



TÍTULO: EXPERIMENTO DE REYNOLDS

1 - Objetivo

Determinar experimentalmente o Número de Reynolds (Re) crítico para o escoamento de fluidos em condutos circulares, com a visualização de linhas de correntes em vários regimes. Observar visualmente as características dos movimentos laminar, turbulento e a transição entre eles.

2 – Fundamentos Teóricos

Quando determinado fluido escoar dentro de um canal fechado de seção transversal conhecida, podem ser verificados dois tipos distintos de escoamento, que podem ser vistos facilmente em um fluxo aberto ou em um rio. Se a velocidade de escoamento é baixa, observa-se que o perfil de escoamento é suave, contudo se a velocidade é suficientemente alta, um perfil instável é percebido, no qual pequenas ou grandes quantidades do fluido movem-se de maneira randômica em todas as direções. O primeiro tipo de escoamento, o que a velocidade do fluxo é baixa, e no qual as camadas de fluidos parecem deslizar uma sobre as outras é chamado de escoamento laminar. O segundo tipo, verificado em fluidos com velocidade alta, é chamado de escoamento turbulento. Há, ainda, porém menos visível que os anteriores, a fase na qual o escoamento não é nem turbulento, nem laminar, é uma região entre os dois. A esta se dá o nome de região de transição. O número de Reynolds é um número adimensional, obtido por análise dimensional (ex: através do teorema de Buckingham ou teorema dos π grupos), que relaciona a força viscosa e a força inercial de acordo com a equação 1. Ele relaciona as variáveis importantes para o escoamento como mostra a Equação 1.

$$Re = \frac{Dv\rho}{\mu} \quad (1)$$

Para um tubo de seção circular, de acordo com a literatura consultada (GEAKOPLIS, 1993):

- $Re < 2100$ – Escoamento laminar;
- $2100 < Re < 4000$ – Região de transição;
- $Re > 4000$ – Escoamento turbulento.

3 – Materiais

EQUIPAMENTO

O esquema e o desenho da unidade experimental, referente à experiência de Reynolds encontra-se apresentados nas Figuras 1 e 2 respectivamente.

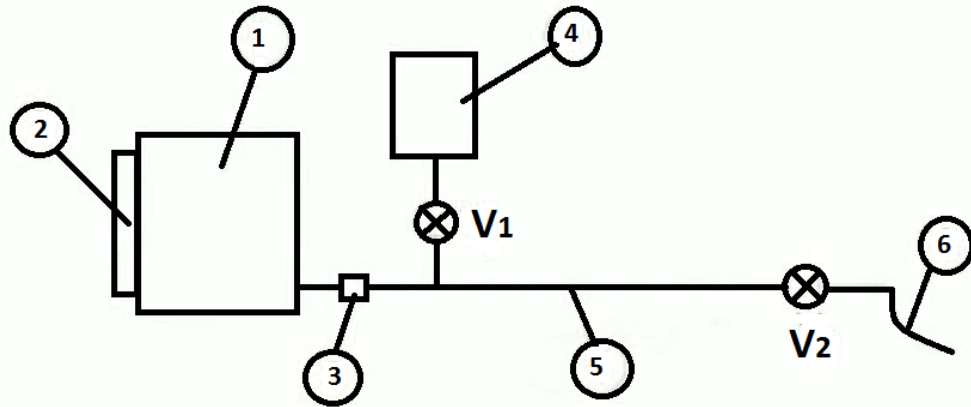


Figura 1 – Esquema da Unidade experimental. (1) – Barrilhete de 20 litros, (2) Visor de nível d’água, (3) Luva de união, (4) Frasco Pyrex de 2 litros com corante, (5) 1,5 m de tubo de vidro de diâmetro interno 15,5 mm e externo 18 mm, (6) Mangueira cristal ¼ in.

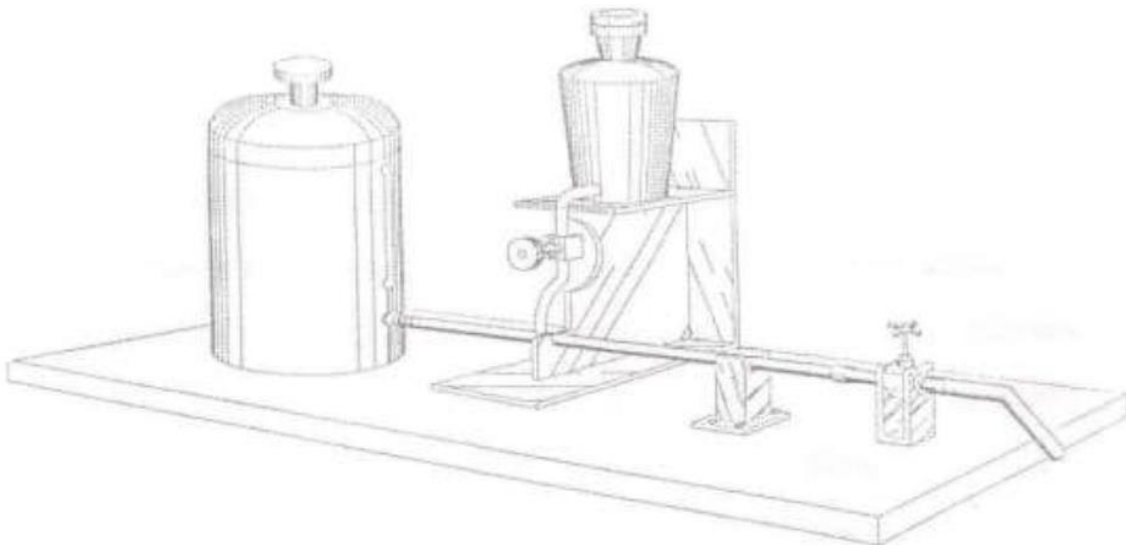


Figura 2 – Vista geral da Unidade Experimental

4 – Operação

Por meio da abertura dessas válvulas é possível regular as vazões dos fluidos advindos dos dois reservatórios e observar por meio visual, através do tubo de borosilicato, os diferentes escoamentos.

A partir do diâmetro interno do tubo (5), da vazão do fluido, medida via método gravimétrico na saída do tubo cristal flexível (6), e das propriedades do fluido (massa específica e viscosidade) será possível a determinação do número de Reynolds.

5 – Procedimento Experimental

- 1) Mantidas as válvulas V1 e V2 **fechadas**, encher o tanque (1) da Figura 1 com água;
- 2) Abrir a válvula V2 e esperar o escoamento atingir estado permanente;
- 3) Abrir a válvula V1, que libera o corante para o tubo capilar dentro do tanque; Obs: A abertura desta válvula será determinada pelo escoamento do filete do corante, que deve, a princípio, manter-se reto e uniforme, ou seja, sem oscilações.
- 4) Após tomados os devidos cuidados com o nível do tanque e escoamento do corante, coletar amostras de massa de água por tempo cronometrado a fim de se obter a vazão do escoamento.
- 5) Abrir a válvula de escoamento da água iniciando-se com uma abertura pequena e depois aumentando-se gradativamente, de modo a possibilitar coletas de vazões que abranjam todos os tipos de escoamentos: laminar, transição e turbulento;
- 6) A cada nova abertura da válvula de escoamento da água, é conveniente esperar um pouco, a fim de que se tenha certeza de que o escoamento já atingiu o regime permanente;
- 7) Para cada abertura de válvula, deve-se coletar uma quantidade de água em um béquer e o tempo gasto para tal coleta, com a finalidade de se ter vários valores de vazão de água. É necessário que se faça várias coletas em cada uma das aberturas de válvula a fim de se evitar ao máximo possíveis erros experimentais;
- 8) Medir a temperatura da água;
- 9) Em seguida, a água que foi recolhida deve ser pesada. Com os valores de massa e tempo, tem-se as vazões mássicas para cada abertura. Sendo assim, tendo-se a densidade da água à temperatura do desenrolar do experimento, é possível obter a vazão volumétrica da água;
- 10) Durante o experimento, deve-se anotar que tipo de escoamento que está sendo visualizado à medida em que se abre a válvula de escoamento da água. Esta observação deve ser utilizada para se fazer uma comparação entre os valores obtidos matematicamente e o tipo de escoamento observado.

6 – Resultados

- 1) Apresentar os resultados experimentais obtidos;
- 2) Calcular o número de Reynolds para as condições experimentais;
- 3) Comparar o número de Reynolds calculado com as observações experimentais;
- 4) Indicar e discutir possíveis fontes de erro experimental.

7 – Referência Bibliográfica

GEANKOPLIS, CHRISTIE. J. – Transport Processes and Unit Operations – Third Edition, Prentice Hall P T R, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.