

Naam:

Studienummer:

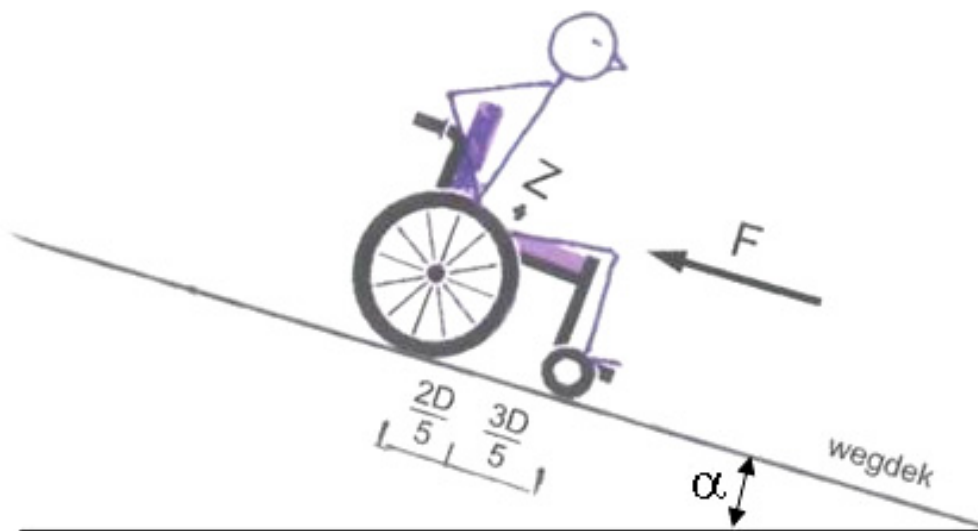
## Tentamen Evolving Design, Wb-3110 Dinsdag 24 augustus 2010, 9:00-12:00

### Instructies

- Dit is een openboek tentamen waarbij je gebruik mag maken van de tijdens het college aangereikte overheadsheets en andere documenten. Je mag ook gebruik maken van boeken, dictaten, sheets en aantekeningen van andere Bachelorsvakken. **Computers en mobiele telefoons zijn NIET toegestaan.**
- Deze tentamenformulieren bevatten 4 vraagstukken met deelvragen die moeten worden beantwoord in de daarvoor aangegeven antwoordvakken. Schrijf je antwoord in deze vakken, niet daarbuiten. Engelstalige vragen mag je in het Nederlands beantwoorden. Onleesbaar handschrift wordt niet nagekeken.
- Als je klaar bent lever je alleen deze tentamenformulieren in met je antwoorden in de vakken. Je kunt kladpapier gebruiken bij de uitwerking van de vragen en de berekening van de antwoorden. Dat kladpapier lever je niet in; bij het nakijken zal er niet naar worden gekeken.
- Vergeet niet **ALLE** tentamenformulieren in te leveren en bovenaan **ELK** tentamenformulier je **naam en studienummer** te zetten! Tentamenformulieren zonder naam en studienummer worden niet nagekeken.

### Tentamenvraagstuk A

Een rolstoelrijder bevindt zich in de getekende situatie, zie figuur. Zijn zwaartepunt  $Z$  ligt op een, loodrecht op het wegdek gemeten, afstand  $D$  boven het wegdek, en op een afstand van  $2D/5$  en  $3D/5$  vanaf respectievelijk de achterwielas en de voorwielas, gemeten langs het wegdek. De massa van de berijder bedraagt  $m$ ; de massa van de rolstoel mag worden verwaarloosd. De combinatie rolstoel + berijder beweegt met een snelheid  $v$  de helling af. De totale rijweerstandskracht  $F$ , waarin opgenomen de rol- en luchtweerstand, werkt op de berijder en grijpt aan in  $Z$ . De hand van de berijder oefent een kracht  $F_h$  evenwijdig aan het wegdek uit op het achterwiel dat een diameter  $D$  heeft.



A1 (weefactor 3)

Hoe groot is  $F_h$ , uitgedrukt in één of meer van de gegeven grootheden?

$F_h =$

Antwoord A1

A2 (weefactor 2)

Hoe groot zijn de normaalkrachten tussen de voorwielen en het wegdek ( $N_v$ ) en tussen de achterwielen en het wegdek ( $N_a$ )?

$N_v =$

$N_a =$

Antwoord A2

A3 (weefactor 2)

Met welke kracht  $F_a$  wordt de achteras belast?

$F_a =$

Antwoord A3

A4 (weefactor 3)

Bij welke hellingshoek verandert de kracht die de hand van de berijder uitoefent op het achterwiel van richting?

$\alpha =$

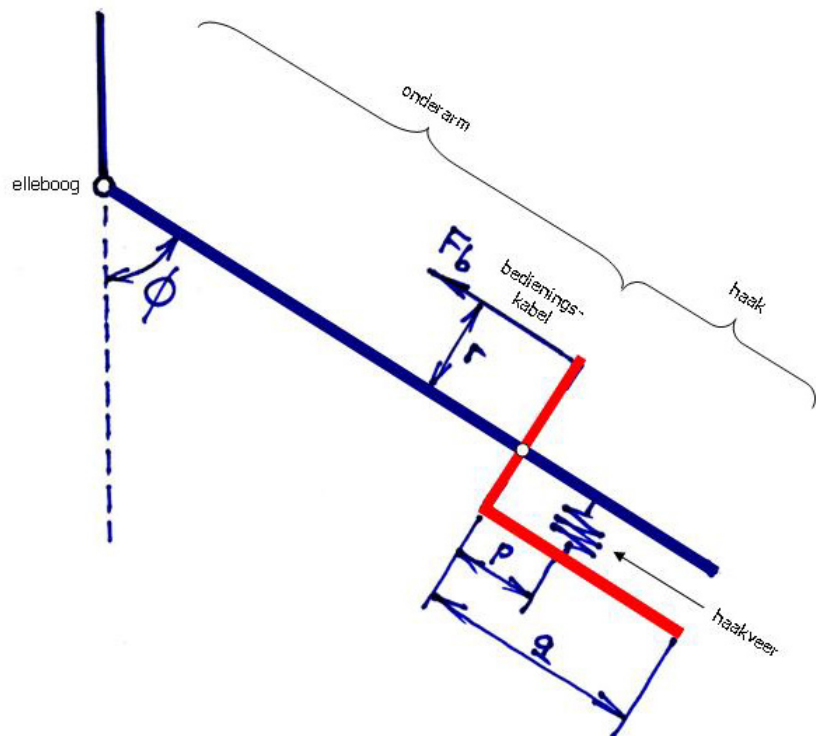
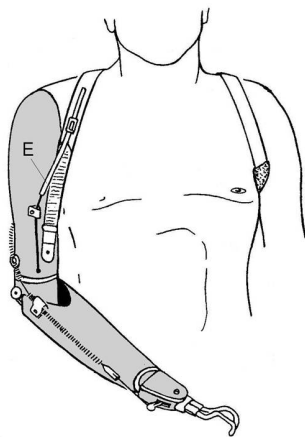
Antwoord A4

Naam:

Studienummer:

### Tentamenvraagstuk B

De figuur linksonder toont een armprothese voor iemand met een bovenarmdefect. Enkele onderdelen en afmetingen zijn in de gestileerde figuur rechtsonder weergegeven. De massa van de onderarm en haak samen is 0.75 kg en het zwaartepunt van het geheel ligt langs de onderarm op 300 mm vanaf de elleboog. Zowel de haakprothese als de elleboogprothese worden bediend door dezelfde beweging van de schouderbandage. Door een combinatie van verschillende schouder- en bovenarmbewegingen wordt aan de bedieningskabel getrokken. Wanneer de elleboog vergrendeld is, sluit daardoor de haakprothese. Wanneer de elleboog ontgrendeld is, wordt de ellebooghoek versteld en blijft de haak open. Dit kan alleen wanneer de voorspanning van de haakveer voldoende groot is.



B1 (weegfactor 2)

Bepaal het zwaartekrachtsmoment van onderarm en haak samen rond de elleboog als functie van de ellebooghoek  $\phi$ . Bij  $\phi = 0^\circ$  is de arm gestrekt.

$$M(\phi) =$$

Antwoord B1

B2 (weegfactor 2)

Bepaal de benodigde kracht  $F_b$  in de bedieningskabel bij de ellebooghoek  $\phi$  waarbij het zwaartekrachtsmoment rondom de elleboog het grootst is.

$$F_b =$$

Antwoord B2

B3 (weefactor 3)

Welke veervoorspanning  $F_0$  van de haakveer is minimaal vereist om ervoor te zorgen dat bij een ontgrendelde elleboog de haak open blijft?

$F_0 =$

Antwoord B3

B4 (weefactor 3)

Wat is de relatie tussen de knijpkracht  $F_k$  tussen de haakvingers en de bedieningskracht  $F_b$ ?

$F_k =$

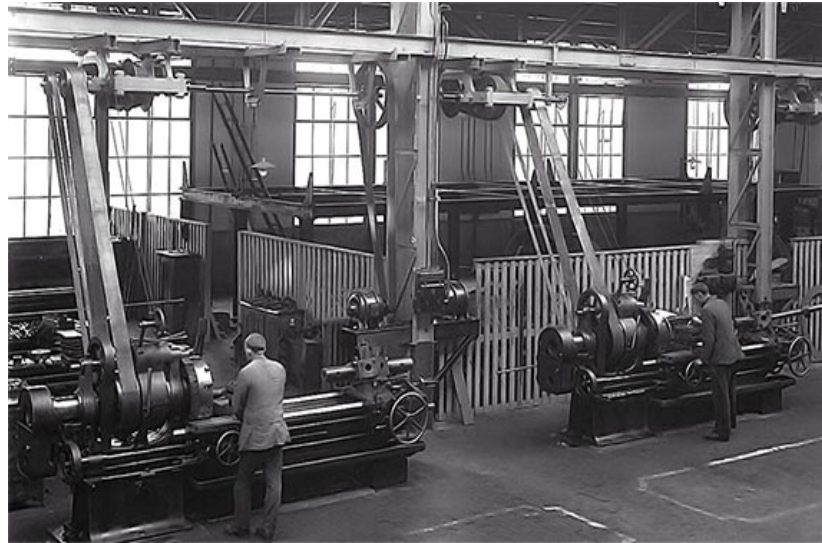
Antwoord B4

Naam:

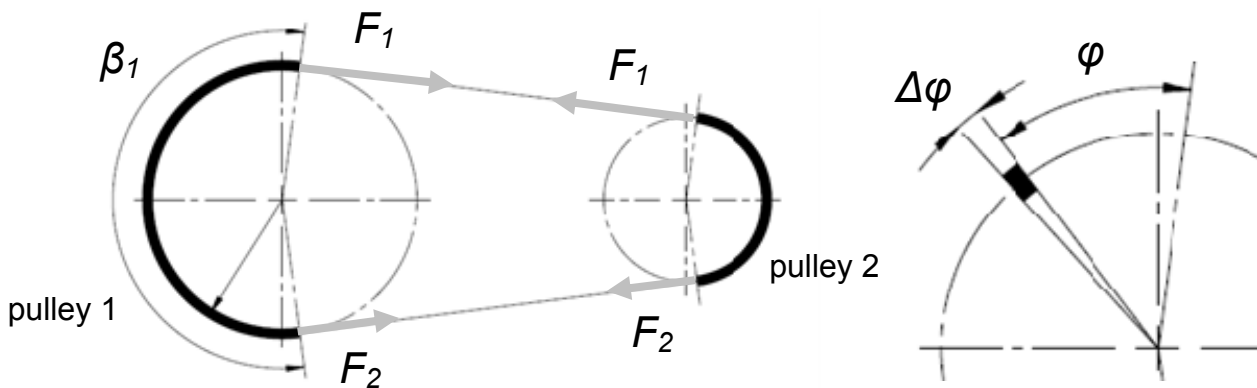
Studienummer:

**Tentamenvraagstuk C**

In good old days, machine shops had a central power source and the mechanical power was distributed through shafts mounted under the ceiling which drove machine tools with belts and pulleys. Initially, the power source was a water wheel or moving animal, which was rapidly replaced by steam engines throughout the industrial revolution and finally by electric motors in the late 19<sup>th</sup> century.



Let's consider two pulleys connected by a flat, thin belt to transmit mechanical power as displayed in the figure at the bottom left. The system is at a steady state and the belt is sufficiently pre-tensioned so that no slip occurs between the belt and the pulleys. The static friction coefficient between the belt and the surface of the pulleys is given by  $\mu$ . A torque is applied to pulley 1 and transmitted by the belt drive to pulley 2. The force in the upper part of the belt is given by  $F_1$  and the force in the lower part of the belt is given by  $F_2$ . The belt is wound around pulley 1 over an angle  $\beta_1$ . Pulley 1 rotates with a speed  $\omega$ .



**C1 (weegfactor 2)**

Let's consider the case in which the torque on pulley 1 has reached the maximum transmittable value (the exact moment when the belt starts slipping). Consider an infinitely small element of the belt around pulley 1 at angle  $\varphi$  as displayed in the figure above right. Derive an equilibrium equation concerning a small increment in the belt tension  $\Delta F$  at an angle increment  $\Delta\varphi$ . Please include a drawing with the acting forces on the infinitely small element.

$$\Delta F =$$

Antwoord C1

C2 (weefactor 2)

Integrate the found equation of question C1 from 0 to  $\beta_1$  and obtain the relationship between  $F_1$  and  $F_2$ .

Antwoord C2

C3 (weefactor 2)

The owner of the workshop wanted to increase productivity and so he bought a new steam engine which ran at double speed  $2\omega$  with the same torques. On the first day when he started the engine, however, he was disappointed because some belts started to slip and could not drive the machine tools anymore. Explain why the slipping happened.

Antwoord C3

C4 (weefactor 2)

Derive a new equation about pulley 1 (its radius is  $r$ ) considering the effect explained in question C3. Assume that the belt is homogenous with cross section  $A$  and density  $\rho$ .

Antwoord C4

C5 (weefactor 2)

List up three methods to stop the slipping in the new situation.

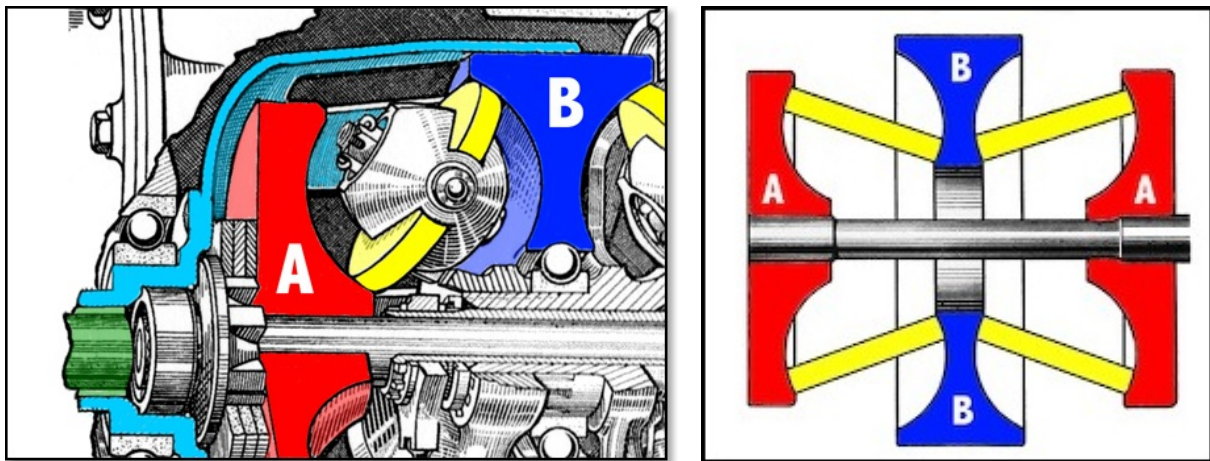
Antwoord C5

Naam:

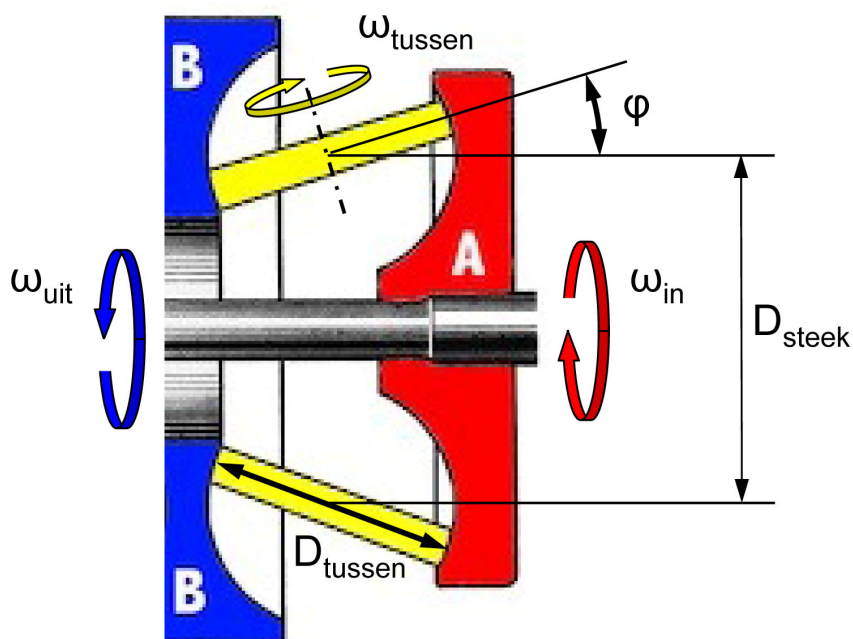
Studienummer:

**Tentamenvraagstuk D**

In de figuren hieronder is een “Hayes toroid” continu variabele transmissie (CVT) getekend. De Hayes toroid CVT bestaat uit twee rode schijven (A) die aan een ingaande as zijn verbonden en een blauwe schijf (B) die aan een uitgaande as is verbonden. Tussen de rode en blauwe schijven bevindt zich een aantal gele tussenschijven die draaibaar aan een as zijn verbonden. De hoek van deze as kan worden ingesteld en daarmee het raakpunt tussen de gele schijf en de blauwe en rode schijven. Door de hoek te veranderen kan de verhouding tussen de hoeksnelheden van de blauwe en rode schijven traploos worden gevarieerd.



De hoeksnelheid van de ingaande as met de rode schijven is gelijk aan  $\omega_{in}$ . De hoeksnelheid van de uitgaande as met de blauwe schijf is gelijk aan  $\omega_{uit}$ . De hoeksnelheid van de gele tussenschijven is gelijk aan  $\omega_{tussen}$ . De diameter van de tussenschijven is  $D_{tussen}$  en hun middelpunten bevinden zich op een steekcirkel met diameter  $D_{steek}$ . De hoek die hun draaivlak met de centrale hartlijn van de Hayes toroid CVT maakt is gelijk aan  $\varphi$ .



D1 (weegfactor 2,5)

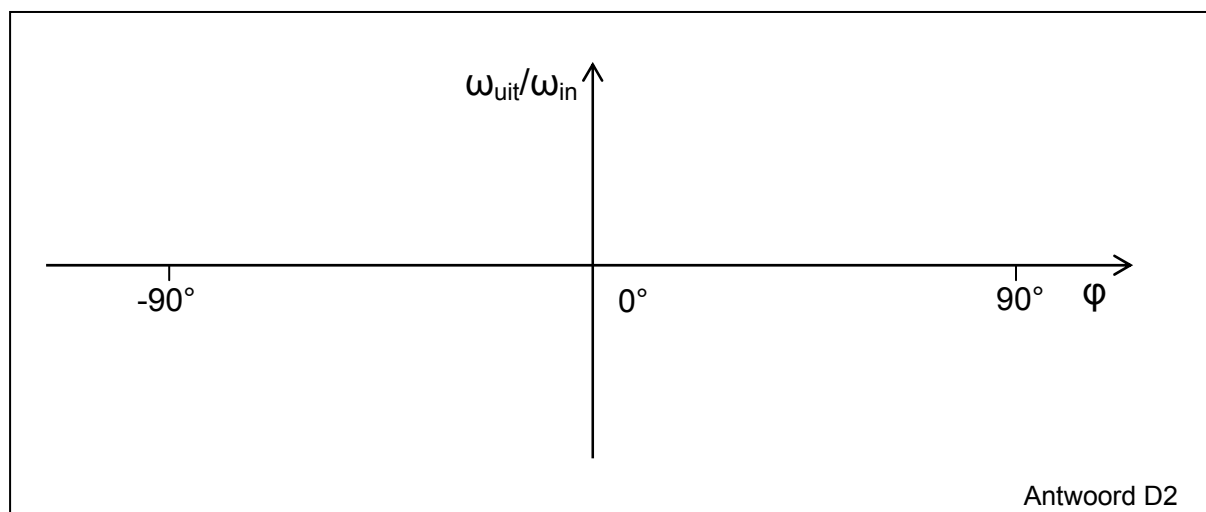
Geef het verband tussen  $\omega_{uit}$  en  $\omega_{in}$  als functie van  $\varphi$  en (indien nodig)  $D_{tussen}$  en  $D_{steek}$ .

$$\omega_{uit} / \omega_{in} =$$

Antwoord D1

D2 (weegfactor 2,5)

Stel dat  $D_{steek} = 2 \cdot D_{tussen}$ . Teken in een grafiek het verband tussen  $\omega_{uit} / \omega_{in}$  als functie van  $\varphi$ , als  $\varphi$  varieert tussen  $-90^\circ$  en  $90^\circ$ .



Antwoord D2

D3 (weegfactor 2,5)

Is het mogelijk om met de Hayes toroid CVT de uitgaande as te laten stilstaan bij een constante hoeksnelheid van de ingaande as? Zo ja, bij welke stand van de gele schijf treedt dan stilstand van de uitgaande as op?

Antwoord D3

D4 (weegfactor 2,5)

Het bedrijf dat de CVT heeft ontworpen wil met een paar kleine aanpassingen de Hayes toroid CVT geschikt maken om een 2x zo hoog vermogen door te voeren. De buitenmaten van de Hayes toroid CVT moeten echter hetzelfde blijven. Noem een methode waarop dit kan worden verwezenlijkt en leg duidelijk uit waarom het zo kan.

Antwoord D4