

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

NOME: GABARITO

Assinatura: _____

1 [25] Suponha que valha a equação de balanço de energia cinética da turbulência na forma

$$-\overline{u'w'} \frac{d\bar{u}}{dz} + \frac{g}{\theta} \overline{w'\theta'} - \epsilon_e = 0,$$

e que foram medidos os seguintes dados a 2 m de altura:

$$u_* = 1,00 \text{ m s}^{-1},$$

$$\theta_* = 1,00 \text{ K},$$

$$\bar{\theta} = 290,0 \text{ K},$$

$$\frac{d\bar{u}}{dz} = 1,044 \text{ m s}^{-1} \text{ m}^{-1}.$$

Calcule a taxa de dissipação de energia cinética da turbulência em unidades SI.

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

Os termos de produção mecânica e térmica são

$$P = -\overline{u'w'} \frac{d\bar{u}}{dz} = u_*^2 \frac{d\bar{u}}{dz} = 1,0440 \text{ m}^2 \text{ s}^{-3};$$

$$B = \frac{g}{\theta} \overline{w'\theta'} = \frac{g}{\theta} u_* \theta_* = \frac{9,81}{290} \times 1,00 \times 1,00 = 0,0338 \text{ m}^2 \text{ s}^{-3},$$

donde

$$\epsilon = P + B = 1,044 + 0,0338 = 1,0778 \text{ m}^2 \text{ s}^{-3} \blacksquare$$

2 [25] Agora, seja

$$\phi_{\theta\theta}^{1/2} = \frac{\sqrt{\theta'\theta'}}{\theta_*} = \frac{\sigma_\theta}{\theta_*} = (2 - \zeta)^{-1/3},$$

onde $\zeta = -\kappa g z \theta_* / \bar{\theta} u_*^2$ é a variável de estabilidade de Obukhov, e $\kappa = 0,4$. Para os dados da questão **1**, quanto vale σ_θ ? Dê sua resposta em unidades SI.

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

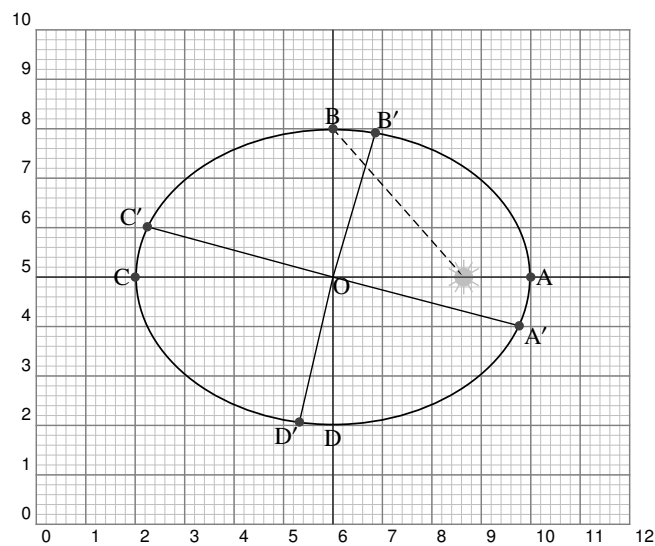
$$\zeta = -\frac{\kappa g z \theta_*^2}{\bar{\theta} u_*^2} = -0,0271;$$
$$\sigma_\theta = (2 + 0,0271)^{-1/3} = 0,79 \text{ K} \blacksquare$$

3 [25] Lembrando que para o bulbo úmido de um psicrômetro aspirado $Bo = -1$, onde Bo é a razão de Bowen, deduza a equação psicrométrica, que dá $\overline{e_a}$ (a pressão de vapor no ar) em função de $e^*(\cdot)$ (a curva de pressão de vapor d'água em função da temperatura), de $\overline{\theta_w}$ (a temperatura de bulbo úmido), de $\overline{\theta_a}$ (a temperatura do ar) e de γ (a constante psicrométrica).

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$\begin{aligned} -1 &= \gamma \frac{\overline{\theta_w} - \overline{\theta_a}}{e^*(\overline{\theta_w}) - \overline{e_a}} \\ \overline{e_a} - e^*(\overline{\theta_w}) &= \gamma(\overline{\theta_w} - \overline{\theta_a}) \\ \overline{e_a} &= e^*(\overline{\theta_w}) + \gamma(\overline{\theta_w} - \overline{\theta_a}) \\ \overline{e_a} &= e^*(\overline{\theta_w}) - \gamma(\overline{\theta_a} - \overline{\theta_w}) \blacksquare \end{aligned}$$

4 [25] Dê o nome (ou o significado geométrico) de cada um dos 8 pontos da figura abaixo.



SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

Point	Name
A	Perihelion
B	$r/r_a = 1$
C	Aphelion
D	$r/r_a = 1$
A'	Winter Solstice
B'	Spring Equinox
C'	Summer Solstice
D'	Autumn Equinox