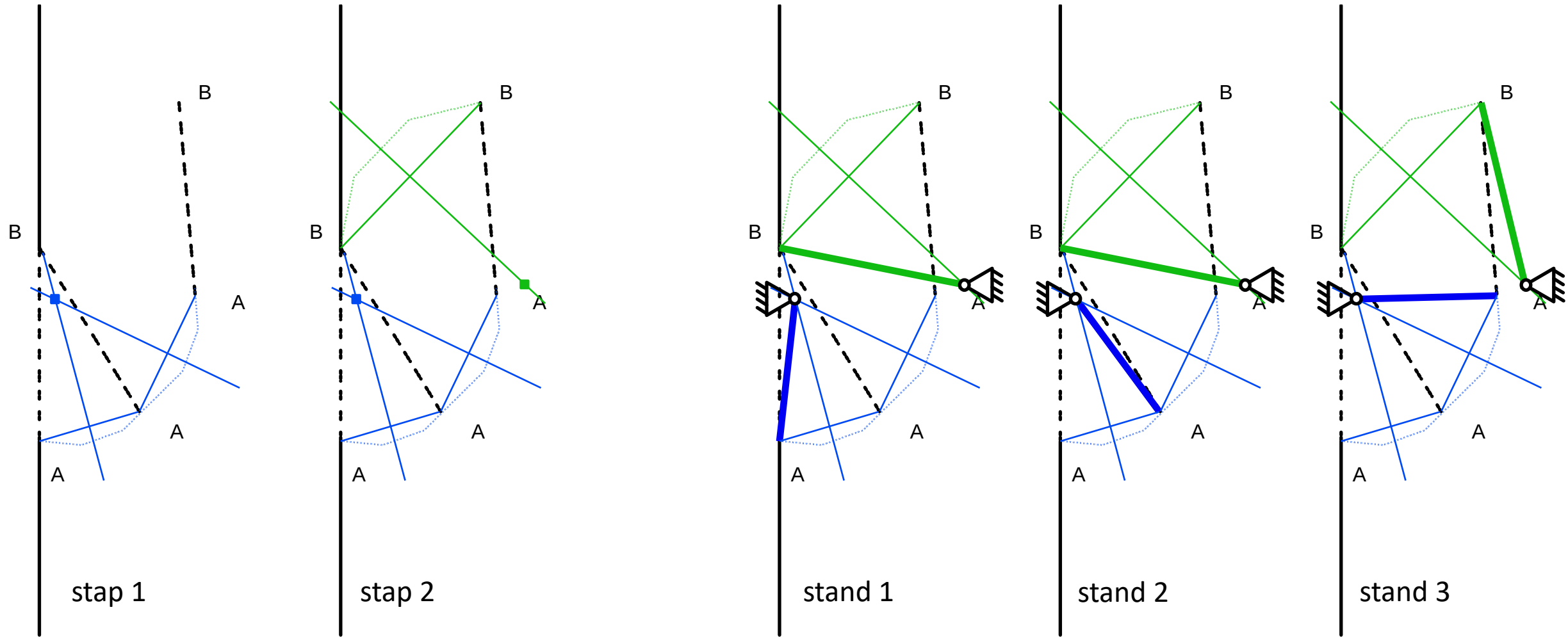




Feedback

Individuele opgave 1

Opgave 1 Vierstangenmechanisme beweging



Animat



1

3.0 POINTS · 1 QUESTION

Vierstangenmechanisme beweging

a

POINTS PER CRITERION · 3.0 POINTS · 3 CRITERIA

In de afbeelding staat een raam in 3 verschillende posities, construeer een vierstangenmechanisme dat deze beweging mogelijk maakt. Ontwerp het mechanisme door gebruik te maken van de instantaneous center method.

De basis waar punt A om roteert zit op het kruispunt van 2 middelloodlijnen tussen de drie standen van het scharnierpunt A (niet per se op het uiteinde van de stang).

1.0

Voor het bepalen van de tweede basis zijn er twee mogelijkheden:

1.0

Punt B is als scharnierpunt genomen: De basis zit ERGENS op de middelloodlijn tussen de twee standen van punt B.

Een ander punt op de stang (raam) is gekozen als scharnierpunt: De middelloodlijnen tussen de drie standen van het gekozen punt zijn getekend. Het kruispunt van deze middelloodlijnen is dan het punt voor de basis.

De stangen van het mechanisme zijn correct getekend in minstens één stand .

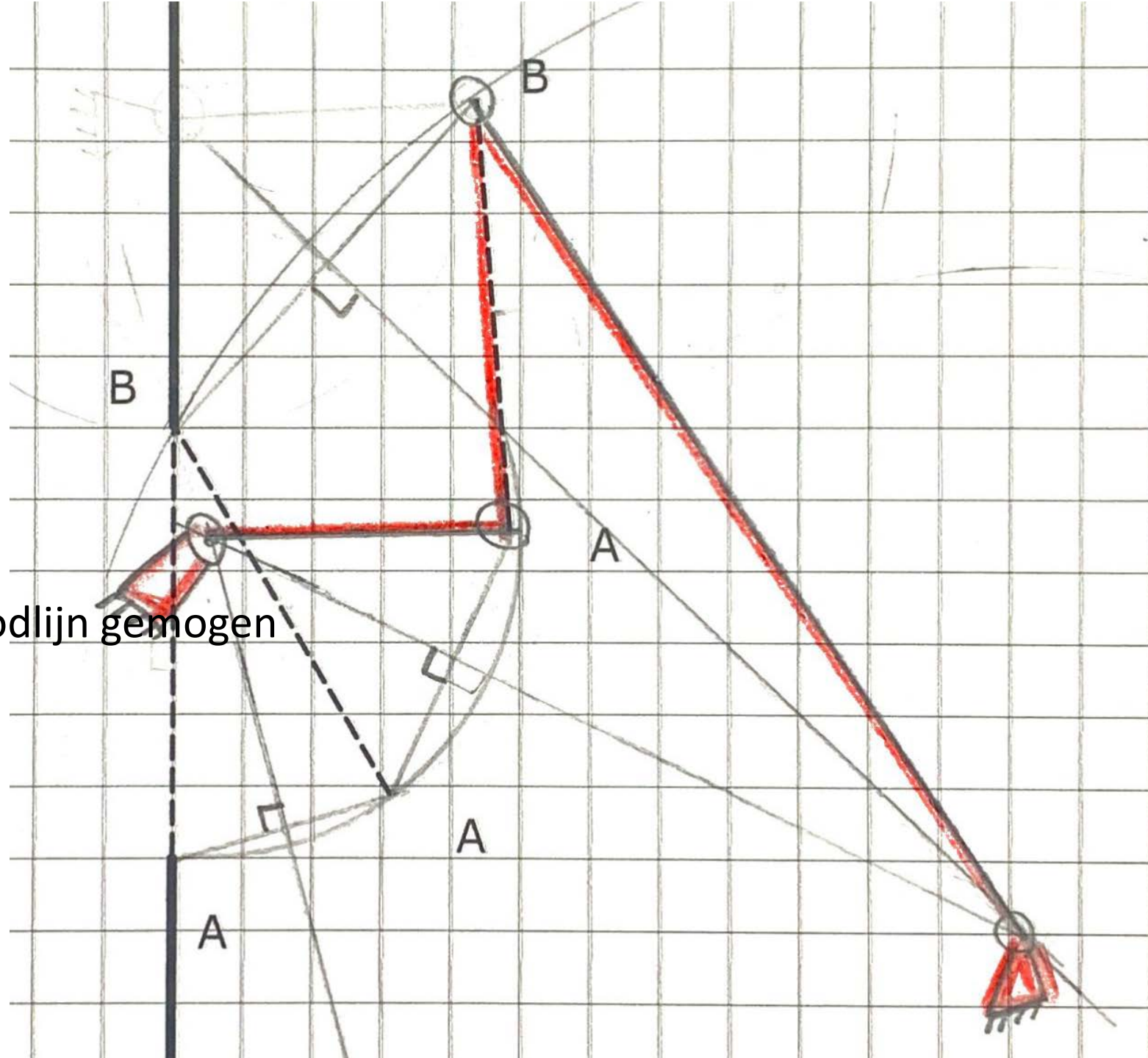
1.0

Voorbeeld

Klopt in principe wel,
maar let op misverstand!

Het rechter basispunt had op elk willekeurig punt op de middelloodlijn gemogen
Dit snijpunt is niet van belang

Volle punten geven!

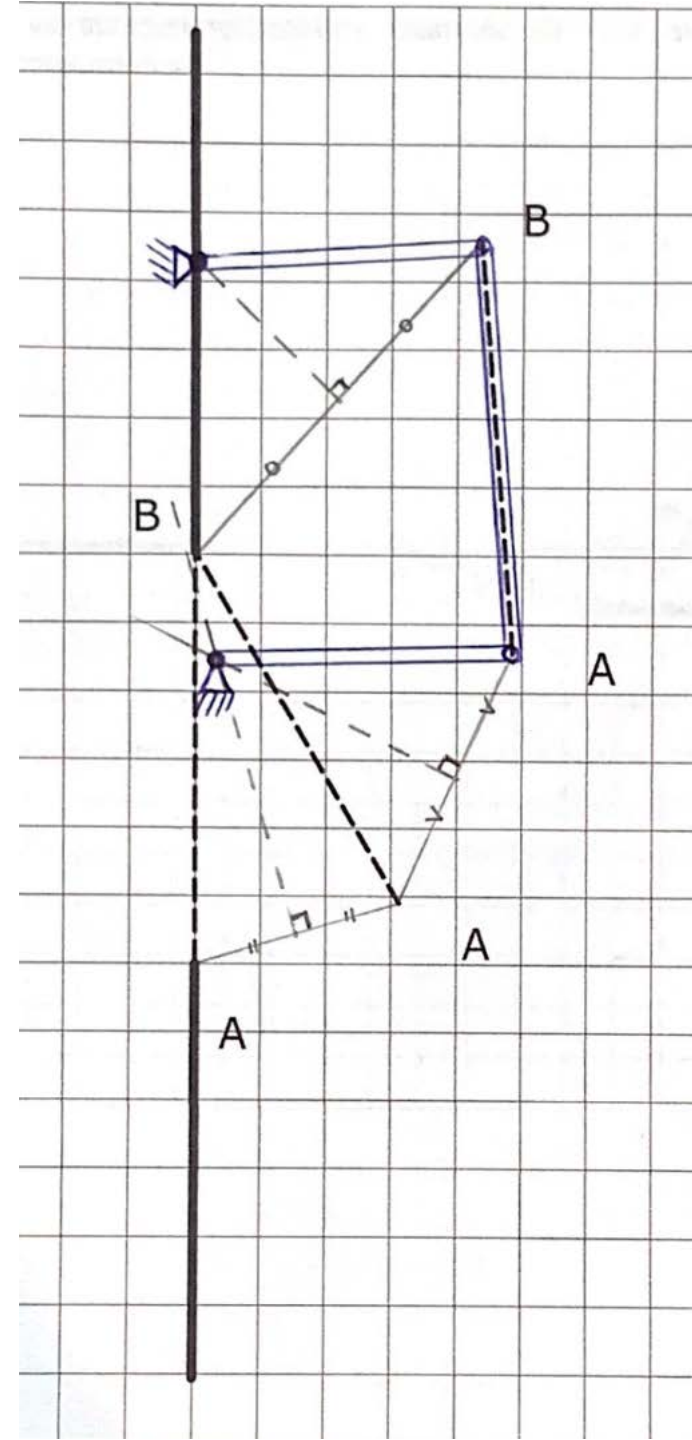


Voorbeeld

Klopt in principe wel,
maar let op misverstand!

Het bovenste basispunt had op elk
willekeurig punt op de middelloodlijn gemogen
Dit snijpunt is niet van belang

Volle punten geven!



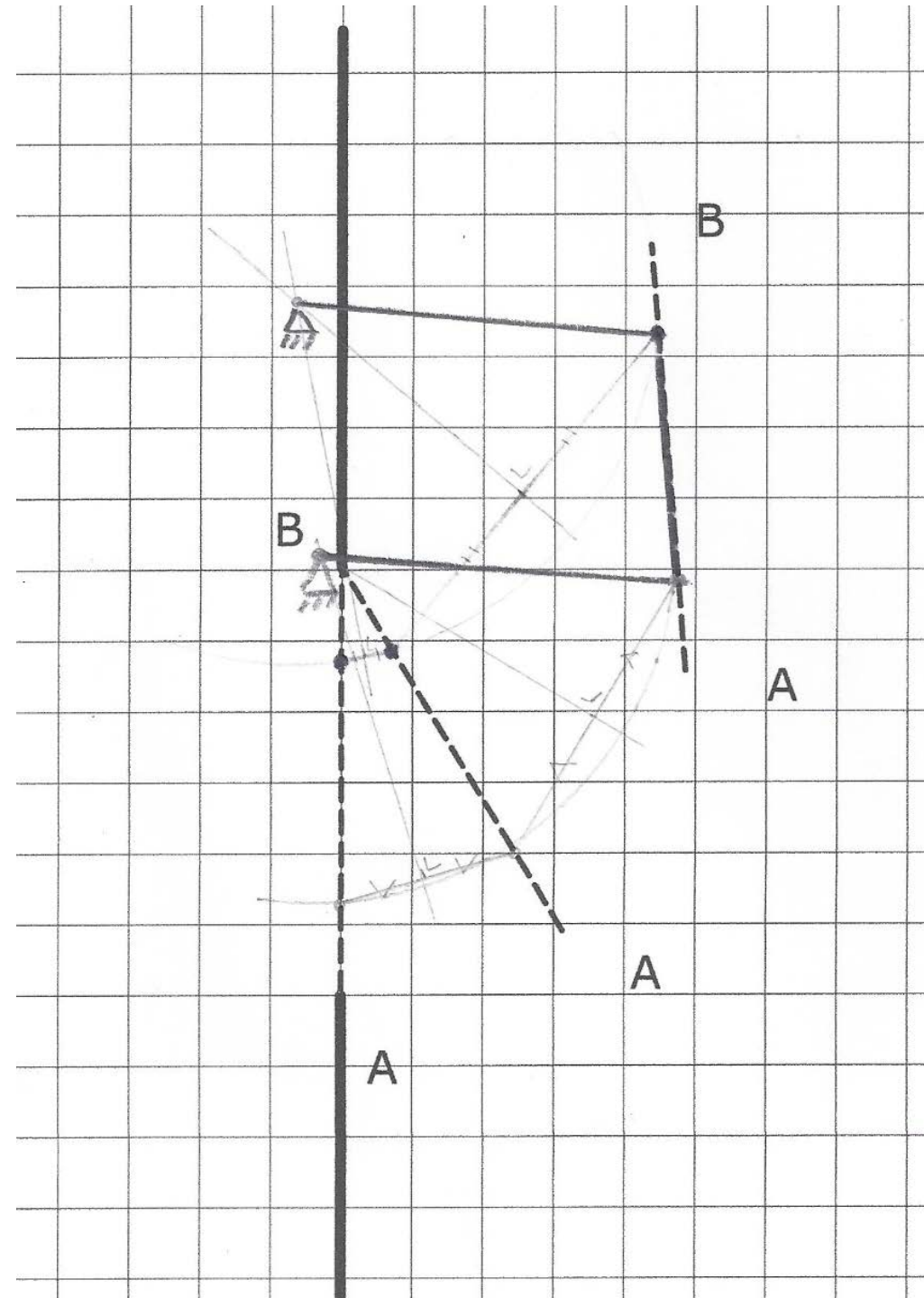
Voorbeeld

Heeft A en B zelf gekozen, niet op de hoekpunten.

Dat mag!

Het voorkomt ambiguïteit omdat B niet meer twee keer op dezelfde plek zit.

Volle punten geven!

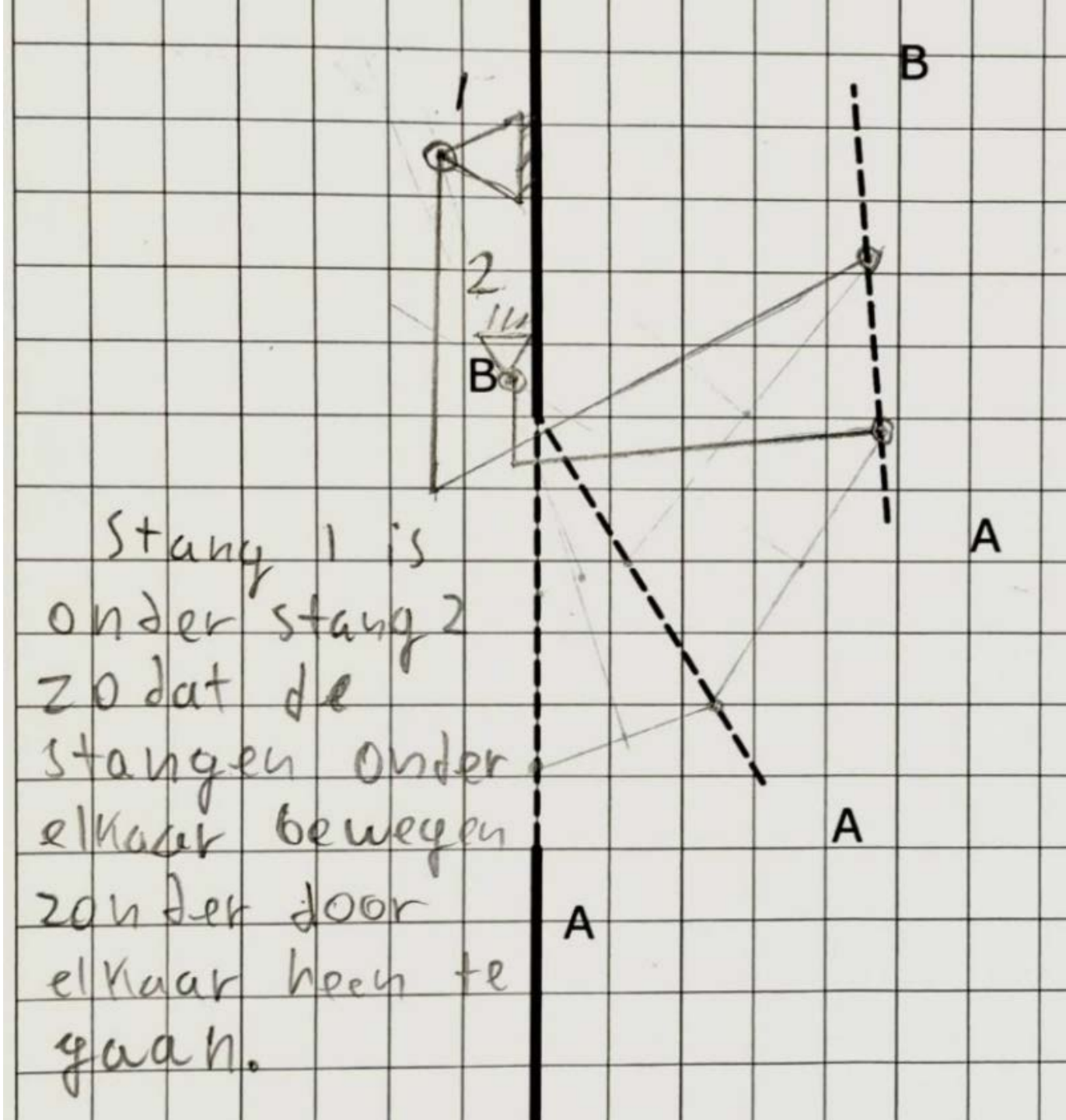


Voorbeeld

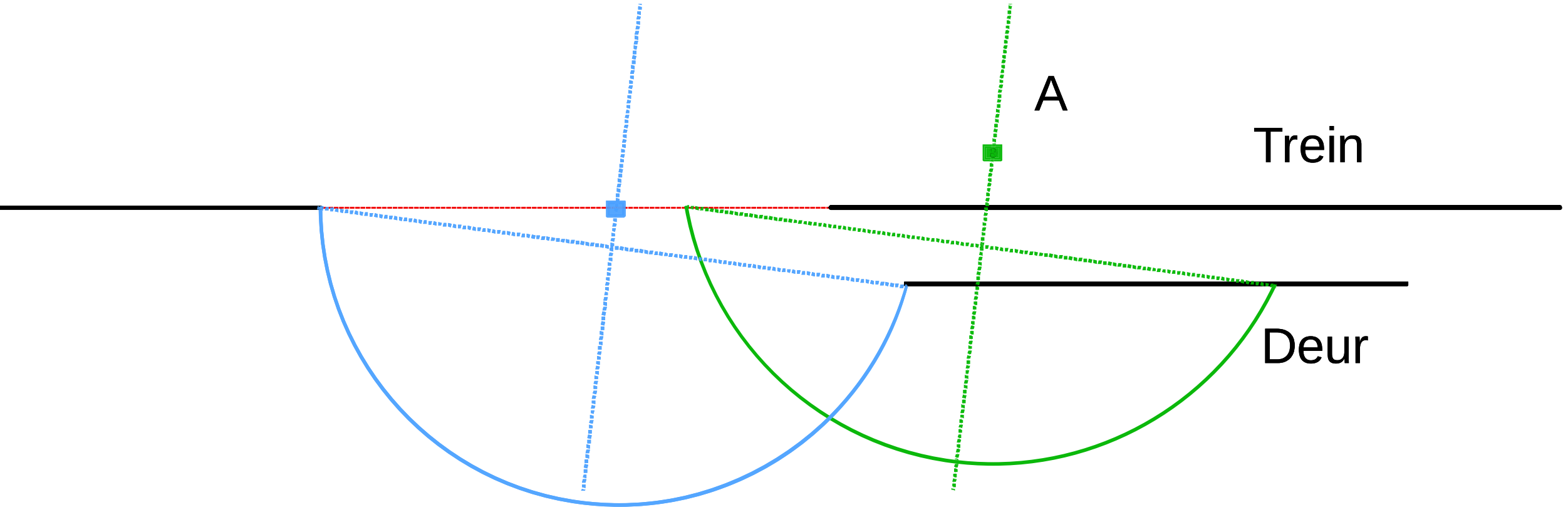
Leuk!: Er is ook nagedacht over de geometrie van de stangen zodat overlap met de wand wordt voorkomen.
Was niet nodig, wel goed.

Kleinigheid: Gebruik symbool voor starre verbindingen

Volle punten geven!



Opgave 2 Vierstangenmechanisme synthese



Animatie opgave 2



Voorbeeld

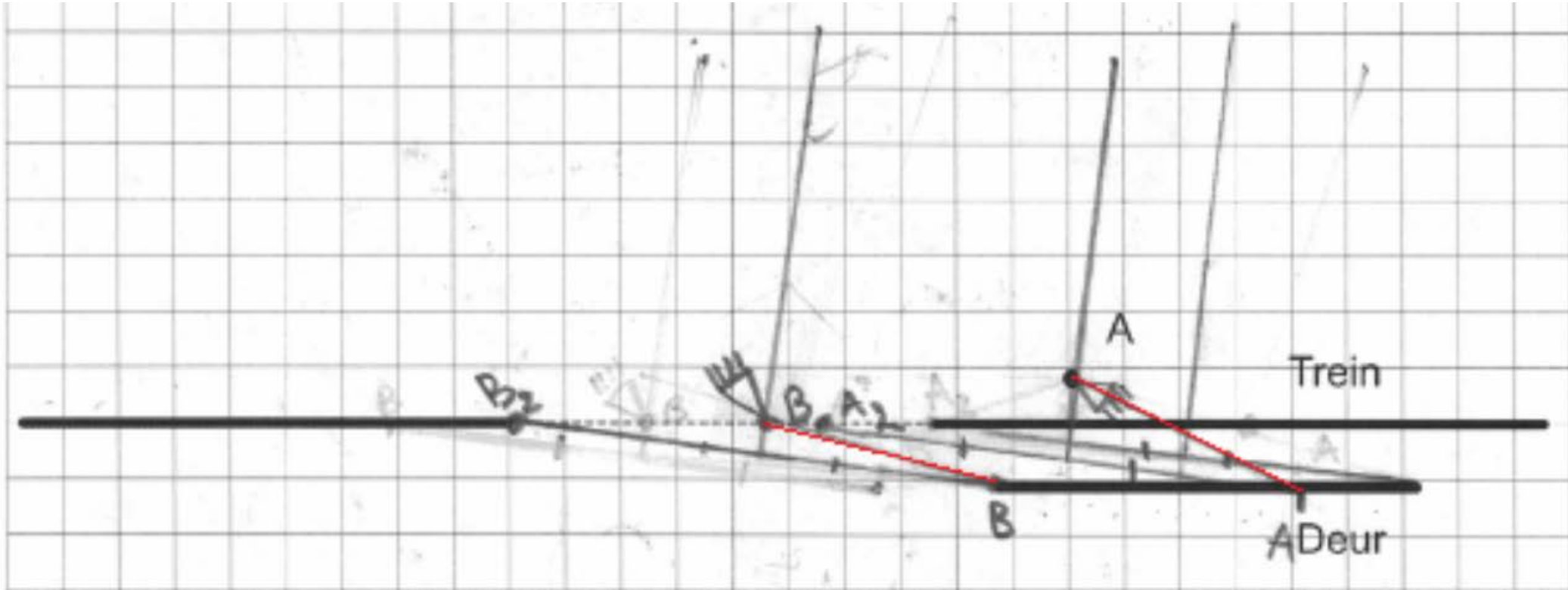


Linkerstang: klopt!

Rechterstang: **klopt niet!**

Dit punt komt daar terecht. Dan overlapt de deur in de gesloten toestand met de wand. ...en het stukje deur zou uitgerekt moeten worden.

Voorbeeld



Correct: Volle punten geven!

2

3.0 POINTS · 1 QUESTION

Vierstangenmechanisme synthese

a

POINTS PER CRITERION · 3.0 POINTS · 3 CRITERIA

Een student heeft in een trein gekeken naar het functioneren van de deuren. Hij heeft waargenomen dat het een vierstangenmechanisme betreft. Als de deur geopend is staat deze parallel aan de buitenkant van de trein. De trein is de basis van het vierstangenmechanisme. Punt A is de positie waar de aandrijfstang verbonden is met de basis. Ergens op de rode stippellijn is het andere verbindingspunt met de basis, dit punt is verbonden met de linker hoek van de deur.

Construeer het vierstangenmechanisme waarmee de deur word aangedreven. Gebruik de instantaneous center methode.

Een middelloodlijn tussen de linker hoek van de rode stippellijn en de linker hoek van de open deur is getekend.

1.0

Het kruispunt van in het vorige punt genoemde middelloodlijn met de rode stippellijn is het eerste scharnierpunt.

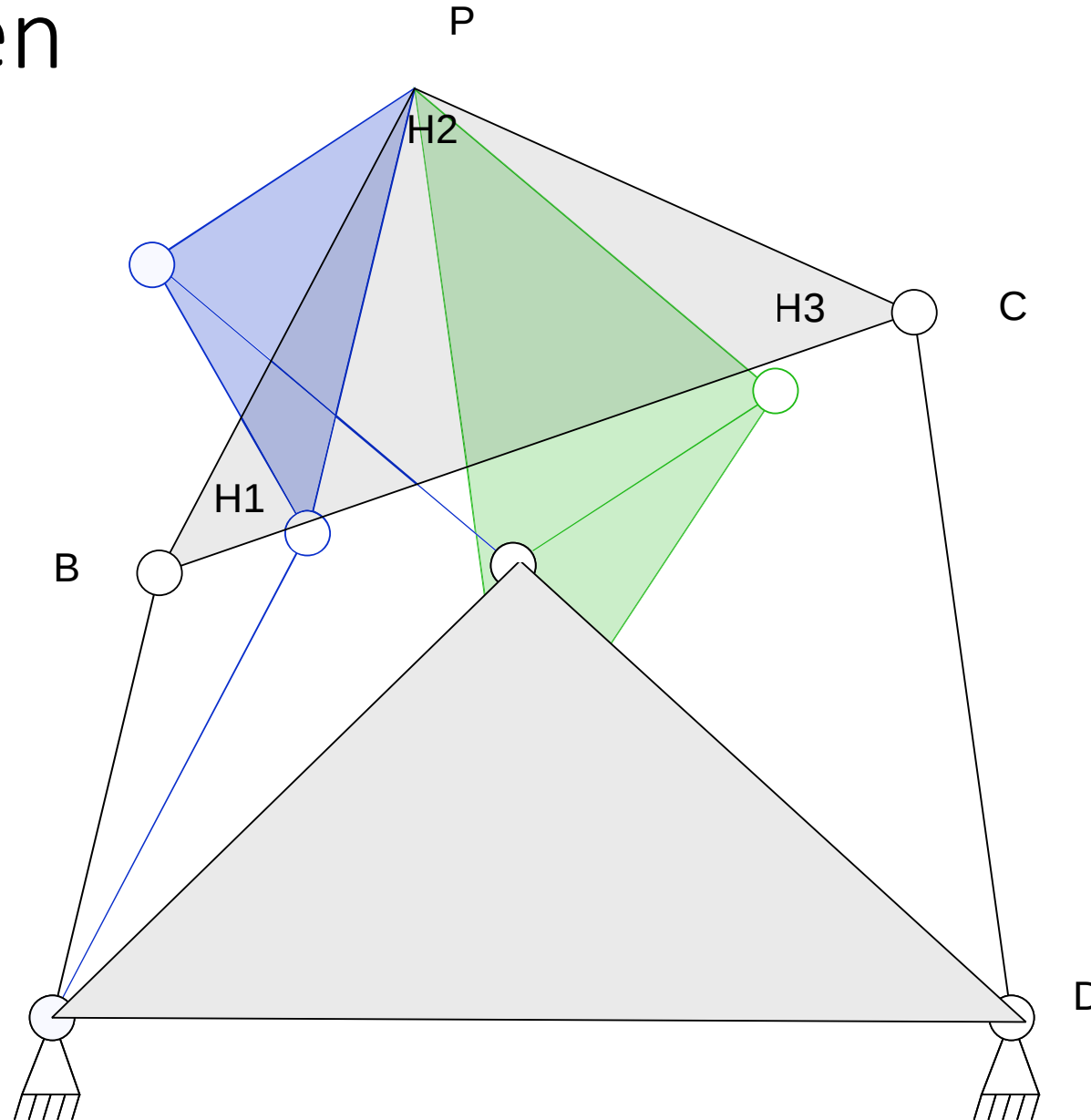
1.0

Voor het bepalen van de positie van het nieuwe scharnierpunt op de treindeur zijn meerdere methodes correct. Voor het nakijken moet alleen het resultaat gecheckt worden. Het punt heeft twee eigenschappen:

1.0

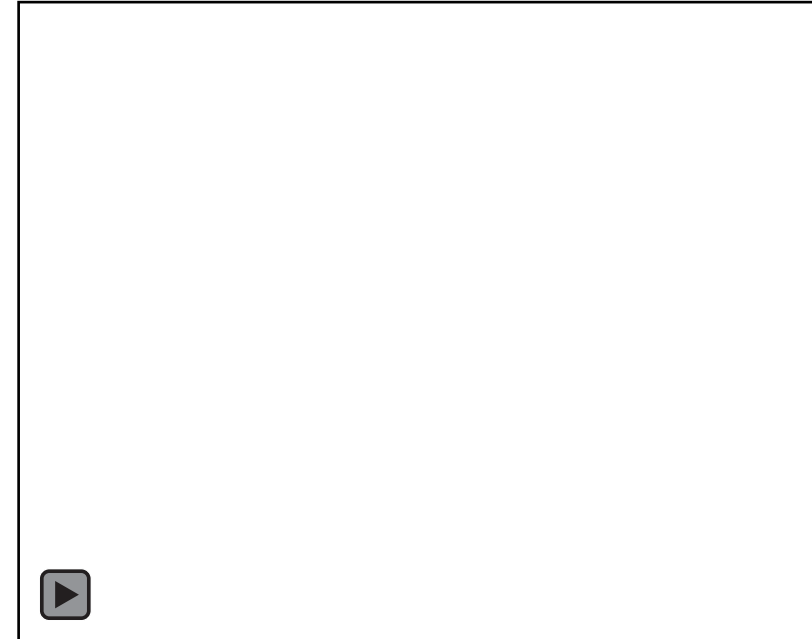
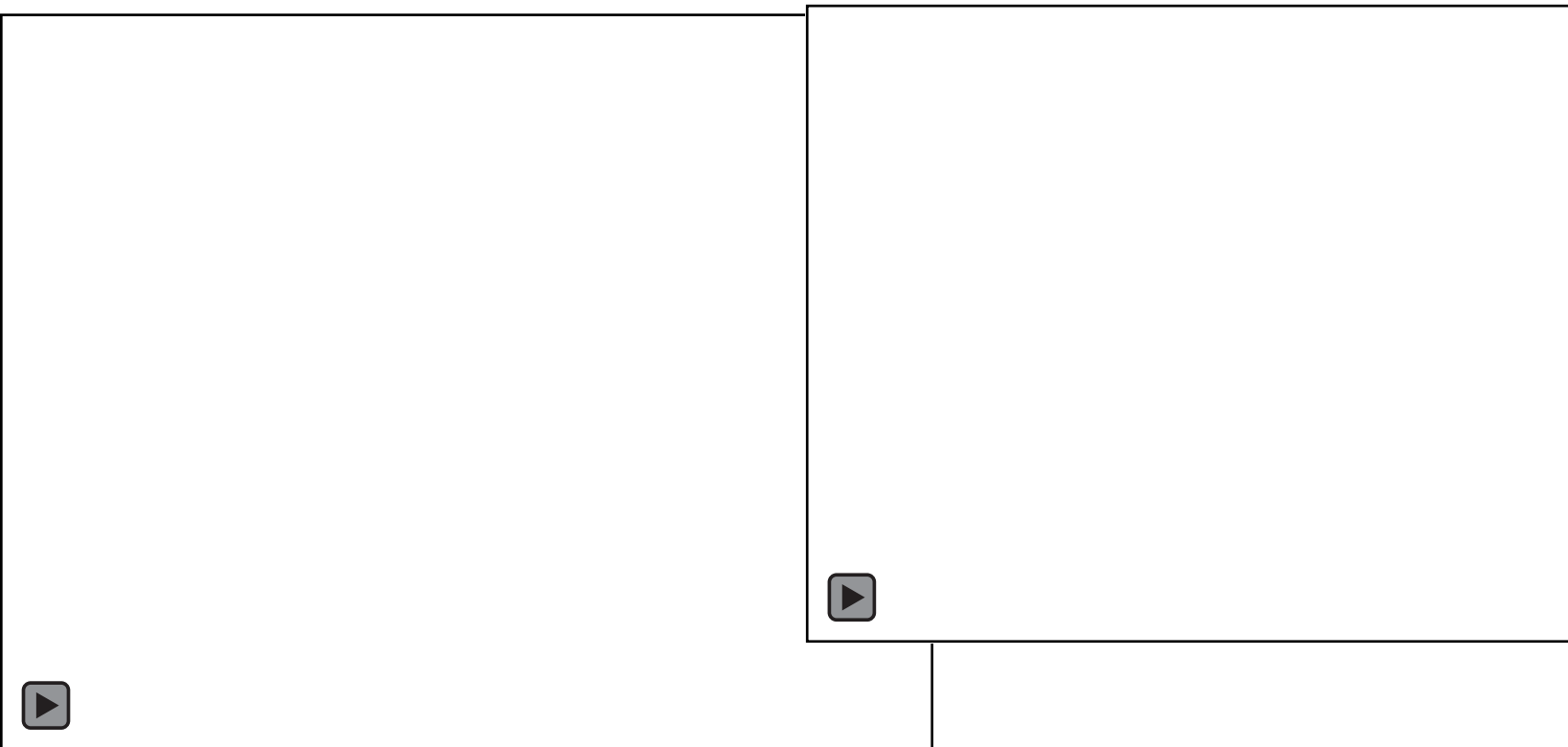
1. In de gesloten en open positie heeft het punt dezelfde afstand tot punt A.
2. In de gesloten en open positie is de afstand tot de zijkant van de deur hetzelfde.

Opgave 3 Alternatief stangenmechanisme ontwerpen



Check gelijkvormigheid:
Koppeldriehoeken onderling
+
Driehoek tussen basispunten

Animatie opgave 3



3

4.0 POINTS · 1 QUESTION

Alternatief vierstangenmechanisme ontwerpen

a

POINTS PER CRITERION · 4.0 POINTS · 6 CRITERIA

Gegeven is een vierstangenmechanisme. Punt P volgt een bepaalde koppelkromme, construeer in de afbeelding twee alternatieve vierstangenmechanismen waarmee dezelfde koppelkromme getraceerd word. Gebruik verschillende kleuren om duidelijk te maken welke stangen samen een mechanisme vormen en laat constructielijnen staan. Geef de hoeken H1, H2 en H3 ook duidelijk aan in je geconstrueerde driehoeken.

Een parallellogram is geconstrueerd met de lijnen AB en BP en een parallellogram is geconstrueerd met de lijnen DC en PC. 1.0

Twee driehoeken zijn geconstrueerd gelijkvormig aan de driehoek BPC. 1.0

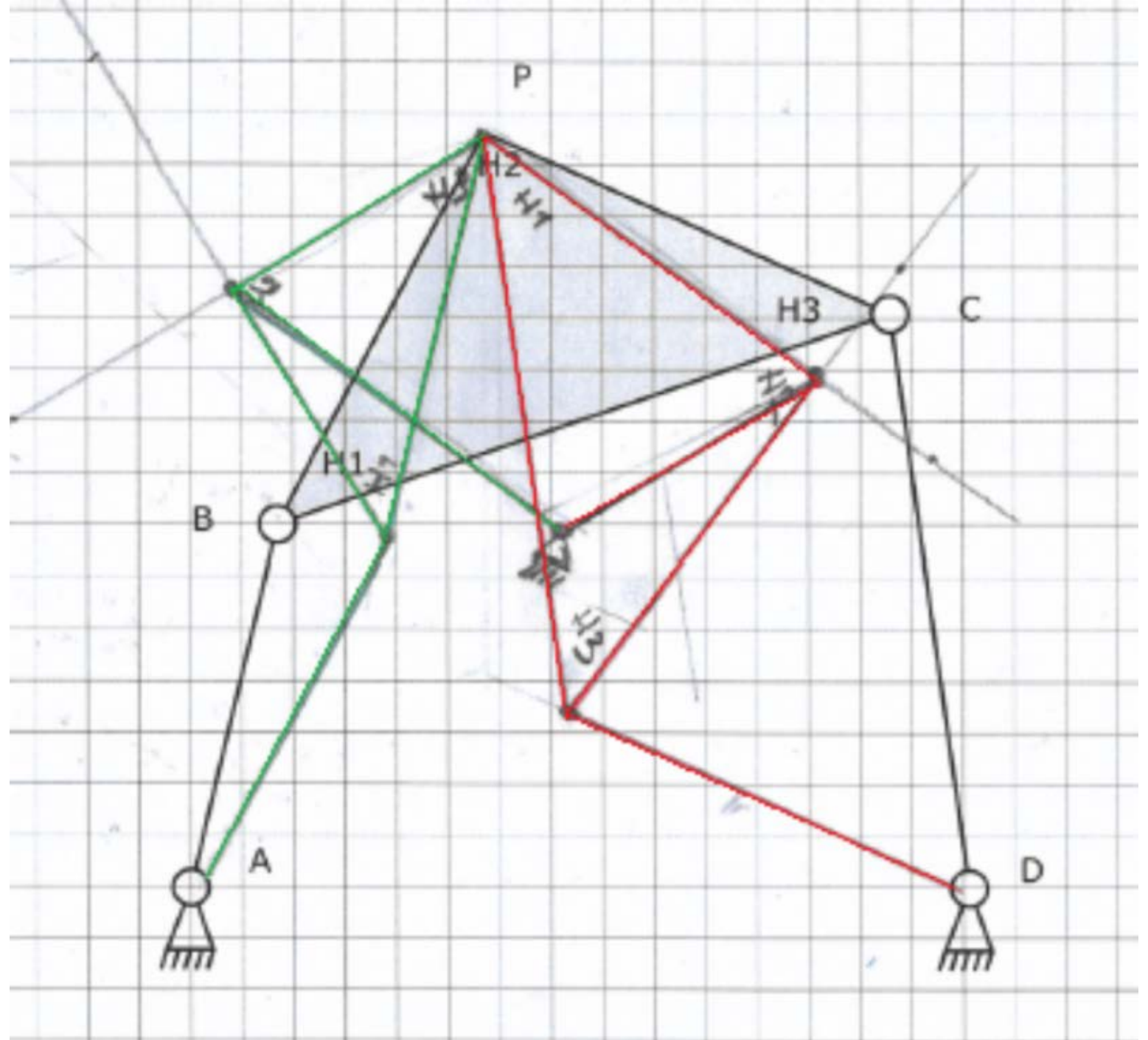
De driehoeken zijn correct geplaatst in het mechanisme. Dit betekent dat ze draaisymmetrisch (en niet spiegelsymmetrisch) zijn aan BPC. Verder moet in het nieuwe mechanisme die als basis ook punt A heeft hoek H3 bij punt P zitten. Voor het nieuwe mechanisme met als basis ook punt C moet hoek H1 bij punt P zitten. 1.0

De nieuwe basis is geconstrueerd gebruik makend van een parallellogram. 1.0

Geen gebruik van kleuren voor het aangeven van de losse stangenmechanismes. -1.0

De hoeken H1, H2 en H3 zijn duidelijk aangegeven in de geconstrueerde driehoeken. -1.0

Voorbeeld

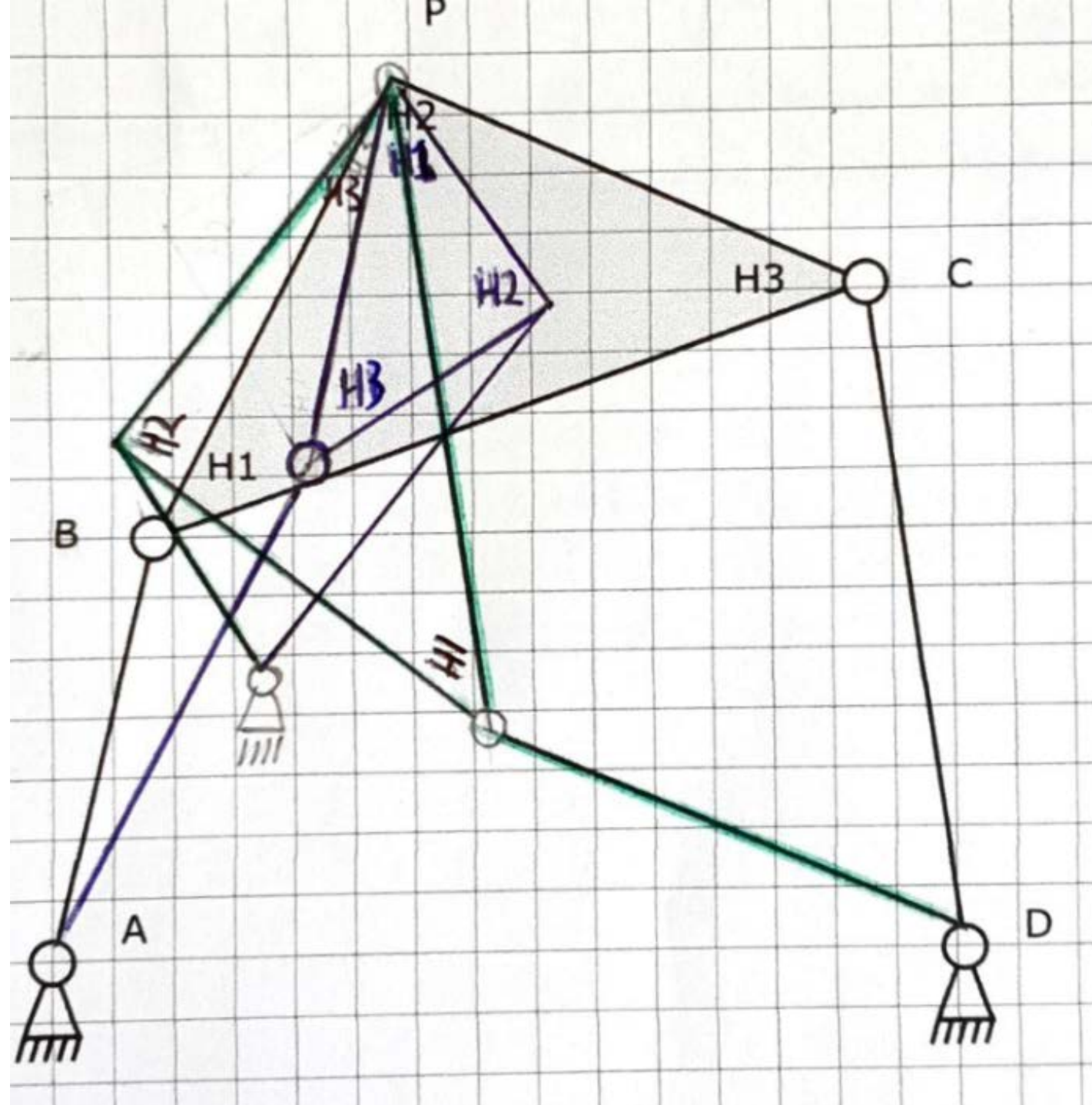


Correct: Volle punten geven!

Voorbeeld

Fout: De nieuwe koppeldriehoeken zijn omgewisseld.

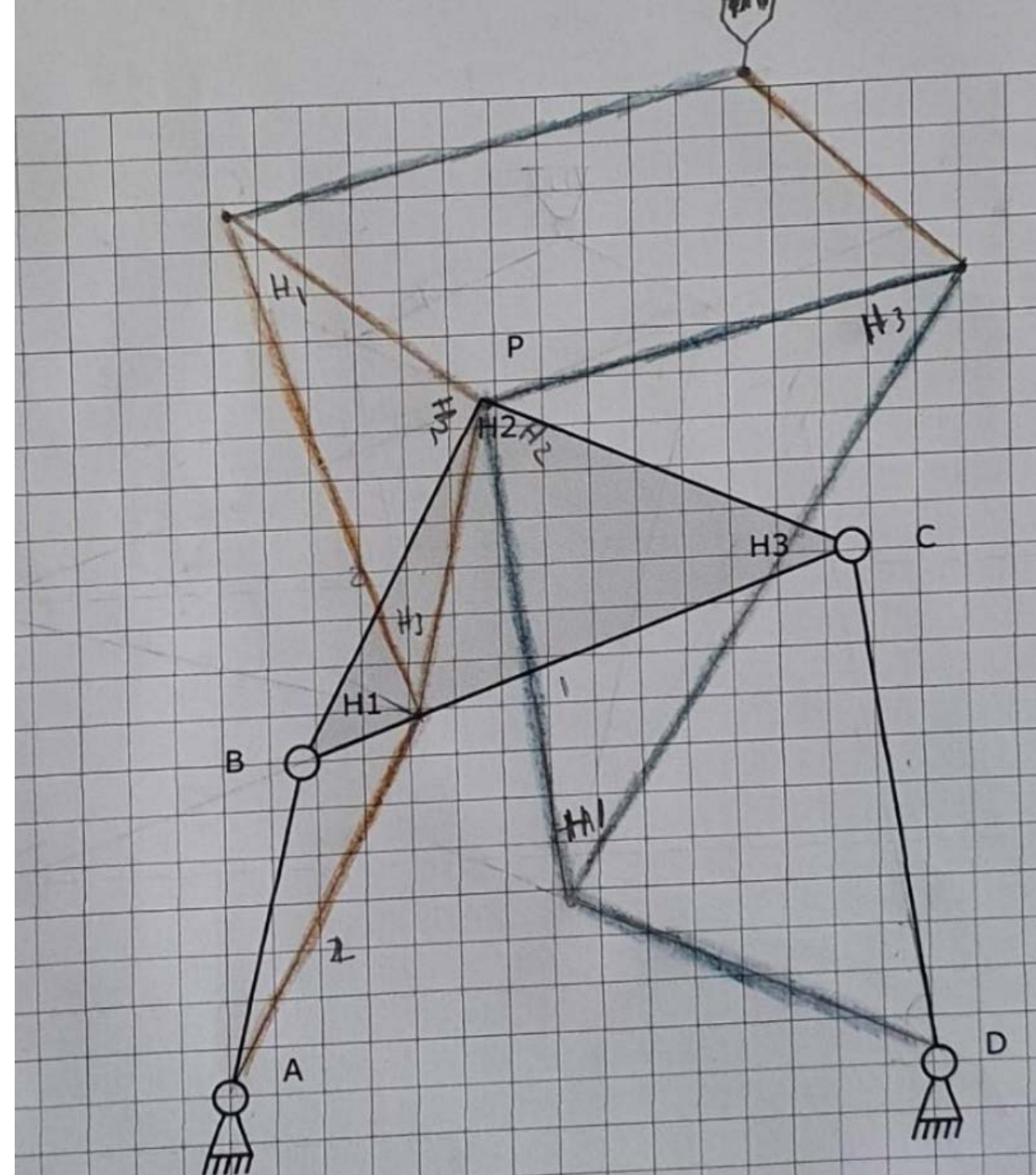
Merk op: Nieuw grondpunt komt niet goed uit.



Voorbeeld

Fout: In punt P komt steeds de H2 hoek samen

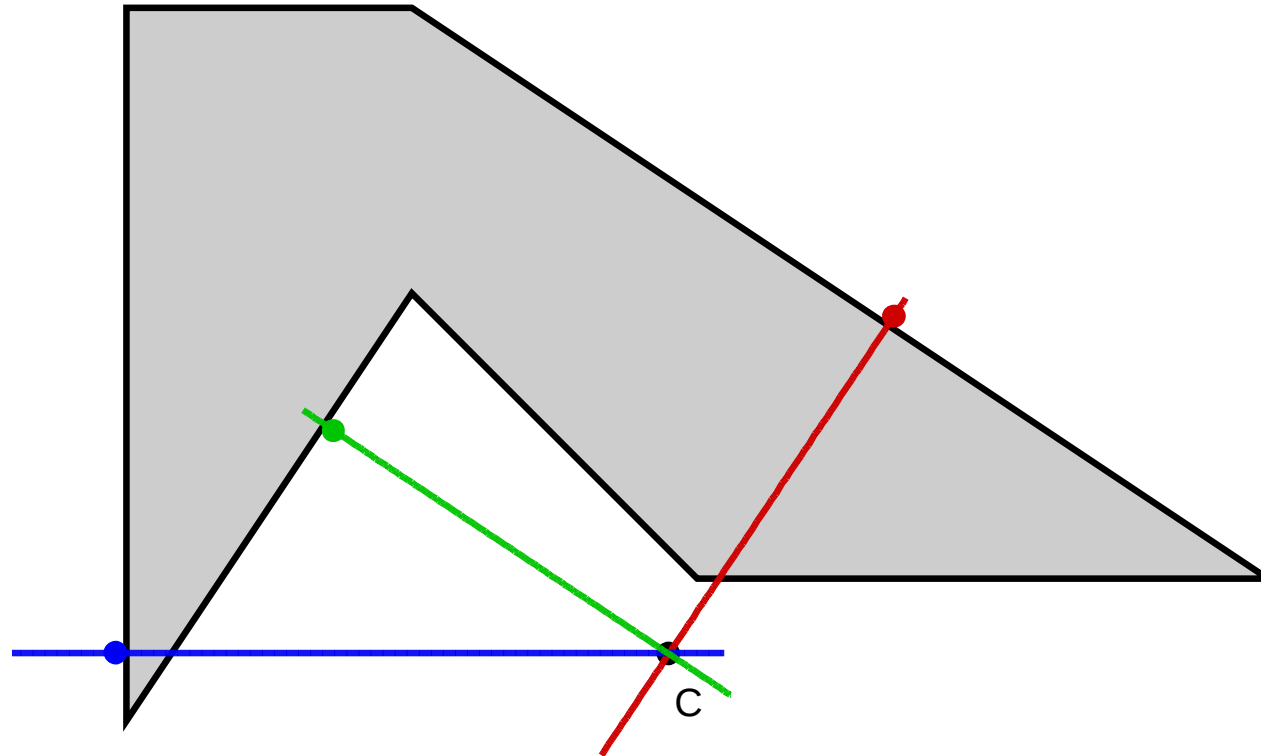
Merk op: Nieuw grondpunt komt niet goed uit.



Feedback

Individuele opgave 2

Opgave 1 Roteren rond een punt



TWEE van deze drie mogelijke punten aangegeven = GOED

Opgave 1 Roteren rond een punt

1

1.0 POINT · 1 QUESTION

Roteren rond een punt

a

POINTS PER CRITERION · 1.0 POINT · 2 CRITERIA

De grijze vorm maakt deel uit van een 2D vlak. Beperk de beweging van de vorm zo dat deze alleen rond punt C kan roteren. Gebruik hiervoor contactpunten in de vorm van bolletjes. Gebruik het minimaal aantal nodige contactpunten. Laat de hulplijnen duidelijk staan.

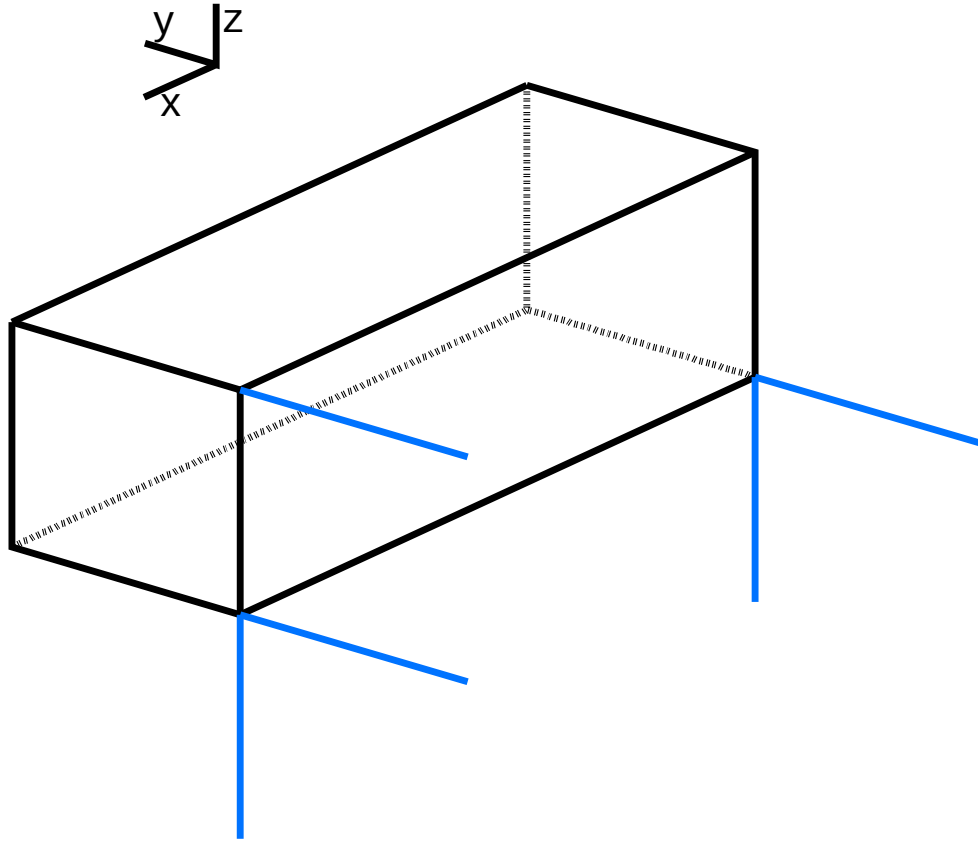
Precies twee contactpunten getekend. Ongeacht of de positie van deze punten correct is.

0.5

Alle getekende contactpunten zijn zo getekend dat de loodlijnen van de contactpunten op de zijdes van de vorm door het rotatiepunt gaan.

0.5

Opgave 2 Het achtbaankarretje



... een goed voorbeeld:

- 5 sprieten
- Alle sprieten loodrecht op x
- y en z geconstrained
- x , y , en z rotaties geconstrained

Opgave 2 Het achtbaankarretje

2

2.0 POINTS · 2 QUESTIONS

Het achtbaankarretje

a

POINTS PER CRITERION · 1.0 POINT · 2 CRITERIA

Hoeveel constraints (beperkingen) heeft een achtbaankarretje minimaal nodig zodat deze op de rails blijft rijden? Beargumenteer je redenering met een berekening.

Als het antwoord het correcte aantal constrains bevat: 5

0.5

Als de volgende berekening onderdeel uit maakt van de redenering: $6 - \text{Constrains} = \text{DOF}$ met de waarneming dat de achtbaan maar één vrijheidsgraad over mag houden.

0.5

b

POINTS PER CRITERION · 1.0 POINT · 2 CRITERIA

Om het achtbaankarretje te modelleren is een meetkundige balk gebruikt. Gegeven is dat dit karretje alleen in de x richting vrij mag transleren. Teken constrains in de vorm van sprieten die ervoor zorgen dat deze achtbaan alleen in de x richting transleert, met een minimaal aantal constraints.

Er zijn 5 constrains toegevoegd

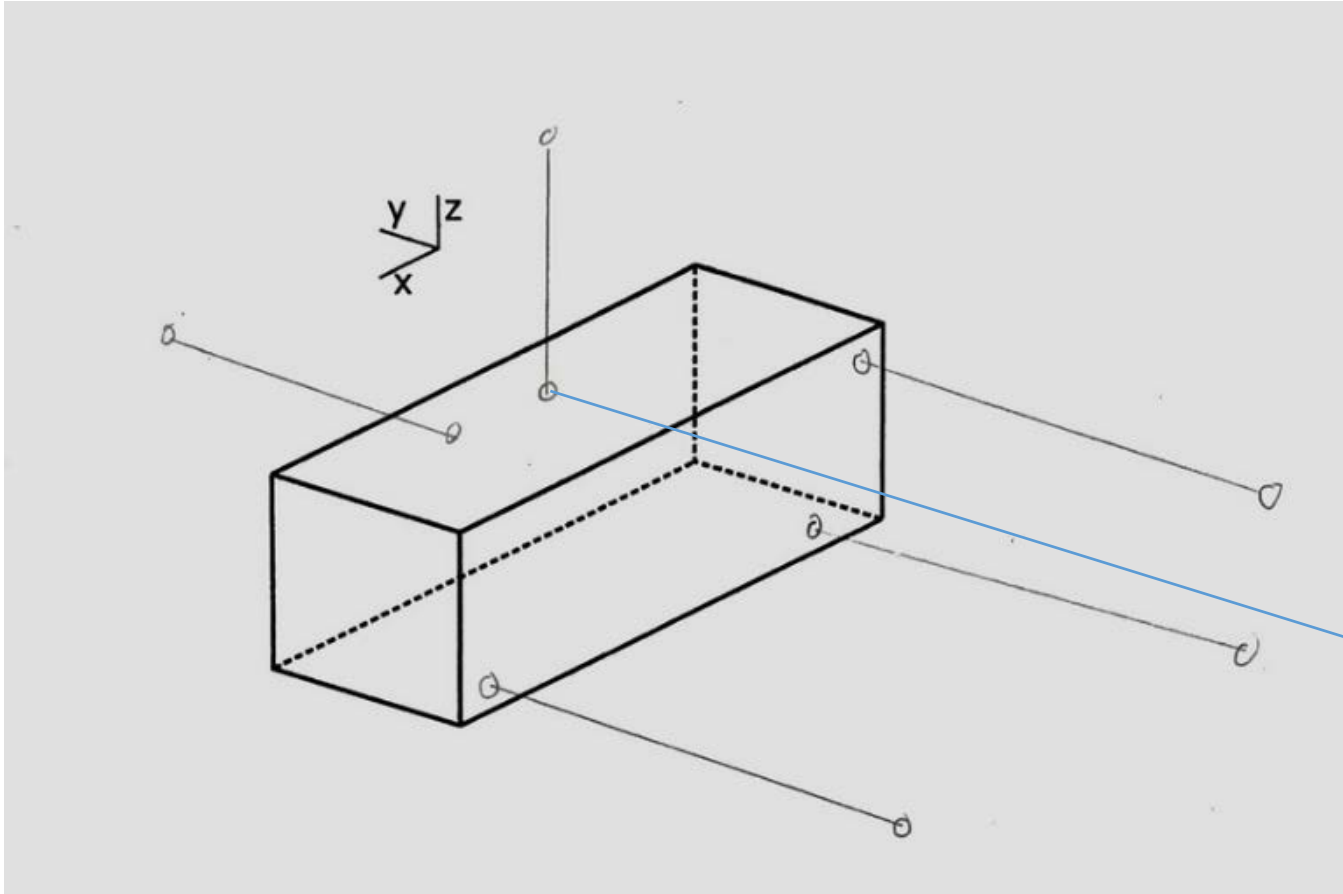
0.2

De constrains zijn zo toegevoegd dat alleen een translatie in de x richting mogelijk is.

Let op dat hier verschillende oplossingen mogelijk zijn en niet alleen de oplossing die in het college is gegeven.

0.8

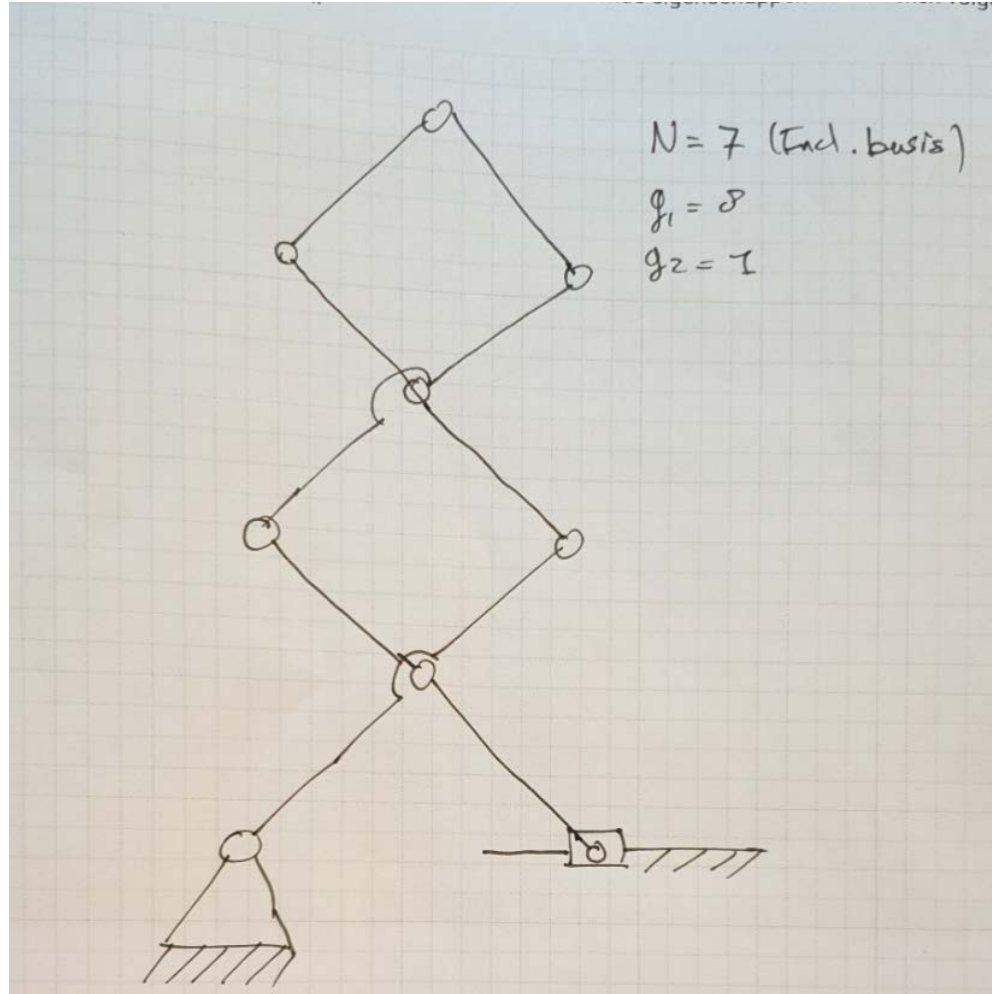
Voorbeelden opgave 2



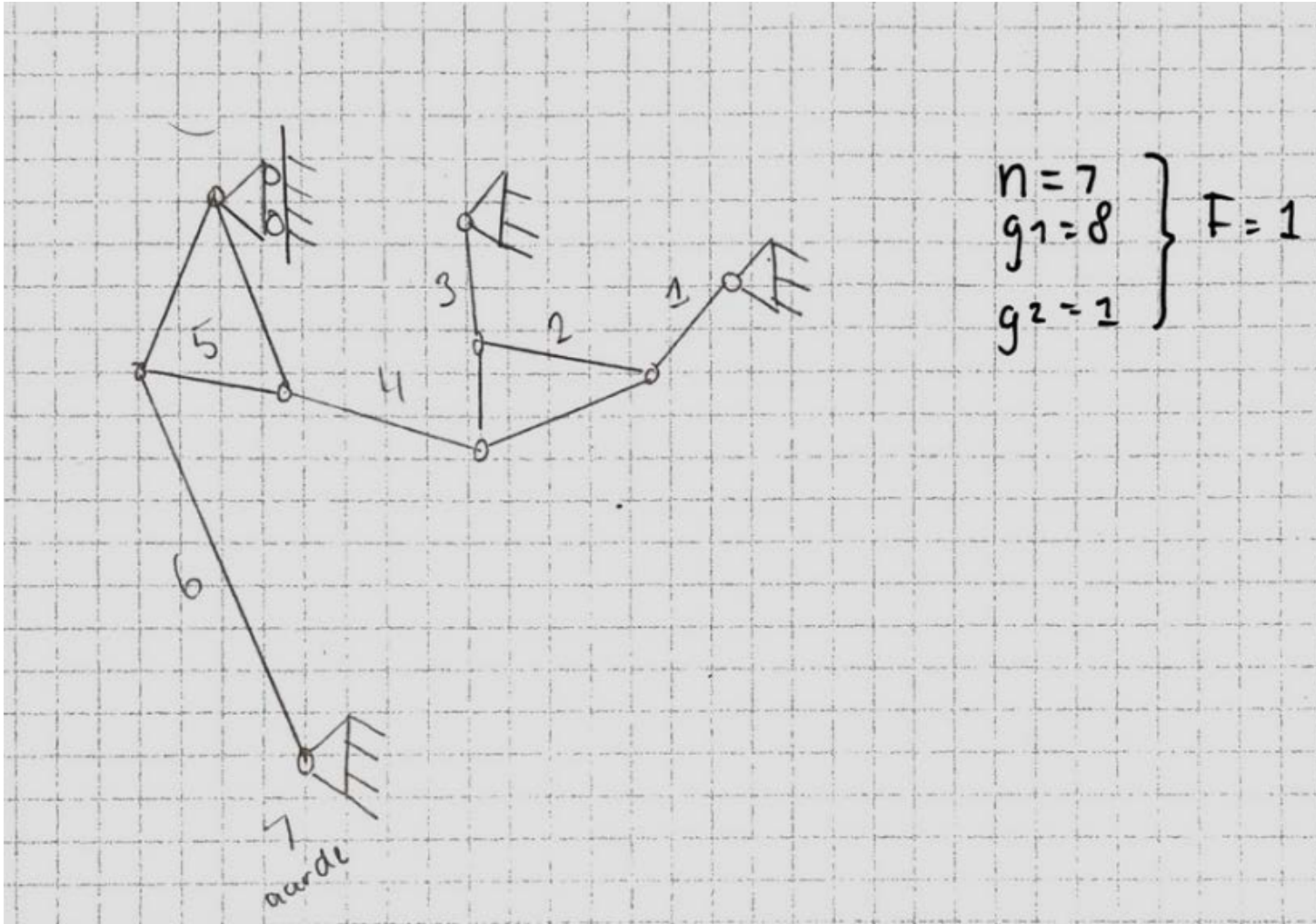
Er bestaat een lijn (as) die of parallel is aan alle sprieten, of die erdoor gekruist wordt. Dus rotatie om die as is nog mogelijk!

let op ambiguïteit! is deze spriet aan de bovenkant of aan de achterkant?

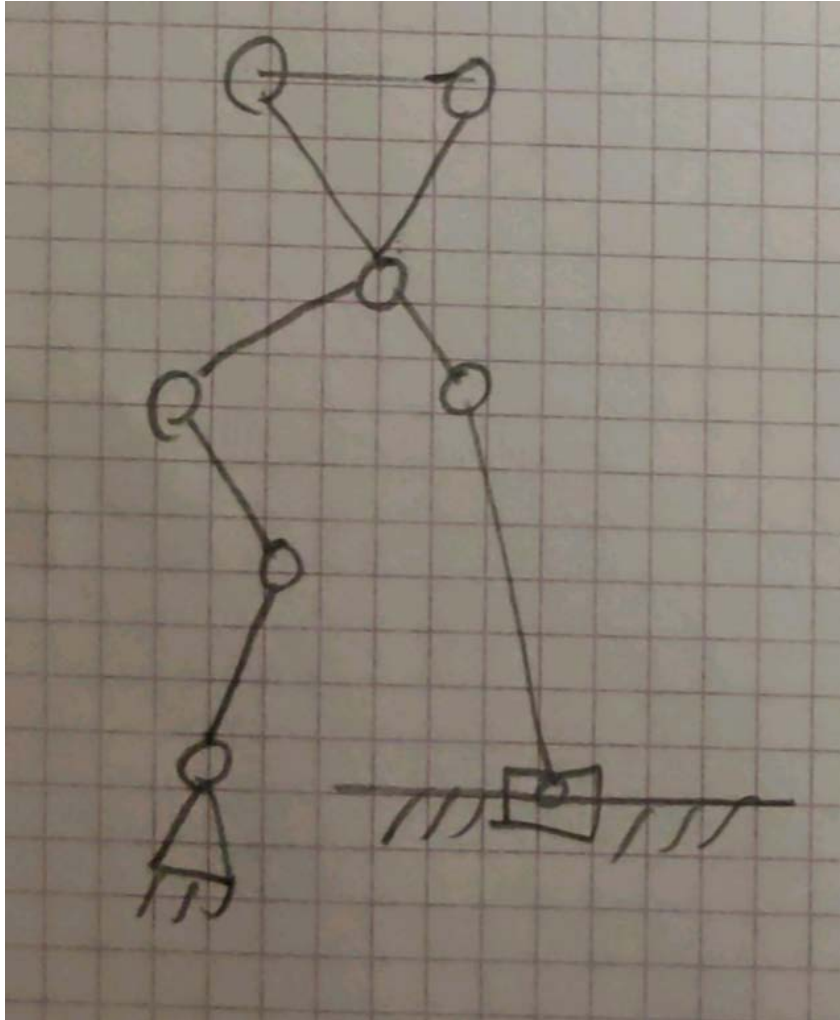
Opgave 3 Stangenmechanisme ontwerpen



Opgave 3 Stangenmechanisme ontwerpen



Opgave 3 Stangenmechanisme ontwerpen



Dit gaat mis, want:

- Óf je neemt de driehoek als één star lichaam, waarmee de bovenste twee bolletjes geen scharnieren zijn. Let op de ternary joint. Dus:

$$F = 3 * (7 - 1) - 6 * 2 - 1 * 1 = 5$$

- Óf je neemt de driehoek als losse stangen. Dan hebben we 9 g_1 scharnieren (let op quaternary joint). Dus:

$$F = 3 * (9 - 1) - 9 * 2 - 1 * 1 = 5$$

Opgave 3 Stangenmechanisme ontwerpen

3

3.0 POINTS · 2 QUESTIONS

Stangenmechanisme ontwerpen

a

POINTS PER CRITERION · 1.0 POINT · 1 CRITERION

Bereken het aantal scharnierpunten van type g_1 en g_2 voor een stangenmechanisme met 1 vrijheidsgraad waarbij 7 stangen gebruikt worden en minimaal één g_2 scharnier. Gebruik hiervoor het criterium van Kutzbach.

De functie $F = 3(n - 1) - 2g_1 - g_2$ is opgelost en voldoet in ieder geval aan:

1.0

$$n = 7$$

$$F = 1$$

$$g_2 \geq 1$$

b

POINTS PER CRITERION · 2.0 POINTS · 2 CRITERIA

Teken een stangenmechanisme dat de in vraag a berekende eigenschappen heeft. Teken volgens de NEN-EN-ISO 3952-1 norm.

Een correcte kinematische schema, met symbolen volgens de NEN norm.

1.0

Het getekende schema kan bestaan en heeft het zelfde aantal stangen, g_1 en g_2 scharnieren als bepaald in opgave a.

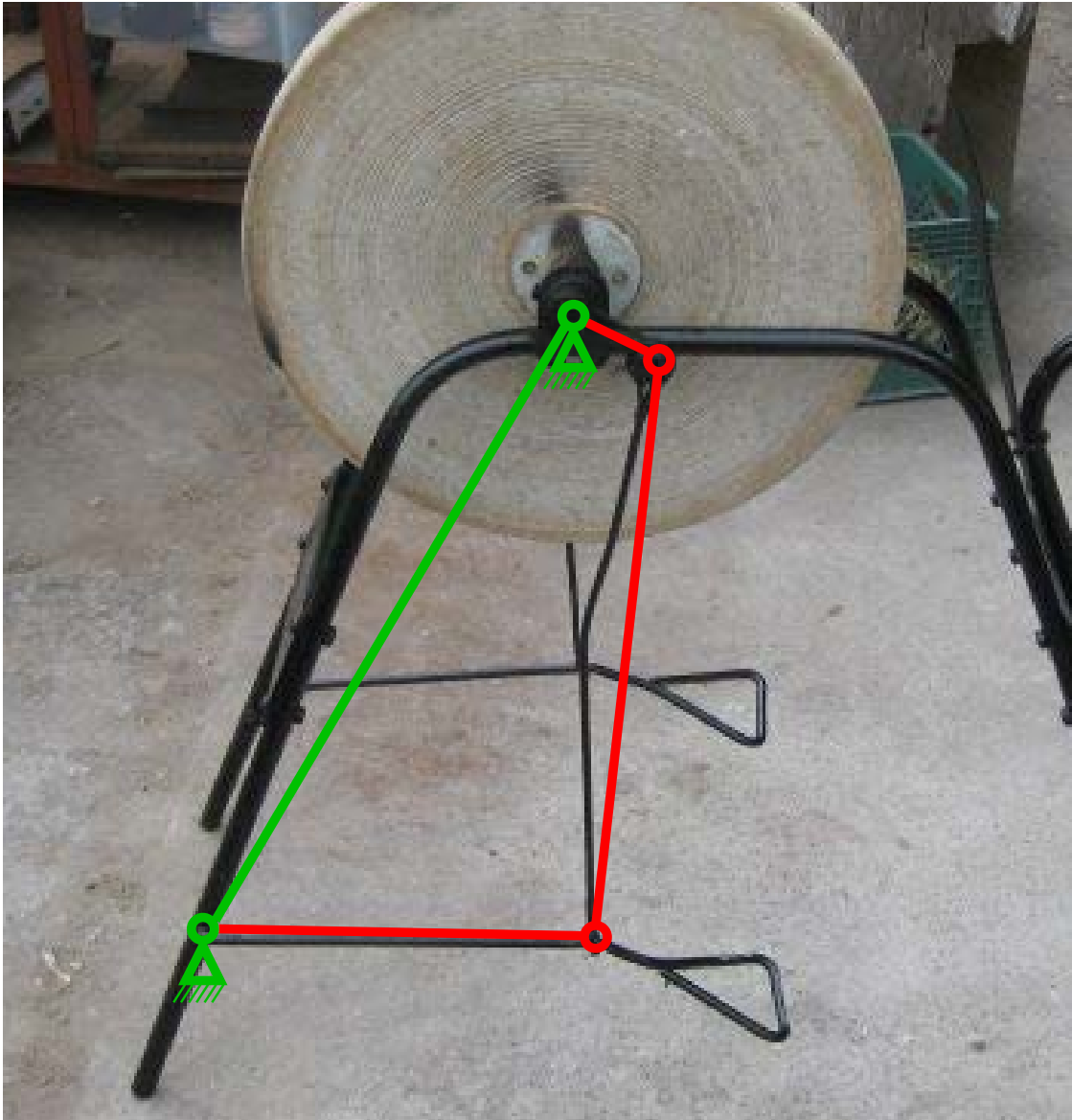
1.0

Opgave 4 Historische slijpschijf

kruk

basis

slinger



$$l = 110$$

$$k = 17$$

$$p = 90$$

$$q = 60$$

$$l + k < p + q$$

$$110 + 17 < 90 + 60$$

Grashof

?

Ja! → dus wel

Verder:

De kortste stang is scharnierend met de grond,
dus het is een Kruk-Slinger

4

4.0 POINTS · 4 QUESTIONS

Historische slijpschijf

a

POINTS PER CRITERION · 1.0 POINT · 2 CRITERIA

Deze historische slijpschijf maakt gebruik van een vierstangen mechanisme. Teken over de afbeelding heen de vier stangen en geef duidelijk aan wat de basis is.

Het correcte stangenmechanisme is weergegeven.

0.7

Let op dat de afbeelding 3-dimensionaal is. Het ingetekende stangen mechanisme hoeft niet exact de metalen onderdelen te volgen, als de vorm en functie van het mechanisme maar duidelijk is weergegeven.

De basis is correct weergegeven, ongeacht of de rest van het mechanisme correct is.

0.3

b

POINTS PER CRITERION · 1.0 POINT · 1 CRITERION

De stang waar het voetpedaal aan vast zit is de aangedreven stang. Wat voor een type vierstangenmechanisme wordt er gebruikt in deze slijpschijf.

Het antwoord is: slinger-kruk.

1.0

c

POINTS PER CRITERION · 1.0 POINT · 2 CRITERIA

Onderbouw met een redenering (logica) jouw antwoord.

De waarneming dat de aandrijfstang op en neer gaat en dus een slinger is.

0.5

De waarneming dat de stang bij de slijpschijf rondjes draait en dus een kruk is.

0.5

d

POINTS PER CRITERION · 1.0 POINT · 2 CRITERIA

Onderbouw met behulp van de wet van Grashof jouw antwoord wiskundig. Hiervoor is het nodig om lengtes uit de afbeelding te meten en of af te schatten. Noteer duidelijk de afmetingen die jij gebruikt.

De juiste lengtes zijn met de wet van Grashof met elkaar vergeleken.

0.5

Optie 1 uit de tabel in de slides is gekozen: De kortste stang is scharnierend met de grond, dus het is een kruk-slinger.

0.5



Feedback

Individuele opgave 3

Opgave 1 Kern van de grafische methode

1 Kern van de grafische methode

...

1.0 point • 2 questions

a Leg in 'statica' termen uit wat de betekenis is van een gesloten krachten driehoek.

+

...

· 0.5 points

+0.5

Een gesloten krachtdriehoek betekent dat dat de krachten in evenwicht zijn.

...

b Leg in 'statica' termen uit wat de betekenis is van de krachten door één punt te laten gaan.

+

...

· 0.5 points

+0.5

Dat de krachten door één punt gaan betekend dat de momenten in evenwicht zijn.

...

Voorbeeld

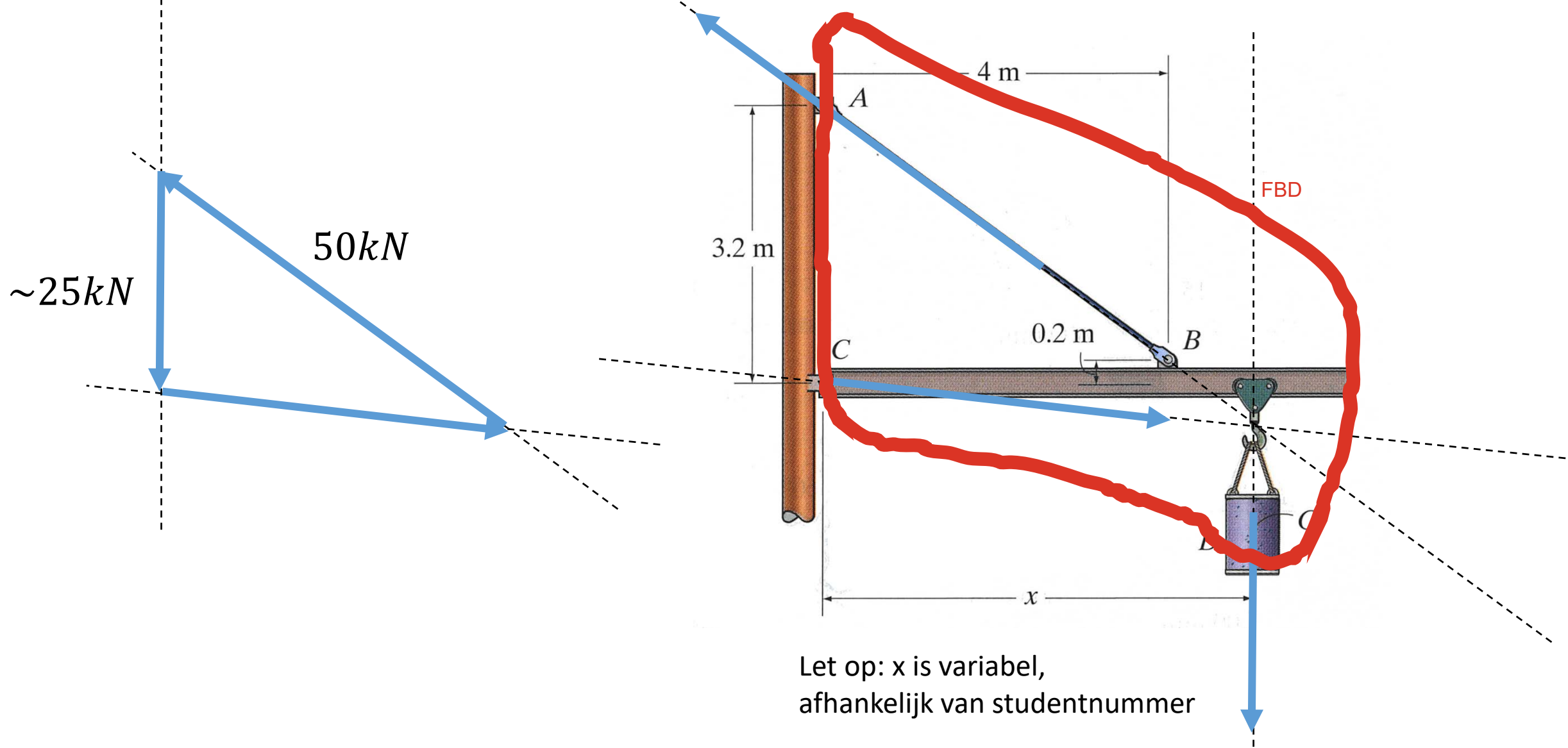
0.5p 1a Leg in 'statica' termen uit wat de betekenis is van een gesloten krachten driehoek.

als er een gesloten krachten driehoek is, dan is er een evenwicht, dit houdt in dat $\sum M = 0$ en $\sum F = 0$

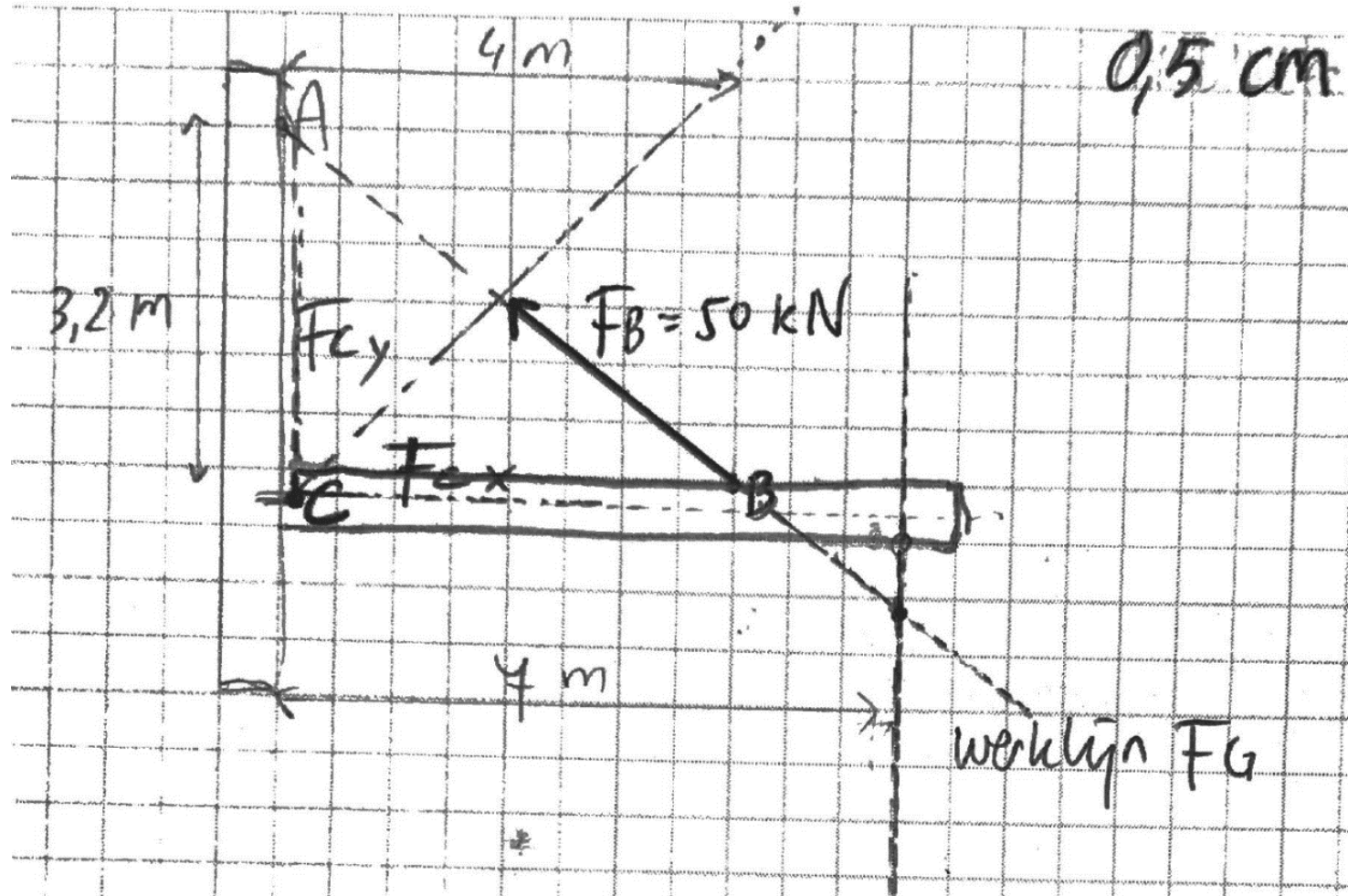
0.5p 1b Leg in 'statica' termen uit wat de betekenis is van de krachten door één punt te laten gaan.

als krachten door 1 punt gaan, dan is er geen moment maar wel een resulterende kracht

Opgave 2 Maximale belasting van een kraan



Voorbeeld



Werklijn is niet langs de balk.

2 Maximale belasting van een kraan



3.0 points • 1 question

Gegeven is dat de kabel AB een maximale kracht kan ondersteunen van 5050 kN. De lengte xx is het laatste getal van jou student-ID nummer. Bepaal met een **grafische evenwichtsanalyse** het maximale gewicht dat de massa in punt G kan hebben voordat de kabel AB breekt.



Let op: laat duidelijk zien hoe jouw antwoord geconstrueerd is, maar vergeet niet ook een numeriek antwoord op de vraag te geven.

· 3.0 points

+1.0



De verhoudingen en afmetingen van de tekening zijn in overeenstemming met de gegevens uit de opgave.

+0.5



De werklijnen van alle krachten gaan door één punt.

+0.5



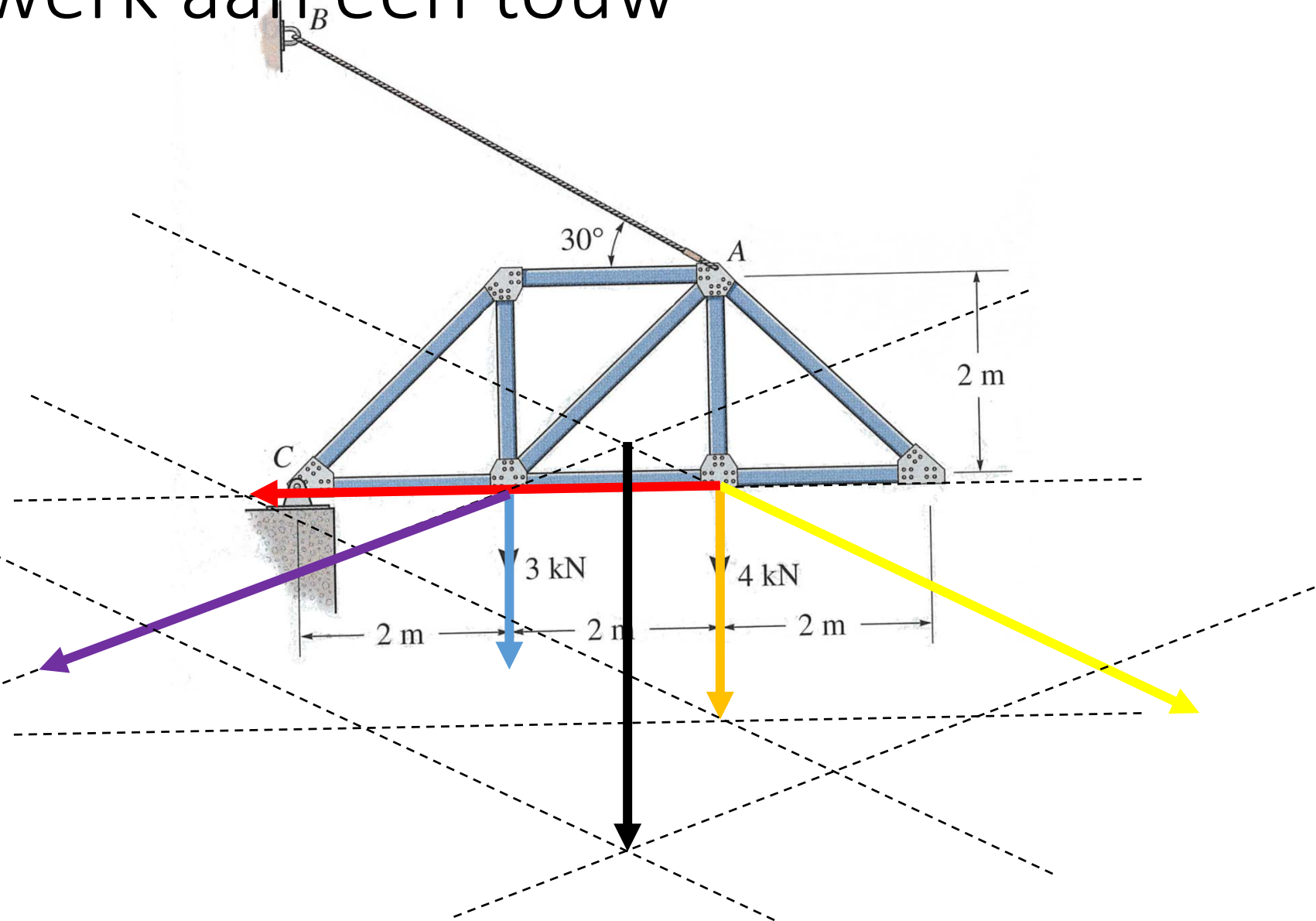
Alle krachten vormen opgeteld een gesloten krachtdriehoek.

+1.0



De juiste conclusie is getrokken. De lengte van de pijl van het gewicht is correct omgerekend naar een numerieke waarde.

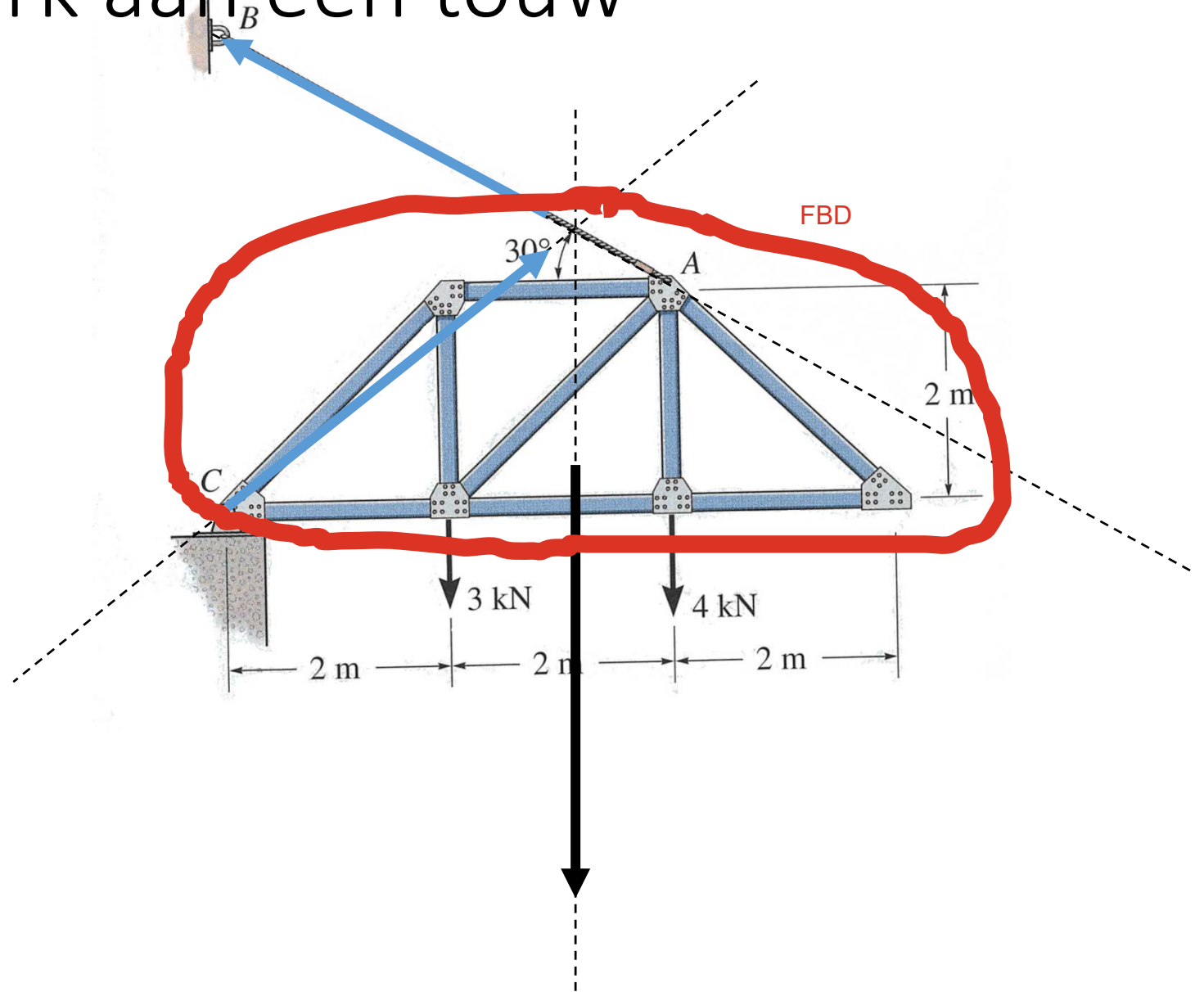
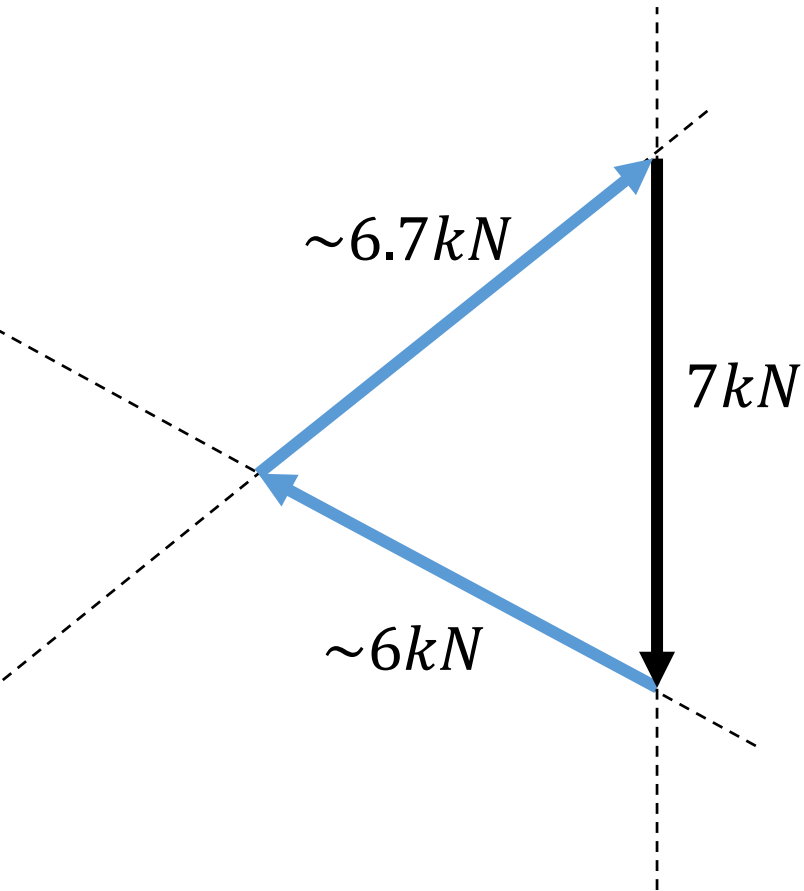
Opgave 3 Vakwerk aan een touw



LET OP:

Resultante kan ook elders
langs de werklijn uitkomen

Opgave 3 Vakwerk aan een touw



3 Vakwerk aan een touwtje

3.0 points • 1 question

Bepaal met behulp van de grafische methode de grootte van de krachten in punt C en punt B.

Gebruik om de twee evenwijdige krachten op te tellen de methode "met hulpkrachten" uit het boek van J.C. Cool, of de methode "door ontbinding".

· 3.0 points

+

...

+0.5

...

De verhoudingen en afmetingen van de tekening zijn in overeenstemming met de gegevens uit de opgave.

+1.0

...

De parallelle krachten zijn correct opgeteld. Hierbij is gebruik gemaakt van de methode "met hulpkrachten" of "door ontbinding".

+0.5

...

De werklijnen van de overgebleven drie krachten gaan door één punt.

+0.5

...

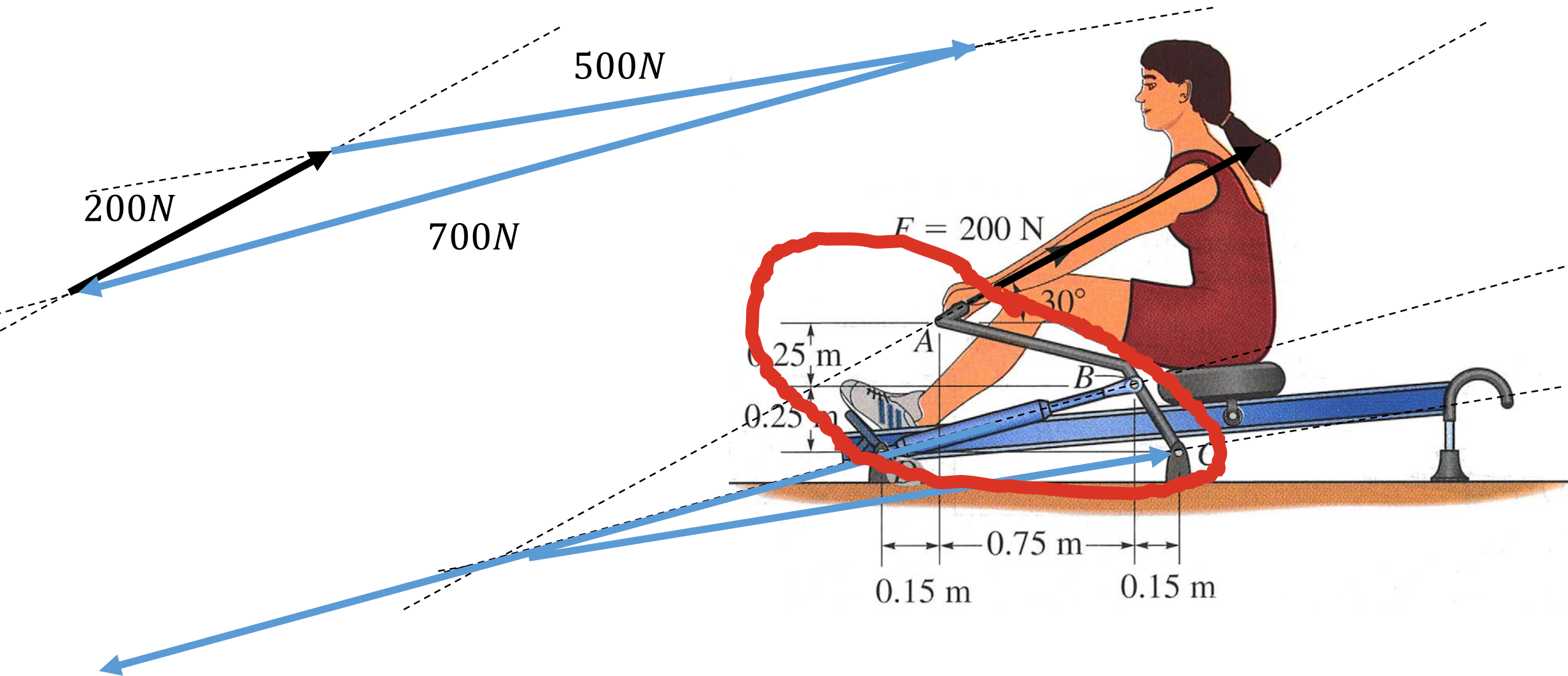
De krachten vormen een gesloten krachtendriehoek.

+0.5

...

Uit de lengteverhouding van de pijlen in punten B en C zijn de grootte van de krachten in B en C correct bepaald.

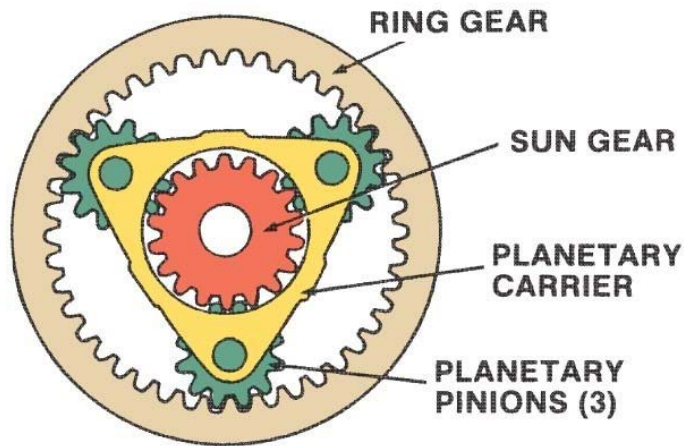
Opgave 4 Trekken aan een roeitrainer



Feedback

Individuele opgave 4

Opgave 1 Planeetwielmechanisme



+0.5

...

Een correcte weergave van een blokschema waarbij aan de linker kant de rotatiesnelheid van de input staat en aan de rechter kant de rotatiesnelheid van de output van het mechanisme.

+0.5

...

De inhoud van de blokken is in overeenstemming met de afbeelding. Hierbij kan het aantal tanden gebruikt worden of bijvoorbeeld de radius of de diameter van de tandwielen.



2 Massa van een boek bepalen

...

2.0 points • 1 question

Beschrijf een stappenplan waarmee betrouwbaar gewicht van een boek bepaald kan worden. Hierbij mag gebruik gemaakt worden van een tafel waarvan de hoek van het tafelblad versteld kan worden, deze hoek kan ook afgelezen worden. Verder beschik je over een katrol, een touw en één gewicht van bekende (vaste) grootte.

+

...

· 2.0 points

+1.0

...

Er moet een stap zijn die de wrijvingscoëfficiënt bepaald. Dit kan door alleen het boek op de tafel te leggen en dan de hoek van de tafel te verstellen. De hoek die de tafel heeft als het boek begint met schuiven is de wrijvingshoek en daarmee kan de wrijvingscoëfficiënt bepaald worden.

+1.0

...

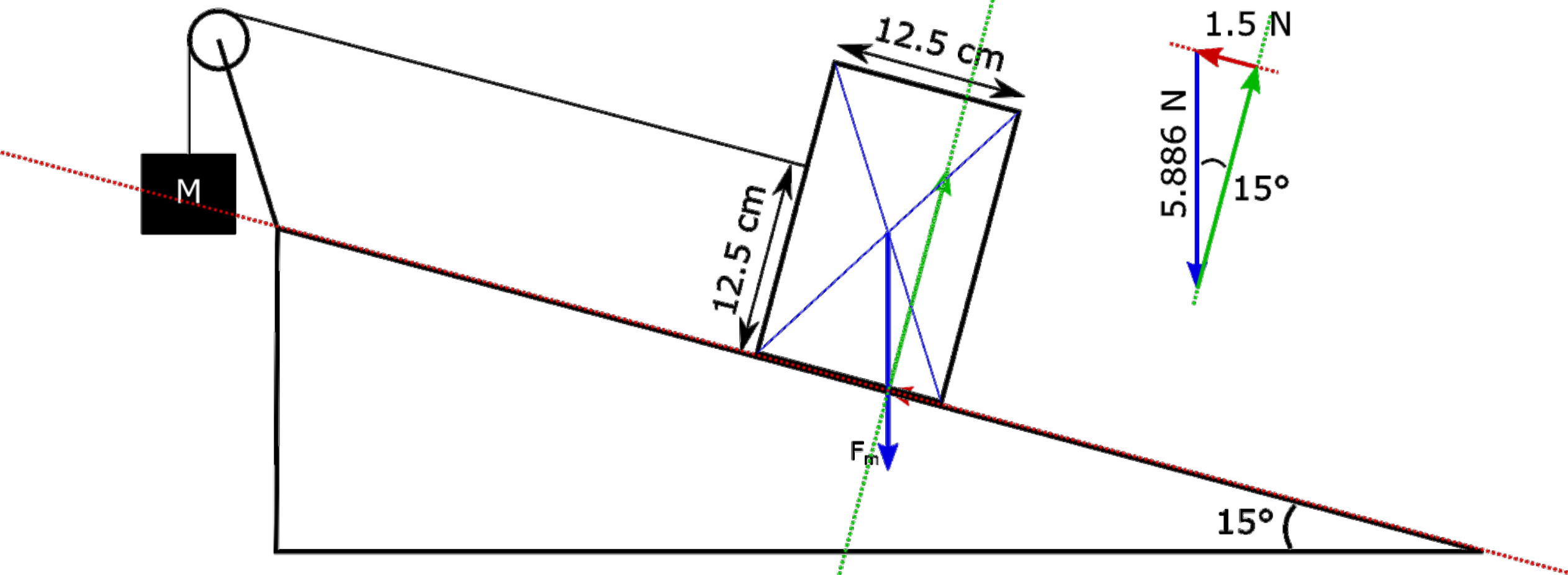
Een volgende stap is ook nodig:
Het touw verbindt het hangende gewicht en het boek middels de katrol. De hoek van de tafel kan weer ingesteld worden zodat het boek net begint te schuiven. Aangezien de wrijvingscoëfficiënt bekend is kan nu de massa van het boek afgeleid worden.

Massa van een boek bepalen

- 2 Beschrijf een stappenplan waarmee het gewicht van een boek bepaald kan worden. Hierbij mag gebruik gemaakt worden van een tafel waarvan de hoek van het tafelblad versteld kan worden, deze hoek kan ook afgelezen worden. Verder beschik je over een katrol, een touw en één gewicht van bekende (vaste) grootte.

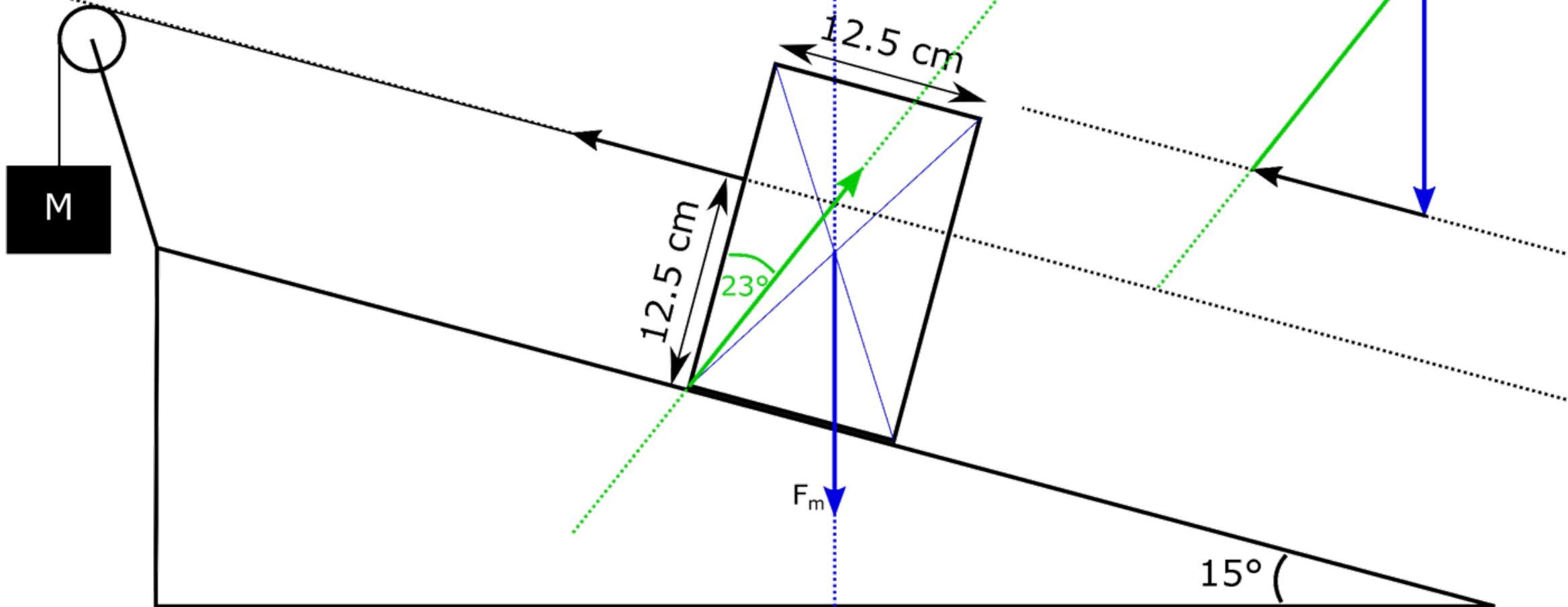
- Je bindt een boek vast aan een touw die ook vast zit aan een katrol met ~~een~~ aan de andere kant een gewicht van een vaste grootte. Het gehele systeem zit vast aan een verstelbare tafelblad. (Zie systeem volgende opdracht voor meer duidelijkheid)
- De volgende stap: Je verstelt de tafel zo dat het boek begint te verschuiven. Hier meet je de hoek van de tafel. Er ~~is~~ zit nog geen gewicht aan het katrol.
- Daarna zet je de tafel recht en verhoog je de massa van het katrol in kleine hoeveelheden. Totdat het begint te verschuiven. Noteer het gewicht. Dit is de grenswaarde W (wrijvingskracht). Met deze grenswaarde en de formule $W \leq F_0 \cdot N$ kan je de normaalkracht bepalen.
- Met de hoek van de tafel en de normaalkracht kan je met trigonometrie de zwaarte kracht bepalen en dus de massa van het boek.

Opgave 3a Schuift het pakje? (zonder M)



$$\Psi_0 = \tan^{-1}(0.55) = 28.8^\circ$$

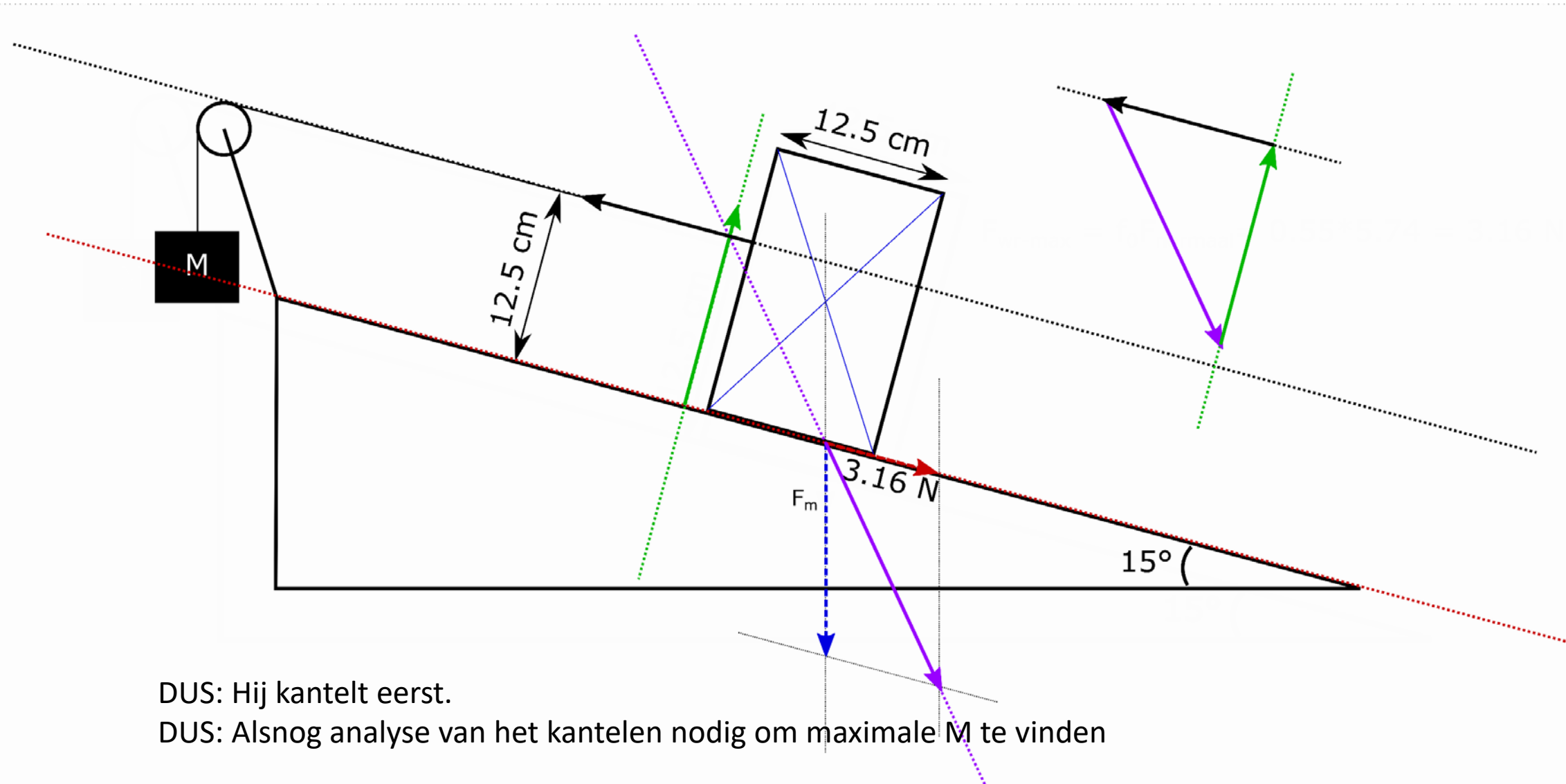
Opgave 3b Uitgangspunt: Pakje kantelt eerst



$23^\circ < \Psi_0$ dus het gaat NIET schuiven

Benadruk: Groen is de hele reactiekracht! Dus normaalkracht en wrijvingskracht samen.

Opgave 3b Uitgangspunt: Pakje schuift eerst



4 Actieradius van een Tesla



3.0 points • 2 questions

a Een Tesla model S P85 rijdt op de snelweg 130 km/h . Rolweerstandscoefficiënt van de wielen is 0.01 en een gewicht van 2170 kg . Verder is het frontale oppervlakte 2.34 m^2 en de luchtweerstandscoefficiënt 0.24 de luchtdichtheid is 1.3 kg/m^3 . Bepaal de totale weerstand die de Tesla ondervind op de snelweg.



· 2.0 points

+0.8



Een correcte berekening van de rolweerstand: $F_r = m g f_r = 2170 \cdot 9.81 \cdot 0.01 \approx 212.9\text{ N}$

+0.8



Een correcte berekening van de luchtweerstand: $F_d = \frac{1}{2} A \rho c_v v^2 = 0.5 \cdot 2.34 \cdot 1.3 \cdot 0.24 \cdot 36.11^2 \approx 475.99\text{ N}$

+0.4



Een correcte conclusie, de weerstand is $F_{tot} = F_r + F_d = 212.9 + 475.99 = 688.86\text{ N}$

Let wel op dat je door-rekenfouten niet dubbel fout rekent. Controleer dan het eindantwoord met de getallen die de student zelf heeft bepaald. Doe dat ook voor de criteria van vraag 4b.

b De accu van de Tesla is 85 kWh , verder is bekend dat in de aandrijving 30% van de energie verloren gaat. Bepaal de actieradius van de Tesla op de snelweg.

Je kunt gebruik maken van de formule $P = Fv$, waarbij P het vermogen is, v de snelheid en F de kracht in de zelfde oriëntatie als de snelheid.

· 1.0 point

+0.2

Voor het bepalen van het correcte mechanische vermogen: $P_m = Fv = 688.86 \cdot 36.11 = 24.87\text{ kW}$

+0.4

Voor het bepalen van het benodigde elektrische vermogen: $P_e = \frac{P_m}{\eta} = \frac{24.87}{1-0.3} = 35.34\text{ kW}$

+0.2

Voor het bepalen van de tijd voordat de accu leeg is: $t = \frac{E}{P_e} = \frac{85}{35.34} = 2.39\text{ h}$

+0.2

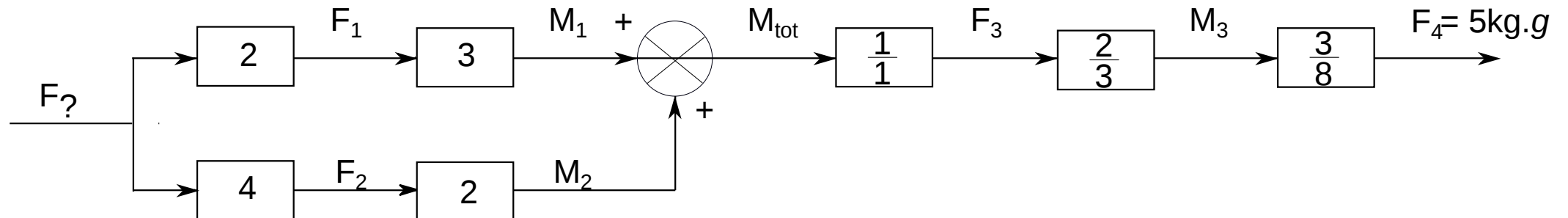
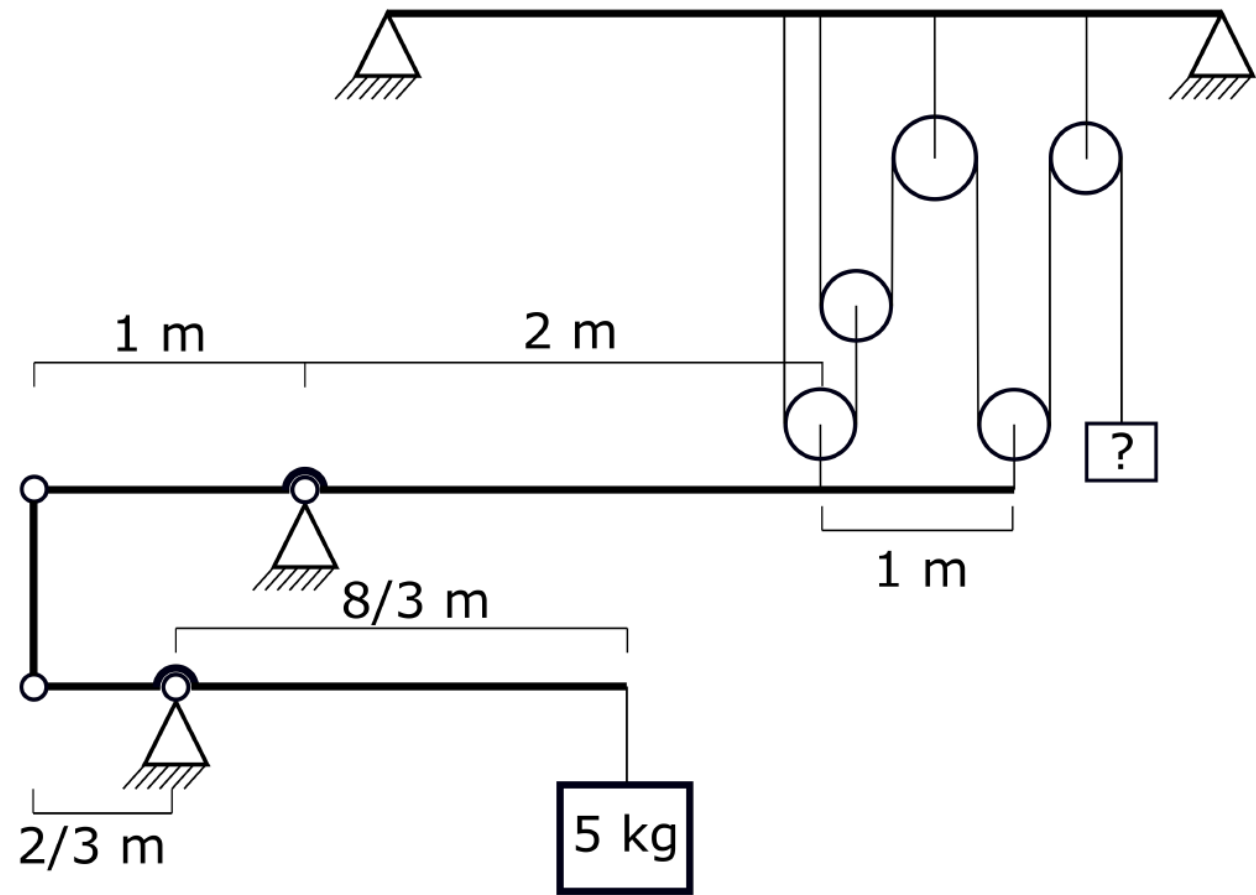
De actieradius is correct bepaald: $s = v \cdot t = 130 \cdot 2.39 = 311\text{ km}$



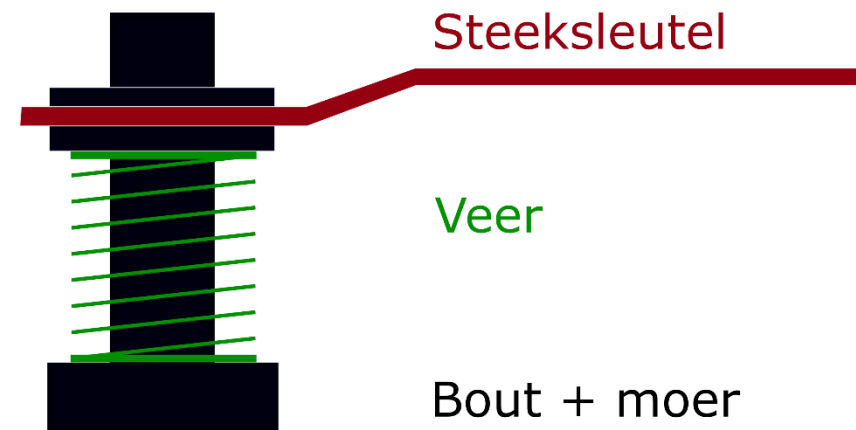
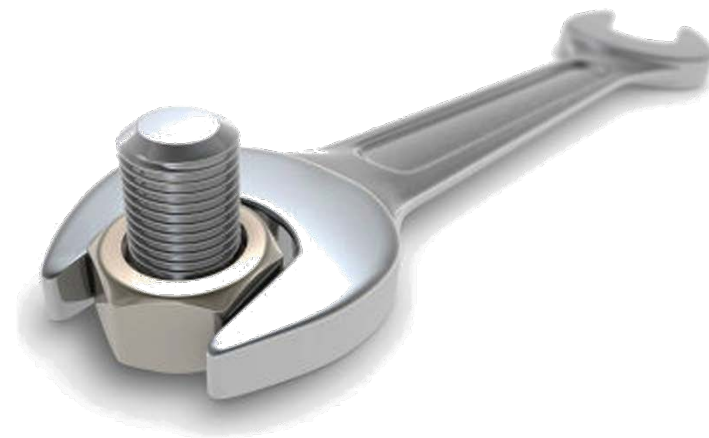
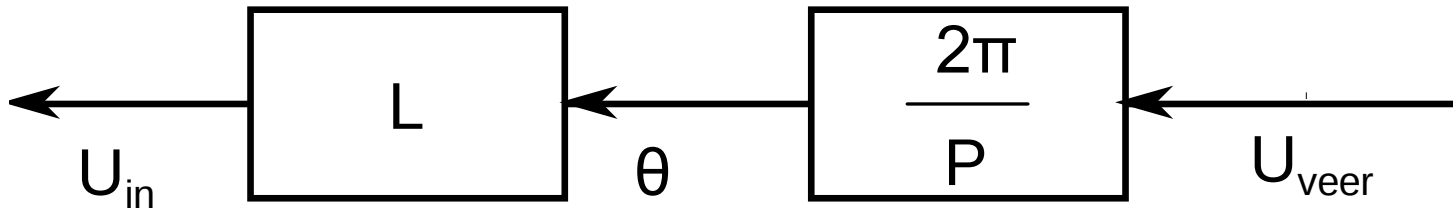
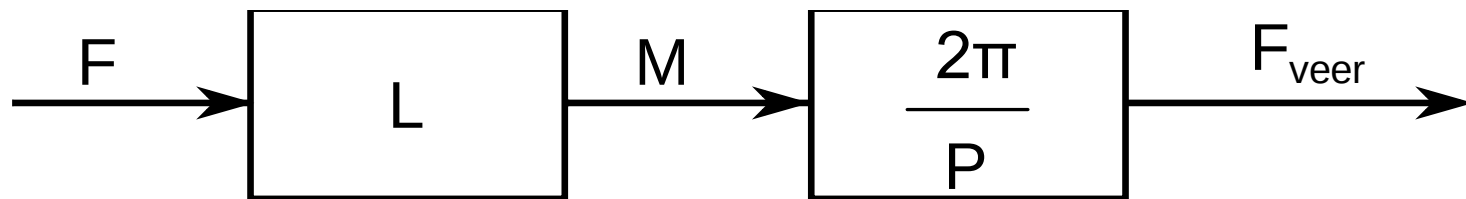
Feedback

Individuele opgave 5

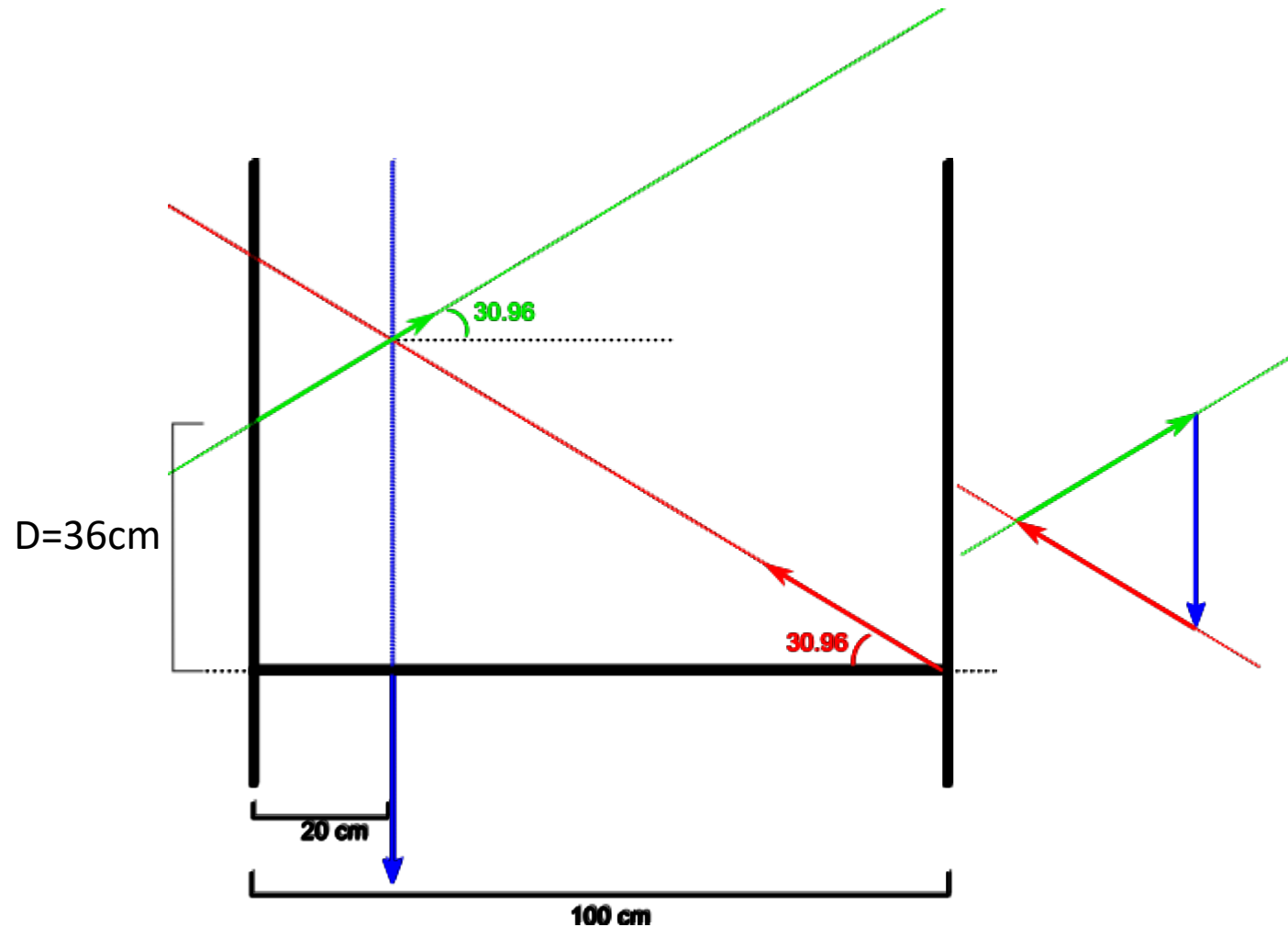
Opgave 1 Katroller



Opgave 2 Bout met steeksleutel



Opgave 3 Zelfremmend mekanisme

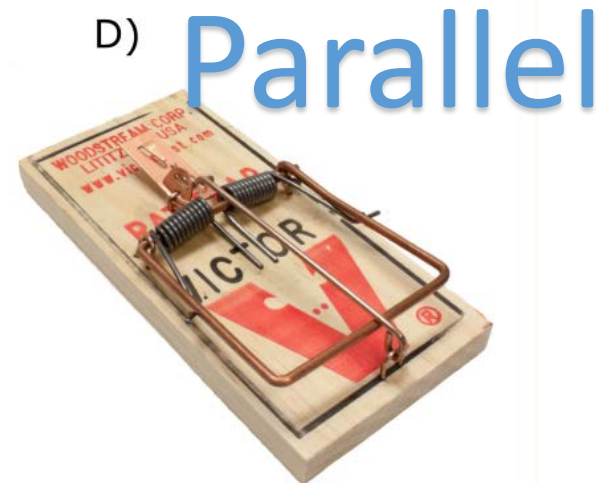
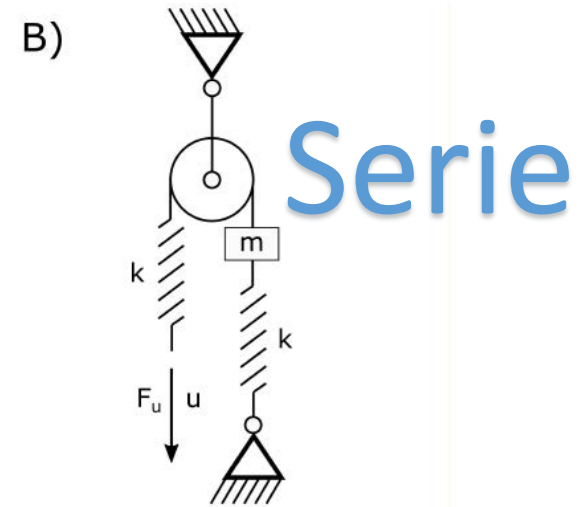
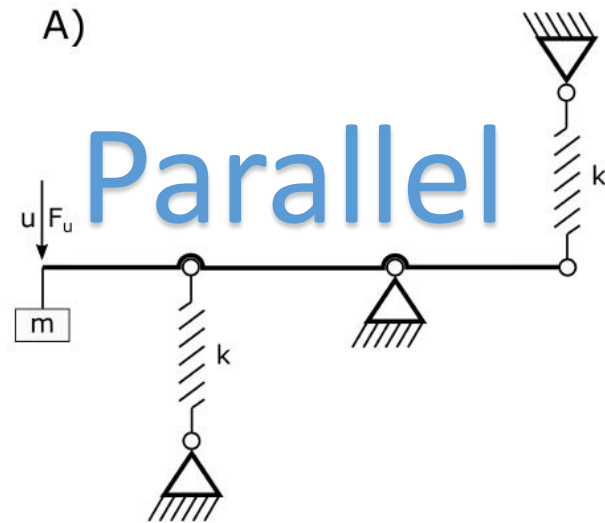


$$f_0 = 0.6$$
$$\Psi_0 = \arctan(f_0) = 30.96^\circ$$

Feedback

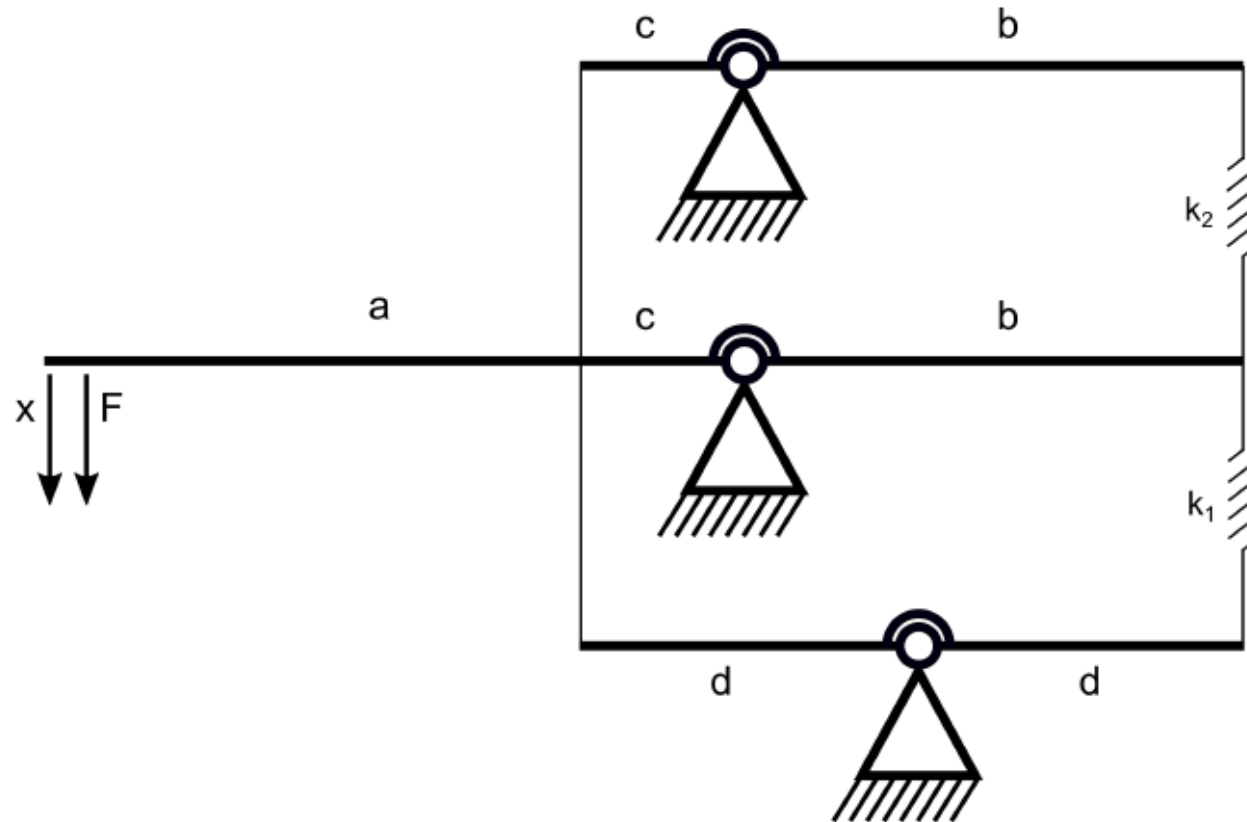
Individuele opgave 6

Opgave 1 Veren: parallel of serie?



Opgave 2 Blokschema met terugkoppeling

Bekijk het systeem
hiernaast.

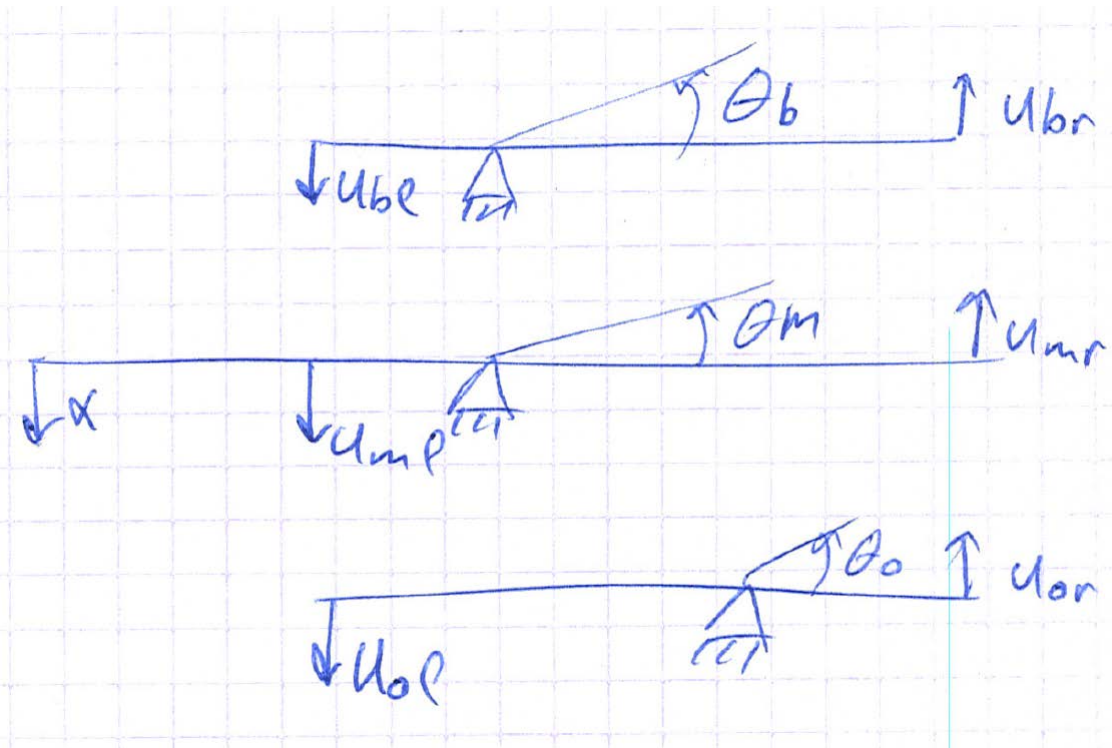


Het stangenmechanisme

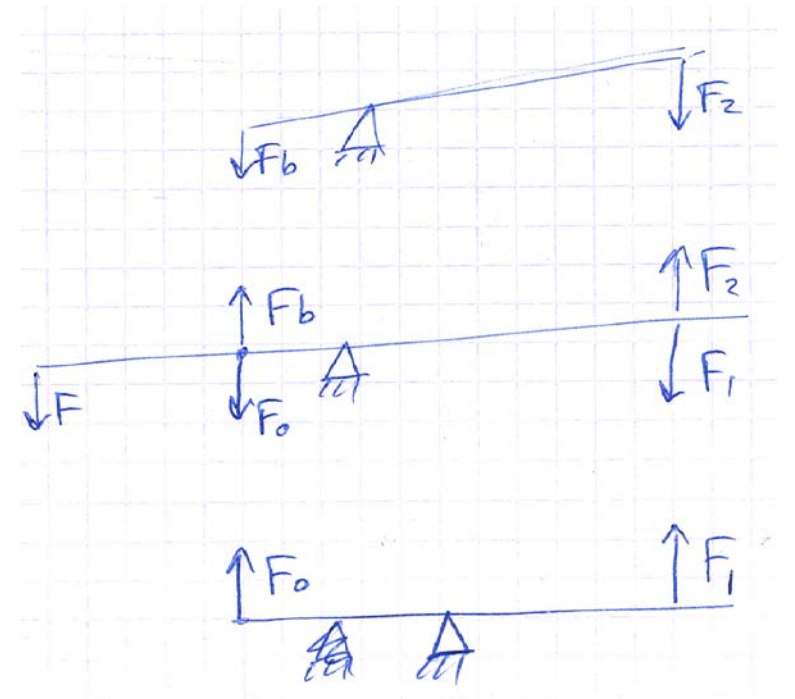
- 2 Maak een vierpolig blokschema die dit systeem beschrijft. Geef zelf in de afbeelding duidelijk aan in welke richtingen de krachten en verplaatsingen positief zijn. Zorg dat in het blokschema de bewegingsketen boven staat en de krachtketen onder.

Opgave 2 Blokschema met terugkoppeling - uitwerking

tekenafspraken beweging



tekenafspraken krachten





Opgave 2 Blokschema met terugkoppeling - uitwerking

Formules beweging

$$\theta_b = \frac{u_{bl}}{c} = \frac{u_{br}}{b}$$

$$\theta_m = \frac{x}{a+c} = \frac{u_{ml}}{c} = \frac{u_{mr}}{b}$$

$$\theta_o = \frac{u_{ol}}{d} = \frac{u_{or}}{d}$$

Formules krachten (statica)

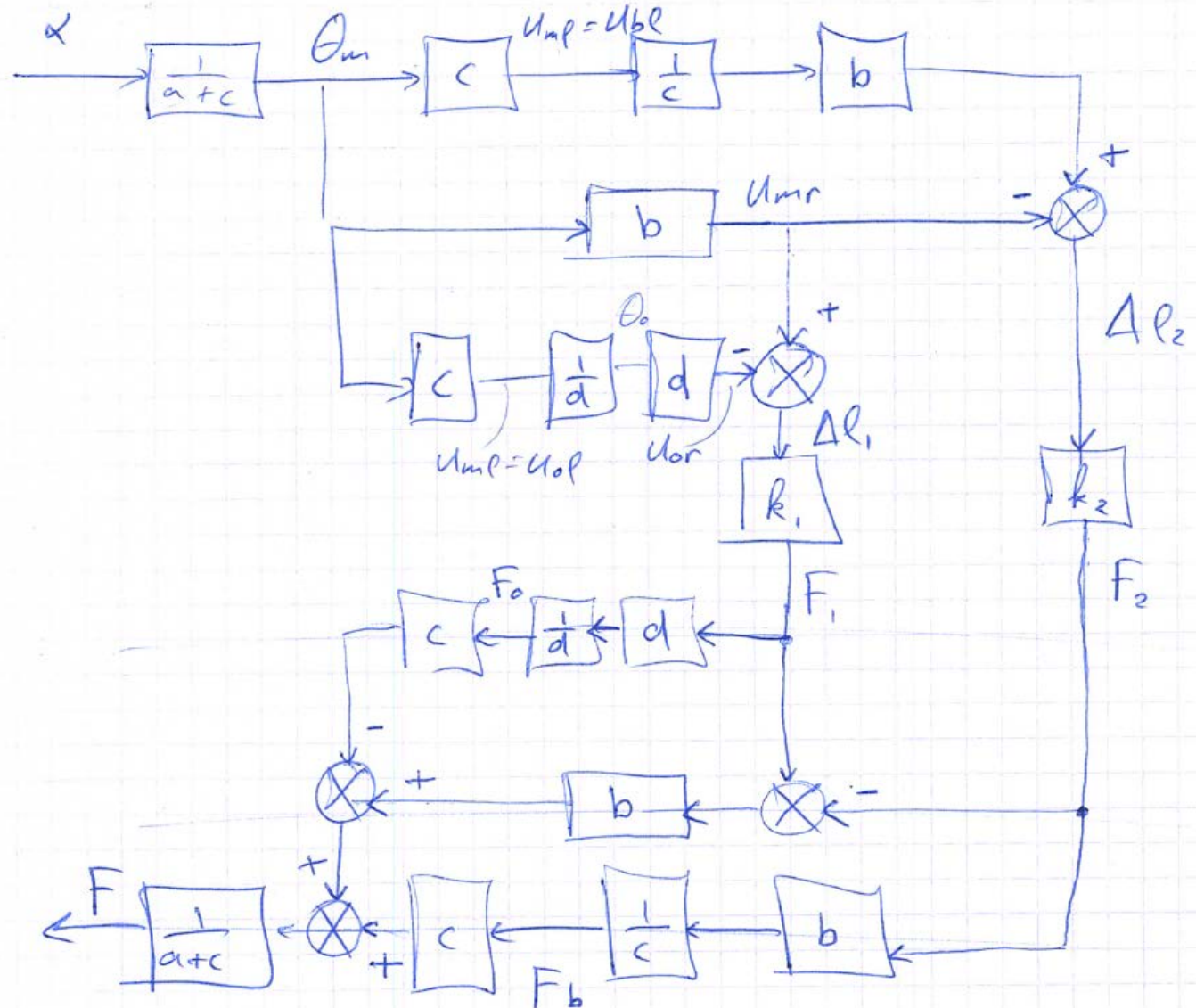
Statica:

$$F_b \cdot c = F_2 \cdot b$$

$$F(a+c) + F_0 \cdot c + F_2 \cdot b - F_b \cdot c - F_1 \cdot b = 0$$

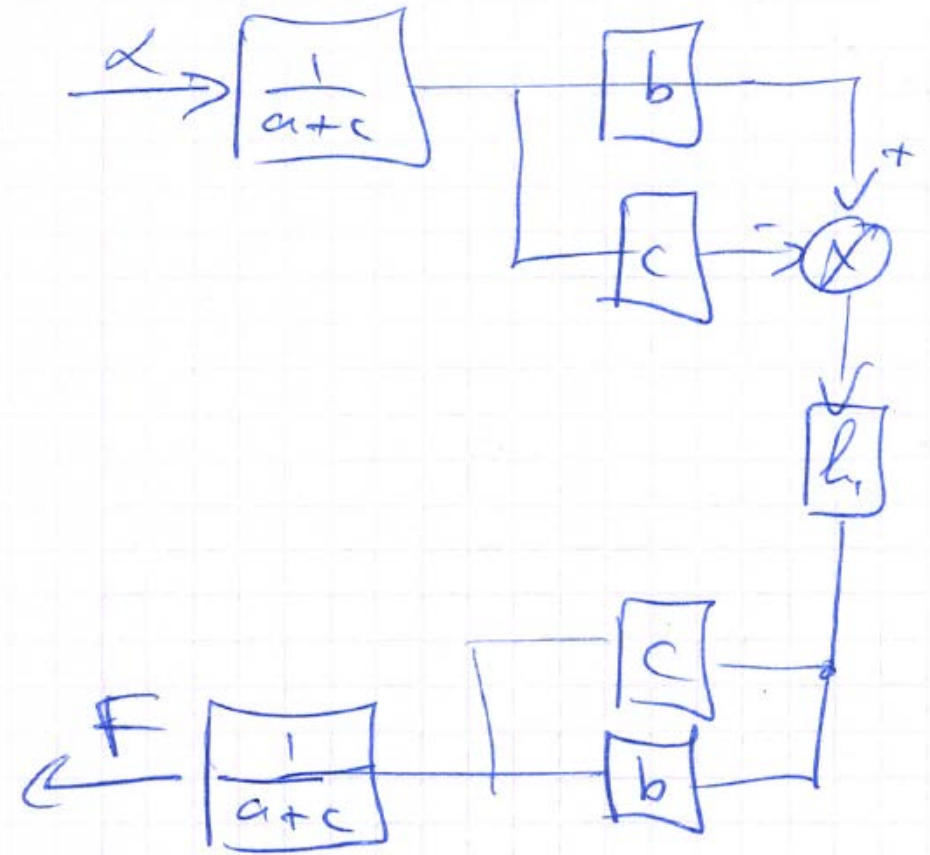
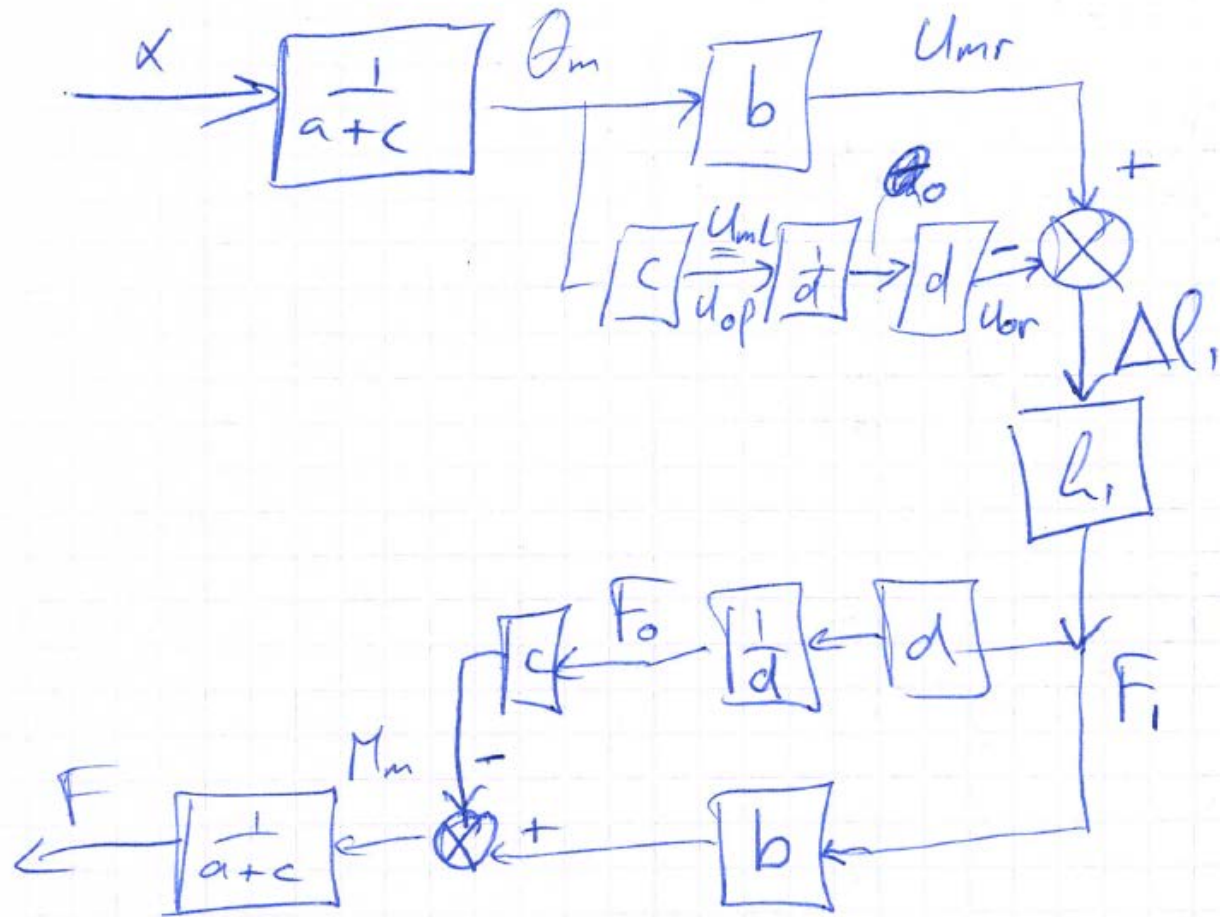
$$F_0 \cdot d = F_1 \cdot d$$

Opgave 2 Blokschema met terugkoppeling - uitwerking

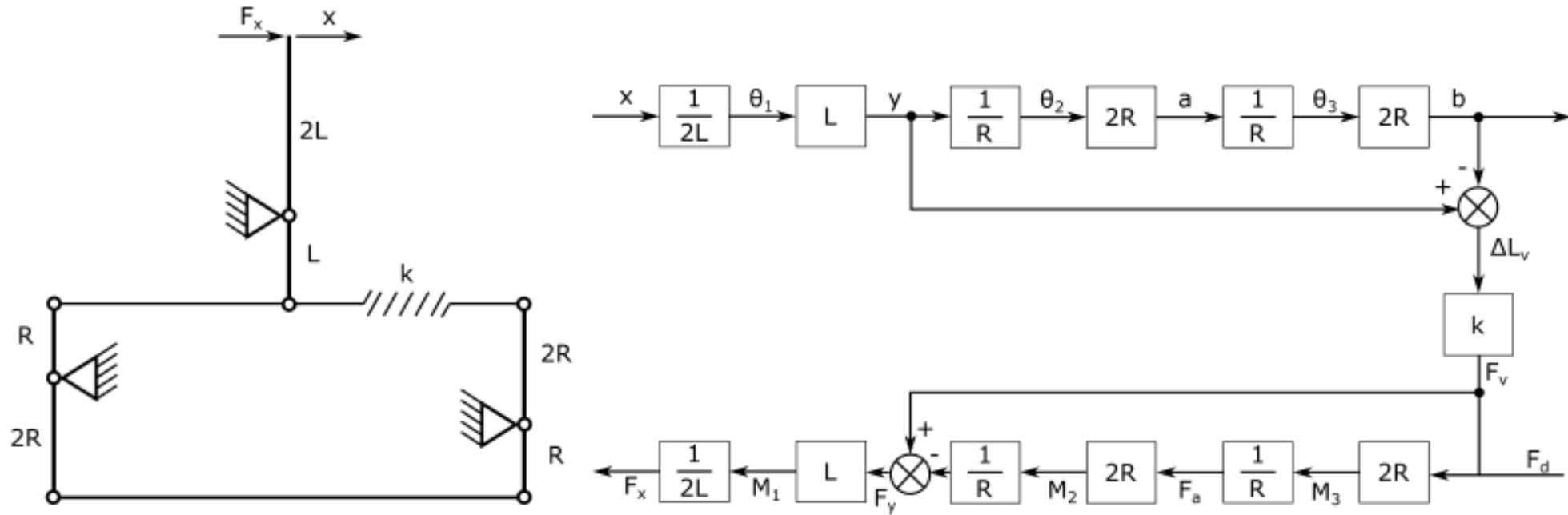




Opgave 2 Blokschema met terugkoppeling - uitwerking



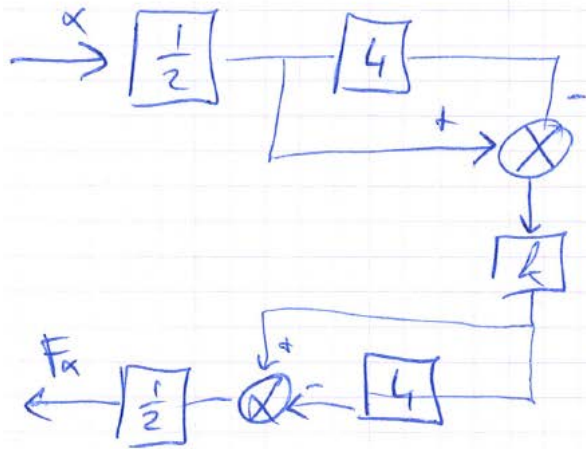
Opgave 3 Overdrachtsfunctie



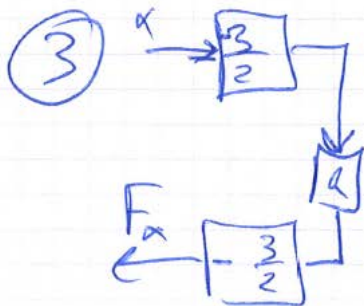
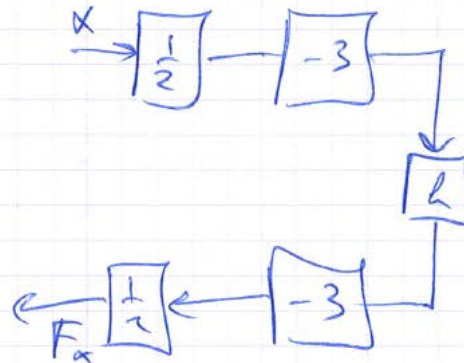
- 3 Hierboven staat een mechanisme met veer en een bijbehorend blokschema weergegeven. Bepaal de vervangende veerstijfheid van het systeem, dit is $\frac{F_x}{x} = k_{\text{vervangend}}$.

Opgave 3 Overdrachtsfunctie - uitwerking

versimpeling ①



②



$$\begin{aligned}\frac{F_x}{x} &= -\frac{3}{2} \cdot k \cdot -\frac{3}{2} \\ &= \left(-\frac{3}{2}\right)^2 k = 2.25k\end{aligned}$$