E230413 wb1642 Uitwerking tentamen

$MPa := 10^6 \cdot Pa$ $GPa := 10^9 \cdot Pa$

1: Transmissies / wrijving

a) a Linksom
b) b Roteert nog in dezelfde richting als voordat de maximale snelheid is bereikt.
c) d Vliegwiel op draagas omdat het tandwiel tegenaan het vliegwiel is gemonteerd ziet de as geen torsie.
As met tandwiel 2 is weel een aandrijfas omodat deze wel op torsie belast is.
d) b de versnelling is maximaal bij het loslaten omdat de kracht van de veer dan maximaal is.
e) (17/33)(74/17)=74/33>1 dus een reductie in toeren.
f) Bereken sa/fn, je kunt beredeneren dat sa groter wordt als Dwiel groter wordt en d1 kleiner enz. Dat levert:

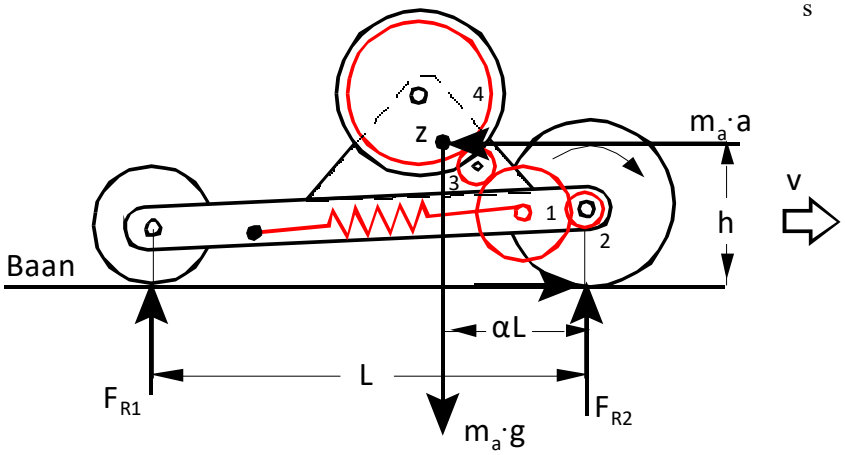
$$s_a = \frac{f_n}{i}\cdot\frac{D_{wiel}}{d_1} \quad \text{waarin} \quad i = \frac{z_2}{z_1} \quad \text{dus} \quad \frac{s_a}{f_n} = \frac{1}{i}\cdot\frac{D_{wiel}}{d_1} = \frac{z_1}{z_2}\cdot\frac{D_{wiel}}{d_1} = 35.6$$

Je kunt het antwoord ook als zodanig stap voor stap bepalen:

$f_n := 0.1\cdot m$ $d_1 := 6\cdot mm$ $n_1 := \frac{f_n}{\pi\cdot d_1}$ $n_1 = 5.305$ $z_1 := 33$ $z_2 := 17$ $n_2 := \frac{z_1}{z_2}\cdot n_1$ $n_2 = 10.298$

$D_{wiel} := 110\cdot mm$ $s_a := n_2\cdot\pi\cdot D_{wiel}$ $s_a = 3.559\,m$ $\frac{f_n}{s_a} = 0.028$ $\frac{s_a}{f_n} = 35.6$

g) $L := 0.4\cdot m$ $m_a := 2\cdot kg$ $\alpha := 0.4$ $h := \alpha\cdot L$ $h = 0.16\,m$ $a := 1\cdot\frac{m}{s^2}$



Versnellingskracht in zwaartepunt naar links en zwaartekracht in hetzelfde punt naar beneden gericht.
Som van de momenten om contact voorwiel met baan levert:

$$m_a\cdot a\cdot h + m_a\cdot g\cdot\alpha\cdot L = F_{R1}\cdot L \qquad F_{R1} = \frac{m_a\cdot a\cdot h + m_a\cdot g\cdot\alpha\cdot L}{L} \qquad F_{R1} := m_a\cdot\left(\frac{h}{L}\cdot a + g\cdot\alpha\right) \qquad F_{R1} = 8.645\,N$$

$F_{R2} := m_a\cdot g - F_{R1}$ $F_{R2} = 10.97\,N$ (per twee wielen) check : $m_a\cdot g = 19.613\,N$ $F_{R1} + F_{R2} = 19.613\,N$

FR2 is de reactiekracht op de twee voorwielen, dus per wiel de helft. $0.5\cdot F_{R2} = 5.484\,N$

2: Trekveer als energiedrager (T1590 verenstaal)

a) Bereken hoeveel energie die de voorgespannen trekveer kan opnemen **(T1590)**.

$F_n := 87\cdot N$ $f_n := 251\cdot mm$ $k := 0.29\cdot\frac{N}{mm}$ $k = \frac{F_n - F_0}{f_n}$

$F_0 := F_n - k\cdot f_n$ $F_0 = 14.2\,N$ $F_{gem} := \frac{F_n + F_0}{2}$ $E_p := F_{gem}\cdot f_n$ $E_p = 12.7\,J$

b) Bereken de maximaal toelaatbare torsiespanning

$d := 1.8\cdot mm$ $Dm := 18.2\cdot mm$ $r := \frac{Dm}{2}$ $\tau := \frac{F_n}{\frac{\pi}{16}\cdot\frac{d^3}{r}}$ $\tau = 691\,MPa$

3: Aandrijfas / Ontwerp en dimensionering

a) antwoord c. De tangentiaalkracht volgt uit het aandrijfkoppel. Deze is een resultante van de normaalkracht en de radiale kracht waarmee de tandwielassen uit elkaar gedrukt worden. De Normaalkracht is het grootst en mag je verplaatsen naar het aangrijppunt midden op de hartlijn van de as. Deze resulteert uiteindelijk is de doorbuiging van de as onder een hoek van 20 graden.

b) Buigspanning in aandrijfas

$z_2 := 17 \quad m_2 := 1\cdot mm \quad d_2 := m_2\cdot z_2 \quad d_2 = 17\,mm \quad F_t := 100\cdot N \quad T := F_t\cdot\frac{d_2}{2} \quad T = 0.85\,N\cdot m$ (is gegeven)

$L := 0.15m \quad a := \frac{L}{4} \quad d_{as} := 5\cdot mm \quad \alpha := 20\cdot deg \quad F := \frac{F_t}{\cos(\alpha)}$ $F = 106.4\,N$

Lagerkrachten $F\cdot a = F_{R2}\cdot L \quad F_{R2} := \frac{F_{R1}\cdot a}{L} \quad F_{R2} = 2.2\,N \quad F_{R1} := F - F_{R2} \quad F_{R1} = 104.3\,N$

Buigmoment en buigspanning $M_b := F_{R1}\cdot a \quad M_b = 3.91\,N\cdot m \quad W_b := \frac{\pi}{32}\cdot d_{as}^{\,3} \quad \sigma_b := \frac{M_b}{W_b}$ $\sigma_b = 319\,MPa$

c) Deflectie vergeetmenietje (5) op blz 6.

$E := 210\cdot GPa \quad I := \frac{\pi}{64}\cdot d_{as}^{\,4} \quad b := L - a \quad F_r := 50\cdot N \quad \delta := \frac{F_r\cdot a^2\cdot b^2}{3\cdot E\cdot I\cdot L}$ $\delta = 0.31\,mm$

d) Hoekverdraaing $I := \frac{\pi}{64}\cdot d_{as}^{\,4} \quad \phi_b := \frac{F_r\cdot a\cdot b\cdot(L+a)}{6\cdot E\cdot I\cdot L} \quad \phi_b = 6.821\times10^{-3}$ Dit is in radialen

$\phi_a := \frac{F_r\cdot a\cdot b\cdot(L+b)}{6\cdot E\cdot I\cdot L}$ $\phi_a = 0.547\,deg$ $\phi_b = 0.39\,deg$ Dit is de hoek in graden, dus maal 180/π

4: Parametrisch ontwerpen / Schalen / Massatraagheid bij rotatie

a) Geef de energievergelijking met links Eveer en rechts Etranslatie + Erotatie.

$E_{veer} = \frac{Fn + F0}{2}\cdot fn = \frac{1}{2}\cdot m_a\cdot v^2 + \frac{1}{2}\cdot I_v\cdot\omega_v^{\,2} \quad I_v = \frac{1}{2}\cdot m_v\cdot r_v^{\,2} \quad \omega_v = i\cdot\omega_w \quad \omega_w = \frac{v}{r_w}$

b) Alle afmetingen van de veer zullen schalen met S. In welke mate schaalt de stijfheid k.

$k = \frac{F}{f} \quad F = \frac{\pi}{16}\cdot\frac{d^3}{r}\cdot\tau \quad f = \frac{64\cdot n\cdot r^3\cdot F}{d^4\cdot G} \quad k = \frac{1}{\frac{f}{F}} = \frac{1}{\frac{64\cdot n\cdot r^3}{d^4\cdot G}} = \frac{d^4\cdot G}{64\cdot n\cdot r^3} \quad \frac{S^4}{S^3} = S \quad x = 1$

5) As-Naaf / ISO / **type 626**

a) Asdiameter 6m6 volgens formuleboekje $d_{as.min} := 6.004\cdot mm \quad d_{as.max} := 6.012\cdot mm$

Lagerdiameter (nominaal tot -2μm van 6j5) $d_{ring.min} := 5.998\cdot mm \quad d_{ring.max} := 6.00\cdot mm$

Oppersmaat : $\delta_{min} := 0.004\cdot mm \quad \delta_{max} := 0.014\cdot mm$

b) $\Delta d := 0.010\cdot mm \quad \alpha := 12\cdot10^{-6}\cdot\frac{1}{K} \quad d := 6\cdot mm \quad \Delta d = d\cdot\alpha\cdot\Delta T \quad \Delta T := \frac{\Delta d}{d}\cdot\frac{1}{\alpha} \quad \Delta T = 138.9\,K$

$T_1 := 20 \quad T_2 = T_1 + \Delta T \quad T_2 := 158.9\cdot C$

6) MK

De massa van een trekveer die een voorgeschreven hoeveelheid energie moet leveren moet geminimaliseerd worden. Leidt een vergelijking af voor de materiaalindex van deze veer **bij gegeven stijfheid k**.

1) Buigstijfheid $\delta = \frac{F\cdot L^3}{3\cdot E\cdot I} \quad k = \frac{3\cdot E\cdot I}{L^3} \quad I = \frac{\pi}{64}\cdot d^4 \quad k = \frac{3\cdot\pi}{64}\cdot\frac{d^4}{L^3}\cdot E$ 2) $d^2 = \left(k\cdot\frac{64}{3\cdot\pi}\cdot L^3\cdot\frac{1}{E}\right)^{\frac{1}{2}}$

3) massa $m_a = \frac{\pi}{4}\cdot d^2\cdot L\cdot\rho$ 4) $m_a = \frac{\pi}{4}\cdot\left(k\cdot\frac{64}{3\cdot\pi}\cdot L^3\cdot\frac{1}{E}\right)^{\frac{1}{2}}\cdot L\cdot\rho$ 5) $m_a = \frac{\pi}{4}\cdot\left(k\cdot\frac{64}{3\cdot\pi}\cdot L^5\right)^{\frac{1}{2}}\cdot\frac{\rho}{E^{\frac{1}{2}}}$ $M\left(\frac{\rho}{E^{\frac{1}{2}}}\right)$

b) Materialen boven de lijn

Opgave 7) MK

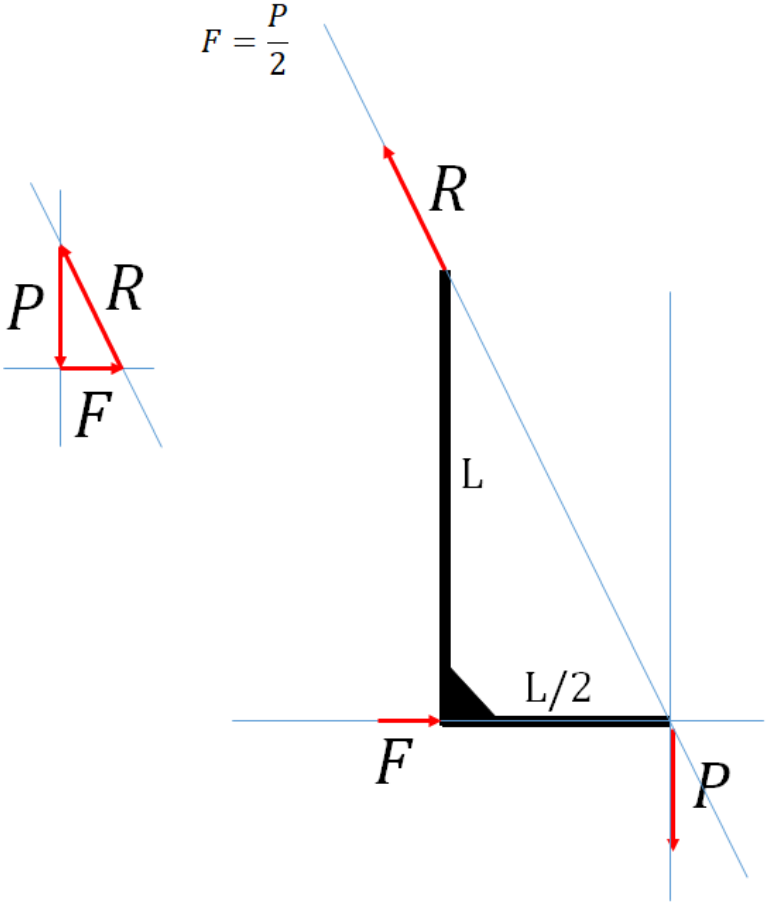
Austeniet, kubisch vlakken gecentreerd $\frac{3.8-2}{3.8-1.85} = 92.3\,\%$

Vloeibaar $\frac{0.15}{3.8-1.85} = 7.7\,\%$

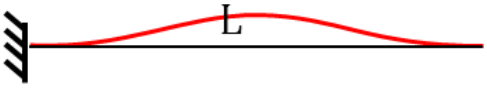
Opgave 8) Knik

Analyse van het evenwicht leidt tot:

$$F = \frac{P}{2}$$



Inklemming links en rechts, dus knikmodus III:



Het traagheidsmoment van de flexibele balk is:

$$I = \frac{bh^3}{12} = 8 \times 10^{-12} m^4$$

Voor de kniklast selecteren we casus IV:

$$\frac{FL^2}{EI} = 4\pi^2$$

Omgeschreven en uitgedrukt in P geeft:

$$P = 2F = 2\frac{4\pi^2 EI}{L^2} = 13265N$$