

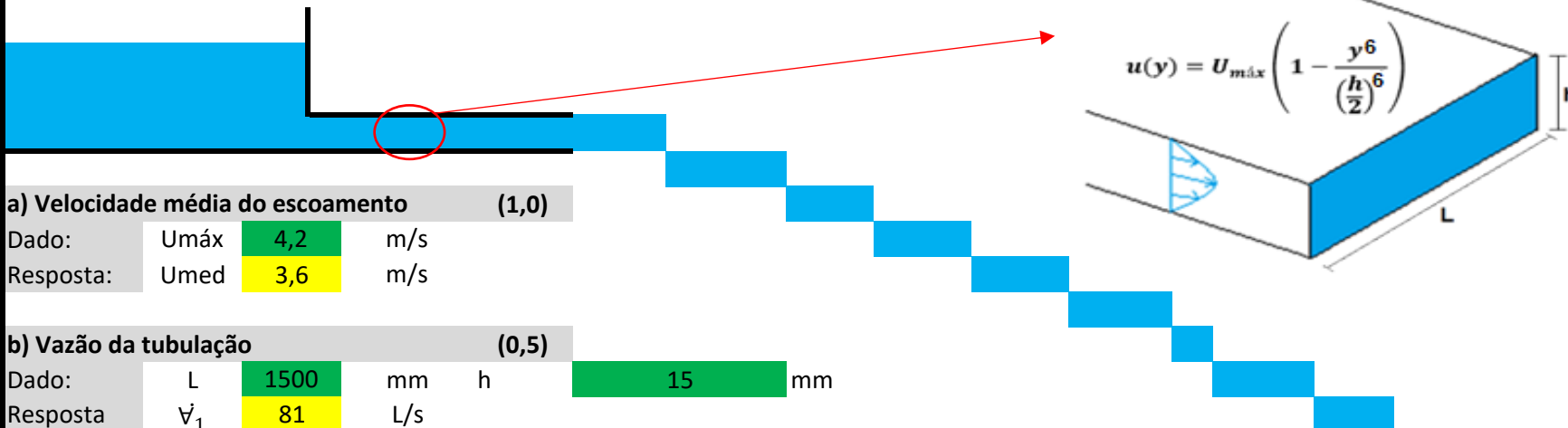
Nome: Igor Eiki Ferreira Kubota

RA: 19.02466-5

Enunciado: Rube Golberg foi um cartunista no começo do século XX. Uma de suas histórias mais famosas é intitulada "Inventions of Professor Lucifer Gorgonzola Butts" que baseava em um cientista que desenvolvia dispositivos complexos para realizar tarefas extremamente simples. Esses dispositivos eram baseados em reação em cadeia, onde uma parte executava um movimento que acionava uma outra parte e assim sucessivamente. Hoje em dia, existem concursos das máquinas de Rube Golberg, avaliando criatividade e complexidade. Aqui, em fenômenos de transporte, vamos construir uma máquina de Golberg utilizando os conhecimentos vistos neste semestre para acionar a iluminação de um letreiro. Siga o diagrama da máquina através da planilha e responda as questões propostas, com **DUAS** casas decimais de precisão, exceto os cálculos dos números de Reynolds, que são números inteiros. BOA PROVA!

1) Inicia-se com um reservatório grande que jogará água a 20°C em outro reservatório. A tubulação de saída possui seção transversal retangular, onde a largura é muito maior que a altura, o que permite aproximarmos essa tubulação em um escoamento entre duas placas planas cujo perfil de velocidades está indicado.

Sabendo disso, calcule:



2) No segundo reservatório, há uma saída por baixo que consiste em uma tubulação circular cujo diâmetro está indicado na figura. Após um certo comprimento, a tubulação passa sobre uma restrição de diâmetro, cuja perda de carga é indicada através dos tubos piezométricos. Sabendo que o nível do reservatório permanece constante e que a perda de carga no restante na tubulação é desprezível, calcule ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$):

a) Perda de carga na restrição (0,25) 2614,55 Pa

b) Diâmetro antes da restrição (0,25)

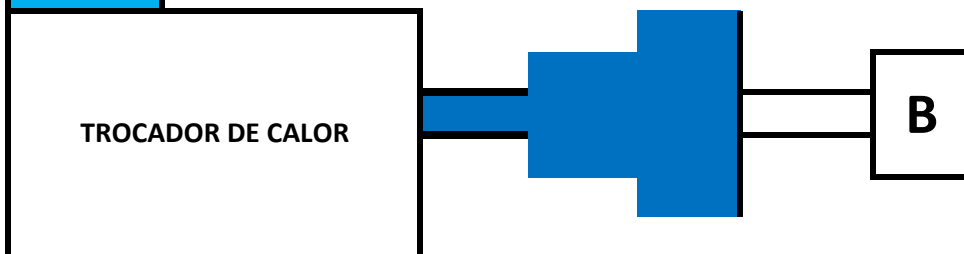
Dado: V_{antes} 1,53 m/s

Resposta: D_{antes} 259,6 mm

c) Se quisermos aplicar a equação de Bernoulli sem correções de perda de carga, liste as três hipóteses fundamentais para que isso ocorra: (0,5)

- 1) Regime Permanente
- 2) Fluido não Viscoso
- 3) Fluido Incompressível

d) Velocidade depois da restrição (0,25) 2,75 m/s



3) A tubulação chega a um trocador de calor que resfria a água para uma temperatura de 10°C . Após sair do trocador de calor, a água resfriada segue pela tubulação de saída, de mesmo diâmetro que a entrada, sem perda de carga. Chegando ao seu final, forma-se um jato que atinge perpendicularmente uma placa plana. Considere que o jato atinge toda a área da placa. A força gerada irá acionar um botão. Determine:

a) O número de Reynolds na tubulação de saída (0,25)

Resposta: 407881

b) O escoamento é laminar ou turbulento? (0,25)

Turbulento

c) o coeficiente de arrasto da placa (0,25)

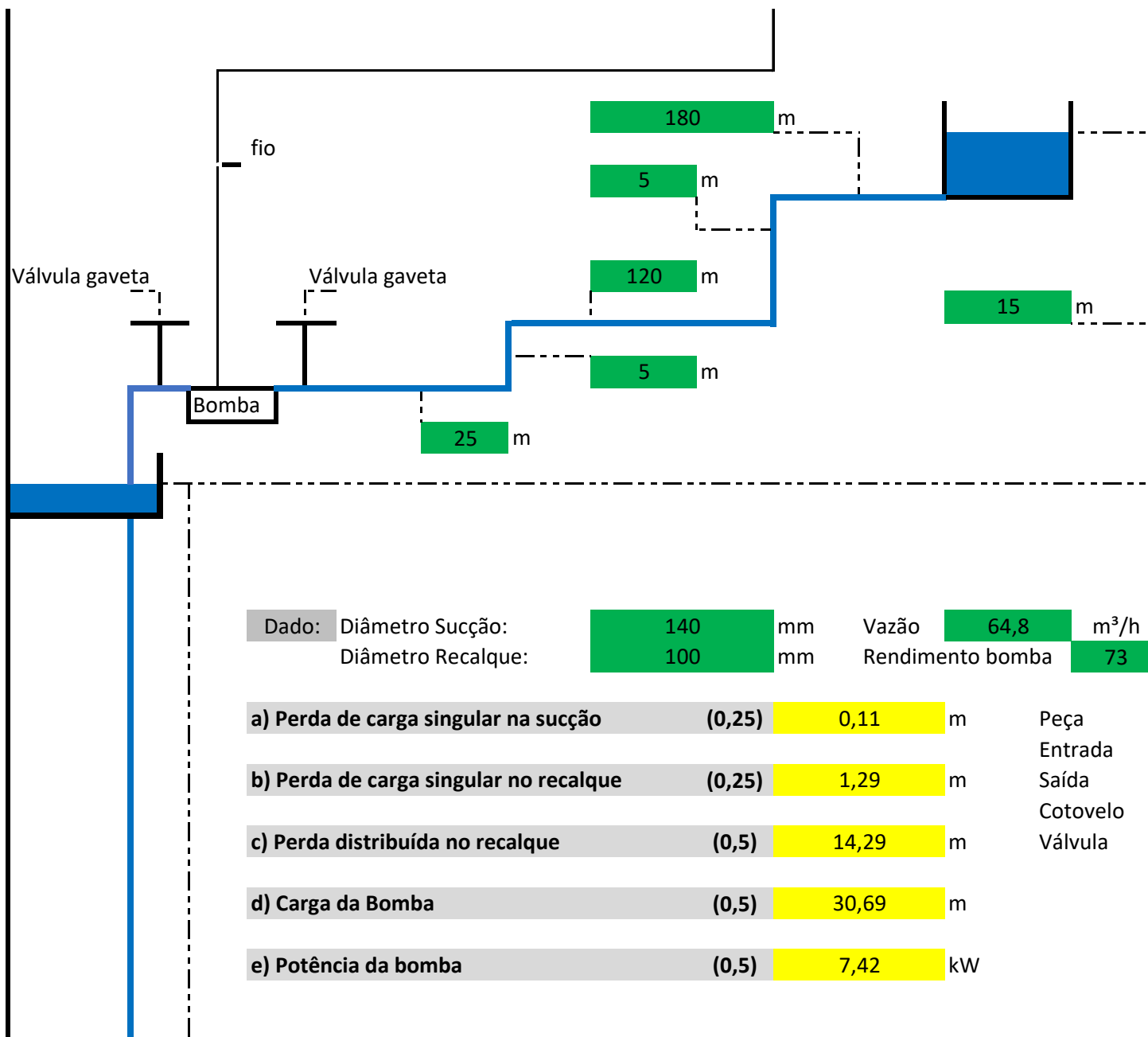
Dado: b_{placa} 135 mm

h_{placa} 70 mm

Resposta: 1,13

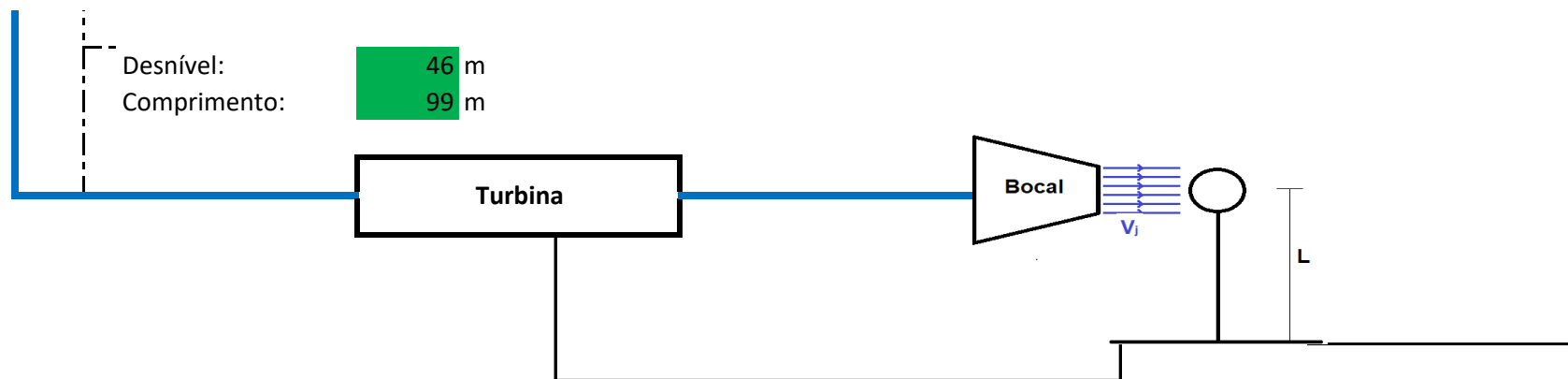
d) a força de arrasto que aciona o botão (0,5):

40,47 N



4) O conjunto moto-bomba acionado pelo botão retira água a 10°C de um lago e bombeia até uma caixa elevada, cujo desnível é indicado na figura. Considere a tubulação feita de PVC com os diâmetros indicados abaixo. Despreze a perda distribuída na sucção e as perdas singulares na sucção e recalque (válvulas e cotovelos) estão indicadas na própria figura. De posse dessas informações, calcule:

Dado:	Diâmetro Sucção:	140	mm	Vazão	64,8	m ³ /h
	Diâmetro Recalque:	100	mm	Rendimento bomba	73	%
a) Perda de carga singular na sucção	(0,25)	0,11	m	Peça	K	
				Entrada	0,5	
b) Perda de carga singular no recalque	(0,25)	1,29	m	Saída	1,0	
				Cotovelo	0,9	
c) Perda distribuída no recalque	(0,5)	14,29	m	Válvula	0,2	
d) Carga da Bomba	(0,5)	30,69	m			
e) Potência da bomba	(0,5)	7,42	kW			



5) Do mesmo lago, há uma outra saída de mesmo diâmetro que a tubulação de recalque do conjunto moto-bomba, mas é feita de aço carbono comercial novo. Esta tubulação encaminha água para uma turbina que irá produzir energia para um letreiro luminoso do próximo exercício. Após passar pela turbina, a água passa por um bocal convergente de tal maneira que seu jato atinge uma esfera, fazendo a força de arrasto manter uma alavanca acionada. Desprezando as perdas de carga singular da tubulação de sucção da turbina, as perdas de carga da tubulação de saída da turbina e a energia cinética do jato, determine:

Rendimento turbina: 80 %
Vazão da Turbina: 129,60 m³/h

Diâmetro de saída do bocal: 70 mm
Diâmetro Esfera: 60 mm
Comprimento Alavanca: 360 mm

a) Carga da tubina (0,25) 22,63 m

b) Potência da turbina (0,25) 6,39 kW

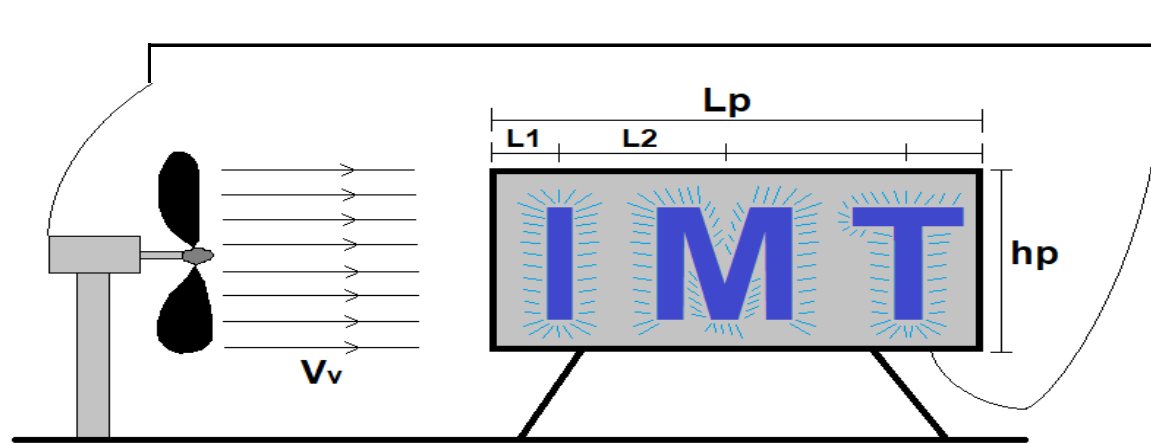
c) Velocidade de saída do bocal (V_j) (0,25) 9,35 m/s

d) Número de Reynolds na esfera (0,25) 429630

e) Coeficiente de Arrasto da esfera (0,25) 0,08

f) Força de arrasto da esfera (0,25) 9,94 N

g) Momento na base da alavanca (0,5) 3,58 N.m



6) A energia produzida pela turbina é encaminhada através de um fio até um letreiro e um ventilador conforme indica a figura. O ventilador produz um escoamento de ar a 20°C que circula paralelamente ao comprimento do letreiro.

Sabendo disso, determine:

Dado: V_v 1,5 m/s

L1 1,5 m

L2 2,25 m

- | | | |
|---|--------|----|
| a) O número de Reynolds no centro da letra I (0,5) | 146189 | |
| b) A espessura da camada limite no centro da letra I (0,25) | 19,62 | mm |
| c) A espessura da camada limite no centro da letra M (0,25) | 31,02 | mm |
| d) A distância em relação ao bordo de ataque onde a camada limite fica turbulenta (0,5) | 5,13 | m |
| e) A espessura na camada limite no final da placa (0,5) | 192,46 | mm |