

DENSIDADE DE UM LÍQUIDO E EMPUXO

1 - INTRODUÇÃO

A mecânica dos fluidos estuda o efeito de forças em fluidos. Fluido é uma substância que se deforma quando submetida a uma força de cisalhamento (O que é força de cisalhamento?) e possuem a forma do recipiente que os contém e escoam com grande facilidade. Os fluidos incluem as fases líquida, gasosa, plasmas e sólidos plásticos (Quais são as fases da matéria? Como são denominadas as fases da água, em quais condições ela sofre transição de fase?).

O estudo de mecânica dos fluidos iniciou-se pelo Físico/Matemático Arquimedes a aproximadamente 2.300 anos. Este cientista foi responsável por invenções revolucionárias, como por exemplo, o “Parafuso de Arquimedes”, utilizado na época para elevar a água. Posteriormente este dispositivo sofreu adaptações para ser utilizado no transporte de inúmeros materiais, por exemplo, grãos e terra em operações de escavação. (Cite ao menos cinco contribuições/invenções/histórias de Arquimedes). Arquimedes percebeu ao entrar em uma banheira cheia, que a quantidade de água que transbordava era igual ao volume do seu corpo (dois corpos não podem ocupar o mesmo lugar no espaço, qual o nome desse princípio físico?). Ele concluiu que a resistência que seu corpo sentia ao afundar era provocada pela quantidade de volume de água deslocado (força vertical chamada Empuxo). Com essa constatação ele elaborou o Princípio de Arquimedes:

“Todo corpo mergulhado total ou parcialmente em um fluido sofre uma força vertical, dirigida de baixo para cima aplicada no centro de massa, igual ao peso do volume do fluido deslocado”.

O módulo do peso de um objeto é definido pelo produto da massa pela aceleração da gravidade. ($P = mg$). A quantidade de matéria de um corpo (massa) pode ser obtida pelo produto entre a densidade ρ e o volume ($m = \rho V$). Portanto, é possível escrever o peso de um material em função da densidade e do volume ($P = \rho g V$). Segundo o princípio de Arquimedes, a força de Empuxo é igual ao peso do volume de fluido deslocado ou volume submerso, logo

$$E = \rho g V_d, \quad [1]$$

Na Figura 1.a temos um objeto pendurado em um dispositivo utilizado para medir força (dinamômetro). O peso do objeto executa uma tensão no dispositivo resultando em uma deformação na mola, esta deformação é proporcional ao peso do objeto (De quem é a Lei que explica isto? Qual o nome da constante de proporcionalidade entre tensão e deformação). Ao levantar um objeto imerso na água, percebe-se que a força para erguê-lo é inferior à necessária para o mesmo procedimento fora da água. Analisando a Figura 1.b, percebe-se que a tensão no dinamômetro depende do peso do objeto sustentado e da força de Empuxo. O valor obtido por esta medida é chamado de PESO APARENTE, seu valor corresponde ao peso do objeto subtraído do Empuxo executado pelo fluido:

$$P' = P_0 - E = P_0 - \rho g V_d, \quad [2]$$

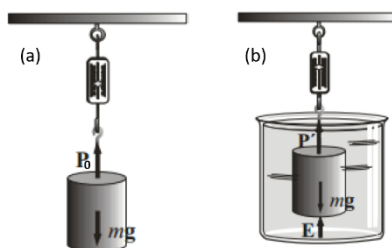


Figura 1 – Dinamômetro indicando o peso P_0 (a) e P' (b).

2 - OBJETIVOS

Verificar o Princípio de Arquimedes. Determinar a densidade de um líquido e fazer sua identificação. Medir a massa e volume de um sólido para determinar sua densidade e fazer sua identificação.

3 - MATERIAIS UTILIZADOS

- (i) Cilindro Graduado;
- (ii) Dinamômetro;
- (iii) Recipiente contendo líquido desconhecido;
- (iv) Haste com suporte;
- (v) Paquímetro;

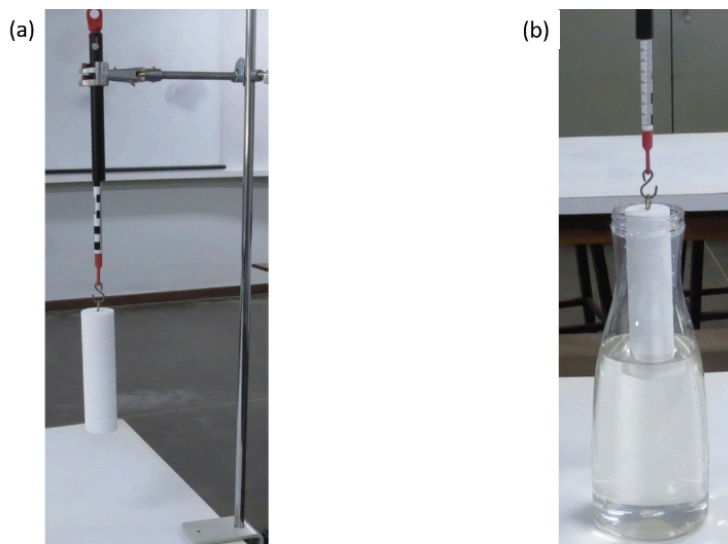


Figura 2 – (a) Montagem experimental, em (b) o Cilindro Graduado está sendo mergulhado no líquido

4 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

☐ ADVERTÊNCIAS

- (i) Verifique o valor da precisão do dinamômetro;
- (ii) Ao colocar o CILINDRO GRADUADO no dinamômetro solte-o suavemente evitando baques no dispositivo ;
- (iii) Ao término do experimento, emerja suavemente o Cilindro Graduado e o limpe com papel toalha;
- (iv) Mergulhe o Cilindro Graduado de forma quase estática no fluido. Coloque as marcações o mais próximo possível da superfície evitando ao máximo contaminar a parte não submersa.

☐ PROCEDIMENTO DENSIDADE DO CILINDRO GRADUADO

- (i) Meça o raio do cilindro entre cada graduação (R_i) e obtenha o raio médio do cilindro \bar{R} . Preencha a Tabela 1 com esses valores.
- (ii) Meça o valor da Altura total do Cilindro (H).
- (iii) Calcule o volume total do Cilindro Graduado com o Paquímetro;
- (iv) Meça o Peso do Cilindro Graduado com o dinamômetro;

☐ PROCEDIMENTO DENSIDADE DO FLUIDO

- (i) A montagem do dinamômetro no suporte deve estar como indicado na Figura 2(a);
- (ii) Meça as alturas das graduações que serão submersas e calcule o volume deslocado (V_d) através do raio (R) e da altura das graduações submersas. Preencha a Tabela 1 com estas grandezas e suas respectivas incertezas.
- (iii) Comece a imersão do Cilindro Graduado no fluido. Para cada graduação do Cilindro, anote o valor do peso aparente P' e do respectivo volume Vd_i e preencha a Tabela 1.

5 - ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES

5.1 – Determinação da densidade do Cilindro Graduado:

- (a) Obtenha o valor da massa do Cilindro Graduado, com sua respectiva incerteza; considere $g = (9,8 \pm 0,2) \text{ m/s}^2$;
- (b) Calcule a densidade do Cilindro Graduado. Em seguida, compare o valor obtido com os dados da Tabela 2 e faça a identificação do material que é constituído o Cilindro;

5.2 – Determinação da densidade do fluido:

- (a) Com os dados anotados, faça um gráfico do peso aparente P' em função do volume Vd_i ;

(b) Obtenha os coeficientes angular e linear. Qual é o significado físico deles?

(c) Obtenha o valor da densidade do fluido em questão. Em seguida compare (utilizando o desvio relativo percentual) o resultado obtido com os valores encontrados na Tabela 2 e faça a identificação de qual substância se trata no experimento;

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física – Gravitação, ondas e Termodinâmica. Volume 2. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2014

7 – QUESTIONÁRIO PREPARATÓRIO

- 1) Demonstre a Fórmula [2] deste Roteiro;
- 2) Escreva um pequeno parágrafo sobre os procedimentos experimentais que serão realizados.
- 3) Qual é a dependência da pressão hidrostática com a profundidade (Princípio de Stevin)?
- 4) O que é o princípio de Pascal e qual sua aplicação direta?
- 5) Como converter 1N para $\frac{g \cdot cm}{s^2}$ e $\frac{m}{s^2}$ para $\frac{cm}{s^2}$?

DENSIDADE DE UM LÍQUIDO E EMPUXO

Professor: _____ **Data:** ____/____/____

Aluno 1 _____

Aluno 2 _____

Aluno 3 _____

$\bar{R}(m) =$ _____

$\Delta R(m) =$ _____ (Raio médio do Cilindro)

$H(m) =$ _____

$\Delta h(m) =$ _____ (Altura total do Cilindro Graduado)

$V(m^3) =$ _____

$\Delta V(m^3) =$ _____ (Volume do Cilindro Graduado)

$P_0(N) =$ _____

$\Delta P_0(N) =$ _____ (Peso do Cilindro Graduado)

Tabela 1: Peso aparente em função do volume deslocado.

i	$R_i (mm)$ \pm _____	$H_i (mm)$ \pm _____	$Vd_i (m^3)$	$\Delta V_i (m^3)$	$P' (N)$ \pm _____
1					
2					
3					
4					
5					

Tabela 2: Densidade de alguns fluidos e materiais, em g/cm³, à temperatura ambiente.

Água	1,00 ± 0,01
Benzeno	0,90 ± 0,01
Etanol	0,80 ± 0,02
Éter	1,49 ± 0,01
Glicerina	1,26 ± 0,01
Mercúrio	13,6 ± 0,1
Teflon	2,20 ± 0,01
Nylon	1,14 ± 0,01
PET	1,38 ± 0,01
Poliestireno	1,04 ± 0,01