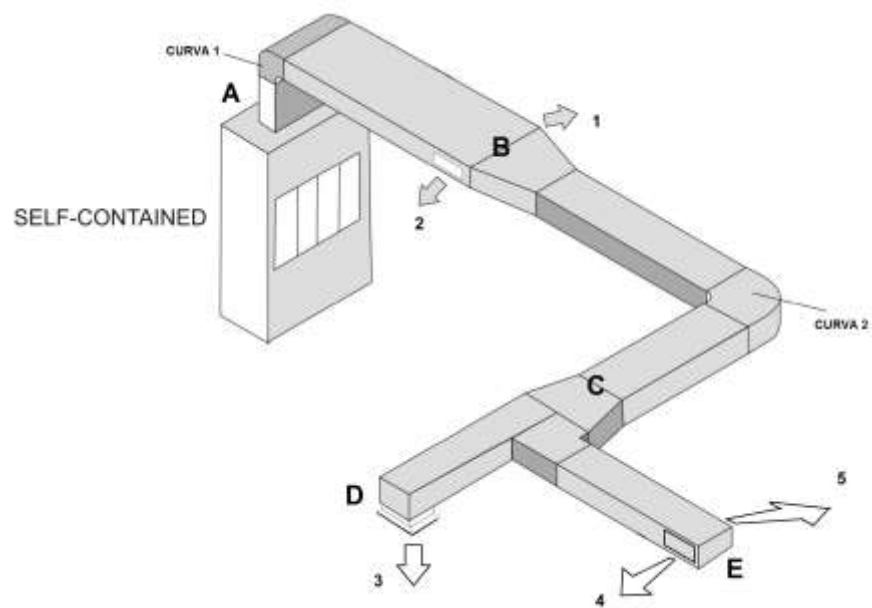


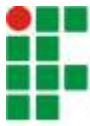


CADERNO DE EXERCÍCIOS DE MECÂNICA DOS FLUIDOS



Prof. Jesué Graciliano da Silva

<https://jesuegraciliano.wordpress.com/aulas/mecanica-dos-fluidos/>





1: Converta 20 cm^3 para m^3 e para litros.

$1\text{m} = 100\text{cm}$ logo

Sabe-se que $1\text{m}^3 = 100.100.100 \text{ cm}^3$

Fazendo a regra de 3:

$$1.000.000 \text{ cm}^3 = 1\text{m}^3$$

$$20\text{cm}^3 = x \text{ m}^3$$

Logo: $x=0,00002\text{m}^3$

2- Qual a densidade de um corpo que tem $12.000.000\text{kg}$ e um volume de 15.000 m^3 ?

Veja que nesse caso basta dividir a massa pelo volume para obtermos o valor da densidade como sendo de 800 kg/m^3 .

$$\rho = \frac{12.000.000\text{kg}}{15.000\text{m}^3} = 800\text{kg} / \text{m}^3$$

3- Qual a densidade do ar a 20°C ?

Observe que a Temperatura em Kelvin é de $293,15 \text{ K}$.

$$\rho = \frac{P_a}{R_a \cdot T} \quad \begin{array}{l} R_a \text{ a constante do ar seco } (R_a = 287,035 \text{ J/kg.K}) \\ T \text{ é a temperatura do ar (em Kelvin)} \end{array}$$

$$\rho = \frac{101.325}{287,035 \cdot (20 + 273,15)} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



4- Qual a densidade de um bloco de gelo de 2m x 2m x 1m e que tem uma massa de 3.600kg?

Nesse caso, o volume do bloco de gelo é: $V = 2 \cdot 2 \cdot 1 = 4 \text{ m}^3$

Considerando a massa dada de 3.600 kg temos que a densidade é:

$$\rho = \frac{3600 \text{ kg}}{4 \text{ m}^3} = 900 \text{ kg} / \text{m}^3$$

5- Suponha que um manômetro indique uma pressão de 76psi. Qual a pressão em kPa?

Nesse caso, para encontrarmos a pressão no Sistema Internacional de Unidades é preciso fazer a conversão com uma regra de três.

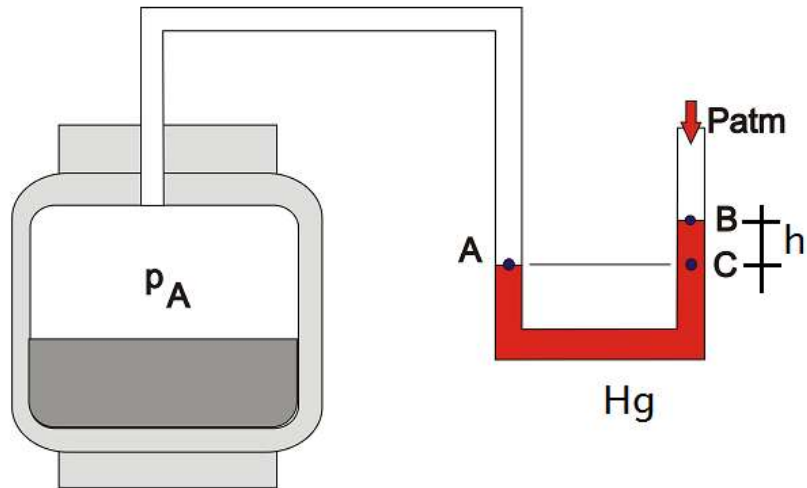
$$14,7 \text{ psi} \Leftrightarrow 101 \text{ kPa}$$

$$76 \text{ psi} \Leftrightarrow x \text{ kPa}$$

Logo a pressão manométrica do fluido dentro do cilindro é de aproximadamente 524 kPa. Sua pressão absoluta será então de aproximadamente 625 kPa ($p_{\text{absoluta}} = 524 \text{ kPa} + 101 \text{ kPa}$).

6- Qual a pressão dentro do cilindro?

A pressão em A deve ser igual à pressão em C.



A pressão no ponto C é igual à pressão atmosférica somada com a pressão decorrente da coluna de fluido dentro do manômetro de coluna. A densidade do fluido Hg é de 13.600kg/m^3 . Se a distância entre os pontos C e B é de 5mmHg (Dh) temos:

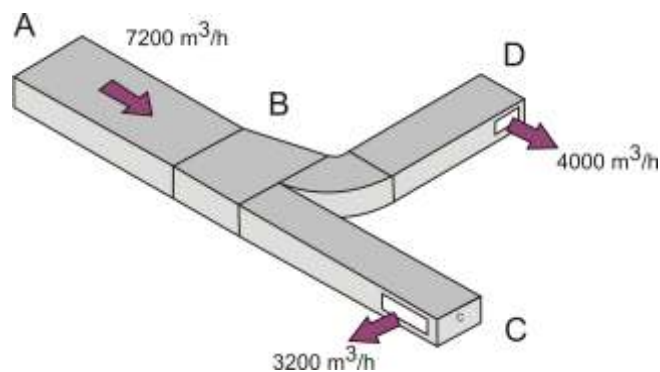
$$p_C = 101325 + (13600 \cdot 10 \cdot 0,005) = 101325 + 680 \text{ Pascals.}$$



7- Uma piscina de 8m de largura, por 4m de largura e 2m de profundidade precisa ser cheia com uma mangueira em um intervalo de tempo de 8 horas. Qual será a vazão necessária da mangueira?

Nesse exemplo temos que calcular primeiro o volume da piscina que é: $\text{Volume} = 8\text{m} \cdot 4\text{m} \cdot 2\text{m} = 64\text{m}^3$. Considerando que em 1 m^3 cabem 1000 litros de água podemos afirmar que nessa piscina cabem 64.000 litros de água. Se a piscina precisa ser cheia em 8 horas, podemos dizer que a vazão necessária na mangueira é de 8000 litros por hora ou ainda $8\text{m}^3/\text{hora}$.

8- Considere que no trecho AB a vazão seja de $7200\text{m}^3/\text{h}$. No trecho BC de $3200 \text{ m}^3/\text{h}$ e no trecho BD de $4000\text{m}^3/\text{h}$. Considerando a velocidade do ar é fixa em 5m/s em todos os trechos e altura dos dutos como sendo 40 cm , qual é a largura de cada trecho de duto? Assista ao vídeo indicado ao lado da Figura 15.





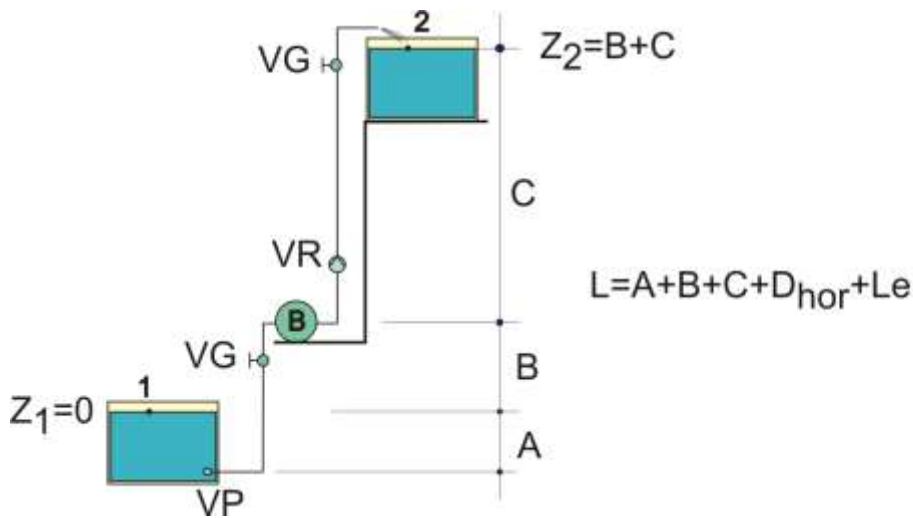
Para resolver essa questão construímos uma tabela de cálculos. É importante converter a vazão para a unidade de metros cúbicos por segundo. Para isso basta dividir m^3/h por 3600.

Trecho	Vazão (m^3/h)	Vazão (m^3/s)	V (m/s)	A (m^2)	Duto (m x m)
AB	7200	2,00	5	0,40	1,00 x 0,40
BC	3600	1,00	5	0,20	0,50 x 0,40
BD	4000	1,11	5	0,22	0,55 x 0,40

A área da secção transversal dos dutos é dimensionada dividindo-se a vazão pela velocidade. Com a área e a altura (que foi dada no enunciado) é possível se obter a largura do duto.

9- Considere que a tubulação tenha diâmetro interno de 32mm e que a velocidade da água no seu interior seja de 4m/s. As curvas e válvulas (retenção, globo e de crivo) acrescentam 20m de comprimento equivalente. Na Figura, considere $C = 6\text{m}$, $B = 3\text{m}$ e $A = 2\text{m}$. A soma das medidas de tubulação horizontal “ D_{hor} ” é de 7m.

Para resolver essa questão identificamos inicialmente os pontos 1 e 2 localizados nas superfícies dos reservatórios. Vamos aplicar a equação de Bernoulli modificada entre esses dois pontos. Como hipóteses simplificativas consideraremos que $V_1 = V_2 = \text{ZERO}$ e que $p_1 = p_2 = \text{pressão atmosférica}$. Consideraremos também que $Z_1 = \text{zero}$.



Então, a equação de Bernoulli modificada pode ser simplificada conforme mostrado a seguir:

$$\dot{W}_B = \dot{m} \cdot \left[\frac{\cancel{V_2^2} - \cancel{V_1^2}}{2} + g(z_2 - \cancel{z_1}) + \frac{\cancel{p_2} - \cancel{p_1}}{\rho} + \Delta e \right]$$

^{~0} ^{~0} ^{patm - patm=0}
_{z1=0}

Que origina uma equação bem mais simples:

$$\dot{W}_B = \dot{m} \cdot \left[g \cdot z_2 + \Delta e \right]$$

Na equação acima, tem-se que $g = 10\text{m/s}^2$, $z_2 = B+C=9\text{m}$. O fluxo de massa (“m ponto”) é calculado a partir da vazão. A vazão é encontrada multiplicando-se a velocidade de escoamento pela área da secção transversal interna da tubulação.

$$\text{VAZÃO} = 4 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} \right) m^2 = 0,0032 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Considerando que 1 m^3 tem 1000 litros, o fluxo de massa é de 3,2 litros por segundo ou 3,2kg/s.

O número de Reynolds é calculado em aproximadamente $1,3 \times 10^5$.

$$Re = \frac{4 \cdot 0,032}{0,000001} = 1280000 = 1,3 \times 10^5$$

No Diagrama de Moody obtemos para TUBOS LISOS o valor de “f” – fator de atrito – como sendo de 0,016.

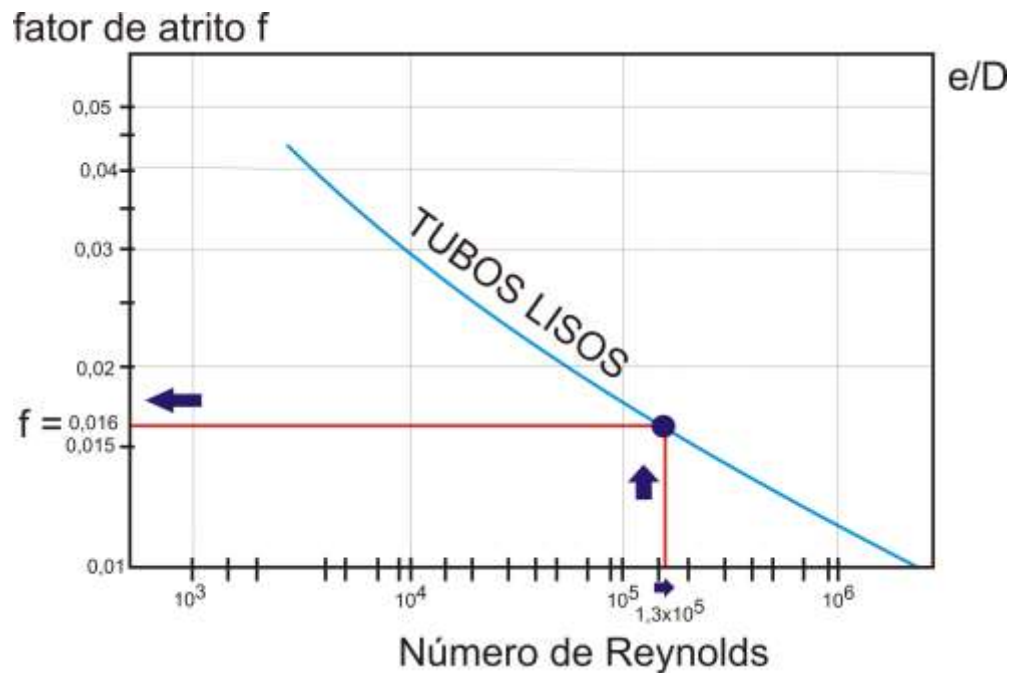


Figura - Obtenção do fator de atrito

Com o valor do fator de atrito “f” = 0,016 e com o comprimento total de tubulação ($L =$ comprimento dos tubos retos + comprimento equivalente dos acessórios = 18m + 20m = 38m) encontramos o valor de Δe (m^2/s^2).

$$\Delta e = \frac{0,016 \cdot 38 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,032} = 152 \frac{m^2}{s^2}$$

Finalmente a potência da bomba em Watts pode ser determinada substituindo-se os valores na equação:



$$\dot{W}_B = \dot{m} \cdot \left[g \cdot z_2 + \Delta e \right]$$

$$\text{Logo: } \dot{W} = 3,2 \cdot [10 \cdot 9 + 152] = 774 \text{ W}$$

Ou seja, o cálculo teórico resulta em aproximadamente 1CV. Ressaltamos que esse é um cálculo teórico e não considera a eficiência da bomba e de seu motor.

Faça os exercícios indicados e assista aos vídeos recomendados. Aponte seu celular para o QR-Code. Anote as equações utilizadas. Bom estudo !



1- Conversão de Unidades

Equações Básicas

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$$

$$\text{Volume cilindro} = (\pi.D^2/4).H$$

$$1 \text{ litro} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ polegada} = 25,4\text{mm}$$

$$14,7 \text{ psi} = 101,325 \text{ kPa}$$

$$1\text{m} = 100\text{cm}$$

Exemplo 1:

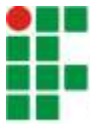
Faça as conversões de unidade indicadas:

- a) 200 mm para _____m
- b) 400 psi para _____kPa
- c) 12 polegadas para _____mm
- d) 0,0008 m² para _____cm²



Problemas indicados:

- a) 400 mm para _____m
- b) 210 psi para _____kPa
- c) 10 polegadas para _____mm
- d) 0,05 m² para _____cm²



2- Princípio de Stevin

Equações Básicas

$$p = p_{\text{atm}} + \rho \cdot g \cdot h$$

$$p_{\text{atm}} = 101.325 \text{ Pa}$$

Exemplo 2:

Qual a pressão dentro de um tanque se o manômetro de coluna indica um diferencial de 5mm de Hg?

Solução:



Problema indicado:

Qual a pressão dentro de um tanque se o manômetro de coluna indica um diferencial de 12mm de Hg?



3- Volumes

Equações Básicas

Volume = Área da Base x Altura do tanque

$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$

Exemplo 3:

Em um tanque de 400cm de diâmetro e 3m de altura cabem quantos litros de água?



Problema indicado:

Um tanque de 120cm de diâmetro e 4m de altura é cheio por uma mangueira que tem vazão de 8 litros por minutos. Quanto tempo demora a encher?



4- Vazão mássica e potência

Equações Básicas

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow \dot{m} \text{ kg/s} \quad \dot{Q} \text{ kJ/s}$$

Exemplo 4:

Um sistema de climatização com condensação à água precisa dissipar precisa dissipar 12kW na torre de arrefecimento. A água entra na torre de arrefecimento a 32°C e retorna ao condensador a 27°C. Qual a vazão mássica de água bombeada para o condensador em kg/s?



Problema indicado:

Um sistema de climatização com condensação à água precisa dissipar precisa dissipar 10kW na torre de arrefecimento. A água entra na torre a 30°C e retorna ao condensador a 25°C. Qual a vazão de água bombeada para o condensador em m³/h?



5- Princípio de Stevin

Equações Básicas

$$p = p_{\text{atm}} + \rho \cdot g \cdot h$$

Exemplo 5-

Qual é a pressão no ponto A, que está localizado na base de um tanque de água com altura $h = 2\text{m}$ e diâmetro = 1m?



Problema indicado:

Qual é a pressão no ponto A, que está localizado na base de um tanque de água com altura $h = 3\text{m}$ e diâmetro = 2m?



6- Vazão mássica e potência

Equações Básicas

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow \dot{m} \text{ kg/s} \quad \dot{Q} \text{ kJ/s}$$

Exemplo 6:

Um fan-coil de 10 TR é utilizado para resfriar o ar de um ambiente. A água gelada vindo do chiller entra no fan-coil a 8°C e retorna a 14°C. Nessa condição, calcule que é a vazão mássica (kg/s) de água.



Problema indicado:

Um fan-coil de 5 TR é utilizado para resfriar o ar de um ambiente. A água gelada vindo do chiller entra no fan-coil a 7°C e retorna a 12°C. Nessa condição, calcule que é a vazão mássica (kg/s) de água.



7- Volumes e Áreas

Equações Básicas

$$A_{\text{trapézio}} = H \cdot (B+b) / 2$$

$$\text{Volume} = A_{\text{trapézio}} \cdot \text{PROF}$$

Exemplo 7:

Uma piscina tem 8m de comprimento, 4m de largura e profundidade variável, começando por 1,2m em uma das bordas e terminando com 2m de profundidade na borda oposta. Qual o volume dessa piscina?



Problema indicado:

Uma piscina tem 6m de comprimento, 4m de largura e 1,5m de profundidade. Qual o volume dessa piscina em m^3 e em litros?



8- Vazão e equação da continuidade

Equações Básicas:

$$V1.A1 = V2.A2$$

Exemplo 8:

Considere a vazão em cada boca de insuflamento como sendo $900\text{m}^3/\text{h}$. A velocidade dentro da tubulação é de 5m/s . Dimensione as larguras dos trechos. Considere as alturas dos dutos como sendo de 30cm no trecho AB, 20cm no trecho BE, 20m no trecho CD e 25cm no trecho BC.

Trecho	Vazão (m^3/s)	Área (m^2)	L (m)	H (m)
AB				
BE				
BC				
CD				



Problema indicado:

Considere a vazão em cada boca de insuflamento como sendo $1400\text{m}^3/\text{h}$. A velocidade dentro da tubulação é de 5m/s . Dimensione a rede de dutos. Considere as alturas dos dutos como sendo de 40cm no trecho AB, 35cm no trecho BE, 25m no trecho CD e 35cm no trecho BC.



9- Princípio de Pascal

Equações Básicas:

$$F1.A2=F2.A1$$

Exemplo 9:

Um carro de 2.000kg é suspenso por um elevador hidráulico. O diâmetro maior é de 2m. O diâmetro menor é de 20cm. Qual a força F1 para equilibrar o carro.



Problema indicado: Um carro de 1.800kg é suspenso por um elevador hidráulico. O diâmetro maior é de 4m. O diâmetro menor é de 30cm. Qual a força F1 para equilibrar o carro.



10- Equação de Bernoulli Aplicada

Equações Básicas

$$\dot{W}_B = \dot{m} \left[\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Delta e \right]$$

Exemplo 10-

Calcule qual é a potência aproximada da bomba hidráulica. Considere o comprimento equivalente devido às perdas localizadas como sendo de 20m. A diferença de altura entre os pontos 1 e 2 é de 16m. A velocidade da água na tubulação é de 3m/s. A tubulação têm diâmetro interno de 32mm.



Problema indicado:

Qual a potência aproximada da bomba hidráulica. A distância entre os pontos 1 e 2 é de 16m. A velocidade da água é de 5m/s e o diâmetro da tubulação é de 50mm.



LISTA DE EXERCÍCIOS

- 1- Faça a conversão das pressões em psi para kPa: 28psi, 60psi, 350psi, 500psi.
- 2- Converta para notação exponencial: 100000, 543000000, 0,000000655, 120, 22500000.
- 3- Faça a operação inversa à questão 3: $4,5 \times 10^6$, $2,5 \times 10^2$, $3,2 \times 10^5$, $8,31 \times 10^4$
- 4- Quais as unidades mais utilizadas na área de Mecânica dos Fluidos?
- 5- O que é energia? Qual sua diferença em relação à potência?
- 6- Quantos reais são gastos para manter funcionando uma bomba de 4CV durante 2 horas por dia durante 30 dias no mês? Considere $1\text{kW.h} = \text{R\$ } 0,70$.
- 7- O que é pressão absoluta e pressão manométrica?
- 8- O que é pressão estática e pressão dinâmica?
- 9 Qual a pressão provocada por um armário de área de base 1 metro por 40 cm cuja massa interna é de 200 kg?
- 10- Qual a pressão que atua em mergulhador que está a 20 m de profundidade?
- 11- Em um duto foi instalado um manômetro de coluna com mercúrio em seu interior. Considerando o desnível do mercúrio como sendo 3cm, calcule qual a pressão estática atuando na parede interna do duto.
- 12- Considerando um elevador hidráulico, estime o peso máximo possível que pode ser sustentado pelo peso de uma criança de 30kg se a relação de entre as áreas dos êmbolos é de 1 para 8.
- 13- Estime qual o volume total de um iceberg, cujo volume visível é de 200m^3 . Qual a massa estimada do iceberg?



14- Como você faria para estimar a densidade de um vaso impermeável de formato irregular?

15. Qual a pressão da água na profundidade de 35m? Considere que a superfície da água está no nível do mar e que a densidade da água é 1000kg/m^3 .

16. Um bloco de madeira flutua na água com 0,646 do seu volume submerso. No óleo 0,918 do seu volume fica submerso. Determine: a) densidade da madeira e b) a densidade do óleo.

17- Uma bomba d'água tem potência de 6CV. Considerando que a mesma é utilizada durante 6h por dia, calcule o consumo mensal de operação. Considere 30 dias no mês e o custo de 1kWh de R\$ 0,70. (1CV ~ 735W)

18- Uma caixa d'água de 5mil litros precisa ser cheia em um tempo de 3h. A tubulação tem diâmetro interno de 25 mm. Qual a vazão e a velocidade do escoamento?

19- Calcule as larguras da rede de dutos formada por três trechos em série, considerando vazão no trecho AB de $4800\text{m}^3/\text{h}$, no trecho BC de $3600\text{m}^3/\text{h}$ e no trecho BD de $1800\text{m}^3/\text{h}$. A velocidade do ar é fixa em 5m/s. A altura dos dutos é fixa em 40 cm.

20- Calcule as larguras da rede de dutos formada por três trechos em série, considerando vazão no trecho AB de $3000\text{m}^3/\text{h}$, no trecho BC de $2000\text{m}^3/\text{h}$ e no trecho BD de $1000\text{m}^3/\text{h}$. A velocidade do ar é fixa em 4m/s. A altura dos dutos é fixa em 30 cm.