

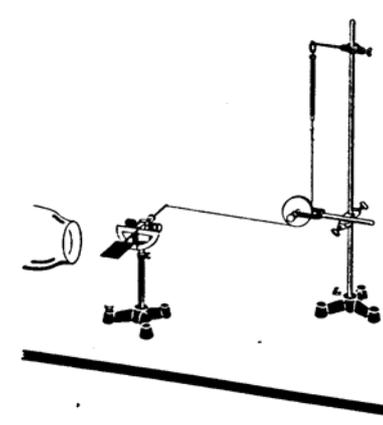
PRÁTICA IV

PARTE I

A) RESISTÊNCIA DEVIDA AO FLUXO DE AR COM AS SUPERFÍCIES

Objetivo: Demonstrar experimentalmente como varia a resistência do ar quando submetidos a diferentes superfícies.

MATERIAL

1 jogo de placas retangulares 1 nó com gancho 1 dinamômetro de 1 N 1 dinamômetro de 2 N 1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 tripé 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó 1 polia 1 manômetro de precisão 1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

PROCEDIMENTO

Os corpos de ensaio são colocados, a 20 cm da abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma. Através do tubo de Prandtl e do manômetro de precisão se comprova a velocidade constante da corrente de ar. Medem-se e se comparam os valores da resistência do ar, medida através do dinamômetro, para cada corpo de ensaio utilizado.

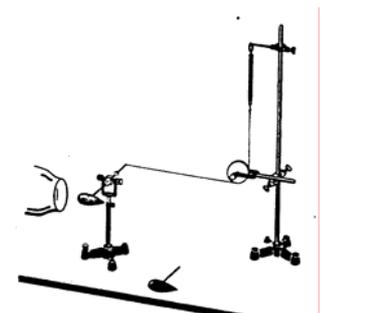
RESULTADO: PREENCHER A TABELA.

PLACA	PEQUENA	MÉDIA	GRANDE
AREA(cm ²)			
RESISTÊNCIA(N)			
R/S			

B) RESISTÊNCIA DO AR E NATUREZA DA SUPERFÍCIE

Objetivo: Demonstrar experimentalmente como a resistência depende da natureza da superfície.

MATERIAL UTILIZADO

1 tripé 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó 1 polia 1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 dinamômetro de 1N 1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl 1 manômetro de precisão	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

2 corpos aerodinâmicos 1 liso 1 áspero 1 nó com gancho	
-----------------------------------------------------------------	--

PROCEDIMENTO

Os corpos de ensaio são colocados, consecutivamente, a 20 cm da abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma. Através do tubo de Prandtl e do manômetro de precisão se comprova a velocidade constante da corrente de ar. Medem-se e se comparam os valores da resistência do ar, medida através do dinamômetro, para cada corpo de ensaio utilizado.

RESULTADO: Preencher a tabela abaixo com os valores medidos na experiência;

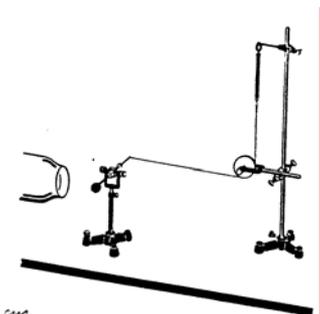
Corpo	Resistência (N)
Liso	e
Áspero	e

A resistência do ar que experimentam os corpos de forma e tamanho iguais, depende da natureza de suas superfícies.

C).RESISTÊNCIA DO AR E FORMA DO CORPO

Objetivo: *Demonstrar a dependências da resistência com a forma dos corpos.*

MATERIAL UTILIZADO

1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 tripé 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó 1 polia 1 nó com gancho 1 dinamômetro de 1 N 1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl 1 manômetro de precisão 1 jogo sortido de corpos: 1 esfera 1 placa circular 1 corpo médio com ponta 1 corpo médio redondo 1 corpo aerodinâmico	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

PROCEDIMENTO

Os corpos de ensaio são colocados, consecutivamente, a 20 cm da abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma. Através do tubo de Prandtl e do manômetro de precisão se comprova a velocidade constante da corrente de ar. Medem-se e se comparam os valores da resistência ao avanço, medida através do dinamômetro, para cada corpo de ensaio utilizado.

RESULTADO: Preencher tabela

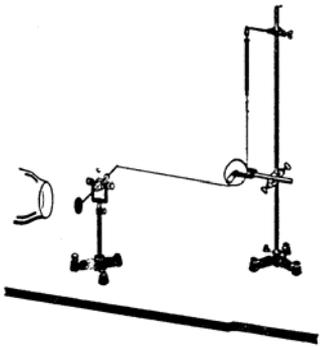
Corpo	Resistência (N)
Corpo médio redondo	e
Placa circular	
Corpo aerodinâmico	e
Corpo médio com ponta	e
Semi- esfera	e
Esfera	

Corpos de forma distinta, porém de iguais superfícies frontal, submetido a correntes de ar de mesma velocidade, experimentam valores diferentes para a resistência .

D).RESISTÊNCIA DO AR E SUPERFÍCIE FRONTAL

Objetivo: Demonstrar a dependência da R com a S

MATERIAL

<ul style="list-style-type: none"> 1 tripé 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó 1 polia 1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl 1 manômetro de precisão 1 jogo de placas circulares 1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 nó com gancho 1 dinamômetro de 1 N 	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

PROCEDIMENTO

Os corpos de ensaio são colocados, consecutivamente, a 20 cm da abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma. Através do tubo de Prandtl e do manômetro de precisão se comprova a velocidade constante da corrente de ar. Medem-se e se comparam os valores da resistência do ar, medida através do dinamômetro, para cada corpo de ensaio utilizado.

RESULTADO: Os valores medidos da resistência do ar R e a área S de cada placa são:

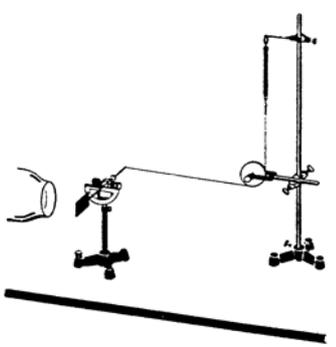
Placas	Pequena	Média	Grande
raio(cm)			
Resistência R(N)			
$\pi r^2=S$ (cm ²)			
R/S			

O cociente entre a resistência do ar pela área das placas circulares, é constante. $R \propto S$

E) RESISTÊNCIA DO AR E ÂNGULO DE INCIDÊNCIA

Objetivo: Demonstrar experimentalmente a variação da R com o ângulo α ;

MATERIAL

<ul style="list-style-type: none"> 1 tripé 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó 1 polia 1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 manômetro de precisão 1 placa retangular média 1 nó com gancho 1 transferidor 1 dinamômetro de 1 e 2N 1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl 	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

PROCEDIMENTO

Os corpos de ensaio são colocados a 20 cm da abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma. Através do tubo de Prandtl e do manômetro de precisão se comprova a velocidade constante da corrente de ar. Medem-se e se

comparam os valores da resistência do ar, medida através do dinamômetro, para cada corpo de ensaio utilizado. Para cada corpo se mede a resistência para diferentes ângulos de inclinação com a horizontal de 0 a 90°.

Ângulo de incidência	0	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Resist R (N)										
Sen α	0	0,17	0,34	0,50	0,64	0,77	0,87	0,94	0,98	1
R/sen α	-									

A resistência do ar de uma superfície depende do ângulo de incidência α, correspondendo seu valor máximo ao ângulo α – 90°. Os valores da resistência do ar aumentam, aproximadamente, com o sen(α). Resultado decisivo para a resistência do ar.

F).RESISTÊNCIA do ar E VELOCIDADE DE CORRENTE

Objetivo: Demonstrar experimentalmente como varia a resistência do ar com a velocidade de corrente do ar;

MATERIAL

<ul style="list-style-type: none"> 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó 1 polia 1 dinamômetro de 1N 1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 tripé 1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl 1 manômetro de precisão 1 placa circular média 1 nó com gancho 	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

PROCEDIMENTO

A placa circular é colocada, consecutivamente, a 20 cm da abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma. Através do tubo de Prandtl e do manômetro de precisão se altera a velocidade constante da corrente de ar. Medem-se e comparam os valores da resistência ao avanço, medidas através do dinamômetro, para cada velocidade.

RESULTADOS: Os valores medidos são:

R (N)		
P (mmH ₂ O)		
R/p		

O coeficiente entre a resistência ao avanço pela pressão devida a velocidade, R / p é uma constante.

$$R \propto p$$

Dado que $p = \frac{1}{2} \rho v^2$, se tem que:

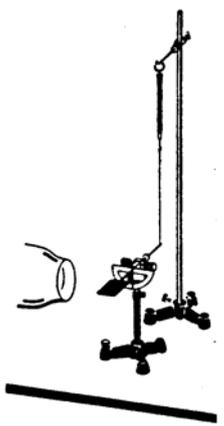
$$R \propto v^2$$

PARTE II

A).EMPUXO DINÂMICO

Objetivo: ✓ Demonstrar experimentalmente os princípios do empuxo dinâmico;

MATERIAL

1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 nó com gancho 1 dinamômetro de 1 e 2N 1 tripé 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó 1 jogo de placas retangulares 1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl 1 manômetro de precisão	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

PROCEDIMENTO

O corpo de ensaio é colocado a 20 cm da abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma. Através do tubo de Prandtl e do manômetro de precisão se comprova a velocidade constante da corrente de ar. A placa retangular é colocada na corrente de ar, primeiro normalmente, depois paralelamente e por fim, com pouca inclinação. Nos primeiros casos a placa não se move de modo apreciável. No terceiro caso a placa se move consideravelmente e em sentido perpendicular a corrente de ar.

RESULTADO OBTIDO

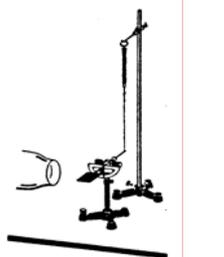
	Placa Pequena	Placa Intermediária
Empuxo(N)		
Área(cm ²)		
Empuxo/Área	N/cm ²	N/cm ²

Sobre uma placa inclinada situada em uma corrente de ar, atua uma força perpendicular à superfície da direção da corrente. Esta força se chama “empuxo dinâmico”.

B.EMPUXO ASCENSIONAL (Superfície e velocidade da corrente)

Objetivo: Demonstrar experimentalmente os fatores de superfície no empuxo ascensional

MATERIAL

1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 tripé 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó 1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl 1 manômetro de precisão 1 jogo de placas retangulares 1 nó com gancho 1 dinamômetro de 1 e 2 N	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

PROCEDIMENTO

Para um ângulo de incidência de 45°, se mede o empuxo ascensional E, primeiro com a placa pequena, e depois com a placa média, e se determina o quociente da divisão do empuxo E pela área S.

Para um ângulo de incidência de 10°, se mede o empuxo ascensional e a pressão devida à velocidade da placa retangular média ao aumentar gradualmente a velocidade da corrente que sopra contra a placa.

RESULTADO: Preencher tabela

	Placa Pequena	Placa Intermediária
Empuxo (N)		
Área (cm ²)		
Empuxo/Área		

Para placas retangulares planas, o coeficiente do empuxo ascensional pela área da placa é constante (para um mesmo ângulo de incidência).

$$E \propto p \quad \text{ou seja} \quad E \propto v^2, \quad \text{dado que} \quad p = \frac{1}{2} \rho v^2$$

C).EMPUXO ASCENSIONAL (Ângulos de incidência, Perfil)

Objetivo: Demonstrar experimentalmente a influência do ângulo de perfil no empuxo ascensional;

MATERIAL

1 gerador de corrente do ar 1 tubo de Prandtl 1 manômetro de precisão 1 jogo de placas retangulares planas e curvadas 1 nó com gancho 1 dinamômetro de 1N 1 tripé com tornilho de nivelção 1 suporte biaxial 1 transferidor 1 tripé 1 vareta de suporte de 75 cm 1 duplo-nó	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

PROCEDIMENTO

Os corpos de ensaio são colocados a 20 cm da abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma.. Através do tubo de Prandtl e do manômetro de precisão se comprova a velocidade constante da corrente de ar. A placa retangular é colocada na corrente de ar, primeiro normalmente, depois paralelamente e por fim, com uma inclinação entre 0 e 90°. Nos primeiros casos a placa não se move de modo apreciável. No terceiro caso a placa se move consideravelmente e em sentido perpendicular a corrente de ar. Mede-se com o dinamômetro o empuxo ascensional sobre as placas.

RESULTADO: Preencher tabela;

Ângulos graus (°)	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
ResistênciaPlaca Plana (N)										
ResistênciaPlaca Curva (N)										

O empuxo ascensional de um corpo depende do ângulo de incidência α . Entre 0° e 90° há um ângulo de incidência ao qual corresponde o empuxo ascensional máximo. Construir o gráfico R_p, R_c x ângulo.

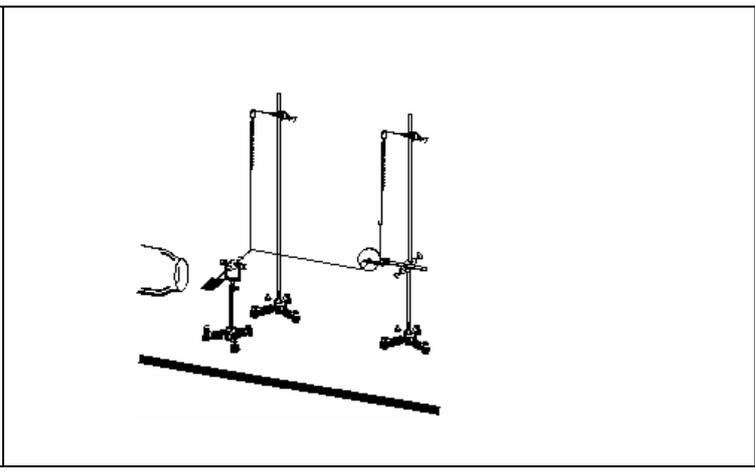
O empuxo ascensional depende, para o mesmo ângulo de incidência, da secção transversal (perfil) do corpo. Em contraste com a placa plana, a curvada já experimenta notável empuxo para um ângulo de incidência $\alpha = 0$.

D).EMPUXO ASCENSIONAL (Diagrama polar)

Objetivo: Determinar os fatores que influenciam no empuxo ascensional

MATERIAL UTILIZADO

- 1 gerador de corrente do ar
- 1 jogo de placas retangulares (média)
- 1 tripé com tornilho de nivelção
- 2 varetas de suporte de 75 cm
- 1 suporte biaxial
- 1 transferidor
- 1 polia
- 3 tripés
- 1 duplo-nó
- 2 dinamômetros de 2 N
- 2 dinamômetros de 1 N
- 2 nós com gancho
- 1 polia de precisão
- 1 fio de seda
- 1 vareta suporte de 25 cm



PROCEDIMENTO

Colocado o corpo de ensaio, consecutivamente, a 20 cm abertura do gerador de corrente de ar, e no centro da mesma.. Através do manômetro de precisão se comprova a velocidade constante da corrente de ar. A placa retangular é colocada na corrente de ar, com $\alpha > 10^\circ$ de inclinação. Mede-se com os dinamômetros o empuxo ascensional e a pressão devida a velocidade da corrente que sopra conta a placa.

RESULTADO: Preencher as tabela abaixo com os valores medidos nas experiências;

Ângulos	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Empuxo (N)									
R (N)									

O diagrama polar mostra a relação entre o empuxo e a deriva em função do ângulo de incidência. Construir o gráfico E xR; A partir de um determinado ângulo de incidência, o valor do empuxo ascensional diminui, enquanto que o da resistência aumenta.

REFERÊNCIAS

Nussenzeig, H. M., *Curso de Física Básica - vol. 2,* Edgar Blucher.
Resnick, R., Halliday, D. e Krane, K. S., *Física – vol. 2,* LTC.
Gaspar, A., *Física – vol. Único,* Ática.