Naam:

Studienummer:

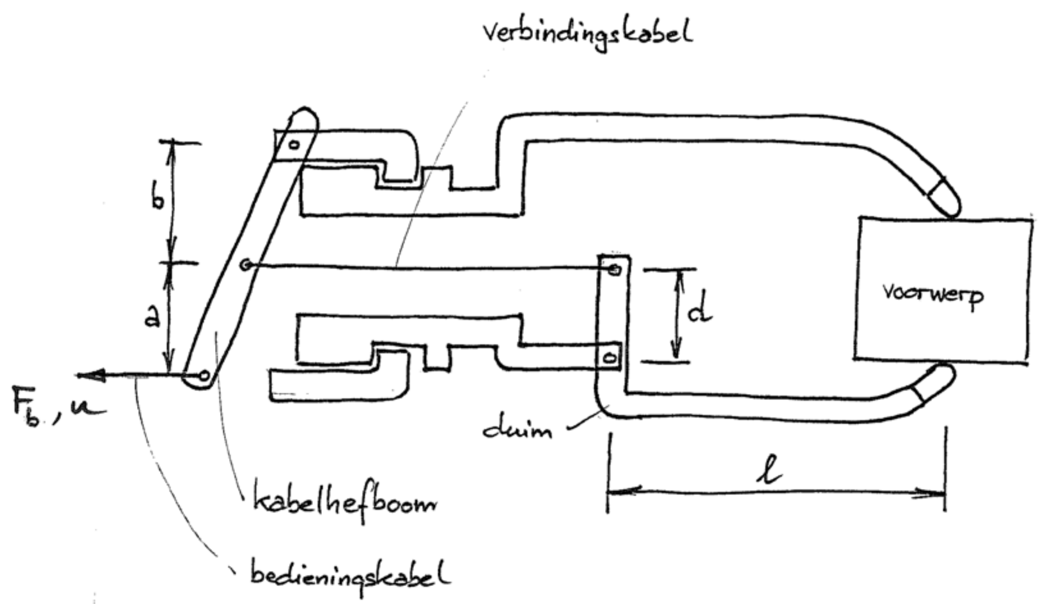
Tentamen Evolving Design, Wb-3110
Donderdag 2 april 2009, 9:00-12:00

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 ontwerper wil een aktief-sluitende handprothese bouwen. Een aktief-sluitende handprothese sluit wanneer aan de bedieningskabel wordt getrokken. Zodra de duim van de prothese een voorwerp raakt, kan de knijpkracht worden geregeld door variatie in kracht F_b op de bedieningskabel. De ontwerper schetst de volgende figuur waarin de prothese een voorwerp vasthoudt met een knijpkracht F_v en vraagt zich af hoe sterk en stijf de verbindingskabel tussen de kabelhefboom en de duim moet zijn.



A1 (weegfactor 3):
Bepaal de relatie tussen de kracht op het voorwerp F_v en de kracht in de verbindingskabel F_k. Druk F_v uit in één of meer van de gegeven grootheden F_b, F_v, a, b, d, en ℓ.

$$F_v = \frac{d}{\ell} \cdot F_k$$

$$F_v = \frac{a+b}{b} \cdot \frac{d}{\ell} \cdot F_b$$

Antwoord A1

A2 (weegfactor 1):
Welke minimale diameter moet de verbindingskabel krijgen? Het materiaal waarvan de kabel is gemaakt heeft een toelaatbare trekspanning σ.

$$d = \sqrt{\frac{4\ell F_v}{\pi d \sigma}} = \sqrt{\frac{4(a+b)F_b}{\pi b \sigma}}$$

Antwoord A2

A3 (weegfactor 5):
Het voorwerp dat wordt vastgehouden heeft een stijfheid c. Welke stijfheid c_k moet de verbindingskabel minimaal hebben zodat de verplaatsing u van de bedieningskabel niet meer dan 10% toeneemt ten opzicht van de situatie waarin de verbindingskabel oneindig stijf is?

$$c_k \geq \frac{10c\ell^2}{d^2}$$

Antwoord A3

A4 (weegfactor 1):
Stel a = b. Welk draaipunt, dat van de kabelhefboom met het frame of dat van de duim met het frame, wordt het zwaarst belast? Verklaar uw antwoord.

Het draaipunt van de duim met het frame wordt het zwaarst belast.

De belasting van het kabelhefboomdraaipunt is $\frac{1}{2}F_k$

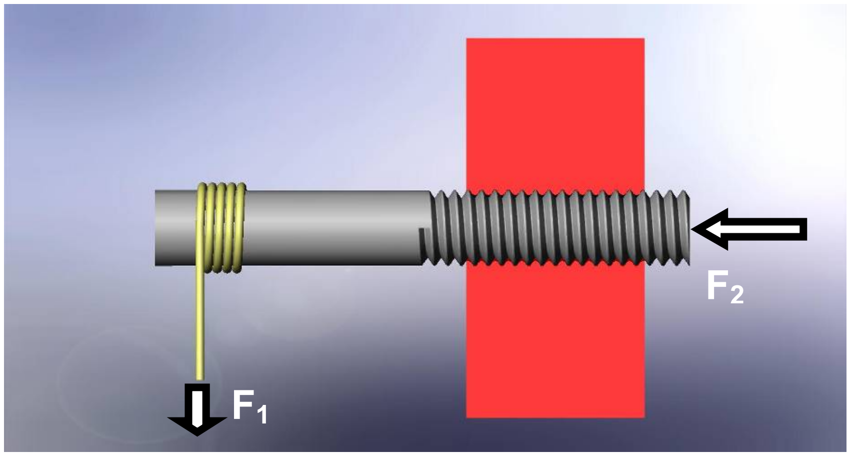
De belasting van het duimdraaipunt is $\sqrt{F_k^2 + F_v^2}$

Antwoord A4

Naam:

Studienummer:

<u>Tentamenvraagstuk B</u>
Suppose that a male screw (grey) is inserted into a female screw (red).



B1 (weegfactor 2):
What are functions of a screw pair? How can you use a screw pair as a machine element? Describe when the friction can be neglected and when not.

If friction can be neglected, it works like a motion conversion mechanism to transfer rotational motion to translational motion and vice versa. If friction cannot be neglected, it works in one-way, i.e., it transfers rotational motion to translational motion, but not the other way around because of friction. This means that it can be used, e.g., for fastening. In both cases, it works as a force amplification mechanism (see the questions below).

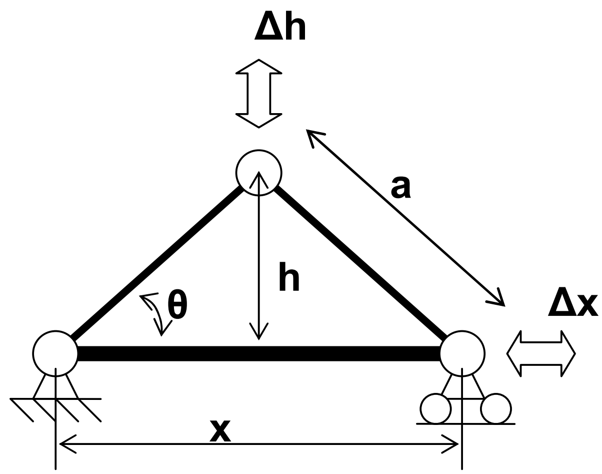
Antwoord B1

B2 (weegfactor 2):
A cord is wound around the male screw and is pulled with force F_1. The female screw is fixed. Obtain the force F_2 that the male screw creates in axial direction. Assume that the diameters of the screw and its shaft are D and that the pitch of the screw is P. 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 B2

B3 (weegfactor 2):
You are going to design a mechanical jack of a diamond shape as shown in the figure at the left (top of next page). A male screw shaft is used in the middle of the mechanism. The screw rotates at one end into a female screw and at the other end freely. The screw is rotated by hand with a handle. From a mechanism viewpoint, the jack can be simplified as depicted in the figure at the right (top of next page). The length of one edge of the rhombus is a. Imagine that the jack is tightened over a distance Δx. Derive the relation between the vertical displacement Δh and Δx.



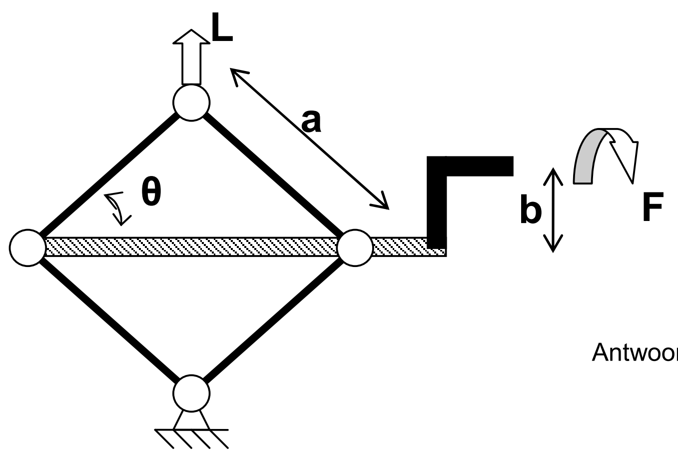
$h = a\sin\theta$, $\delta h = a\cos\theta\delta\theta$, $x = 2a\cos\theta$, $\delta x = 2a(-\sin\theta)\delta\theta$

By taking absolute displacement,

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

Antwoord B3

B4 (weegfactor 2):
Imagine a jack as illustrated in the figure below. Obtain the relationship between the force applied at the handle *F* and the lifting force *L*. Ignore again any friction.



Antwoord B4

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

$2\delta hL = \delta xF_{ax}$

$F\,2b\pi = F_{ax}p$ *from 2*

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

Antwoord B4

B5 (weegfactor 2):
To lift an object with a mass of 1000 Kg, how much force *F* (N) at the handle do you need when θ = 45 degrees? Assume that *a*=0.2 m, *b*=0.1 m, *D*=0.02 m, *P*=0.002 m, and ignore again any friction.

$$1000g(\mathrm{N}) = \frac{2\cdot 0.1(\mathrm{m})\cdot 3.14\cdot 1}{0.002(\mathrm{m})}F$$

F = 1000*9.8*0.002*10/(2*3.14)=31.2 (N)

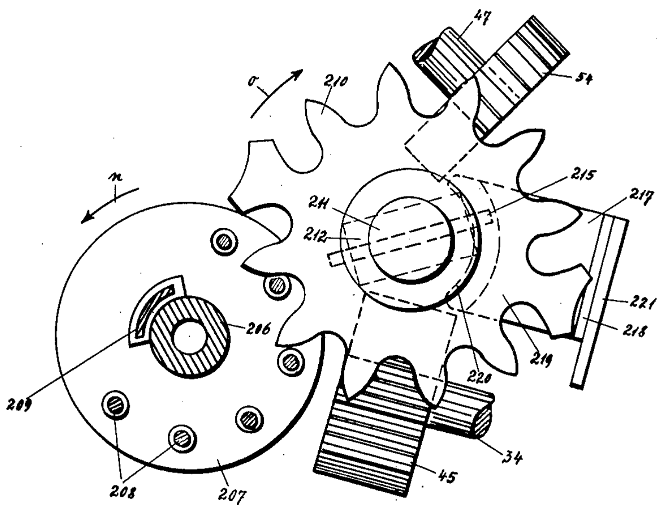
Antwoord B5

Naam:

Studienummer:

<u>Tentamenvraagstuk C</u>

Bij mechanische “proportional lever” rekenmachines van de firma Mercedes wordt gebruik gemaakt van het volgende mechanisme:



C1 (weegfactor 3)

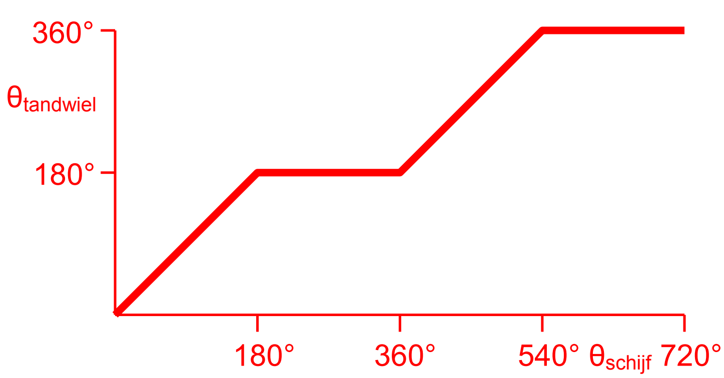
Beschrijf de werking van dit mechanisme en vertel waarvoor het in “proportional lever” rekenmachines wordt gebruikt.

Mechanisme wordt gebruikt om een met constante snelheid roterende beweging (schijf 207) om te zetten in een roterende “aan-uit” beweging (tandwiel 210) die repeterend stilstaat en met constante snelheid roteert. Wordt gebruikt in proportional lever machines om heengaande beweging tandheugels door te geven naar resultaatregister, en teruggaande beweging tandheugels niet.

Antwoord C1

C2 (weegfactor 3)

Teken een grafiek met de relatie tussen de hoekverdraaiing van de ronde schijf links (nummer 207) en de hoekverdraaiing van het speciaal gevormde tandwiel rechts (nummer 210). Zet op de horizontale as de hoekverdraaiing van de schijf, oplopend van 0 tot 2 omwentelingen, en op de vertikale as de hoekverdraaiing van het tandwiel.



Antwoord C2

C3 (weegfactor 4)
Kun jij als creatief ontwerper een ander mechanisme bedenken dat een soortgelijk gedrag vertoont? Teken een plaatje en leg uit hoe het werkt.

Er wordt hier gevraagd om een mechanisme dat een continu draaiende beweging omzet in een stapsgewijs draaiende beweging. Hier zijn veel oplossingen mogelijk, waarvan er ook veel in het college zijn behandeld, zoals het Leibniz wheel mechanisme, het pinwheel mechanisme en het ratchet wheel mechanisme.

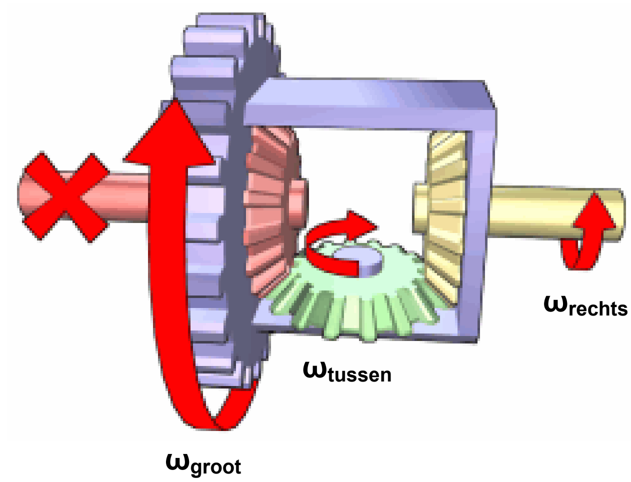
Antwoord C3

Naam:

Studienummer:

<u>Tentamenvraagstuk D</u>

Beschouw een differentieel zoals die in achterassen van auto's wordt toegepast. De linkeras staat stil en het grote paarse tandwiel waaraan het paarse huis is verbonden drijft via het differentieel de rechteras aan. De drie "tussentandwielen" in het huis hebben allemaal dezelfde diameter D_{tussen} terwijl de diameter van het grote paarse tandwiel gelijk is aan D_{groot}. Stel dat de hoeksnelheid van het grote paarse tandwiel gelijk is aan ω_{groot}, dat de hoeksnelheid van het groene tussentandwiel ten opzichte van het huis gelijk is aan ω_{tussen}, en dat de hoeksnelheid van de rechteras is gelijk aan ω_{rechts}.



D1 (weegfactor 1)
Wanneer is het differentieel uitgevonden en wat was de eerste toepassing?

China, 1050-771 voor Christus, "South Pointing Chariot"

Antwoord D1

D2 (weegfactor 3)
Druk ω_{tussen} uit in ω_{groot}, D_{groot} en D_{tussen}

$\omega_{tussen} = \omega_{groot}$

Antwoord D2

D3 (weegfactor 3)
Druk ω_{rechts} uit in ω_{groot}, D_{groot} en D_{tussen}

$\omega_{rechts} = 2 \cdot \omega_{groot}$

Antwoord D3

D4 (weegfactor 3)

Stel dat het differentieel in de achteras van een auto is ingebouwd en dat de auto een heel scherpe bocht maakt waardoor het linkerwiel stilstaat. Druk de verhouding tussen de schuifkrachten die de wielen op het wegdek uitoefenen uit in D_{groot}, ω_{groot}, D_{tussen}, ω_{tussen} en ω_{rechts}. Veronderstel dat de wrijving tussen de onderdelen van het differentieel verwaarloosbaar is.

Een differentieel is een krachtverdeler. De schuifkrachten die de wielen op het wegdek uitoefenen zijn dus gelijk en hun verhouding is gelijk aan 1.

Antwoord D4