

Curitiba, 21.05.2017

Exercício 2
Mecânica dos Fluidos II
(somente parte 3)

Tobias Bleninger

Departamento de Engenharia Ambiental (DEA)
Centro Politécnico, Bloco V, Caixa Postal 19011, 81531-990, Curitiba - PR, Brasil

Data de entrega (no max. até 12h): 14.06.2017

(trabalhos atrasados receberão a nota 0)

As questões são distribuídas para 4 grupos

1	2	3	4
BEATRIZ ARNOLD	MATEUS BONETTO	LUAN RUBIO TOZIM	GUSTAVO CARVALHO LOPES DE PAULA
DORIS REGINA FALCADE PEREIRA	ANA LUIZA SLAPNIG MARTINS	EMANUELLE CRAVO	LUIZA NATALINO
NATALIA NADOLNY UNGARATTI	CAROLINA KALINOWSKI DE SOUZA	BEATRIZ CASSEMIRO BISPO	VIVIANE DE LIMA
LUIS FERNANDO SPOLADORE AMARAL	Juliane Aparecida de Camargo	ALESSANDRA POLLI DA LUZ	JESSICA PRISCILLA PEREIRA DA ROCHA
			LUCAS APOENA VERCESTI DO ROSARIO

As **soluções** deverão ser entregues **impressas em forma de relatório e em forma digital (pdf email) e formatação profissional** (texto digitado, equações numeradas, numerações de páginas e figuras, referências bibliográficas e as figuras, título, introdução, resumo, conclusões e discussão e análise detalhada dos resultados).

Adicionalmente haverá uma **apresentação obrigatória dos resultados nas aulas de 1 e 2: 26/06/17, 3 e 4: 28/06/17** com presença obrigatória de todos os alunos (não presença receberá nota 0 no item apresentação e arguição). O arquivo da apresentação (pdf ou ppt, tempo máximo de 20min, ultrapassar tempo custa pontos) deve ser encaminhado por email (ou download) até **23/06/17 (no max. 24h)** e não pode ser modificado posteriormente.

O trabalho escrito (50%), a apresentação (20%), as perguntas aos colegas e a arguição (30%) receberá nota que conta para nota final.

Informações adicionais (software, etc.): <http://people.ufpr.br/~bleninger/mecfluII.htm>

Nomes e assinaturas dos participantes do grupo (garantindo que foi contribuído ao trabalho, sem assinatura: nota 0, *pontuação preenchido pelo professor*):

Nome	Assinatura	Apresentação	Arguição	Total

Pontuação da parte escrita (preenchido pelo Professor):

Item	Pontos	Pontos totais
Conteúdo/respostas		
Discussão/analise		
Forma (20%)		
Soma		

<i>Nota parte escrita</i>	
---------------------------	--

Questões

1) (Somente **Grupo 1**).

As equações de Saint-Venant, para escoamento não permanente, podem ser simplificadas para modelos ditos de onda dinâmica, onda difusa e onda cinemática dependendo do número de termos considerados da equação da quantidade de movimento. Para o modelo de onda cinemática a equação se torna:

$$gA(S_0 - S_f) = 0$$

Em um canal com 50 metros de largura, inclinação do fundo de 1:400 e coeficiente de Manning de 0.02 foi medido o seguinte hidrograma, em $x = 0$

Tempo (min)	Vazão (m³/s)
0	100
10	200
20	300
30	400
40	300
50	200
60	100

- Plotar o hidrograma dos dados fornecidos
- Utilizando a equação da continuidade e a equação de Manning calcular a velocidade e a elevação do nível de água em $x = 0$. Assumir $R_h = h$.
- Considerando que a velocidade de uma onda cinemática (c) pode ser calculada como $c = \frac{5}{3}U$ (U sendo a velocidade obtida em b), determinar o tempo em minutos que a onda leva para atingir as distâncias $x = 1000 \text{ m}$ e $x = 8000 \text{ m}$.
- Descreva resumidamente os conceitos utilizados e resultados obtidos.

Obs: As variáveis podem ser calculadas utilizando planilhas como Excel, no entanto deve ser demonstrado o memorial de cálculo pelo menos para tempo de 0 e 10 min.

Obs. 2: Embora não tendo uma questão específica de ondas internas, o grupo deve auxiliar e acompanhar todo roteiro experimental de ondas internas, porém não precisa incluir no relatório ou apresentação.

2) Ondas internas, descrição e execução experimental (**grupos 2 e 3**).

Descrevam resumidamente o experimento e documentam e descrevam os resultados com imagens e interpretações (seguem o roteiro em anexo). Cada grupo deve analisar duas frequências distintas.

3) Ondas internas, análise experimental (somente **Grupo 4**).

Descrevam resumidamente o experimento de laboratório e resolvam a questão seguinte e comparam conceitos e simplificações e resultados com as soluções obtidos.

Exercício 1: Um pesquisador fez um modelo de duas camadas para ondas internas que ocorrem em sistemas onde não existem ondas superficiais. O modelo considera apenas a existência do epilímnio e do hipolímnio, onde a termoclina encontra-se na região de divisa do sistema. Considerando ambas as camadas como finitas, ele obteve a seguinte relação de dispersão

$$\rho_1 \frac{\omega^2}{k \tanh(kh_1)} + \rho_2 \frac{\omega^2}{k \tanh(kh_2)} - g(\rho_2 - \rho_1) = 0$$

onde h_1 e h_2 são, respectivamente, a espessura da camada 1 e 2. ω é a frequência angular, k é o número de onda e ρ_1 e ρ_2 são, respectivamente, a massa específica da camada 1 e 2.

- (a) Simplifique a relação de dispersão considerando o sistema completamente raso.
 (b) A partir da relação de dispersão encontrada em (a), encontre a periodicidade da onda interna teórica para um lago de 9 metros de profundidade com massa específica média do epilímnio de 998 kg/m^3 e do hipolímnio de 1000 kg/m^3 . Considere que a termoclina encontra-se a 7 metros de profundidade e o comprimento da onda interna formada no sistema seja de $\lambda = 4,4 \text{ km}$.
 (c) Marque o gráfico (gráficos em anexo) da densidade espectral de potência da variação térmica na altura média da termoclina que mais se aproxima do modelo para o lago apresentado na letra (b). De acordo com o gráfico escolhido, explique quais dos pico, A e B, é a onda interna e o que representa o outro pico em destaque.

