

# FT II – Test 2023.1 Resolutions

Felipe B. Pinto 61387 – MIEQB

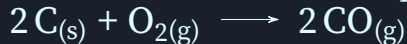
20 de julho de 2024

## Conteúdo

Questão 1	2	Questão 2	8
-----------	---	-----------	---

# Questão 1

Uma partícula de carvão queima numa atmosfera gasosa enriquecida (40% de percentagem molar em oxigénio) a 1400 K, à pressão atmosférica ( $1.013 \text{ E}^5 \text{ Pa}$ ). O processo é limitado pela difusão de  $\text{O}_2$  em sentido oposto ao do CO que se forma, através de uma reacção instantânea com o carvão à sua superfície. O carvão, constituído por esferas com diâmetro de 0.6 mm, consiste em carbono puro com uma massa específica de  $1280 \text{ kg m}^{-3}$ .



Considere:

- $\mathcal{D}_{\text{O}_2, \text{mist. gas}} = 1 \text{ E}^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$
- $R = 8.314\,462\,618 \text{ Pa m}^2 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- Nas alíneas seguintes, de a) a d) assuma que o processo de difusão ocorre em estado estacionário.

Q1 a.

Faça um esquema do processo que está a ocorrer, apresente a respectiva equação de conservação de massa e explicita as condições fronteira que considerou.

Q1 b.

Com base na sua resposta à alínea a) deduza uma expressão para a velocidade de difusão do oxigénio e calcule o valor da velocidade de difusão do oxigénio.

---

---

Resposta

$$Q = -\frac{P}{RT} \mathscr{D} 4 \pi R_1 \ln(1.4) \cong 1.100 \text{ E}^{-6} \text{ mol/s}$$

Q1 c.

Quanto tempo demora uma partícula de carvão a arder completamente?

---

Resposta

1.000 h

Q1 d.

Se o processo se realizar à temperatura de 1000 K qual é a velocidade de queima da partícula de carvão? Justifique a sua resposta (analise com cuidado o impacto da temperatura nos vários parâmetros relevantes.)

---

---

Resposta

$-1.55 \text{ E}^{-6} \text{ mol/h}$

Q1 e.

Assuma agora que o processo de difusão ocorre em estado pseudo-estacionário. Nestas circunstâncias, deduza uma expressão para a velocidade de difusão do oxigênio.

---

Resposta

$$Q = \frac{P}{M} 4 \pi x^2 \frac{dx}{dt}$$

# Questão 2

Pretende-se transferir oxigénio para o meio aquoso de um reactor biológico, através da utilização de um "manto"de gás contendo oxigénio, o qual cobre toda a superfície do meio aquoso. A concentração inicial de oxigénio no meio aquoso é de 1 kg/m<sup>2</sup>. Se a concentração do oxigénio no meio aquoso for subitamente elevada à superfície para 9 kg/m<sup>3</sup>, calcule:

Dados:

$$J_A^* = -\mathcal{D} \frac{\partial C_A}{\partial z} = \sqrt{\frac{\mathcal{D}}{\pi t}} \exp(-z^2/4 \mathcal{D} t) (C_{A,s} - C_{A,0}); \quad J_A^* \Big|_{z=0} = \sqrt{\frac{\mathcal{D}}{\pi t}} (C_{A,s} - C_{A,0})$$

$$\frac{C_{A,s} - C_A}{C_{A,s} - C_{A,0}} = \operatorname{erf}\left(\frac{z}{\sqrt{4 \mathcal{D} t}}\right); \quad \mathcal{D}_{\text{O}_2, \text{Agu}} = 1 \text{ E}^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

<i>a</i>	erf( <i>a</i> )	<i>a</i>	erf( <i>a</i> )	<i>a</i>	erf( <i>a</i> )
0.0	0.0	0.48	0.50275	0.96	0.82542
0.04	0.04511	0.52	0.53790	1.00	0.84270
0.08	0.09008	0.56	0.57162	1.10	0.88021
0.12	0.13476	0.60	0.60386	1.20	0.91031
0.16	0.17901	0.64	0.63459	1.30	0.93401
0.20	0.22270	0.68	0.66378	1.40	0.95229
0.24	0.26570	0.72	0.69143	1.50	0.96611
0.28	6.30788	0.76	0.71754	1.60	0.97635
0.32	0.34913	0.80	0.74210	1.70	0.98379
0.36	0.38933	0.84	0.76514	1.80	0.98909
0.40	0.42839	0.88	0.78669	2.00	0.99532
0.44	0.46622	0.92	0.80677	3.24	0.99999

Tabela 1: Error function values. For negative *a*, erf(*a*) is negative



Q2 a.

Aconcentração de oxigénio, 1 hora depois da elevação de concentração à superfície, a 1 cm de profundidade.

---

**Resposta**

1.018 kg/m<sup>3</sup>

Q2 b.

O fluxo de oxigénio a essa profundidade ( 1 cm), após 3 min e após 1 hora. Compare os valores obtidos e comente.

---

## Resposta

- 30 min:  $3.130 \text{ E}^{-12} \text{ kg/s m}^2$
- 60 min:  $2.290 \text{ E}^{-9} \text{ kg/s m}^2$
- Em estado transiente, o reator é descontínuo e por isso altera-se ao longo do tempo e o fluxo difusional não é constante.
- Observa-se que quando  $t \uparrow \implies J_A \uparrow$ , logo são diretamente proporcionais