

Questions

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

Surname, First name

Uitwerlingen Giuseppe Radaelli;

Werktuigkundig Ontwerpproject 1 (WB1641)

T1 - Projecttentamen

8 November 2019 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

- 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.
- 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, dr. ir. R.W. Vroom en dr. ir. M.J.M. Hermans

Dit tentamen is gecontroleerd door

Dr. ir. R.W. Vroom en ing. N. Davenne

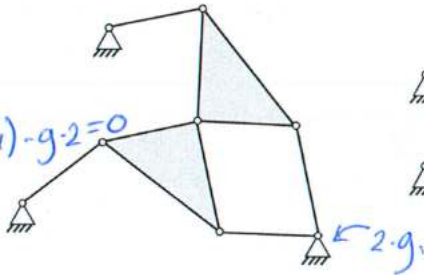
Vrijheidsgraden

Beschouw onderstaande twee systemen in 2D.

$$n=7$$

$$g_1=g$$

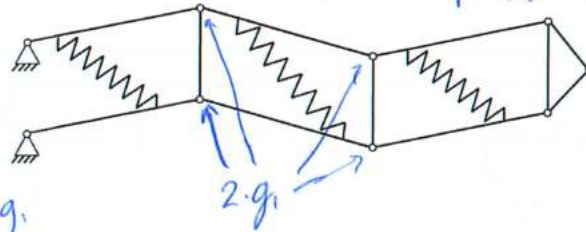
$$F=3 \cdot (7-1) - g \cdot 2 = 0$$



$$n=10$$

$$g_1=12$$

$$F=3(10-1) - 2 \cdot 12 = 3$$



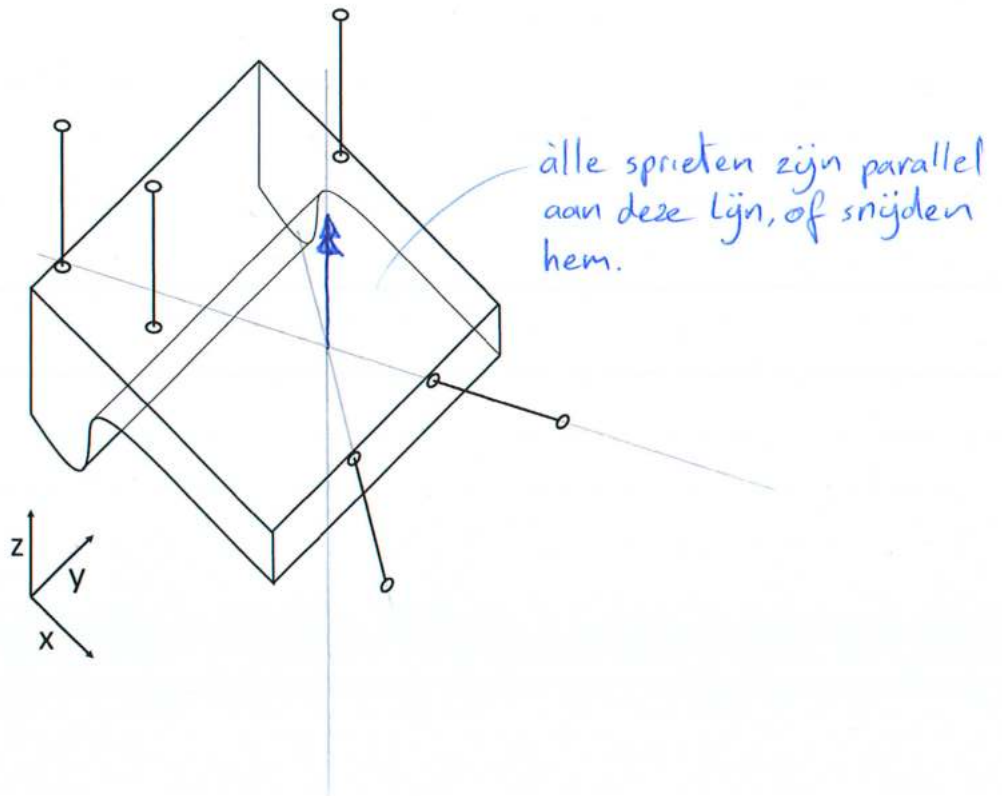
2p **1a** Hoeveel graden van vrijheid heeft het linker systeem?

- ☒ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

2p **1b** Hoeveel graden van vrijheid heeft het rechter systeem?

- ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4

4p **1c** De bewegingsvrijheid van onderstaand lichaam wordt beperkt door vijf sprieten. Geef in de tekening aan welke vrijheidsgraad(en) er overblijft/overblijven. Geef translaties aan met enkele pijlen en rotaties met dubbele pijlen. Laat eventuele hulplijnen zien.



Ontwerpmethoden

- 2p **2a** Kruis aan welke van de onderstaande criteria zijn geformuleerd als *functionele eisen* en welke als *prestatiecriteria*.

	Functionele Eis	Prestatie- criterium
Het mechanisme moet meer dan 800mm kunnen klimmen	X	
Het systeem moet zo min mogelijk onderdelen bevatten		X
Het systeem moet meer horizontale kracht op de buis uitoefenen dan het vorige systeem	X	
De klimmer moet voorbij het randje in de buis geplaatst kunnen worden	X	
Het mechanisme moet met zo weinig mogelijk kabels bediend kunnen worden		X

- 4p **2b** Kruis aan welke van de onderstaande criteria zijn *geoperationaliseerd*, en welke niet.

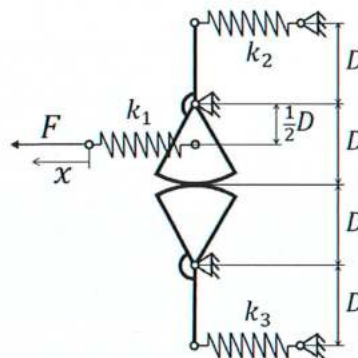
	Wel	Niet
Het systeem moet makkelijk te bedienen zijn		X
De klimmer moet zo makkelijk mogelijk te bedienen zijn		X
De klimmer moet zo licht mogelijk zijn	X	
De klimmer mag niet meer wegen dan 3kg	X	
De klimmer moet binnen 30 minuten geassembleerd kunnen worden	X	
De klimmer moet zo eenvoudig mogelijk in de buis geplaatst kunnen worden		X
De klimmer moet duurzaam zijn		X
De klimmer moet veiliger zijn dan de andere klimmers in het cluster		X
De klimmer moet veilig zijn		X

- 4p 2c In een ontwerpproject voor een nieuw opwindautootje zijn twee concepten ontwikkeld: De Flintstone & De Max. Deze worden beoordeeld op drie criteria: 'Snelheid' (wegingsfactor 5), 'Aantal onderdelen' (wegingsfactor 2), 'Actieradius' (wegingsfactor 4). Vergelijk deze concepten op deze criteria door een scoretabel te maken zoals voorgeschreven in de relevante stap van de "gewogen criteria methode". De scores van de concepten op de criteria mag je zelf bepalen.

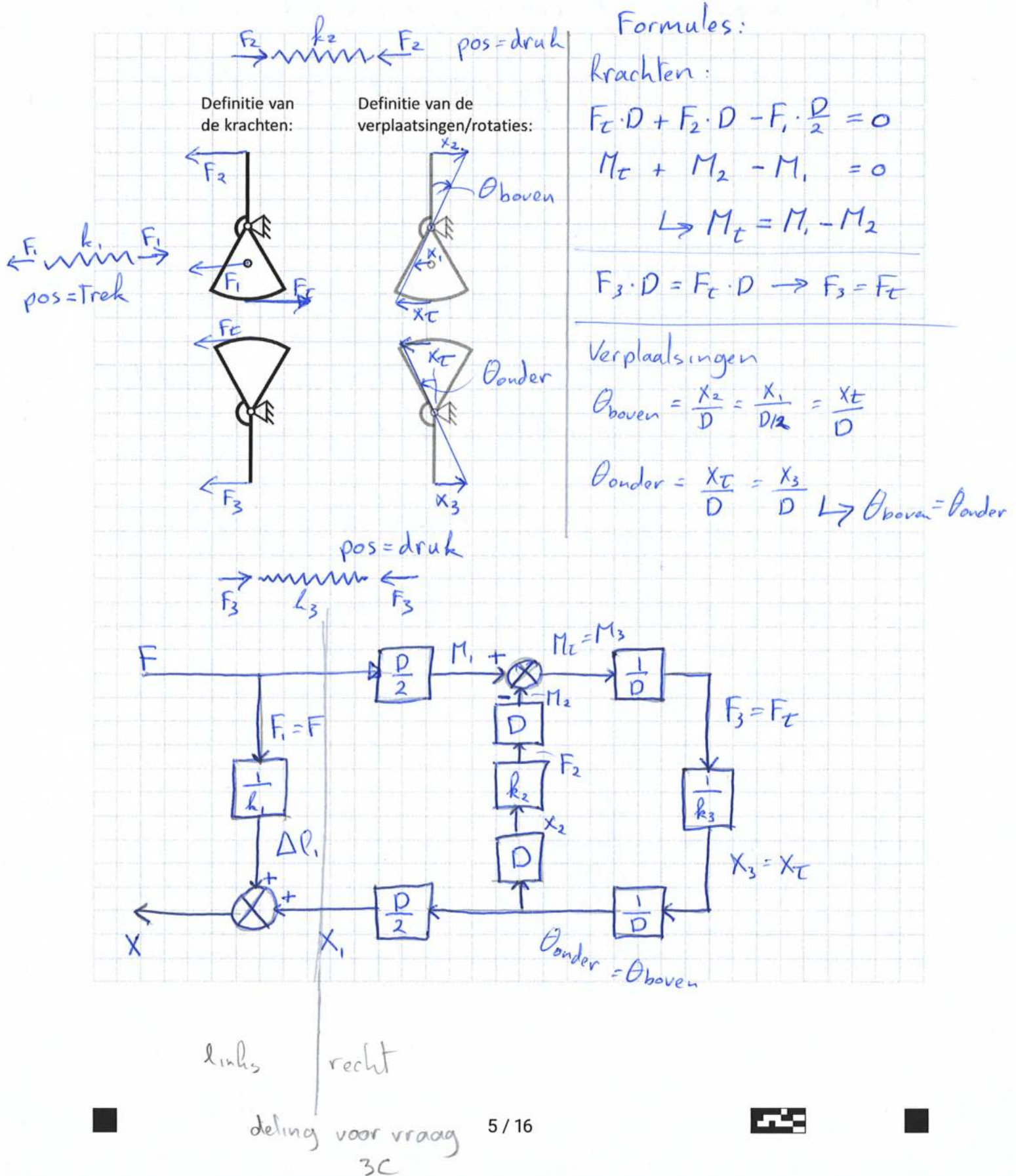
Criteria	Factor	"de Flintstone"		"de Max"	
Snelheid	5	2	10	5	25
Actieradius	4	1	4	4	16
Onderdelen	2	3	6	1	2
			20		43

Veersystemen

Beschouw het systeem hiernaast, bestaande uit drie veren en twee lichamen die tegen elkaar afrollen door twee kromme tandheugels. Het systeem kent geen verliezen en zwaartekracht wordt niet beschouwd.



- 10p **3a** Teken een blokschema van het systeem. Gebruik de kracht F als onafhankelijkeingangssignaal, en de verplaatsing x als uitgangssignaal. Dus het bovenste gedeelte van het blokschema geeft de krachtketen weer en het onderste gedeelte de bewegingsketen. Geef de definitie van de krachten, verplaatsingen en rotaties weer in de gegeven schema's. Schrijf ook de formules die je gebruikt op.



- 3p **3b** Is hier sprake van een seriële schakeling van de veren, een parallelle schakeling, of een combinatie daarvan. Leg uit.

Een combinatie: k_2 en k_3 zijn parallel aan elkaar
 k_1 is in serie met k_2 en k_3

- 6p **3c** Geef de vervangende veerstijfheid ($k_v = F/x$) in termen van D , k_1 , k_2 en k_3 .

$$k_v = \frac{F}{x} = \left(\frac{x}{F} \right)^{-1} \quad \frac{x}{F} \text{ halen we uit het blokschema.}$$

Deel het schema in "links" en "rechts": links is het deel met k_1 , en rechts is het deel met k_2 en k_3 .

$$\frac{x}{F} = \underbrace{\frac{1}{k_1}}_{\text{"links"}} + \underbrace{\frac{\bar{H}}{1 + \bar{H}}}_{\text{"rechts"}}$$

$$\bar{H} = \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{k_3} \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{D}{2} = \frac{1}{4k_3}$$

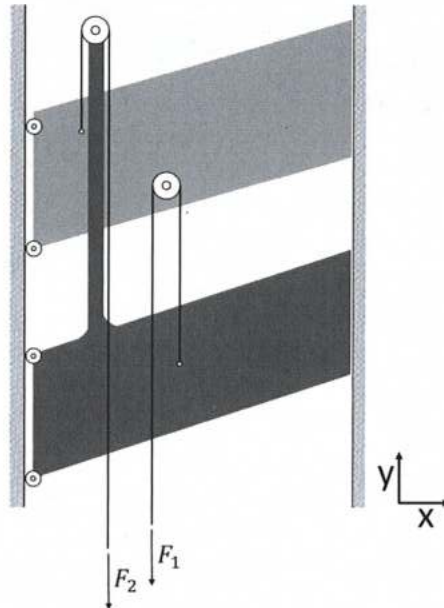
$$\bar{H} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1}{k_3} \cdot \frac{1}{D} \cdot D \cdot k_2 \cdot D = \frac{k_2}{k_3}$$

$$\frac{x}{F} = \frac{1}{k_1} + \frac{\frac{1}{4k_3}}{1 + \frac{k_2}{k_3}}$$

$$k_v = \frac{F}{x} = \left(\frac{1}{k_1} + \frac{\frac{1}{4k_3}}{1 + \frac{k_2}{k_3}} \right)^{-1}$$

Trekkend klimmen

Een docent van een prestigieuze universiteit gaf zijn studenten de opdracht om een apparaat te ontwikkelen dat door het trekken aan touwen zich in de tegenovergestelde richting zou voortbewegen tussen twee wanden. De docent mocht zelf niet meedoen aan het ontwerpproject, maar hij dacht wel een oplossing te hebben bedacht. Hieronder staat een schematische weergave van wat de docent heeft bedacht. Het systeem bestaat uit twee soortgelijke deelsystemen die om en om moeten klemmen terwijl het andere deelsysteem vooruit schuift. De studenten vertrouwen het niet helemaal en nemen het systeem onder de loep.

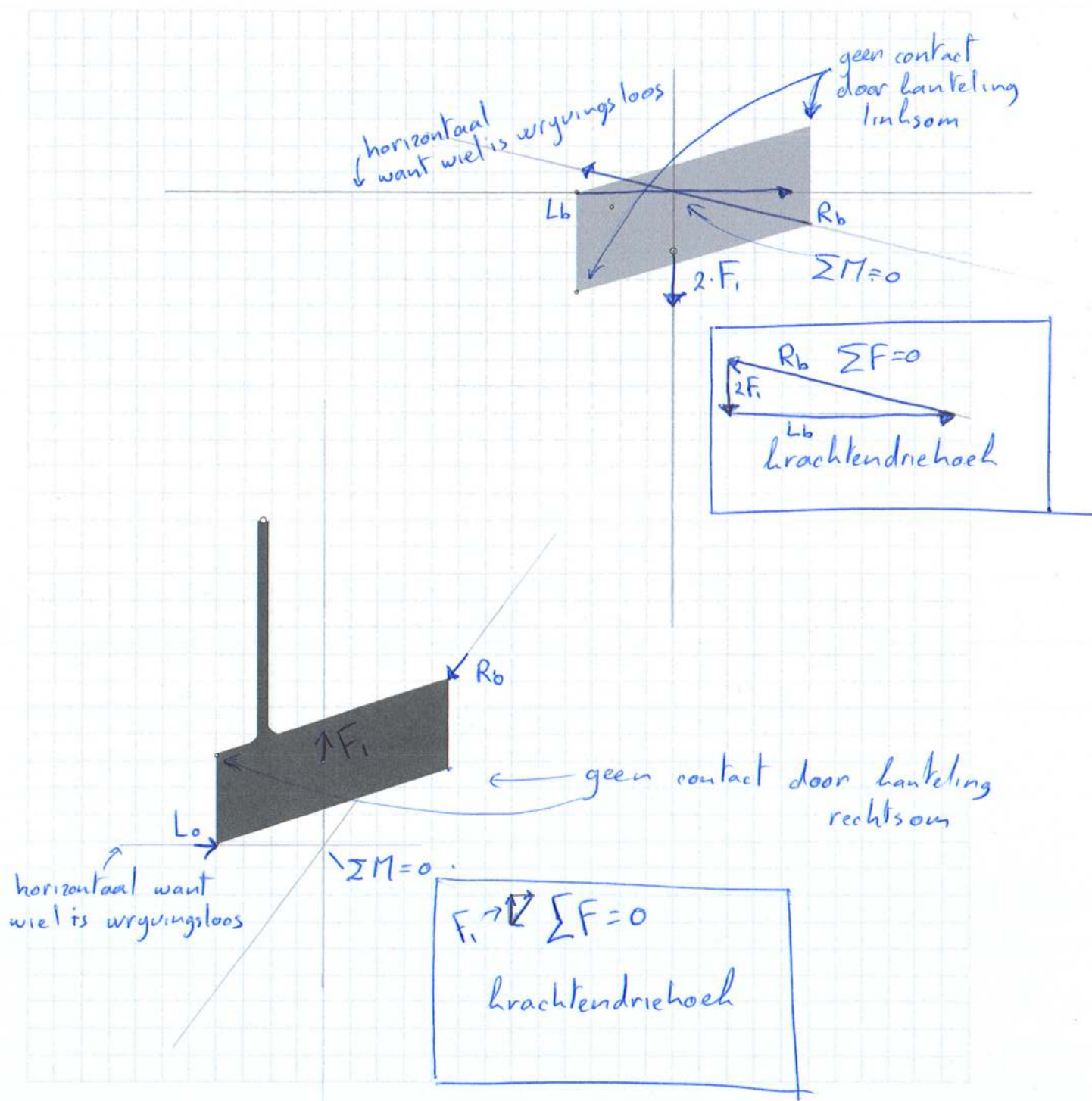


Het idee is als volgt: Wanneer getrokken wordt aan touw 1, kantelt het bovenste systeem een klein beetje linksom zodat het zichzelf vastklemt, terwijl het onderste deelsysteem door het trekken aan datzelfde touw middels een katrol omhoog wordt getrokken.

Het onderste deelsysteem heeft een katrol bovenaan een mast die reikt tot boven het bovenste systeem, zodat door het trekken aan touw 2 het onderste systeem zichzelf vastklemt en het bovenste systeem omhoog getrokken wordt.

De systemen passen met een kleine speling tussen de twee wanden. In de hele opgave worden de katrollen en de wielen als wrijvingsloos beschouwd, en zwaartekracht wordt buiten beschouwing gelaten.

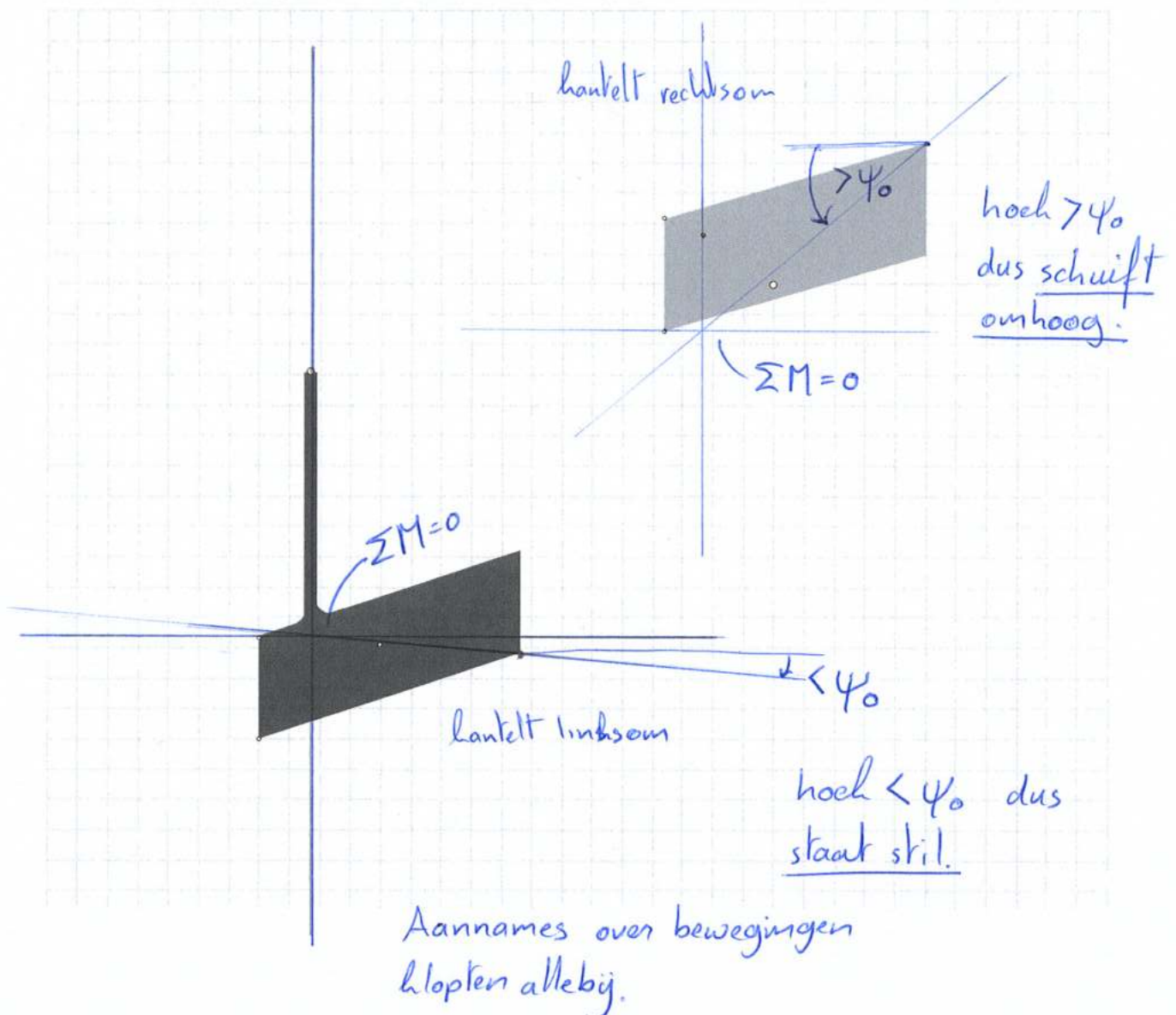
- 10p 4a Touw 2 hangt slap ($F_2 = 0$) en er wordt getrokken aan touw 1 met een kracht F_1 . Voer een **grafische evenwichtsanalyse** uit. Teken hiervoor alle krachten die aangrijpen op de getekende vrijlichaamsdiagrammen van de twee subsystemen. Teken voor elke kracht het aangrijpingspunt, de werklijn en de lengte in een juiste onderlinge verhouding. Neem voor de lengte van F_1 de breedte van één hokje.



- 4p **4b** Tussen de rechterkant van het systeem en de rechterwand is de statische wrijvingshoek Ψ_0 gelijk aan 30° . Bevestig of weerleg de aanname dat door het trekken aan touw 1 het bovenste lichaam stil staat en het onderste lichaam omhoog komt.

De kracht rechtsboven, R_b , staat onder een hoek van 14°
 dat is kleiner dan 30° , dus het bovenste lichaam staat stil.
 De kracht rechtsonder, R_o , staat onder een hoek van 54° ,
 dat is groter dan 30° , dus het onderste lichaam schuift omhoog.

- 5p **4c** Nu wordt er juist aan touw 2 getrokken met kracht F_2 en hangt touw 1 slap $F_1 = 0$. Ga met een **grafische evenwichtsanalyse** na of de aanname van de docent over het bewegen van de twee delen klopt. Teken hiervoor de werklijnen van de externe krachten op de vrijlichaamsdiagrammen. Het is niet nodig om ook de grootte van de krachten te bepalen.



- 3p 4d Een student stelt voor om voor de zekerheid, tussen de deelsystemen en de rechterwand, een materiaal met een grotere wrijvingscoëfficiënt toe te voegen. De nieuwe maximale wrijvingshoek wordt ingeschat op 60° . Beschrijf wat er zou gebeuren bij het trekken aan touw 2 en waarom.

De kracht rechts-boven zou onder een hoek staan die kleiner is dan $\varphi_0 = 60^\circ$, dus het bovenste systeem zou ook vastklemmen.

De kracht rechts-onder zou nog steeds een kleinere hoek hebben dan $\varphi_0 = 60^\circ$, dus het onderste systeem zou nog steeds klemmen.

Er zou geen beweging zijn.

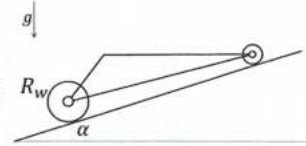
klad:	$v (\frac{m}{s})$	$\omega (\frac{rad}{s})$	$\alpha (^{\circ})$	$F_a (N)$	$T_a (Nm)$
	9,17	9,7	0	0	0
	4,91	49,1	10	5,1	5,11
	0,78	7,8	20	100,7	100,7

0001.pdf

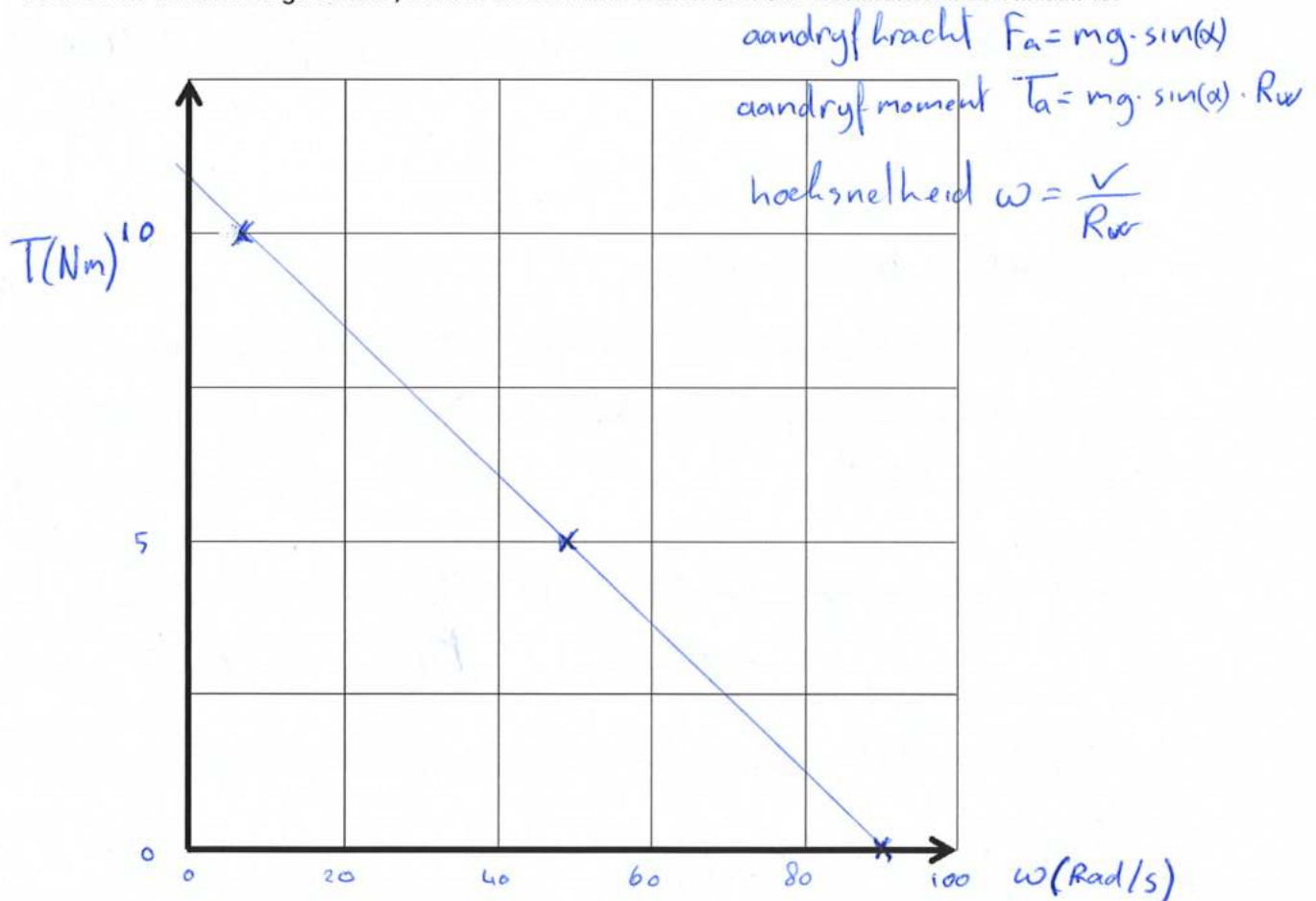
0040135211

Aandrijving

Een karretje wordt aangedreven door een DC-motor. Om de motorkarakteristiek te bepalen wordt er met het karretje op drie verschillende hellingen gereden, en de snelheid wordt gemeten. Bij een helling van $\alpha = 0^{\circ}$, rijdt het karretje na het accelereren met een voorwaartse snelheid $v = 9,17 \text{ m/s}$. Bij een helling $\alpha = 10^{\circ}$ is de snelheid $v = 4,91 \text{ m/s}$ en bij een helling $\alpha = 20^{\circ}$ is de snelheid $v = 0,78 \text{ m/s}$. De massa van het karretje is $m = 30 \text{ kg}$ en het massamiddelpunt wordt in de tekening aangegeven door een zwarte cirkel. De straal van de achterwielen, waar de motor direct mee gekoppeld is, is $R_w = 0,1 \text{ m}$. Er wordt aangenomen dat de wielen niet slippen en dat het karretje verder geen verliezen kent.



- 5p **5a** Teken in onderstaand assenstelsel de motorkarakteristiek die gevonden wordt door deze metingen. Voorzie de assen van grootte, schaal en eenheid. Neem aan dat de karakteristiek lineair is.



- 2p **5b** Geef de formule voor de gevonden motorkarakteristiek $T(\omega)$.

$$T(\omega) = 11 \text{ Nm} - 0,12 \frac{\text{Nm}}{\text{rad/s}} \cdot \omega$$

Uit de grafiek in te schatten, of met de gegeven getallen af te leiden.

- 4p 5c Hoe groot moet de hellingshoek α zijn om het maximale motorvermogen $P_{\max}$ te benutten?

$$P_{\max} \text{ is als } \frac{dP(\omega)}{d\omega} = 0$$

$$P(\omega) = T(\omega) \cdot \omega = 11 \text{ Nm} \cdot \omega - 0,12 \frac{\text{Nm}}{\text{rad/s}} \cdot \omega^2$$

$$\frac{dP(\omega)}{d\omega} = 11 \text{ Nm} - 0,24 \frac{\text{Nm}}{\text{rad/s}} \cdot \omega = 0$$

dus bij $P_{\max}$:
 $\omega = 45,8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
 $T_m = 5,5 \text{ Nm}$

Gelijkstellen motor en last $T_m = T_a$

$$5,5 \text{ Nm} = mg \cdot \sin(\alpha) \cdot R_w$$

en oplossen voor $\alpha \Rightarrow \alpha = \sin^{-1}\left(\frac{5,5 \text{ Nm}}{mg R_w}\right) = 0,19 \text{ grad} = 10,8^\circ$

- 9p 5d Het karretje wordt gebruikt om een blok met massa $m_{\text{blok}} = 10 \text{ kg}$ vooruit te slepen met een touw. Er wordt gereden op een weg met helling $\alpha = 5^\circ$. De dynamische wrijvingscoëfficiënt tussen het blok en de ondergrond is $f_d = 0,5$. De gewenste voorwaartse snelheid is $v = 3,5 \text{ m/s}$. Bepaal wat de straal van het achterwiel R_w zou moeten zijn om dit te realiseren.

Er spelen drie krachten:

zwaartekrachtcomponent karretje $F_k = mg \cdot \sin(\alpha)$

zwaartekrachtcomponent blok $F_b = m_{\text{blok}} \cdot g \cdot \sin(\alpha)$

wrijving blok $F_w = m_{\text{blok}} \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot f_d$

Totale benodigde kracht (last) : $F_a = F_k + F_b + F_w$

" " moment $T_{\text{last}} = F_a \cdot R_w$

Last karakteristiek ~~same~~ gelijkstellen aan motor karakteristiek (vraag 5b)

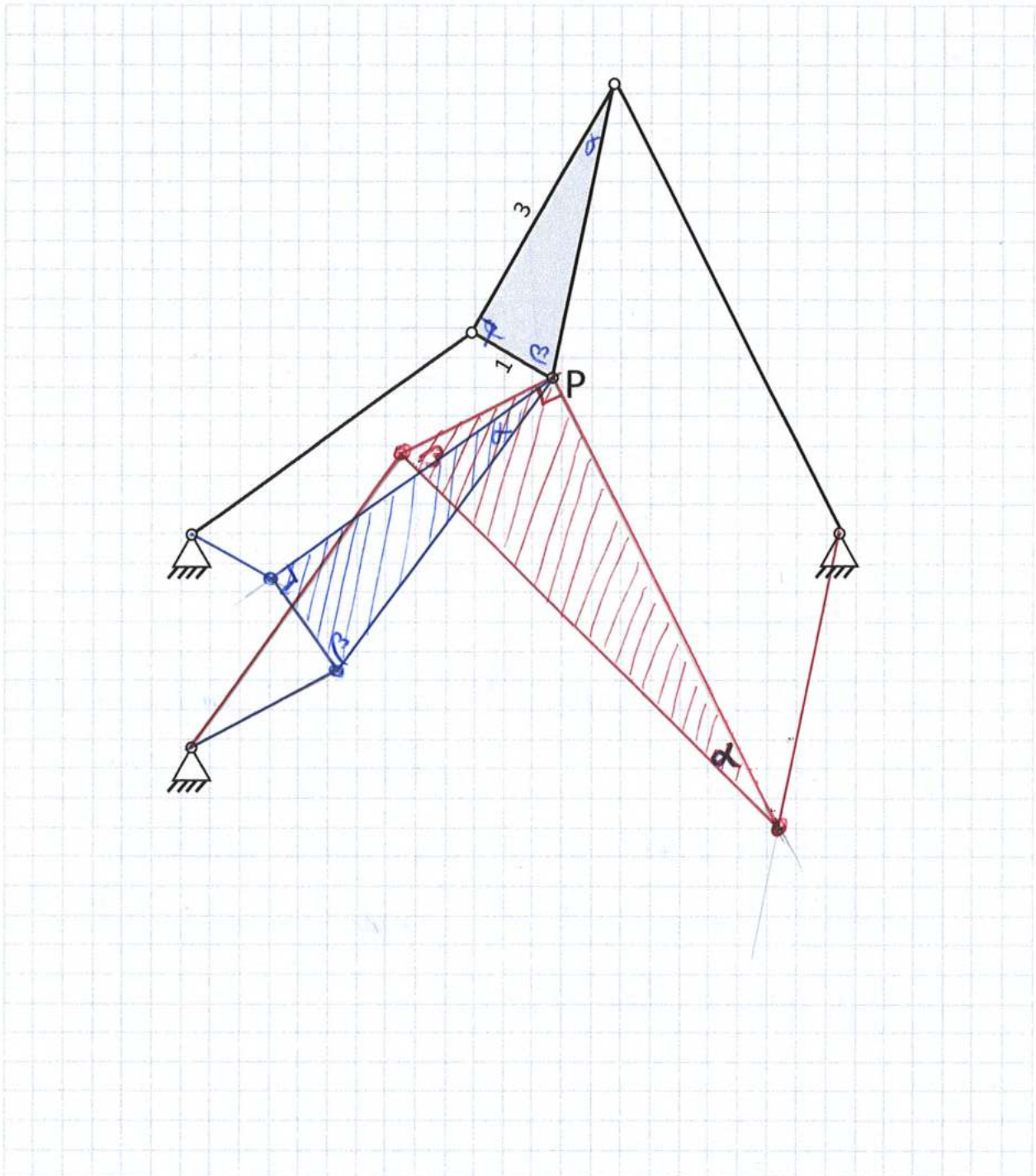
$$T_{\text{last}} = 83,063 \text{ N} \cdot R_w$$

$$T_{\text{motor}}\left(\omega = \frac{3,5 \text{ m/s}}{R_w}\right) = 11 \text{ Nm} - 0,12 \frac{\text{Nm}}{\text{rad/s}} \cdot \frac{3,5 \text{ m/s}}{R_w}$$

Gelijkstellen om R_w te vinden geeft geen oplossing door een fout in de vraagstelling. De punten voor het vinden van R_w worden aan iedereen gegeven.

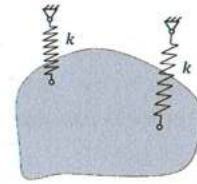
Synthese vierstangenmechanisme

- 8p 6 Construeer twee vierstangenmechanismen waarvan het koppelpunt een koppelkromme aflegt, die gelijk is aan die van punt P van het gegeven vierstangenmechanisme. Maak in de tekening duidelijk onderscheid tussen de drie mechanismen, bijvoorbeeld met behulp van kleur of door stangen een naam te geven.

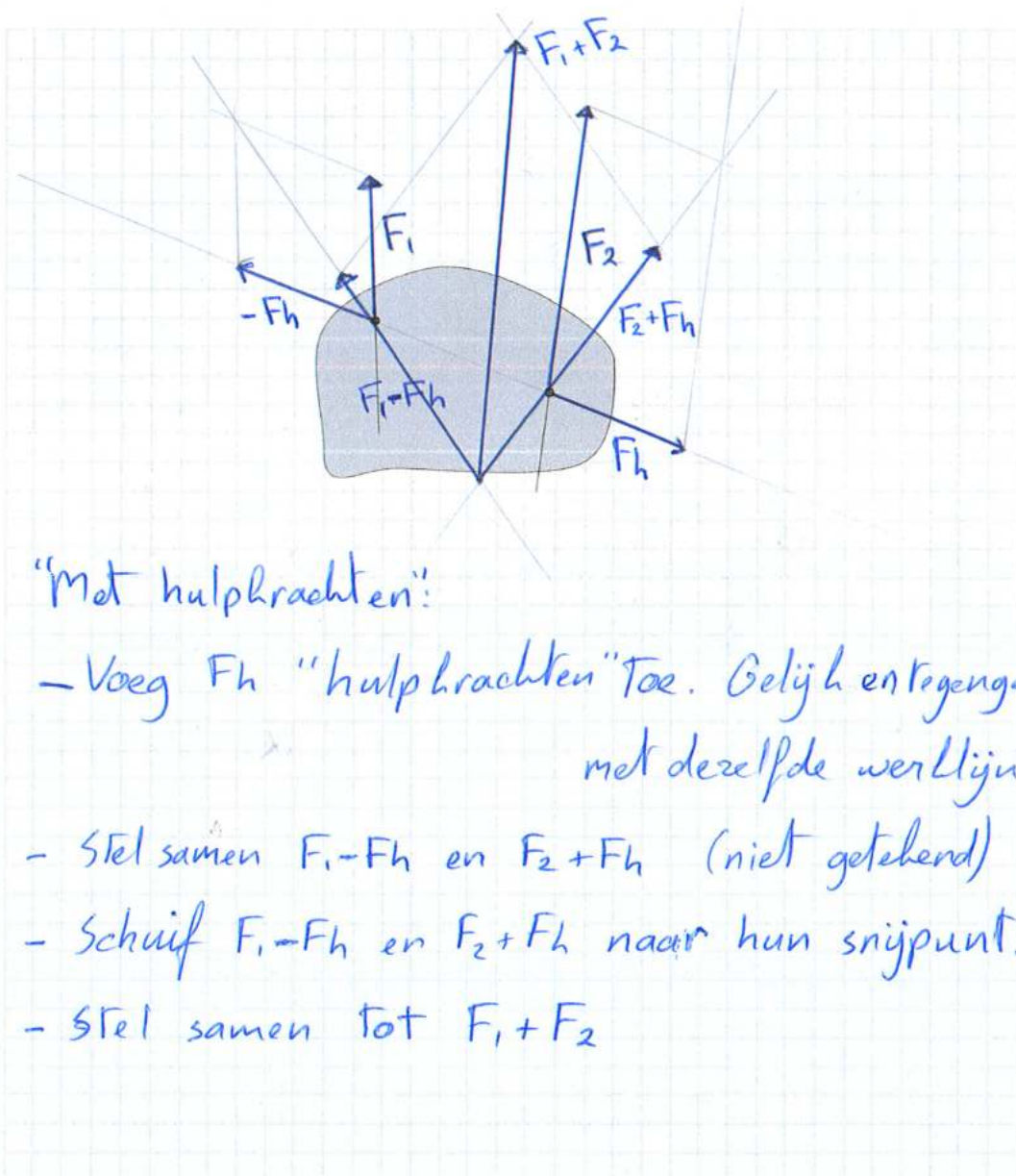


Resultante kracht

Een lichaam waarvan het massamiddelpunt onbekend is wordt opgehangen aan twee veren met een gelijke stijfheid k , zie de figuur hiernaast. Door het verzakken van het lichaam rekt de rechter veer twee keer zoveel uit als de linker veer. Ook de richting van de zwaartekracht is onbekend.

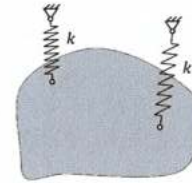


- 7p 7 Construeer de resultante kracht van de twee veren, zodat de relatieve grootte, de richting en de werklijn van het gewicht gevonden kan worden. Gebruik hiervoor de methode "met hulpmachten" óf de methode "door ontbinding".

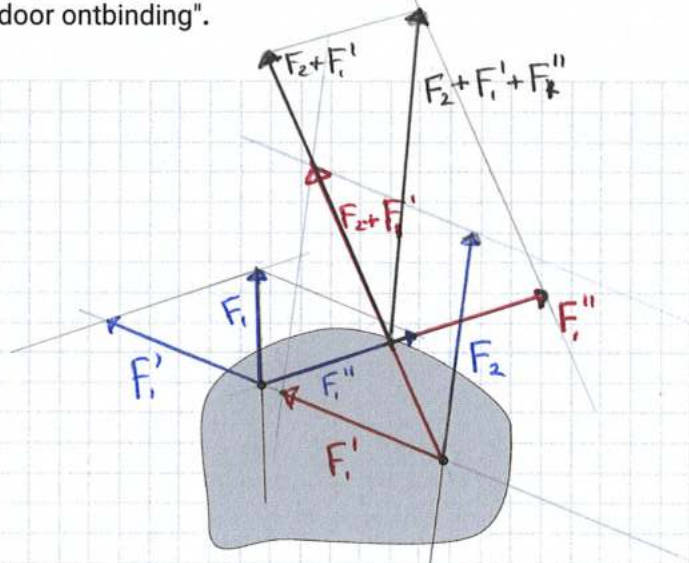


Resultante kracht

Een lichaam waarvan het massamiddelpunt onbekend is wordt opgehangen aan twee veren met een gelijke stijfheid k , zie de figuur hiernaast. Door het verzakken van het lichaam rekt de rechter veer twee keer zoveel uit als de linker veer. Ook de richting van de zwaartekracht is onbekend.



- 7p 7 Construeer de resultante kracht van de twee veren, zodat de relatieve grootte, de richting en de werklijn van het gewicht gevonden kan worden. Gebruik hiervoor de methode "met hulpkrachten" óf de methode "door ontbinding".



"door ontbinding"

F_1 ~~ontbinden~~ ontbinden in F_1' en F_1''

F_1' opschuiven en samenstellen met F_2 tot F_2+F_1'

F_2+F_1' opschuiven en samenstellen met F_1''

tot $F_2+F_1'+F_1''$

welke gelijk is aan F_1+F_2 .

Materiaalkunde

2p **8a** Welke typen atoombindingen komen voor in polymeren? (meerdere antwoorden mogelijk)

☐ Ionbinding

☐ Metaalbinding

☒ Covalente bindingen

☒ Waterstofbruggen

2p **8b** Noem twee manieren waarop een metaal sterker gemaakt kan worden.

Legeren

Plastisch deformeren, verstevigen

Uitscheidingen of precipitaten

Korrel grenzen

2p **8c** De wet van Hooke beschrijft het elastische gedrag van materialen. Hoe wordt de evenredigheidsconstante tussen spanning en rek genoemd?

Elasticiteitsmodulus, Young's modulus.

This page is left blank intentionally

T1 – Projecttentamen

Werktuigkundig Ontwerpproject 1 WB1641 19/20 (Q1) · 8 exercises · 100.0 points

1 Vrijheidsgraden

8.0 points · 3 questions

Beschouw onderstaande twee systemen in 2D.

Description

Vrijheidsgraden.png

Image 1/10 Page



a Hoeveel graden van vrijheid heeft het linker systeem?

Multiple choice · 2.0 points · 1/2Page · 5 choices

- | | | |
|----------------------------------|---|-----|
| ☒ | 0 | 2.0 |
| ☐ | 1 | 0.0 |
| ☐ | 2 | 0.0 |
| ☐ | 3 | 0.0 |
| ☐ | 4 | 0.0 |

b Hoeveel graden van vrijheid heeft het rechter systeem?

Multiple choice · 2.0 points · 1/10Page · 5 choices

- | | |
|------------------------------------|-----|
| ☐ 0 | 0.0 |
| ☐ 1 | 0.0 |
| ☐ 2 | 0.0 |
| ☒ 3 | 2.0 |
| ☐ 4 | 0.0 |

c De bewegingsvrijheid van onderstaand lichaam wordt beperkt door vijf sprieten. Geef in de tekening aan welke vrijheidsgraad(en) er overblijft/overblijven. Geef translaties aan met enkele pijlen en rotaties met dubbele pijlen. Laat eventuele hulplijnen zien.

Image · 4.0 points · 2/5Page

+1.5

Een rotatieas met de juiste richting is getekend.

+1.5

Een rotatieas is op de juiste positie getekend.

+1.0

De verticale rotatieas is als enige vrijheidsgraad gegeven.

2 Ontwerpmethoden

10.0 points · 3 questions

a Kruis aan welke van de onderstaande criteria zijn geformuleerd als *functionele eisen* en welke als *prestatiecriteria*.

Image · 2.0 points · Maximal width

0.0

1 goed

0.0

2 goed

+1.0

3 goed

+1.5

4 goed

+2.0

5 goed

b Kruis aan welke van de onderstaande criteria zijn *geoperationaliseerd*, en welke niet.

Image · 4.0 points · Maximal width

0.0

1 goed

0.0

2 goed

0.0

3 goed

0.0

4 goed

+1.0

5 goed

+2.0

6 goed

+3.0

7 goed

+4.0

8 of 9 goed

c In een ontwerpproject voor een nieuw opwindautootje zijn twee concepten ontwikkeld: De Flintstone & De Max. Deze worden beoordeeld op drie criteria: 'Snelheid' (wegingsfactor 5), 'Aantal onderdelen' (wegingsfactor 2), 'Actieradius' (wegingsfactor 4). Vergelijk deze concepten op deze criteria door een scoretabel te maken zoals voorgeschreven in de relevante stap van de "gewogen criteria methode". De scores van de concepten op de criteria mag je zelf bepalen.

Open question with squares · 4.0 points · New page · 1/2Page

+1.0

Juiste type tabel gemaakt (criteria staan links verticaal onder elkaar, concepten staan bovenaan horizontaal naast elkaar)

+1.0

Criteria staan op volgorde van wegingsfactor (van zwaar naar licht van boven naar beneden): 'Snelheid' boven 'Actieradius' boven 'Onderdelen')

+0.5

Wegingsfactoren (5,4, en 2) zijn *in de tabel* opgenomen

+0.5

Elk concept is op elk criterium gescoord op een schaal van 1-5 of 1-10 (geen scores van 0 of hoger dan 10)

+0.5

Naast elk van de 2 kolommen met scores staat een kolom met gewogen scores

+0.5

De gewogen scores zijn opgeteld (niet de ongewogen scores)

3 Veersystemen

19.0 points · 3 questions

Beschouw het systeem hiernaast, bestaande uit drie veren en twee lichamen die tegen elkaar afrollen door twee kromme tandheugels. Het systeem kent geen verliezen en zwaartekracht wordt niet beschouwd.

Inline



Teken een blokschema van het systeem. Gebruik de kracht F als onafhankelijke ingangssignaal, en de verplaatsing x als uitgangssignaal. Dus het bovenste gedeelte van het blokschema geeft de krachtketen weer en het onderste gedeelte de bewegingsketen. Geef de definitie van de krachten, verplaatsingen en rotaties weer in de gegeven schema's. Schrijf ook de formules die je gebruikt op.

Image · 10.0 points · 9/10Page

+1.0

De globale structuur van het blokschema is correct (ingang, uitgang, bewegingsketen, bekrachtigingsketen)

+1.0

De tekenafspraken (richting van krachten, verplaatsingen en rotaties) en geïntroduceerde variabelen zijn voldoende geïllustreerd.

+2.0

De formules zijn consistent met de getekende subsystemen.

+2.0

Het blokschema is "symmetrisch"

+1.5

k_2 en k_3 zitten in een terugkoppellus

+1.5

Het deel met k_1 staat in het blokschema parallel aan het deel met k_2 en k_3

+1.0

De inhoud van de blokken is correct

b Is hier sprake van een seriële schakeling van de veren, een parallelle schakeling, of een combinatie daarvan. Leg uit.

Open question with lines · 3.0 points · 1/5Page

+1.5

Het antwoord is "een combinatie".

+1.5

k_1 is in serie met k_2 en k_3 , die onderling parallel aan elkaar staan

c Geef de vervangende veerstijfheid ($k_v = F/x$) in termen van D , k_1 , k_2 en k_3 .

Open question with squares · 6.0 points · 3/5Page

+2.0

Er is correct omgegaan met de delen in serie

+2.0

Er is correct omgegaan met de delen in parallel

+2.0

De uitwerking is correct (of in overeenstemming met blokschema van 3a)

4 Trekkend klimmen

22.0 points · 4 questions

Een docent van een prestigieuze universiteit gaf zijn studenten de opdracht om een apparaat te ontwikkelen dat door het trekken aan touwen zich in de tegenovergestelde richting zou voortbewegen tussen twee wanden. De docent mocht zelf niet meedoen aan het ontwerpproject, maar hij dacht wel een oplossing te hebben bedacht. Hieronder staat een schematische weergave van wat de docent heeft bedacht. Het systeem bestaat uit twee soortgelijke deelsystemen die om en om moeten klemmen terwijl het andere deelsysteem vooruit schuift. De studenten vertrouwen het niet helemaal en nemen het systeem onder de loep.

Description

klimapparaat.png

Image 3/10 Page



Het idee is als volgt: Wanneer getrokken wordt aan touw 1, kantelt het bovenste systeem een klein beetje linksom zodat het zichzelf vastklemt, terwijl het onderste deelsysteem door het trekken aan datzelfde touw middels een katrol omhoog wordt getrokken.

Het onderste deelsysteem heeft een katrol bovenaan een mast die reikt tot boven het bovenste systeem, zodat door het trekken aan touw 2 het onderste systeem zichzelf vastklemt en het bovenste systeem omhoog getrokken wordt.

De systemen passen met een kleine speling tussen de twee wanden. In de hele opgave worden de katrollen en de wielen als wrijvingsloos beschouwd, en zwaartekracht wordt buiten beschouwing gelaten.

Description

a Touw 2 hangt slap ($F_2 = 0$) en er wordt getrokken aan touw 1 met een kracht F_1 . Voer een **grafische evenwichtsanalyse** uit. Teken hiervoor alle krachten die aangrijpen op de getekende vrijlichaamsdiagrammen van de twee subsystemen. Teken voor elke kracht het aangrijpingspunt, de werklijn en de lengte in een juiste onderlinge verhouding. Neem voor de lengte van F_1 de breedte van één hokje.

Image · 10.0 points · Maximal width

+2.0

Bovenste deelsysteem: Aannames over de krachten (groottes en richtingen) zijn correct:

Wiel linksboven - horizontaal

Wiel linksonder - geen

Punt rechtsboven - geen

Punt rechtsonder - te bepalen

Katrol: $2 \cdot F_1$ vertikaal naar beneden

+1.5

Bovenste deelsysteem: werklijnen snijden in één punt

+1.5

Bovenste deelsysteem: grootte van de krachten is correct bepaald d.m.v. een krachtendriehoek

+2.0

Onderste deelsysteem: Aannames over de krachten (groottes en richtingen) zijn correct:

Wiel linksboven - geen

Wiel linksonder - horizontaal

Punt rechtsboven - te bepalen

Punt rechtsonder - geen

Aangrijppunt touw 1: F_1 vertikaal naar boven

+1.5

Onderste deelsysteem: werklijnen snijden in één punt

+1.5

Onderste deelsysteem: grootte van de krachten is correct bepaald d.m.v. een krachtendriehoek

b Tussen de rechterkant van het systeem en de rechterwand is de statische wrijvingshoek Ψ_0 gelijk aan 30° . Bevestig of weerleg de aanname dat door het trekken aan touw 1 het bovenste lichaam stil staat en het onderste lichaam omhoog komt.

Open question with squares · 4.0 points · 1/5Page

+1.0

Bovenste deelsysteem: De richting van de kracht op de wand uit opdracht 4a is vergeleken met de gegeven wrijvingshoek.

+1.0

Bovenste deelsysteem: De juiste conclusie is uit voorgaande getrokken.

+1.0

Onderste deelsysteem: De richting van de kracht op de wand uit opdracht 4a is vergeleken met de gegeven wrijvingshoek.

+1.0

Onderste deelsysteem: De juiste conclusie is uit voorgaande getrokken.

c Nu wordt er juist aan touw 2 getrokken met kracht F_2 en hangt touw 1 slap $F_1 = 0$. Ga met een grafische evenwichtsanalyse na of de aanname van de docent over het bewegen van de twee delen klopt. Teken hiervoor de werklijnen van de externe krachten op de vrijlichaamsdiagrammen. Het is niet nodig om ook de grootte van de krachten te bepalen.

Image · 5.0 points · Maximal width

+1.0

De werklijnen van de krachten op het bovenste systeem zijn correct.

+1.0

De werklijnen van de krachten op het onderste systeem zijn correct.

+1.0

De conclusie is beargumenteerd a.d.h.v. de wrijvingshoek of de wrijvingscoëfficiënt.

+2.0

De conclusie is coherent t.o.v. de getekende werklijnen

d Een student stelt voor om voor de zekerheid, tussen de deelsystemen en de rechterwand, een materiaal met een grotere wrijvingscoëfficiënt toe te voegen. De nieuwe maximale wrijvingshoek wordt ingeschat op 60° . Beschrijf wat er zou gebeuren bij het trekken aan touw 2 en waarom.

Open question with squares · 3.0 points · 1/2Page

+2.0

In de argumentatie wordt de nieuwe wrijvingshoek vergeleken met de richting van de krachten in 4c.

+1.0

De conclusie is coherent t.o.v. de werklijnen van 4c

5 Aandrijving

20.0 points · 4 questions

Een karretje wordt aangedreven door een DC-motor. Om de motorkarakteristiek te bepalen wordt er met het karretje op drie verschillende hellingen gereden, en de snelheid wordt gemeten. Bij een helling van $\alpha = 0^\circ$, rijdt het karretje na het accelereren met een voorwaartse snelheid $v = 9,17 \text{ m/s}$. Bij een helling $\alpha = 10^\circ$ is de snelheid $v = 4,91 \text{ m/s}$ en bij een helling $\alpha = 20^\circ$ is de snelheid $v = 0,78 \text{ m/s}$. De massa van het karretje is $m = 30 \text{ kg}$ en het massamiddelpunt wordt in de tekening aangegeven door een zwarte cirkel. De straal van de achterwielen, waar de motor direct mee gekoppeld is, is $R_w = 0,1 \text{ m}$. Er wordt aangenomen dat de wielen niet slippen en dat het karretje verder geen verliezen kent.

Inline



a Teken in onderstaand assenstelsel de motorkarakteristiek die gevonden wordt door deze metingen. Voorzie de assen van grootte, schaal en eenheid. Neem aan dat de karakteristiek lineair is.

Image · 5.0 points · 1/2Page

+2.0

De x-coördinaten van de gegeven punten zijn correct ($\omega = v / R_w$)

+2.0

De y-coördinaten van de gegeven punten zijn correct ($T_a = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot R_w$)

+1.0

De assen zijn correct voorzien van grootte, schaal en eenheid.

b Geef de formule voor de gevonden motorkarakteristiek $T(\omega)$.

Open question with squares · 2.0 points · 1/10Page

+2.0

De formule is coherent met de karakteristiek getekend in 5a.

c Hoe groot moet de hellingshoek α zijn om het maximale motorvermogen P_{max} te benutten?

Open question with squares · 4.0 points · 3/10Page

+1.0

Het vermogen is bepaald vanuit de motorkarakteristiek gevonden in 5b (of op een andere correcte manier)

+1.0

De afgeleide van het vermogen is gelijkgesteld aan nul om P_{max} te vinden

+1.0

De motor- en lastkarakteristiek (bij P_{max}) zijn gelijkgesteld.

+1.0

De vergelijking is opgelost voor α

d Het karretje wordt gebruikt om een blok met massa $m_{\text{blok}} = 10 \text{ kg}$ vooruit te slepen met een touw. Er wordt gereden op een weg met helling $\alpha = 5^\circ$. De dynamische wrijvingscoëfficiënt tussen het blok en de ondergrond is $f_d = 0,5$. De gewenste voorwaartse snelheid is $v = 3,5 \text{ m/s}$. Bepaal wat de straal van het achterwiel R_w zou moeten zijn om dit te realiseren.

Open question with squares · 9.0 points · 3/5Page

+1.0

De zwaartekrachtcomponent van het karretje ($mg \cdot \sin(\alpha)$) is meegenomen in het bepalen van de last.

+1.0

De zwaartekrachtcomponent van het blok ($m_{\text{blok}} \cdot g \cdot \sin(\alpha)$) is meegenomen in het bepalen van de last.

+1.0

De wrijvingskracht onder het blok ($f_d \cdot m_{\text{blok}} \cdot g \cdot \cos(\alpha)$) is meegenomen in het bepalen van de last.

+2.0

De lastkarakteristiek is gelijkgesteld aan de motorkarakteristiek van 5b (bij omega horende bij de gegeven snelheid v)

+4.0

De vergelijking is opgelost voor R_w .

6 Synthese vierstangenmechanisme

8.0 points · 1 question

Construeer twee vierstangenmechanismen waarvan het koppelpunt een koppelkromme aflegt, die gelijk is aan die van punt P van het gegeven vierstangenmechanisme. Maak in de tekening duidelijk onderscheid tussen de drie mechanismen, bijvoorbeeld met behulp van kleur of door stangen een naam te geven.

Image · 8.0 points · Maximal width

+3.0

Het systeem bevat drie parallelogrammen

+3.0

De koppelstangen zijn drie gelijkvormige driehoeken

+2.0

De stangen en driehoeken zijn correct aan elkaar verbonden.

7 Resultante kracht

7.0 points • 1 question

Een lichaam waarvan het massamiddelpunt onbekend is wordt opgehangen aan twee veren met een gelijke stijfheid k , zie de figuur hiernaast. Door het verzakken van het lichaam rekt de rechter veer twee keer zoveel uit als de linker veer. Ook de richting van de zwaartekracht is onbekend.

Inline



Construeer de resultante kracht van de twee veren, zodat de relatieve grootte, de richting en de werklijn van het gewicht gevonden kan worden. Gebruik hiervoor de methode "met hulpkrachten" óf de methode "door ontbinding".

Image · 7.0 points · 7/10Page

+2.0

De kracht van de rechterveer is twee keer zo groot getekend als die van de linkerveer.

+3.0

De procedure volgens de methode "met hulpkrachten" of "door ontbinding" is gevolgd.

+2.0

Alléén toegestane manipulaties zijn uitgevoerd (samenstellen, ontbinden, krachten schuiven langs hun werklijn, netto neutrale krachten toevoegen)

8 Materiaalkunde

6.0 points • 3 questions

a Welke typen atoombindingen komen voor in polymeren? (meerdere antwoorden mogelijk)

Multiple choice · 2.0 points · 1/2Page · 4 choices

- | | |
|---|------|
| ☐ Ionbinding | -1.0 |
| ☐ Metaalbinding | -1.0 |
| ☒ Covalente bindingen | 1.0 |
| ☒ Waterstofbruggen | 1.0 |

b Noem twee manieren waarop een metaal sterker gemaakt kan worden.

Open question with lines · 2.0 points · 1/5Page

+1.0

Een correcte manier genoemd.

+1.0

Een tweede correcte manier is genoemd.

c De wet van Hooke beschrijft het elastische gedrag van materialen. Hoe wordt de evenredigheidsconstante tussen spanning en rek genoemd?

Open question with lines · 2.0 points · 1/5Page

+2.0

Het antwoord is Elasticiteitsmodulus of Young's modulus