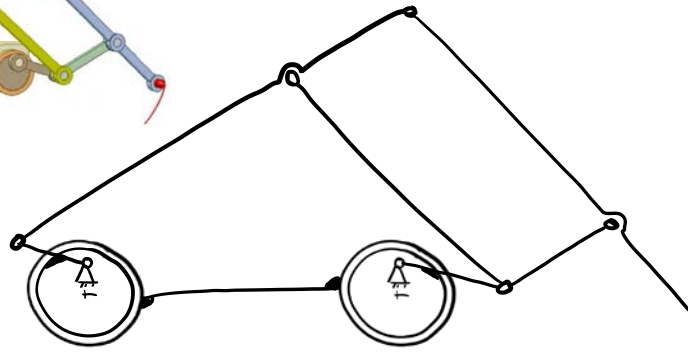
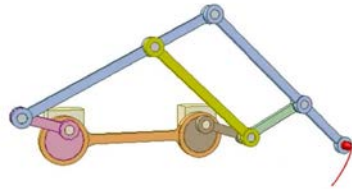


Feedback

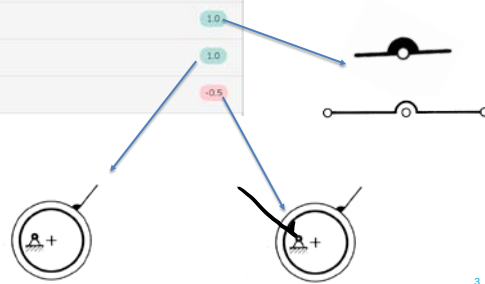
Individuele opgave 1

Opgave 1.1 – Kinematische schema

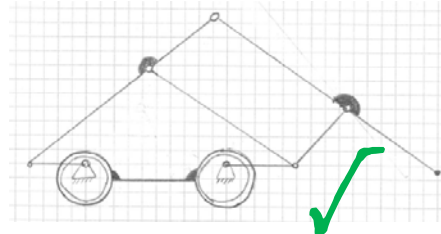
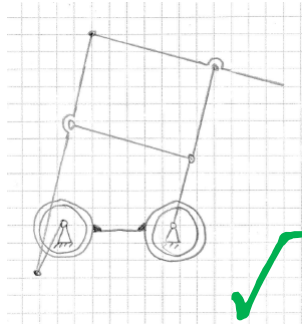


Opgave 1.1 – Kinematische schema

1	3.0 POINTS - 1 QUESTION	
	Kinematische schema	
	POINTS: 3.0 POINTS - 4 CRITERIA	
	Maa een kinematische schema van dit mechanisme. Voldoe aan de tekenregels van de NEN norm, de NEN-EN-ISO 3952-1	
	Het getekende kinematische schema is overeenkomstig met die uit het filmpje.	1.0
	De twee doorlopende stangen zijn volgens de NEN norm getekend.	1.0
	De twee excentrieken zijn volgens de NEN norm getekend.	1.0
	De middelste cirkel van de excentrieken zit niet vast aan de roterende stangen.	-0.5

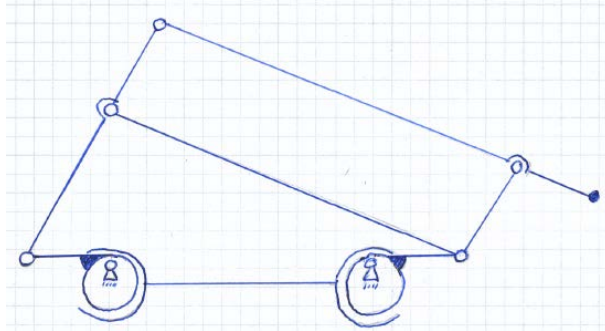


Opgave 1.1 – Kinematische schema



$$1+1+1-0.5 = 2.5 \text{ pt}$$

Opgave 1.1 – Kinematische schema



✓
1+1+1 = 3 pt

Opgave 1.2 – Vierstangenmechanisme synthese

Opgave 1.2 – Vierstangenmechanisme synthese

2
3.0 POINTS · 1 QUESTION
✎

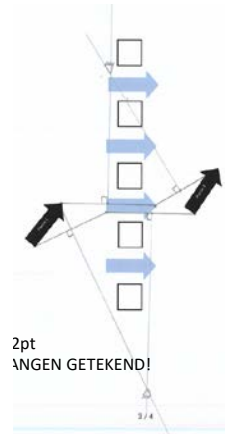
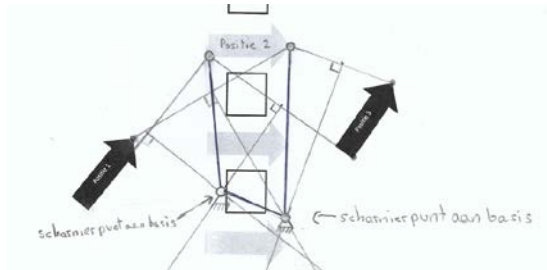
Vierstangenmechanisme synthese

POINTS · 3.0 POINTS · 3 CRITERIA

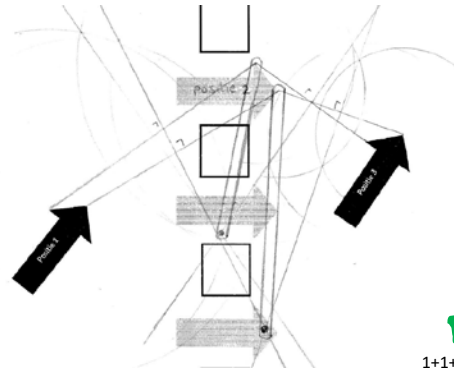
Een star lichaam, hieronder aangeduid met een pijl, moet bewegen van positie 1 naar positie 3 met behulp van een vierstangenmechanisme. Kies één van de grijze pijlen in de muur als positie 2 en construeer de scharnierpunten van het vierstangenmechanisme die deze beweging realiseert. Geef duidelijk aan welke scharnierpunten aan de basis zitten. Teken de stangen in de stand behorende bij positie 2 en laat de gebruikte hulplijnen staan.

De scharnierpunten op de koppelstang (in de drie standen) en de verbindingslijnen daartussen zijn correct getekend.	1.0
De middelloodlijnen zijn correct getekend en de juiste snijpunten zijn aangegeven als locatie van de scharnieren op de basis.	1.0
De stangen behorende bij positie 2 zijn juist en herkenbaar getekend.	1.0

Opgave 1.2 – Vierstangenmechanisme synthese



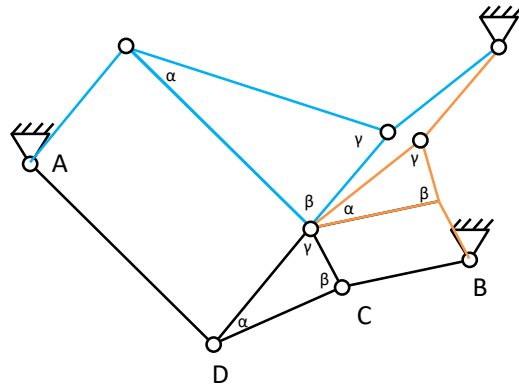
Opgave 1.2 – Vierstangenmechanisme synthese



- Bijzondere keuze voor scharnierpunten, maar WEL goed.
- Middelloodlijnen lijken soms niet haaks. Maar ze zijn geconstrueerd met "passer methode". Procedure is dus geheel correct. GOEDKEUREN
- Grondscharnieren mogen duidelijker!

1+1+1 = 3 pt

Opgave 1.3 - Cognates



Dit is maar een voorbeeld:
- Uitwerking is afhankelijk van keuze punt P

Niet eerlijk! Powerpoint gebruikt!

Opgave 1.3 - Cognates

3 4.0 POINTS - 1 QUESTION
Cognates

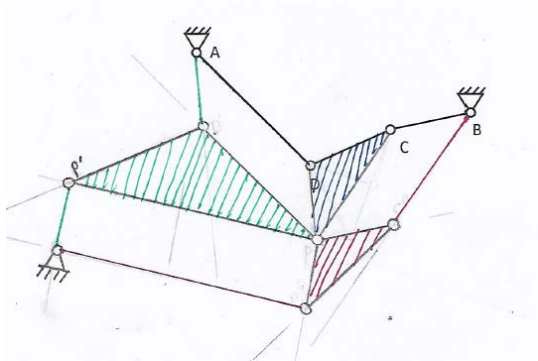
POINTS - 4.0 POINTS - 4 CRITERIA

Beschouw onderstaand vierstangenmechanisme. Kies een punt P in de buurt van de koppelstang CD zodat er een driehoek CDP gevormd wordt. Punt P traceert een zogenaamde koppelkromme. Construeer een alternatief vierstangenmechanisme die dezelfde koppelkromme traceert, een zogenaamde Cognate. Gebruik verschillende kleuren om aan te geven welke stangen met elkaar een mechanisme vormen. Tip: Gebruik de software *Linkage* (www.linkagesimulator.com) om het gedrag van de stangenmechanismen te visualiseren.

De drie parallelogrammen zijn correct getekend.	1.5
Aan de parallelogrammen zijn driehoeken verbonden, gelijkvormig aan de driehoek CDP en met de juiste hoek aan de kant van het koppelpunt.	1.5
Van minstens één alternatief (cognate) is het stangenmechanisme duidelijk weergegeven.	1.0

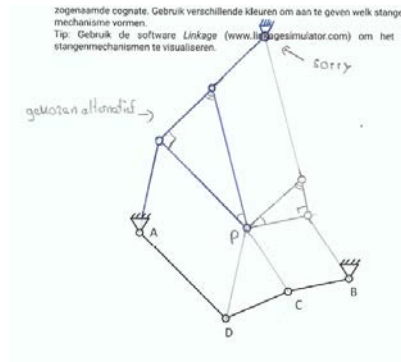


Opgave 1.3 - Cognates



1.5+1.5+1 = 4 pt

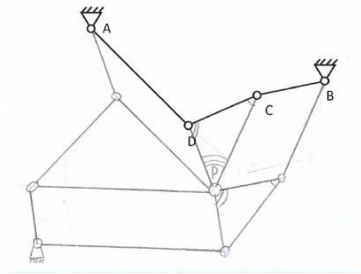
Opgave 1.3 - Cognates



$$1.5 + 0 + 1 = 2.5 \text{ pt}$$

De driehoeken zijn niet gelijkvormig

Opgave 1.3 - Cognates

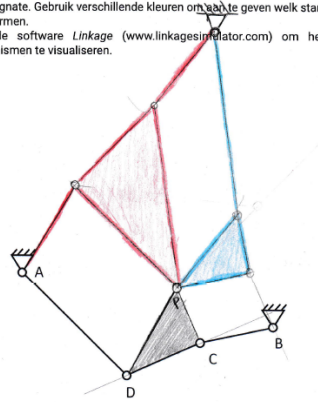


$$1.5 + 1.5 + 0 - 1 = 2 \text{ pt}$$

- Alternatief vierstangenmechanisme niet aangeduid
- Geen kleur gebruikt

Opgave 1.3 - Cognates

Cognate. Gebruik verschillende kleuren om de te geven welk star
armen.
de software *Linkage* (www.linkagesimulator.com) om he
nismen te visualiseren.



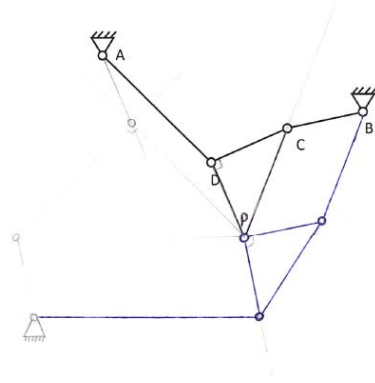
TUDelft

$$1.5 + 0 + 1 = 2.5 \text{ pt}$$

- Hoeken van de driehoeken niet op de juiste plek



Opgave 1.3 - Cognates

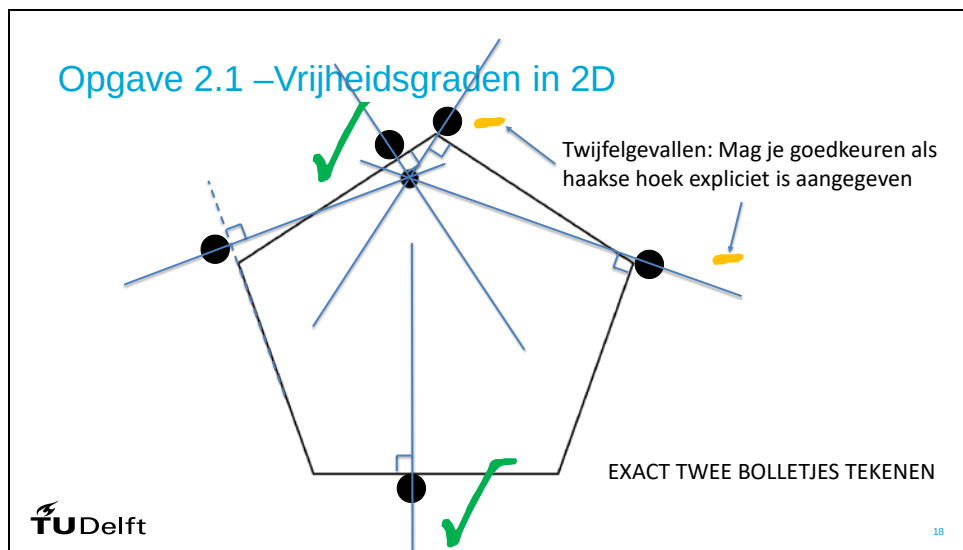


✓
 $1.5 + 1.5 + 1 = 4 \text{ pt}$

- Vraag was om één cognate te ontwerpen
- Andere cognate is gebruikt om te construeren, en is daarna uitgegumd. Prima.

Feedback

Individuele opgave 2



Bij deze opdracht 2 vrijheidsgraden beperken; dus slechts 2 bolletjes tekenen.
De loodlijnen moeten het aangegeven rotatiepunt snijden. Het bolletje moet de figuur wel raken, anders legt het geen constraint op.

Opgave 2.1 – Vrijheidsgraden in 2D

1.0 POINT · 1 QUESTION

1 Vrijheidsgraden in 2D

POINTS · 1.0 POINT · 2 CRITERIA

Onderstaande pentagoon moet beperkt (constrained) worden zodat het alleen kan roteren om het aangegeven punt. Maak dit mogelijk door middel van contactpunten, weergegeven als bolletjes. Gebruik het minst aantal contactpunten om dit te bereiken. Laat de hulplijnen staan zodat te zien is hoe deze punten zijn bepaald.

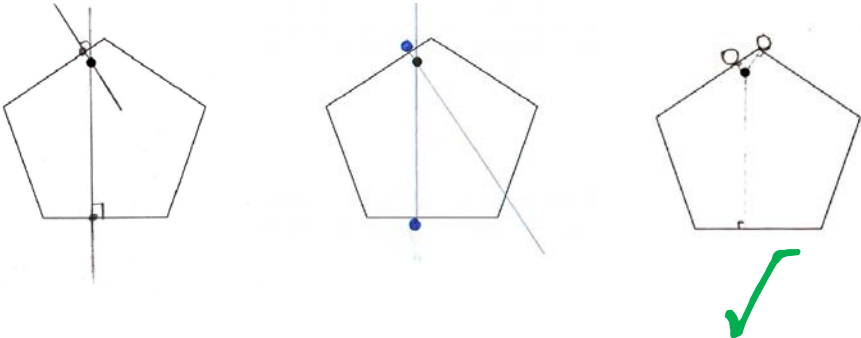
Precies twee contactpunten getekend. Ongeacht of de positie correct is.	0.5
Contactpunten getekend waar de loodlijnen van de zijdes door het rotatiepunt gaan.	0.5

TUDelft

19

Puntencriteria voor opgave 2.1

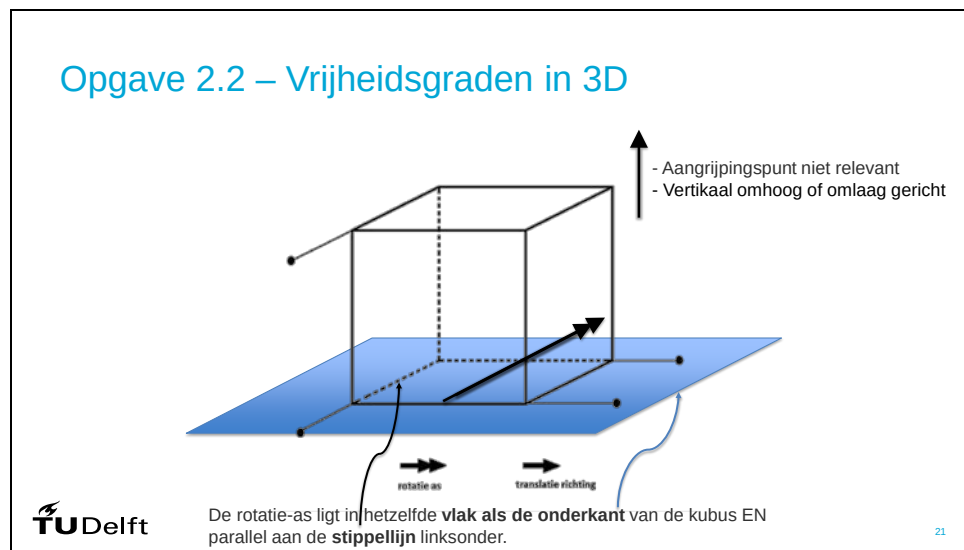
Opgave 2.1 – Vrijheidsgraden in 2D



TU Delft

20

Een aantal voorbeelden van (net) goed gemaakte opgaven.



1^e punt: de vrije translatierichting goed aangegeven (pijl omhoog of omlaag)

2^e punt: vrije rotatieas goed aangegeven (zie voorbeeld op de slide).

Meer voorbeelden twee slides verder.

Opgave 2.2 – Vrijheidsgraden in 3D

2.0 POINTS - 1 QUESTION

Vrijheidsgraden in 3D

POINTS - 2.0 POINTS - 2 CRITERIA

In welke translaterichting(en) en/of rotatie-as(sen) kan deze kubus nog vrij bewegen? Geef een rotatie-as weer met een dubbele pijl en een translaterichting met een enkele pijl.

Translatie richting correct weergegeven: omhoog of omlaag.	1.0
De rotatie-as ligt in hetzelfde vlak als de onderkant van de kubus EN parallel aan de stippellijn linksonder.	1.0

TUDelft

22

Puntencriteria voor opgave 2.2

Opgave 2.2 – Vrijheidsgraden in 3D

Wel heel slordig!

TU Delft

23

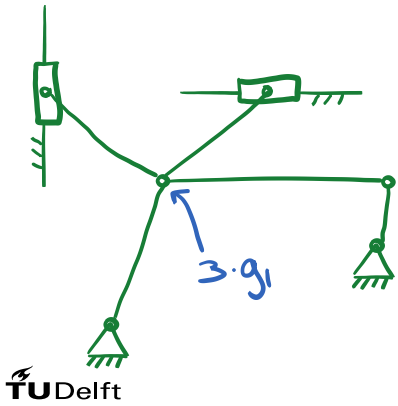
Enkele voorbeelden van goede en verkeerde uitwerkingen.

Opgave 2.2 – Vrijheidsgraden in 3D



Enkele voorbeelden van goede en verkeerde uitwerkingen.

Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen



$$\left. \begin{array}{l} N = 6 \\ g_1 = 6 \\ g_2 = 2 \end{array} \right\} F = 1$$

TU Delft

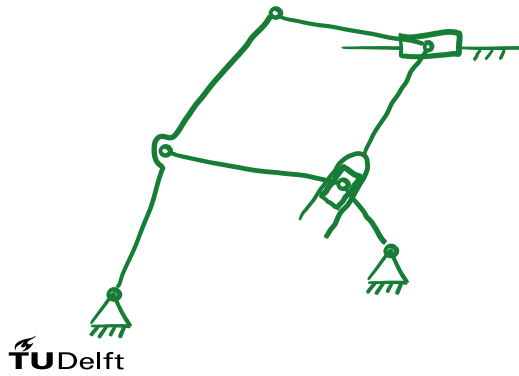
Vergeet bij deze vraag niet de grond (of: basisstang) mee te tellen.

Het getekende mechanisme is een voorbeeld. Er zijn veel meer mogelijkheden.

Er zijn twee g_2 scharnieren: de twee sliders met scharnier bovenaan.

Er zijn zes g_1 scharnieren: namelijk twee aan de grond, één helemaal rechts en drie in het midden. Aan één stang zijn drie andere stangen verbonden, dus drie scharnieren.

Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen



$$\left. \begin{array}{l} N=6 \\ g_1=6 \\ g_2=2 \end{array} \right\} F=1$$

Nog een voorbeeld.

Vijf stangen en een grond; $N=6$.

Twee g_2 -scharnieren; de sliders met scharnier.

Zes g_1 -scharnieren.

Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen

3 3.0 POINTS - 2 QUESTIONS ✎

Stangenmechanisme ontwerpen

a POINTS - 2.0 POINTS - 2 CRITERIA

Bedenk een zesstangenmechanisme met 1 vrijheidsgraad en teken hiervan een kinematische schema. Gebruik op zijn minst één g_2 "pin in slot" scharnier.

Gebruik van 6 stangen (inclusief de basis) EN minimaal één g_2 scharnier.	1.5
Een correcte kinematische schema, met symbolen volgens de NEN norm.	0.5

+ ADD POINTS
+ COPY POINTS

b POINTS - 1.0 POINT - 1 CRITERION

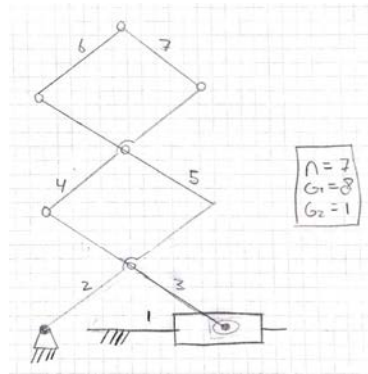
Toon met behulp van Kutzbach aan dat jouw mechanisme één vrijheidsgraad heeft.

De ingevulde formule $F = 3(n - 1) - 2g_1 - g_2$ resulteert in $F = 1$.	1.0
--	-----


27

Puntencriteria voor opgave 2.3.

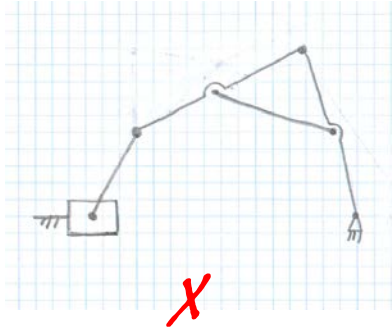
Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen



Gevraagd om $N=6$

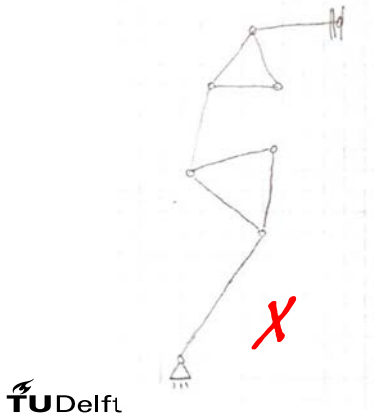
Voorbeeld van een uitwerking die niet helemaal goed is: Te veel stangen gebruikt. Wel een goed kinematisch schema getekend.

Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen



Wanneer het blokje als lichaam meegeteld zou worden (dan $N=6$), dan kan je de “pin in slot” niet meer zien als een g_2 scharnier

Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen



Als driehoek een vlak is → geen
scharnier op de vrije hoek →

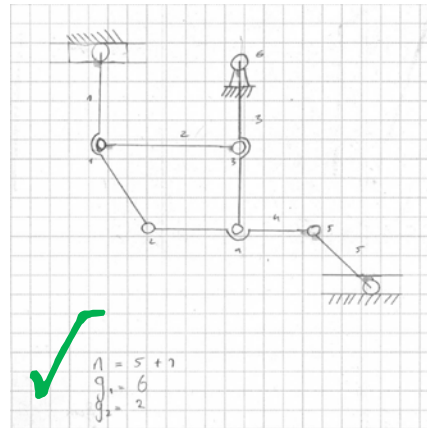
$$F = 3(6 - 1) - 2 * 5 - 1 = 4$$

Als driehoek drie stangen zijn →

$$F = 3(10 - 1) - 2 * 11 - 1 = 4$$

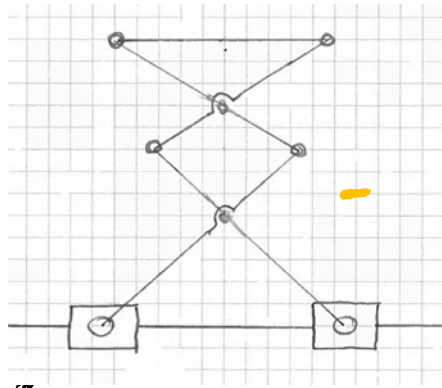
Het maakt bij Kutzbach niet uit voor de berekening of je een driehoek beschouwd als opgebouwd uit stangen en een scharnier, of als een plat vlak zonder scharnier. Als je goed en consistent telt, dan komt de berekening op hetzelfde uit.

Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen



Voorbeeld van een goede uitwerking met precies genoeg stangen, scharnieren en een goed kinematisch schema.

Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen



TU Delft

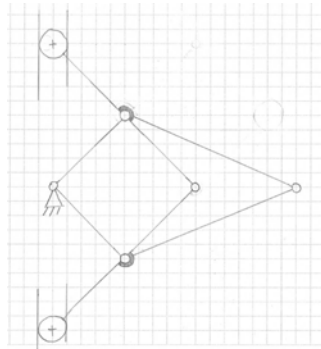
Mag je goed rekenen (sommen kloppen)

MAAR LET OP!

- Stangenmechanisme is een STARRE STRUCTUUR
Die glijdt over twee rails.

In dit geval is de berekening goed, maar is het mechanisme eigenlijk een starre structuur die door de sliders heen en weer beweegt, meer niet.

Opgave 2.3 – Stangenmechanisme ontwerpen



Grond niet meegeteld
Ternary joints: dubbel tellen

$$\begin{aligned} n &= 6 \\ g_1 &= 2 \\ g_2 &= 1, 2, 3 \dots \\ F &= 1 \end{aligned}$$

Opgave 2.4 – Fietsen



Aanname: kuit + voet = één stang (want kleine hoek)

In deze opgave gaan we uit van de versimpeling dat de kuit en voet samen één stang vormen.

Opgave 2.4 – Fietsen

4
4.0 POINTS - 7 QUESTIONS
✎

Q

POINTS: 3.0 POINTS - 7 CRITERIA

Jouw baan vormt tijdens het fietsen een vierstangenmechanisme samen met de fiets. Teken in de afbeelding van de fietser voor één been dit stangenmechanisme. Geef aan welke stang de basis is.

De vier getekende stangen komen overeen met: Dijkbeem, kuit, crank en framedeel (zadelstang).
1.0

Het framedeel is aangegeven als de basis.
1.0

+ ADD POINTS
+ COPY POINTS

Q

POINTS: 1.0 POINT - 1 CRITERION

Het dijkbeem is de aangedreven stang. Welk type vierstangenmechanisme is dit?

Het antwoord kruik-slinger is aangegeven. (als één van de andere antwoorden ook is aangegeven geen punt geven)
1.0

+ ADD POINTS
+ COPY POINTS

Q

POINTS: 1.0 POINT - 2 CRITERIA

Onderbouw het antwoord van de vorige vraag met behulp van de wet van Grashof.

De formule is gebruikt om aan te tonen dat de kortste stang volledig rond kan.
0.5

Het is duidelijk gemaakt dat de kortste stang scharniert met de grond.
0.5

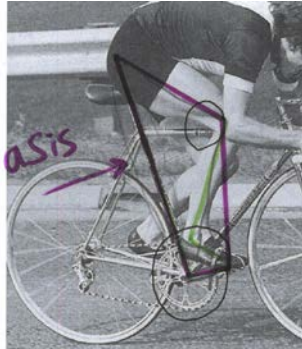
Let op: alleen de formules invullen zegt alleen of er een van de stangen volledig rondgaat...niet welke.

35

Puntencriteria opgave 2.4

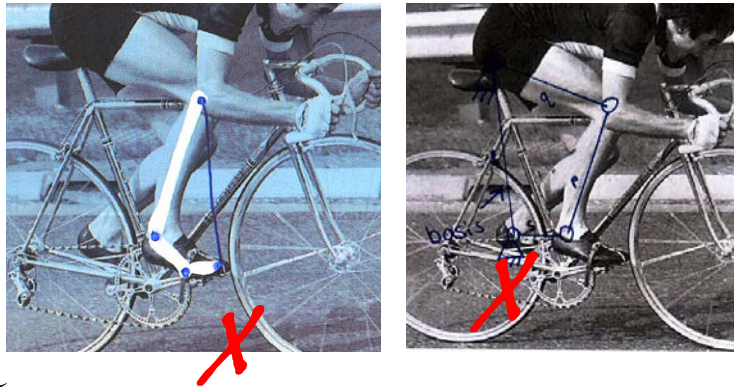
Let op: De formules van Grashof vertelt alleen **of** er een stang ronddraait, niet welke.

Opgave 2.4 – Fietsen



Goede uitwerkingen.

Opgave 2.4 – Fietsen



Verkeerde uitwerkingen.

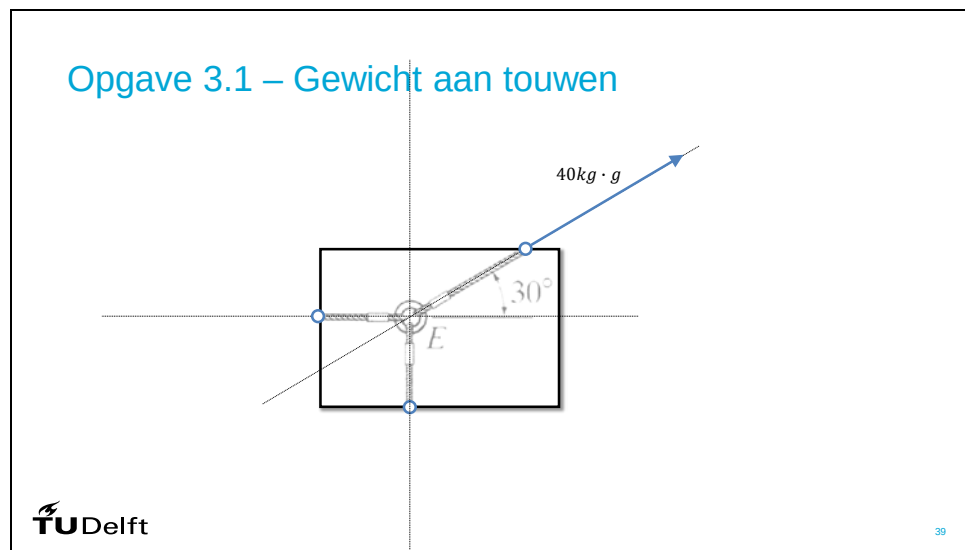
Links: Onduidelijk waar de grondstang verbonden is. Tussen de tenen en knie is niet goed.

Rechts: De crank is niet meegenomen in het stangenmechanisme, de basis is op een vreemd punt aangegeven.

Feedback

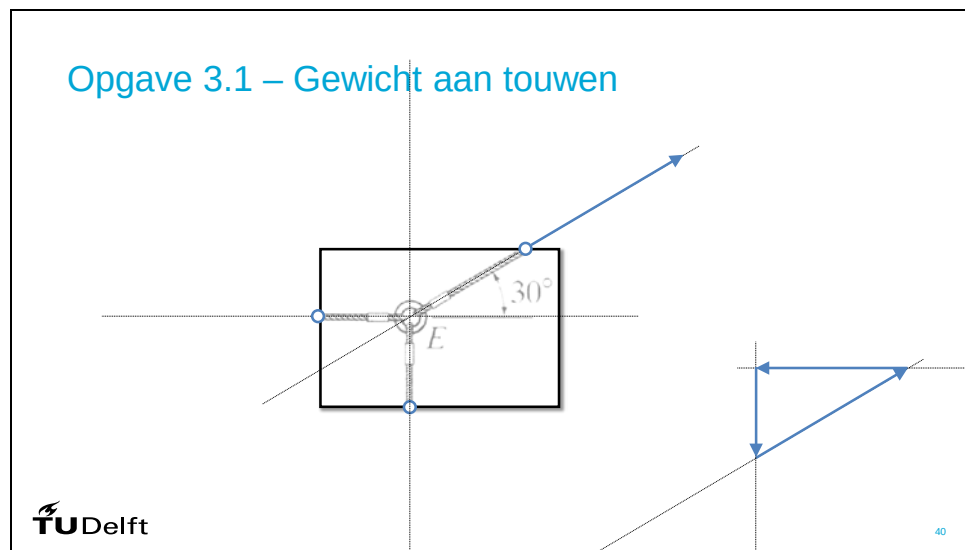
Individuele opgave 3

Bespreken van de individuele opgaven van week 3.

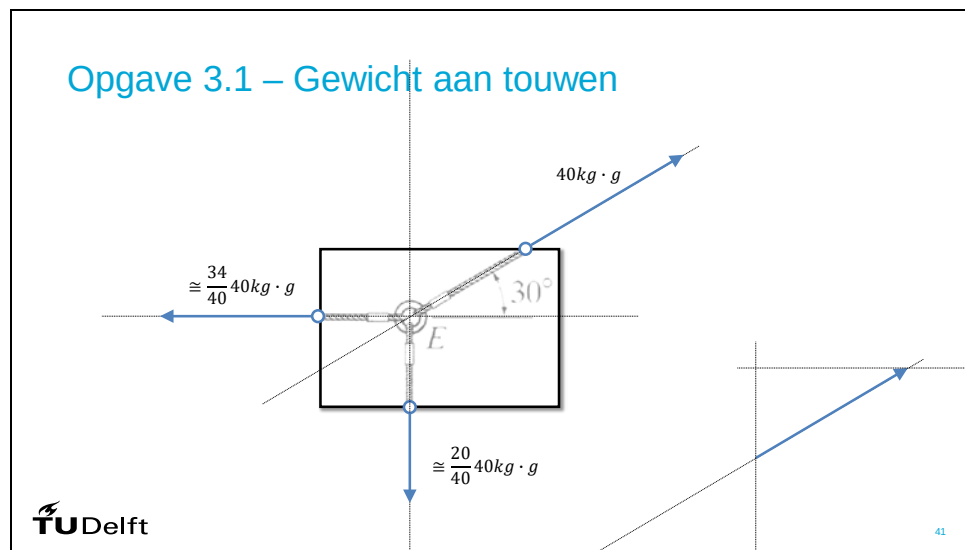


Stap 1 in het oplossen van deze vraag:

Teken een FBD (Free body diagram). Dus definieer je systeemgrens en 'knip' je systeem los van de wereld.



De richtingen van de andere krachten zijn bekend, je kan dus een krachtdriehoek maken.



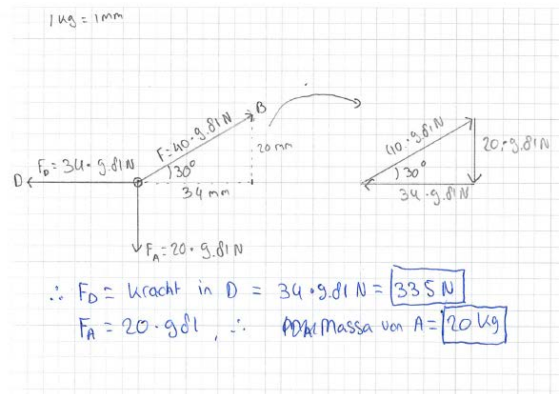
Het meten van de lengtes geeft de grootte van de kracht.

Opgave 3.1 – Gewicht aan touwen

1	3.0 POINTS - 1 QUESTION
	Gewicht aan touwen
4	POINTS: 3.0 POINTS - 3 CRITERIA
	Bepaal de massa van A en de kracht in D met behulp van de grafische methode. Tip: Denk goed na over het kiezen van de systeemgrenzen.
	Het kiezen van het geschikte systeemgrens, waardoor een 3 krachtenstelsel ontstaat: bv. alleen punt E tekenen met 3 krachten in de juiste richting. 1.0
	Een sluitende krachtdriehoek (dus de $\sum F = 0$). 1.0
	Alle krachten gaan door het zelfde punt (dus de $\sum M = 0$). 1.0

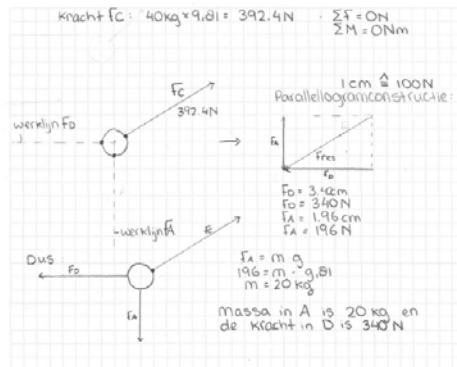
Puntencriteria voor vraag 3.1.

Opgave 3.1 – Gewicht aan touwen



Enkele goede uitwerkingen van deze vraag. Netjes een versimpeling van het probleem gemaakt (links), krachtdriehoek apart getekend (rechts) en uitwerking van de grootte van de krachten.

Opgave 3.1 – Gewicht aan touwen



Nog een goede uitwerking.

Opgave 3.1 – Gewicht aan touwen

Handwritten student work for Opgave 3.1. The work is messy and contains several errors. The student has written calculations for the weight of mass A and the tension in the rope. The work is messy and contains several errors.

Diagram: A pulley system with a mass A hanging from a rope. The rope is attached to a fixed point B and passes over a pulley at C. The mass A is hanging from the other end of the rope. The distance between B and C is 1.0 m. The mass A is 2.0 kg.

Calculations:

- Weight of mass A: $W_A = m_A \cdot g = 2.0 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 19.62 \text{ N}$
- Tension in the rope: $T = W_A = 19.62 \text{ N}$
- Force at point B: $F_B = T = 19.62 \text{ N}$

Conclusion: The mass of A is 2.0 kg. The force at B is 19.62 N.

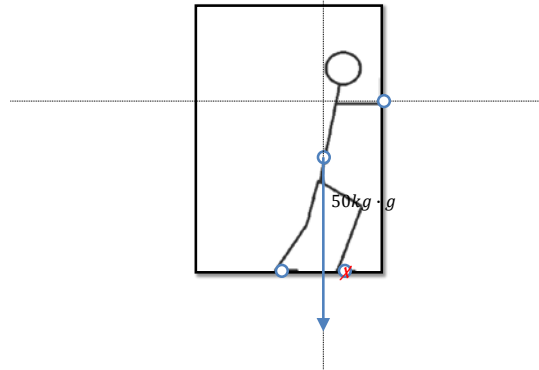


- Gekozen systeem is onduidelijk
- Aanpak is ook onduidelijk.
- Krachtendriehoek en snijdende werklijnen?

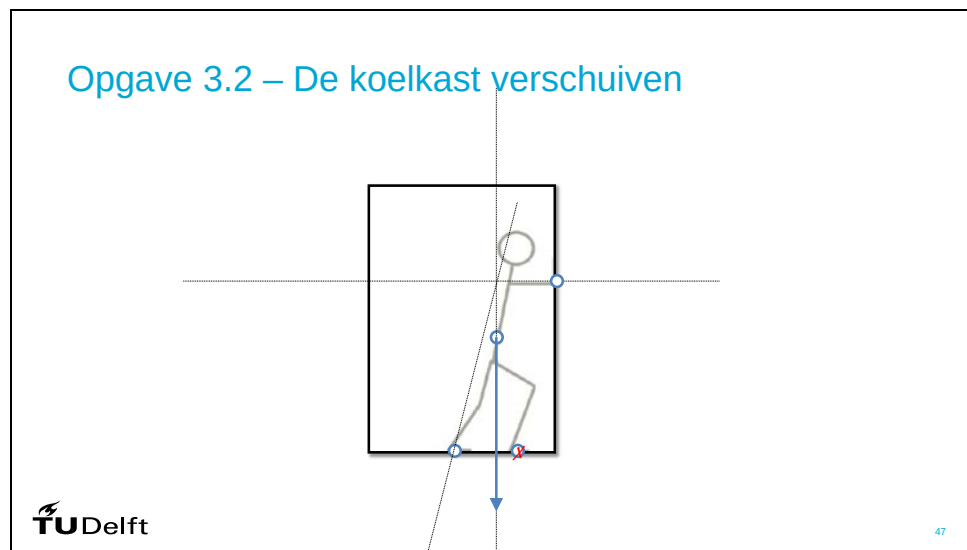
Aanpak is onduidelijk in deze uitwerking; krachtendriehoek (heel) klein getekend, slechte scan, etc.

Opgave 3.2 – De koelkast verschuiven

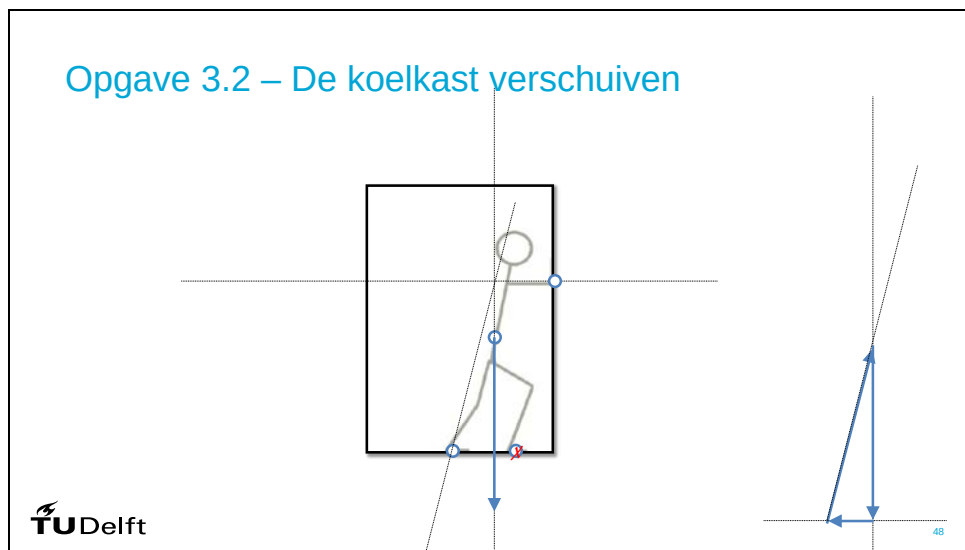
AANPAK 1: Ga uit van evenwicht → Check dan of maximale kracht toereikend is



Vraag was: kan het stokpoppetje de koelkast verschuiven?
Er worden twee aanpakken van het probleem gedemonstreerd.

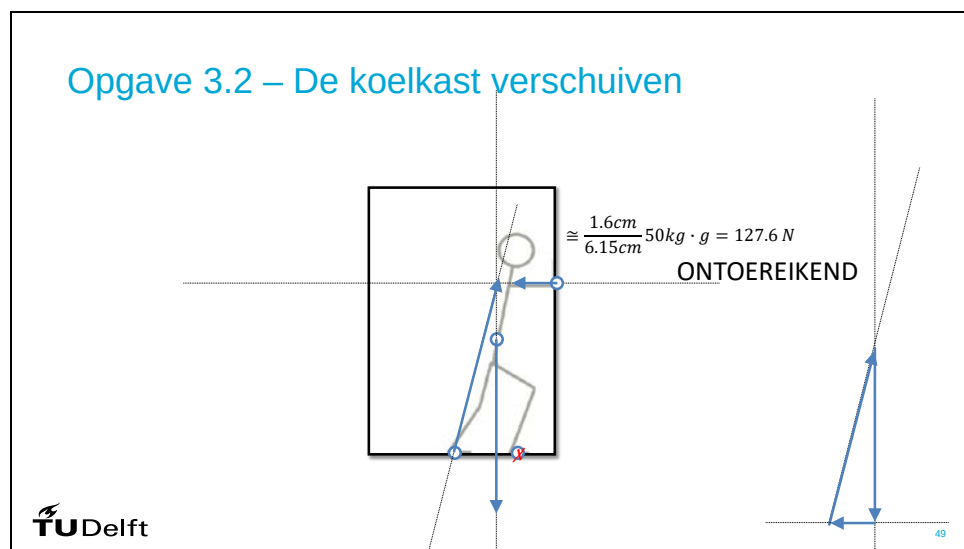


Begin weer met het maken van een FBD van in dit geval het stokpoppetje.



Aanname: om zo hard mogelijk te duwen sta je alleen op de achterste voet, de voorste voet wordt weggelaten.

De werklijnen kunnen getekend worden: De zwaartekracht staat verticaal en de normaalkracht van de muur staat horizontaal gericht. Voor evenwicht moet de werklijn door de achterste voet dus de andere twee werklijnen snijden in één punt.



Uit de krachtenanalyse blijkt dat je niet genoeg kracht hebt om de koelkast te verschuiven.

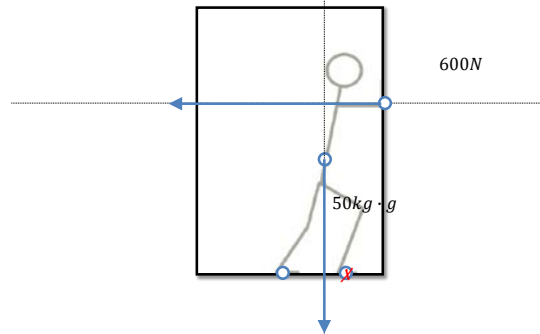
Opgave 3.2 – De koelkast verschuiven

AANPAK 2: Ga uit van minimaal benodigde duwkracht

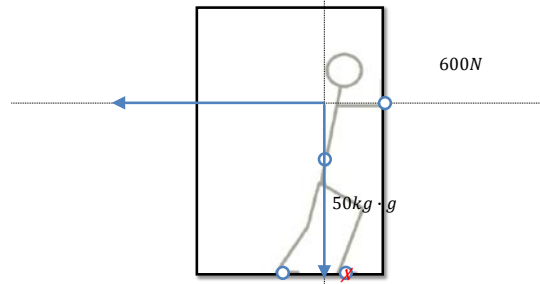
- Construeer resultante kracht
- Ga na of momentenstelling voldoet
 - één snijlijn van drie krachten, óf een werklijn van twee krachten
- Ga na of momentenstelling voldoet
 - Krachtendriehoek sluit
 - Twee krachten gelijk in grootte en tegengesteld in richting

Andere aanpak is ook mogelijk: Ga eerst uit van de kracht die je nodig hebt en controleer of er evenwicht is.

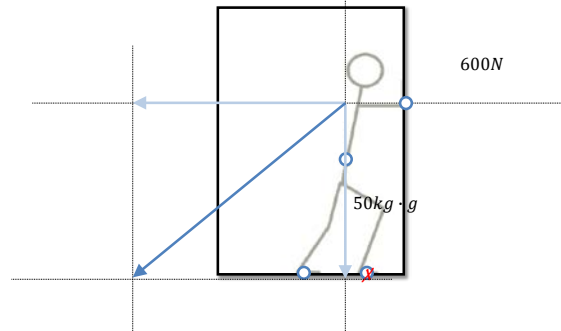
Opgave 3.2 – De koelkast verschuiven



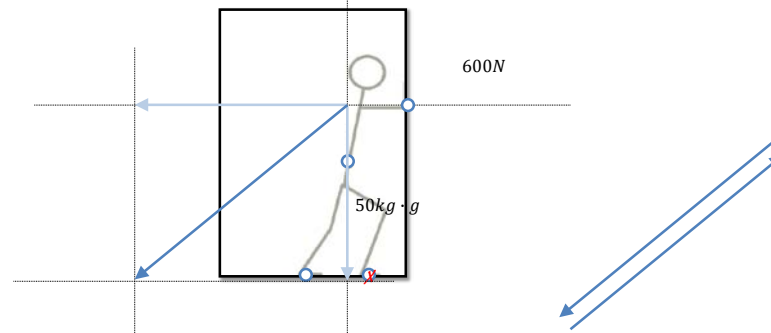
Opgave 3.2 – De koelkast verschuiven



Opgave 3.2 – De koelkast verschuiven



Opgave 3.2 – De koelkast verschuiven



Opgave 3.2 – De koelkast verschuiven

Kracht is gelijk en tegengesteld:
 $\checkmark \sum F = 0$

Niet dezelfde werklijn:
 $\times \sum M \neq 0$

TU Delft

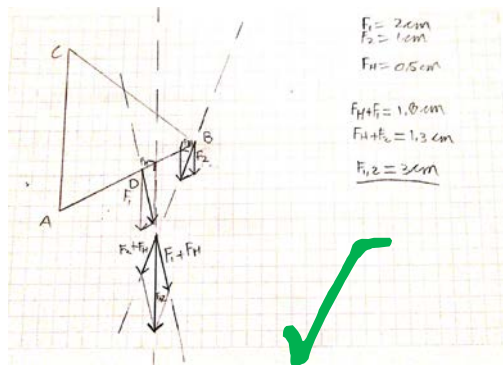
55

Hieruit blijkt dat de werklijn van de benodigde kracht niet door het snijpunt loopt van de zwaartekracht en duwkracht. Er is dus geen momentenevenwicht mogelijk. Deze situatie kan dus niet bestaan.

Opgave 3.2 – De koelkast verschuiven

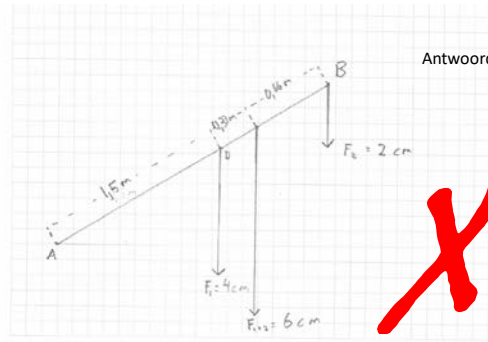
Het stokpoppetje is gekozen als systeem en deze is vrij gemaakt van de	0.4
De externe krachten (zwaartekracht, reactiekracht koelkast, reactiekracht grond) zijn, voor zover bekend, getekend in de juiste positie en richting.	0.4
Er is grafisch aangetoond of $\sum \vec{F} = 0$ (dus wel of geen gesloten krachtenveelhoek).	0.5
Er is grafisch aangetoond of $\sum \vec{M} = 0$. Dus in het geval met 3 krachtsysteem: werklijnen snijden wel of niet in één punt. In het geval van een 2-krachtsysteem: werklijnen zijn wel of niet collineair.	0.5
Conclusie is: Het stokpoppetje kan de koelkast NIET in z'n eentje verschuiven.	0.2

Opgave 3.3 – Gewichten aan een staaf



Vraag 3.3: Eerste vraag is het samennemen van krachten om het systeem te versimpelen.

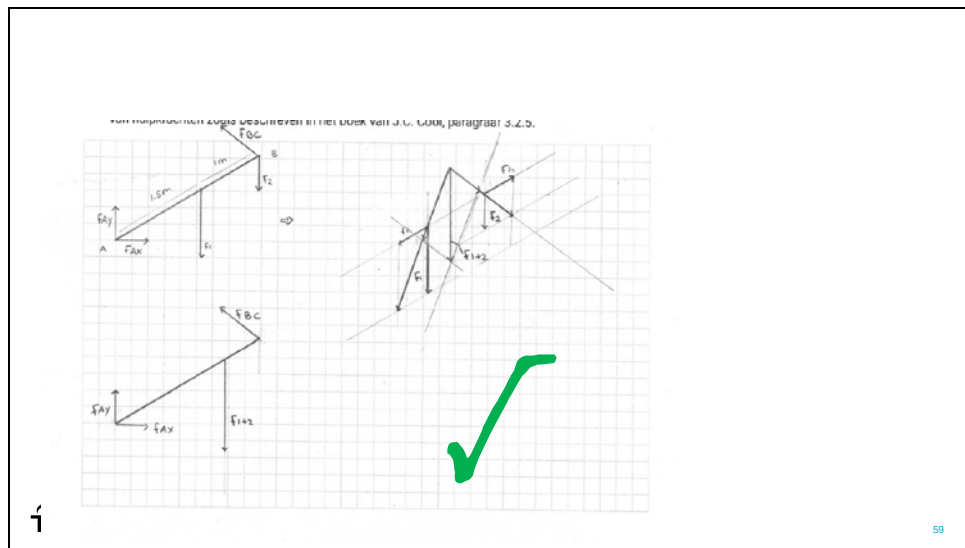
Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf



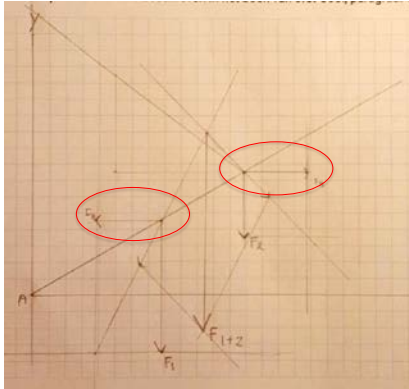
Antwoord wellicht goed, maar niet de gevraagde aanpak!

Als om een bepaalde aanpak gevraagd wordt ("met hulpkrachten") wordt er ook verwacht dat die aanpak gebruikt wordt. Het gaat vaak niet om de antwoorden, maar om het oefenen met bepaalde aanpakken.

Slide 59



Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf

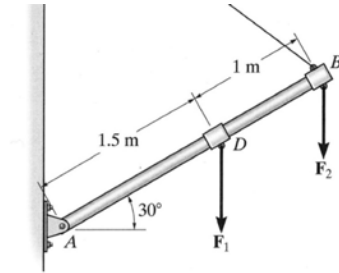


Toegevoegde hulpkrachten niet neutraal.
Ze hebben een andere werklijn!

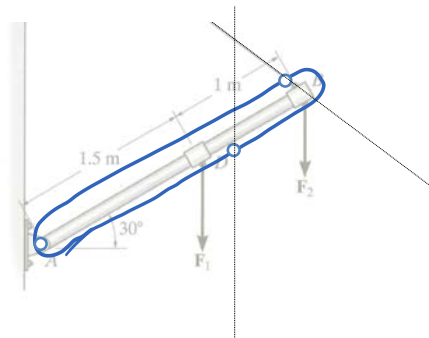
Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf

3	5.0 POINTS · 3 QUESTIONS
	Gewichten aan een staaf
a	POINTS : 2.0 POINTS · 3 CRITERIA Schets een vrijlichaamsdiagram met daarin de krachten F_1 en F_2 . Zond hierbij dat de verhouding in lengte tussen de krachten klopt, maar de absolute lengte van de krachten mag arbitrair gekozen worden. Wet de twee krachten F_1 en F_2 samen tot de resultante kracht F_{1+2} , door gebruik te maken van hulpkrachten zoals beschreven in het boek van J.C. Cool, paragraaf 3.2.5.
	Twee hulpkrachten zijn getekend, die gelijk in grootte zijn en dezelfde werklijn hebben, maar tegengesteld zijn in richting. 1.0
	De ene hulpkracht is correct samengesteld met F_1 , en de tweede hulpkracht is correct samengesteld met F_2 . 0.5
	De twee samengestelde krachten zijn op hun beurt correct met elkaar samengesteld tot de resultante kracht F_{1+2} . 0.5

Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf

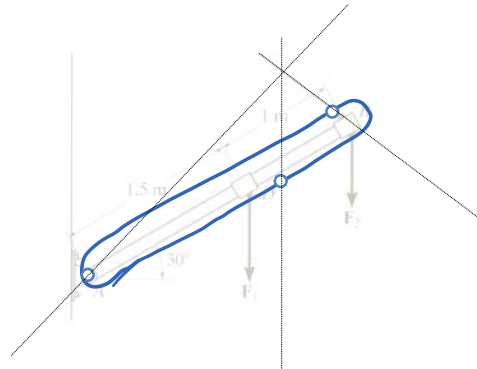


Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf



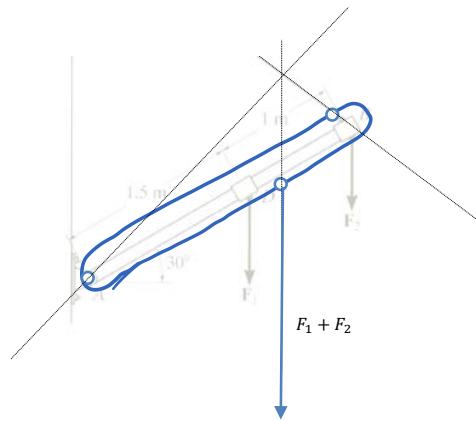
Begin met het losmaken van het systeem van de wereld:
Free Body Diagram tekenen!
Teken de aangrijpingspunten van alle krachten.
Teken de werklijnen van de krachten, voor zover bekend.

Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf

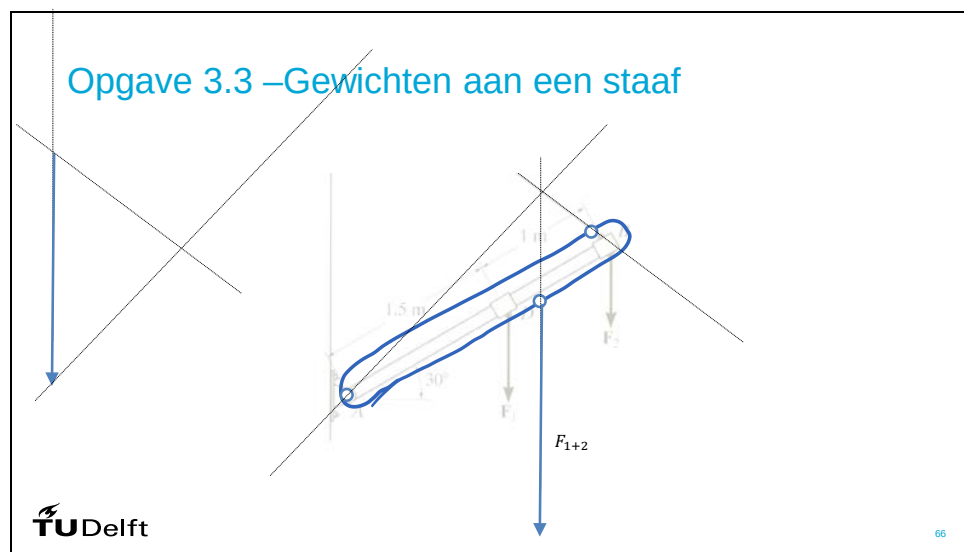


De werklijn van de kracht in A moet de andere twee werklijnen snijden in één punt.
Let op: de kracht in A hoeft niet per se in de richting van de stang te zijn! Dat is alleen zo bij een twee-krachtssysteem.

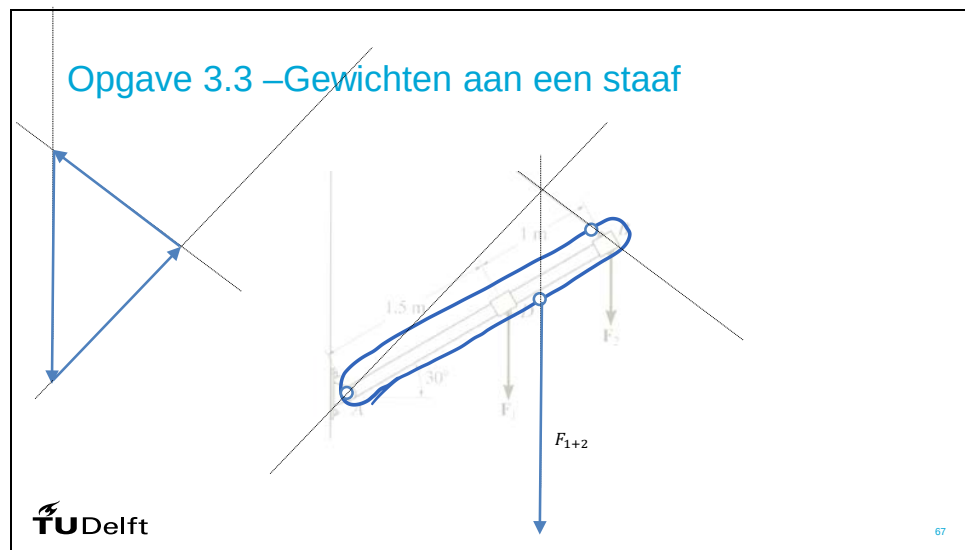
Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf



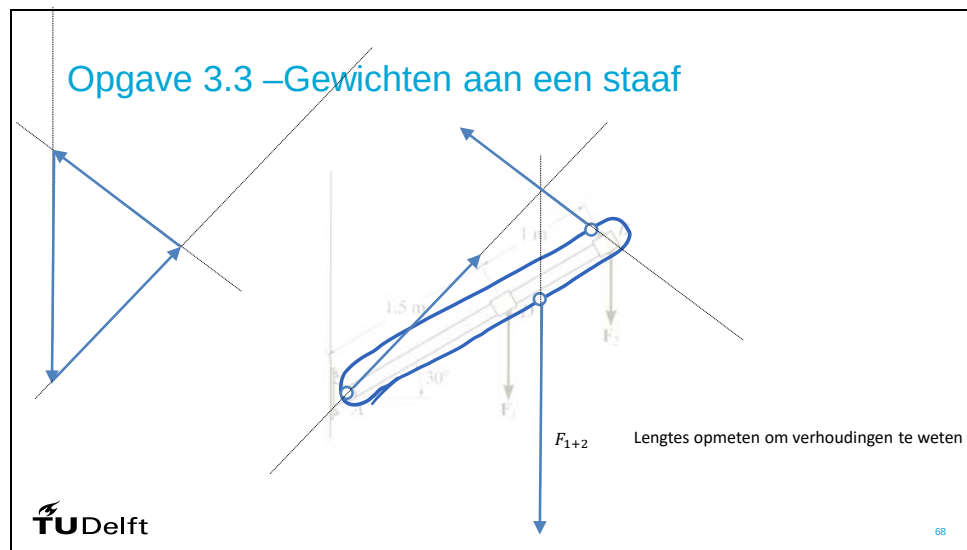
Teken de bekende krachten als pijlen in het FBD. De samengestelde kracht $F_1 + F_2$ was al in 3.2 bepaald. Let op, niet alleen grootte is van belang, maar ook de locatie van de werklijn.



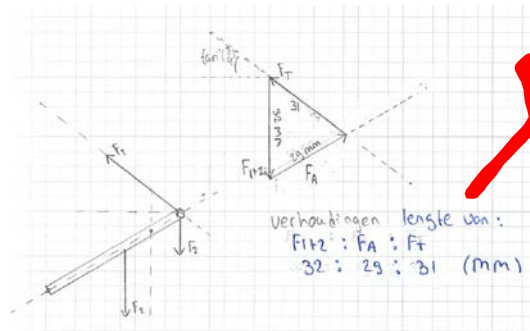
Krachtenveelhoek opstellen door de bekende krachten, en de bekende richtingen over te nemen (teken dit los van het FBD)



Bepaal de grootte van de overige krachten door de krachtdriehoek sluitend te maken.



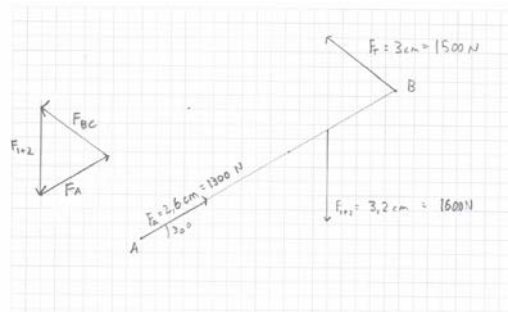
Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf



En de kracht in A dan?

Als de kracht in A niet meegenomen wordt, dan kan er geen evenwichtsanalyse plaatsvinden. Het lichaam is niet vrij!

Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf



Veel gemaakte FOUTE aanname:
De kracht in A staat in de richting van de staaf.
Dat geldt alleen voor twee-krachten systemen

Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf

b	POINTS: 2.0 POINTS: 2 CRITERIA Nu de krachten F_1 en F_2 samengesteld zijn, blijft een drie-krachten stelsel over. Schets opnieuw een vrijlichaamsdiagram van het systeem. Gebruik de grafische methode om de werklijnen en de onderlinge verhoudingen van de krachten (kracht in het touw, kracht in scharnierpunt A en F_{1+2}) te bepalen.
De snijlijnen van de drie krachten gaan door één punt (dus de $\sum M = 0$).	1.0
De drie krachten vormen een gesloten krachtdriehoek (dus de $\sum F = 0$).	1.0

Puntencriteria vraag 3.3 b

Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf

Lengte van $F_{\text{touw}} = 5.65 \text{ cm}$

Lengte van $F_{1+2} = 8.2 \text{ cm}$

Lengte van $F_1 = \frac{2}{3} F_{1+2} = 5.46 \text{ cm}$

Als maximale kracht in het touw $F_{\text{touw},\text{max}} = 1500 \text{ N}$,

dan is maximale kracht $F_{1,\text{max}} = 1500 \text{ N} \frac{5.46 \text{ cm}}{5.65 \text{ cm}} \cong 1500 \text{ N}$

Vergeet niet: Dit is een grove schatting!

Beoordeel op de procedure, niet op de getallen

Voorbeeld uitwerking van vraag 3.3 c.

Opgave 3.3 –Gewichten aan een staaf



POINTS : 1.0 POINT - 1 CRITERION

Bepaal nu de maximaal toelaatbare kracht P_1 .

De lengteverhouding van de pijlen is correct gebruikt om de maximale P_1 te bepalen, gegeven $F_{toer,max}$.

1.0

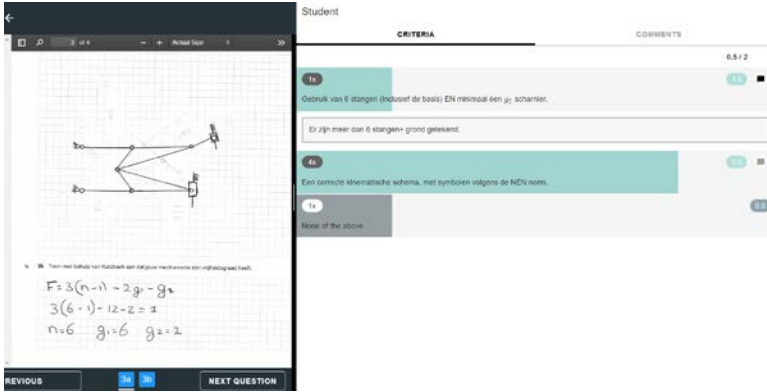
Let op: Geen doorrekenfouten afstraffen

Puntencriteria vraag 3.3 c

Feedback

Individuele opgave 4

Waarschuwing over peer-review



The screenshot displays a peer-review interface. On the left, a student's work is shown, including a diagram of a truss structure and handwritten calculations for the degree of freedom (DOF) using the formula $F = 3(n-1) - 2g_1 - g_2$. The calculations are as follows:

$$F = 3(n-1) - 2g_1 - g_2$$

$$3(6-1) - 12 - 2 = 1$$

$$n=6 \quad g_1=6 \quad g_2=2$$

On the right, a reviewer's feedback is shown. The reviewer has assigned a score of 1.5 to the work. The feedback includes the following comments:

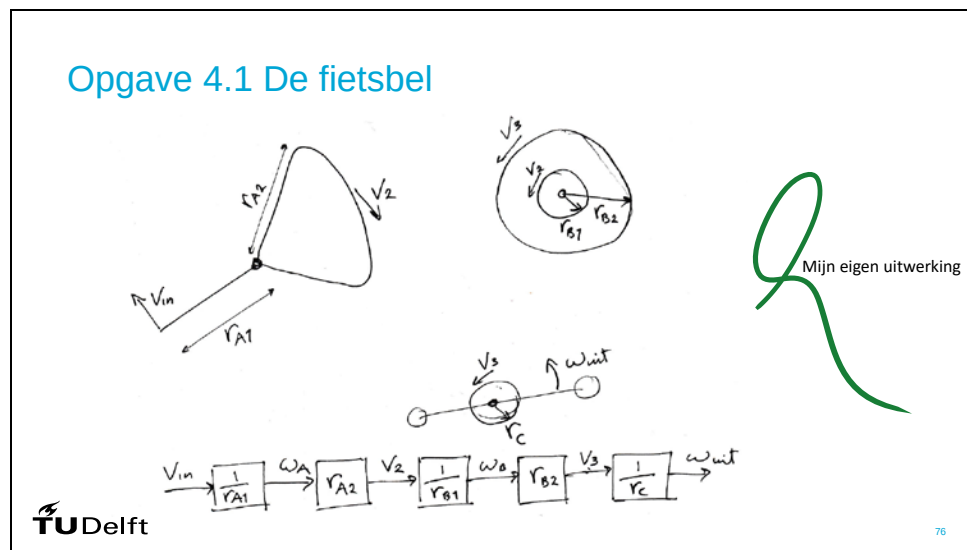
- Gebruik van 6 stangen (inclusief de basis). EN minimaal één g_2 schaarstap.
- Er zijn meer dan 6 stangen grond getekend.
- Een correcte schematische tekening, met symbolen volgens de NEN norm.

The interface also shows a 'Criteria' section with a score of 6.5/12 and a 'Comments' section with a score of 1.5. The TU Delft logo is visible in the bottom left corner.

Peer-review heeft een valkuil: We kunnen niet garanderen dat het nakijkwerk correct is. In andere woorden: Je kan punten scoren met foute antwoorden, maar ook punten mislopen met goede antwoorden.

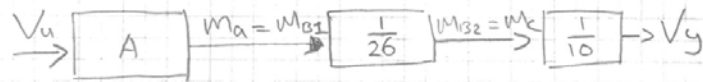
Als je denkt dat anderen jouw werk niet goed hebben nagekeken, en je mist daardoor punten, stuur dan een mail.

Belangrijk: Je moet zelf nagaan of je de stof beheerst, en of je de opgaven wel of niet goed hebt gemaakt. Let dus goed op de feedback op de opdrachten tijdens het college. Het tentamen wordt uiteraard veel objectiever nagekeken.



Voorbeeld uitwerking van de eerste opgave. De lineaire snelheden worden omgezet in hoeksnelheden, en vice versa.

Opgave 4.1 De fietsbel

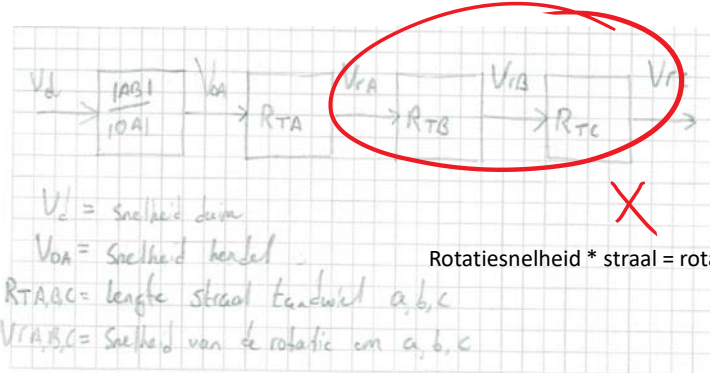


V_u = ingangssnelheid
 m = krachtoverdracht
 $\frac{a}{b}$ = verhouding tandwiel
 V_y = uitgangssnelheid



Verkeerde uitwerking: Waar komen de getallen bijvoorbeeld vandaan? Die zijn erg willekeurig. Tussensignalen kloppen ook niet: Dat moeten snelheden en hoeksnelheden zijn.

Opgave 4.1 De fietsbel



Nog een verkeerde uitwerking: De units kloppen niet na een vermenigvuldiging in het blokschema. Controleer dit!

Opgave 4.1 De fietsbel

In correcte weergave van een blokschema gegeven, met heldere aanduiding van geometrische grootheden, en van de (rotatie)snelheden. 1.0

De inhoud van de blokken resulteert in een juiste overbrengingsverhouding. 1.0

Puntencriteria voor vraag 4.1

Opgave 4.2a Wrijving

$$W \leq f_s \cdot N$$
$$\tan \theta = f_s = \frac{W}{N} \text{ met } f_s = 1.1 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \theta = \arctan(\tan \theta) = \arctan(1.1) = 47.7 = 48^\circ$$

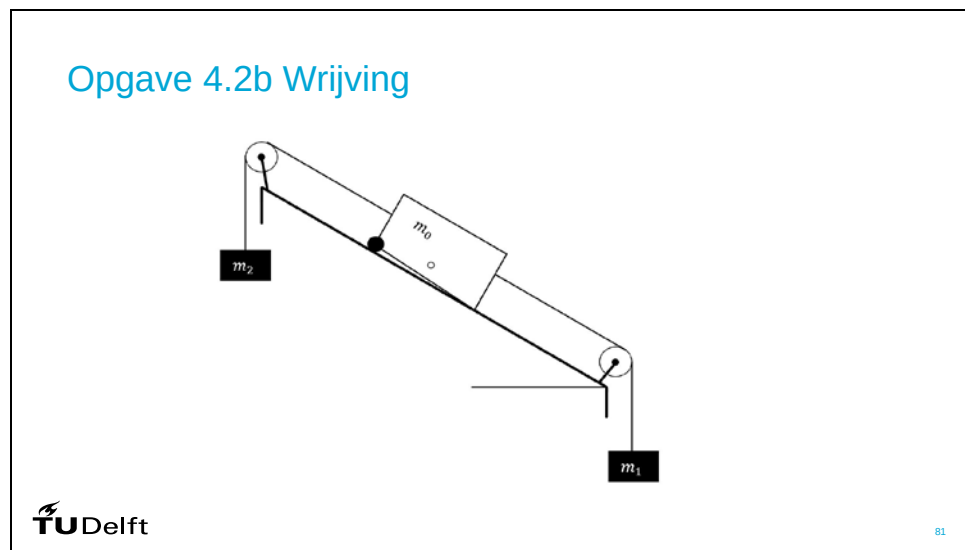
De max hoek is 48°



De hellingshoek is correct in relatie gebracht tot de wrijvingscoëfficiënt.

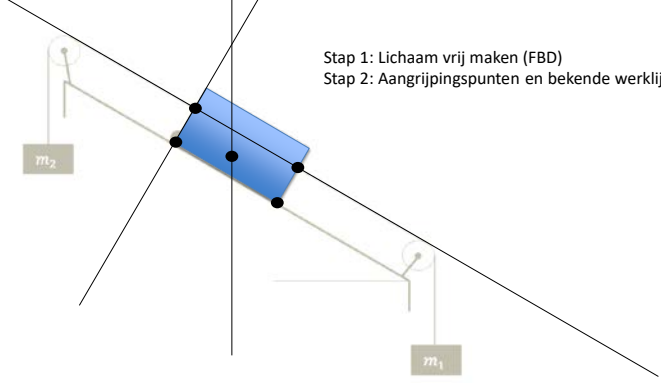
1.0

Voorbeeld uitwerking van vraag 4.2a. De hoek mag in graden of radialen.



Opgave 4.2b., is niet zo goed gemaakt.

Opgave 4.2b Wrijving



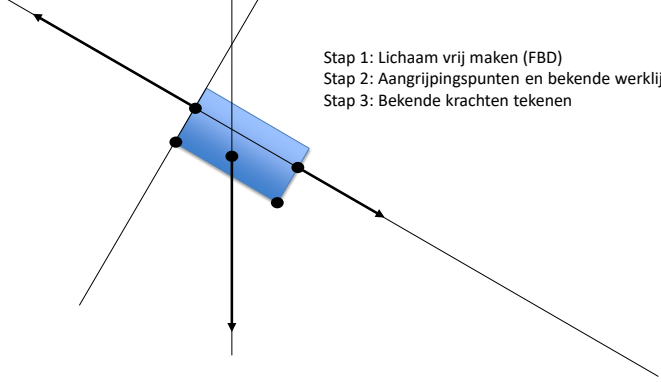
Stap 1: Lichaam vrij maken (FBD)
Stap 2: Aangrijpingspunten en bekende werklijnen tekenen

TUDelft

82

Volg het stappenplan om deze opgave goed te maken.

Opgave 4.2b Wrijving



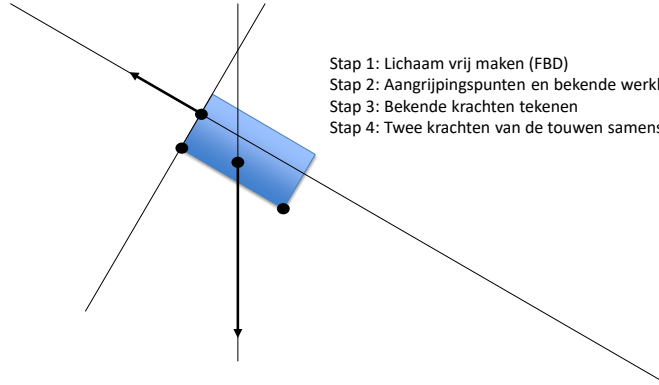
Stap 1: Lichaam vrij maken (FBD)
Stap 2: Aangrijpingspunten en bekende werklijnen tekenen
Stap 3: Bekende krachten tekenen

TUDelft

83

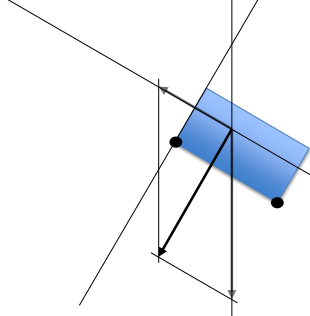
Teken pijlen in de richtingen van de krachten met proportionele lengtes.

Opgave 4.2b Wrijving



- Stap 1: Lichaam vrij maken (FBD)
- Stap 2: Aangrijpingspunten en bekende werklijnen tekenen
- Stap 3: Bekende krachten tekenen
- Stap 4: Twee krachten van de touwen samenstellen

Opgave 4.2b Wrijving



- Stap 1: Lichaam vrij maken (FBD)
- Stap 2: Aangrijpingspunten en bekende werklijnen tekenen
- Stap 3: Bekende krachten tekenen
- Stap 4: Twee krachten van de touwen samenstellen
- Stap 5: Netto touwkracht samenstellen met gewicht

Conclusie kan nu al getrokken worden:
Er is geen wrijving nodig om het systeem in evenwicht te houden,
dus de wrijvingskracht is nul

TU Delft

85

Er is geen wrijving nodig om evenwicht te maken, omdat de werklijn van de resultante kracht al loodrecht staat op het oppervlak van de helling. Net als een boek die op een horizontale tafel ligt: er is geen wrijving nodig om dat boek op z'n plaats te houden.

Men kan ook doorgaan met de grafische methode (krachtenveelhoek) om de reactiekrachten te bepalen. Echter, hier valt al eerder te concluderen dat de reactiekrachten loodrecht op het oppervlak staan.

Waar men geen nul wrijvingskracht heeft gevonden maar een klein getal, moet men het ook goedkeuren.

Opgave 4.2b Wrijving

Correct getekend FBD	0.5
De bekende aangrijpingspunten en werklijnen zijn getekend.	0.5
De bekende krachten zijn op een correcte manier gemanipuleerd om evenwicht te vinden (samenstellen, schuiven, etc.)	0.5
Conclusie: zonder wrijvingskracht is het systeem al in evenwicht, dus $F_w = 0$	0.5

Puntentoekenning opgave 4.2b

Opgave 4.2c Wrijving

Stap 1: Lichaam vrij maken (FBD)
Stap 2: Aangrijpingspunten en bekende werklijnen tekenen

TU Delft

87

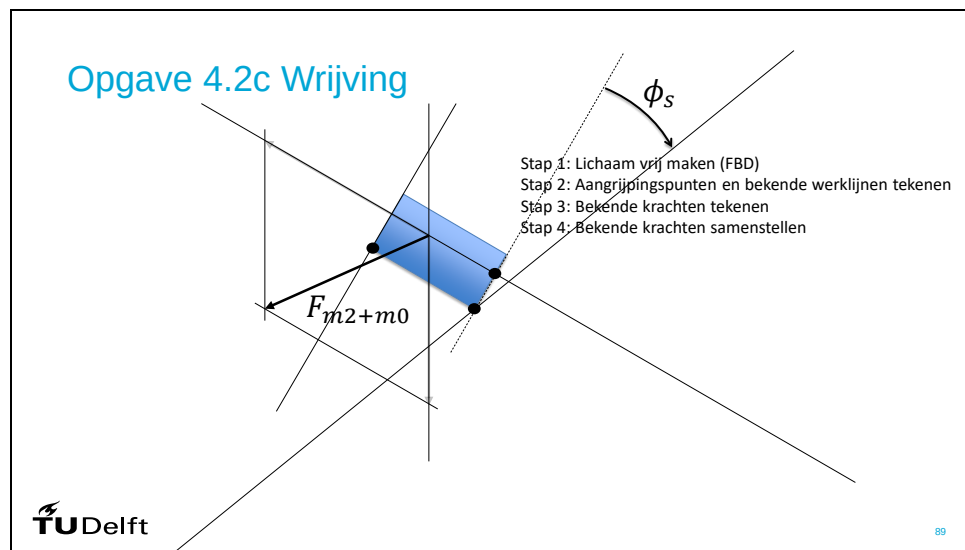
Opgave 4.2c. De vraag was: hoe klein moet massa m_1 worden zodat het blok omhoog gaat schuiven?

Opgave 4.2c Wrijving

Stap 1: Lichaam vrij maken (FBD)
Stap 2: Aangrijpingspunten en bekende werklijnen tekenen
Stap 3: Bekende krachten tekenen

TU Delft

88



Teken de bekende krachten (massa van het blok en de trekkracht in het touw van m_2) als een samengestelde kracht om het probleem te versimpelen.

Opgave 4.2c Wrijving

F_{m2+m0}

$F_{wiel} + F_{contact} = ?$

ϕ_s

TU Delft

Stap 1: Lichaam vrij maken (FBD)
 Stap 2: Aangrijpingspunten en bekende werklijnen tekenen
 Stap 3: Bekende krachten tekenen
 Stap 4: Bekende krachten samenstellen
 Stap 5: Van de samengestelde grondreactiekrachten weten we niet de grootte, maar wel de richting (driekrachtsysteem = één snijpunt)

90

De samengestelde grondreactiekrachten moet door het aangrijpingspunt van de eerder samengestelde krachten gaan voor een momentenevenwicht.

Opgave 4.2c Wrijving

F_{m2+m0}

$F_{m1} \approx 150N$

$F_{wiel} + F_{contact} = ?$

ϕ_s

Stap 1: Lichaam vrij maken (FBD)
 Stap 2: Aangrijpingspunten en bekende werklijnen tekenen
 Stap 3: Bekende krachten tekenen
 Stap 4: Bekende krachten samenstellen
 Stap 5: Van de samengestelde grondreactiekrachten weten we niet de grootte, maar wel de werklijn (driekrachtsysteem = één snijpunt)
 Stap 6: Samengestelde krachten van drie gewichten heeft dezelfde snijlijn $\rightarrow$ vind F_{m1}

TU Delft

91

Ook de samengestelde krachten van de drie gewichten moeten dezelfde werklijn hebben. Daarom kan F_{m1} samengesteld worden met F_{m2+m0} . Opmeten van de lengtes geeft de grootte van de krachten.

Opgave 4.2c Wrijving

De richting van de reactiekracht in het contactpunt is gelijk aan de wrijvingshoek (t.o.v. de helling) hellingafwaarts.	1.0
Krachten zijn met op een juiste manier gemanipuleerd tot een drie- of twee krachtenprobleem.	0.5
Grafische momentevenwichtsvoorwaarden zijn correct toegepast (drie krachten: één snijpunt, twee krachten: collineaire werklijnen)	1.0
De juiste massa is bepaald.	0.5

Puntentoekenning vraag 4.2c.

Opgave 4.3 Luchtweerstand bij treinen

- 3 Een dubbeldekker van de NS rijdt maximaal met 140 km/h . Deze treinen hebben een frontaal oppervlakte van 13.5 m^2 . De luchtdichtheid is 1.3 kg/m^3 en de weerstandscoefficiënt is 0.75 . Het vermogen die de aandrijflijn van de trein levert is 450 kW . Bepaal het percentage van de aandrijfkracht die gebruikt wordt om de luchtweerstand te overwinnen.

$$F = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_w = \frac{1}{2} \cdot 1.3 \cdot \left(\frac{140}{3.6}\right)^2 \cdot 13.5 \cdot 0.75 = 9.95 \text{ kN}$$

$$P = F \cdot v \rightarrow F = \frac{P}{v} = \frac{450 \cdot 10^3}{\left(\frac{140}{3.6}\right)} = 11.6 \text{ kN}$$

Hieran wordt $\frac{9.95}{11.6} \cdot 100\% = 86.0\%$ gebruikt om de luchtweerstand te overwinnen.

Opgave 4.3; stof behandeld in hoofdstukken van Cool. Voorbeeld uitwerking.

Opgave 4.3 Luchtweerstand bij treinen

De aandrijfkraft is correct bepaald, gegeven het aandrijfvermogen.	0.5
De luchtweerstand is correct bepaald.	1.0
Het percentage is correct bepaald.	0.5

Puntentoekenning vraag 4.3

Feedback

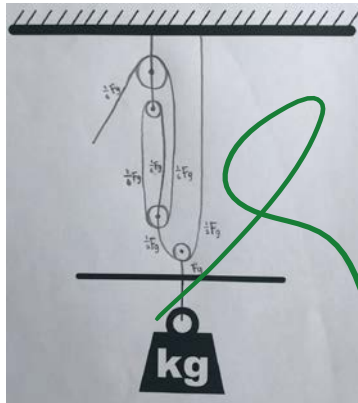
Individuele opgave 5

Nogmaals herinnering: het krijgen van bonuspunten is geen garantie voor een goed tentamencijfer!

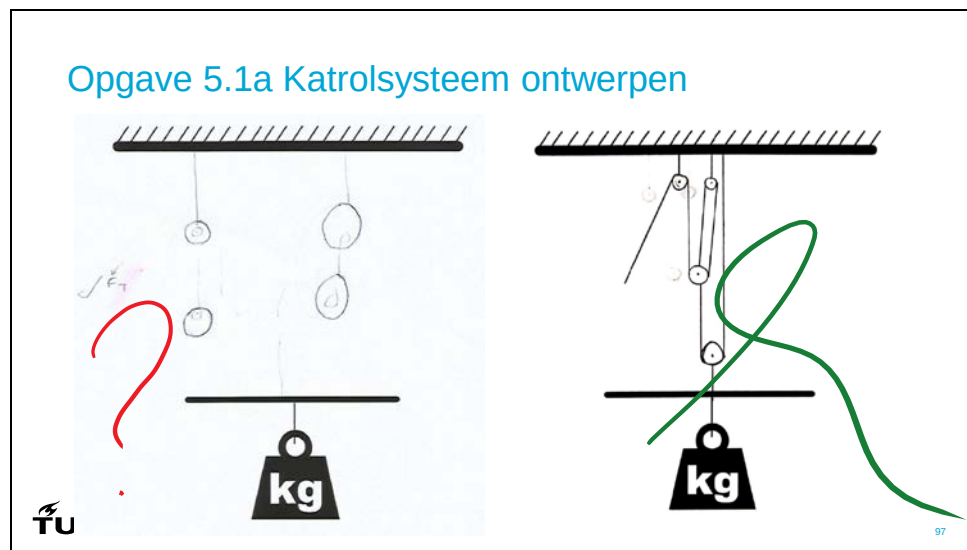
Opgave 5.1a Katrolsysteem ontwerpen

minder dan 6 katrol(len)

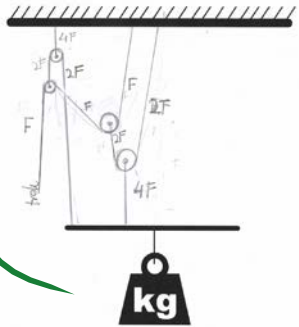
$$(F_g = 6F_t).$$



Factor 6 versterking is gevraagd, met minder dan 6 katrollen.
Wat handig is, is om de krachten in de tekening te tekenen.
Dit is een goede uitwerking van de vraag.



Links is niet te lezen; geen punten! Denk hier ook aan bij het maken van het tentamen.



het idee, maar: De grote hoeken
het optellen bij elke katrol niet geldig.

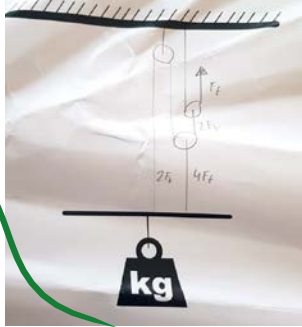


Foto is slordig!


98

Links: Het klopt wel, maar in het echt zou dit niet werken door de grote hoeken.
 Rechts: Geen foto's maken.

Opgave 5.1a Katrolsysteem ontwerpen

De versterkingsfactor van het getekende systeem is gelijk aan 6.

1.0

Puntencriteria vraag 5.1a.

Opgave 5.1b Rendement

$$\eta_E = \frac{\text{Arbeid uit}}{\text{Arbeid in}} = \frac{F_{uit} x_{uit}}{F_{in} x_{in}} = \frac{8kg \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} 1}{30N \cdot 6} = 43.6\%$$

Het bepaalde rendement is 43,6%.
(0,436 is ook goed.)

1/1

Laat zien dat je de formule voor het berekenen van het rendement gebruikt hebt.

Opgave 5.1b Rendement

$$8 \text{ kg} \rightarrow 8 \text{ kg} \cdot 9,81 = 78,48 \text{ N}$$

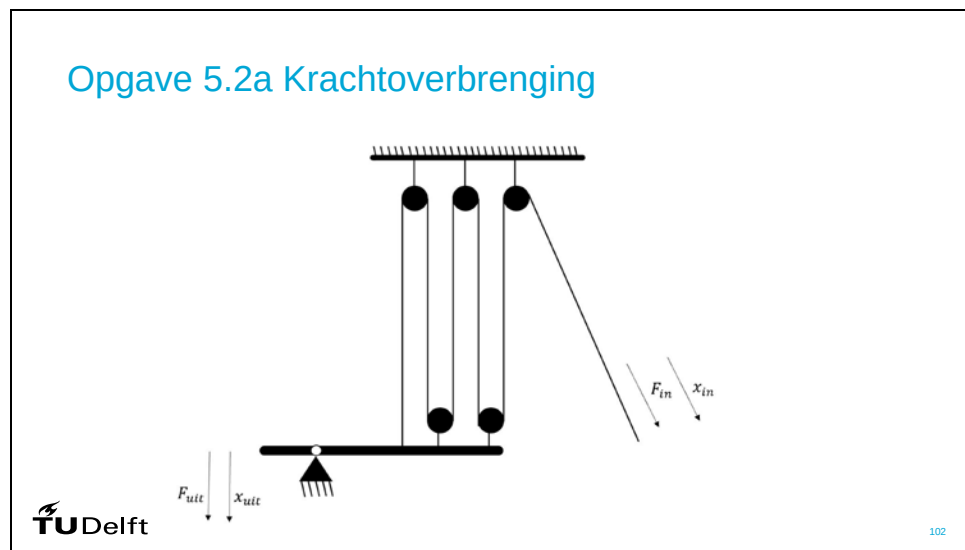
$$F_e = 30 \rightarrow 30 \cdot 6 = 180 \text{ N}$$

$$\hookrightarrow \frac{78,48}{180} \cdot 100\% = \text{Rendement} = 43,6\%$$

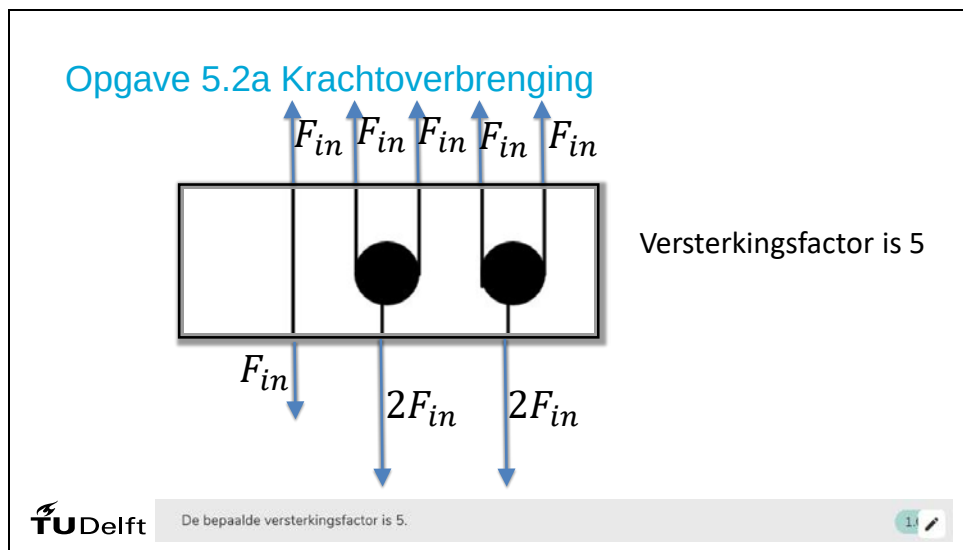
Dus het rendement van het systeem is 43,6%

ET OP: Versterkingsfactor voor de verplaatsing is hier verhoud, daarom gaat het goed.
ETER is om de formule voor het rendement in z'n geheel in te vullen.

Let op: we spreken hier over een energetisch rendement, dus arbeid = kracht*verplaatsing.
Gebruik dus niet alleen de kracht in de formule maar ook de bijbehorende verplaatsing.
Toevallig gaat het is deze opdracht goed, maar dat is niet per definitie zo!



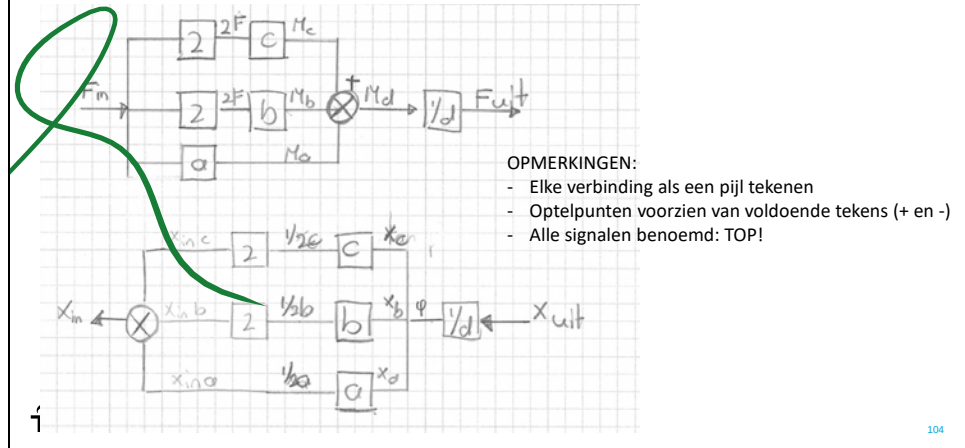
Eerste vraag was: “Geef versterkingsfactor van de katrollen”.



Kies de systeemgrens zo dat de touwen handig geknipt worden. Het is nu makkelijk tellen: $5 \cdot F_{in}$ boven, en $5 \cdot F_{in}$ beneden. Dus versterkingsfactor = 5

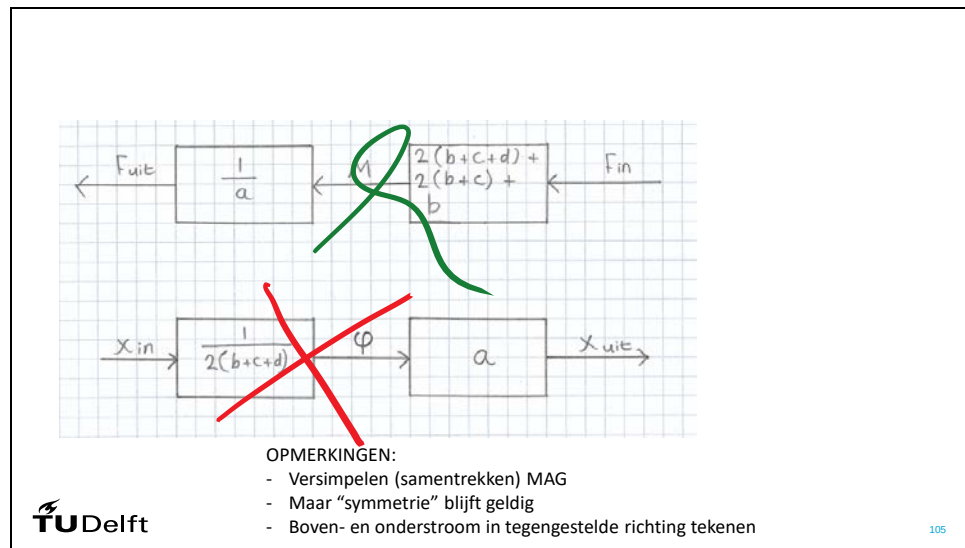
Sommigen hebben ook al het effect op de hefboom meegenomen; wees in dat geval coulant als in ieder geval de versterkingsfactor van de katrollen ook genoemd is.

Opgave 5.2b blokschema



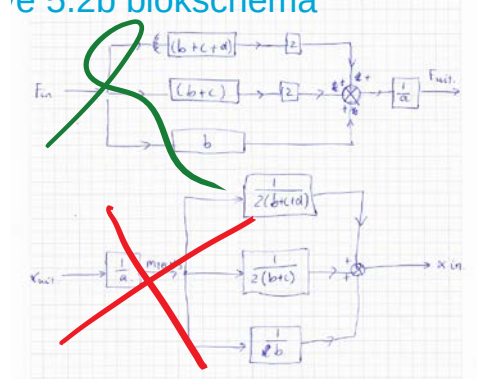
Een goede uitwerking van de blokschema's.

Let op de symmetrie van de blokken; ze bevatten dezelfde parameters.



Een blokschema zonder tussensignalen; **Mag**, maar de kans op fouten is groter. De symmetrie tussen de blokken klopt hier ook niet. Hou x_{in} onder F_{in} en x_{uit} onder F_{uit} .

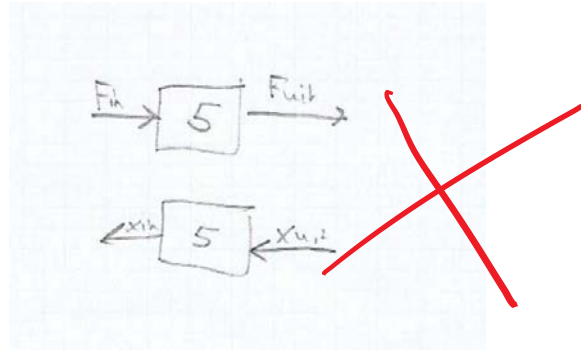
Fig. 3.20 Block diagram



OPMERKINGEN:

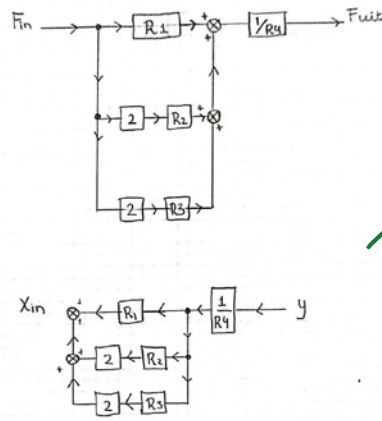
- Let weer op symmetrie: F_{in} bij x_{in} en F_{uit} bij x_{uit} . Inhoud blokken NIET inverteren
- Boven- en onderstroom in tegengestelde richting tekenen

Opgave 5.2b blokschema



Dit is het blokschema van alleen de katrollen. Dus fout.

Opgave 5.2b blokschema



Opgave 5.2b blokschema

Optelling van de momenten van de drie touwkrachten goed in blokken weergegeven.

1.0

"Symmetrie" tussen krachtketen en bewegingsketen klopt.

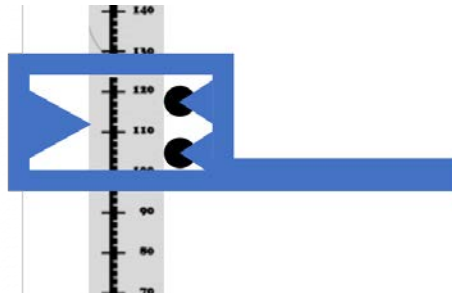
2.0

Duidelijke koppeling tussen blokschema en systeem (dus parameters en signalen uit vraag 2a duidelijk benoemd)

1.0

Puntencriteria vraag 5.2b.

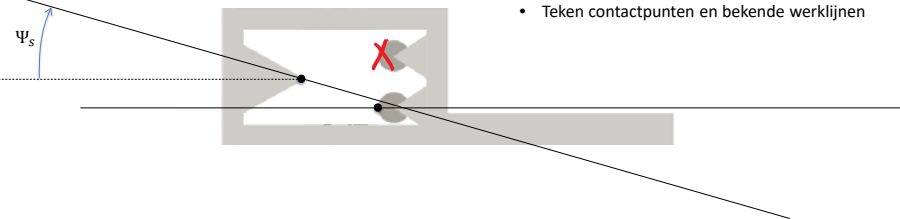
Opgave 3 Meetlat voor een pretpark



De vraag was: “Waar moet het massamiddelpunt zitten zodat de plank blijft hangen met de gegeven geometrie?”

Opgave 3 Meetlat voor een pretpark

$f_s = 0.3 \rightarrow$
 $\psi_s = \arctan(0.3) = 16.7^\circ$



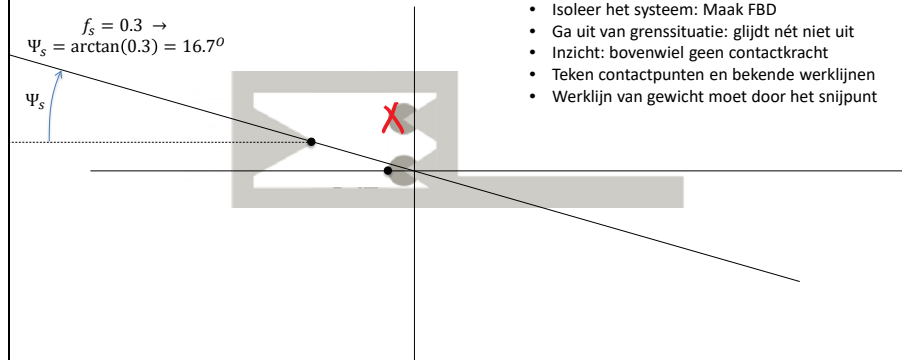
- Isoleer het systeem: Maak FBD
- Ga uit van grenssituatie: glijdt nét niet uit
- Inzicht: bovenwiel geen contactkracht
- Teken contactpunten en bekende werklijnen


111

We gebruiken wederom de grafische methode om dit op te lossen. Bekend is de wrijvingscoëfficiënt en daarmee de hoek van de kracht in het linkercontactpunt. Het rechter contactpunt rolt en heeft dus geen wrijvingscomponent. De werklijn blijft dus horizontaal.

Opgave 3 Meetlat voor een pretpark

$f_s = 0.3 \rightarrow$
 $\psi_s = \arctan(0.3) = 16.7^\circ$



- Isoleer het systeem: Maak FBD
- Ga uit van grenssituatie: glijdt nét niet uit
- Inzicht: bovenwiel geen contactkracht
- Teken contactpunten en bekende werklijnen
- Werklijn van gewicht moet door het snijpunt

TU Delft

112

Het gewicht kan nu getekend worden; de werklijn moet de andere werklijnen snijden voor momentenevenwicht.

Opgave 3 Meetlat voor een pretpark

$f_s = 0.3 \rightarrow$
 $\psi_s = \arctan(0.3) = 16.7^\circ$

Dit was de grenssituatie. Het gewicht moet aan de rechterkant van de verticale lijn aangrijpen. Dan blokkeert het systeem.

- Isoleer het systeem: Maak FBD
- Ga uit van grenssituatie: glijdt nét niet uit
- Inzicht: bovenwiel geen contactkracht
- Teken contactpunten en bekende werklijnen
- Werklijn van gewicht moet door het snijpunt
- OPTIONEEL: Afmaken met krachtdriehoek

Opgave 3 Meetlat voor een pretpark

Aangrijpingspunt en richting van bekende krachten weergegeven:

Geen kracht op bovenste wiel (inzicht).

Normaalkracht op het onderste wiel.

Kracht met maximale wrijvingshoek bij de wijzer.

1.0

In de grenssituatie gaan alle krachten door een punt ($\Sigma M = 0$).

1.0

Aangegeven op welke lijn het massamiddelpunt minimaal mag liggen.
(geen punt, een verticale lijn)

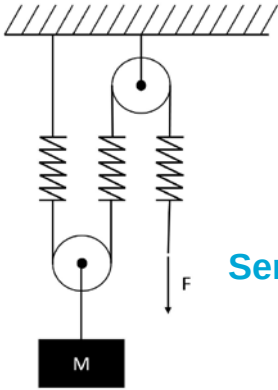
1.0

Puntencriteria vraag 5.3.

Feedback

Individuele opgave 6

Opgave 6.1a **Serie** of Parallel?



Serie

Mogelijke argumenten:

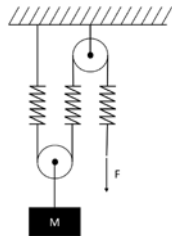
- Kracht werkt door in alle veren
- Verplaatsingen tellen op
- Knip een veer door en op het eindpunt voelt men geen stijfheid meer
- Slapheden tellen op
- ...

TUDelft

116

Eerste opgave gaat over veren in serie of parallel geschakeld;
Het antwoord moet onderbouwd zijn met duidelijke argumenten om punten te verdienen.

Opgave 6.1a Serie of Parallel?



Ze staan in serie schakeling, als je een veertje doorknipt valt de massa naar beneden.

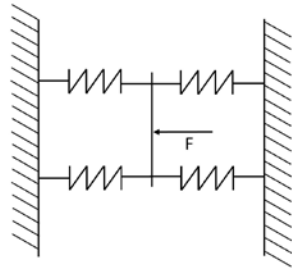
Niet geheel correcte argumentatie, want:

- Het gaat om het eindpunt, de massa is hier de misleiding
- Bij een parallelle schakeling met een katrol zou de massa ook vallen

Bijna goed antwoord; het is een serieschakeling, maar...

De argumentatie dat de massa naar beneden valt is ook bij een parallel schakeling (wordt voorgedaan in college; 7:30 op collegerama).

Opgave 6.1b Serie of **Parallel**?

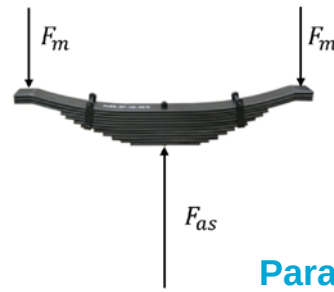


Parallel

Mogelijke argumenten:

- Kracht wordt verdeeld
- (gelijke) Verplaatsingen op alle veren opgelegd
- Knip een veer door en op het eindpunt voelt men nog de stijfheid van de andere veren
- Stijfheden tellen op
- Steeds in "paren" aangetoond dat ze parallel staan
- ...

Opgave 6.1c Serie of **Parallel**?



The diagram shows a horizontal beam supported by multiple springs in parallel. Two downward forces F_m are applied at the ends of the beam, and an upward force F_{as} is applied at the center. The word "Parallel" is written in blue below the beam.

Mogelijke argumenten:

- Verplaatsingen op alle veren opgelegd
- Knip een veer door en op het eindpunt voelt men nog de stijfheid van de andere veren
- Stijfheden tellen op
- ...

Parallel

LASTIGE!

TUDelft

119

Lastige opgave. Let op dat de veren allemaal aan elkaar vast zitten door de klemmen; de verplaatsing wordt dus op alle veren tegelijk opgelegd.

op 11:20 collegerama uitleg wanneer een soortgelijk systeem wel als serie beschouwd kan worden.

Opgave 6.1d Serie of Parallel?



Mogelijke argumenten

- Kracht werkt door in alle veren
- Verplaatsingen tellen op
- Knip een veer door en op het eindpunt voelt men geen stijfheid meer
- Slapheden tellen op
- ...

Serie

MISLEIDING:

“Als de band lek is, komt het wiel op de grond en heb je alsnog stijfheid”

HOE DAN WEL?:

“Hou de punten vast op hun plek. Is er nog stijfheid? Nee, want de grond is niet in verbinding met het wiel meer.”

Opgave 6.1d Serie of Parallel?



De verende elementen staan in een combinatie schakeling.
 De spaken staan namelijk parallel met elkaar. Als je een spaken toevoegt of weghaalt werkt het nog steeds.
~~De spaken staan namelijk parallel met elkaar. Als je een spaken toevoegt of weghaalt werkt het nog steeds.~~
 Het wiel als geheel en de band staan in serie schakeling met elkaar. Als je een van de twee weghaalt zal de andere veel meer overtuigen.

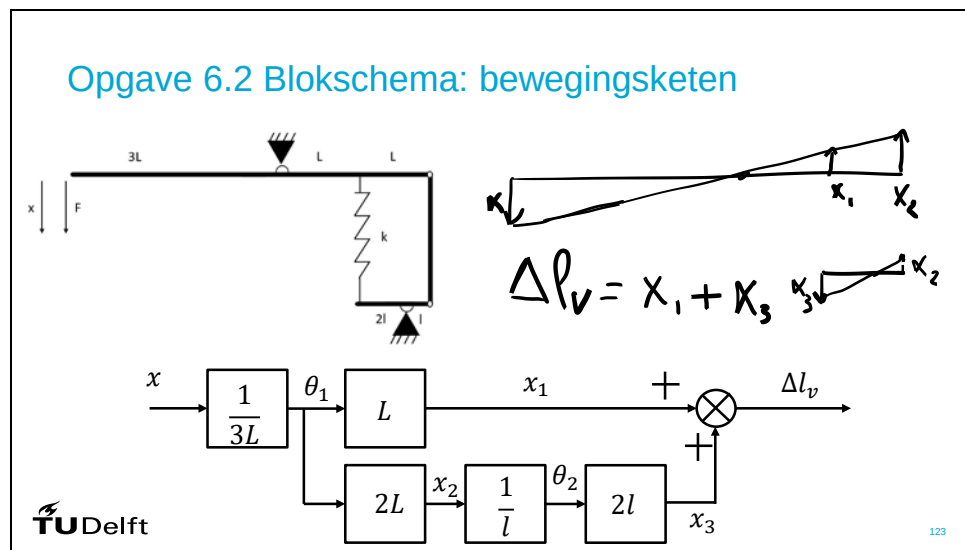
'd niets gevraagd over de spaken onderling...maar wel het complete verhaal. Goedkeuren dus.

Let op: Geef altijd antwoord op de gestelde vraag. De vraag is niet of de spaken onderling parallel of serie geschakeld zijn. Maar of het wiel in serie of parallel met de band staat. Bij de oefenopgaves zou ik het goedkeuren, maar bij een tentamen niet.

Opgave 6.1d Serie of Parallel?

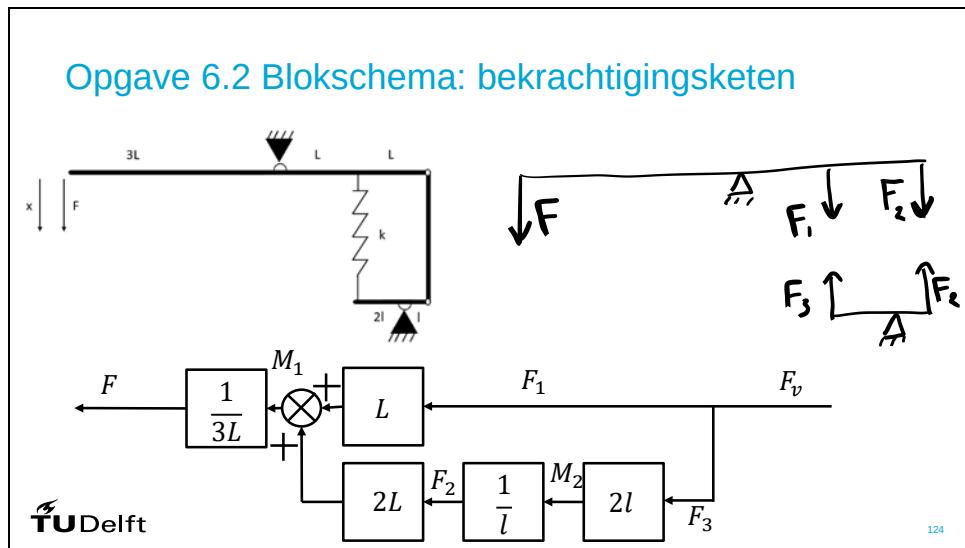


Parallel, want als de band wordt 'doorgeknijpt'
 werkt F_n nu steeds op de spaken en metalen ring.
 Andersom, als de spaken worden doorgeknijpt, zit
 er geen F_{as} en dus F_n op de banden, en
 is de spanning dus weg.
 dus is het een combinatie.



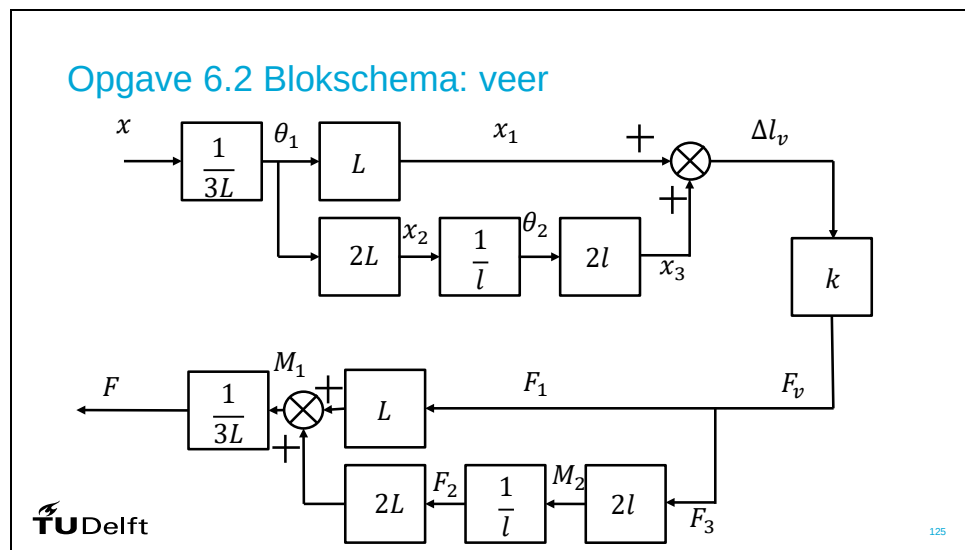
Vraag: Teken blokschema (beweging- en krachtketen) a.d.h.v. de gegeven tekening (linksboven).

Tip: teken een schets van het systeem (zoals rechtsboven) erbij zodat je ook gelijk de positieve bewegingsrichtingen definieert.

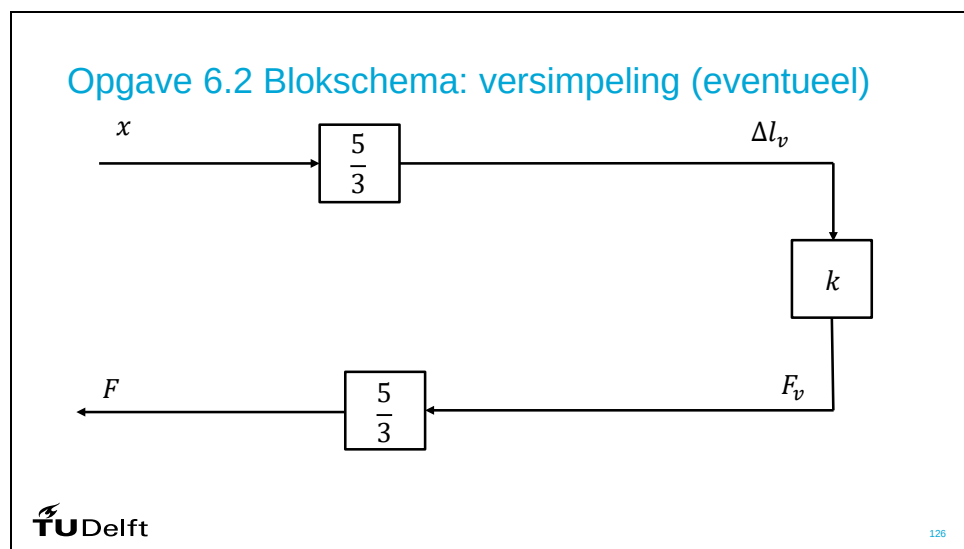


Krachtsketen. Let op de symmetrie van de blokken.

Teken ook de krachten in een schets om de tekenafspraken (positieve richtingen) te definiëren.



Overzicht van het complete blokschema; de veerconstante koppelt de twee ketens.



En een overzicht van het versimpelde schema.

Volgende week zal er een voorbeeldopgave worden behandeld met het opstellen van een blokschema.

Opgave 6.2 Blokschema veersysteem

Het blokschema is "Symmetrisch".

1.0

Inhoud van de blokken is correct

1.0

Juiste koppeling tussen bewegings- en krachtketen.

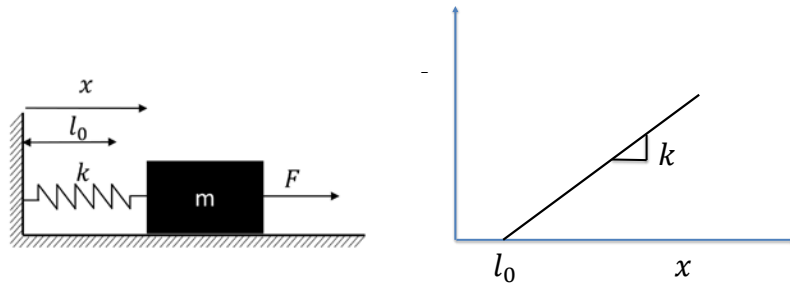
1.0

Optelpunten hebben de juiste tekens.

1.0

Puntencriteria opgave 6.2.

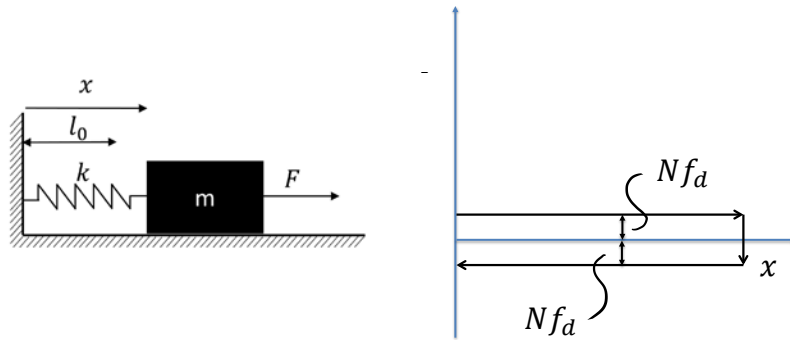
Opgave 6.3 Wrijving: alleen de veer



Laatste vraag; teken de grafiek van de waargenomen kracht (F) over de verplaatsing (x) voor de heen- en terugweg.

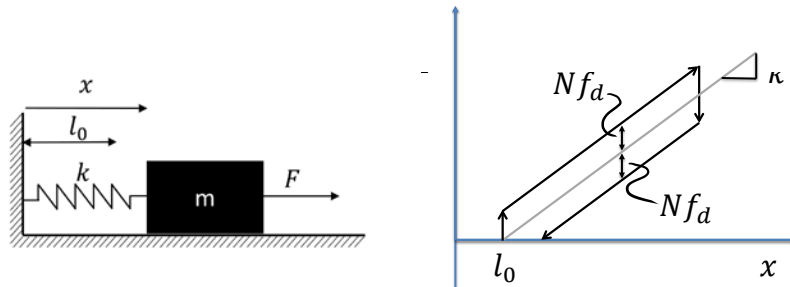
Het probleem wordt opgedeeld. Eerst beschouwen we alleen de veer. De heen en terugweg gaan bij een veer langs dezelfde lijn.

Opgave 6.3 Wrijving: alleen de wrijving



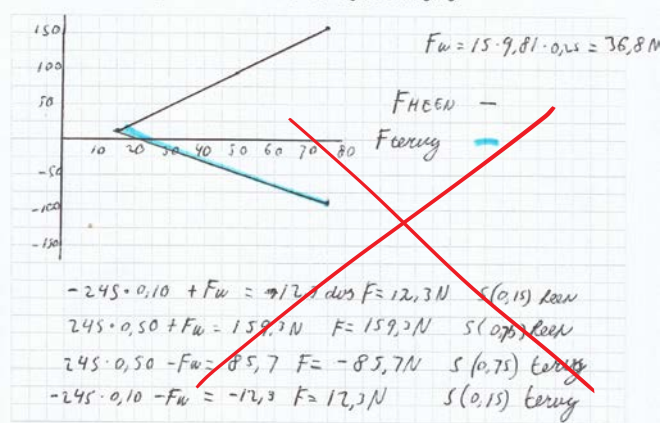
Nu beschouwen we alleen de wrijving. Coulombse wrijving is constant. De wrijving werkt altijd in de tegengestelde richting als de bewegingsrichting! Heen- en terug bewegen geeft dus een andere waarde voor de kracht.
Dit wordt ook wel een '**hystereselus**' genoemd.

Opgave 6.3 Wrijving en veer



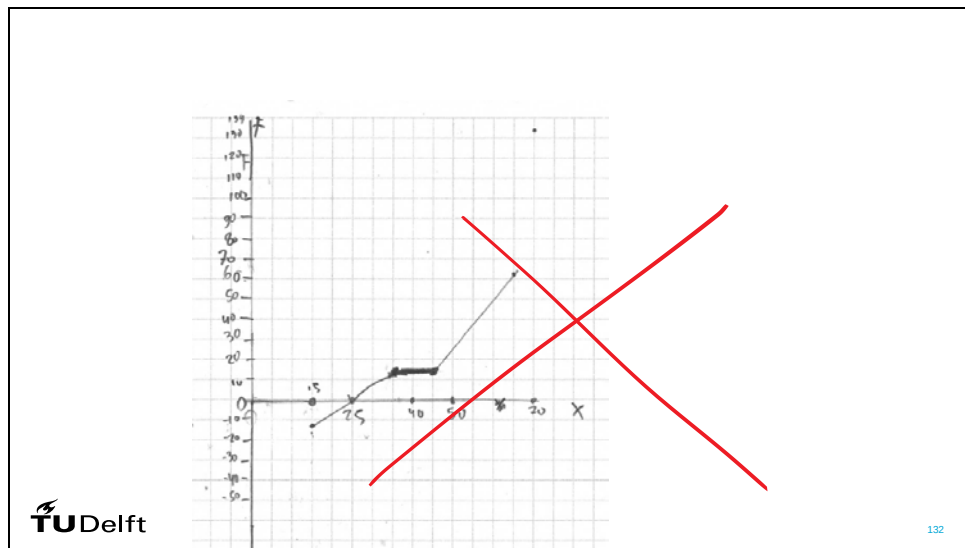
Combineer de hystereselus met de helling van de grafiek (de veerconstante) voor het uiteindelijke antwoord.

Opgave 6.3 Wrijving en veer



Enkele verkeerde uitwerkingen:

Er is hier geen sprake van negatieve stijfheid (dus geen negatieve helling van de grafiek).



Enkele verkeerde uitwerkingen:
Geen hystereselus.

Opgave 6.3 Wrijving en veer

Helling van de grafiek is gelijk aan de stijfheid.

1.0

De hystereselus is correct.

1.0

Puntencriteria opgave 6.3.