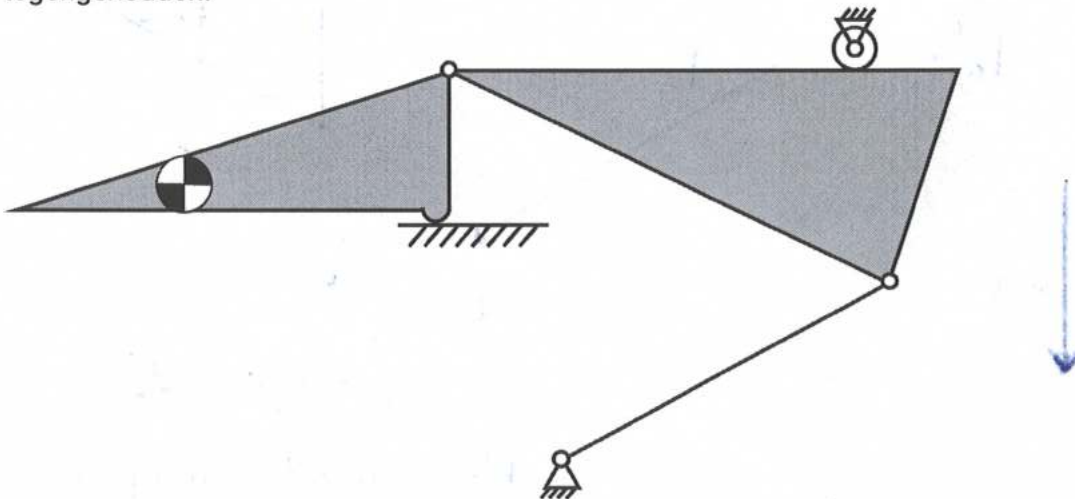
Uit opgave d, zie k' van opgaved!

dus:

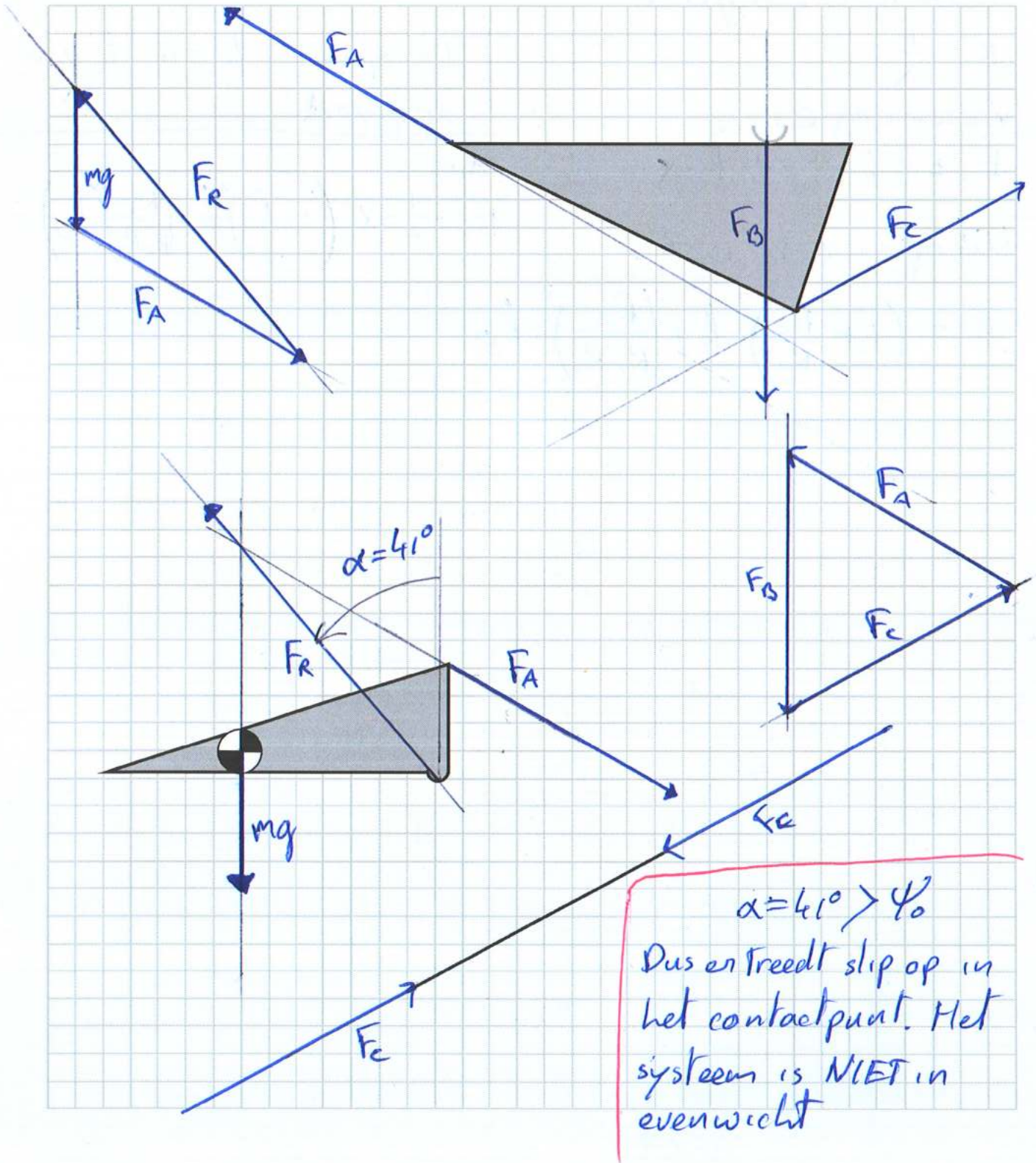
$$E_v = \frac{1}{2} \cdot x^2 \cdot \left(\left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right)^2 \cdot k + \left(\frac{R_3}{R_2 R_1}\right)^2 \cdot k_0 \right)$$

Grafische evenwichtsanalyse

Beschouw onderstaand systeem, bestaande uit drie starre lichamen, met wrijvingsloze scharnieren aan elkaar en aan de basis bevestigd. Het enige lichaam dat een significant gewicht heeft is het linker driehoekvormige lichaam, waarvan het zwaartepunt is aangegeven met de zwart-witte bol (zwaartekracht is recht omlaag). In het contactpunt dat dit lichaam heeft met de basis heerst een statische wrijvingshoek van $\Psi_0 = 30^\circ$. Het andere driehoekvormige lichaam wordt d.m.v. een wrijvingsloos wiel aan de bovenkant tegengehouden.

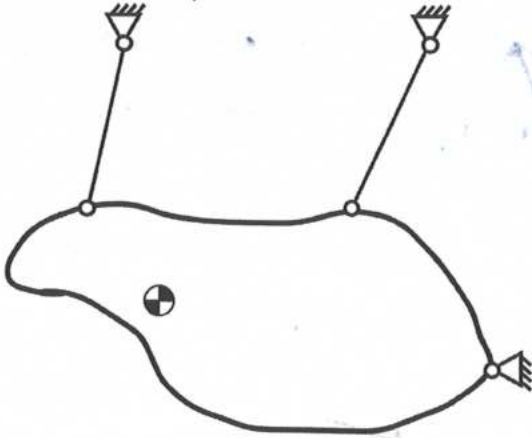


- 18p 5 Voer een **grafische krachtenanalyse** uit met behulp van de drie vrijlichaamsdiagrammen hieronder, om de grootte en de richting van de kracht in het contactpunt waar wrijving is te bepalen, in verhouding tot het gewicht van het linker lichaam. Neem als lengte van de vector van het gewicht 5 hokjes. Toon aan met behulp van deze analyse of het systeem wel of niet in evenwicht kan blijven staan.

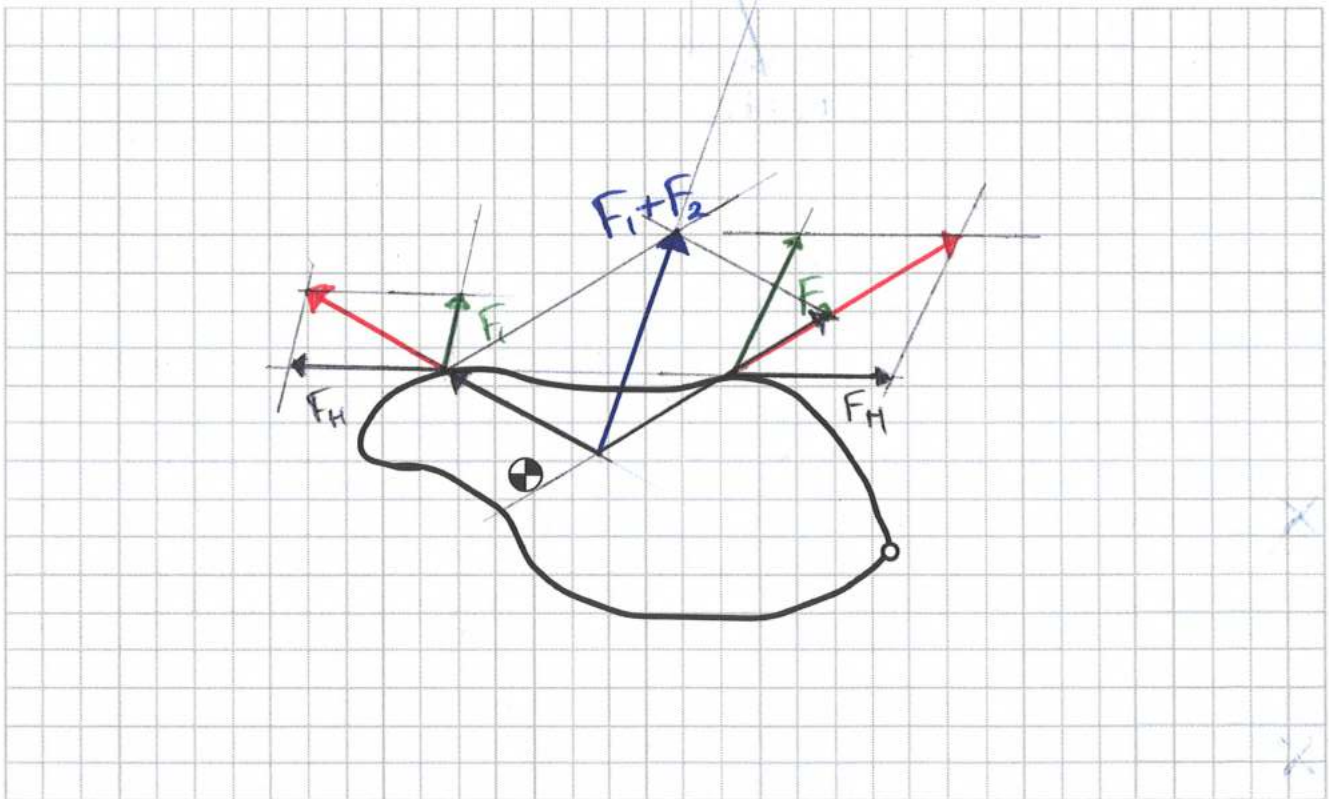


Krachtmanipulaties en evenwicht

Beschouw het lichaam in evenwicht hieronder weergegeven. Het lichaam hangt aan twee elastische touwen waarvan de trekkrachten gemeten worden en dus gegeven zijn. De kracht in het rechter scharnierpunt en het gewicht van het lichaam zijn onbekend, wel is het massamiddelpunt bekend (weergegeven met de zwart-witte bol).



- 8p **6a** Stel de twee gegeven krachten samen door gebruik te maken van de methode **met hulpskrachten**. De grootte van de kracht in het linker touw is 10N en in het rechter touw 20N. Een redelijke schaal om te gebruiken is 10N : 10mm.



6b Bepaal de onbekende krachten door uit te gaan van het evenwicht van een twee-krachten systeem: de samengestelde touwkrachten, en de samenstelling van de twee onbekende krachten. Maak alleen gebruik van de toegestane grafische krachtenmanipulaties. Maak waar mogelijk gebruik van kleur en/of korte tekst om de stappen in het proces helder te maken.



7a Kristallijne polymeren hebben een hoog moleculair gewicht oftewel een langere ketenlengte.

☒ Niet waar

7b Netwerkpolymeren vertonen smeltverschijnselen als de temperatuur wordt verhoogd.

 Niet waar

1p **7c** Mechanische eigenschappen verbeteren als de kristalliniteit verhoogd wordt.

☒ Waar

☐ Niet waar

1p **7d** Keramische materialen hebben geen vrije elektronen.

☒ Waar

☐ Niet waar

1p **7e** Keramische materialen breken bros en hebben een lage treksterkte.

☐ Waar

☒ Niet waar

5p **7f** Twee even lange draden van respectievelijk aluminium en ijzer hangen loodrecht aan een horizontaal plafond en zijn door middel van een dwarsverbinding gezamenlijk elastisch belast met een trekkracht F . Op de dwarsverbinding bevindt zich een waterpas, dat aangeeft dat de dwarsverbinding horizontaal hangt. De kracht F grijpt aan in het midden van de dwarsverbinding. Het gewicht van de draden en de dwarsverbinding kan verwaarloosd worden ten opzichte van F . Als de diameter van de aluminium draad d_{Al} is, wat moet dan de diameter van de ijzerdraad zijn opdat aan bovenstaande omstandigheden wordt voldaan?
Eigenschappen: E-modulus Al = 70 GPa, E-modulus Fe = 210 GPa

Elastisch belast, dus wet van Hooke.

Blijft horizontaal, dus rekken zijn gelijk.
Kracht is gelijk verdeeld.

$$\epsilon = \frac{\frac{1}{2}F / \pi \left(\frac{d_{Al}}{2}\right)^2}{E_{Al}} = \frac{\frac{1}{2}F / \pi \left(\frac{d_{Fe}}{2}\right)^2}{E_{Fe}}$$

$$\text{dus } d_{Fe} = \sqrt{\frac{E_{Al}}{E_{Fe}} d_{Al}^2} = \sqrt{\frac{70 \text{ GPa}}{210 \text{ GPa}}} d_{Al} = 0,58 d_{Al}$$

Leeg vel voor CORRECTIES

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

