

Declaro que segui o código de ética do Curso de Engenharia Ambiental ao realizar esta prova

NOME: GABARITO

Assinatura: _____

1 [15] Os modelos de pressões parciais e volumes parciais de uma mistura de gases perfeitos são, respectivamente,

$$p_i V = n_i R^\# T,$$

$$p V_i = n_i R^\# T,$$

$$p V = n R^\# T,$$

onde $p = \sum_i p_i$, $V = \sum_i V_i$ e $n = \sum_i n_i$. Mostre que $p_i/P = V_i/V$. Qual é o nome de V_i/V ?

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$p_i V = V_i p = n_i R^\# T;$$

$$\frac{p_i}{p} = \frac{V_i}{V}.$$

Concentração volumétrica ■

2 [15] Defina a **razão de mistura** r_d do vapor d'água em uma atmosfera úmida. Utilizando a lei dos gases,

$$e = \rho_v R_v T,$$
$$(p - e) = \rho_d R_d T,$$

encontre uma fórmula para r_d em termos de (algumas das) variáveis acima.

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$r_v = \frac{\rho_v}{\rho_d}$$
$$= \frac{\frac{e}{R_v T}}{\frac{p-e}{R_d T}}$$
$$= \frac{R_d}{R_v} \frac{e}{p - e} \blacksquare$$

3 [15] Se o índice “ r ” indica o estado hidrostático de referência e o índice “ δ ” indica a flutuação de Boussinesq, na relação aproximada

$$\frac{p_\delta}{p_r} \approx \frac{T_\delta}{T_r} + \frac{\rho_\delta}{\rho_r},$$

qual dos 3 termos acima pode ser desprezado em relação aos outros dois?

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$\frac{p_\delta}{p_r} \blacksquare$$

4 [15] Qual é a hipótese necessária para provar que

$$\sum_{i=1}^3 \overline{\frac{p'}{\rho_r} \frac{\partial u'_i}{\partial x_i}} = 0?$$

O que ela representa fisicamente?

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^3 \overline{\frac{p'}{\rho_r} \frac{\partial u'_i}{\partial x_i}} &= \overline{\frac{p'}{\rho_r} \sum_{i=1}^3 \frac{\partial u'_i}{\partial x_i}} \\ &= \frac{p'}{\rho_r} \underbrace{\sum_{i=1}^3 \frac{\partial u'_i}{\partial x_i}}_{=0} \\ &= 0. \end{aligned}$$

Portanto, a hipótese necessária é a incompressibilidade das flutuações turbulentas de velocidade:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{\partial u'_i}{\partial x_i} = 0 \blacksquare$$

5 [15] Dê a definição das escalas turbulentas de velocidade u_* e de temperatura θ_* da Teoria de Similaridade de Monin-Obukhov em termos de covariâncias (quais?) entre flutuações turbulentas.

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$u_*^2 \equiv -\overline{u'w'},$$
$$\theta_* \equiv \frac{\overline{w'\theta'}}{u_*} \blacksquare$$

Continue a solução no verso \implies

6 [15] Defina: irradiância líquida na superfície (dê a equação), albedo da superfície, e emissividade da superfície.

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$R_n = R_s (1 - \underbrace{\alpha}_{\text{albedo}}) + \underbrace{\epsilon}_{\text{absortividade}} R_a - \underbrace{\epsilon}_{\text{emissividade}} \sigma T_0^4,$$

onde R_s é a irradiância solar incidente, R_a é a irradiância atmosférica incidente, σ é a constante de Stefan-Boltzmann, e T_0 é a temperatura da superfície ■

7 [10] Se a função de autocorrelação lagrangeana da velocidade vertical for dada por

$$\rho(\tau) = e^{-\frac{\tau}{T}},$$

onde $[\tau] = [T] = T$ e T é uma constante, calcule a escala integral.

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$\begin{aligned}\mathcal{T}_L &\equiv \int_0^{\infty} \rho(\tau) d\tau \\ &= \int_0^{\infty} e^{-\frac{\tau}{T}} d\tau \\ &= T \blacksquare\end{aligned}$$