



Curso de Refrigeração Residencial

Módulo 3
Termodinâmica Básica

TREINATEC-BH
CURSOS



CALOR

- Calor é a energia térmica que se transfere de um corpo para outro devido uma diferença de temperatura entre eles.
- O calor só passa espontaneamente do corpo mais quente para o mais frio.



TRANSMISSÃO DE CALOR

- A literatura geralmente reconhece três meios distintos de transmissão de calor: condução, irradiação e convecção.

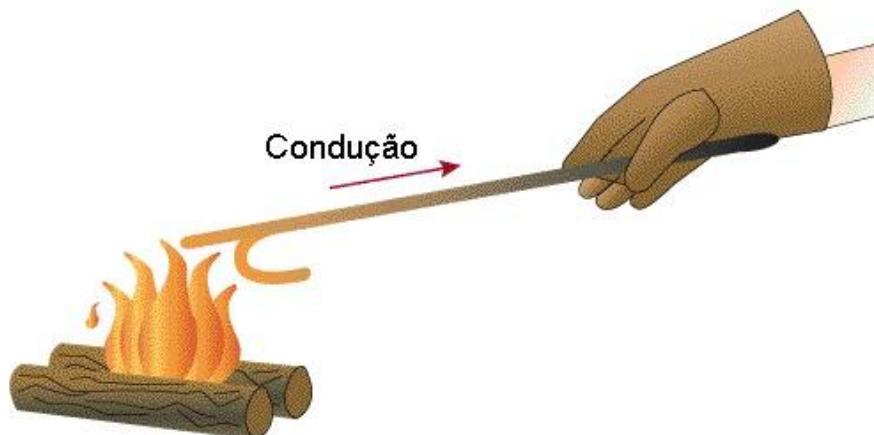


TRE

BH
S

CONDUÇÃO

- A condução é um processo pelo qual o calor flui de uma região de alta temperatura para outra de temperatura mais baixa através do contato físico direto, dentro de um meio sólido, líquido ou gasoso ou entre meios diferentes.



CONVEÇÃO

Convecção é um movimento de massas de fluido, trocando de posição entre si. Consideremos uma sala na qual se liga um aquecedor elétrico em sua parte inferior. O ar em torno do aquecedor se aquece, tornando-se menos denso que o restante.

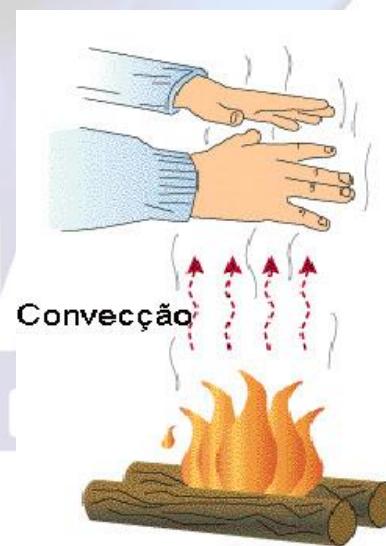


TREIN **EC-BH**
SOS



TREINATEC-BH
cursos

Com isto ele sobe e o ar frio desce, havendo uma troca de posição do ar quente que sobe e o ar frio que desce. A esse movimento de massas de fluido chamamos convecção e as correntes de ar formadas são correntes de convecção.

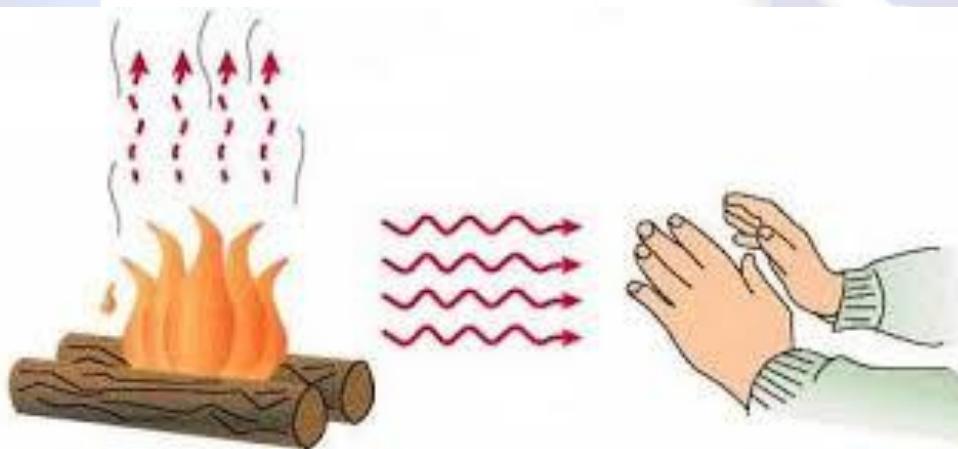


C-BH
SOS



TREINATEC-BH
CURSOS

IRRADIAÇÃO

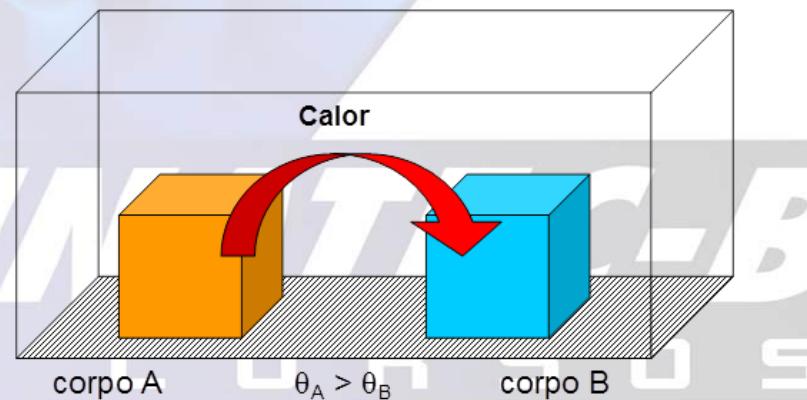


- É o processo de transmissão de calor através de ondas eletromagnéticas (ondas de calor). A energia emitida por um corpo (energia radiante) se propaga até o outro, através do espaço que os separa.
- A radiação não exige a presença do meio material para ocorrer, isto é, a radiação ocorre no vácuo e também em meios materiais.

TREINATEC
CURSOS

CALOR

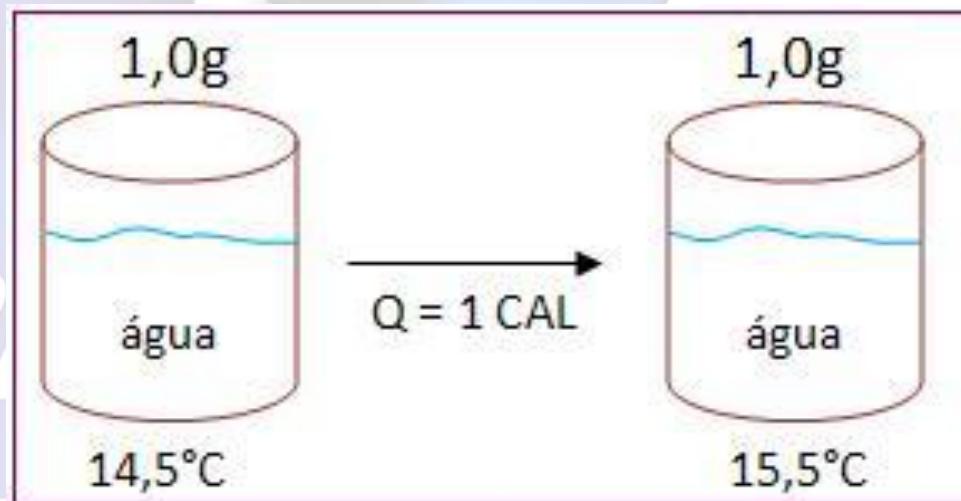
Sendo o calor uma forma de energia (energia térmica em trânsito), sua quantidade pode ser medida com a mesma unidade com que se medem energia mecânica, elétrica e outras.





CALOR ESPECÍFICO

- É a quantidade de calor que cada unidade de massa do corpo precisa receber ou ceder para que sua temperatura possa variar de 1 grau.





CALOR ESPECÍFICO

Observações importantes:

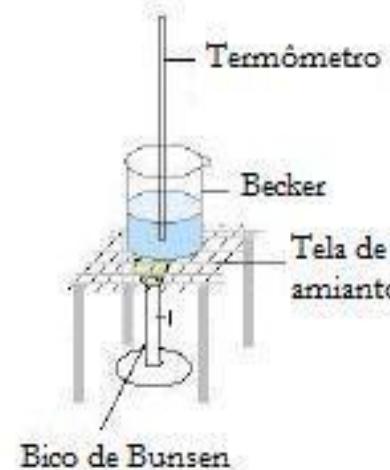
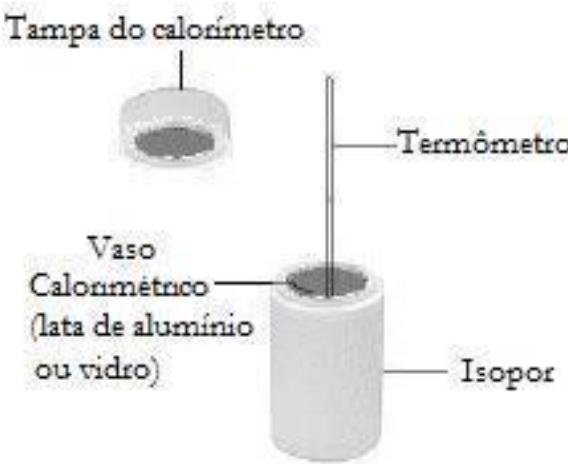
- O calor específico é uma característica da natureza da substância, isto é, cada substância tem seu próprio calor específico.
- Os metais são substâncias de baixo calor específico. Por isso, quando cedem ou recebem pequenas quantidades de calor, os metais sofrem grandes variações de temperatura.
- Para os gases, o calor específico varia com a pressão e o volume.
- O calor específico depende do estado físico do sistema, sendo maior no estado líquido do que no estado sólido.
- O calor específico dos sólidos e líquidos variará consideravelmente se o intervalo de variação da temperatura for muito grande.

TABELA

- A tabela da página seguinte mostra os valores médios dos calores específicos de algumas substâncias

Substância	Calor específico (Cal/g°C)	Calor específico (J/kgk)
Alumínio	0,226	919,6
Cobre	0,093	396,6
Água	1,000	4186,0
Ouro	0,031	133,7
Chumbo	0,030	129,6
Ferro	0,115 a 0,119	476,5
Zinco	0,095	384,5

CALORIMETRIA



- Conjunto de métodos experimentais que objetivam medir a quantidade de calor recebida ou desprendida por um sistema quando este sofre uma transformação física ou química.

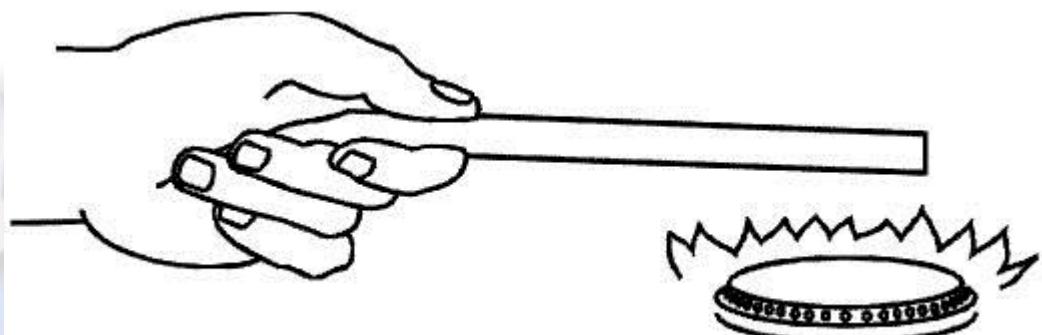
TREINATEC-BH
CURSOS



TREINATEC-BH
cursos

CALOR SENSÍVEL

- É a quantidade de calor necessária para provocar mudança de temperatura sem provocar mudança de estado em uma substância.



TREINATEC-BH
CURSOS



CALOR LATENTE

- Enquanto uma substância que constitui um objeto não muda de estado, é correto dizer que sua temperatura aumenta quando recebe energia, na forma de calor. Durante a mudança de estado, entretanto, apesar de receber ou ceder energia, a temperatura da substância continua constante.
- A quantidade de calor necessária para provocar mudança de estado sem provocar variação de temperatura, desde que a pressão se mantenha constante, é denominada **calor latente**.

TREINATEC-BH
CURSOS



TREINATEC-BH
cursos

SENSÍVEL x LATENTE

Bronze

ocorre uma
variação de
temperatura

**CALOR
SENSÍVEL**



Gelo

ocorre uma
mudança de
estado

**CALOR
LATENTE**

C U R S O S

CAPACIDADE TÉRMICA

- Para o estudo da refrigeração, podemos definir capacidade térmica como à quantidade máxima de calor que um refrigerador consegue extrair, por hora, dos produtos nele contidos.
- As unidades de medidas mais utilizadas para medir a capacidade térmica de um equipamento são:
 - Kcal/h (Quilocaloria por hora)
 - BTU/h (Unidade Térmica Britânica por hora)
 - TR (Tonelada de refrigeração)



TREINATEC-BH
CURSOS

CAPACIDADE TÉRMICA

EXEMPLOS

- 1 TR = 3.024 KCAL/H = 12000 BTU/H
- 3 TR = 9.072 KCAL/H = 36000 BTU/H
- 5 TR = 15.120 KCAL/H = 60000 BTU/H

TREINATEC-BH
CURSOS



TEMPERATURA

- Entende-se por temperatura a medida do grau de agitação térmica das moléculas de um corpo.
- Todas as substâncias são constituídas de pequenas partículas, as moléculas que se encontram em contínuo movimento. A temperatura de uma substância não depende do número de moléculas em movimento, mas sim da intensidade deste movimento.



TREINATEC-BH
CURSOS

TERMOMETRIA

Objetiva medir ao grau de agitação das moléculas de uma determinada substância de acordo com a quantidade de calor recebida ou desprendida quando este sofre uma transformação física ou química.

A medição do grau de agitação térmica das moléculas de uma substância não é obtida de forma direta e sim de forma relativa, comparando através de escalas o comportamento físico da substância a que se deseja medir a temperatura com uma segunda substância.

ESCALAS TERMOMÉTRICAS

- As escalas termométricas baseiam-se na fixação de dois estados térmicos de uma substância comparativa (termométrica) pontos fixos:
- Partir destes pontos fixos foram estabelecidas as escalas termométricas, que variam com a divisão que se faz do espaço entre eles, escala numérica, onde, quanto maior o seu valor, maior é a agitação das moléculas do corpo em questão.

As escalas mais usadas são:

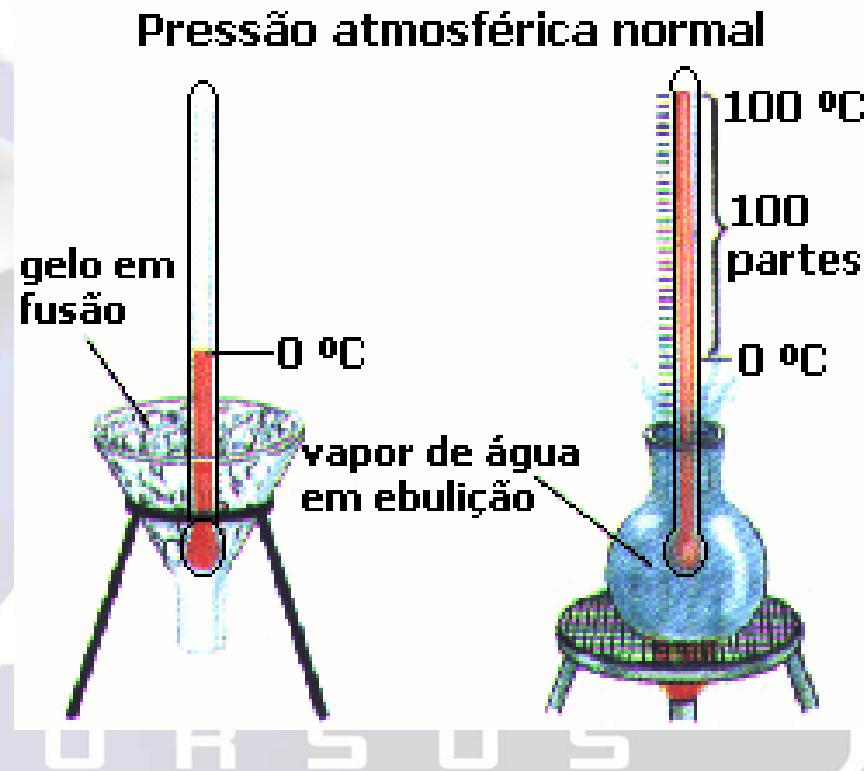
- Escala Celsius
- Escala Fahrenheit
- Escala kelvin
- Escala Rankine



TREINATEC-BH
cursos

ESCALA CELSIUS

- É definida atualmente com o valor 0 (zero) no ponto de fusão do gelo e 100 no ponto de ebullição da água. O intervalo entre os dois pontos está dividido em 100 partes iguais, e cada parte equivale a um grau Celsius.

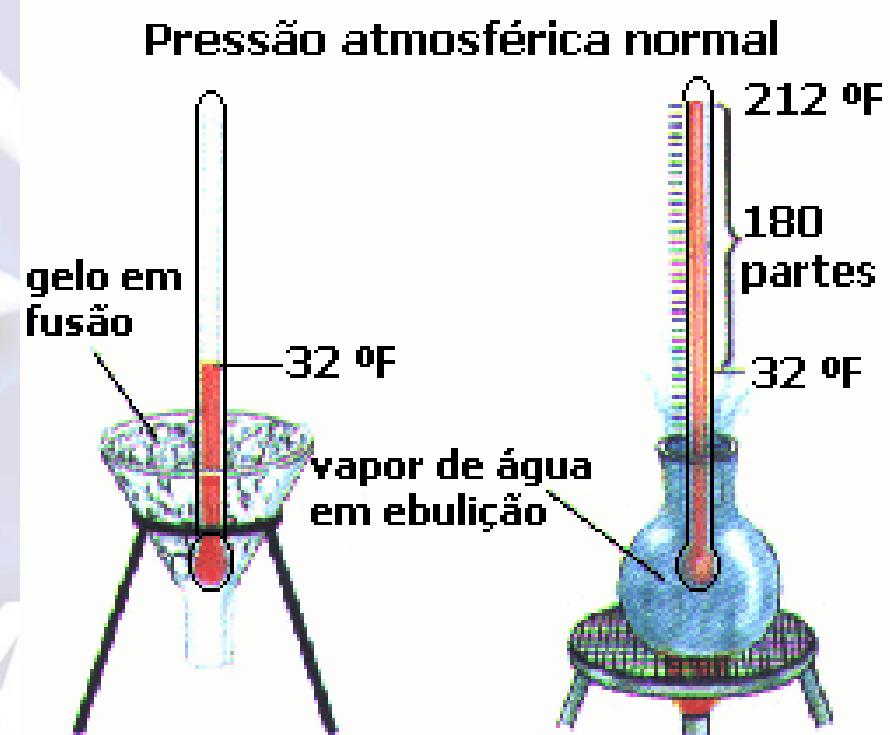




TREINATEC-BH
cursos

ESCALA FAHRENHEIT

- Esta escala foi estabelecida pelo físico alemão Daniel Gabriel Fahrenheit e é muito utilizada nos países de língua inglesa.
- Na escala Fahrenheit, o ponto de fusão do gelo é o número 32 e o ponto de ebólition da água, ao nível do mar, ao número 212. O intervalo entre esses pontos fixos está dividido em 180 partes iguais e cada uma dessas partes corresponde à variação de um grau fahrenheit.



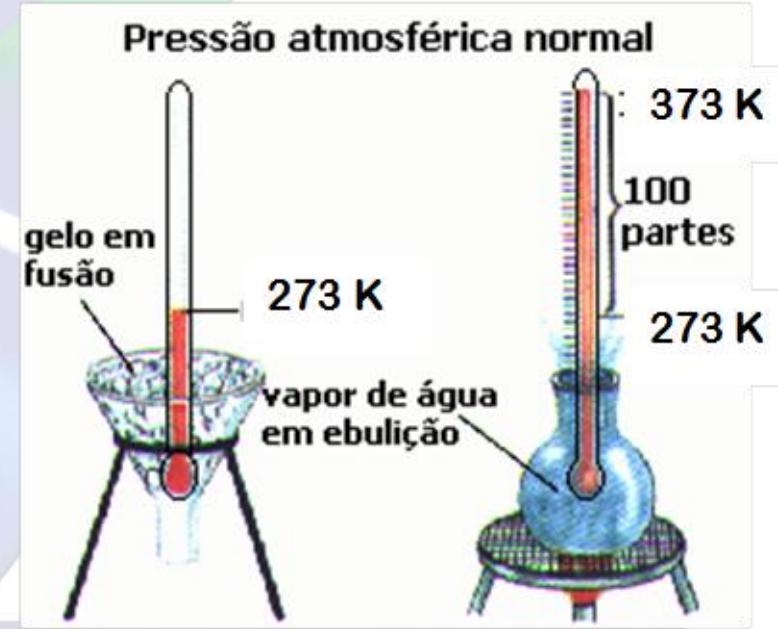
C U R S O S



TREINATEC-BH
cursos

ESCALA KELVIN

- Com base na teoria dos gases, o físico inglês Lord Kelvin estabeleceu a escala absoluta, conhecida por escala kelvin ou termodinâmica.
- Na escala kelvin, o ponto de fusão do gelo corresponde ao número 273 e o ponto de ebulação da água, ao nível do mar, ao número 373. Entre esses dois pontos existem 100 divisões.



TREINATEC-BH
CURSOS



CONVERSÃO DE UNIDADES

- Relações entre as principais escalas termométricas
Para Transformar $^{\circ}\text{F}$ em graus Celsius ou $^{\circ}\text{C}$ em graus Fahrenheit

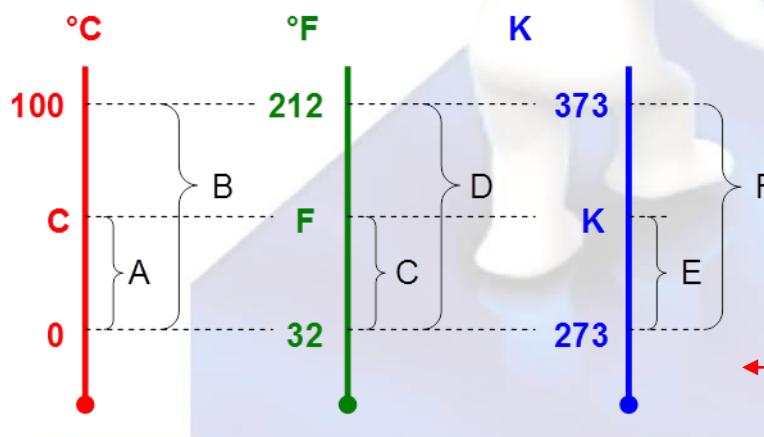
$$\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$



TREINATEC-BH
CURSOS

EXEMPLOS



$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D} = \frac{E}{F}$$

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{K - 273}{373 - 273}$$

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100}$$



EXERCÍCIOS

Determine na escala Celsius a temperatura correspondente a 68°F.

$$\frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{F - 32}{212 - 32} \rightarrow \frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \rightarrow \frac{C}{5} = \frac{68 - 32}{9}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{36}{9} \rightarrow C = 20$$

68 °F corresponde a 20°C



SUBSTÂNCIAS TERMOMÉTRICAS

Como você já deve ter percebido, o nosso sentido do tato não é adequado para se medir a temperatura dos corpos.

Logo, as medidas de temperatura são obtidas de maneira indireta, por comparação. E como isto é possível? É possível porque há muitas propriedades físicas dos corpos que variam com a temperatura.



EIS ALGUMAS :

- Volume de um líquido
 - Comprimento de uma barra
 - Resistência elétrica de um fio
 - Volume de um gás sobre pressão constante
 - Cor de determinada substância
 - Qualquer uma dessas propriedades pode ser utilizada na construção de termômetros





MAIS O QUE É , TERMÔMETRO ?

É um instrumento capaz de medir a temperatura dos corpos.

Para caracterizar um termômetro é preciso escolher uma determinada substância termométrica, por exemplo, o mercúrio, e uma propriedade termométrica dessa substância, como o comprimento da coluna do líquido.

TIPOS DE TERMÔMETROS

- **Termômetro de líquido em vidro**

O termômetro de líquido baseia-se na propriedade que têm os líquidos de se dilatarem muito mais que os sólidos. O termômetro mais comum desse tipo é o de mercúrio.



TIPOS DE TERMÔMETROS

- **Termômetro a pressão de vapor**

Sua construção é bastante semelhante ao de dilatação de líquidos, baseando o seu funcionamento na Lei de Dalton:

"A pressão de vapor saturado depende somente de sua temperatura e não de seu volume"

TREINATEC-
CURSO



TIPOS DE TERMÔMETROS

- **Termômetros eletrônicos**

Os termômetros eletrônicos baseiam seus sistemas de leitura e indicação das temperaturas nas variações de algumas propriedades termoelétricas dos materiais utilizados como sensores.



PRESSÃO

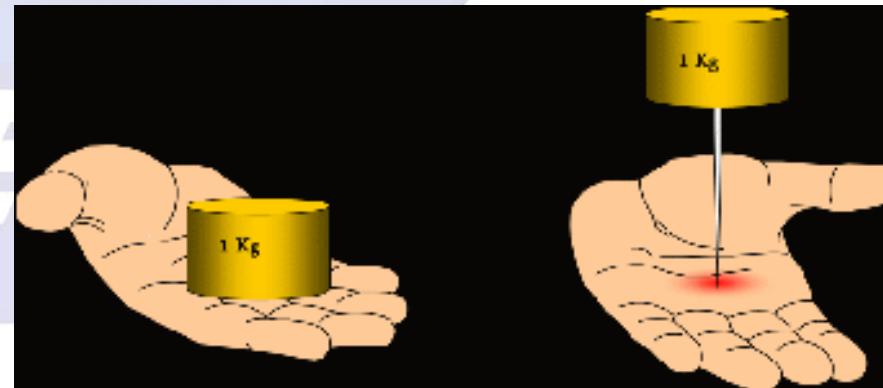
É definida como uma força atuando em uma unidade de área.

$$P=F/A$$

P= Pressão

F= Força

A= Área





TREINATEC-BH
cursos

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

É a força que camada de gases que formam a atmosfera exerce sobre a área da superfície terrestre.

É fato conhecido que a terra está envolvida por uma camada gasosa denominada atmosfera.





TREINATEC-BH
CURSOS

PRESSÃO ABSOLUTA

É a soma da pressão relativa e atmosférica. No vácuo absoluto, a pressão absoluta é zero e, a partir daí, será sempre positiva.

Importante: Ao se exprimir um valor de pressão, deve-se determinar se a pressão é relativa ou absoluta.

O fato de se omitir esta informação na indústria significa que a maior parte dos instrumentos mede pressão relativa.

TREINATEC-BH
CURSOS



OUTROS TIPOS DE PRESSÕES

- **Pressão relativa:** É determinada tomando-se como referência a pressão atmosférica local. Para medi-la, usam-se instrumentos denominados manômetros; por essa razão, a pressão relativa é também chamada de pressão manométrica.
- **Pressão negativa ou vácuo:** É quando um sistema tem pressão relativa menor que a pressão atmosférica.
- **Pressão diferencial:** É a diferença entre 2 pressões, sendo representada pelo símbolo ΔP (delta P). Essa diferença de pressão normalmente é utilizada para medir vazão, nível, pressão, etc.
- **Pressão estática :** É o peso exercido por um líquido em repouso ou que esteja fluindo perpendicularmente a tomada de impulso, por unidade de área exercida.
- **Pressão dinâmica ou cinética :** É a pressão exercida por um fluido em movimento. É medida fazendo a tomada de impulso de tal forma que recebe o impacto do fluxo.

UNIDADES DE PRESSÃO

As unidades de pressão mais usadas na área de mecânica de refrigeração são:

Libras-força por polegada quadrada (psi ou lbf/pol²)

Polegada de mercúrio (InHg ou “Hg)

Bar (bar)

Quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm²)

Atmosfera (atm)

Pascal (Pa)

Milímetro de coluna de água (mm H₂O ou mm ca)

Micra ou Mícron de Mercúrio (μ Hg)

CONVERSÃO DE UNIDADES DE PRESSÃO

Converter	Para as unidades abaixo, multiplique por ↓							
	de ↓	kgf/cm ²	atm	psi	"ca	kPa	mm ca	bar
kgf/cm ²	1	0,9678	14,223	394,70	98,0665	9996,59	0,9806	
atm	1,0332	1	14,696	406,78	101,325	10328,75	1,0133	
psi	0,0703	0,0680	1	27,68	6,8948	702,83	0,0689	
kPa	0,0102	0,0099	0,145	4,02	1	101,94	0,0100	
mm ca	0,0001	0,0001	0,0014	0,04	0,0098	1	0,0001	
Bar	1,0797	0,9869	14,503	402,46	100,000	10193,68	1	



MANÔMETRO

- É um aparelho utilizado para medir pressões manométricas (relativas). Por isso, a pressão registrada por esse instrumento é conhecida como pressão manométrica.
- O manômetro usado em refrigeração é do tipo bourdon.
- O princípio de funcionamento de um dispositivo de medição baseado neste elemento sensível é bastante simples e idêntico a um brinquedo muito conhecido: a “língua de sogra”, que se vê na figura abaixo.
- Quando soprada, a “língua de sogra” se enche de ar e se desenrola, por causa da pressão exercida pelo ar. No caso do manômetro, esse desenrolar gera um movimento que é transmitido ao ponteiro, que vai indicar a medida de pressão.



VACUÔMETRO

- É um instrumento utilizado para medir vácuo. Entende-se como vácuo pressões abaixo da pressão atmosférica (1atm).
- Esse valor não pode ser medido com manômetros comuns. Nas pressões com valores abaixo de 1Torr (1 mmHg) usam-se medidores eletrônicos de vácuo, que indicam pressões abaixo de 50mTorr.
 - Estes medidores eletrônicos são bastante sensíveis a variações de pressão, em função disto, deve-se evitar submetê-los a pressões positivas, ou seja, realizar medições de pressões acima de 1 atm (0 psig).



TREINATEC-BH
CURSOS

EXEMPLOS

MANÔMETRO



VACUÔMETRO

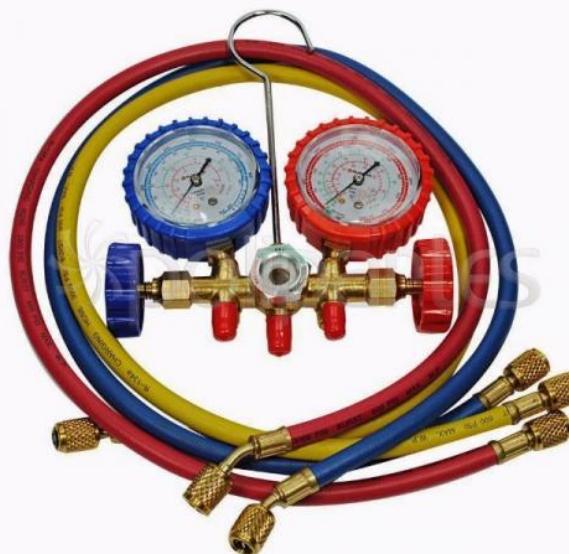




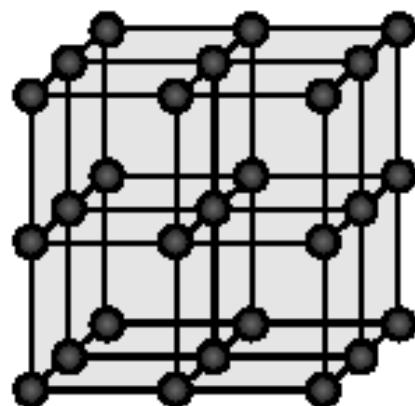
TREINATEC-BH
CURSOS

CONJUNTO MANIFOLD

- O conjunto manifold é uma das ferramentas mais utilizadas quando nos referimos a área de refrigeração, trata-se de dois manômetros instalados em um barrilete no qual existem duas válvulas manuais que servem para controlar o acesso interno aos diversos sistemas.

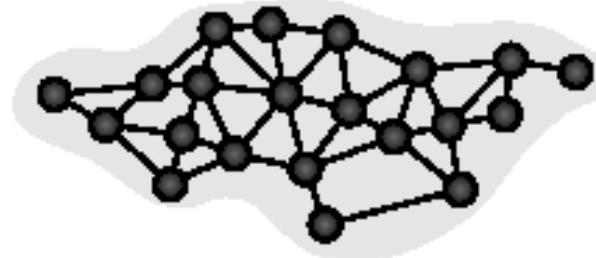


MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO OU DE FASE

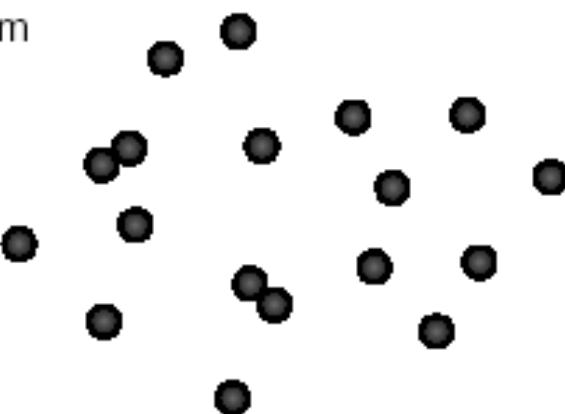


sólido

Modelos da estrutura interna de um sólido, um líquido e um gás.



líquido



gás

TREINATEC-BH
CURSOS

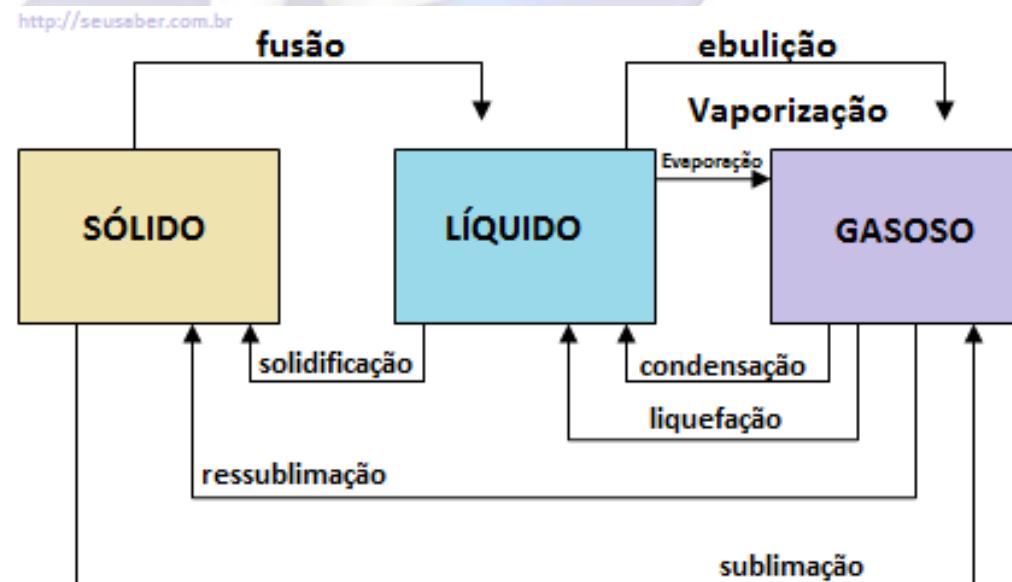
MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICOS OU DE FASE

- De acordo com as condições de pressão e temperatura a que estão submetidas, uma substância pode se encontrar na natureza em três estados físicos:
- Uma mesma substância pode apresentar-se em qualquer destes estados físicos. Por exemplo, a água pode ser encontrada no estado sólido(gelo), no estado líquido(rios, mares e lagos) e no estado gasoso (vapor d'água existente na atmosfera, umidade).



FUSÃO E EVAPORAÇÃO

- São transformações que absorvem calor por esta razão são chamadas transformações *endotérmicas*, já a solidificação e a liquefação se processa através do desprendimento de calor.



RELAÇÃO ENTRE PRESSÃO E TEMPERATURA

Por que sob pressões diferentes a água ferve a temperaturas diferentes

Na ebulação, as moléculas de água possuem energia cinética suficiente para escapar pela superfície do líquido passando para o estado gasoso, na forma de vapor d'água. Por outro lado, a pressão atmosférica exercida na superfície deste líquido é devida a grande quantidade de moléculas do ar que se chocam contra elas.

RELAÇÃO ENTRE PRESSÃO E TEMPERATURA

- Conclui-se então que de acordo com o valor da pressão a que submetemos um fluido ele vaporiza-se a uma temperatura equivalente a esta pressão. Esta relação comporta-se de maneira proporcional: Quanto maior for a pressão, maior será a temperatura em o fluido mudará de fase; Quanto menor for a pressão menor será a temperatura da mudança de fase.
- Esta relação é bastante utilizada no campo da Refrigeração, pois os mais variados sistemas, trabalham em função da temperatura e pressão de mudança de fase dos diversos fluidos refrigerantes existentes.