ResTek1—Øving 12

Oppgave 1—Trykkfallstest

Følgende formasjons- og produksjonsdata er gitt for denne trykkfallstesten, tabell 1, Trykkdata er gitt i tabell 2, Beregn permeabilitet og skinfaktor fra transient periode og

$\phi = 0.059$	$\mu_o = 0.878$ cp	$N_p = 1371$ stb
$S_w = 0.25$	$h = 50$ ft	$Q_o = 303$ stb/d
$S_g = 0.0$	$c_o = 6.88 \cdot 10^{-6}$ psi^{-1}	$p_i = 4828$ psia
$B_o = 1.035$	$c_w = 3.16 \cdot 10^{-6}$ psi^{-1}	$r_w = 3$ in
=	$c_f = 5.0 \cdot 10^{-6}$ psi^{-1}	=

Tabell 1: Produksjonsdata, reservoar- og fluiddata

t min	p_{wf} psia	t min	p_{wf} psia
10	4714	150	4698
15	4708	250	4696
20	4705	400	4693
30	4703	600	4689
40	4703	800	4684
50	4702	1200	4677
60	4701	1400	4673
70	4701	1800	4666
80	4700	2200	4659
100	4699		

Tabell 2: Trykkdata, oppgave 1

porevolum fra halvstasjonær periode.

Oppgave 2—Trykkfallstest

(Se bok til Dake, øving 7.2)
En brønn blir testet ved å produsere den med en konstant rate på 1500 stb/d i 100 timer, altså en trykkfallstest. Fra geologisk og seismisk informasjon synes det rimelig å anta at brønnen drenerer fra et begrenset reservoar som har form av et 2:1 rektangel. Reservoardata er gitt i tabell 3 og trykkdata i tabell 4.

a) Beregn effektiv permeabilitet og skinfaktor.

$h = 20$ ft	$c_o = 15 \cdot 10^{-6}$ psi^{-1}
$r_w = 0.33$ ft	$\mu_o = 1$ cp
$\phi = 0.18$	$B_o = 1.20$ rb/stb

Tabell 3: Reservoar- og fluiddata

t timer	p_{wf} psia	t timer	p_{wf} psia
0	3500	20	2762
1	2917	30	2703
2	2900	40	2650
3	2888	50	2597
4	2879	60	2545
5	2869	70	2495
7.5	2848	80	2443
10	2830	90	2392
15	2794	100	2341

Tabell 4: Trykkdata, oppgave 2

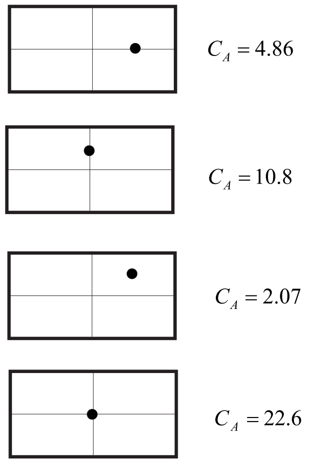
b) Estimer størrelsen på dreneringsarealet, Dietz' formfaktor og brønnplasseringen, kfr. figur 1.

Oppgave 3

Det er utført en trykkoppbyggingstest av en oljebrønn. Beregn permeabilitet, skinfaktor og avstanden til diskontinuiteten som framgår av Hornerplottet. Avgjør om diskontinuiteten er en forseglende forkastning eller en gass-olje kontakt. Reservoardata er gitt i tabell 5 og trykk-tid data i tabell 6.

$N_p = 13470$ stb	$p_{wf,s} = 1475$ psia
$Q_o = 65$ stb/d	$\phi = 0.13$
$B_o = 1.33$ rb/stb	$S_o = 0.61$
$h = 27$ ft	$S_g = 0.01$
$r_w = 4$ in	$S_w = 0.38$
$\mu_o = 0.23$ cp	$c_o = 10.2 \cdot 10^{-6}$ psi^{-1}
$c_w = 3.5 \cdot 10^{-6}$ psi^{-1}	$c_g = 424.2 \cdot 10^{-6}$ psi^{-1}
$c_f = 4.3 \cdot 10^{-6}$ psi^{-1}	perforeringer: = 7420–7430 ft

Tabell 5: Reservoar- og fluiddata



Figur 1: Dietz formfaktor for 2:1 rektangel, med ulike brønnplasseringer angitt

p_{ws} psia	Δt timer	p_{ws} psia	Δt timer
2320	2.16	2620	35.0
2350	2.62	2651	53.5
2391	3.11	2678	75.4
2435	3.63	2708	113.0
2460	4.29	2735	155.4
2475	5.24	2760	195.1
2495	6.82	2792	255.1
2528	10.4	2828	327.2
2555	15.0	2862	414.5
2583	21.7	2894	518.1

Tabell 6: Trykkdata, oppgave 3

Oppgave 4

(Eksamensoppgave, september 1998)
Den klassiske linjekildeløsningen er gitt ved

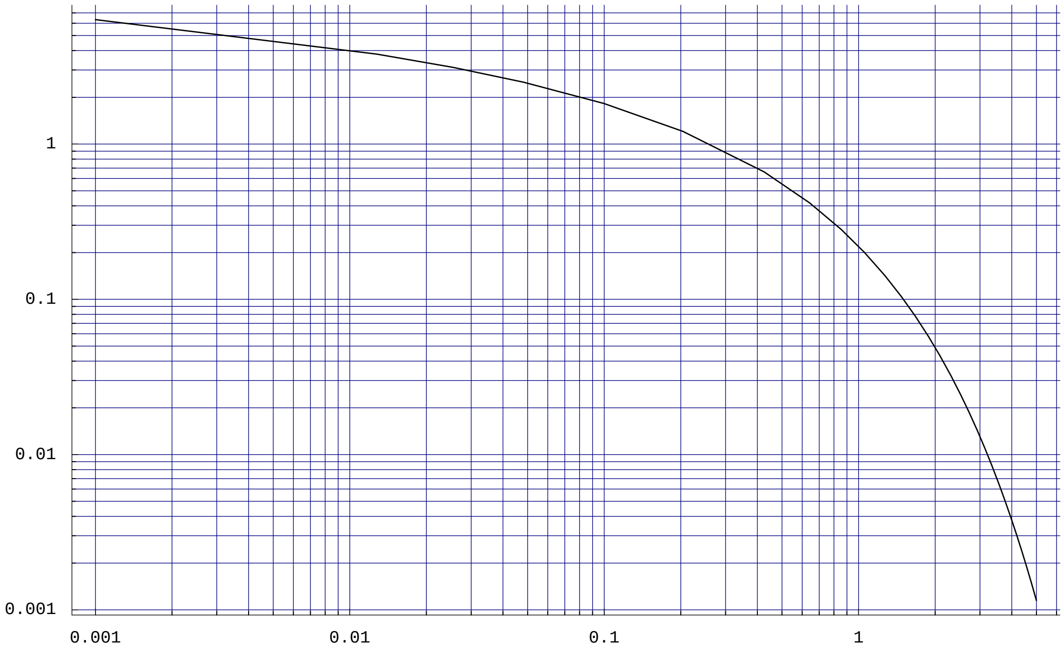
$$p_D = \frac{1}{2}\,\mathrm{ei}\Big(\frac{1}{4t_D}\Big) + S, \qquad (1)$$

hvor dimensjonsløst trykk p_D og tid t_D er gitt i tabell 7, for to sett av enheter. Funksjonen

Tabell 7: Linjekildeløsningen i Darcy enheter og praktiske enheter

		Darcy enheter	;	Praktiske enheter
p_D	=	$\frac{2\pi kh}{q\mu}(p_i - p_w)$	;	$\frac{1}{141.2}\frac{kh}{Q\mu B}(p_i - p_w)$
t_D	=	$\frac{kt}{\phi\mu c r^2}$	;	$0.000264\frac{kt}{\phi\mu c r^2}$
Praktiske enheter: ft, timer, stb/d, psia, cp og mD				

$\mathrm{ei}(x)$ er vist i figur 2. For x-verdier mindre enn 0.01 så kan vi bruke logaritmetilnærmelsen av eksponensialintegralet, $\mathrm{ei}(x) \approx -\ln(\gamma x)$ med $\gamma = 1.781$.



Figur 2: Funksjonen $\mathrm{ei}(x)$ i log-log plott for x-verdier mellom 0.001 og 5.

a) Forklar hva som er de viktigste antagelsene for at ligning 1 skal være gyldig.

b) Et reservoar som kan betraktes som uendelig stort er begrenset mot øst av en forseglende forkastning i form av et vertikalt plan. En undersøkelsesbrønn er plassert i avstand d fra forkastningen. Korrekte grensevilkår ved forkastningen er at det ikke skal gå noen strøm gjennom den. Det kan en få til ved å bruke en såkalt speilbrønn. Det er en tenkt brønn som plasseres i samme avstand d på andre siden av forkastningen og som produseres på samme måte som den virkelige brønnen. Av symmetrigrunner blir da strømmen over forkastningen lik null. Andre reservoardata er gitt i tabell 8. Før trykktesten ble utført var det fra annen informasjon klart at avstanden d til forkastningen var av størrelsesorden fem hundre fot, permeabiliteten antagelig rundt 0.5D, og testen ble planlagt til å vare et døgns tid. Vis at en ikke uten videre kan bruke logaritmetilnærmelsen av ei-funksjonen i beregning av trykkfallet fra speilbrønnen.

Tabell 8: Reservoardata

p_i=3460 psia ;	c=17$\times 10^{-6}$/psi
$p_{wf,s}$=2970 psia ;	h=25 ft
r_w=0.510 ft ;	μ=1.0 cp
ϕ=0.25 ;	B=1.30 rb/stb

c) Det utføres nå en trykkoppbyggingstest i brønnen. Vis at trykkløsningen er gitt ved

$$\begin{aligned}\frac{1}{141.2}\frac{kh}{Q\mu B}(p_i - p_{ws}) \quad &= \quad 1.151\log_{10}\frac{t_p+\Delta t}{\Delta t} + \frac{1}{2}\mathrm{ei}\left(\frac{\phi\mu c d^2}{0.000264k(t_p+\Delta t)}\right) \\ &\quad - \frac{1}{2}\mathrm{ei}\left(\frac{\phi\mu c d^2}{0.000264k(\Delta t)}\right), \quad \ldots\ldots\ldots \qquad (2)\end{aligned}$$

hvor t_p er produksjonstiden før avstenging.

d) Vis at ligning 2 medfører at plottet av p_{ws} mot $\log_{10}((t_p+\Delta t)/\Delta t)$ vil gi en rett linje for små verdier av Δt og en annen rett linje for store verdier av Δt, med økning i stigningsforholdet på en faktor 2.

e) Brønnen produserte 5320 stb olje med en sluttrate på 3500 stb/d før den ble stengt av. Trykkdata er gitt i tabell 9. Beregn permeabiliteten fra testen.

f) Bruk testdataene til å estimere avstanden til forkastningen.

Tabell 9: Trykkoppbyggingsdata

Δt (hrs)	p_{ws} (psia)	Δt (hrs)	p_{ws} (psia)	Δt (hrs)	p_{ws} (psia)	Δt (hrs)	p_{ws} (psia)
0.050	3284.1	0.117	3310.6	0.183	3321.9	0.250	3329.1
0.317	3333.6	0.383	3337.1	0.450	3340.3	0.650	3347.5
0.850	3352.8	1.050	3357.1	1.250	3360.6	1.517	3364.2
2.050	3370.0	2.517	3374.1	3.050	3377.9	4.050	3383.8
5.050	3388.8	6.050	3392.4	7.050	3395.4	8.050	3398.5
9.050	3401.2	10.050	3403.6	11.050	3405.7	12.050	3408.0
13.117	3410.0	14.050	3411.6	15.050	3413.3	16.050	3414.9
17.050	3416.3	18.050	3417.6	20.050	3420.1	21.050	3421.2
22.050	3422.3	23.050	3423.3	24.050	3424.2	25.050	3425.1
26.050	3426.0	27.050	3426.8	28.050	3427.6	29.00	3428.3