TEA018 Hidrologia Ambiental
Curso de Engenharia Ambiental
Departamento de Engenharia Ambiental, UFPR
P01, 23 ago 2023
Prof. Nelson Luís Dias

0

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

NOME: GABARITO Assinatura: ____________________

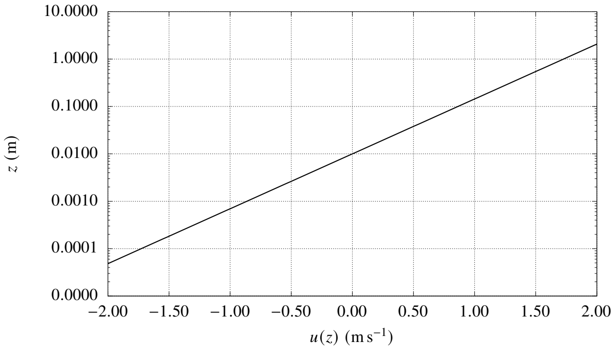
AO REALIZAR ESTA PROVA, VOCÊ DEVE JUSTIFICAR TODAS AS PASSAGENS. EVITE "PULAR" PARTES IMPORTANTES DO DESENVOLVIMENTO DE CADA QUESTÃO. JUSTIFIQUE CADA PASSO IMPORTANTE. SIMPLIFIQUE AO MÁXIMO SUAS RESPOSTAS.

---

1 [20] A figura ao lado mostra o perfil logarítimico de velocidade

$$\frac{u}{u_*} = \frac{1}{\kappa} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

em um canal com $u_* = 0.15\,\mathrm{m\,s^{-1}}$. Note que o perfil prevê velocidades negativas, e não-físicas. Qual é o valor da rugosidade z_0?



SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$z_0 = 0.01\,\mathrm{m} \blacksquare$$

Continue a solução no verso ⟹

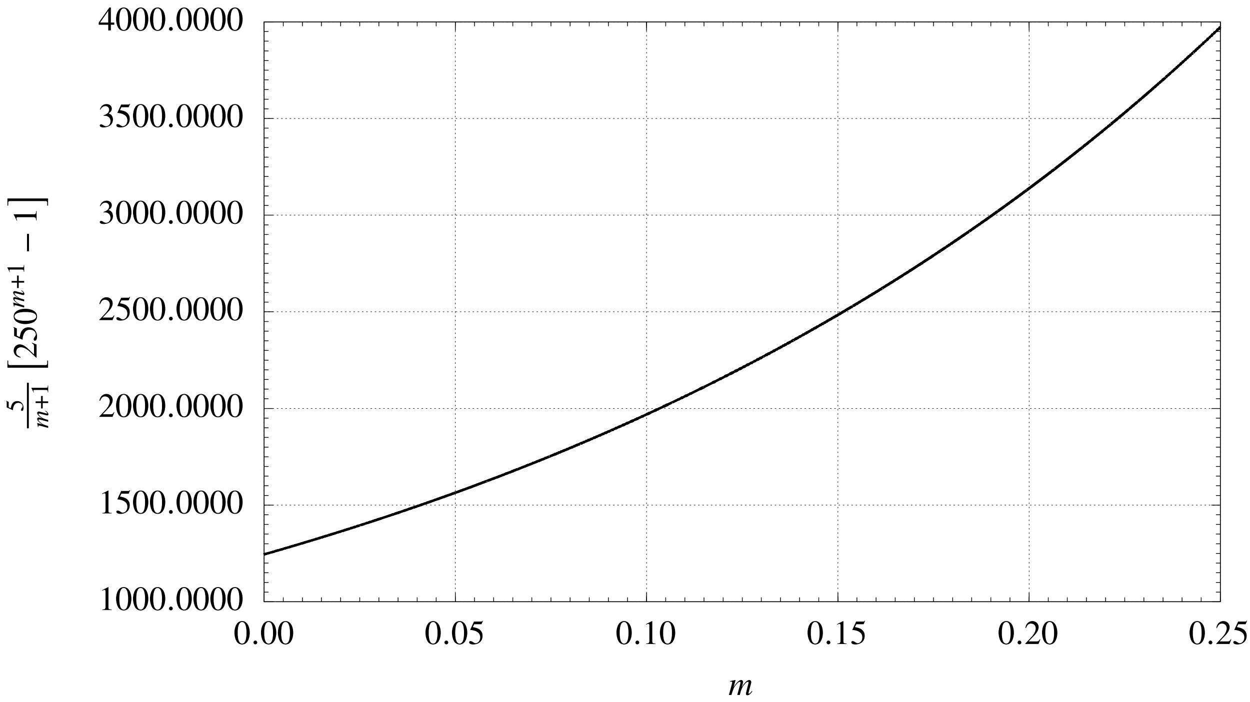
2 [40] Sabemos que as duas fórmulas

$$\frac{u}{u_*} = \frac{1}{\kappa}\ln\left(\frac{z}{z_0}\right),$$
$$\frac{u}{u_*} = a\left(\frac{z}{z_0}\right)^m$$

descrevem razoavelmente bem o perfil vertical de velocidade $u(z)$ em um rio ou canal. Se $\kappa = 0.4$, $a = 5$, obrigue a integral

$$\int_{\zeta=1}^{250}\left[\frac{u}{u_*}\right](\zeta)\,\mathrm{d}\zeta$$

a ser igual para ambas (**é obrigatório calcular as integrais!**) e obtenha m. Para isso, você pode usar a figura abaixo.



SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

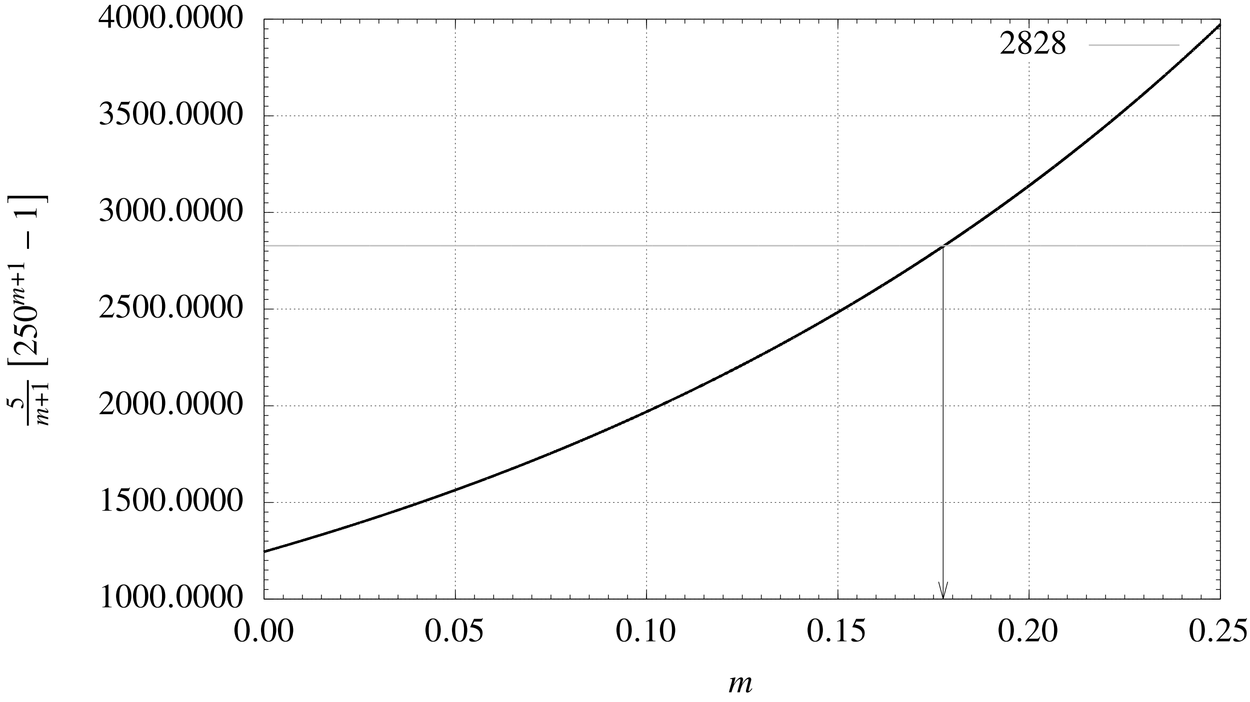
$$\begin{aligned}\frac{1}{\kappa}\int_1^{250}\ln\zeta\,\mathrm{d}\zeta &= \frac{1}{\kappa}\left[\zeta\ln(\zeta) - \zeta\Big|_1^{250}\right]\\ &= \frac{1}{0.4}\left[250\ln(250) - 249\right]\\ &= 2.5\left[250\ln(250) - 249\right]\\ &= 2828.4131.\end{aligned}$$

Agora,

$$\begin{aligned}a\int_1^{250}\zeta^m\,\mathrm{d}\zeta &= a\left[\frac{1}{m+1}\zeta^{m+1}\Big|_1^{250}\right]\\ &= \frac{5}{m+1}\left[250^{m+1}-1\right]\end{aligned}$$

Interpolando na figura,

Continue a solução no verso ⟹



$m = 0.1775$ ■

Continue a solução no verso ⟹

3 [20] O sistema de equações diferenciais parciais nas incógnitas v (velocidade média na seção) e h (altura média na seção) para escoamento unidimensional em canais e rios (as equações de Saint Vennant),

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial h}{\partial t} + v\frac{\partial h}{\partial x} + h\frac{\partial v}{\partial x} &= 0,\\
\frac{\partial v}{\partial t} + v\frac{\partial v}{\partial x} + g\frac{\partial h}{\partial x} &= g(S_0 - S_f),
\end{aligned}
$$

necessita de uma parametrização de subgrade para a perda de carga S_f. Utilizando a equação de Manning, escreva S_f em função de v e h.

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$
\begin{aligned}
v &= \frac{1}{n}R^{2/3}S_f^{1/2},\\
v &\approx \frac{1}{n}h^{2/3}S_f^{1/2},\\
\frac{nv}{h^{2/3}} &= S_f^{1/2},\\
S_f &= \frac{n^2v^2}{h^{4/3}} \blacksquare
\end{aligned}
$$

Continue a solução no verso ⟹

4 [20] Converta uma taxa de evaporação de $1\,\mathrm{mm\,dia^{-1}}$ para $\mathrm{kg\,m^{-2}\,s^{-1}}$.

SOLUÇÃO DA QUESTÃO:

$$
\begin{aligned}
1\,\mathrm{mm\,dia^{-1}} &= 10^{-3}\,\mathrm{m\,dia^{-1}}\\
&= 10^{-3}\mathrm{m^3\,m^{-2}\,dia^{-1}}\\
&= 10^{3}\mathrm{kg\,m^{-3}}\,10^{-3}\,\mathrm{m^3\,m^{-2}\,dia^{-1}}\\
&= 1\,\mathrm{kg\,m^{-2}\,dia^{-1}}\\
&= 1\,\mathrm{kg\,m^{-2}}\,(86400\,\mathrm{s})^{-1}\\
&= 1.157\times 10^{-5}\,\mathrm{kg\,m^{-2}\,s^{-1}} \blacksquare
\end{aligned}
$$

Continue a solução no verso $\Longrightarrow$