

7. Tabellbruk

Oppgave

1. Lag et programsegment som leser inn (p_o, b_o, μ_o) ved en rekke vilkårlige trykk og som genererer en intern, ekvidistant trykktabell over disse størrelsene.

PVT-data:

p_o	b_o	μ_o
0	0.7401	1.00
2013	0.7506	1.01
4000	0.7752	1.02

2. Modifiser programmet slik at b_o og μ_o leses fra den internt genererte tabellen for et vilkårlig trykk. Test programmet på det radielle system brukt i Øving 6. Sjekk permeabiliteten beregnet fra simulert trykk med den innleste permeabilitet.

Kommentarer

For en nærmere beskrivelse, se boken til Aziz og Settari, side 409.

Hittil har vi brukt

$$b_o = b_{orig} + dbdp * \Delta p,$$

hvor $dbdp$ er en konstant, og dessuten at μ_o er konstant. Generelt er volumfaktorer og viskositeter ikke-lineære funksjoner av trykket. Senere vil vi også få bruk for relative permeabiliteter og kapillartrykk som ikke-lineære funksjoner av metninger. Disse funksjonssammenhengene innføres vanligvis i et simuleringsprogram ved hjelp av tabeller. Under kjøring av modellen interpolerer programmet i tabellene. Interpolasjonen er vanligvis lineær.

Rask interpolering kan foretas dersom tabellen er ekvidistant i trykk (eller metning). Laboratoriedata er vanligvis ikke ekvidistante (i trykk) og en trenger derfor å generere en intern, ekvidistant tabell før simuleringen starter.

Følgende inngangstabell leses fra datafil og skrives ut til resultatfil:

p_1	b_1	μ_1
p_2	b_2	μ_2
p_3	b_3	μ_3
\vdots	\vdots	\vdots
p_{npvt}	b_{npvt}	μ_{npvt}

En leser inn (og skriver ut) $p_{\max} = p_{npvt}$, $npvt$ og antar at $p_1 < p_2 < \dots < p_{npvt}$ og at $p_1 = 0$. Fra denne innleste tabell genereres det så en intern, ekvidistant tabell i p på 81 linjer, fra p_1 til p_{npvt} .

I kodeforslaget under brukes følgende betegnelser:

$pv(1) = p$, $pv(2) = b$, $pv(3) = \mu$.

En må videre huske å dimensjonere størrelsene:

$pv(3)$, $pvld(3)$, $dp(3)$, $tpo(81)$, $tbo(81)$, $tvo(81)$.

Størrelsen $itab$, som dirigerer utskrift av intern tabell, må også leses og skrives.

```
pinc = pmax/80.d0
dpres = 0.d0
read(5,...) (pv(i), i=1,3)
write(6,...) (pv(i), i=1,3)

do i = 1,3
    pvld(i) = pv(i)
end do

tpo(81) = pv(1)
tbo(81) = pv(2)
tvo(81) = pv(3)
dp(1) = 1.d0
notab = 1

do k = 2, npvt
    read(5,...) (pv(i), i = 1, 3)
    write(6,...) (pv(i), i = 1, 3)
    kinc = (pv(1) - pvld(1))/pinc + 0.5d0
    do kk = 2, 3
        dp(kk) = (pv(kk) - pvld(kk))/(pv(1) - pvld(1))
    end do

    kr = 0

    do kk = 1, kinc
        kr = kr + 1
        delp = kr*pinc - dpres
        notab = notab + 1
        no = 82 - notab
        tpo(no) = pvld(1) + dp(1)*delp
        tbo(no) = pvld(2) + dp(2)*delp
        tvo(no) = pvld(3) + dp(3)*delp
    end do
```

```

do kk = 1, 3
  pvld(kk) = pv(kk)
end do
dpres = pv(1) - tpo(no)
end do
if(itab .eq. 1) write(6,...) (tpo(i),tbo(i),tvo(i), i=1,81)

```

Som eksempel på bruk av den internt genererte tabellen tenker vi oss at en ønsker å finne b_o ved $p_o = 3920$ psi. Den interne tabellen er:

	tpo	tbo	tvo
1	4000.	-	-
2	3950.	-	-
3	3900.	-	-
⋮	⋮	⋮	⋮
81	-	-	-

Først beregnes et heltall in som angir at det oppgitte trykk ligger mellom tabellinje in og $inm = in - 1$. Deretter foretas det lineær interpolering innen dette intervallet. Heltallet finnes slik:

$$\begin{aligned}
in &= 2 + (tpo(1) - po(i))/pinc \\
&= 2 + (4000 - 3920)/50 \\
&= 2 + 80/50 = 3
\end{aligned}$$

Deretter interpoleres det lineært i tabellen mellom in og inm :

$$\begin{aligned}
zmc &= (po(i) - tpo(in))/pinc \\
b_o &= tbo(in) + zmc * (tbo(inm) - tbo(in)) \\
\mu_o &= tvo(in) + zmc * (tvo(inm) - tvo(in))
\end{aligned}$$

Med denne måten å angi volumfaktoren på, vil den ikke nødvendigvis være en lineær funksjon av trykket. En må nå regne ut en variabel $dbdp$. Dette framkommer ved å utvikle høyre side av simuleringsligningen:

$$\begin{aligned}
\phi \frac{\partial b_o}{\partial t} &= \phi \frac{b_o^{t+\Delta t} - b_o^t}{\Delta t} \\
&= \phi \frac{b_o - b_{old}}{delt} \\
&= \phi \frac{b_o - b_{old}}{p_o - p_{old}} \frac{p_o - p_{old}}{delt}
\end{aligned}$$

En får da å definere

$$dbodp(i) = (bo(i) - bold(i))/(po(i) - pold(i)),$$

og å dimensjonere $dbodp$, vo , $vold$, $bold$. Andre kodetips er som følger:

- I hovedprogrammet

- For å beregne ooip
 - ipre = 3
 - call flprop(.....,ipre)
- Ta visorg ut av ckx
- Rett etter start av tidstegsløyfen
 - bold(i) = bo(i)
 - vold(i) = vo(i)
- Foran call flocon
 - Ta vekk midling av trykk
 - ipre = 2
 - call flprop(.....,ipre)
- Foran materialbalansen settes inn
 - ipre = 1
 - call flprop(.....,ipre)

- I flocon

```
oxmin(i)=ckx(i)*(bo(i)/vo(i)+bo(im)/vo(im))*0.5d0
```

- I flprop

```

do i=1,mx
  in=2+(tpo(1)-po(i))/pinc
  inm=in-1
  zmc=(po(i)-tpo(in))/pinc
  bo(i)=tbo(in)+zmc*(tbo(inm)-tbo(in))
  vo(i)=tvo(in)+zmc*(tvo(inm)-tvo(in))
  if (ipre .eq. 3) then
    dbodp(i)=(tbo(in)-tbo(inm) )/(tpo(in)-tpo(inm))
  end if
  if (ipre .eq. 2) then
    dp=po(i)-pold(i)
    if(dabs(dp) .gt. 1.d-06) then
      dbodp(i)=(bo (i)-bold(i))/dp
    end if
    bo(i)=(bo(i)+bold(i))* 0.5d0
    vo(i)=(vo(i)+vold(i))*0.5d 0
  end if
  beregn 'gravity heads'
end do

```

Godkjenning

Lever inn kopi av kode, datafil, resultatfil fra en kjøring, og tolking av en trykktest.