

EKSAMEN

Emnekode: IRM 20015	Emnenavn: Mekanikk 2 – Deleksamen i Fluidmekanikk og Dynamikk
Dato: 10.12.2020 Sensurfrist: 03.01.2021	Eksamenstid: KL 0900 - 1230
Antall oppgavesider: 4 (inkl forside) Antall vedleggsider: 2	Faglærer: Olav Aaker (948 06 430) Litian Wang (472 88 765) Oppgaven er kontrollert: Ja
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none">• Tekniske tabeller, Kalkulator• Lærebok, Kompendier, Notater	
Om eksamensoppgaven: <ul style="list-style-type: none">• Digital/hjemmeeksamen.• Besvarelsen leveres inn elektronisk i Inspera i PDF format.• Delene veier likt.• Alle besvarelser må begrunnes.	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	



Oppgave 1 (10%)

Forklar kort følgende definisjon/begrep/prinsipp/likning:

- a) Viskositet koeffisienten μ
- b) Reynoldstallet Re
- c) Slagsenter
- d) Matematisk pendel
- e) Fysisk pendel

Oppgave 2 (20%)

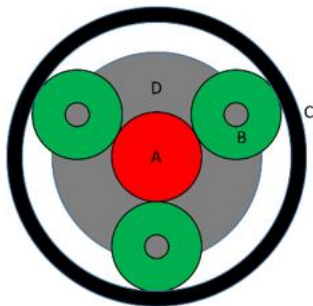
Girmekanisme

- a) Ta utgangspunkt i ligninger for planetgir ($r_A = 5\text{cm}$, $r_B = 2.5\text{cm}$, r_C kan regnes ut ved behov) (se under) (planetgir skissert i figur 1)

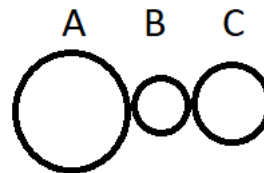
$$\begin{cases} \omega_A r_A = \omega_D r_D - \omega_B r_B & (\text{Ligning 1}) \\ \omega_C r_C = \omega_D r_D + \omega_B r_B & (\text{Ligning 2}) \end{cases}$$

og regn ut:

- a.
 - a. Hvis solhjulet roterer med hastighet 1200 RPM/ hvor mange radianer pr. sekund roterer planethjulholderen når ringhjulet står stille?
 - b. Hvor fort (RPM) roterer planethjulene i situasjonen fra (a)?
 - c. Hva er årsaken til minustegnet i ligning (1)? Alle andre i begge ligninger har ledd har positivt fortegn.
- b) En girmekanisme er vist i figur (2). Hvis inngående aksling roterer med 2000 RPM, hvor fort roterer utgående aksling? Inngående aksling er på A, utgående aksling er på C, Diameter på A er 50 cm, diameter B er 8.5 cm, diameter på C er 25 cm
- c) Hvis diameter på B endres til 5 cm, (A og C uforandret) hva blir rotasjonshastighet på C? (gjelder girutveksling i figur 2)



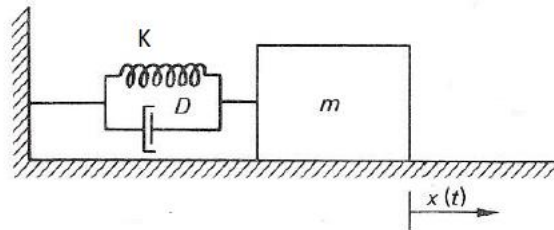
Figur 1: Planetgir (målestokk: 1:2)



Figur 2: Girutveksling med tre tannhjul

Oppgave 3 (20%)

Et system med fjær, masse og demping er vist i figur 3.



Figur 3: Fjær, masse og demper

- Hvis systemet i figur (3) ikke er utsatt for ytre krefter, kan det beskrives med følgende ligning: $ma + Dv + kx = 0$, der m , K , og D er vist i figur, og representerer henholdsvis masse, fjærkonstant og dempeledd. Videre er a = akselerasjon, v = hastighet og x er massens posisjon. Hvorfor kan denne ligningen skrives som:
 $m\ddot{x} + D\dot{x} + Kx = 0$
- Systemet i (a) skal simuleres i Simulink tegn (på papir) en figur som viser hvordan dette blir seende ut. Forklar også hvordan du tenker for å tegne blokkskjemaet riktig.

Oppgave 4 (20%)

- Hva er et polart koordinatsystem? (Forklar gjerne ved å sammenligne med et kartesisk koordinatsystem).
- Forklar hvordan ligningene for polare koordinater oppstår. (Ta utgangspunkt i ligningen for posisjon, og forklar hvordan du vil tenke for å finne ligningene for hastighet og akselerasjon. Du trenger ikke å utlede selve ligningene, bare forklar hvordan du ville tenke for å utlede dem,

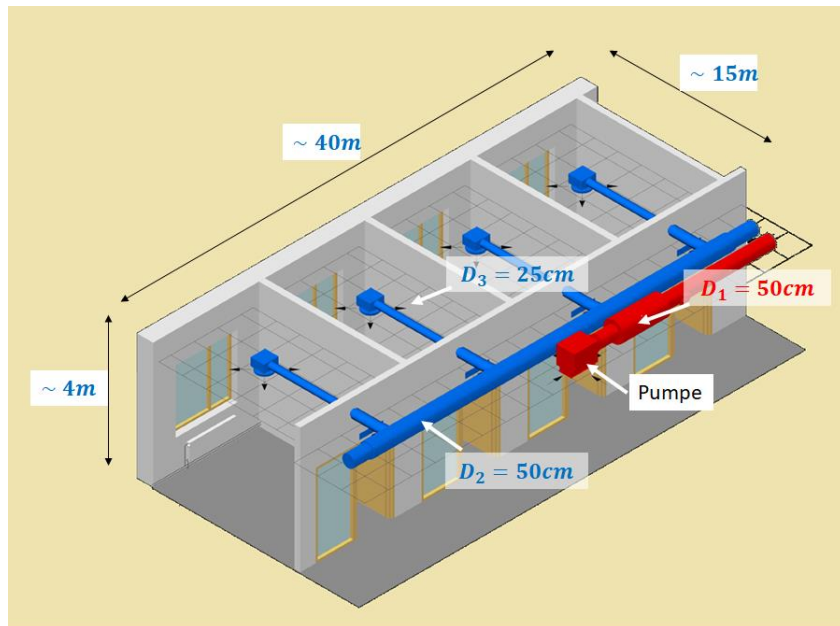
Ligningene for polare koordinater finnes i kompendiet, og gjengis her:

- Posisjon: $\vec{r} = r\vec{e}_r$ (r er en funksjon av θ , og skrives som $r(\theta)$ i kompendiet)
- Hastighet: $\vec{v} = \dot{r}\vec{e}_r + \dot{\theta}r\vec{e}_\theta$
- Akselerasjon: $\vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{e}_r + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\vec{e}_\theta$

Oppgave 5 (30%)

Du får et oppdrag til å designe/dimensjonering på en spesial intensiv sengepost til en sykehus (se figuren nedenfor). Sengeposten består av fire rom. Av hensyn til smittevern, kreves det at

- Rommene skal ha et undertrykk på 0,05 bar (5 kPa), og
- Tiden til totalt utskifting av inndørsluften skal være 1,5 timer.



- Estimer total volumstrøm til systemet \dot{V}_{total} .
- Bestem hastighet v til luftstrømmene til alle deler av rørledningen..
- Bestem strømningsegenart på alle deler av rørledningen.
- Bestem friksjonskoeffisienten f på alle deler av rørledningen (NB: Ruhet ϵ til rørene kan anses som null).
- Bestem friksjonstap til systemet.
- Beregn effekten til pumpe til systemet, og foreslå en pumpe med passende effekt.

--- slutt ---

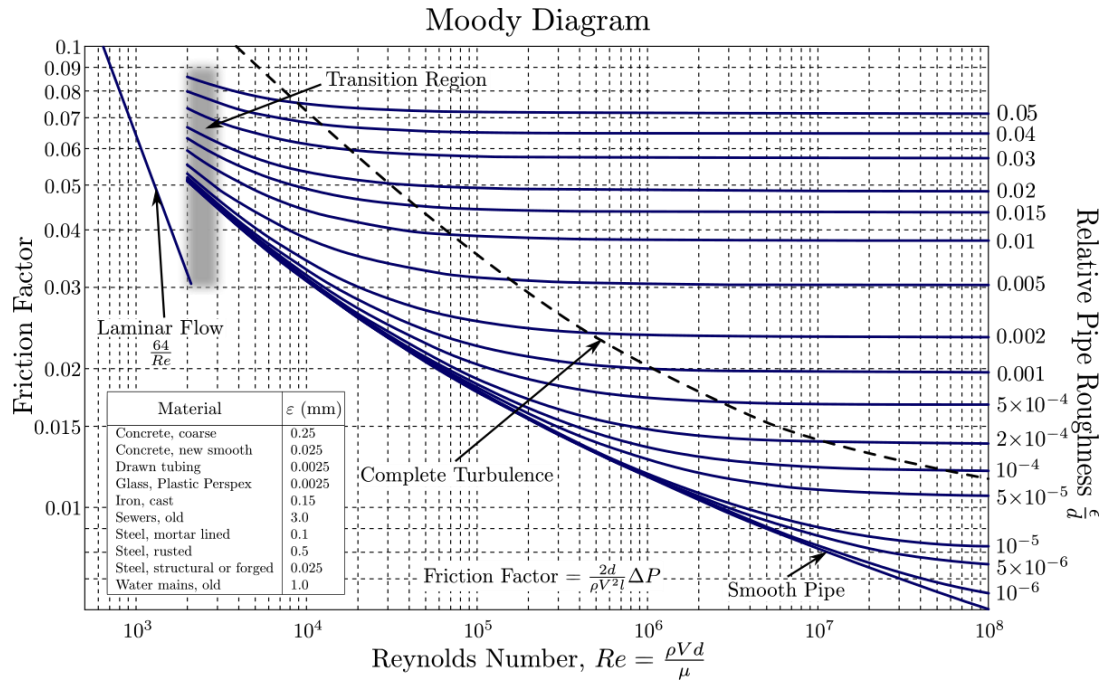
--- God jul og godt nytt år! ---

Formelsamling

Hydrostatikk	
	$p = p_0 + \rho g h_0$
	$F_R = pA = \rho g h_0 A$ (Overtrykk)
	$y_F = y_0 + \frac{I_{xx,0}}{y_0 A}$ (Overtrykk)

Strømning	
	$\dot{V}_1 = \dot{V}_2, \dot{m}_1 = \dot{m}_2, D_1^2 v_1 = D_2^2 v_2$ (Kontinuitet)
	$\dot{m} = \rho \dot{V}, \dot{V} = Av, \dot{m} = \rho Av$
	$h_{pumpe} + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \alpha \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + h_{turbin} + h_{tap}$ $h_{tap} = \sum_i f_i \left(\frac{L_i}{D_i}\right) \left(\frac{v_i^2}{2g}\right) + \sum_i K_i \left(\frac{v_i^2}{2g}\right)$
	$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$ $\begin{cases} f = \frac{64}{Re} & Re \leq 2300 \\ \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) & Re \geq 10^4 \text{ eller } 10^5 \end{cases}$
Effekt	$\dot{W}_{pumpe} = \dot{m} g h_{pumpe},$ $\dot{W}_{turbin} = \dot{m} g h_{turbin},$ $\dot{W}_{tap} = \dot{m} g h_{tap}.$
	$\eta = \dot{W}_{nyttig} / \dot{W}_{tilført} = \dot{W}_{ut} / \dot{W}_{in}$
Impulsloven og Momentloven	
	$\Sigma \vec{F} = \frac{d}{dt} (M\vec{V})_{CV} + \beta \dot{m} \vec{v}_2 - \beta \dot{m} \vec{v}_1$ $\frac{d}{dt} (M\vec{V})_{CV} = \begin{cases} 0, & \text{Når CV står i ro} \\ T, & \text{(Thrust) Når CV er i bevegelse} \end{cases}$
	$\Sigma \vec{M} = \frac{d}{dt} (M\vec{r} \times \vec{V})_{CV} + \beta \dot{m} \vec{r}_2 \times \vec{v}_2 - \beta \dot{m} \vec{r}_1 \times \vec{v}_1$

Material egenskap	
Vann (20°C)	$\rho = 998 \text{ kg/m}^3, \mu = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$
Luft (20°C)	$\rho = 1,20 \text{ kg/m}^3, \mu = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$



Dynamikk - 1	
	$\omega_0 = \sqrt{\left(\frac{g}{l}\right)}$ (Matematisk pendel)
	$\omega_0 = \sqrt{\frac{r_c m g}{I}} = \sqrt{\left(\frac{g}{l_e}\right)}$, hvor $l_e = \frac{I}{m r_c}$ (Fysisk pendel)
	$I = \int r^2 dm$
	$I_{o,sylinder} = \frac{1}{12} m L^2$ $I_{o,massepunkt} = m r^2$ $I_{o,kule} = \frac{2}{5} m r^2$
	$I = I_0 + m r_c^2$
	$h = I / m r_c$ (Salgscenter)
	$m_1 \vec{v}_{1,f\o r} + m_2 \vec{v}_{2,f\o r} = m_1 \vec{v}_{1,etter} + m_2 \vec{v}_{2,etter}$
Dynamikk - 2	
	$c_k = 2,0 \cdot \sqrt{m k}$
	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (Rad/s) $f_0 = \left(\frac{1}{2\pi}\right) \sqrt{\frac{k}{m}}$ (Hertz)
	$\tau = \frac{1}{f} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
	$\zeta = c / c_k$
	$\omega = \omega_0 \sqrt{1 - \zeta^2}$