HØGSKOLEN I STAVANGER

Avdeling for teknisk - naturvitenskapelige fag

Dato: 11. desember 1997

Eksamen i: TE 6192 Reservoarsimulering, innføring

Varighet: kl 09.00 – 14.00

Tillatte hjelpemidler: Kalkulator

Oppgavesettet består av: 3 sider

Merknader: Ingen

Oppgave 1

a) Utled diffusivitetsligningen for horisontal strøm av et fluid i to dimensjoner ved å bruke massebalanse på et volumelement $\Delta V = \Delta x_i \Delta y_j \Delta z$. Tettheten ved reservoarbetingelser er gitt ved $\rho = b\,\rho_0$, hvor ρ_0 er tettheten ved standard forhold og b er invers volumfaktor. Svaret skal bli

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Ck_x b}{\mu}\frac{\partial p}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Ck_y b}{\mu}\frac{\partial p}{\partial y}\right) + q = \phi \frac{db}{dp}\frac{\partial p}{\partial t}, \qquad \ldots\ (1)$$

hvor C er en omregningsfaktor.

b) Diskretiser ligning 1 med implisitt formulering og vis at svaret kan skrives på formen

$$a_{i,j}\,p_{im,j} + c_{i,j}\,p_{ip,j} - p_{i,j} + e_{i,j}\,p_{i,jm} + f_{i,j}\,p_{i,jp} = d_{i,j}. \qquad .\ (2)$$

c) Nevn to andre numeriske formulering som kunne ha vært brukt til å diskretisere ligning 1. Skisser kort hva som adskiller disse formuleringen fra den implisitte og angi fordeler og ulemper med alle tre formuleringene.

d) Vis med et eksempel, (4×3) rutenett, hvordan ligning 2 kan skrives på matriseform som et linært ligningsett og forklar med ord hvordan dette ligningsettet kan løses.

e) Vis hvordan det samme ligningssystemet kan løses med Linjevis Suksessive OverRelaksasjoner (LSOR).

Oppgave 2

Anta at invers volumfaktoren b er gitt som en funksjon av trykket p i form av en tabell fra laboratoriet. Forklar med ord og ved hjelp av skiss(er) hvordan en slik inngangstabell kan omformes til en intern, ekvidistant tabell i trykk.
Vis hvordan denne interne tabellen kan brukes til raskt å finne b-verdien for et gitt trykk. Hvordan måtte en ha gått fram uten en ekvidistant, intern tabell og hva ville ulempen ha vært?

Oppgave 3

Den følgende formel gir trykket p som en funksjon av posisjon x og tid t i et endimensjonalt reservoar hvor det samtidig startes med injeksjon og produksjon med like stor rate i hver ende ved tid $t = 0$,

$$p(x,t) = p_i - q(x-L) - 8Lq \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos(\frac{(2n+1)\pi}{2L}x)}{((2n+1)\pi)^2} \exp(-(\frac{(2n+1)\pi}{2L})^2 c_1^2 t). \tag{3}$$

Skisser en subrutine i Fortran som beregner trykket med en viss nøyaktighet, for en gitt verdi av x og t. Anta at data som p_i, q, L, c_1, blir overført fra hovedprogrammet via en 'common block.'

Oppgave 4

Lag et blokkskjema (flytdiagram) for et simuleringsprogram som løser ligning 2. I blokkskjemaet kan et kodesegment være angitt som en boks med en kort forklaring, eventuelt med forklaringen i egen liste under skjemaet. Dette gjelder for eksempel dersom kodesegmentet betegner en subrutine.
Følgende programelementer skal være inkludert, angitt i vilkårlig rekkefølge:

- materialbalanse
- trykkløsing ved LSOR
- innlesing av data
- utskrift for hvert tidssteg
- generering av intern og ekvidistant PVT-tabell
- opsjon for radielt system
- tidsstegsløyfe
- utskrift av inngangsdata
- oppdatering av gamle trykk
- trykkløsing ved eliminasjon
- nummereringsskjema av blokker for løsningsrutinen
- fluidegenskaper
- maksimal tillatt trykkendring per tidsteg
- ny tidsstegslengde
- iterasjonssløyfe på ulineære ledd
- innlesing av nye rater ved gitt tidspunkt

- initiell trykklikevekt
- koeffisienter til lineært ligningssett