



Parabéns! Você acaba de ter acesso a Versão Anotação dos Slides que fazem parte do Sistema de Ensino da Espaço Aéreo, presente nas principais Universidades, CIACs e Escolas de Aviação do Brasil.

Esse conteúdo foi desenvolvido usando metodologias ativas, gamificadas e conceitos de Sala Invertida, tudo para garantir que o aprendizado possibilite você a conectar a teoria com a prática.



SISTEMA DE ENSINO PARA AVIAÇÃO: FERRAMENTAS LÚDICAS QUE CONECTAM A TEORIA COM A PRÁTICA.

O futuro já chegou na sua aula. Tenho acesso a versão animada dos slides, vídeos de até 20 minutos de todo conteúdo, e-books, mapas mentais, estudos de caso, simulados, resumos, jogos e muito mais.

Verifique com seu professor o link de acesso específico para o material do seu curso ou então conheça todas nossas soluções em:

WWW.ESPACOAREO.COM



GAMIFICAÇÃO



METODOLOGIAS ATIVAS



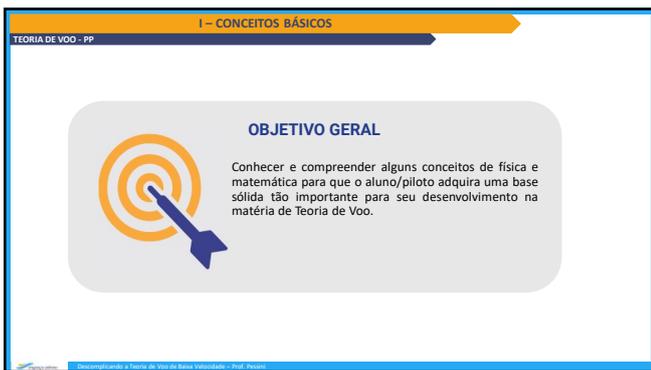
ESTUDOS DE CASO



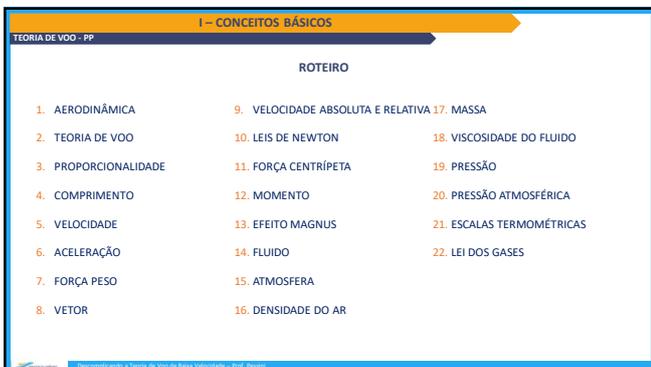
SALA INVERTIDA



1



2

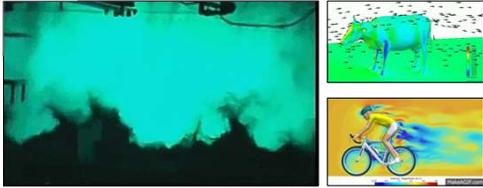


3

1 – AERODINÂMICA
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1

O que é aerodinâmica?

Ciência que estuda o **movimento do ar** e a sua **interação com os corpos**.



The slide features a pilot character on the left with a speech bubble asking 'O que é aerodinâmica?'. To the right, a text box defines aerodynamics as the study of air movement and its interaction with objects. Below the text are two images: a car in a wind tunnel with green smoke flow visualization, and a cyclist on a road bike with blue flow lines around them.

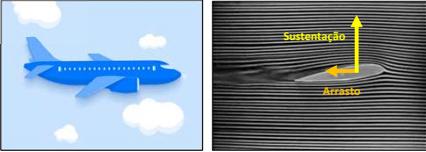
Universidade da Beira Interior - Prof. Renato

4

2 – TEORIA DE VOO
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1

O que é teoria de voo?

Aplicação da aerodinâmica na **operação das aeronaves**.



The slide features a pilot character on the left with a speech bubble asking 'O que é teoria de voo?'. To the right, a text box states it is the application of aerodynamics to aircraft operation. Below the text are two images: a blue airplane flying in the sky, and a diagram of an airfoil with a yellow arrow pointing up labeled 'Sustentação' (Lift) and a red arrow pointing back labeled 'Arrasto' (Drag).

Universidade da Beira Interior - Prof. Renato

5

2 – TEORIA DE VOO
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1

Controlar as aeronaves



The slide features a pilot character on the left with a speech bubble asking 'Controlar as aeronaves'. To the right, a text box says 'Controlar as aeronaves'. Below the text are two images: a yellow airplane in flight, and a person sitting at a control panel in front of a computer monitor displaying a flight simulator.

Universidade da Beira Interior - Prof. Renato

6

3 – PROPORCIONALIDADE
 CONCEITOS BÁSICOS

Qual a diferença entre diretamente e inversamente proporcional?

Diretamente proporcional
 ↑ Distância × Combustível ↑



Inversamente proporcional
 ↑ velocidade × Tempo ↓



7

3 – PROPORCIONALIDADE
 CONCEITOS BÁSICOS

Vamos dar um exemplo de diretamente proporcional!

DISTÂNCIA × COMBUSTÍVEL

De SP para PI → ↑ Maior distância = Mais combustível ↑

De SP para PR → ↓ Menor distância = Menos combustível ↓



8

3 – PROPORCIONALIDADE
 CONCEITOS BÁSICOS

Agora um exemplo de inversamente proporcional!

VELOCIDADE × TEMPO

Avião (500km/h) → ↑ Maior velocidade = menor tempo ↓

Carro (80km/h) → ↓ Menor velocidade = Maior tempo ↑

* Considerando o trajeto em linha reta



9

4 – COMPRIMENTO
CONCEITOS BÁSICOS

Comprimento → Metro

13

4 – COMPRIMENTO
CONCEITOS BÁSICOS

É preciso saber a **conversão das unidades** para o sistema internacional.

Unidade de medida	Centímetro	Metro	Quilómetro
1 pé (ft ou ')	30,48	0,3048	-
1 milha terrestre (MI)	-	1.609	1,609
1 milha náutica (NM)	-	1.852	1,852

Os valores demarcados em **negrito** são amplamente utilizados.

14

4 – COMPRIMENTO
CONCEITOS BÁSICOS

4.1 - Transformação de unidades

Unidade de medida	Centímetro	Metro	Quilómetro
1 pé (ft ou ')	30,48	0,3048	-
1 milha terrestre (MI)	-	1.609	1,609
1 milha náutica (NM)	-	1.852	1,852

Como faço para modificar a grandeza das unidades?

- 1,00 km = 1.000,00 m
- 1,609 km = 1.609,00 m

15

4 - COMPRIMENTO
CONCEITOS BÁSICOS

4.1 - Transformação de unidades

Unidade de medida	Centímetro	Metro	Quilómetro
1 pé (ft ou ')	30,48	0,3048	-
1 milha terrestre (MI)	-	1,609	1,609
1 milha náutica (NM)	-	1,852	1,852

Como faço para modificar a grandeza das unidades?

- 1,0 m = 100,0 cm
- 30,48 cm = 0,3048 m

A vírgula avança 2 casas para a direita × 100
A vírgula volta 2 casas pro esquerda + 100

16

5 - VELOCIDADE
CONCEITOS BÁSICOS

Velocidade **linear**
×
Velocidade **angular**

17

5 - VELOCIDADE
CONCEITOS BÁSICOS

Qual é a velocidade Linear?

Distância percorrida no tempo.

Velocidade = $\frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}}$

10 km/h

*Basta lembrar das placas nas rodovias!

18

5 - VELOCIDADE
 CONCEITOS BÁSICOS

5.1 - Velocidade angular

VELOCIDADE ANGULAR DIFERENTE

Velocidade Angular = $\frac{\Delta\theta}{\Delta\text{Tempo}}$

VELOCIDADE LINEAR DIFERENTE VELOCIDADE LINEAR IGUAL

19

5 - VELOCIDADE
 CONCEITOS BÁSICOS

5.1 - Velocidade angular

VELOCIDADE LINEAR MENOR VELOCIDADE ANGULAR CONSTANTE

VELOCIDADE LINEAR MAIOR

20

5 - VELOCIDADE
 CONCEITOS BÁSICOS

5.1 - Velocidade angular

Distância maior

Distância menor

Velocidade

Velocidade

21

5 - VELOCIDADE
CONCEITOS BÁSICOS

Para chegarmos a uma determinada velocidade, precisamos **acelerar!**



$$\text{Aceleração} = \frac{\Delta \text{Velocidade}}{\Delta \text{Tempo}}$$

$$\text{Aceleração} = \frac{\text{Espaço}}{\text{Tempo} \times \text{Tempo}}$$

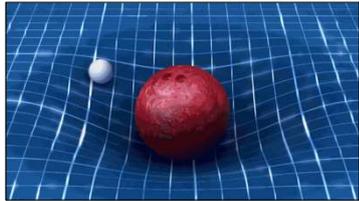
$$\text{Aceleração} = \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}^2}$$

22

6 - ACELERAÇÃO
CONCEITOS BÁSICOS

6.1 - Gravidade

Qual é a aceleração mais conhecida no mundo?



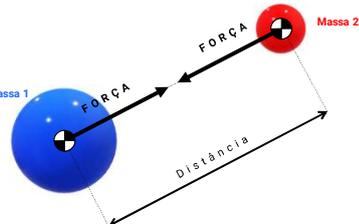
Gravidade

$$9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$$

23

6 - ACELERAÇÃO
CONCEITOS BÁSICOS

6.1 - Gravidade



$$F = \text{massa} \times \text{gravidade}$$

$$F = \text{massa} \times \frac{\text{Constante}}{\text{Distância}^2}$$

24

7 - FORÇA PESO
CONCEITOS BÁSICOS

Quantidade de matéria no corpo
 $\text{Peso} = \text{massa} \times \text{gravidade}$
 Aceleração

Força

Força

Força

25

8 - VETOR
CONCEITOS BÁSICOS

Como posso representar uma força?

VETOR

MÓDULO
(Intensidade, tamanho ou valor)

DIREÇÃO
(Horizontal, vertical ou inclinado)

SENTIDO
(Para onde a seta está apontando)

26

8 - VETOR
CONCEITOS BÁSICOS

Vamos dar um exemplo ...

150 km/h

- Módulo → 150 km/h
- Direção → Horizontal
- Sentido → Esquerda para direita

Sentido

Direção

Módulo

27

8 - VETOR
CONCEITOS BÁSICOS

8.1 - Composição e decomposição de vetores

Decomposição do vetor
Método da sombra

28

8 - VETOR
CONCEITOS BÁSICOS

8.1 - Composição e decomposição de vetores

Decomposição do vetor
Método da sombra

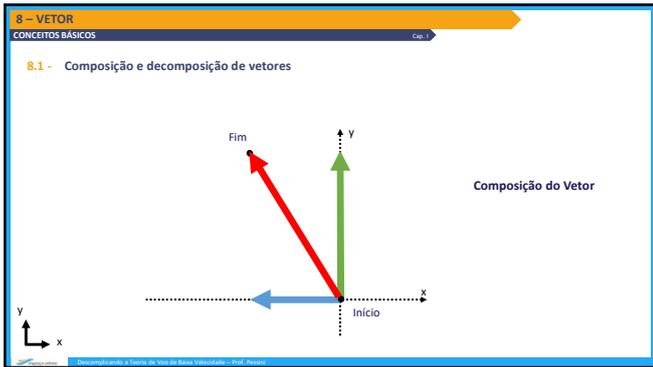
29

8 - VETOR
CONCEITOS BÁSICOS

8.1 - Composição e decomposição de vetores

Decomposição do vetor
Método da sombra

30



31



32



33

9 – VELOCIDADE ABSOLUTA E RELATIVA
CONCEITOS BÁSICOS

Velocidade do avião em relação ao helicóptero → $200 + 100 = 300$ kt



200 kt

100 kt

Universidade de São Paulo - Instituto de Física de São Carlos - Prof. Renato

34

9 – VELOCIDADE ABSOLUTA E RELATIVA
CONCEITOS BÁSICOS

Velocidade do avião em relação ao helicóptero → $200 - 100 = 100$ kt



200 kt

100 kt

Universidade de São Paulo - Instituto de Física de São Carlos - Prof. Renato

35

9 – VELOCIDADE ABSOLUTA E RELATIVA
CONCEITOS BÁSICOS

9.1 - Vento absoluto e relativo

VENTO ABSOLUTO
Em relação à Terra

9) A velocidade do vento se relaciona com o que?



VENTO

Universidade de São Paulo - Instituto de Física de São Carlos - Prof. Renato

36

9 – VELOCIDADE ABSOLUTA E RELATIVA
 CONCEITOS BÁSICOS

9.1 - Vento absoluto e relativo

VENTO RELATIVO
 Em relação a um corpo qualquer

VELOCIDADE AERODINÂMICA IGUAL

37

10 – LEIS DE NEWTON
 CONCEITOS BÁSICOS

Lembre-se das contribuições de Sir Isaac Newton!

- 1686 d.C. o *Principios Matemáticos da Filosofia Natural*;
- Descrevia as Leis da Gravitação Universal; e
- TRÊS LEIS DE NEWTON.**

38

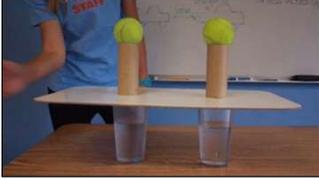
10 – LEIS DE NEWTON
 CONCEITOS BÁSICOS

- 1ª Lei → Inércia
- 2ª Lei → Princípio Fundamental da Dinâmica
- 3ª Lei → Ação e Reação

39

10 – LEIS DE NEWTON
 CONCEITOS BÁSICOS

10.1 - 1ª lei de Newton



A Lei da Inércia

O corpo tende a permanecer em equilíbrio
 Parado ou em Movimento

40

10 – LEIS DE NEWTON
 CONCEITOS BÁSICOS

10.1 - 1ª lei de Newton



A Lei da Inércia

O corpo tende a permanecer em equilíbrio
 Parado ou em Movimento

Começa a cair devido a 2ª Lei

41

10 – LEIS DE NEWTON
 CONCEITOS BÁSICOS

10.2 - 2ª lei de Newton

Força = Massa × Aceleração



BALÃO
 Força = Massa × Aceleração

BOLA DE BOLICHE
 Força = Massa × Aceleração

42

10 – LEIS DE NEWTON
CONCEITOS BÁSICOS

10.2 - 2ª lei de Newton

Força = Massa × Aceleração

43

10 – LEIS DE NEWTON
CONCEITOS BÁSICOS

10.3 - 3ª lei de Newton

Lei da Ação e Reação

44

10 – LEIS DE NEWTON
CONCEITOS BÁSICOS

10.3 - 3ª lei de Newton

Lei da Ação e Reação

45

11 - FORÇA CENTRÍPETA
CONCEITOS BÁSICOS

Força responsável por realizar curvas!

2ª Lei de Newton
Força Centrípeta = Massa × Aceleração Centrípeta
Aceleração Centrípeta = $\frac{\text{Velocidade Linear}^2}{\text{Raio}}$

The diagram shows a red car on a grey road curving to the left. A black arrow labeled 'FORÇA CENTRÍPETA' points from the car towards the center of the curve. A red arrow labeled 'VELOCIDADE LINEAR' points in the direction of the car's motion. A yellow dot marks the 'CENTRO DA CURVA' (center of the curve), and a horizontal line indicates the 'Raio de giro' (radius of the turn). A small circular inset shows a green arrow pointing clockwise and a red arrow pointing towards the center.

46

11 - FORÇA CENTRÍPETA
CONCEITOS BÁSICOS

Aceleração Centrípeta = $\frac{\text{Velocidade Linear}^2}{\text{Raio}}$

The three diagrams show circular paths with a central dot. The first diagram has two concentric circles with a red dot on the inner one and a blue dot on the outer one; both have red arrows pointing towards the center. The second diagram has a single circle with a red dot on the inner path and a blue dot on the outer path; both have red arrows pointing towards the center. The third diagram has two concentric circles with a red dot on the inner one and a blue dot on the outer one; both have red arrows pointing towards the center.

VELOCIDADES LINEARES IGUAIS
RAIOS DIFERENTES

VELOCIDADES LINEARES DIFERENTES
RAIO IGUAL

VELOCIDADES LINEARES DIFERENTES
RAIOS DIFERENTES

47

12 - MOMENTO
CONCEITOS BÁSICOS

Torque ou conjugado de forças.

Momento = Força × Distância

Como é possível inclinar uma aeronave?

The left image shows a hand turning a wheel with a yellow arrow indicating the direction of rotation. Labels include 'MÓDULO' (Magnitude), 'Força aplicada (torque ou momento)', 'Centro de eixo', and 'Deslocamento'. The right image shows a person in a pilot's uniform leaning the tail of an airplane.

48

12 - MOMENTO
 CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1

$Momento = Força \times Distância$




→ A força deve estar distante do centro de gravidade (CG).
 → **Aileron, profundor e leme de direção** estão distantes do CG.

Universidade Federal de Viçosa - UFV - Instituto de Física - Prof. Renato

49

13 - EFEITO MAGNUS
 CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1



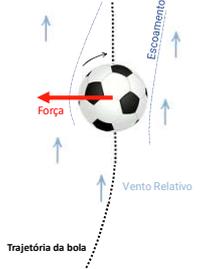
Você sabia que o trem de pouso pode gerar força de sustentação para baixo?



Universidade Federal de Viçosa - UFV - Instituto de Física - Prof. Renato

50

13 - EFEITO MAGNUS
 CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1

Labels in diagram: **Força** (red arrow), **Vento Relativo** (blue arrows), **Escoamento** (dotted line), **Trajectoria da bola** (dotted line).

Universidade Federal de Viçosa - UFV - Instituto de Física - Prof. Renato

51

13 – EFEITO MAGNUS
 CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1




- Após decolagem!
- Frenagem das rodas, para **reduzir vibrações** e a **sustentação negativa**.

Introdução à Teoria de Voo de Baixa Velocidade – Prof. Renato

52

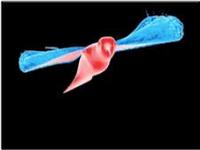
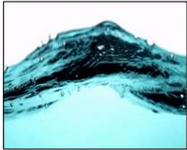
13 – EFEITO MAGNUS
 CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1




Introdução à Teoria de Voo de Baixa Velocidade – Prof. Renato

53

14 – FLUIDO
 CONCEITOS BÁSICOS Cap. 1


"Um fluido é uma **substância que se deforma continuamente** sob a aplicação de uma **tensão de cisalhamento**, não importando o quão **pequeno** seja esse valor." (FOX, 2012)

Introdução à Teoria de Voo de Baixa Velocidade – Prof. Renato

54

14 – FLUIDO
CONCEITOS BÁSICOS

55

15 – ATMOSFERA
CONCEITOS BÁSICOS

NOME QUÍMICO	FÓRMULA QUÍMICA	MASSA MOLECULAR (kg/kmol)	VOLUME FRACIONAL
Nitrogênio	N ₂	28,0134	78,08%
Oxigênio	O ₂	31,9988	20,94%
Argônio	Ar	39,948	0,93%
Dióxido de carbono	CO ₂	44,00995	0,031%
Metano	CH ₄	16,04303	0,0002%
Hidrogênio	H ₂	2,01594	0,00005%
Vapor de água	H ₂ O	Variável	Variável
Ozônio	O ₃	Variável	Variável
Monóxido de carbono	CO	Variável	Variável

56

15 – ATMOSFERA
CONCEITOS BÁSICOS

→ ISA – *International Standard Atmosphere* (Atmosfera Padrão Internacional)

15°C
1 atm (1013,25hPa)
MSL

- > 78% de Nitrogênio
- > 21% de Oxigênio
- > 1% de outros gases

- A proporção se mantém constante nas altitudes dentro da homoesfera.
- A densidade diminui com o aumento da altitude.

57

16 – DENSIDADE DO AR

CONCEITOS BÁSICOS

BAIXA DENSIDADE

ALTITUDE

Moléculas

MÓDULO

ALTA DENSIDADE

Atmosfera

78% de Nitrogênio
21% de Oxigênio
1% de outros gases

O que é densidade?

Densidade = $\frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Universidade Federal de Viçosa - UFV - Instituto de Física - IFV

58

16 – DENSIDADE DO AR

CONCEITOS BÁSICOS

VOLUMES IGUAIS

ALTA DENSIDADE

BAIXA DENSIDADE

Densidade = $\frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Universidade Federal de Viçosa - UFV - Instituto de Física - IFV

59

16 – DENSIDADE DO AR

CONCEITOS BÁSICOS

Densidade = $\frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

MENOR densidade sobe

MAIOR densidade desce

Universidade Federal de Viçosa - UFV - Instituto de Física - IFV

60

16 – DENSIDADE DO AR
 CONCEITOS BÁSICOS

A densidade também é padronizada.

ATMOSFERA ISA
 → 15°C
 → 1 atm (1013,25 hPa)

Densidade ISA = $\frac{\text{Massa [kg]}}{\text{Volume [m}^3\text{]}} = 1,225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

1 x 1 x 1 metro

61

16 – DENSIDADE DO AR
 CONCEITOS BÁSICOS

A densidade interfere nas forças da aeronave.
 Sustentação, arrasto e tração.

$$L = \frac{1}{2} \rho V_A^2 S C_L$$

L – Sustentação
 ρ – Densidade do ar
 V_A – Velocidade aerodinâmica (True Air Speed - TAS)
 S – Área da asa
 C_L – Coeficiente de sustentação

62

17 – MASSA
 CONCEITOS BÁSICOS

A densidade **NÃO** é massa!

MASSA IGUAL = Volume × Densidade
 Exemplo = 1kg

63

17 – MASSA
 CONCEITOS BÁSICOS



libra (lb) = 0,454 kg = 454 g

A massa pode ser em quilograma ou em libra

100 kg = 220 lb O limite é de 100 lb

FIQUE ATENTO NAS UNIDADES UTILIZADAS!

64

18 – VISCOSIDADE DO FLUIDO
 CONCEITOS BÁSICOS



BAIXA VISCOSIDADE ALTA VISCOSIDADE

Resistência para "deslizar"

Viscosidade **NÃO É SINÔNIMO** de densidade, viu?!

65

18 – VISCOSIDADE DO FLUIDO
 CONCEITOS BÁSICOS



Como alterar a viscosidade de um fluido?

A **TEMPERATURA** modifica as propriedades do fluido!

Óleo mais denso
 Maior viscosidade
 Escoa com menor facilidade

Motor frio × Motor quente

Óleo menos denso
 Menor viscosidade
 Escoa com maior facilidade

66

18 – VISCOSIDADE DO FLUIDO
CONCEITOS BÁSICOS

Que é igual a -40°C

Conventional SW-30 Synthetic SW-30

67

18 – VISCOSIDADE DO FLUIDO
CONCEITOS BÁSICOS

18.1 - Camada limite

→ Próximo à superfície, a velocidade de escoamento é menor, devido ao atrito viscoso.

→ Em contato com a superfície, a velocidade é zero. (condição de não deslizamento)

68

18 – VISCOSIDADE DO FLUIDO
CONCEITOS BÁSICOS

18.1 - Camada limite

→ Regimes de escoamento: **laminar** e **turbulento**.

→ A aeronave perde sustentação quando a camada limite descola (separação do escoamento)

69

18 – VISCOSIDADE DO FLUIDO
 CONCEITOS BÁSICOS

18.1 - Camada limite

70

18 – VISCOSIDADE DO FLUIDO
 CONCEITOS BÁSICOS

18.1 - Camada limite

O escoamento do ar modifica o **CAMPO DE PRESSÃO** no aerofólio.

71

19 – PRESSÃO
 CONCEITOS BÁSICOS

$Pressão = \frac{Força}{Área}$

72

19 – PRESSÃO
CONCEITOS BÁSICOS



$$\text{PRESSÃO} = \frac{\text{FORÇA}}{\text{ÁREA}}$$

73

19 – PRESSÃO
CONCEITOS BÁSICOS



$$\text{PRESSÃO} = \frac{\text{FORÇA}}{\text{ÁREA}}$$

74

20 – PRESSÃO ATMOSFÉRICA
CONCEITOS BÁSICOS



Então a pressão atmosférica é devido ao peso da atmosfera

75

20 – PRESSÃO ATMOSFÉRICA
 CONCEITOS BÁSICOS

The diagram on the left shows a barometer with a glass tube containing mercury. The top of the tube is labeled 'Vácuo' (vacuum). The height of the mercury column is marked as '29,92 polegadas' (29.92 inches). The pressure at the top of the tube is 'Pressão Fixada no Nível Médio do Mar' (Fixed pressure at sea level). The pressure at the bottom of the tube is 'Pressão Atmosférica' (Atmospheric pressure). The diagram on the right shows Earth with 'ALTITUDE' (altitude) increasing upwards and 'PESO' (weight) of the air column above.

A **pressão atmosférica (ISA)** é igual a pressão de uma coluna de **29,92 polegadas de mercúrio**.

76

20 – PRESSÃO ATMOSFÉRICA
 CONCEITOS BÁSICOS

The diagram on the left is identical to the one in slide 76. To its right is a warning sign (exclamation mark in a triangle). Below the warning sign is a table titled 'Condições ISA: MSL e a temperatura de 15°C'.

Unidade	hPa	kPa	Pa	polHg	mmHg
Pressão	1013,25	101,325	101325	29,92	760

77

21 – ESCALAS TERMOMÉTRICAS
 CONCEITOS BÁSICOS

→ Temperatura

Grau de agitação das moléculas.

The diagram shows three thermometers: Fahrenheit (F), Celsius (C), and Kelvin (K). Key temperature points are listed:

- Temperatura de ebulição da água: 212°F, 100°C, 373 K
- Temperatura de conforto humano: 77°F, 25°C, 298 K
- Temperatura de congelamento da água: 32°F, 0°C, 273 K
- Zero absoluto: -459°F, -273°C, 0 K

 Below the thermometers are three diagrams showing molecular motion: the first shows molecules at rest (low temperature), the second shows molecules in motion (medium temperature), and the third shows molecules in rapid motion (high temperature).

78

21 – ESCALAS TERMOMÉTRICAS
 CONCEITOS BÁSICOS cap. 1

→ Mudando as escalas termométricas (Fahrenheit para Celsius)
 → Regra de três ou computador de voo

$$\frac{TF - 32}{212 - 32} = \frac{TC - 0}{100 - 0} \rightarrow \frac{TF - 32}{9} = \frac{TC}{5}$$

Curiosidade

79

21 – ESCALAS TERMOMÉTRICAS
 CONCEITOS BÁSICOS cap. 1

→ Mudando as escalas termométricas (Celsius para Kelvin)
 → Regra de três

$$\frac{TC - 0}{100 - 0} = \frac{TK - 273}{373 - 273} \rightarrow TK = TC + 273$$

Por ser uma **escala absoluta**, os cálculos são realizados com a escala kelvin.

Curiosidade

80

22 – LEI DOS GASES
 CONCEITOS BÁSICOS cap. 1

Os gases são afetados pelos parâmetros de **TEMPERATURA, PRESSÃO e VOLUME**

Boyle - Mariotte	→	Temperatura constante
Gay - Lussac	→	Volume constante
Charles	→	Pressão constante

Curiosidade

81

22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS

Equação de Clapeyron

15) Qual lei rege os gases ideais?

$$Press\tilde{a}o \times Volume = \frac{Massa}{Massa\ Molar} \times Constante\ Universal\ dos\ Gases \times Temperatura$$

$$Press\tilde{a}o \times Volume = Temperatura \times Constante$$

Relaciona os parâmetros: **pressão, temperatura e volume**



82

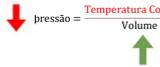
22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS

22.1 - Lei de Boyle-Mariotte



Descreve **processos isotérmicos** – Temperatura constante

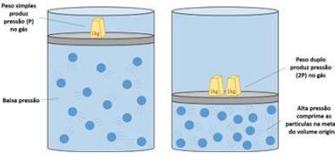
$$Press\tilde{a}o \times Volume = Temperatura$$

$$press\tilde{a}o = \frac{Temperatura\ Constante}{Volume}$$


83

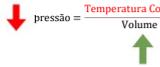
22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS

22.1 - Lei de Boyle-Mariotte



Descreve **processos isotérmicos** – Temperatura constante

$$Press\tilde{a}o \times Volume = Temperatura$$

$$press\tilde{a}o = \frac{Temperatura\ Constante}{Volume}$$


84

22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 6

22.1 - Lei de Boyle-Mariotte



Descreve **processos isotérmicos** -
 Temperatura constante

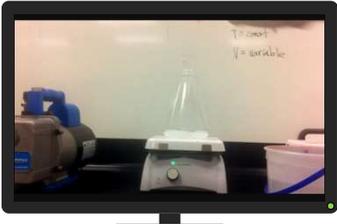
Pressão × Volume = Temperatura

↑ pressão = $\frac{\text{Temperatura Constante}}{\text{Volume}}$ ↓

85

22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 6

22.2 - Lei de Charles



Descreve **processos isobáricos** -
 Pressão constante

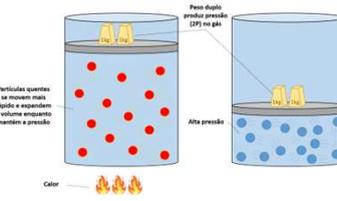
Pressão × Volume = Temperatura

Pressão constante = $\frac{\text{Temperatura}}{\text{Volume}}$ ↑

86

22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 6

22.2 - Lei de Charles



Descreve **processos isobáricos** -
 Pressão constante

Pressão × Volume = Temperatura

Pressão constante = $\frac{\text{Temperatura}}{\text{Volume}}$ ↑

87

22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 6

22.2 - Lei de Charles



Descreve **processos isobáricos** - Pressão constante

$Press\tilde{a}o \times Volume = Temperatura$

$Press\tilde{a}o\ constante = \frac{Temperatura}{Volume}$ ↓ ↓

88

22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 6

22.2 - Lei de Gay-Lussac



Descreve **processo isocórico** - Volume constante

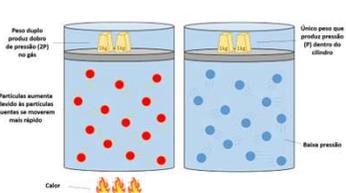
$Press\tilde{a}o \times Volume = Temperatura$

$Press\tilde{a}o = \frac{Temperatura}{Volume\ Constante}$ ↑ ↑

89

22 – LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS Cap. 6

22.2 - Lei de Gay-Lussac



Descreve **processo isocórico** - Volume constante

$Press\tilde{a}o \times Volume = Temperatura$

$Press\tilde{a}o = \frac{Temperatura}{Volume\ Constante}$ ↑ ↑

90

22 - LEI DOS GASES
CONCEITOS BÁSICOS

22.2 - Lei de Gay-Lussac



Descreve **processo isocórico** - Volume constante

Pressão \times Volume = Temperatura

\downarrow Pressão = $\frac{\text{Temperatura}}{\text{Volume Constante}}$ \downarrow

91

I - CONCEITOS BÁSICOS
TEORIA DE VOO - PP



Mapa Mental

espaço aéreo

92

I - CONCEITOS BÁSICOS
TEORIA DE VOO - PP

Conceitos Básicos - 1/3

Leis de Newton

- 1ª Lei - Inércia - O corpo tende a permanecer em repouso ou em MRU.
- 2ª Lei - Princípio Fundamental da Dinâmica - $F = m \cdot a$
- 3ª Lei - Ação e Reação

Força e aceleração centrípeta

Força Centrípeta = Massa \times Aceleração Centrípeta

Aceleração Centrípeta = $\frac{v^2}{R}$

Força e aceleração centrífuga

Aceleração Centrífuga = $\frac{v^2}{R}$

Momento, Força e Torção

Momento = Força \times distância

Capacidade de girar um objeto

Momento = Força \times Distância

Estilo Wings

Uma forma aerodinâmica adaptada em um corpo cilíndrico que cria grande inércia a um vento relativo

Diretamente e inversamente

Quanto varia a velocidade em um determinado tempo

Unidades de medida

Velocidade linear \times Velocidade Angular

Conversões

Velocidade linear \rightarrow Velocidade Angular

Relacionado a Terra

Relacionado a um corpo qualquer

Velocidade Absoluta e Relativa

Soma

Subtra

93

I - CONCEITOS BÁSICOS

TEORIA DE VOO - PP

Conceitos Básicos - 2/3

Fluido

"Um fluido é uma substância que se deforma continuamente sob a aplicação de uma tensão de cisalhamento, não importante a quão pequena seja essa tensão." (Fox, 2012)

Massa

Densidade não é Massa!

Sistema Inglês: 1 lb = 0,454 kg = 454 g
Sistema Internacional: Quilogramas (kg)

Viscosidade

Capacidade do óleo em escorregar

Viscosidade é diferente de densidade!

Óleo mais grosso: Maior viscosidade
Óleo mais fino: Menor viscosidade

Motor 500cc X Motor 400cc
Tubo com maior facilidade X Tubo com menor facilidade

A camada limite acontece devido ao atrito viscoso. Escorramento laminar e turbulento

Próximo à parede, a viscosidade de escorramento tende a ser zero!

Atmosfera e Densidade

21% N₂, 78% O₂, 1% outros gases

Densidade = $\frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$ [kg/m³]
Densidade ISA = 1,225 kg/m³

espaço aéreo

94

I - CONCEITOS BÁSICOS

TEORIA DE VOO - PP

Conceitos Básicos - 3/3

Pressão

Força que é aplicada em uma determinada área

$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$

Lei dos Gases

Boyle-Mariotte → Temperatura Constante
Gay-Lussac → Volume Constante
Charles → Pressão Constante

Pressão x Volume = Temperatura x Constante

Temperatura

Grau de agitação molecular

212°F, 100°C, 373K (Ebulição da Água)
32°F, 0°C, 273K (Congelamento da Água)
-459°F, -273°C, 0K (Zero absoluto)

$T(°F) - 32 = T(°C) \times \frac{9}{5}$
 $T(°C) - 273 = T(K)$

Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica é a força Peso da atmosfera aplicada em uma unidade de área. Quanto maior a altitude, menor o peso da atmosfera e menor a pressão atmosférica.

Pressão ISA: 1013,25 hPa, 760 mmHg, 29,92 polHg, 1 atm

espaço aéreo

95