



PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS
SMPE

APOSTILA
DE
FÍSICA

MÓDULO II

1. Leis de Kepler e Gravitação Universal

Evolução histórica dos modelos do Sistema Solar:

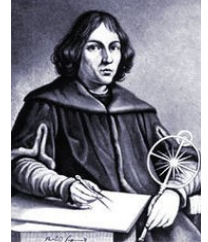


Cláudio Ptolomeu – Século 2 d.C.

Construiu a síntese do primeiro grande modelo celeste, em que se julgava ser a Terra, além de esférica e imóvel, o centro de um universo que girava ao seu redor, provocando o aparente movimento de planetas que vemos no céu, e com as estrelas inseridas em uma esfera externa, servindo como um pano de fundo para o cenário. Era o *geocentrismo*. Até aquele momento só eram conhecidos os planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, além da Terra.

Nicolau Copérnico (1473-1543)

Astrônomo polonês responsável pela descoberta do movimento de rotação da Terra sobre o seu próprio eixo e em torno do Sol. Propôs a substituição do modelo geocêntrico pelo *heliocêntrico*.

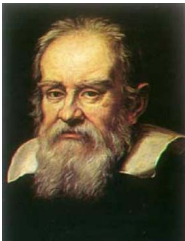


Tycho Brahe (1546-1601)

Astrônomo dinamarquês que coletou uma infinidade de dados sobre o movimento dos corpos celestes, que serviram de apoio experimental para outros astrônomos e também para Newton.

Johannes Kepler (1571-1630)

Astrônomo alemão, que baseado nos dados obtidos por Tycho Brahe, verificou que existem regularidades no movimento dos planetas, quando eles são analisados no referencial do Sol. Expressou-se em três leis, conhecidas como leis de Kepler sobre o movimento planetário.



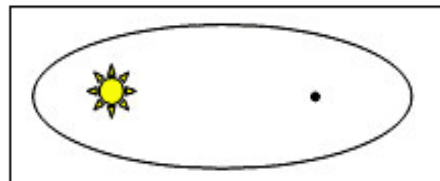
Galileu Galilei (1564-1642)

Astrônomo, Físico, Matemático e Filósofo Italiano, é considerado por muitos como o pai de pensamento científico moderno. Introduziu na Física o método científico e foi o grande defensor do sistema heliocêntrico de Copérnico. Condenado pela Igreja na época da Inquisição, teve que renegar suas ideias para não morrer queimado. Muitas de suas ideias e descobertas serviram de base para o trabalho de Newton, que nasceu no ano que ele morreu.

Leis de Kepler:

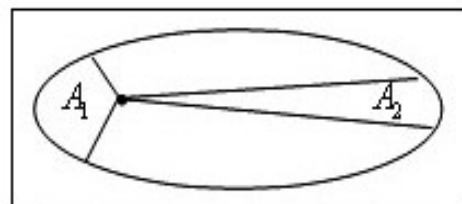
1ª Lei de Kepler – elipse:

Os planetas orbitam segundo uma trajetória elíptica e o Sol ocupa um dos focos.



2ª Lei de Kepler – das áreas:

Os planetas varrem áreas iguais em tempos iguais



$$\frac{A_1}{\Delta t_1} = \frac{A_2}{\Delta t_2}$$
$$\Delta t_1 = \Delta t_2$$

3ª Lei de Kepler – raio médio:

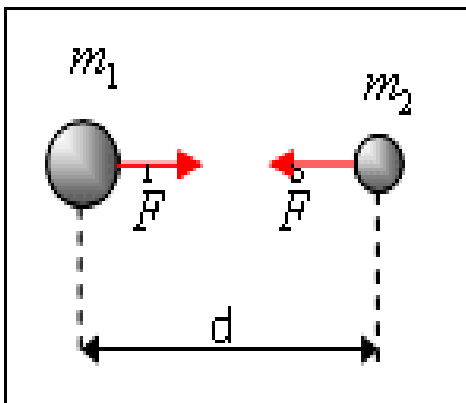
Para todos os planetas, o período de revolução ao quadrado dividido pelo raio médio da órbita ao cubo é constante.

$$\frac{T^2}{R_M^3} = cte$$

Essa relação é constante para qualquer planeta do nosso sistema solar, e será igual a outras constantes para outros sistemas planetários.

Lei da Gravitação Universal:

Dois pontos materiais se atraem por intermédio de uma força proporcional ao produto das massas e inversa à da distância que as separa ao quadrado.



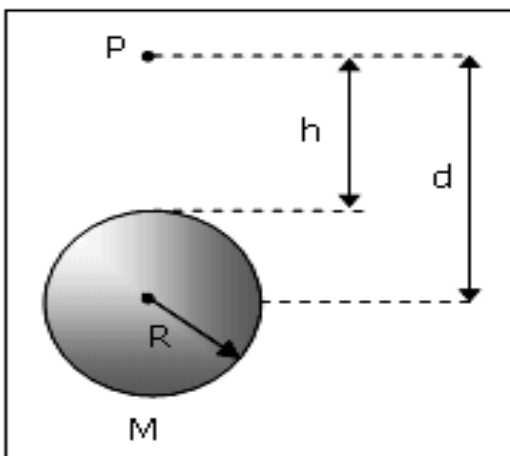
$G \rightarrow$ constante universal de gravitação

$m_1, m_2 \rightarrow$ massas dos corpos

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Aceleração da gravidade:



Aceleração da gravidade a uma certa altitude h em um certo corpo celeste qualquer de massa M

$$d = R + h$$
$$g_h = G \frac{M}{d^2}$$

O campo gravitacional da Terra ou de qualquer outro astro, nunca acaba. Por maior que seja a distância h que estejamos de um astro, o valor de g será sempre diferente de zero. É claro que na prática, se nos afastamos muito desse astro, a intensidade do campo gravitacional torna-se tão pequena que seu efeito poderá ser desprezado.

2. Mecânica dos Fluidos

Fluido: É uma substância com facilidade de fluir (escoar). Ex.: Gases, líquidos.

Massa específica (μ): É o coeficiente entre a massa do corpo e seu volume.

$$\mu = \frac{m}{V}$$

μ = massa específica
 m = massa
 V = volume

Unidade: kg/m^3
 Unidade: kg
 Unidade: m^3

Massa específica da água:

$\mu_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; 1 g/cm^3 ; 1 kg/dm^3 .

Conversões: $1 \text{ dm}^3 \Rightarrow 1 \text{ litro}$; $1 \text{ m}^3 \Rightarrow 1000 \text{ litros}$

Densidade relativa: Serve para comparar quantas vezes um corpo é mais pesado do que um estipulado como padrão. Se a substância em estudo for líquida ou sólida o padrão é a água, e se for gás ou vapor o padrão é o ar. É uma grandeza adimensional, não tem unidade.

$$d = \frac{\mu \text{ substância}}{\mu \text{ padrão}}$$

Peso específico (ρ): É o quociente entre o peso do corpo, e seu volume.

$$\rho = \frac{P}{V}$$

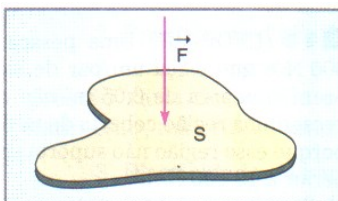
ρ = peso específico
 P = peso
 V = volume

Unidade: N/m^3
 Unidade: kg
 Unidade: m^3

Relações: Peso específico é igual a massa específica vezes a gravidade.

$$\rho = \mu \cdot g$$

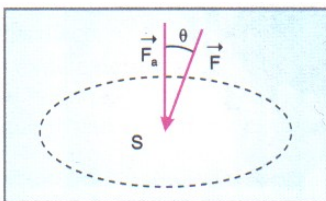
Pressão: É uma grandeza escalar cujo módulo é a razão entre a força normal aplicada e a área de contato entre a força e a superfície.



$$P = \frac{F}{A}$$

P = pressão
 F = força perpendicular
 A = área de contato

Unidade: $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$
 Unidade: N
 Unidade: m^2



$$P = \frac{F_y}{A} = \frac{F \cdot \cos \alpha}{A}$$

Conversões: $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} \sim 10^5 \text{ N/m}^2$

Pressão hidrostática (Teorema de Stevin): É a pressão devido o peso de uma coluna de líquido. Chamaremos de pressão efetiva a pressão exercida num ponto devido a uma coluna de líquido e chamaremos de pressão absoluta quando acima desta coluna de líquido existir a pressão atmosférica.

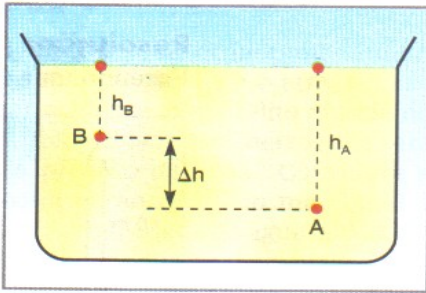
$$P_{\text{abs}} = P_{\text{ef}} + P_{\text{atm}}$$

Unidade: N/m^2

sendo: $P_{\text{ef}} = \mu \cdot g \cdot h$

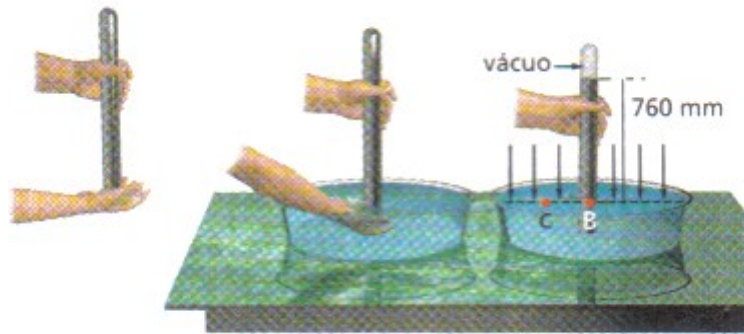
$$P_{\text{abs}} = \mu \cdot g \cdot h + P_{\text{atm}}$$

Princípio fundamental da hidrostática: A diferença de pressão entre dois pontos no interior de um líquido em equilíbrio é igual ao produto de sua massa específica pela aceleração da gravidade e pela diferença de profundidade entre eles.



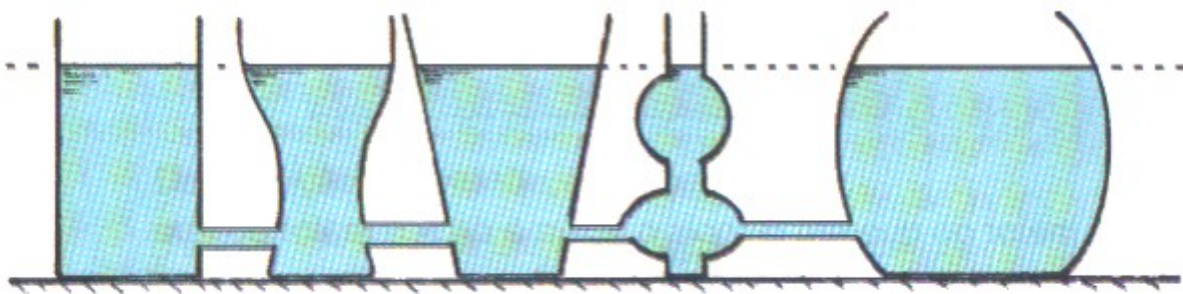
$$P_A = P_B + \mu \cdot g \cdot \Delta h$$

Experiência de Torricelli: Para determinar o valor da pressão atmosférica Torricelli utilizou um tubo de vidro de 1 m de comprimento cheio de mercúrio e, estando ao nível do mar, colocou a extremidade livre do tubo num recipiente contendo mercúrio e observou que o mercúrio desceu dentro do tubo até estabilizar-se numa altura de 76 cm acima da superfície livre do mercúrio do recipiente. Torricelli concluiu então, que esta coluna de 76 cm (= 760 mm) de mercúrio equilibrava a coluna de ar, ou seja, a coluna de 76 cm de mercúrio exercia uma pressão em sua base igual à atmosférica ao nível do mar.

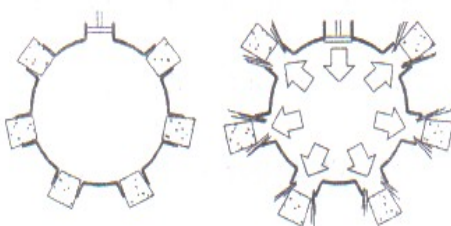
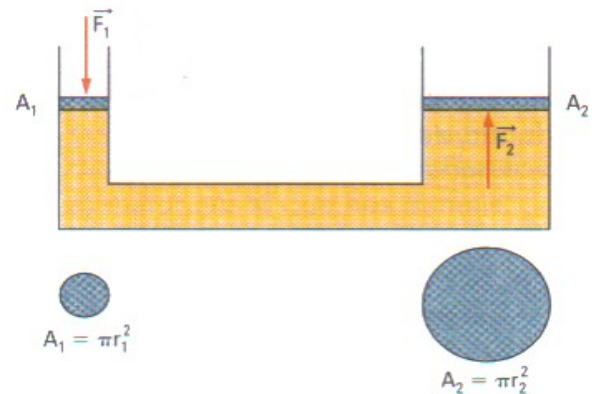


Vasos comunicantes: A pressão em um mesmo líquido só depende da profundidade, independe do formato do recipiente. No exemplo abaixo a pressão no fundo dos recipientes será a mesma, pois a altura de líquido é a mesma.

Obs.: Este princípio pode ser aplicado quando temos um tudo em forma de U onde são colocados dois ou mais líquidos que não se misturam.



Princípio de Pascal: A pressão aplicada em qualquer ponto de um fluido, transmite-se igualmente em todos os sentidos.
Ex.: Prensa hidráulica, macaco hidráulico, freio hidráulico, etc.



$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

Obs.: A partir do Princípio de Pascal pode ser projetado o elevador hidráulico, a prensa hidráulica, que são multiplicadores de força.

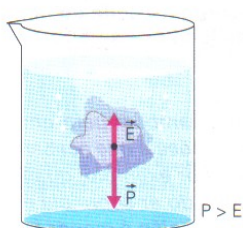
Princípio de Arquimedes: Este princípio diz que todo corpo mergulhado em um líquido recebe um empuxo vertical, para cima, igual ao peso do líquido deslocado pelo corpo.

$$E = \mu \cdot g \cdot Vd$$

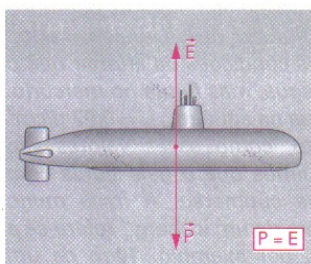
E = empuxo
 μ = massa específica do líquido
 g = aceleração da gravidade
 Vd = volume de líquido deslocado

Unidade: N
 Unidade: kg/m³
 Unidade: m/s²
 Unidade: m³

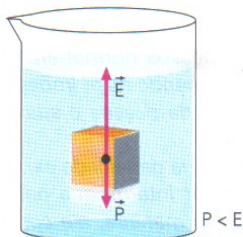
Equilíbrio dos corpos imersos e flutuantes:



$P > E \rightarrow$ o corpo desce em MRU $\rightarrow d_{\text{corpo}} > d_{\text{líquido}}$



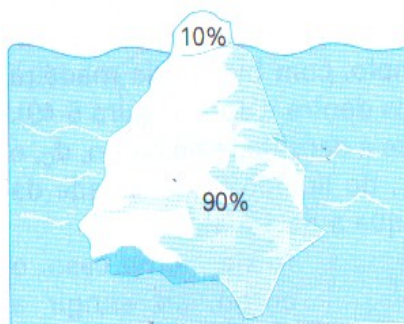
$P = E \rightarrow$ O corpo permanece em equilíbrio $\rightarrow d_{\text{corpo}} = d_{\text{líquido}}$ em qualquer posição



$P < E \rightarrow$ O corpo sobe em MRU $\rightarrow d_{\text{corpo}} < d_{\text{líquido}}$



O balão sobe na atmosfera em virtude do empuxo que ele recebe do ar.



Um iceberg flutua na água do mar com apenas 10% do seu volume fora da água.

Hidrodinâmica: A Hidrodinâmica é a parte da Física que estuda as propriedades dos fluidos em movimento. O fluido tratado aqui será sempre ideal, ou seja, não-viscoso, homogêneo e de velocidade constante de escoamento em um determinado ponto em relação ao tempo.

Regime de escoamento:

→ laminar ou estacionário

→ rotacional ou turbulento

Vazão: É o produto da área de um tubo de corrente pela velocidade do líquido que o atravessa.

Q = vazão

Unidade: m³/s

A = área

Unidade: m²

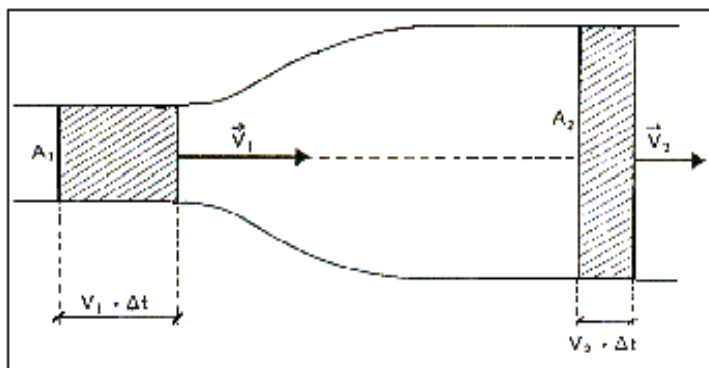
V = velocidade

Unidade: m/s

$$Q = A \cdot V$$

Equação da continuidade: Como o líquido é incompressível, o volume que entra no tubo durante um intervalo de tempo é aquele existente no cilindro de base A₁ e altura v₁.t. Esse volume é igual aquele que, no mesmo tempo, sai da parte cuja seção tem área A₂. Logo, podemos concluir mais uma vez que: as velocidades são inversamente proporcionais às áreas das seções transversais, isto é, se a área fica 2 ou 3 vezes maior, a velocidade diminui 2 ou 3 vezes.

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$



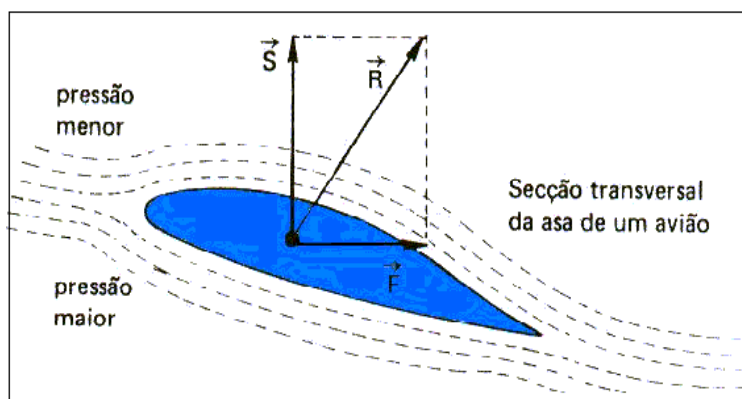
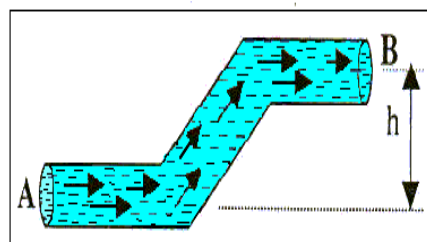
Equação de Bernoulli: Calcula a diferença das pressões hidrodinâmicas entre os níveis A e B, que exerce uma força realizando um trabalho W igual ao peso do fluido deslocado verticalmente.

$$p + \mu \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \mu \cdot V^2 = cte$$

Nesta expressão, **p** é a pressão hidrostática,

$\frac{1}{2} \mu v^2$ a pressão hidrodinâmica e $\mu \cdot g \cdot h$

a pressão exercida pela coluna de líquido.



O avião sobe porque existe uma força de baixo para cima, maior que seu peso; a velocidade do ar é maior na face superior do que na face inferior. Como a pressão hidrodinâmica é igual nas duas faces, a pressão hidrostática é maior na face inferior onde a velocidade é menor. Essa pressão dá origem a uma força sustentadora, que faz o avião subir e se manter no ar.

3. Termometria

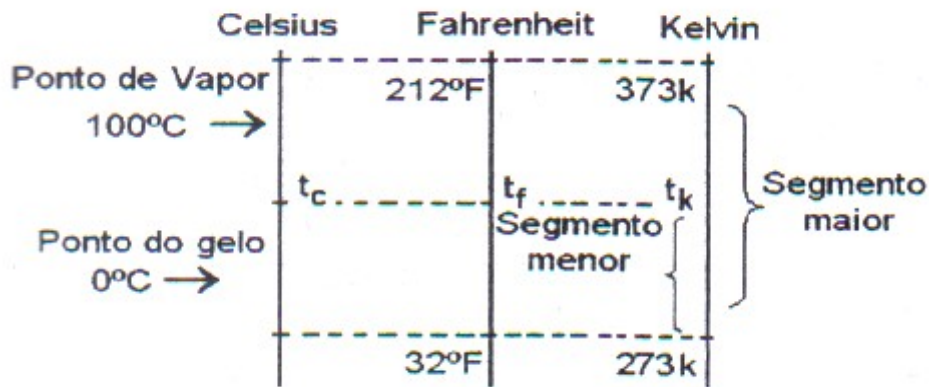
Temperatura: É uma grandeza que esta relacionada com o nível de agitação térmica das partículas de um sistema ou a medida do nível da energia térmica média por partícula de um corpo ou sistema físico.

Calor: É a energia térmica em trânsito, devido a diferença de temperatura. O calor passa espontaneamente do sistema de temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa até que se obtenha o equilíbrio térmico.

Lei zero da termodinâmica (Lei do equilíbrio térmico): Se um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo C, e um corpo B também está em equilíbrio térmico com o corpo C, então os corpos A e B estão em equilíbrio térmico entre si.

Escalas termométricas:

Pontos de: \ Escalas	Celsius	Fahrenheit	Kelvin
Vapor	100 ° C	212 ° F	373 K
Gelo	0 ° C	32 ° F	273 K

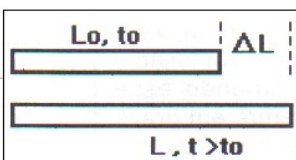


$$\frac{\text{segmento menor}}{\text{segmento maior}} = \text{constante}$$

$$\frac{t_c}{5} = \frac{t_f - 32}{9} = \frac{t_k - 273}{5}$$

Dilatação térmica:

Dilatação Linear: Quando o aumento é verificado principalmente no comprimento. Unidade: m

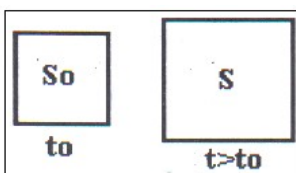


L_0 = comprimento inicial
 L = comprimento final
 α = coeficiente de dilatação linear
 t_0 = temperatura inicial
 t = temperatura final

$$\Delta L = L - L_0$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta t$$

Dilatação superficial: Quando o aumento é verificado principalmente em duas dimensões. Unidade: m²



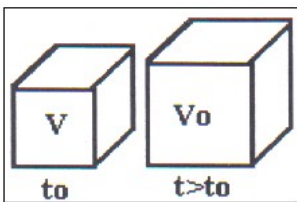
S_0 = área inicial
 S = área final
 β = coeficiente de dilatação superficial

$$\Delta S = S - S_0$$

$$\Delta S = \beta \cdot S_0 \cdot \Delta t$$



Dilatação volumétrica: Quando o aumento é verificado em todas as dimensões. Unidade: m^3



V_0 = volume inicial
 V = volume final
 ζ = coeficiente de dilatação volumétrica

$$\Delta V = V - V_0$$

$$\Delta V = \zeta \cdot V_0 \cdot \Delta t$$

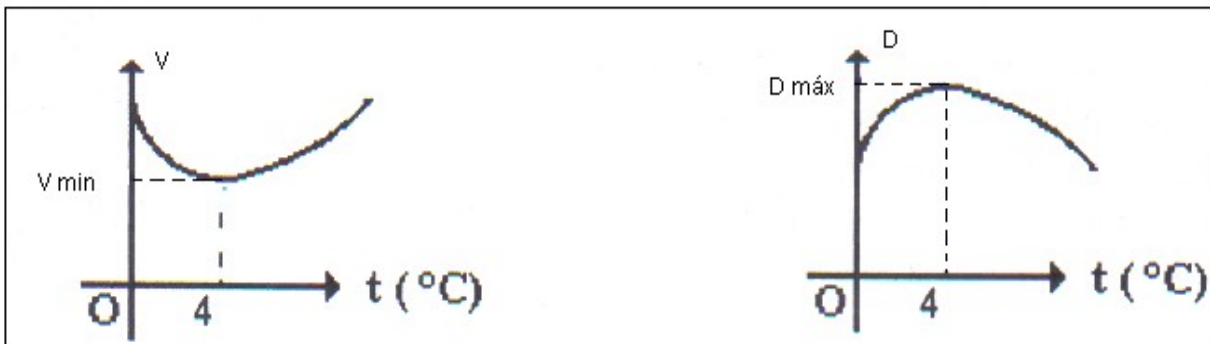
Relações:

$$\beta = 2 \cdot \alpha \quad \zeta = 3 \cdot \alpha$$

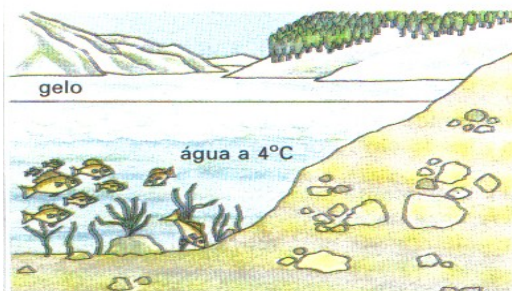
Dilatação dos líquidos: Como um líquido está sempre contido em um recipiente sólido, que também se dilata, não é possível observar a variação real de volume de um líquido. Ao aquecermos um líquido, a variação de volume que se observa é chamada aparente (ΔV_{ap}). A variação real de volume do líquido (ΔV_L) é obtida somando-se a variação aparente com a variação do volume do frasco (ΔV_F).

$$\Delta V_L = \Delta V_{ap} + \Delta V_F \quad \implies \quad \zeta_L = \zeta_{ap} + \zeta_F$$

Dilatação anômala da água:



De 0° até 4° C o volume da água diminui e a densidade aumenta. A 4° C, o volume é mínimo e a densidade é máxima.



A dilatação irregular da água torna possível a vida aquática em regiões muito frias.

4. Calorimetria

Calor sensível: É a quantidade de calor que é fornecida ou retirada de uma substância, produz variação de temperatura.

Q = quantidade de calor sensível

Unidade: cal

m = massa

Unidade: kg

c = calor específico

Unidade: cal/g.°C

Δt = variação de temperatura

Unidade: °C

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Calor Latente: É a quantidade de calor que provoca mudança de fase, ao ser fornecida ou retirada.

L = calor latente de mudança de fase Unidade: cal/g

$$Q = m \cdot L$$

Capacidade térmica de um corpo: Significa a quantidade de calor que devemos fornecer ou retirar de um corpo, para que sua temperatura sofra uma variação unitária.

C = capacidade térmica

Unidade: cal/°C

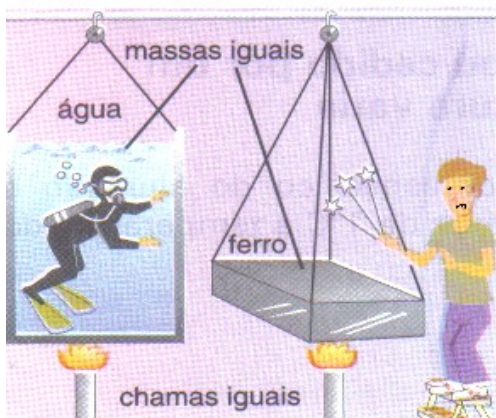
$$C = Q / \Delta t$$

Calor específico: Significa a quantidade de calor que devemos fornecer ou retirar de uma unidade de massa de um material para que a temperatura varie uma unidade.

c = calor específico

Unidade: cal/g.°C

$$c = C / m$$



SUBSTÂNCIA	c (cal/g.°C)
água	1
álcool	0,58
alumínio	0,22
chumbo	0,03
cobre	0,09
ferro	0,11
gelo	0,55
latão	0,09
prata	0,06
vidro	0,2

Observações:

- A água é uma das substâncias que apresenta maior calor específico;
- O calor específico depende do estado físico da substância;
- Se fornecermos a mesma quantidade de calor, a massas iguais, de substâncias diferentes, sofrerá maior variação de temperatura aquela que possuir o menor calor específico;
- A capacidade térmica é uma propriedade do corpo enquanto o calor específico é uma característica da substância que constitui o corpo;
- Geralmente o calor específico é considerado constante, mas, na realidade depende da temperatura e da pressão.



Quanto maior o calor específico de uma substância, menos ela se aquece ao receber uma certa quantidade de calor. Por essa razão, certa massa de água, ao receber calor do Sol, sofre pequenas variações em sua temperatura, em comparação com outros objetos situados em sua vizinhança. Assim como o resfriamento da água também é mais lento do que da sua vizinhança. O calor específico da areia é muito pequeno, por isso durante o dia, a temperatura no deserto é muito elevada e durante a noite, sofre uma grande redução.

Princípios das trocas de calor: Se dois ou mais corpos são misturados, constituindo um sistema termicamente isolado, havendo entre eles apenas trocas de calor, temos:

$$\Sigma Q_{\text{cedido}} + \Sigma Q_{\text{recebido}} = 0$$

$Q_{\text{cedido}} = \text{negativo}$

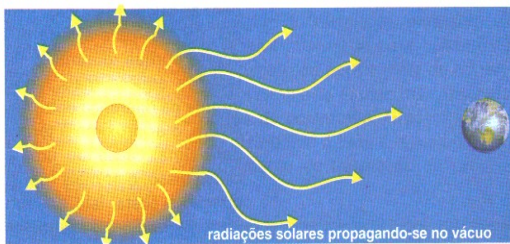
$Q_{\text{recebido}} = \text{positivo}$

Transmissão de calor: O calor como energia térmica em movimento pode se propagar, veremos agora essas formas de propagação, sendo a primeira:



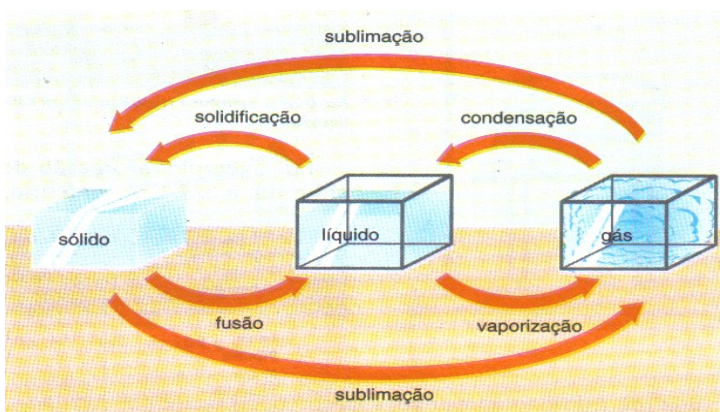
Condução: É o processo de propagação de calor segundo o qual a energia se propaga através da agitação das moléculas. Os materiais cujos coeficientes de condutibilidade térmica são elevados denominam-se bons condutores térmicos. Os de baixos coeficientes são chamados de maus condutores térmicos ou isolantes.

Convecção: A energia se propaga graças a movimentação do próprio material aquecido, cuja densidade varia com a temperatura.



Irradiação: É a transmissão de calor através de ondas eletromagnéticas. Ocorre também no vácuo. A energia transmitida pelas ondas eletromagnéticas, ao serem absorvidas por um corpo, podem se converter em energia térmica. A energia radiante não aquece o meio em que se propaga. Ela só aquece quando é absorvida por ele.

Mudança de fase: A matéria pode se apresentar na natureza em três fases: a fase sólida, a fase líquida e a fase gasosa. Esses três estados de agregação diferem um do outro pelo arranjo dos átomos ou moléculas da substância e pela intensidade das forças entre eles, denominadas coesão.



Observações:

- ✓ A fase em que uma substância se encontra é função da pressão e da temperatura a que está sujeita.
- ✓ A fusão, a vaporização e a sublimação direta ocorrem com absorção de calor, sendo por isso denominadas endotérmicas. As inversas, solidificação, condensação e sublimação inversa ocorrem com a perda de calor, sendo denominadas exotérmicas.

Leis gerais:

- Se a pressão for mantida constante, durante a mudança de fase (substância pura e cristalina), a temperatura se mantém constante.
- Para uma dada pressão, cada substância tem sua temperatura de fusão (ou de solidificação), e sua temperatura de ebulição (ou de condensação).

Influência da pressão na temperatura de mudança de fase:

Sólido ↔ Líquido		Líquido ↔ Vapor	
Substâncias que aumentam de volume na fusão (regra geral)		P ↑	t _E (t _s) ↑
P ↑	t _F (t _s) ↑		
P ↓	t _F (t _s) ↓	P ↓	t _E (t _s) ↓
Substâncias que diminuem de volume na fusão (água, ferro, bismuto, antimônio)			
P ↑	t _F (t _s) ↓		
P ↓	t _F (t _s) ↑		

Tipos de vaporização:

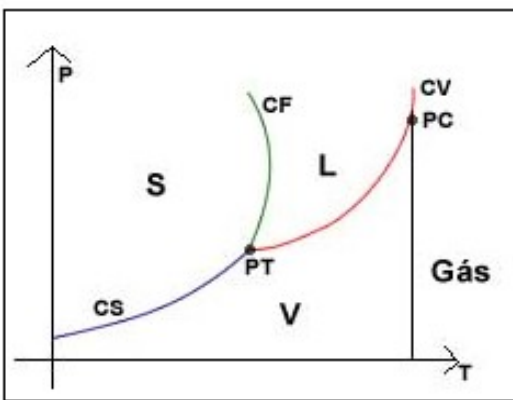
Evaporação: É a vaporização que se verifica somente na superfície livre do líquido e a qualquer temperatura em que ele existe. Os fatores que influenciam a velocidade da evaporação são: natureza do líquido, área da superfície livre, temperatura do líquido, concentração de vapor sobre a superfície livre e a pressão externa.

Ebulição: É a vaporização que se verifica em toda massa do líquido, a uma temperatura fixa, caracterizando-se pela formação de bolhas de vapor no interior do líquido.

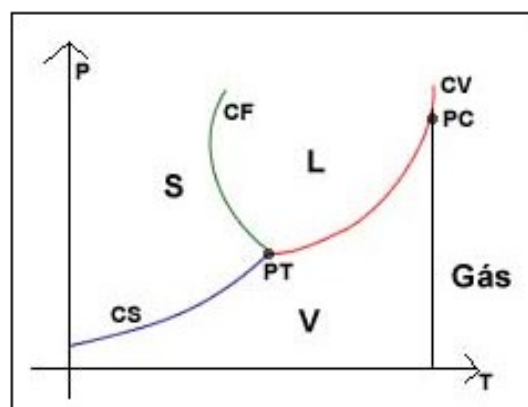
Calefação: É a vaporização que ocorre quando um líquido é lançado sobre uma superfície que se encontra a uma temperatura superior a de ebulição do líquido. Durante a calefação o líquido não entra em contato com a superfície aquecida e a temperatura do líquido durante o processo se mantém menor que a temperatura de ebulição.

Diagrama de estado:

Substâncias puras em geral



Exceções



Legenda:

- CF = curva de fusão
- CV = curva de vaporização
- CS = curva de sublimação
- PT = ponto triplo
- PC = ponto crítico

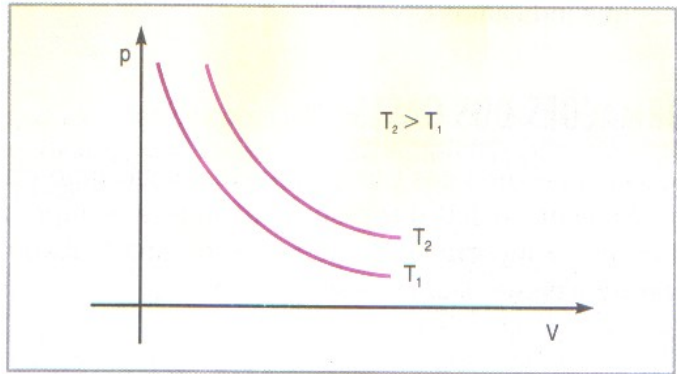
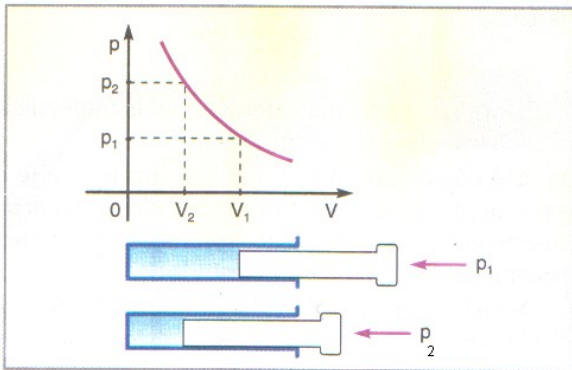
Observações:

- **Ponto Triplo:** O ponto triplo representa as únicas condições de temperatura e pressão as quais as fases sólida, líquida e de vapor, de uma substância, coexistem em equilíbrio.
- **Temperatura Crítica:** É a maior temperatura na qual o vapor de uma substância pode ser liqüefeito, aumentando-se a pressão sobre ele.
- **Pressão Crítica:** É a pressão necessária para liqüefazer um vapor que se encontra na temperatura crítica. Quando a temperatura de uma substância for maior do que sua temperatura crítica, ela não pode ser liqüefeita, por maior que seja a pressão. Nesta condição, recebe o nome de gás.

Transformações gasosas:

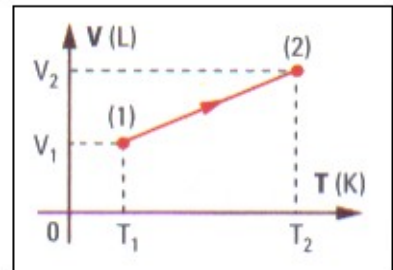
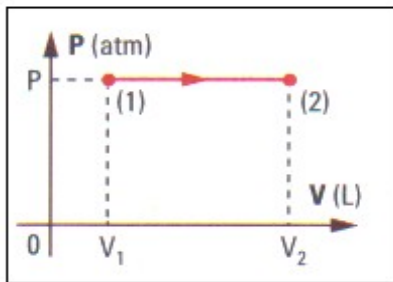
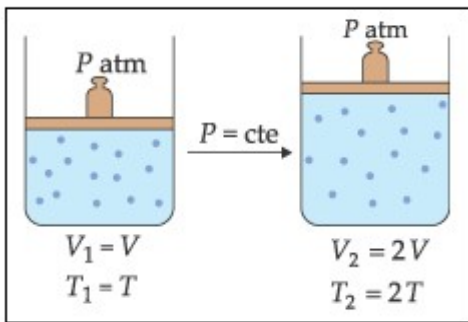
→ Transformação Isotérmica (Lei de Boyle-Mariote): Se verifica quando um gás passa de um estado para outro, sofrendo variações em seu volume V e em sua pressão P, sem que ocorra alteração de sua temperatura T.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$



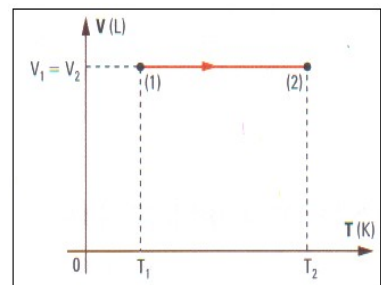
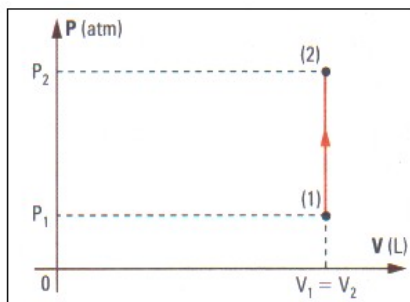
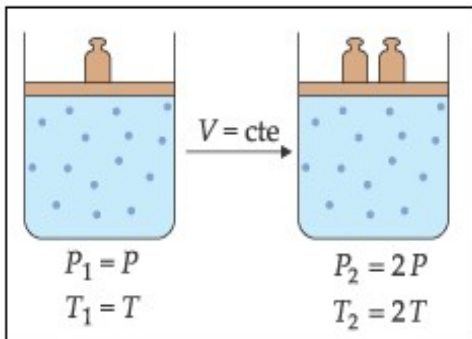
→ Transformação Isobárica (Lei de Gay-Lussac): Se verifica quando um gás passa de um estado para outro, sofrendo uma transformação na qual variam sua temperatura T e seu volume V, mas sua pressão P permanece constante.

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

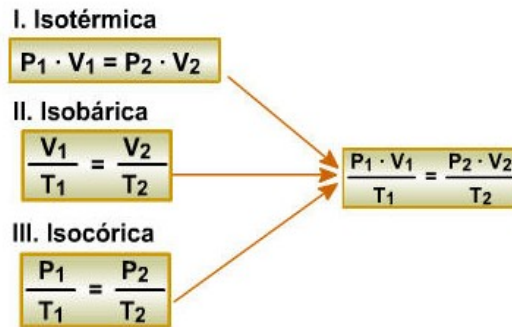


→ Transformação Isovolumétrica ou Isocórica (Lei de Charles): Se verifica quando o volume de uma dada massa gasosa for mantido constante e sua pressão varia em proporção direta com sua temperatura, Kelvin.

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2$$



→ Transformação geral dos gases: Quando todas as variáveis de estado sofrem mudança simultaneamente.



Equação de Clapeyron: As variáveis de estado de um gás ideal (P,T,V) estão relacionadas com a quantidade de gás. O físico francês Clapeyron estabeleceu a equação:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Onde:

n = número de mols

R = 0,082 atm.l / mol.l² = 8,31 J / mol.K

considerando-se que n = m/M, onde:

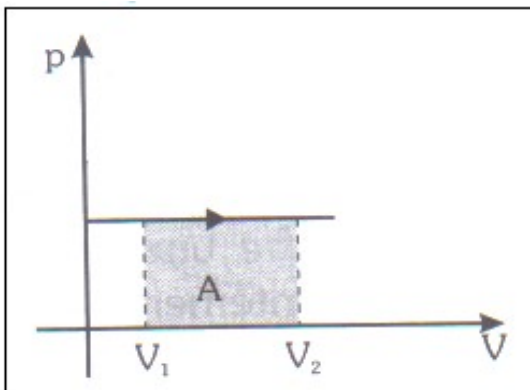
M = molécula-grama

m = massa

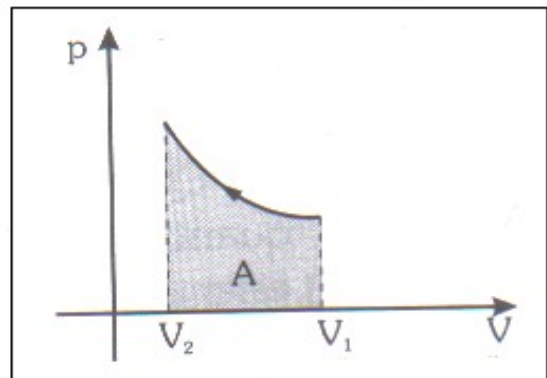
Termodinâmica: É a parte da Física que estuda as transformações entre calor e trabalho.

→ Calor: Energia em trânsito de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura existente entre eles.

→ Trabalho (W): Energia em trânsito entre dois corpos devido à ação de uma força. Unidade Joule (J).



expansão a pressão constante
 $W > 0$

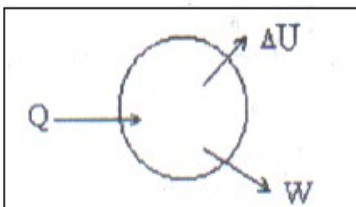


compressão a pressão variável
 $W < 0$

$$W = P \cdot \Delta V$$

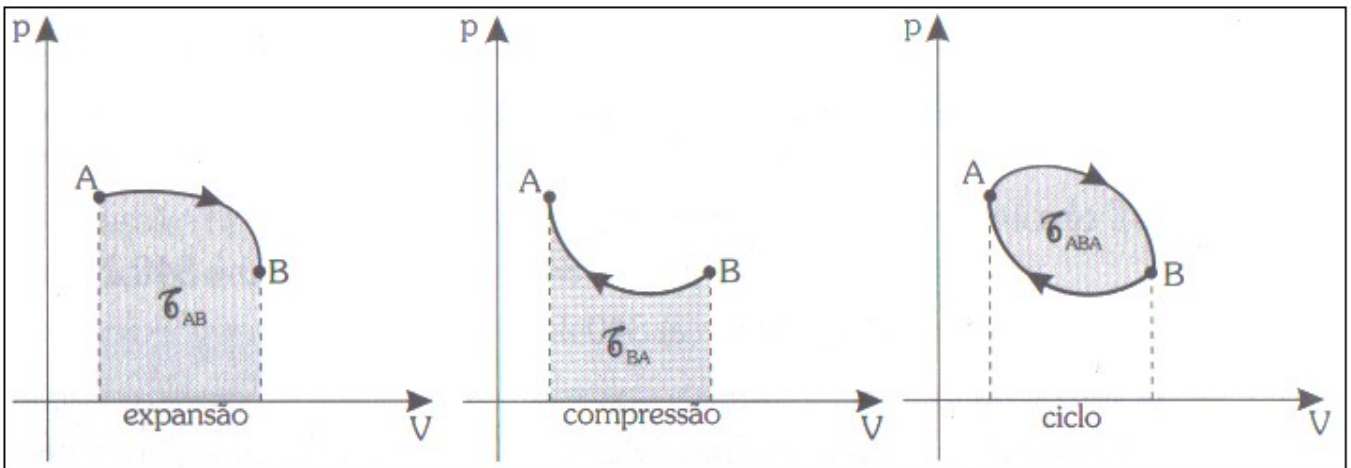
→ Energia interna (U): A energia interna de um gás perfeito monoatômico é a soma das energias cinéticas médias de todas as suas moléculas. A energia interna de um gás perfeito está diretamente associado à sua temperatura. Quando um sistema (gás) recebe uma determinada quantidade Q de calor, sofre um aumento ΔU de sua energia interna e conseqüentemente um aumento Δt de temperatura.

Primeira Lei da Termodinâmica: A variação da energia interna de um sistema é igual à diferença entre o calor e trabalho trocado pelo sistema com o meio exterior.



$$Q = W + \Delta U$$

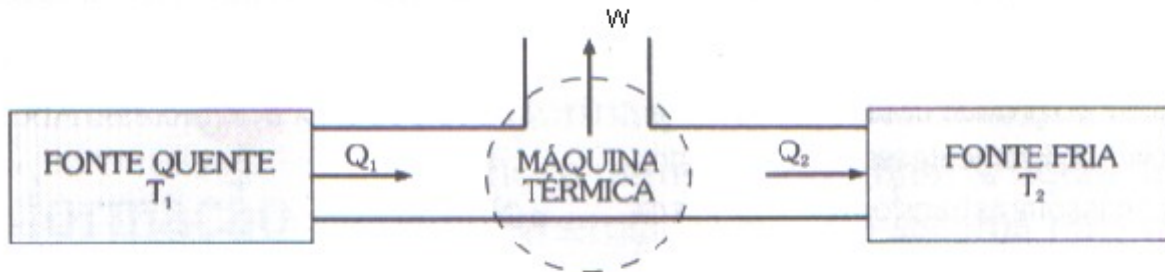
Transformação cíclica:



→ Sistema realiza trabalho: $W > 0$; Sentido horário.

→ Sistema recebe trabalho: $W < 0$; Sentido anti-horário.

Segunda Lei da Termodinâmica: É impossível construir uma máquina térmica que, operando em ciclo, transforme em trabalho *todo* o calor recebido de uma fonte.

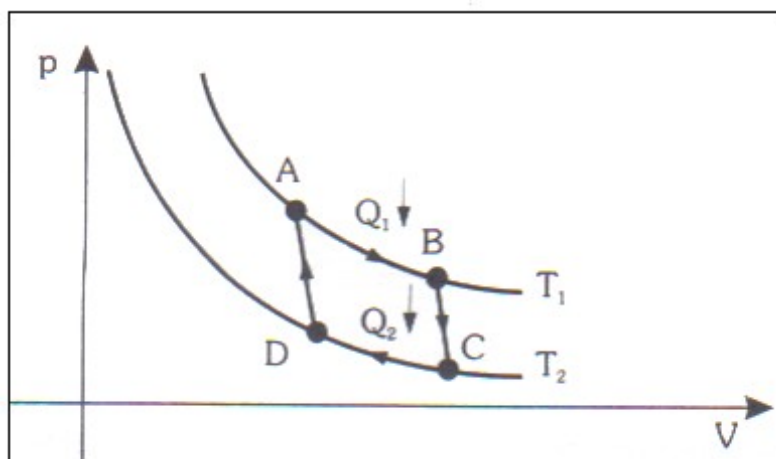


$$W = Q_1 - Q_2 \quad \eta = W / Q_1$$

$$Q_2 / Q_1 = T_2 / T_1 \quad \eta = 1 - T_2 / T_1$$

η = rendimento de uma máquina térmica.

Ciclo de Carnot:



A → B: expansão isotérmica → o sistema transforma o calor recebido da fonte quente em trabalho.

B → C: expansão adiabática → o sistema, ao realizar trabalho, sofre um abaixamento de temperatura T_1 para T_2 .

C → D: compressão isotérmica → o trabalho realizado sobre o sistema é convertido em calor, que é transmitido à fonte fria.

D → A: compressão adiabática → o trabalho realizado sobre o sistema produz um aumento

Balço energético:

Gás sistema	Recebe calor	$Q > 0$	
	Cede calor	$Q < 0$	
	Não troca calor	$Q = 0$	$W = -\Delta U$
	Realiza trabalho	$W > 0$	$\Delta V \uparrow$
	Recebe trabalho	$W < 0$	$\Delta V \downarrow$
	Não realiza nem recebe trabalho	$W = 0$	$\Delta V = 0 \rightarrow Q = \Delta U$
	Aumenta temperatura	$\Delta U > 0$	
	Diminui temperatura	$\Delta U < 0$	
	Não varia temperatura	$\Delta U = 0$	$Q = W$

Exercícios Gerais

Gravitação universal:

1) Calcule a intensidade da força gravitacional da Terra sobre a Lua sabendo que:

$M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg, $M_L = \frac{3}{4} \cdot 10^{23}$ kg, distância centro da Terra ao centro da Lua = $3,84 \cdot 10^8$ m,

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm² / kh² **$F_G = 2,04 \cdot 10^{20}$ N**

2) Dois corpos idênticos, de mesma massa, situados a 20 m de distância um do outro, atraem-se gravitacionalmente com força de intensidade $1,675 \cdot 10^{-3}$ N. Determine a massa desses corpos. Considere $G = 6,7 \cdot 10^{-11}$ Nm² / kg² **$m = 10^5$ kg**

3) De quantos anos seria, aproximadamente, o período de um planeta girando em torno do Sol, se sua distância ao centro de gravitação fosse 8 vezes a distância Terra-Sol? **Tempo = 22,6 anos**

4) A Terra descreve uma elipse em torno do Sol cuja área é $A = 6,98 \cdot 10^{22}$ m². Qual é a área varrida pelo raio que liga a Terra ao Sol desde zero hora do dia 1º de Abril até as 24 horas do dia 30 de maio do mesmo ano? **$A = 1,16 \cdot 10^{22}$ m²**

Mecânica dos Fluidos:

1) A massa específica da glicerina é 1,26 g/cm³. Quanto pesa 4 litros de glicerina? Adotar $g = 10$ m/s².

P = 50,4 N

2) Um corpo de massa 4 kg tem densidade absoluta 5. Determine seu volume em cm³. **V = 800 cm³**

3) Um cubo homogêneo de alumínio com 2 m de aresta está apoiado sobre uma superfície horizontal. Sabendo-se que a massa específica do alumínio é $2,7 \cdot 10^3$ kg/m³ e $g = 10$ m/s², qual a pressão exercida pelo bloco sobre a superfície? **P = 5,4 \cdot 10^4 N/m²**

4) Um recipiente cilíndrico contém água até a altura de 20 cm. Sabendo que a área da base, vale, aproximadamente 8 cm², calcule:

a) A pressão exercida pela coluna de líquido no fundo do recipiente; **2 \cdot 10^3 N/m²**

b) A força que a água exerce no fundo do recipiente. **1,6 N**

5) Um recipiente contém dois líquidos não miscíveis, A e B. Sabendo que a altura da coluna do líquido A é 40 cm e do líquido B é 20 cm e que $\mu_A = 1,4$ g/cm³ e $\mu_B = 0,6$ g/cm³, $g = 10$ m/s², $P_{atm} = 10^5$ N/m², calcular a pressão total no fundo do recipiente. **P = 1,067 \cdot 10^5 N/m²**

6) Uma prensa hidráulica tem dois êmbolos de áreas iguais a 10 cm² e 80 cm². Calcular a força transmitida ao êmbolo maior, quando se aplica ao menor uma força de 120 N. **F = 960 N**

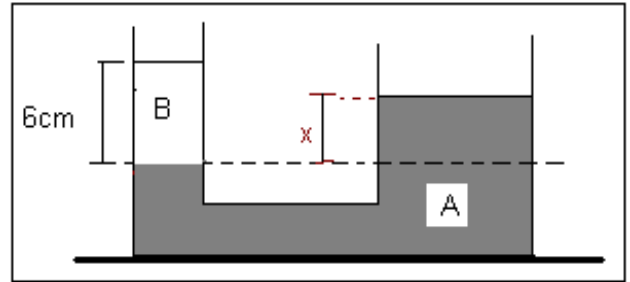
7) Um cubo de madeira de massa específica $0,2 \text{ g/cm}^3$ e aresta 20 cm , flutua na água. Determinar a altura da parte imersa do cubo. **H = 4cm**

8) Os vasos comunicantes indicados na figura contem líquidos A e B em equilíbrio. Calcule o valor de x , sendo dado:

$$\mu_A = 0,8 \text{ g/cm}^3$$

$$\mu_B = 1,4 \text{ g/cm}^3$$

$$x = 10,5 \text{ cm}$$



9) Dois córregos se encontram para formar um rio. Um córrego tem largura de $8,2 \text{ m}$, profundidade de $3,4 \text{ m}$, e velocidade da correnteza de $2,3 \text{ m/s}$. O outro tem $6,8 \text{ m}$ de largura, $3,2 \text{ m}$ de profundidade e flui a $2,6 \text{ m/s}$. A largura do rio é de $10,5 \text{ m}$ e flui a $2,9 \text{ m/s}$. Qual é a sua profundidade? **4m**

10) A água se move com uma velocidade de 5 m/s através de um cano com uma área de seção transversal de 4 cm^2 . A água desce 10 m gradualmente, enquanto a área do cano aumenta para 8 cm^2 .

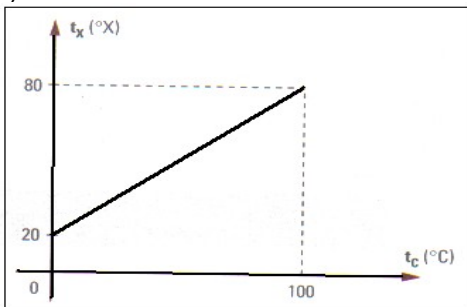
a) Qual é a velocidade do escoamento no nível mais baixo?

b) Se a pressão no nível mais alto for $1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, qual será a pressão no nível mais baixo?

Termometria:

1) A temperatura normal do corpo humano é $36,7^\circ\text{C}$. Qual a leitura que a escala Fahrenheit fornece para essa mesma temperatura? **Tf = 98°F**

2)



No gráfico esta representada a relação entre a escala termométrica Celsius e uma escala X. Qual é a relação de t_c e função de t_x ?

3) Um trilho de aço possui comprimento de 40 m a -5°C . Considerando seu coeficiente de dilatação linear igual a $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, determine, para uma variação de temperatura entre $t = -5^\circ\text{C}$ e $t = 45^\circ\text{C}$.

a) A dilatação ocorrida; **$\Delta l = 0,024 \text{ m}$**

b) O comprimento final do trilho. **L = 40,024 m**

4) Um paralelepípedo a 10°C possui dimensões iguais a $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$, sendo constituído de um material cujo coeficiente de dilatação térmica linear é $8 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Determine o acréscimo de volume quando sua temperatura aumenta para 110°C . **14,4 cm³**

5) Um recipiente de vidro está completamente cheio com 400 cm^3 de mercúrio a 20°C . Aquece-se o conjunto até 35°C . Dados $\zeta_{\text{Hg}} = 0,00018^\circ\text{C}^{-1}$ e $\zeta_{\text{vidro}} = 0,00003^\circ\text{C}^{-1}$, calcule:

a) A dilatação do recipiente; **0,18 cm³**

b) A dilatação real do mercúrio; **1,08 cm³**

c) O volume de mercúrio extravasado. **0,9 cm³**

Calorimetria:

1) Um bloco de ferro com massa de 600 g está a uma temperatura de 20°C . O calor específico do ferro é igual a $0,114 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$.

a) Qual a quantidade de calor que o bloco deve receber para que sua temperatura passe de 20°C a 50°C ?

2052 cal

b) Qual a quantidade de calor que o bloco deve ceder para que sua temperatura varie de 20°C a -5°C ?

- 1710 cal

2) Uma xícara de massa de 50 g está a 34°C . Colocam-se nela 250 g de água a 100°C . Verifica-se que no equilíbrio térmico a temperatura é 94°C . Admitindo que só haja troca de calor entre a xícara e a água, determine o calor específico do material de que a xícara é constituída. Dado: $c_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ **R.0,5 cal/g°C**

3) Um bloco de gelo de massa 400 g está à temperatura de -30°C , sob pressão normal. Dados: $L_f = 80 \text{ cal/g}$, $L_v = 540 \text{ cal/g}$, $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ e $c_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$.

a) Determine a quantidade de calor necessária para transformar totalmente esse bloco de gelo em vapor a 100°C ;

Q = 294 Kcal

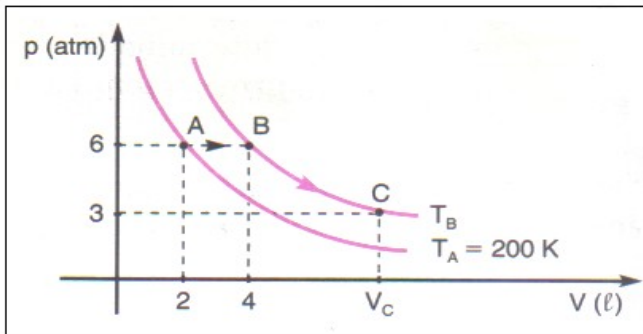
b) Construa o gráfico temperatura x quantidade de calor.

4) Um bloco de alumínio de 500 g está a uma temperatura de 80°C . Determine a massa de gelo a 0°C que é preciso colocar em contato com o alumínio para se obter um sistema alumínio-água a 0°C .

$C_{\text{al}} = 0,21 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$; $L_{\text{F gelo}} = 80 \text{ cal/g}$ **R. 105g**

Estudo dos gases e termodinâmica:

1)



Determine a massa de gás num estado inicial A, que sofre a transformação ABC indicada no diagrama.

Determine T_B e V_C .

T = 400 K e V = 8 L

2) Um sistema gasoso recebe do meio externo 200 cal em forma de calor. Sabendo que $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$, determine:

a) O trabalho trocado com o meio, numa transformação isotérmica; **840 J**

b) A variação da energia interna numa transformação isométrica. **840 J**

3) Uma massa de gás ocupa volume de 4 litros sob pressão de $2 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. Após receber 500 J de calor, mantendo constante a pressão, o volume passa a 10 litros. Determine a variação da energia interna do gás. - **11500 J**

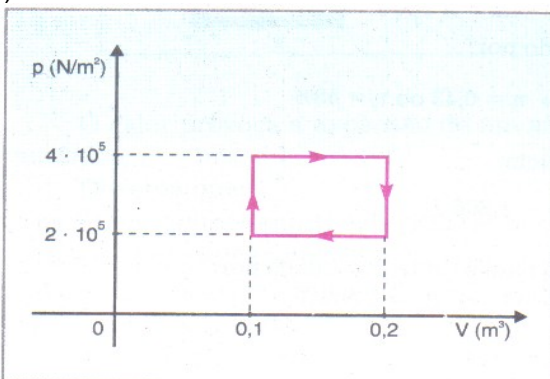
4) Uma máquina térmica de Carnot recebe de uma fonte quente 1000 cal por ciclo. Sendo as temperaturas das fontes quente e fria, respectivamente, 427°C e 127°C , determine:

a) O rendimento da máquina; **43%**

b) O trabalho, em joules, realizado pela máquina em cada ciclo; **1806 J**

c) A quantidade de calor, em joules, rejeitada para a fonte fria, use $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ **2394 J**

5)



Calcule o rendimento de uma máquina térmica que segue o ciclo descrito pelo diagrama. Sabendo que ela absorve $8 \cdot 10^4 \text{ J}$ de energia térmica por ciclo, calcule o rendimento dessa máquina.

25%