

Eksamen TFY4163 Bølgefysikk og fluidmekanikk S2020 - Kont

Bølgefysikk

1 Harmoniske bølger

Anta at du har harmoniske bølger på formen $y = y_0 \sin(kx - \omega t)$ som forplanter seg langs en streng. Du teller antall svingninger i et gitt punkt på strengen og finner at du har 10 fullstendige svingninger i løpet av 1.5 s. Du har blitt fortalt at bølgehastigheten er $v = 800 \text{ m s}^{-1}$. Bestem vinkelfrekvensen ω og bølgetallet k for bølgen.

2 Bølgelikningen

Utleid bølgelikningen for plane lydølger fra Newtons 2. lov. Anta at det dreier som om lydølger i en gass og Vis hvordan resultatene blir forskjellige om vi antar isotermisk (dårlig model) eller adiabatisk (god model) kompresjon av gassen.

3 Intensitet

En lydkilde sender ut en tilnærmet sfærisk lydølge med effekt på 10.0 W. Effekten er uniformt fordelt over bølgefronten. Hva blir intensiteten, uttrykt i dB, 5.0 m fra lydkilden?

4 Dopplereffekt

En lydkilde sender ut en bølge med frekvens på 400 Hz. Dersom du beveger deg mot lydkilden med en hastighet på 50 m s^{-1} , hvilken frekvens vil du måle? Anta at lydølghastigheten er på 343 m s^{-1}

Gi en intuitiv forklaring på resultatet av målingen.

5 Refleksjon og transmisjon

En harmonisk, transversal bølge med amplitude 2.0 mm forplanter seg langs en streng med massetetthet 25 g cm^{-1} og treffer en skjøl til en streng med massetetthet på 10 g cm^{-1} . Hva blir amplituden til den reflekterte og den transmitterte bølgen? Anta snordraget er likt på begge sider av skjølten.

Kan den reflekterte eller transmitterte bølgen ha høyere amplituden enn den innkommende bølgen? Begrunn svaret.

Fluidmekanikk

6 Fluidstatikk

En *hevert* er et instrument som kan brukes til å tappe væske fra et kar over kanten av karet. Det består av en slange fylt med væsken med den ene enden ned i karet. Dersom åpningen av slangen plasseres i samme høyde som væskeoverflaten (se figur, venstre side) vil væsken være i ro i slangen. Dersom åpningen senkes lavere en væskeoverflaten (se figur, høyres side) vil væsken strømme fra karet og ut gjennom slangen.

Forklar med fysiske prinsipper virkemåten til en hevert.

7 Hageslange

Anta at en hageslange har volumflux $\Phi_V = 50 \text{ L min}^{-1}$ og et sirkulært tverrsnitt med diameter $d = 13 \text{ mm}$. Hvis du holder hageslangen vertikalt, hvor høyt vil strålen nå (anta uniform hastighetsfordeling i slangen og laminær og friksjonsfri strømning)?

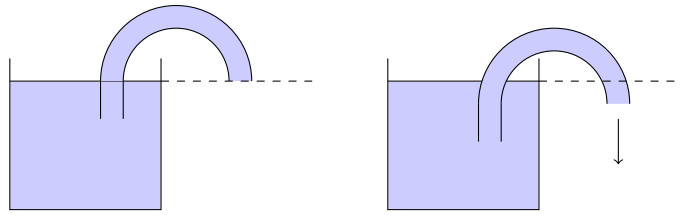


Figure 1: I figuren til venstre er systemet i likevekt. I figuren på høyre side vil vann fra karet og ut gjennom slangen

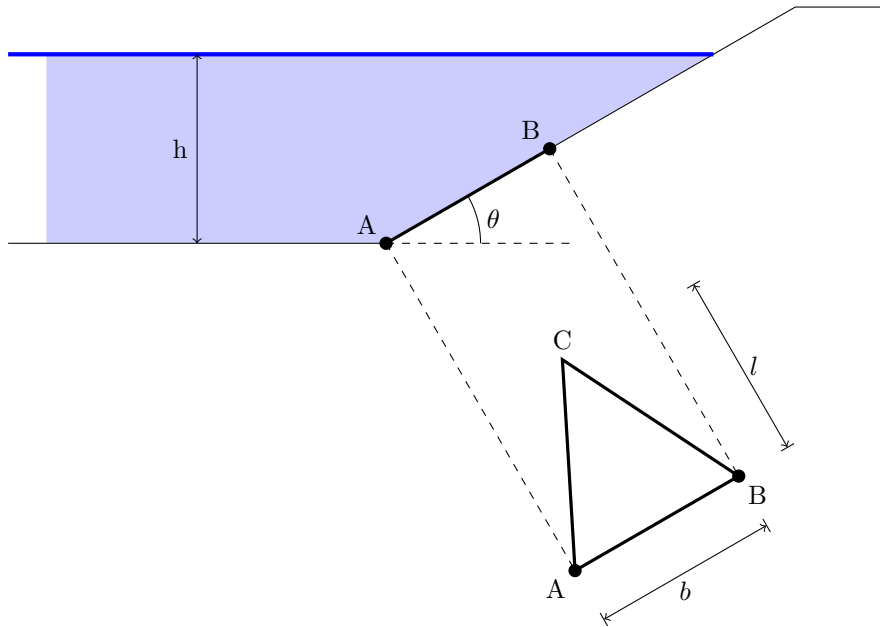


Figure 2: Oppgave 9

8 Virvling

Anta at vi har et 2D hastighetsfelt som er gitt av $\mathbf{v} = \frac{K}{r} \hat{\theta}$ (for $r > 0$). Er strømmingen rotasjonsfri?

9 Hydrostatiske krefter

- (a) Anta at vi har en skråstilt demning som vist på figur 2. Nederst på demningen er det en luke formet som en likebeint trekant ABC med grunnlinjen i trekanten langs siden AB . Grunnlinjen AB har lengde $b = 1.0\text{ m}$ og høyden på trekanten er $l = 1.0\text{ m}$. Dybden på vannet $h = 1.0\text{ m}$. Lukens vinkel i forhold til horisontalen er $\theta = 30\text{ degree}$. Vi antar at det er atmosfæretrykk under luken. Vis at netto kraft F_N på luken er gitt av

$$F_N = \frac{\gamma b l}{2} (2h - b \sin \theta) \quad (35)$$

- (b) Luken er hengslet i og kan rotere om linjestykket AB . Hvor stor kraft F_E må man minst tilføre punkt C for at luken skal dreie om linjestykket AB . (Det oppgis som potensielt nyttig at andre arealmomentet for en likebeinet trekant relativt til centroiden er gitt av $I_{xy} = \int xy dA = 0$ og $I_{xx} = \int y^2 dA = \frac{bl^3}{36}$, hvor y er parallel med grunnlinjen til trekanten og x parallel med høyden til trekantente. Centroiden ligger en høyde $h/3$ over grunnlinjen.)

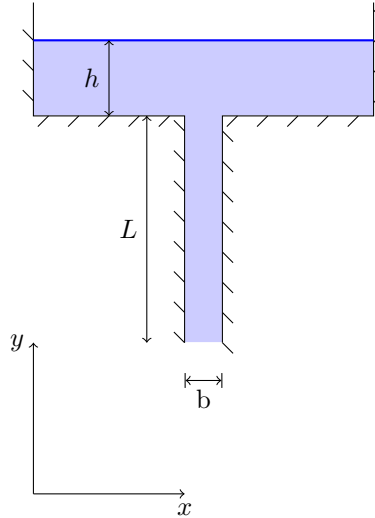


Figure 3: Oppgave 11

10 Potensialstrømning

La hastighetsfeltet være gitt av $\mathbf{v} = U\hat{\mathbf{x}} + V\hat{\mathbf{y}}$. Finn et uttrykk for hastighetspotensialet til dette hastighetsfeltet.

11 Navier stokes

Anta at vi har et 2D system som vist i figur 3 (uendelig utstrekning i z -retning). En inkompressibel væske med tetthet ρ og viskositet μ renner ut av karet via to plater som med høyde L og avstand b . Væskeoverflaten er en høyde h over bunnen av karet. Vi antar at inngangslengden (lengden før man har fullt utviklet laminær strømning) er neglisjerbar i forhold til L .

Bruk koordinatsystem som angitt i figuren. Vi antar at strømmingen i røret er stasjonær (h holdes konstant), laminær og at hastigheten kun har en y -komponent og kun varier i x -retning, $\mathbf{v} = v_y(x)\hat{\mathbf{y}}$

Bruk Navier-Stokes likning til å finne hastighetsprofilen $v_y(x)$ uttrykt med de oppgitte parametere. Være nøye med å presisere forenklinger og antagelser du gjør.