

EKSAMEN**Emne:**

IRM20015 Mekanikk 2 – Deleksamen 1 – Dynamikk og Fluidmekanikk

Lærer/telefon: Litian Wang

Grupper: 14MAS, 14MASY	Dato: 8.des. 2015	Tid: 0900-1200
Antall oppgavesider: 3 + forside	Antall vedleggsider: 1	
Sensurfrist:	7.1.2016	
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none">- Kalkulator, skrivesaker.- Tekniske tabeller		
Alle besvarelser må begrunnes		
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig		

Dersom du savner opplysninger som er nødvendige for at du skal kunne løse oppgavene, bruker du symboler eller rimelige verdier med begrunnelse. Oppgi alle svar i SI enheter hvis annet ikke er spesifisert.

Oppgave 1 (15%)

Svar kort uten begrunnelse:

- (a) Hva betyr «No slip» betingelsen?
- (b) Forklar Bernoullislikningen med ord eller med tegning.
- (c) Hva er direkte konsekvens av friksjonstap i en rørledning?

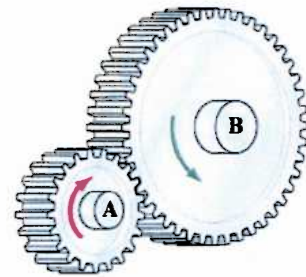
Oppgave 2 (20%)

Svar uten (eller kort) begrunnelse:

- (a) Forklar begrepet «Slagsenter».
- (b) Betrakte to fikset tannhjul (A-B), og tannhjul A er drivende tannhjul.

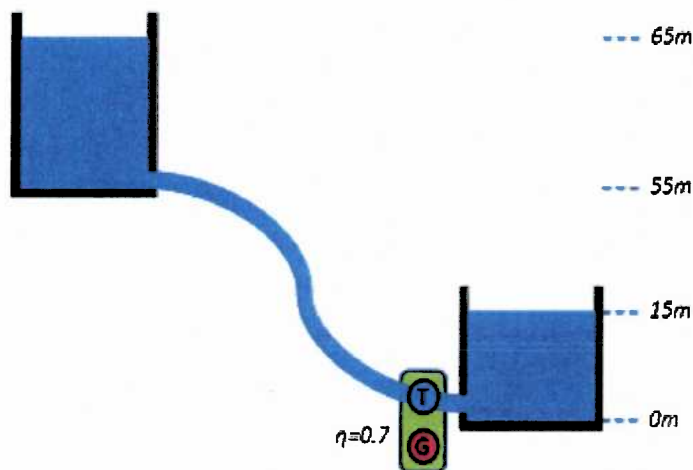
$$\text{Vis at } \omega_B = -\left(\frac{r_A}{r_B}\right) \omega_A.$$

- (c) Anta at $r_B = 2r_A$. Hvordan overfører tannhjulene kraftmoment?
- (d) Hva betyr kritisk demping i et svingningssystem med demping.



Oppgave 3 (25%)

På figuren nedenfor er det vist en skisse til et vannkraftverk med en turbin-drevet generator med virkningsgrad på $\eta=0,70$. Røret har en diameter på 0,50 meter og er 75 meter lang.



To vassdrag er så store at vi kan anta at overflatene er i ro, dvs. at vannspeilet ikke beveger seg opp eller ned. Ved utløpet, er volumstrømmen 400 liter per sekund.

Øvrige informasjon:

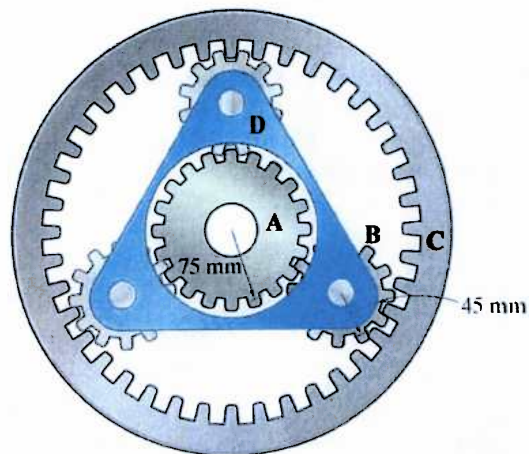
Vann	
Temp:	$T = 5^\circ C$
Tetthet:	$\rho = 10^3 kg/m^3$
Friksjonskoeffisientene:	$f = 0,0300$

Hint: Finn hastigheten v først.

- Bestem total tapshøyden h_{tap} .
- Hvor stor er turbin-høyde h_{turbin} ?
- Bestem effekten til kraftproduksjon i kW.

Oppgave 4: (15%)

Planetannhjul består ofte av en soltannhjul i sentrum, tre planetannhjul og en ringtannhjul, og tre planetannhjul er fiksert på en ramme som kan rotere om soltannhjul. Alle tre deler (A,C,D) kan brukes som drivende eller drevet tannhjul.



- (a) Forklar med ord at forhold mellom tannhjulene kan uttrykkes ved

$$\begin{cases} \omega_C r_C = \omega_D r_D + \omega_B r_B \\ \omega_A r_A = \omega_D r_D - \omega_B r_B \end{cases}$$

- (b) La ringtannhjul C står i ro, og D være drivende tannhjul med $\omega_D = 150 \text{ rad/s}$.
Bestem vekslingsforhold (oversetning) $i = \omega_{inn}/\omega_{ut}$.
- (c) La soltannhjul A står i ro, og C være drivende tannhjul med $\omega_C = 320 \text{ rad/s}$.
Bestem vekslingsforhold (oversetning) $i = \omega_{inn}/\omega_{ut}$.

Oppgave 5 (25%)

Du skal skifte ut gammel demper (demper-fjær par) på en motorsykkel og sette opp sammen en ny demper med følgende tilgjengelige separate deler:



Demper	c
D1	2000
D2	2500
D3	3000
D4	3500
D5	4000
D6	4500

Fjær	k (N/m)
F1	30 000
F2	35 000
F3	40 000
F4	45 000
F5	50 000
F6	55 000

Anta vi at førervekten er lik $87,0 \text{ kg}$.

- Velg et demper-fjæret par som gir *beste* dempingseffekt. Forklar hvordan den nye demperen oppfører seg. (Hint: Velg fjær først)
- Bestem systemets egenfrekvens ω_e og periode.
- Dersom du bruker en demper med dempingsfaktor på $c = 1500$, vil det blir underdemping. Bestem da svingningsfrekvens ω .

Formelsamling

Hydrostatikk	
Hydrostatisk trykk	$p = p_0 + \rho g h_0$
Arealsenter	y_0
Resultantkraft	$F_R = pA = (p_0 + \rho g h_0)A, \quad F_R = pA = \rho g h_0 A$
Trykksenter	$y_F = y_0 + \frac{I_{xx,0}}{[(y_0 + p_0/\rho g \sin\theta)A]}, \quad y_F = y_0 + \frac{I_{xx,0}}{y_0 A}$
Strømning	
Kontinuitet	$\dot{V}_1 = \dot{V}_2, \quad \dot{m}_1 = \dot{m}_2,$ $D_1^2 v_1 = D_2^2 v_2$ $\dot{m} = \rho \dot{V}, \dot{V} = Av, \dot{m} = \rho Av$
Bernoullis ligning	$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$
Energiligningen	$h_{pumpe} + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \alpha \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + h_{turbin} + h_{tap}$
Effekt	$\dot{W}_{pumpe} = \dot{m} g h_{pumpe}$ $\dot{W}_{turbin} = \dot{m} g h_{turbin}$ $\dot{W}_{tap} = \dot{m} g h_{tap}$
Virkningsgrad	$\eta = \frac{\dot{W}_{nyttig}}{\dot{W}_{tilført}} = \frac{\dot{W}_{ut}}{\dot{W}_{in}}$
Friksjonstap	$h_{tap} = f \frac{L}{D} \left(\frac{v^2}{2g}\right)$
Dynamikk	
Demping	$c_k = 2,0 \cdot \sqrt{mk}$
Egenfrekvens (rad/s)	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
Egenfrekvens (Hz)	$f = \left(\frac{1}{2\pi}\right) \sqrt{\frac{k}{m}}$
Periode (s)	$\tau = \frac{1}{f} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
Relativ dempingsfaktor	$\zeta = \frac{c}{c_k}$
Svingsningsfrekvens med underdemping	$\omega = \omega_e \sqrt{1 - \zeta^2}$

--- God jul og godt nytt år! ---