

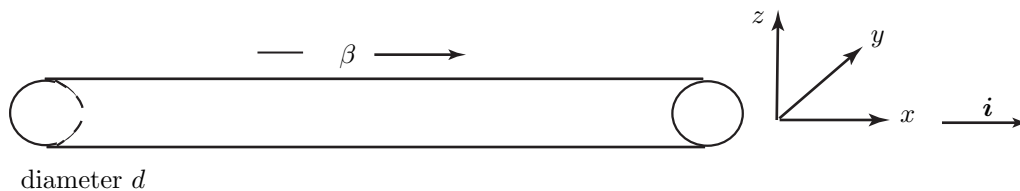
# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i:	MEK 2200/4200 — Viskøse væsker og elastiske stoffer.
Eksamensdag:	Onsdag 17. desember 2003.
Tid for eksamen:	09.00 – 12.00
Oppgavesettet er på 2 sider.	
Vedlegg:	Ingen.
Tillatte hjelpemidler:	Rottmann: Matematiske Formelsammling.

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Ilandføring av olje og gass skjer ved transport gjennom ledninger og rør på havbunnen. I oppgaven skal du lage en enkel matematisk modell for rørstrømning av olje/gass, etter følgende spesifikasjoner: Vi betrakter bare en væske (f.eks. olje). Væsken betraktes som Newtonsk, strømmingen er inkompressibel, foregår i et sirkulært rør med diameter  $d$ , røret er horisontalt, strømmingen drives av en trykkgradient  $-\beta$  i  $x$ -retning (det er trykkfall i  $x$ -retningen). Strømmingen er laminær og stasjonær. Vi ser bort fra tyngden. Strømmingen har et hastighetsprofil  $u(r)\mathbf{i}$  der  $r^2 = y^2 + z^2$ . Kinematisk og dynamisk viskositetskoeffisient er h.h.v.  $\nu$  og  $\mu$ . Tettheten til væsken er  $\rho$ .



- 1) Bruk bevegelsesligningen for Newtonsk væske til å finne hastighetsprofilen  $u(r)$ .

(Fortsettes side 2.)

- 2) Finn volumfluksen (populært: volumstrømmen av olje gjennom et snitt av røret, pr. tidsenhet).
- 3) Finn energidissipasjonen i væsken pr. seksjon (enhetslengde) av røret.
- 4) Definer Reynoldstallet for strømmingen.
- 5) Betrakt Newtonsk væske. Anta at strømmingen er inkompressibel.  
*Utle*d det matematiske uttrykket for energidissipasjonen i væsken.  
Definér tydelig de størrelsene du bruker.
- 6) Finn trykkraftens arbeid, pr. tidsenhet, pr. seksjon av røret, jfr. oppgavens punkter 1)–3).

SLUTT