

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
PPGCEP – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E ENGENHARIA DE
PETRÓLEO
LINHA DE ENGENHARIA E GEOLOGIA DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL (ERE)
PROVA DA SELEÇÃO DO PPGCEP 2016.2

Aluno(a): _____

1. (2,0 pts) Descreva sucintamente o método de elevação artificial Bombeio Mecânico com Hastes, um dos mais utilizados na indústria do petróleo.

Expectativa de resposta:

Bombeio mecânico com hastes (BM). Neste método de elevação artificial o movimento rotativo de um motor elétrico ou de combustão interna é transformado em movimento alternativo por uma unidade de bombeio localizada próxima à cabeça do poço. Uma coluna de hastes transmite o movimento alternativo para o fundo do poço, acionando uma bomba que eleva os fluidos produzidos pelo reservatório para a superfície.

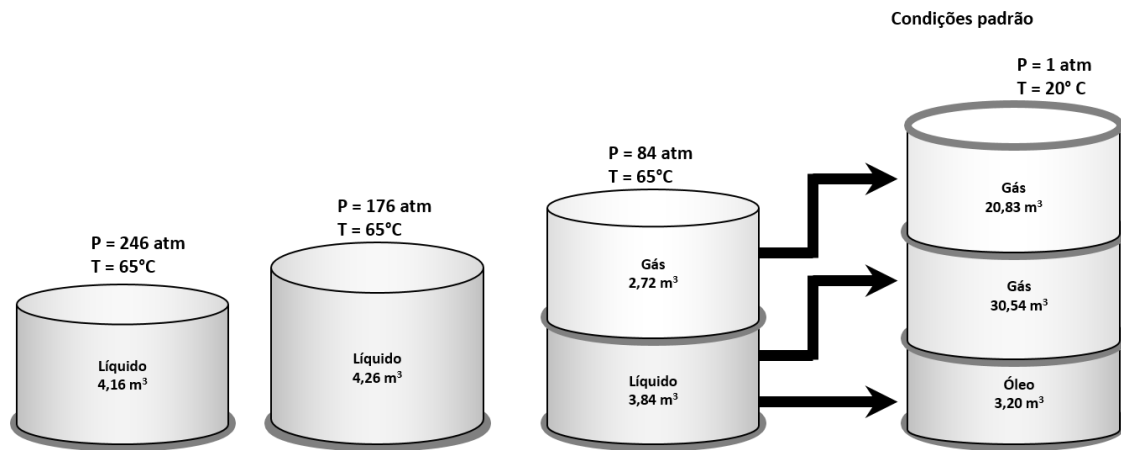
O bombeio mecânico com hastes é o método de elevação artificial mais utilizado em todo o mundo. Pode ser utilizado para elevar vazões médias de poços rasos. Para grandes profundidades, só consegue elevar baixas vazões. É razoavelmente problemático em poços que produzem areia, em poços desviados e em poços onde parte do gás produzido passa pela bomba. A areia desgasta mais rapidamente as partes móveis e a camisa da bomba devido à sua abrasividade. O gás passando pela bomba reduz sua eficiência volumétrica, podendo até provocar um bloqueio de gás. Contudo, o efeito do gás no bombeio mecânico é menos problemático que no bom-beio centrífugo submerso ou no bombeio por cavidades progressivas.

Para poços desviados, este método resulta em elevado atrito da coluna de hastes com a coluna de produção, provocando aumento de cargas na haste polida, além do desgaste prematuro das hastes e da coluna de produção nos pontos de maior contato.

2. (2,0 pts) O diagrama abaixo indica os volumes de hidrocarbonetos nas fases líquida e gasosa de um reservatório em várias condições de pressão e temperatura. A partir desses valores podem ser determinadas as variáveis do modelo “Black Oil”, normalmente usado na indústria do petróleo, Fator volume de formação do óleo (B_o), Fator volume de formação do gás (B_g), e Razão de solubilidade do gás no óleo (R_s). Calcule os seguintes valores, baseados no diagrama:

a) B_o e R_s na pressão de 246 atm.

b) R_s e B_g na pressão de 84 atm.



Expectativa de Resposta:

- a) Bo e Rs na pressão de 246 atm.

$$Bo = 4,16/3,20 = 1,30 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{std}$$

$$Rs = (20,83+30,54)/3,20 = 51,37/3,20 = 16,05 \text{ m}^3\text{std}/ \text{m}^3\text{std}$$

- b) Rs e Bg na pressão de 84 atm.

$$Rs = 30,54/3,20 = 9,54 \text{ m}^3\text{std}/ \text{m}^3\text{std}$$

$$Bg = 2,72/20,83 = 0,13058 \text{ m}^3/\text{m}^3\text{std}$$

3. (2,0 pts) Descreva sucintamente o condicionamento do gás natural no processamento primário de fluidos produzidos.

Expectativa de Resposta:

O condicionamento ou tratamento do gás natural é o conjunto de processos (físicos e/ou químicos) aos quais o gás deve ser submetido, de modo a remover ou reduzir os teores de contaminantes para atender às especificações (teores máximos de compostos de enxofre, de dióxido de carbono e de água, ponto de orvalho e poder calorífico) de mercado, segurança, transporte ou processamento posterior. Compreende a desidratação (para evitar corrosão e a redução da capacidade dos gasodutos através da formação de hidratos) e a dessulfurização, que é a remoção dos compostos de enxofre (H₂S, mercaptans, dissulfeto de carbono, etc.), causadores de corrosão. A remoção de CO₂ tem a finalidade de reduzir o custo do transporte, caso esteja presente em grande quantidade, e evitar a ocorrência de processos corrosivos.

A desidratação pode ser feita através dos processos de absorção ou adsorção, enquanto que a dessulfurização pode ser efetuada através dos processos de absorção química ou física.

4. (2,0 pts) Um poço de petróleo iniciou a produção no tempo $t_0 = 0$ com uma vazão (q_0) de 700 STB/d e mostrou um declínio exponencial. Após 2 anos ($t = 2$) a produção caiu para 400 STB/d. Sabe-se que o declínio de produção do tipo exponencial pode ser representado pela equação abaixo, relacionando a vazão de produção (q) com o tempo (t), onde q_0 é a vazão inicial e a_0 é a taxa de declínio.

$$q = q_0 \times e^{(-a_0 \cdot t)}$$

- a) Calcule a taxa de declínio (a_0) no tempo $t=2$ anos.
b) Calcule a produção acumulada de óleo (N_p) no tempo $t=2$ anos.

Expectativa de Resposta:

- a) Calcule a taxa de declínio (a_0) no tempo $t=2$ anos.

Como

$$q = q_0 \times e^{-a_0 \cdot t}$$

tem-se que:

$$\frac{q}{q_0} = e^{-a_0 \cdot t} \rightarrow \ln \frac{q_0}{q} = -a_0 \cdot t$$

Logo:

$$a_0 = \frac{1}{t} * \ln \frac{q_0}{q} = \frac{1}{2 \text{ anos}} * \ln \frac{700 \frac{\text{stb}}{\text{dia}}}{400 \frac{\text{stb}}{\text{dia}}}$$

$$a_0 = 0,27981 \frac{1}{\text{ano}} \quad \text{ou} \quad a_0 = 7,666 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{dia}}$$

- b) Calcule a produção acumulada de óleo (N_p) no tempo $t=2$ anos.

A produção acumulada é obtida pela integral da vazão no tempo:

$$N_p = \int_0^t q \cdot dt = q_0 \int_0^t e^{-a_0 \cdot t} \cdot dt = \frac{q_0}{a_0} (1 - e^{-a_0 \cdot t}) = \frac{q_0}{a_0} \left(1 - \frac{q}{q_0}\right) = \frac{(q_0 - q)}{a_0}$$

Como a vazão é expressa em STB/d a taxa de declínio deve ser em “1/dia”:

$$N_p = \frac{700 \frac{\text{stb}}{\text{dia}}}{7,666 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{dia}}} \left(1 - \frac{400 \frac{\text{stb}}{\text{dia}}}{700 \frac{\text{stb}}{\text{dia}}}\right) = \frac{(700 \frac{\text{stb}}{\text{dia}} - 400 \frac{\text{stb}}{\text{dia}})}{7,666 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{dia}}} = 391.337 \text{ stb}$$

Ou usando a taxa de declínio em “1/ano”

$$N_p = \frac{700 \frac{\text{stb}}{\text{dia}} \times 365 \frac{\text{dia}}{\text{ano}}}{0,27981 \frac{1}{\text{ano}}} \left(1 - \frac{400 \frac{\text{stb}}{\text{dia}}}{700 \frac{\text{stb}}{\text{dia}}}\right) = \frac{(700 \frac{\text{stb}}{\text{dia}} - 400 \frac{\text{stb}}{\text{dia}}) \times 365 \frac{\text{dia}}{\text{ano}}}{0,27981 \frac{1}{\text{ano}}} = 391.337 \text{ stb}$$

5. (2,0 pts) Levando em consideração uma operação de fraturamento hidráulico, identifique a (s) alternativa (s) falsa (s).

- () O fraturamento ultrapassa zonas com permeabilidade restringida.
- () A fratura gerada durante a operação pode conectar zonas que não produziam.
- () O fraturamento altera a permeabilidade natural das rochas-reservatório.
- () O agente de sustentação tem como função controlar o filtrado do fluido de fraturamento.

Resposta:

- () O fraturamento ultrapassa zonas com permeabilidade restringida.
- () A fratura gerada durante a operação pode conectar zonas que não produziam.
- (x) O fraturamento altera a permeabilidade natural das rochas-reservatório.
- (x) O agente de sustentação tem como função controlar o filtrado do fluido de fraturamento.