

Exercises

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

Surname, First name

Nahij model / uitwerkingen

WOP1 (WB1641-q1)

T1 - Projecttentamen

Fri, 11 Nov, 13:30-16:30

/	/	/	/	/	/	/
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.
- De antwoorden moeten met pen ingevuld worden.
- Toegestane hulpmiddelen:
 - Boek en vraagstukkenbundel "Werktuigkundige systemen" van J.C. Cool, onbeschreven
 - Kladpapier
 - (Grafische) rekenmachine
 - Geodriehoek/liniaal

Dit tentamen is gemaakt door:

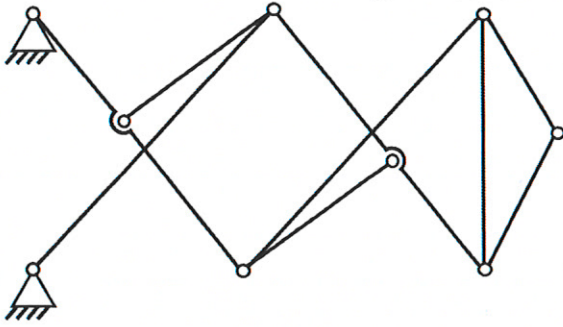
Dr. ir. G. Radaelli, ir. B. van Vliet en dr. ir. M.J.M. Hermans

Dit tentamen is gecontroleerd door

Dr. ir. R.W. Vroom

Vrijheidsgraden

Beschouw onderstaand stangenmechanisme in 2D.



$$N = 9 + 1 = 10$$

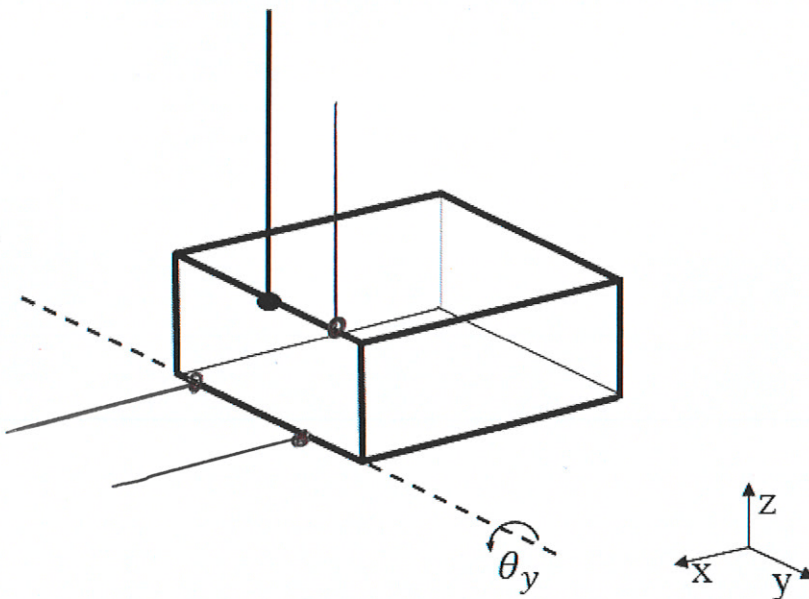
$$g_1 = 13$$

$$F = (10 - 1) \cdot 3 - 2 \cdot g_1 = 1$$

4p **1a** Hoeveel graden van vrijheid heeft het systeem?

- (a) 0 ☒ 1 (c) 2 (d) 3 (e) 4

4p **1b** Onderstaand star lichaam moet in 3D worden beperkt door middel van sprieten zodat alléén de rotatie om de stippellijn (θ_y) en de translatie in y richting nog VRIJ blijven. Eén spriet is al gegeven. Voeg het minimale aantal sprieten toe om dit doel te bereiken. Laat de sprieten alleen aangrijpen op de zichtbare vlakken van de geometrie. Teken de sprieten als rechte lijnen met een stip op de plek waar ze in contact staan met het lichaam, net zoals de gegeven spriet.



Ontwerpmethoden

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

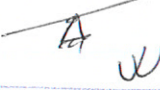
	Functionele Eis	Randvoorwaarde	Specificatie	Prestatiecriterium
De lift moet minimaal 300kg kunnen tillen.	X			
De lift mag maximaal 300kg wegen.		X		
Het voertuig moet zo snel mogelijk kunnen rijden.				X
Het voertuig krijgt 4 wielen met diameter 300mm.			X	
Het systeem moet in een standaard zeecontainer passen.		X		
Het systeem moet zo klein mogelijk zijn.				X

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

	Wel	Niet
De steeksleutel moet goed in de hand liggen.		X
Het gewicht van de koptelefoon moet zo laag mogelijk zijn.	X	
De elektrische auto moet minstens 400km kunnen rijden zonder opladen.	X	
De stofzuiger moet makkelijker te bedienen zijn dan de marktleider.		X

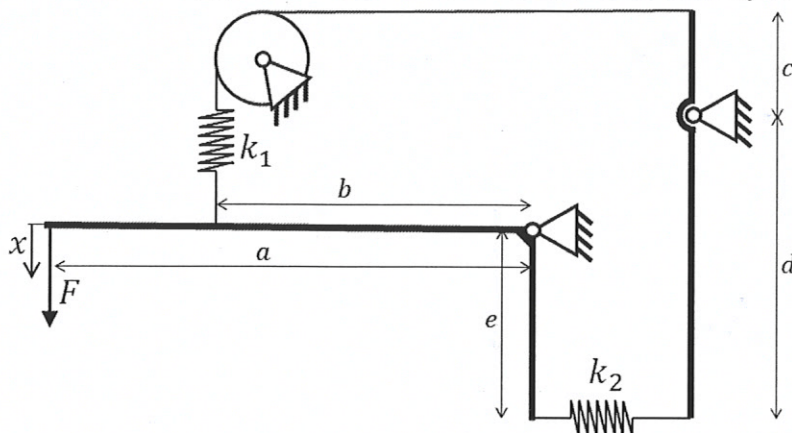
- 5p **2c** Een projectgroep heeft twee concepten ontwikkeld: de 'hamer' en de 'wip'. Deze worden beoordeeld op 'betrouwbaarheid' (weegfactor 30%), 'vermogen' (weegfactor 45%) en 'assemblagetijd' (weegfactor 25%). Vergelijk deze concepten op deze criteria door een scoretabel te maken zoals voorgeschreven 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 vraag mag je de scores zelf bepalen.

Criteria		 Hamer	 wip
Vermogen	45%	8	9
Betrouwbaarheid	30%	3	7
Assemblagetijd	25%	9	8
Totaal		6,8	8,2

Blokschema's

Beschouw het systeem hieronder, bestaande uit twee starre hefboomen, een katrol, een kabel en twee veren. In deze opgave verwaarlozen we de effecten van wrijving en van zwaartekracht.



- 3p **3a** Maak twee schematische tekeningen voor elk van de twee subsystemen (de twee starre hefboomen). Maak per subsystem een schema voor de af te spreken positieve krachtrichtingen, en een voor de af te spreken positieve verplaatsingen. Geef elke gebruikte grootheid een naam. Geef ook de formules die nodig zijn om een blokschema op te stellen (evenwicht, kinematica, veerkracht).

$$\theta = \frac{x}{a} = \frac{u}{b} = \frac{v}{e}$$

Kinematica

$$\varphi = \frac{z}{e} = \frac{y}{d}$$

$$F \cdot a + F_2 \cdot e = F_1 \cdot b$$

dus

$$F = F_1 \frac{b}{a} - F_2 \frac{e}{a}$$

Evenwicht

$$F_1 \cdot c = F_2 \cdot d$$

Veren:

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

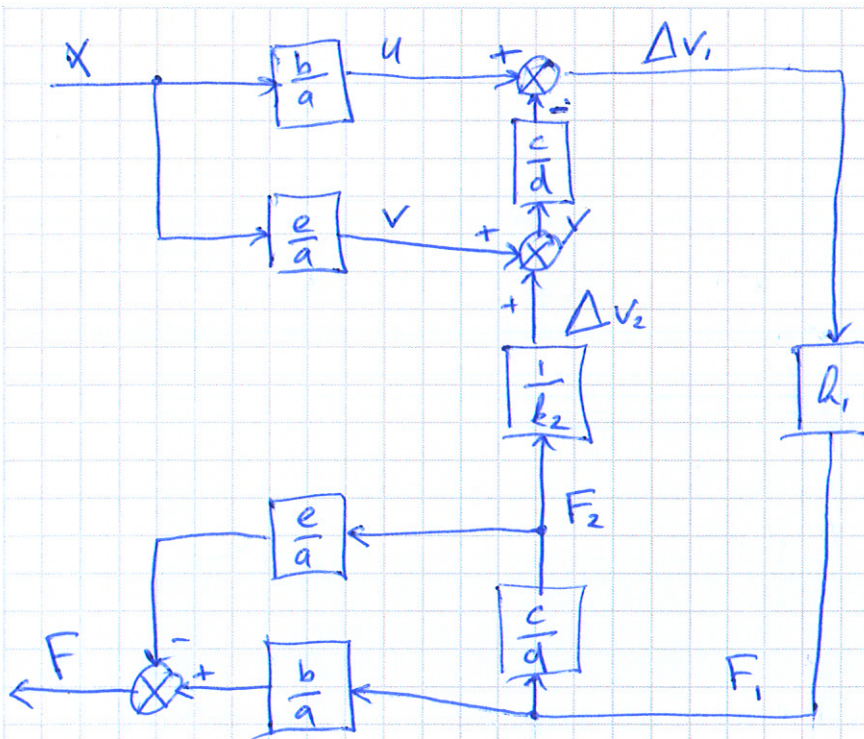
$$F_2 = \Delta v_2 \cdot k_2$$

$$\Delta v_1 = u - z = u - y \cdot \frac{c}{d}$$

$$\Delta v_2 = y - v$$

$$y = \Delta v_2 + v$$

- 8p **3b** 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 **3c** Zijn de twee veren in serie geschakeld of parallel geschakeld? Geef een onderbouwing voor jouw antwoord.

Serie

De kracht die van een veer wordt doorgevoerd (via een hefboom) naar de andere veer wordt versterkt, maar de versterking is niet afhankelijk van de veerstijfheden.

of

Als een veer doorgesnapt zou worden, zou de stijfheid van de andere niet meer gevoeld worden in het 'punt van interesse'.

①

②

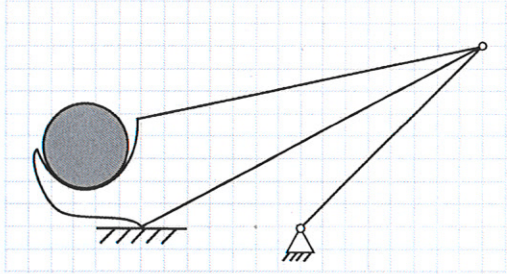
③

inverteren voor stijfheid:

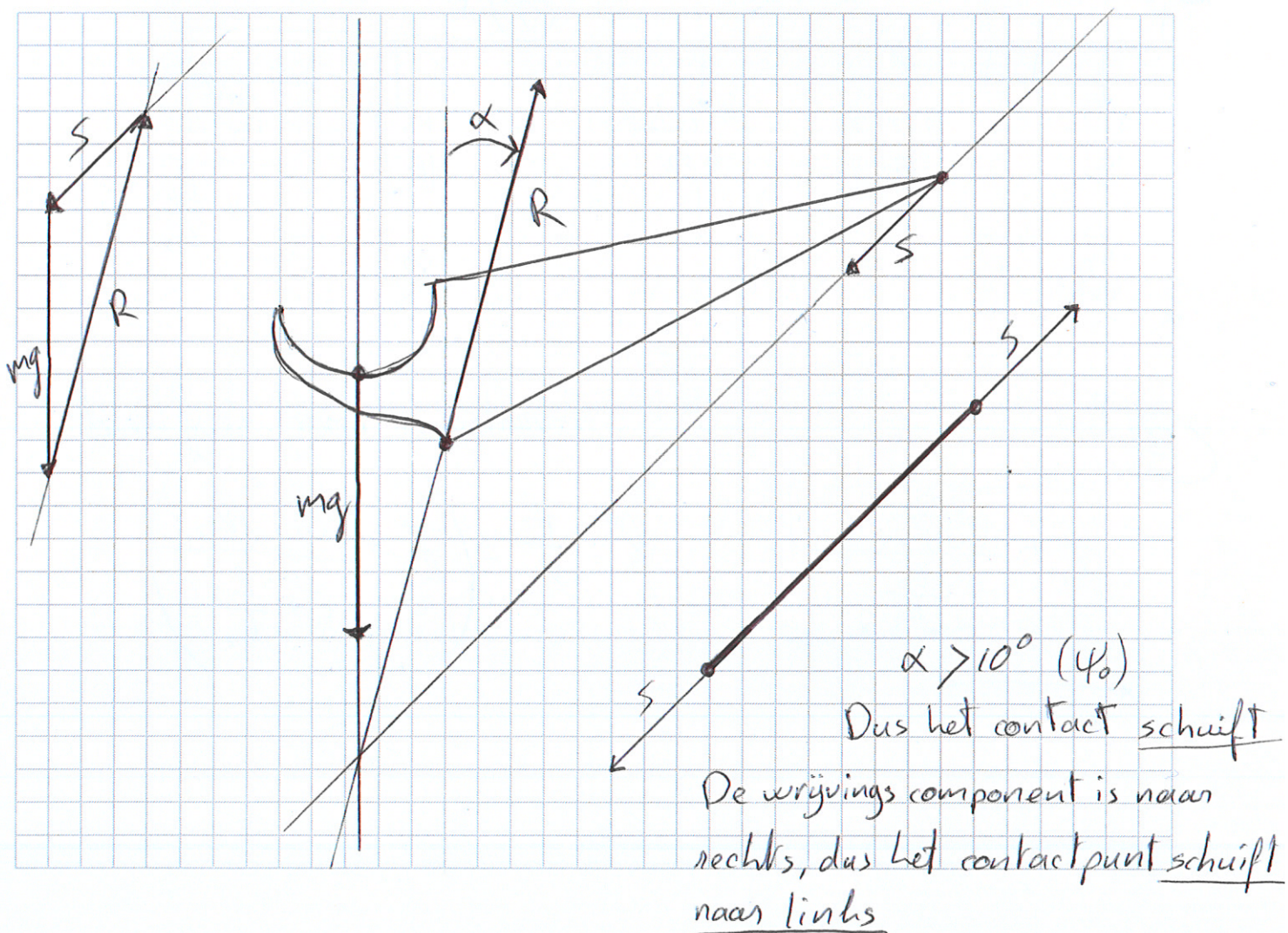
$$h' = \frac{F}{x} = \left(\frac{1}{h_1} + \frac{\left(\frac{a}{b}\right)^2 / h_2}{1 + \frac{h_3}{h_2}} \right)^{-1}$$

Grafisch evenwicht

Beschouw onderstaand systeem, waarin een knikker gelegd wordt in een star lichaam die contact maakt met de grond en verder ook verbonden is aan een stang die scharnierend met de grond verbonden is. De knikker heeft een massa van 50 gram, de stang en het star lichaam hebben een verwaarloosbaar gewicht. In het contactpunt tussen het starre lichaam en de grond heerst een statische wrijvingshoek Ψ_0 van 10° . De wrijving in de scharnieren wordt verwaarloosd.



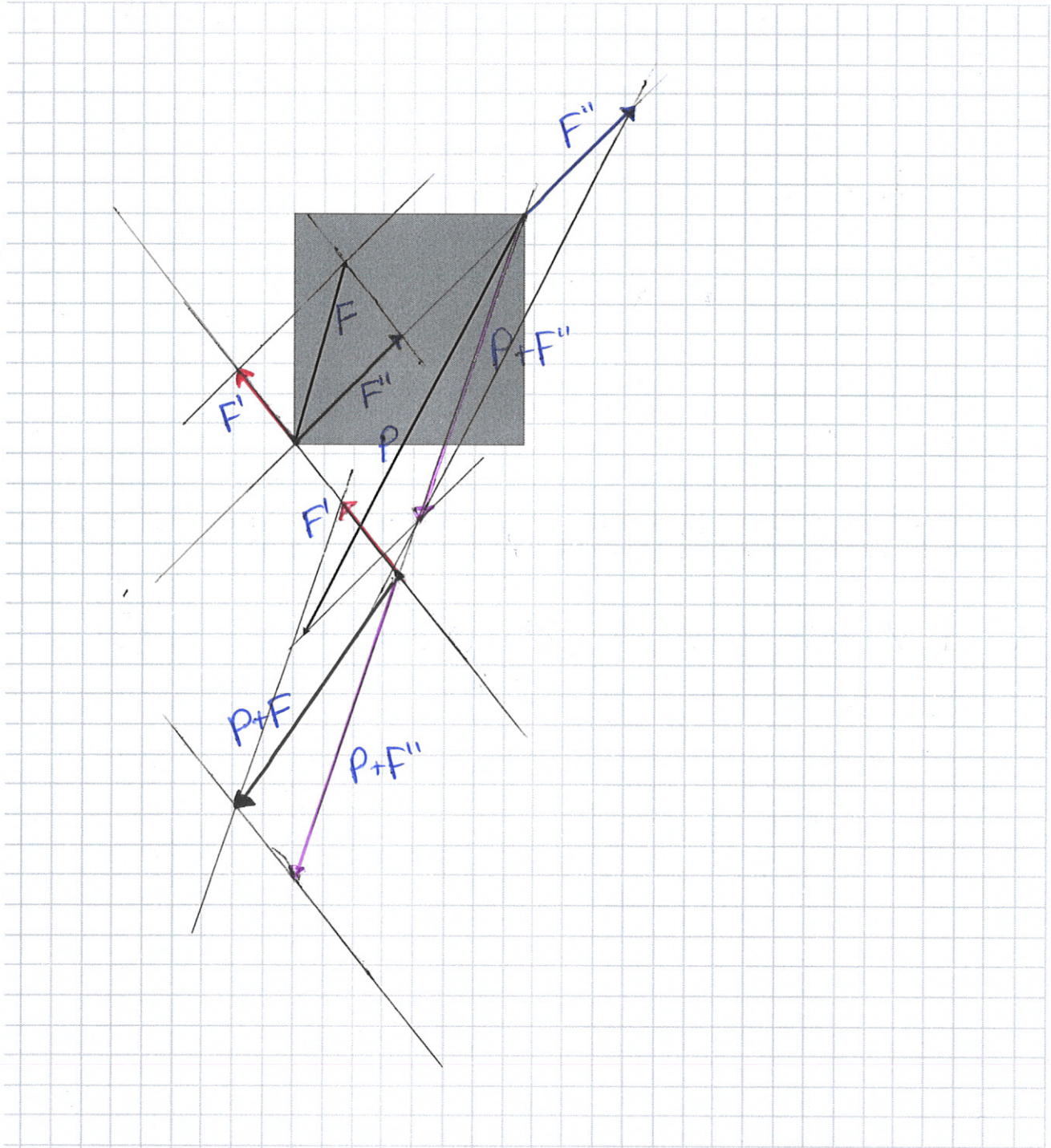
- 12p 4 Schuift het systeem op het contactpunt met de grond naar links, naar rechts of blijft het staan? Beantwoord deze vraag door eerst een *grafische evenwichtsanalyse* uit te voeren op het star lichaam en op de stang. Baseer jouw antwoord op de richting van de reactiekracht op het contactpunt. Neem als lengte van de vector van het gewicht van de knikker 8 hokjes.



Krachten samenstellen

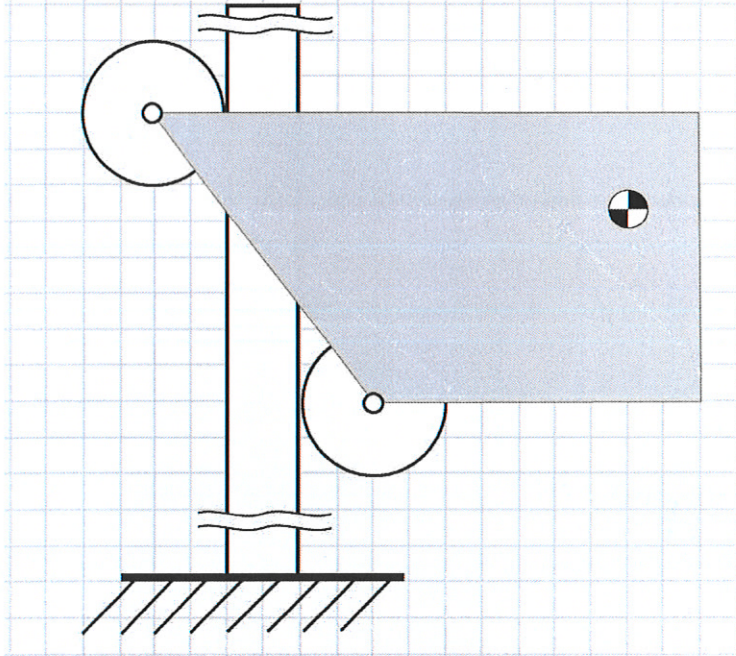
De onderstaande grijze rechthoek is een star lichaam waaraan wordt getrokken met twee krachten. Om het gezamenlijke effect van deze twee krachten te bepalen moeten ze worden samengesteld.

- 8p 5 Stel de twee krachten samen tot één resultante kracht door gebruik te maken van de methode "samenstellen door ontbinding". Bepaal hierbij grafisch de grootte, richting en de werklijn van de resultante kracht.



Aandrijving

Voor het ontwerp van een paalklimmachine moet een elektromotor gekozen worden. De figuur hieronder is een versimpelde weergave van het ontwerp. De machine weegt 1,7kg, en het massamiddelpunt is aangegeven in de figuur. Het wiel linksboven wordt direct aangedreven door de motor. Het wiel rechtsonder is passief en wrijvingsloos. We gaan ervan uit dat de grip van het linkerwiel op de paal voldoende is om geen slip te veroorzaken. Bovendien verwaarlozen we het gewicht van de wielen.

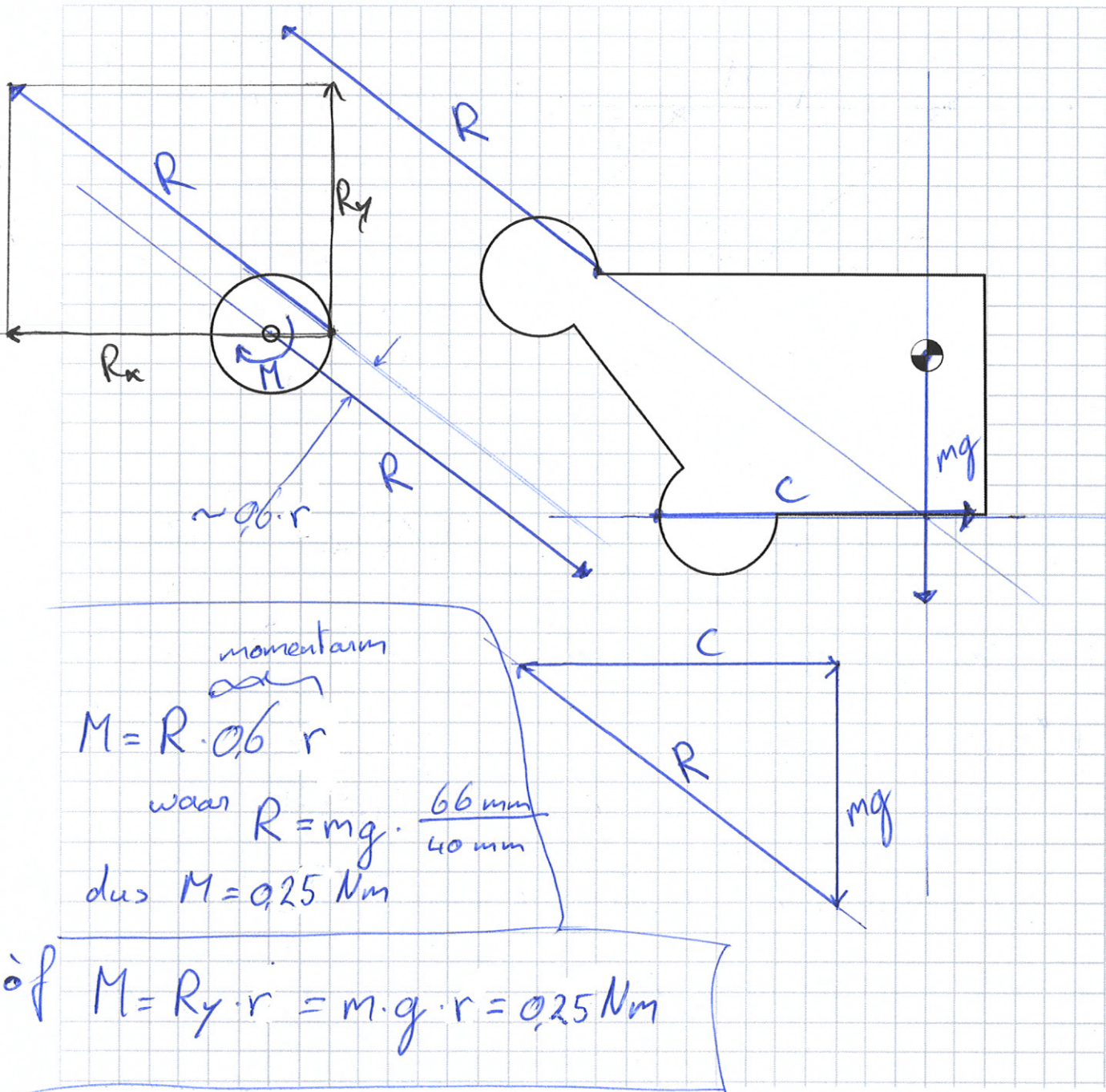


- 2p **6a** Het is de bedoeling dat de machine in 4 seconden 2m omhoog klimt, uitgaande van een constante snelheid. Bereken het vermogen dat benodigd is om deze taak uit te voeren.

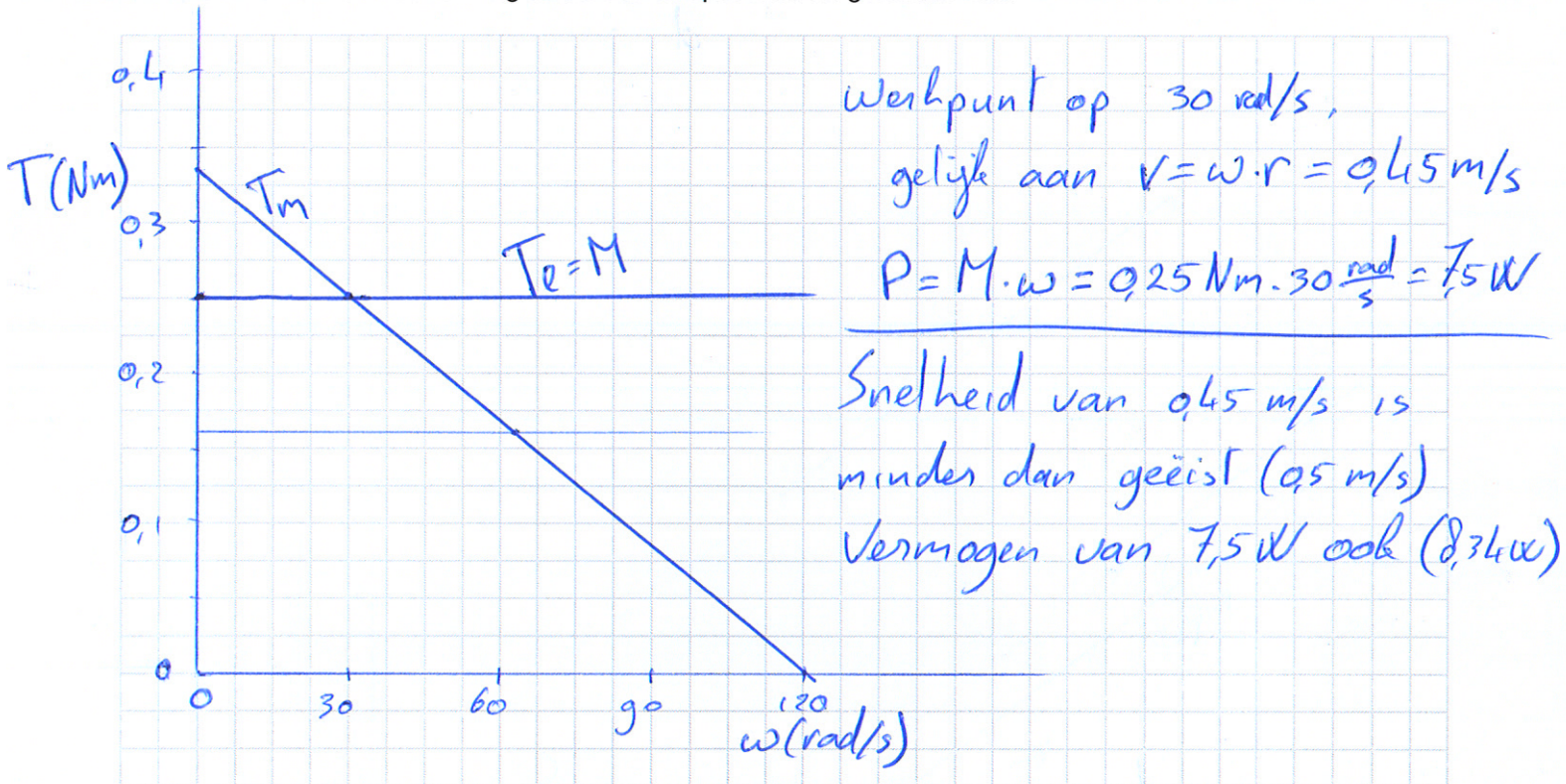
$$P = F \cdot v = m \cdot g \cdot v = 1,7 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{2 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 8,34 \text{ W}$$

- 10p **6b** Voer een grafische evenwichtsanalyse uit op *de hele machine* en dan op *het aangedreven wiel* om te weten te komen wat het benodigde aandrijfmoment is. Druk vervolgens het moment uit in een formule als functie van de wieldiameter. Tip: Het is hier handig om de krachten op het wiel te ontbinden in verticale en horizontale componenten.

$$r = 0.015 \text{ m}$$



- 8p **6c** Een DC motor met de volgende karakteristiek wordt gekozen: $T_m = 0,33 - \frac{1}{360}\omega$, waarin T_m in Nm is en ω in rad/s. Teken in een assenstelsel de motorkarakteristiek en de lastkarakteristiek en bepaal hieruit de snelheid waarmee de machine zal klimmen. Bepaal ook het geleverd vermogen. Voldoen de snelheid en het vermogen aan de in opdracht 6a gestelde eis?



- 6p **6d** Pas de wielradius van het aangedreven wiel aan om het beschikbaar motorvermogen maximaal te benutten. Voldoet het ontwerp nu wel aan de snelheidseis?

Maximaal vermogen als $P' = 0$

$$P' = (0,33 - \frac{1}{360}\omega)\omega$$

$$P' = 0,33 - \frac{2}{360}\omega \quad \omega = 0,33 \cdot \frac{360}{2} = 59,4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Om het werkpunt bij $\omega \approx 60 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ te krijgen, moet het moment

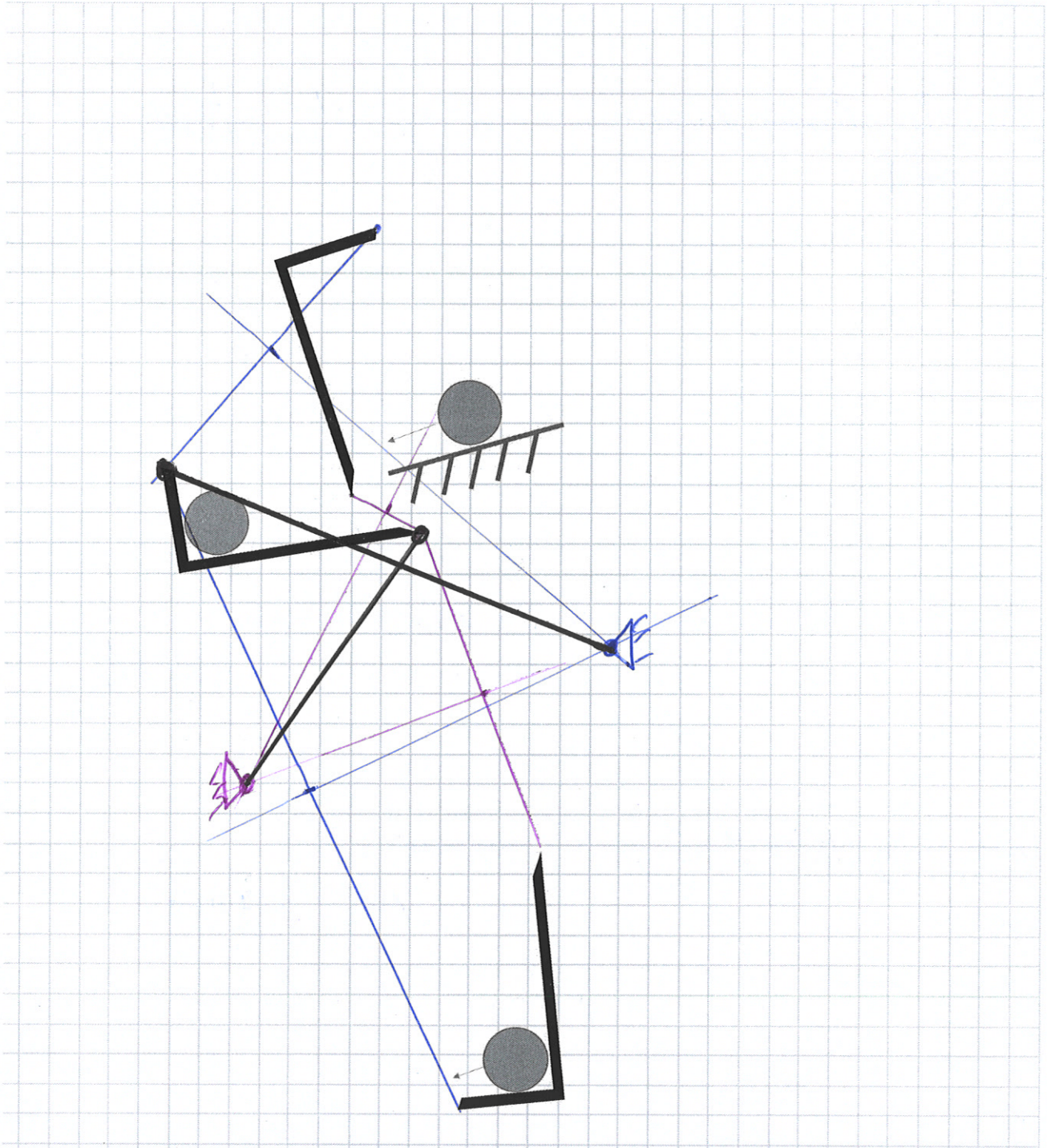
$$T_e = 0,33 - \frac{1}{360} \cdot 60 = 0,163 \text{ Nm} \quad \text{als } m \cdot g \cdot r = 0,163 \text{ Nm}$$

dan is $r = 0,01 \text{ m}$

Snelheid is $v = \omega \cdot r = 60 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,01 \text{ m} = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Dat is voldoende

Synthese vierstangenmechanismen

- 10p 7 Om een knikker vanuit een hellingbaan op te vangen en elders weer af te geven moet een vierstangenmechanisme ontworpen worden. Construeer een vierstangenmechanisme dat onderstaand L-vormig lichaam kan positioneren in de drie aangegeven standen, door gebruik te maken van de *instantaneous center method*. Teken de gevonden grondscharnieren en de stangen in de middelste stand en teken ze zodanig dat ze goed te onderscheiden zijn van de hulplijnen.



Materiaalkunde

- 1p **8a** Waarop is de covalente binding tussen atomen gebaseerd? Is dit een sterke of zwakke binding?

Een aantal elektronen worden gemeenschappelijk gebruikt door verschillende atomen totdat de buitenste schillen zijn gevuld.
Een sterke binding

- 1p **8b** Wanneer wordt een materiaal kristallijn genoemd?

Als de atoom kernen in een regelmatig patroon zijn geplaatst

Een rechthoekige staaf ($10 \times 15 \text{ mm}^2$) met een lengte van 200 mm van een titaniumlegering wordt belast met een spanning van 600 N/mm^2 . De materiaaleigenschappen staan in onderstaande tabel.

Tabel 1: materiaaleigenschappen

	Titanium legering	Aluminium legering
E-modulus (N/mm^2)	110000	70000
Rekgrens (N/mm^2)	700	300
Treksterkte (N/mm^2)	763	440

- 1p **8c** Wat is de uitgeoefende kracht?

$$F = \frac{\sigma}{\epsilon} \cdot A \quad A = 150 \text{ mm}^2, \quad \sigma = 600 \text{ MPa} = 600 \text{ N/mm}^2$$

$F = 90 \text{ kN}$

- 1p **8d** Bereken de verlenging van het belaste staafje.

Verlenging $\Delta l = \frac{\sigma}{E} \cdot l; \quad l = 200 \text{ mm}$

$\Delta l = 109 \text{ mm}$

- 2p **8e** Kan de verlenging ook worden uitgerekend voor een aluminiumlegering waarvan de eigenschappen ook in de tabel staan? Verklaar uw antwoord.

Nee, de spanning is hoger dan de rekgrens, de wet van Hooke is niet meer van toepassing

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.

