



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E DE
PETRÓLEO

Engenharia de Reservatórios

Prof.: João Felipe Mitre

2022

Questão 1

Um reservatório de óleo selado e cuja a geometria é dada circular de 700,0 m de raio possui um poço centralizado. Os dados do reservatório são:

- pressão original, 245 atm
- temperatura do reservatório, 153 °C
- a densidade do gás associado produzido é de 0,9
- permeabilidade efetiva do óleo, 82 md
- espessura da formação, 24 m
- raio do poço, 0,2 m
- porosidade da rocha, 19 %
- óleo de 41 °API.
- a vazão é de 100 m³/d
- considere que as condições padrões sejam 1 atm e 20 °C,

Determine a pressão no poço em 1h (2 pontos) e em 5 dias de operação?

Questão 2

Um certo reservatório infinito de gás produz através de três poços e apresenta as seguintes características:

- pressão original, 310 atm
- temperatura do reservatório, 155 °C
- permeabilidade efetiva do gás, 79 md
- permeabilidade da formação, 82 md
- espessura da formação, 21 m
- raio de cada um dos poços, 0,4 m

- porosidade da rocha, 22 %
- considere que as condições padrões sejam 1 atm e 20 °C.
- a composição do gás e dados dos componentes são dados na Tabela 0.1

Tabela 0.1 – Composição do gás, massa molar, temperatura crítica (T_c) e pressão crítica (P_c) de cada componente

Componente	Fração molar	Massa molar	T_c (K)	P_c (psia)
metano	0,85	16	190,7	673,1
etano	0,10	30	305,5	708,3
propano	0,05	44	370,0	617,4

Os poços estão em vértices de um triângulo equilátero de 400 m de lado. A vazão do poço varia com o tempo. Para o poço A, começa com $2,2 \times 10^6$ m³ std/d e depois de 2 dias passa ao dobro do valor. O poço B começa a produzir depois de 12 horas do início da produção do poço A. Mantém a vazão constante e igual a 3×10^6 m³ std/d por 1 dia e depois dobra o valor também. Após 2 dias do início da produção do poço A, o poço C inicia sua produção com uma vazão de 4×10^6 m³ std/d.

Após 10 dias do início da produção do poço A, todos os poços são fechados mantidos assim por 1 dia. A produção é retomada em conjunto utilizando o mesmo valor de produção que havia antes do fechamento.

Considerando que o gás do reservatório seja gás real, qual a queda de pressão após 15 dias de operação ? E se fosse gás ideal?

Questão 3

Defina a permeabilidade absoluta e a permeabilidade efetiva e detalhe os fatores que possam influenciar a permeabilidade absoluta e a permeabilidade efetiva.

Questão 4

Um certo profissional recebeu a incumbência de caracterizar uma dada amostra retirada do campo utilizando um aparato similar ao experimento de Darcy. Entretanto, ele cometeu um erro. Ao preencher a coluna do experimento com a amostra ele acabou compactando erradamente a amostra dentro do experimento. Como resultado, a permeabilidade não pode mais ser considerada constante nesse experimento. Como não havia mais tempo para repetir todos os experimentos ele redefiniu a equação da difusividade hidráulica considerando que a permeabilidade aumenta linearmente com a profundidade da coluna, ou seja $k = k_\alpha + \beta x$, onde $x = 0$ corresponde ao ponto de injeção de fluido no topo do aparato, $x = L$ corresponde ao ponto de saída do fluido na parte inferior do aparato, k_α corresponde a permeabilidade absoluta real da amostra e β é um fator positivo. Considere que o comprimento do leito seja L .

Encontre a nova equação da difusividade hidráulica deduzindo-a com base na equação da continuidade, listando e definindo todos os parâmetros e hipóteses

que se façam necessários. Resolva essa equação para o experimento em questão e caracterize o erro relativo no diferencial de pressão entre a solução considerando esse experimento e a solução considerando o experimento tal qual ele devia ter sido construído inicialmente, ou seja, com permeabilidade homogênea, isotrópica e constante.

Questão 5

Considere o seguinte estudo de caso.

Há três poços no reservatório que se comporta como reservatório infinito, A, B e C. Cada poço corresponde a um vértice de um triângulo equilátero. A distância entre cada um dos vértices é de 300 m.

O poço A começou a operar primeiro, com uma vazão de $200 \text{ m}^3 \text{ std/d}$. Após 1 dia, a vazão caiu pela metade. Passado 12 horas, a vazão voltou a ser igual a inicial. Após 3 dias, a vazão sofreu um aumento de $100 \text{ m}^3 \text{ std/d}$.

Três dias após o início da operação do poço A, os demais poços começaram a operar. Ambos com a vazão de $100 \text{ m}^3 \text{ std/d}$. Ocorre que 12 horas mais tarde, devido a um problema, o poço B teve sua operação interrompida e permaneceu assim por 3 dias, quando teve a produção retomada nas mesmas condições iniciais. Após 2 dias de operação, esse poço teve sua vazão aumentada para $300 \text{ m}^3 \text{ std/d}$. O poço C, após 2 dias do início da sua operação teve sua vazão aumentada para $400 \text{ m}^3 \text{ std/d}$ e permaneceu assim.

A espessura da formação é de 20 m.

Um experimentalista, caracterizou que para cada 1 m^3 de rocha, há $0,2 \text{ m}^3$ de fluido.

A densidade padrão do óleo é de 0,85, e a do gás dissolvido associado é 0,71. Considere que a pressão inicial do reservatório é de 246 atm e a temperatura é de 71°C . E que são necessários $1,4 \text{ m}^3$ de óleo nessas condições para obter 1 m^3 de óleo nas condições padrão. A pressão de bolha do óleo é de 176 atm na temperatura do reservatório.

A água conata é de 20 %, mas o escoamento é monofásico e apenas de óleo (assuma que há apenas água e óleo para todas as condições de operação).

A permeabilidade efetiva do óleo foi caracterizada experimentalmente com um experimento de Darcy é de 150 md. A compressibilidade da água, do óleo e da formação são, respectivamente, $4,4 \times 10^{-4}$, $2,4 \times 10^{-4}$ e $5,1 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$.

Como parte do estudo de caso e realizando as hipóteses coerentes que se façam necessários, caracterize a solução do perfil de pressão em função do espaço e do tempo para cada poço, faça a avaliação do perfil de pressão na parede de cada um dos poços em função do tempo e do perfil de pressão no ponto central do triângulo formado pelos três poços. Para esse ponto central, determine também qual é a queda de pressão que ocorre após 10 dias de operação.

Questão 6

Um experimento foi realizado em laboratório para caracterizar informações sobre o escoamento de um óleo (30 °API), cuja as condições iniciais são 7000 psia e 150 °F. Sabe-se que a densidade do gás associado produzido é 0,9 (embora não tenha, nas condições iniciais, qualquer gás dissociado).

O experimento foi montado considerando que há apenas um fluxo linear e construído de tal forma que simula o regime de escoamento associado a reservatório isolado no limite externo. O comprimento total na direção do escoamento é de 200 m. A área perpendicular ao escoamento é de 1 m².

O meio poroso associado possui uma permeabilidade da formação é de 200 md e a permeabilidade efetiva do óleo de 150 md. A porosidade associada é de 40%. A compressibilidade da formação é de $1 \times 10^{-5} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}^{-1}$

Deduza a expressão analítica associada a solução desse problema partindo da equação da difusividade hidráulica e caracterize por quanto tempo o experimento pode ser efetivamente executado sem que surja qualquer bolha de gás dentro da rocha, ou seja, do sistema.