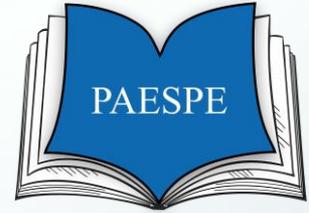


PET CIVIL - UFAL



CALORIMETRIA

ESTUDO DOS GASES

PROFESSORES: ARIANY FRANÇA / BRUNO LEITE





RELEMBRANDO



CALOR

LATENTE

FASES DA MATÉRIA

CALOR ESPECÍFICO

EQUILÍBRIO TÉRMICO

CAPACIDADE TÉRMICA

SENSÍVEL



PRINCÍPIOS DA IGUALDADE DAS TROCAS DE CALOR

PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA:

A soma da quantidade de calor recebida por alguns de seus componentes com a quantidade total de calor cedida por outros componentes é nula.

$$|\sum Q_{cedido}| = |\sum Q_{recebido}|$$

$$\sum Q_{cedido} + \sum Q_{recebido} = 0$$

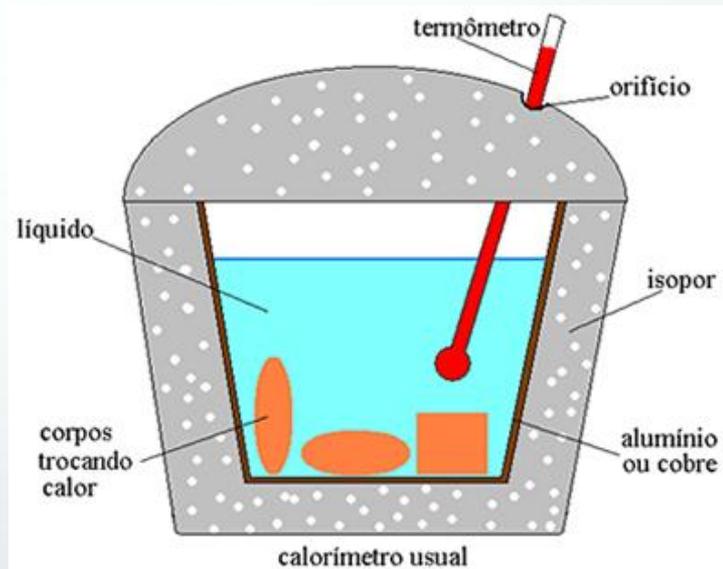
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0$$

VÁLIDO PARA SISTEMAS TERMICAMENTE ISOLADOS

CALORÍMETRO

Recipiente que facilita o contato térmico entre os corpos e dificulta as trocas de energia térmica com o meio externo.

- + Estudar as trocas de calor entre dois ou mais corpos;
- + Obter o valor das quantidades de calor trocadas entre os corpos.



EQUIVALENTE EM ÁGUA

A equivalência em água de um corpo é a **massa de água** que tem a **mesma capacidade térmica** que o corpo, ou seja, é a massa de água que, recebendo a mesma quantidade de calor, sofre a mesma variação de temperatura que o corpo.

$$C_{\text{corpo}} = C_{\text{eq.água}} \quad \longrightarrow \quad C_{\text{corpo}} = E \cdot c_{\text{água}}$$

IMPORTANTE!!!!

Sabendo que $C_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$, pode-se afirmar que o equivalente em água é numericamente igual à capacidade térmica do corpo.

EQUIVALENTE EM ÁGUA

Consideremos um corpo de massa igual a 100g, constituído de um material de calor específico sensível igual a 0,4 cal/(g.°C).

$$C_{\text{corpo}} = (m \cdot c)_{\text{corpo}} = 100 \cdot 0,4 \Rightarrow C_{\text{corpo}} = 40 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

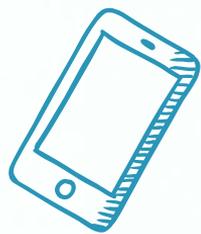
Consideremos, também, uma porção de água de massa igual a 40g e calculemos sua capacidade térmica:

$$C_{\text{água}} = (m \cdot c)_{\text{água}} = 40 \cdot 1 \Rightarrow C_{\text{água}} = 40 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$



Capacidade térmica do corpo é igual à da porção de água.





PRATICANDO



EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

O equivalente em água de um corpo é definido como a quantidade de água que, recebendo ou cedendo a mesma quantidade de calor, apresenta a mesma variação de temperatura. Desse modo, determine o equivalente em água, de 720g de ferro.

Dados: (calor específico do ferro = $0,12 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
Calor específico da água = $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$)



Dados: (calor específico do ferro = 0,12 cal/g°C
Calor específico da água = 1,0 cal/g°C)

$$C_{\text{ferro}} = C_{\text{eq. água}}$$

$$m_{\text{ferro}} \cdot C_{\text{ferro}} = m_{\text{água}} \cdot C_{\text{água}}$$

$$720 \cdot 0,12 = E \cdot 1$$

$$E = 86,4g$$

Resposta: 720 g de ferro equivalem a 86,4 g de água.

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

(MACKENZIE) Quando misturamos 1,0 kg de água (calor específico sensível = $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) a 70°C com 2,0 kg de água a 10°C , obtemos 3,0 kg de água a:

- a) 10°C
- b) 20°C
- c) 30°C
- d) 40°C
- e) 50°C



A soma das quantidades de calor trocadas entre duas substâncias misturadas deve ser igual a zero, logo:

+Quantidade de calor para 1 Kg de água = Q_1

+Quantidade de calor para 2 Kg de água = Q_2

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1 \cdot c \cdot \Delta T + m_2 \cdot c \cdot \Delta T = 0$$

$$1000 \cdot 1 \cdot (T_f - 70) + 2000 \cdot 1 \cdot (T_f - 10) = 0$$

$$T_f = 30^\circ\text{C}$$

PROPAGAÇÃO DE CALOR

Convecção

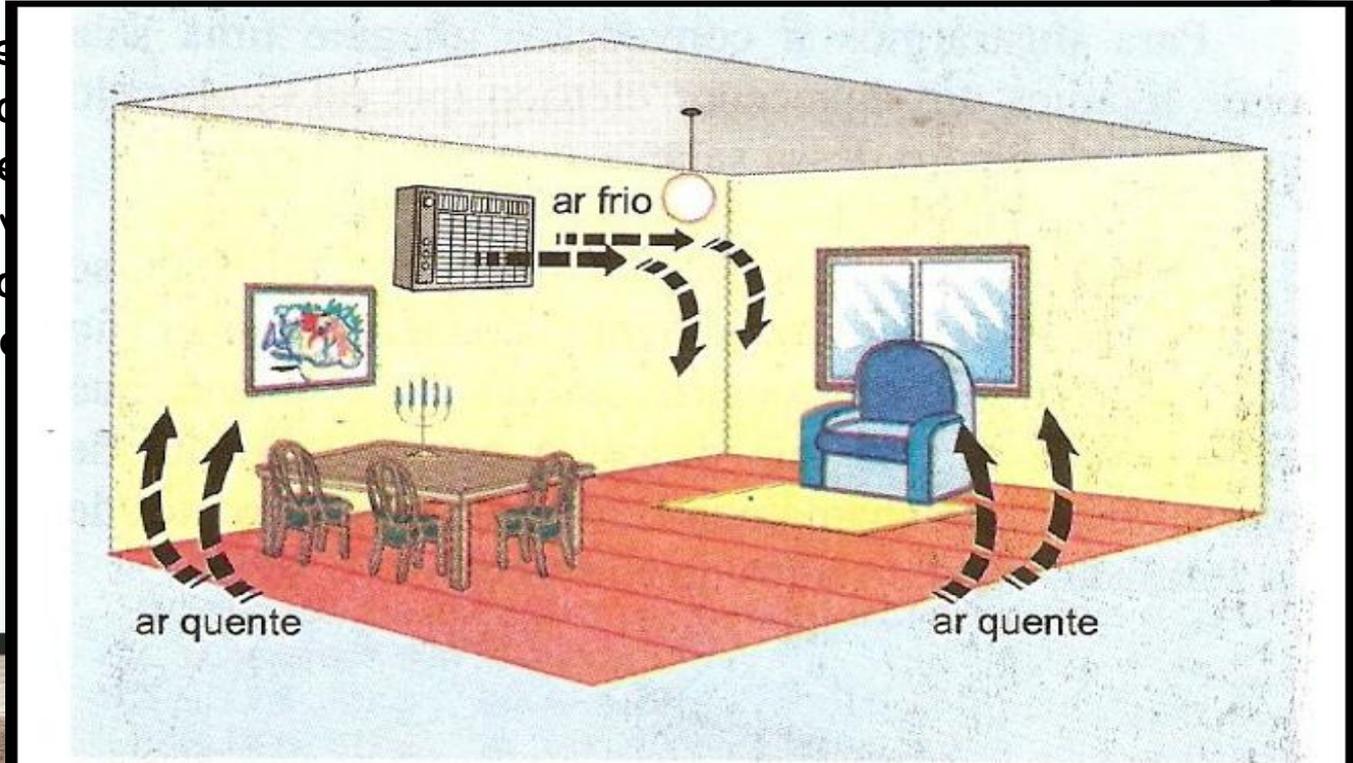
Condução

Irradiação

- + Mecanismos de transferência de calor.
- + Necessário que haja diferença de temperatura.
- + Ocorrem até atingir o equilíbrio térmico.

CONVECÇÃO

- + Transferência de calor local por convecção
- + Movimento do fluido quente e vice-versa
- + Fluido quente sobe (o fluido frio desce)

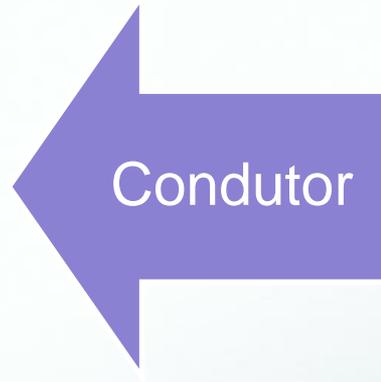


CONDUÇÃO

- + Transferência através do material, pela troca de energia entre as partículas
- + As moléculas mais próximas do calor transferem energia para as moléculas vizinhas
- + Transmissão de calor através de um material sólido
- + A temperatura do material aumenta



Metal
Prata
Cobre
Alumínio



Madeira
Plástico
Lã
Isopor



LEI DE FOURIER (FLUXO DE CALOR)

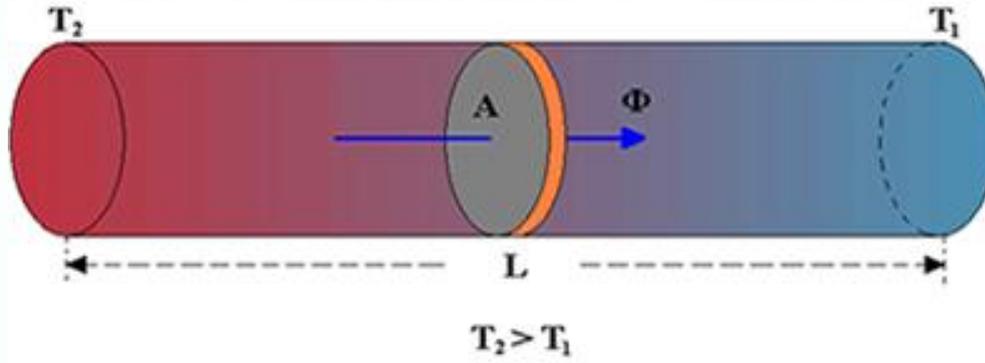
+ Lei que rege a condução térmica.

Em regime estacionário, o fluxo de calor por condução num material homogêneo é diretamente proporcional à área da seção.

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$



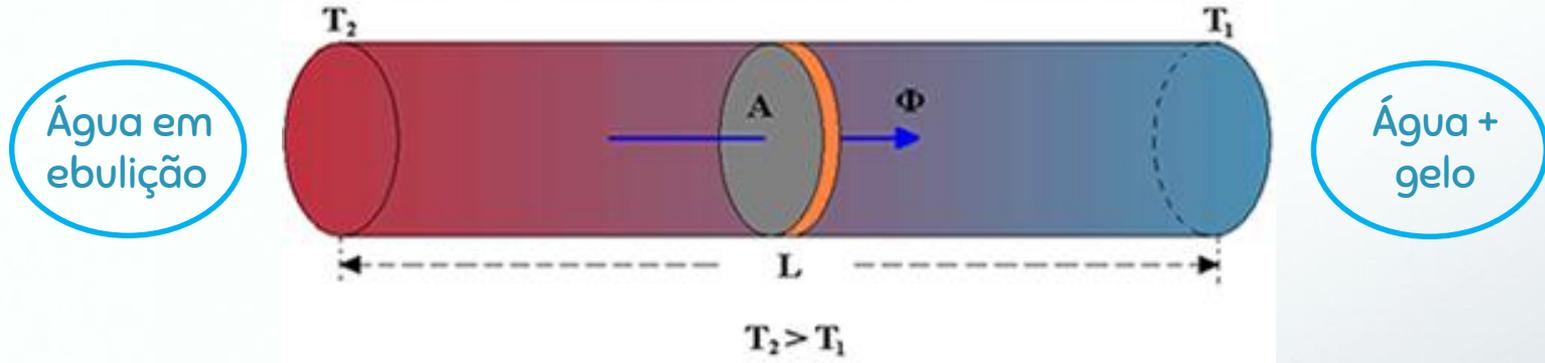
Água em
ebulição



Água +
gelo

- + Fluxo na barra (Φ) é proporcional à área da seção A e à diferença de temperatura ΔT .
- + É inversamente proporcional ao comprimento (L) da barra.

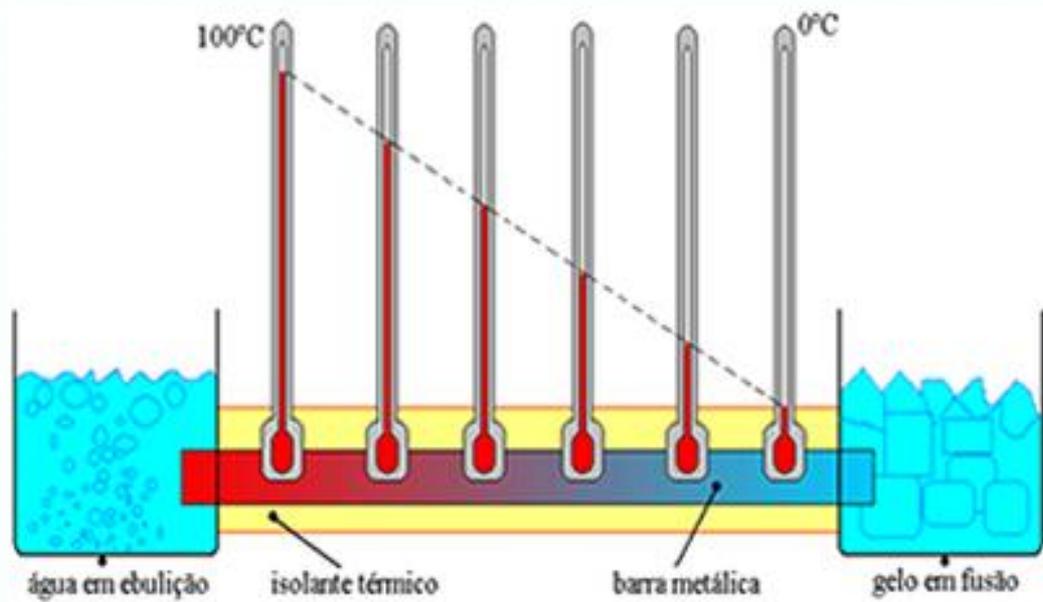




Fluxo de calor nada mais é do que o quociente do calor Q transmitido de uma face para outra, num intervalo de temperatura.

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

k depende do material e é denominada **condutividade térmica**



+ Temperatura varia linearmente ao longo da barra.

IRRADIAÇÃO

- + Disponibilidade
- + se real
- + Processos
- + Emissões
- + Quantidade
- + emissão



NO DIA-A-DIA

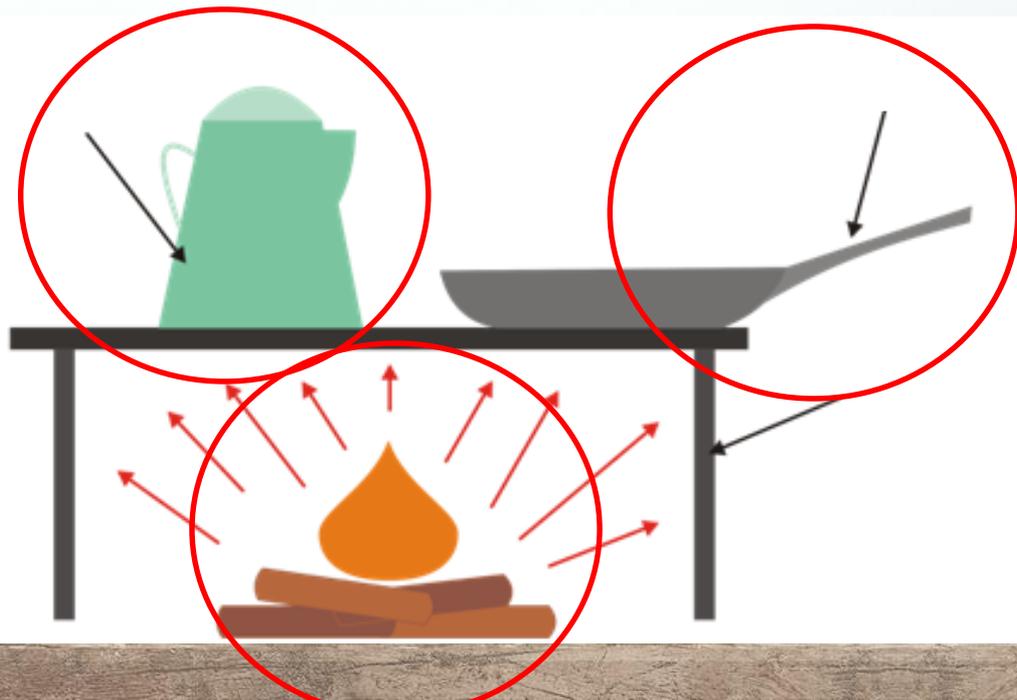
?

?

CONVECÇÃO X CONDUÇÃO X IRRADIAÇÃO

?

?





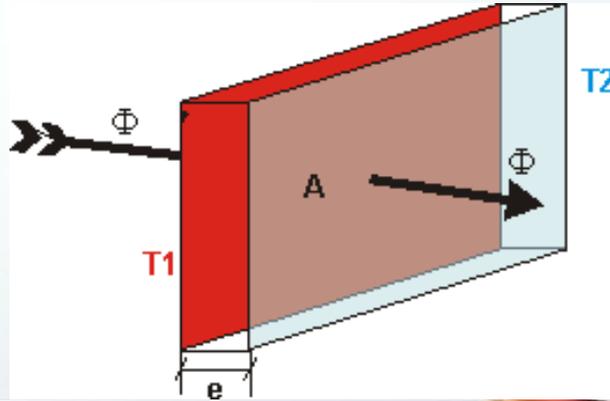
PRATICANDO



EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

Uma chapa de cobre de 3cm de espessura e 2m^2 de área tem suas faces mantidas a 100°C e 10°C .

Sabendo que a condutibilidade térmica do cobre é de $320\text{ Kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C})$, qual a quantidade de calor que atravessa a chapa em 2 horas, em kcal?



Admitindo que o fluxo de calor atravesse a chapa de cobre em regime estacionário, podemos escrever:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

$$\frac{Q}{2} = \frac{320 \cdot 2 \cdot 90}{3 \cdot 10^{-2}}$$

PARA:

$$k = 320 \text{ kcal}/(\text{H.M.}^\circ\text{C})$$

$$A = 2\text{m}^2$$

$$\Delta T = 100 - 10 = 90^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 2\text{h}$$

$$L = 3\text{cm} = 0,03\text{m}$$

$$Q = 3,84 \cdot 10^6 \text{ kcal}$$

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

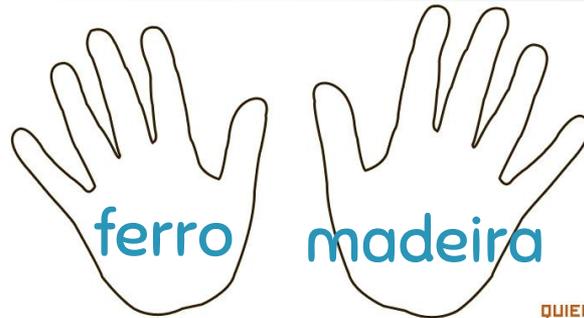
(UNISA-SP) Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está em contato com essa parede e daí para o restante da água. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) radiação e convecção
- b) radiação e condução
- c) convecção e radiação
- d) condução e convecção
- e) condução e radiação

LETRA D

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

(FAPIPAR – PR) Uma carteira escolar é construída com partes de ferro e partes de madeira. Quando você toca a parte de madeira com a mão direita e a parte de ferro com a mão esquerda, embora todo o conjunto esteja em equilíbrio térmico:



QUIERDIE



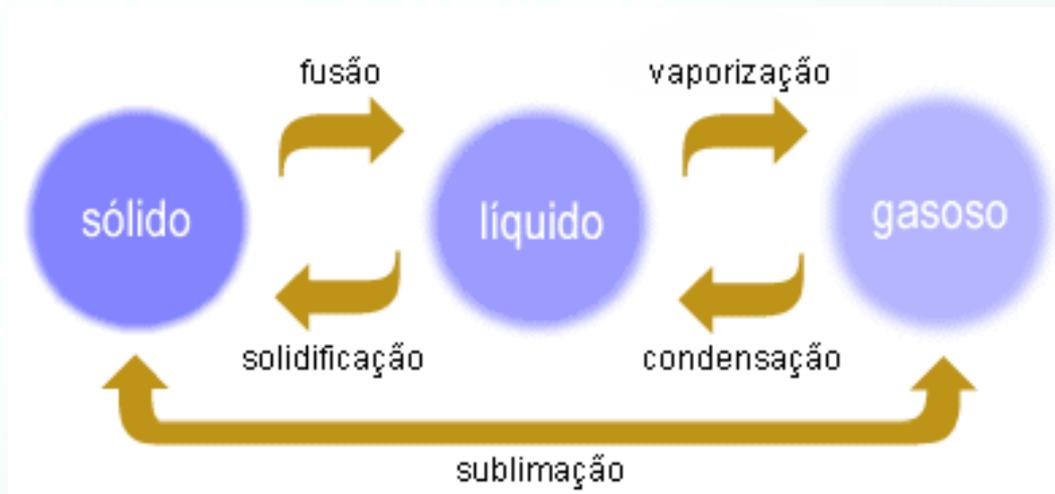
EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

LETRA D

- a) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque o ferro conduz melhor o calor;
- b) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a convecção na madeira é mais notada que no ferro;
- c) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a convecção no ferro é mais notada que na madeira;
- d) a mão direita sente menos frio que a esquerda, porque o ferro conduz melhor o calor;
- e) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a madeira conduz melhor o calor.



FASES DA MATÉRIA



DIAGRAMAS DE FASE

- + **Curva de fusão:** limita as regiões da fase sólida e líquida.
- + **Curva de vaporização:** limita as regiões da fase líquida e gasosa.
- + **Curva de sublimação:** limita as regiões da fase sólida e gasosa.

P = Ponto Triplo

Coexistência dos 3 estados



TEMPERATURA DE MUDANÇA DE FASE E PRESSÃO



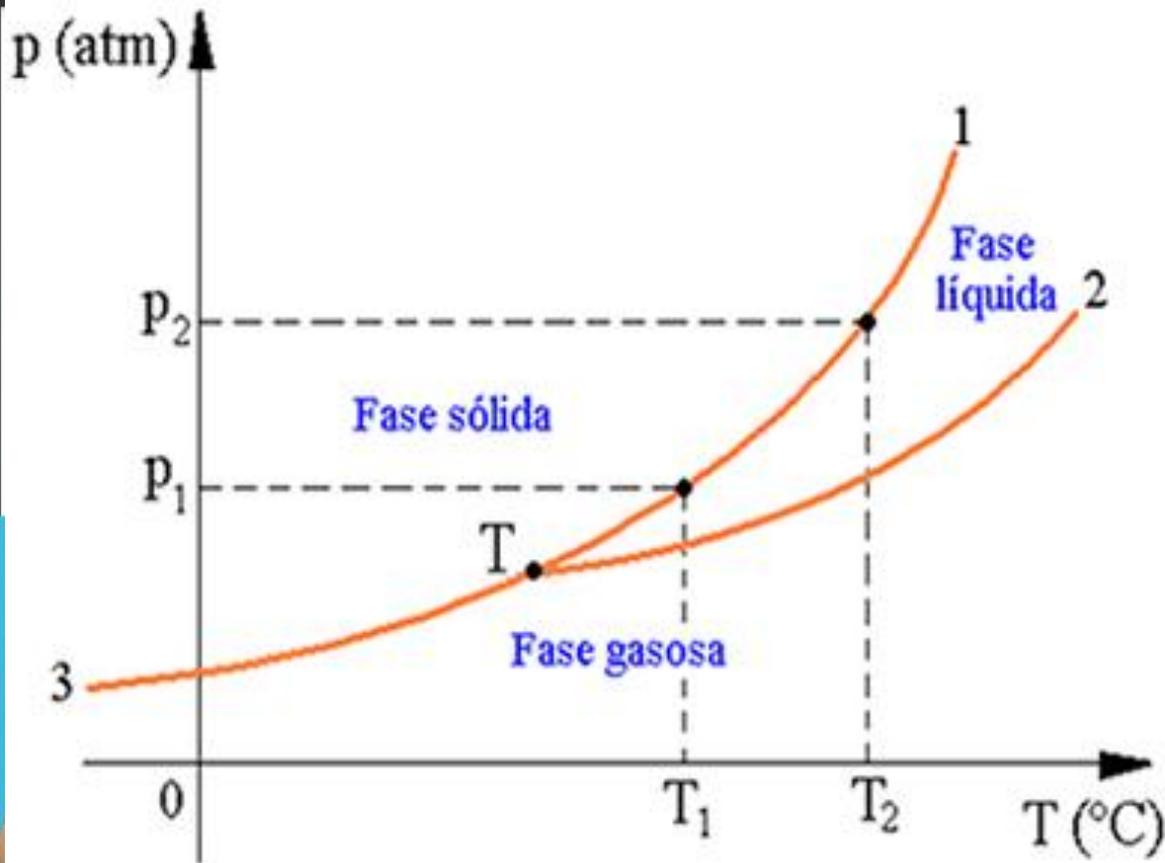
PRESSÃO



TEMPERATURA DE MUDANÇA DE FASE

MAIORIA DAS SUBSTÂNCIAS





$$P_1 < P_2$$

$$\theta_1 < \theta_2$$

TEMPERATURA DE MUDANÇA DE FASE E PRESSÃO



PRESSÃO

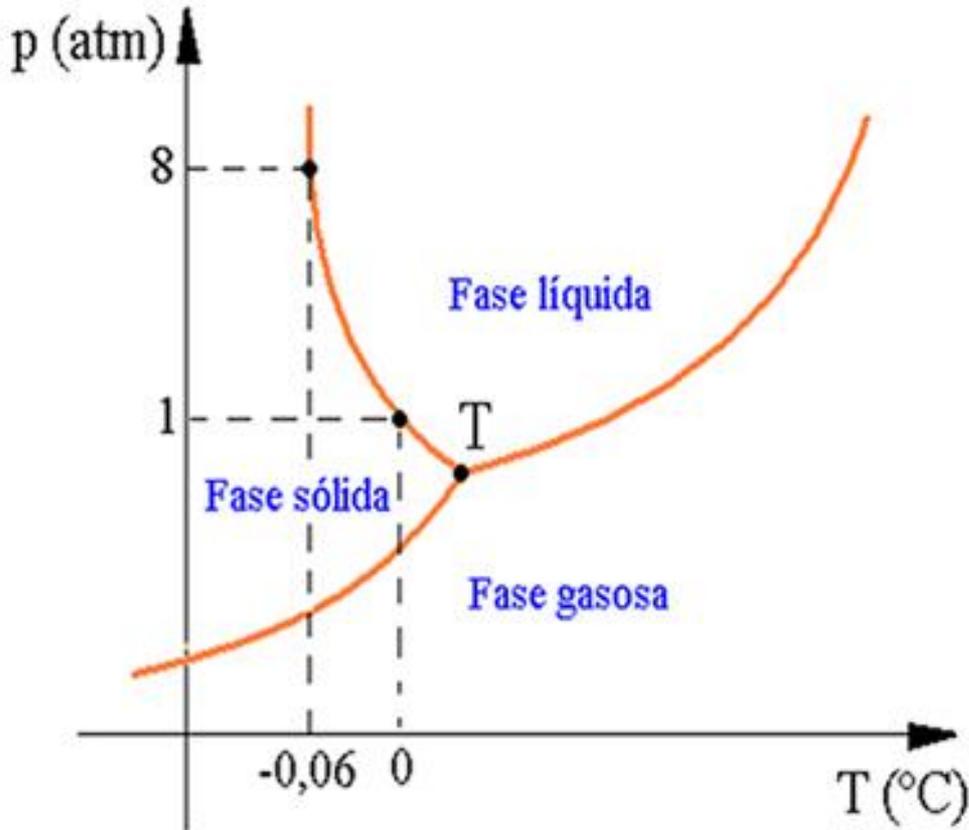


TEMPERATURA DE FUSÃO

SUBSTÂNCIAS ANÔMALAS

ÁGUA, FERRO, ANTIMÔNIO, BISMUTO





Pressão Normal (1 atm)



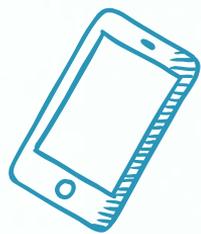
Fusão a 0°C

Pressão (8 atm)



Fusão a $-0,06^{\circ}\text{C}$





PRATICANDO



EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

(UFPEL-RS) Na patinação sobre o gelo, o deslizamento é facilitado porque, quando o patinador passa, parte do gelo se transforma em água, reduzindo o atrito. Estando o gelo a uma temperatura inferior a 0°C , isso ocorre porque a pressão da lâmina do patim sobre o gelo faz com que ele derreta.



De acordo com seus conhecimentos e com as informações do texto, é correto afirmar que a fusão do gelo acontece por que

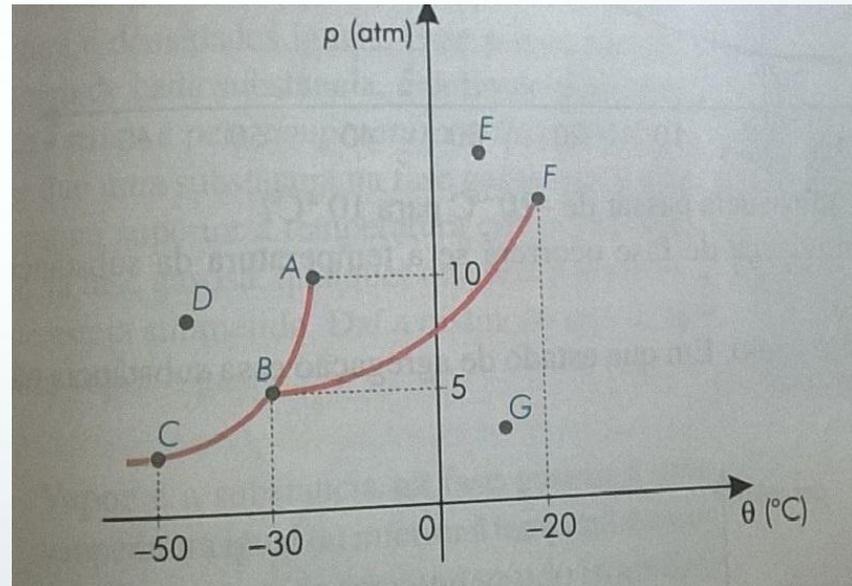
- a) a pressão não influencia no ponto de fusão.
- b) o aumento da pressão aumenta o ponto de fusão.
- c) a diminuição da pressão diminui o ponto de fusão.
- d) a pressão e o ponto de fusão não se alteram.
- e) o aumento da pressão diminui o ponto de fusão.

LETRA E

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

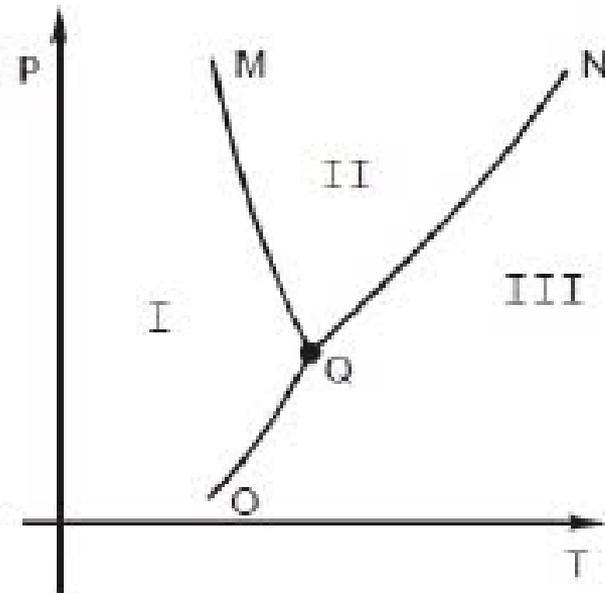
É dado o diagrama de fases de uma substância pura. Responda às questões.

- Que mudança de fase ocorre quando a substância passa do estado D para o estado E?
- Que mudança de fase ocorre quando a substância passa do estado E para o estado G?
- Qual o significado do ponto B?
- Sob pressão normal (1 atm) e à temperatura ambiente de 18°C , em que fase se encontra a substância?



EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO

(UFS Itabaiana-2006) O diagrama de fases de certa substância é representado abaixo:



Marque V ou F para cada afirmativa abaixo:

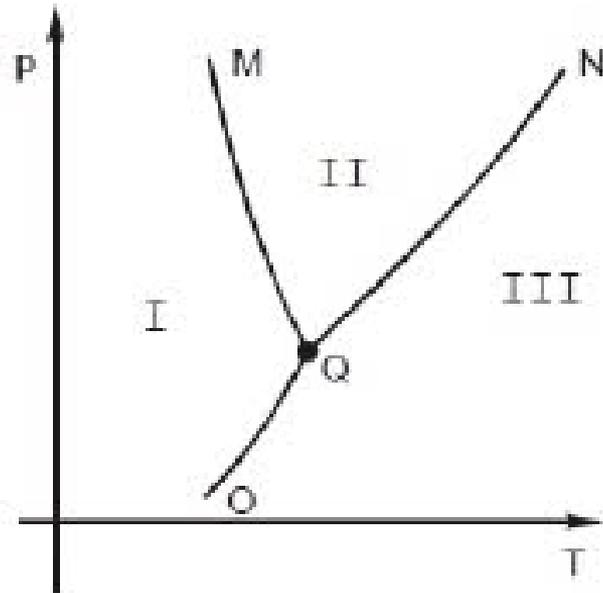
() No ponto Q é possível encontrar a substância nos três estados físicos.

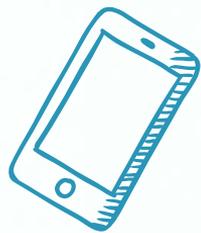
() Na região III a substância se encontra na fase sólida.

() Variando a pressão e/ou a temperatura, a substância pode passar da fase sólida diretamente para a gasosa.

() Ocorre a sublimação quando a substância passa de uma região para outra delimitada pela linha MQ.

() Para a substância em análise o aumento de pressão favorece a fusão e a substância diminui de volume ao se fundir.





ESTUDO DOS GASES



O QUE SÃO GASES?

Os gases são fluidos que apresentam deslocamento livre das partículas que os constituem, ou seja, quando colocados em um recipiente possuem a capacidade de ocupa-lo por completo.



O QUE SÃO GASES?

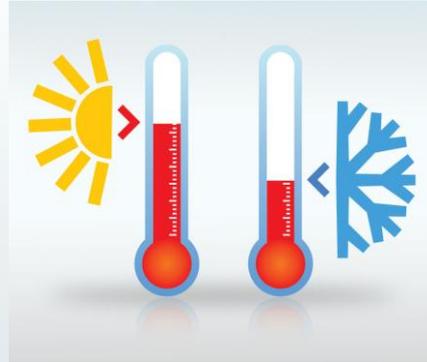
Os gases são elementos químicos que não apresentam valores como volume, densidade e forma definidos, fazendo com que as suas propriedades sejam sempre variáveis.

| <i>T em °C</i> | <i>densidade em kg/m³ (a 1 atm)</i> |
|----------------|--|
| -10 | 1,342 |
| -5 | 1,316 |
| 0 | 1,293 |
| 5 | 1,269 |
| 10 | 1,247 |
| 15 | 1,225 |
| 20 | 1,204 |
| 25 | 1,184 |
| 30 | 1,165 |

RELEMBRANDO - TEMPERATURA

Quando um corpo é aquecido aumentamos a energia cinética das partículas que constituem o corpo fazendo com que ocorra um maior número de colisões entre as partículas o que resulta em um aumento de temperatura do corpo.

+ T= Temperatura (K=Kelvin)



RELEMBRANDO - PRESSÃO

são as colisões que as partículas constituintes do gás efetuam contra as paredes do recipiente que o contém

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

P= Pressão (Pa= Pascal)

F= Força (N= Newton)

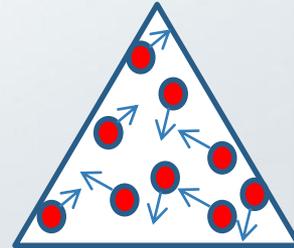
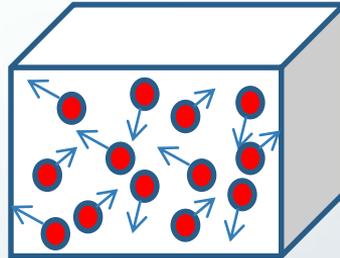
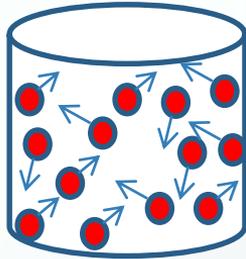
A= Área (m²= Metros quadrados)



RELEMBRANDO - VOLUME

É a quantidade de espaço ocupado, ou que pode ser ocupado (recipiente), por um corpo.

V= Volume (m^3 = metros cúbicos)



GASES IDEAIS

- +Os gases apresentam movimento contínuo e desordenado.
- +A direção e o sentido das partículas somente são modificados quando elas colidem umas com as outras
- +As colisões são perfeitamente elásticas, ou seja, não há perda de energia cinética durante as colisões.

O gás ideal não existe na Natureza, no entanto, podemos fazer com que um gás real comporte-se de modo semelhante a um gás ideal. Devemos elevar sua temperatura e baixar sua pressão.

TRANSFORMAÇÕES ISOTÉRMICAS – LEI DE BOYLE – MARIOTTE

Se admitirmos que a temperatura do gás não se altera será possível analisar a correspondência entre Pressão (P) e Volume (V) do gás.

Pelo fato da temperatura ser constante, essa TRANSFORMAÇÃO é denominada ISOTÉRMICA.

+Boyle observou que o produto da Pressão P pelo Volume V era constante.

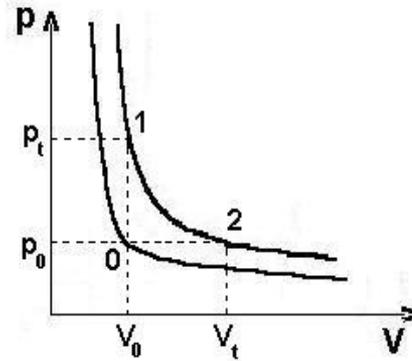
$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$



TRANSFORMAÇÕES ISOTÉRMICAS – LEI DE BOYLE – MARIOTTE

| P (cmHg) | V(cm ³) |
|-------------|---------------------|
| 76 | 30 |
| 114 | 20 |
| 152 | 15 |

Pressão do gás (em cmHg)



Volume do gás (em cm³)

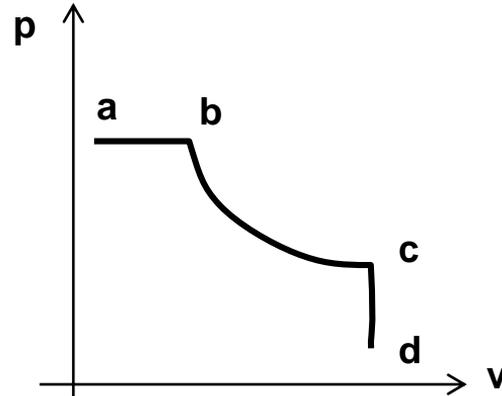
ATENÇÃO: Quanto mais afastado dos eixos, maior a temperatura.

EXERCÍCIO

Um gás perfeito sofre as transformações indicadas no gráfico pressão x volume, no qual o trecho BC é uma hipérbole.

Em relação às temperaturas dos estados a, b, c e d, é CORRETO afirmar:

- a) $T_a > T_b > T_c > T_d$;
- b) $T_a < T_b < T_c < T_d$;
- c) $T_a < T_b$; $T_b = T_c$; $T_c > T_d$;
- d) $T_a > T_b$; $T_b = T_c$; $T_c = T_d$;
- e) $T_a > T_b$; $T_b = T_c$; $T_c < T_d$.



TRANSFORMAÇÕES ISOBÁRICAS – LEI DE CHARLES

Constatou que, quando a Pressão é constante, a variação do volume era diretamente proporcional à variação da temperatura. Assim, a razão entre Volume e Temperatura era constante.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$



TRANSFORMAÇÕES ISOVOLUMÉTRICAS OU ISOCÓRICAS – LEI DE GAY-LUSSAC

Observamos que, quando o volume é constante, a variação da pressão é diretamente proporcional à variação da temperatura. Assim, a razão entre Pressão e Temperatura é constante.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



LEI GERAL DOS GASES

Transformação
Isotérmica

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

Transformação
Isocórica

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Transformação
Isobárica

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Lei Geral dos Gases

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{constante}$$

EXERCÍCIO

O pneu de um automóvel foi regulado de forma a manter uma pressão interna de 21 libras-força por polegada quadrada (lb/pol²), a uma temperatura de 14°C. Durante o movimento do automóvel, no entanto, a temperatura do pneu elevou-se a 55°C. Determine a pressão interna correspondente, em lb/pol², desprezando a variação do volume do pneu.

$$P_2 = 24 \text{ lb/pol}^2$$

EXERCÍCIO

O gás de um dos pneus de um jato comercial em voo encontra-se à temperatura de -33°C . Na pista, imediatamente após o pouso, a temperatura do gás encontra-se a $+87^{\circ}\text{C}$.

- Transforme esses dois valores de temperatura para a escala absoluta.
- Supondo que se trate de um gás ideal e que o volume do pneu não varia, calcule a razão entre as pressões inicial e final desse processo.



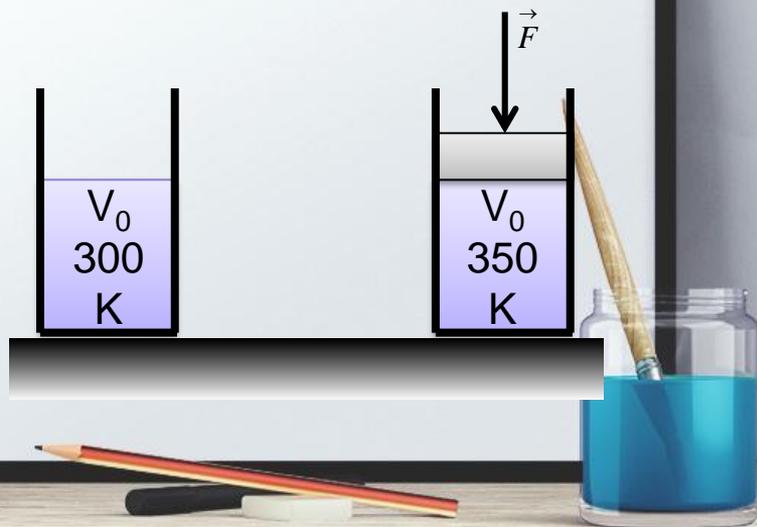
DESAFIO

Um cilindro reto, contendo gás ideal à temperatura de 300K, é vedado por um êmbolo pesado que pode deslizar livremente. O volume ocupado pelo gás é V_0 e a pressão exercida sobre ele pelo peso do êmbolo e da coluna de ar acima dele é igual a 12N/cm^2 .

Quando a temperatura passa para 350K, o gás expande-se e seu volume aumenta. Para que ele volte ao seu valor original, V_0 , mantendo a temperatura de 350K, aplica-se sobre o êmbolo uma força adicional F , vertical, como mostra a figura

a) Calcule a pressão do gás na situação final, isto é, quando está à temperatura de 350K, ocupando o volume V_0 .

b) Sabendo que o pistão tem área de 225cm^2 , calcule o valor da força adicional F que faz o volume ocupado pelo gás voltar ao seu valor original.



EQUAÇÃO DE CLAPEYRON

- +A Lei Geral dos Gases é válida para um gás, cuja massa é constante.
- +O Físico francês Clapeyron estudou o comportamento de massas diferentes e gases diferentes. Ele concluiu que a constante da Lei Geral era proporcional ao número de moléculas do gás.

$$\frac{P.V}{T} = n.R$$

n= Número de mols de moléculas;
R= Constante universal dos gases.

$$R = 0,082 \frac{\text{atm.L}}{\text{mol.K}} \text{ ou } R \cong 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$$

EQUAÇÃO DE CLAPEYRON

$$P.V = n.R.T$$

+ $R = 1,38 \text{ J/mol.K}$ *Corresponde à energia média necessária para variar em 1K, a temperatura de 1 mol de moléculas de um gás ideal.*

+ $P.V$ = energia contida em um gás

ATENÇÃO: As equações para estudo dos gases são válidas apenas para temperaturas absolutas. Portanto, você deve trabalhar sempre com temperaturas na escala Kelvin.

EXERCÍCIO

Determine o número de mols de um gás que ocupa volume de 90 litros. Este gás está a uma pressão de 2 atm e a uma temperatura de 100K. (Dado: $R = 0,082$ atm.L/mol.K)

$$n = 21,95 \text{ mols}$$



EXERCÍCIO

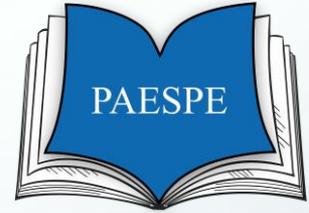
Um cilindro de 2,0 litros é dividido em duas partes por uma parede móvel fina, conforme o esquema a seguir. O lado esquerdo do cilindro contém 1,0 mol de um gás ideal. O outro lado contém 2,0 mols do mesmo gás. O conjunto está à temperatura de 300 K.

Adote $R = 0,080 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}$

- Qual será o volume do lado esquerdo quando a parede móvel estiver equilibrada?
- Qual é a pressão nos dois lados, na situação de equilíbrio?



PET CIVIL - UFAL



OBRIGADO PELA ATENÇÃO!

PROFESSORES: ARIANY FRANÇA / BRUNO LEITE

