

Naam:

Studienummer:

Tentamen Evolving Design, Wb-3110

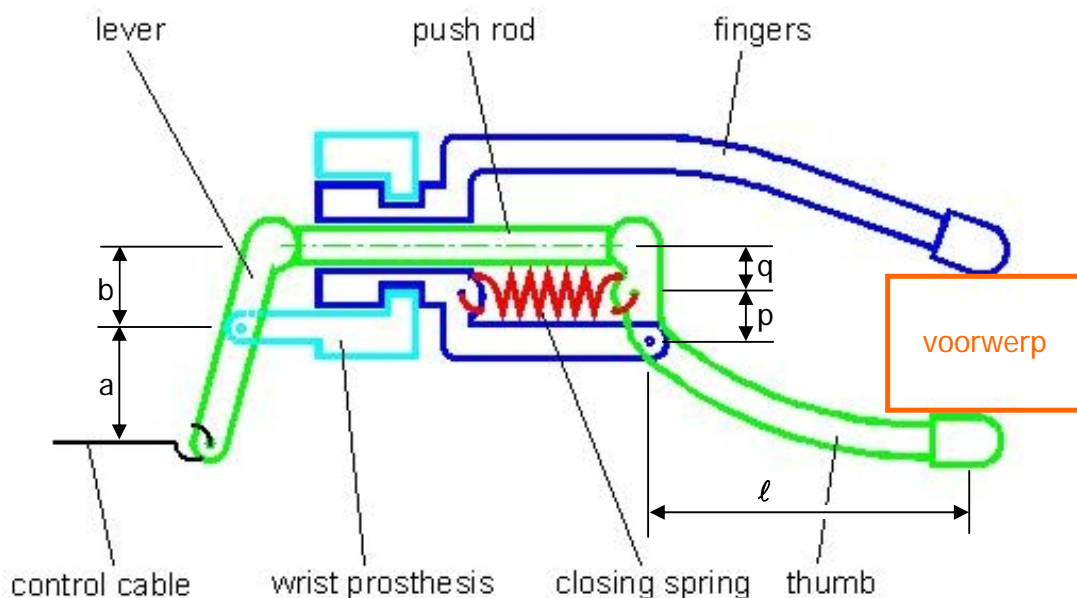
Vrijdag 26 juni 2009, 14:00-17:00

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 actief openende handprothese is schematisch weergegeven in onderstaande figuur. Een actief openende handprothese opent wanneer aan de bedieningskabel ("control cable") wordt getrokken. Een ingebouwde veer ("closing spring"), stijfheid c en veervoorspanning F_0 , zorgt ervoor dat de hand sluit zodra de bedieningskabel wordt gevierd. De veer levert ook de knijpkracht om een voorwerp vast te kunnen houden.



A1 (weegfactor 2)

Bepaal de relatie tussen de kracht op het voorwerp F_v en de bedieningskracht F_b op de bedieningskabel.

$$F_v = \frac{-F_b \cdot \frac{a}{b} \cdot (p+q) + F_{veer} \cdot p}{\ell} ; \text{ ook goed: } F_b = \frac{-F_v \cdot \ell + F_{veer} \cdot p}{p+q} \cdot \frac{b}{a}$$

Antwoord A1

A2 (weegfactor 4)

Beschouw de situatie waarin de kracht op het voorwerp $F_v = 0$. Welk draaipunt, die tussen de bedieningshefboom ("lever") en het lichtblauwe frame, of die tussen de duim ("thumb") en het donkerblauwe frame wordt in deze situatie het zwaarst belast? Neem (alleen voor deze deelvraag!) aan dat $a = b$ en $p = q$.

Draaipunt tussen bedieningshefboom en lichtblauwe frame is zwaarst belast

Antwoord A2

A3 (weegfactor 4)

Stel dat alle onderdelen van de handprothese oneindig stijf zijn en dat het voorwerp een stijfheid c_v heeft. Bij het vergroten van de bedieningskracht F_b (vanaf nul) wordt in eerste instantie de voorspanning van de veer overwonnen. Daarvoor is een zekere verplaatsing u_1 van de bedieningskabel nodig. De grootte van deze verplaatsing hangt af van de voorwerpstijfheid c_v .

Stel nu dat het deel van de duim rechts van het draaipunt niet oneindig stijf meer is en dat dit deel een stijfheid c_d heeft (de andere handprothese onderdelen blijven wel oneindig stijf en de stijfheid van het voorwerp blijft c_v). In deze situatie is er een verplaatsing u_2 van de bedieningskabel nodig om de voorspanning van de veer te overwinnen. Hoe groot moet nu c_d zijn opdat u_2 niet meer dan 15% groter is dan u_1 ?

$$c_d \geq 6 \frac{2}{3} \cdot c_v$$

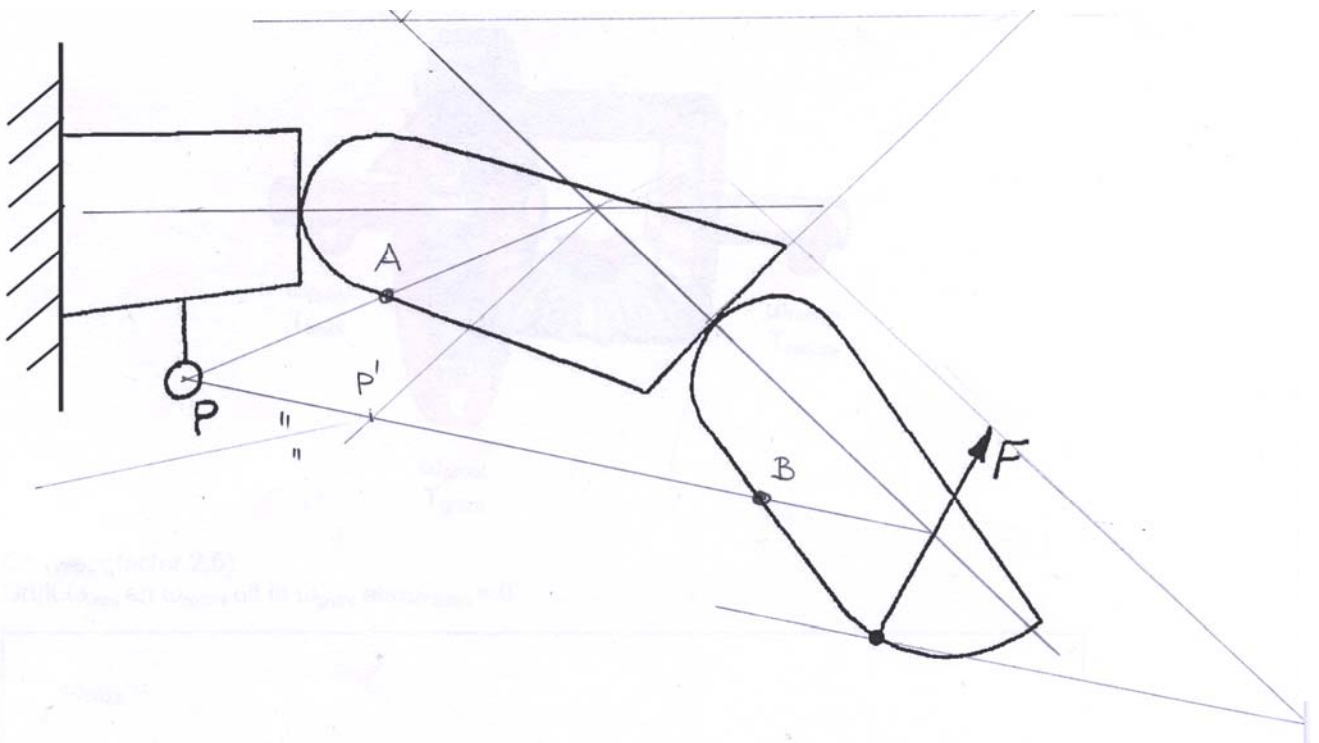
Antwoord A3

Naam:

Studienummer:

Tentamenvraagstuk B

Een revalidatietechnicus wil een prothesevinger ontwerpen die bestaat uit slechts twee onderdelen die elk door een touwtje worden aangedreven. De onderdelen rollen op elkaar af zodat er geen aparte lagers nodig zijn. Om het wegglijden of slippen van de onderdelen ten opzichte van elkaar te voorkomen, wil de ontwerper ervoor zorgen dat de contactkrachten tussen de onderdelen *loodrecht* op de contactvlakken staan door een slimme keuze van de aanhechtingspunten van de touwtjes op de onderdelen. De figuur toont schematisch de opzet: een frame, een eerste kootje en een tweede kootje. Aan het frame zit een oog P verbonden waar de aandrijftouwtjes doorheen worden geleid. De ontwerper wil vanuit het oog één touwtje langs een rechte baan naar het eerste kootje laten lopen, en één touwtje langs een rechte baan naar het tweede kootje laten lopen. De uitwendige kracht F werkt zoals in de figuur aangegeven op het tweede kootje. De vinger wordt alleen in de getekende stand beschouwd. Verwaarloos alle massa's.



B1 (weegfactor 3)

Geef in de figuur aan waar elk van de twee touwtjes aan het bijbehorende kootje kan worden aangehecht om bij deze stand van de vinger en bij deze kracht F ervoor te zorgen dat de contactkrachten loodrecht op de contactvlakken staan. Noem het aanhechtingspunt op het eerste kootje A en die op het tweede kootje B.

B2 (weegfactor 4)

De ontwerper wil de kracht in het touwtje naar het eerste kootje F_A en de kracht in het touwtje naar het tweede kootje F_B even groot maken door een andere positie van het oog te kiezen. Om het zichzelf gemakkelijk te maken, laat de ontwerper de krachtenconfiguratie van het tweede kootje ongewijzigd en kiest hij dus de nieuwe positie P' van het oog op de lijn PB. Teken de nieuwe positie P' van het oog in de figuur.

B3 (weefactor 3)

Tot slot wil de ontwerper de oogconstructie weghalen en op de nieuwe positie P' waar het oog zat een knoop in de twee touwtjes leggen. Aan de knoop wordt dan een derde touwtje geknoopt waarmee de hele vinger wordt aangestuurd. Teken in de figuur een stuk van dit nieuwe touwtje in de juiste richting.

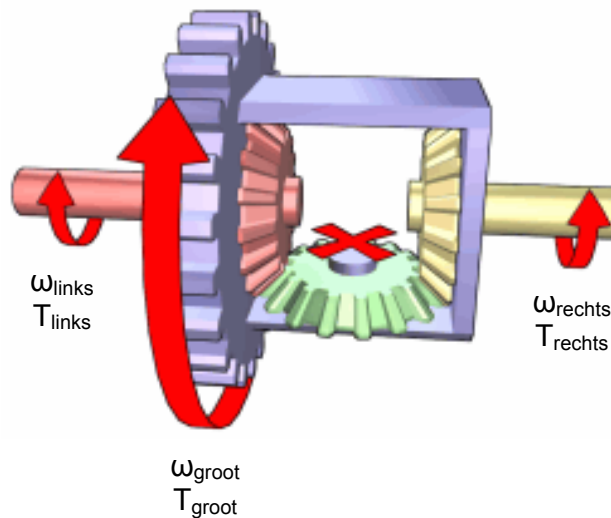
Naam:

Studienummer:

Tentamenvraagstuk C

Onderstaande figuur laat een differentieel zien zoals die in achterassen van auto's wordt toegepast. Het grote paarse tandwiel wordt door de cardanas (niet getoond) aangedreven en zit vast aan het paarse huis. De draaiende beweging van het paarse huis wordt via de drie "tussentandwielen" (rood, groen en geel) overgebracht naar de rode linkeras en de gele rechteras, waaraan respectievelijk het linkerachterwiel en het rechterachterwiel van de auto zijn verbonden (niet getoond).

De diameter van het grote paarse tandwiel is gelijk aan D_{groot} en de drie tussentandwielen hebben allemaal dezelfde diameter D_{tussen} . Op het grote paarse tandwiel staat een torque T_{groot} , op de rode linkeras een torque T_{links} , en op de gele rechteras een torque T_{rechts} . De hoeksnelheid van het grote paarse tandwiel is gelijk aan ω_{groot} , die van de linkeras is ω_{links} en die van de rechteras is ω_{rechts} . De hoeksnelheid van het groene tussentandwiel is ω_{tussen} . In de figuur is dit tandwiel aan het huis vastgezet, dus $\omega_{\text{tussen}} = 0$.



C1 (weegfactor 2,5)

Druk ω_{links} en ω_{rechts} uit in ω_{groot} als $\omega_{\text{tussen}} = 0$.

$$\omega_{\text{links}} = \omega_{\text{groot}}$$

$$\omega_{\text{rechts}} = \omega_{\text{groot}}$$

Antwoord C1

C2 (weegfactor 2,5)

Druk T_{links} en T_{rechts} uit in T_{groot} als de auto rijdt over een rechte weg en als het groene tandwiel is vastgezet aan het huis.

$$T_{\text{links}} = -\frac{1}{2} T_{\text{groot}}$$

$$T_{\text{rechts}} = -\frac{1}{2} T_{\text{groot}}$$

Antwoord C2

C3 (weegfactor 2,5)

Druk T_{links} en T_{rechts} uit in T_{groot} als de auto rijdt over een rechte weg en als het groene tandwiel vrij kan roteren.

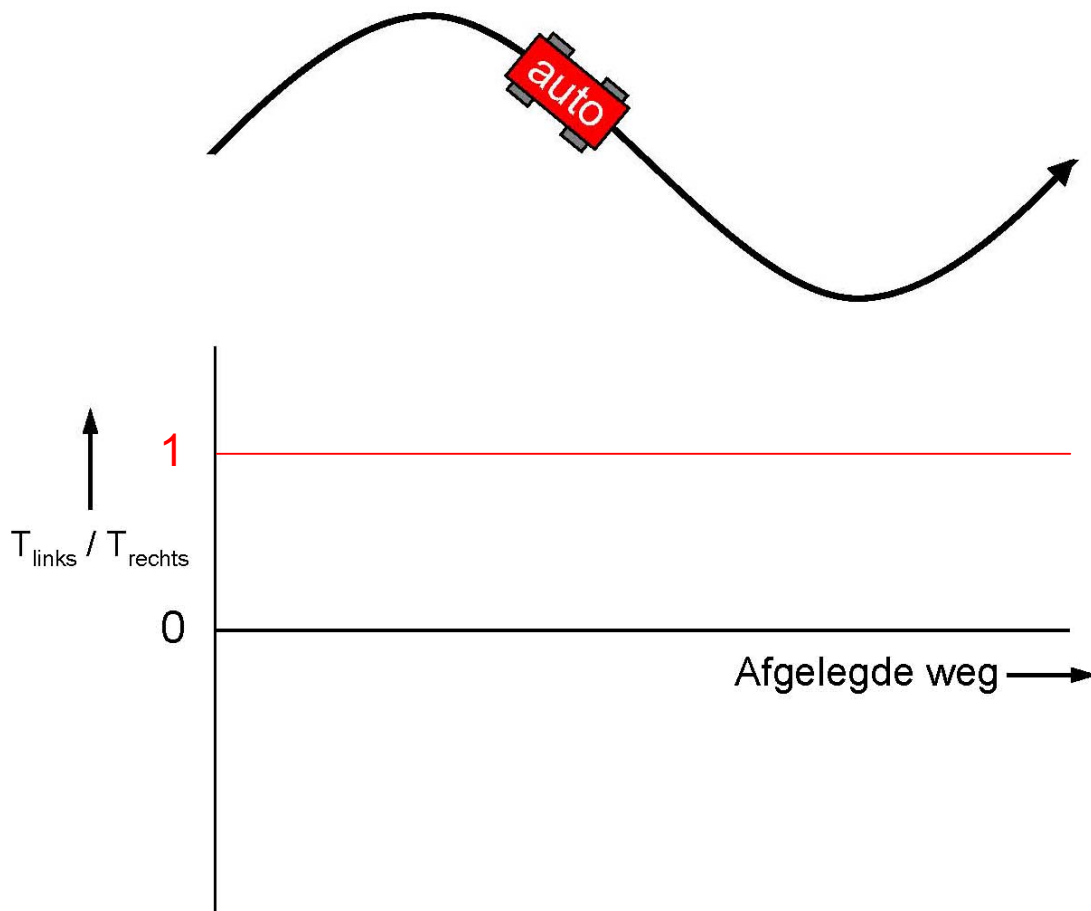
$$T_{\text{links}} = -\frac{1}{2} T_{\text{groot}}$$

$$T_{\text{rechts}} = -\frac{1}{2} T_{\text{groot}}$$

Antwoord C3

C4 (weegfactor 2,5)

Stel dat het groene tandwiel vrij kan roteren en dat de auto een sinusvormige slalom maakt, zoals in bovenaanzicht getoond in het plaatje hieronder. Teken in de bijbehorende grafiek het verloop van $T_{\text{links}} / T_{\text{rechts}}$ als functie van de afgelegde weg.



Naam:

Studienummer:

Tentamenvraagstuk D

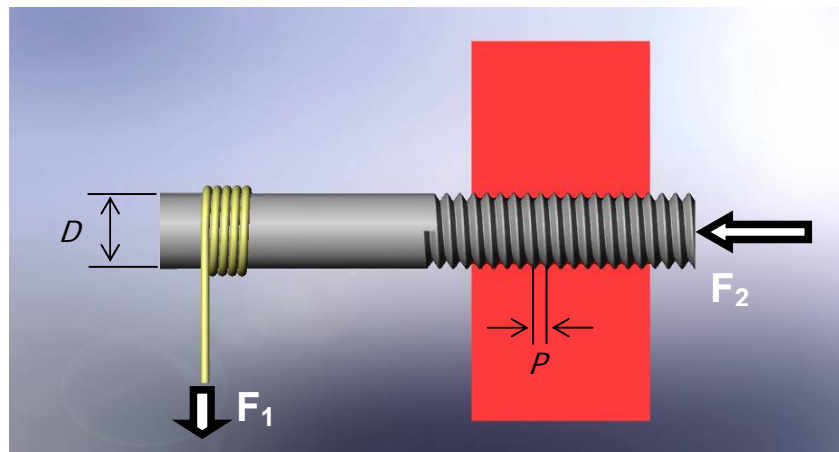


Figure 1

D1 (weegfactor 2)

Briefly describe at least two methods to produce a male screw (“bout”).

- Filing screw by hand (used in the Roman Empire to make taps)
- Using a threading dies (“snijblok”)
- Using a screw cutter (a machine which slides the cutter along the screw with a speed proportional to the rotational speed of the screw)
- Moulding or pressing (like with bottles)
- Rolling (better for material strength)

Antwoord D1

D2 (weegfactor 2)

Suppose a screwed shaft is inserted into a nut which is fixed (see Figure 1 above). A cord is wound around the screwed shaft and is pulled with force F_1 . The pitch of the screw is P . For the sake of simplicity, consider that the diameters of the screw, the shaft and the wound cord are D . Obtain the force F_2 that the screw creates in the axial direction. Ignore any frictions and assume that the cord is mass-less and size-less.

$$F_1 D \pi = F_2 p \qquad \frac{F_1 D \pi}{p} = F_2$$

Antwoord D2



Figure 2

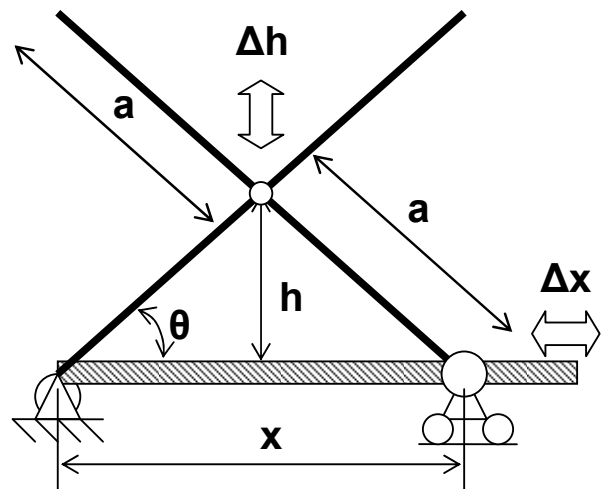


Figure 3

D3 (weegfactor 2)

You are going to design a mechanical scissor jack as shown in Figure 2 but you would like to replace the pneumatic mechanism in Figure 2 by a screwed shaft placed at the bottom side of the mechanism to lift up and down the jack with a rotating handle. From a mechanical viewpoint, this jack can be simplified as depicted in Figure 3. The length of one scissor is $2a$. Imagine the jack is tightened up by Δx . Express the vertical displacement at the center Δh as a function of Δx (and any other relevant parameters).

$$h = a \sin \theta, \quad \delta h = a \cos \theta \delta \theta, \quad x = 2a \cos \theta, \quad \delta x = 2a(-\sin \theta) \delta \theta$$

By taking absolute displacement,

$$\frac{\delta h}{a \cos \theta} = \frac{\delta x}{2a \sin \theta} \quad \delta h = \frac{\cos \theta}{2 \sin \theta} \delta x = \frac{1}{2 \tan \theta} \delta x$$

Antwoord D3

D4 (weegfactor 2)

Imagine a jack illustrated in Figure 4 at the next page. Express the relationship between the force applied at the handle F and the lifting force L . Again ignore any friction.

F_{ax} is the force created by the jack at axial direction. Using the answers of 2 and 3,

$$2\delta h L = \delta x F_{ax}$$

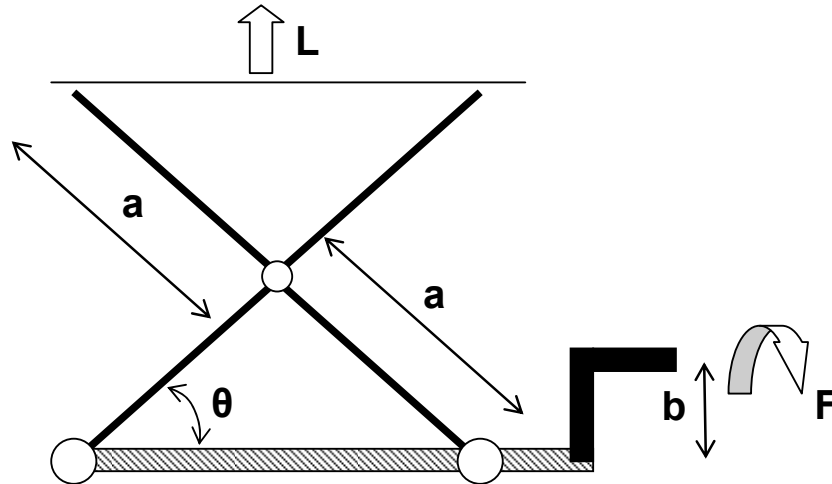
$$F 2b\pi = F_{ax} p \quad \text{from 2}$$

$$L = \frac{\delta x}{2\delta h} F_{ax} = \tan \theta F_{ax} = \tan \theta \frac{2b\pi}{p} F = \frac{2b\pi \tan \theta}{p} F \quad \text{from 3}$$

Antwoord D4

Naam:

Studienummer:



D5 (weegfactor 2)

To lift an object with mass of 1000 (kg), how much force F (N) at the handle do you need when $\theta=45^\circ$? Assume $a=0.2$ (m), $b=0.1$ (m), $D=0.02$ (m), $P=0.002$ (m), and ignore any friction.

$$1000g(N) = \frac{2 \cdot 0.1(m) \cdot 3.14 \cdot 1}{0.002(m)} F \quad F = 1000 \cdot 9.8 \cdot 0.002 \cdot 10 / (2 \cdot 3.14) = 31.2 \text{ (N)}$$

Antwoord D5