

FRENTE: FÍSICA IV

PROFESSOR(A): KEN AIKAWA

ASSUNTO: CALOR SENSÍVEL E LATENTE

## EAD – ITA/IME

### AULAS 07 E 08



## Resumo Teórico

### Introdução

Uma experiência comum no nosso dia a dia é esfriar um cafezinho assoprando-o. Como esse resfriamento ocorre? Para entendermos melhor esses processos, devemos entender o que é energia interna, calor e temperatura (essa grandeza você já conhece).

### Energia térmica

Temos a consciência de que toda a matéria é formada de átomos. Então, toda a matéria (copo, água, café, colher) é formada por pequenas partículas. Sabemos que o grau de agitação térmica dessas partículas influencia diretamente na temperatura da mesma. Chamamos essa energia de agitação das partículas de energia térmica.

Chamaremos **energia interna de um corpo** a soma das energias de agitação térmica (média) de todas as partículas que constituem o seu sistema de estudo. Assim, isso nos faz perceber que energia interna é uma propriedade extensiva da matéria. Quanto mais partículas, mais energia térmica. Como a energia térmica depende diretamente da temperatura, quanto maior for a temperatura, maior será a energia térmica também.

### Calor

Quando colocamos dois objetos em contato à temperaturas diferentes, estes tendem a entrar em equilíbrio térmico. Acontece que o corpo que possui maior temperatura cede energia térmica para o corpo que possui menor temperatura. Não pense que ele vai ceder energia térmica até os dois possuírem a mesma quantidade de energia. Devido à perda de energia térmica do corpo de maior temperatura, a temperatura diminuirá assim como a temperatura do corpo de menor temperatura aumentará, concluindo que a temperatura de equilíbrio térmica será um valor intermediário.

O processo de troca energética citado é conhecido como **calor**.

Em suma: "Calor corresponde ao processo de troca energética devido uma diferença de temperatura".

Alguns textos preferem denominar a **energia térmica em trânsito** como calor. Usaremos os dois pensamentos de acordo com a conveniência.

A unidade para o calor, por se tratar de uma energia, corresponde ao Joule (J). No entanto, é muito comum o uso de outro tipo de unidade: a **caloria**. Uma caloria (cal) é a quantidade de calor que 1 grama de água pura deve receber, sob pressão normal, para que sua temperatura varie de 14,5 °C para 15,5 °C

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Uma outra unidade muito comum no dia-a-dia é a **caloria alimentar**:

$$1 \text{ cal} = 1 \text{ kcal}$$

### Capacidade calorífica/térmica

Quando um sistema recebe certo calor (Q) e varia sua temperatura de  $\Delta T$  (pode não variar como veremos mais adiante). Definimos a capacidade térmica média ( $\bar{C}$ ) desse sistema como:

$$\bar{C} = \frac{Q}{\Delta T}$$

Essa propriedade nos diz quanto de calor um sistema precisa receber (ou ceder) para variar uma unidade de temperatura. A unidade no SI é J/K.

### Calor específico:

Podemos também relacionar a grandeza que mede a capacidade térmica por massa. Tal grandeza é conhecida como **calor específico**.

$$\bar{c} = \frac{C}{m}$$

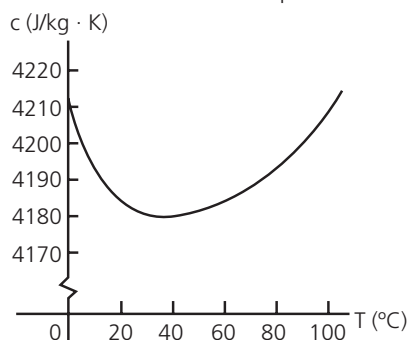
A unidade no SI é J/(kg · K)

A capacidade térmica de um sistema de várias porções de massas com seus respectivos calores específicos ( $m_1, c_1$ ), ( $m_2, c_2$ ), ( $m_3, c_3$ ), ..., ( $m_n, c_n$ ) é dada por:

$$C = m_1c_1 + m_2c_2 + \dots + m_nc_n = \sum_{i=1}^n m_i c_i$$

Iremos sempre trabalhar com os valores constantes (a não ser que o problema relate algo contrário).

O gráfico abaixo mostra o calor específico da água em função da temperatura. O valor de **c** varia menos do que 1% entre 0 °C e 100 °C.



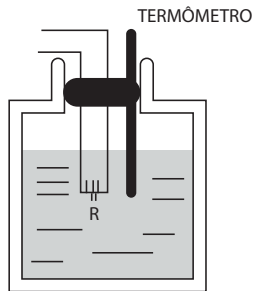


04. Vaso de Dewar (garrafa térmica) tem paredes praticamente adiabáticas; de qualquer maneira, observa-se que as perdas (pequenas) de energia podem ser eliminadas dos cálculos, bastando para tanto conduzir duas experiências em que essas perdas sejam as mesmas. Neste processo, o meio externo fornece ao líquido uma energia  $Q$  por meio de um resistor mergulhado no líquido.  $Q$  é medido pelo produto da potência elétrica  $P$  fornecida e do intervalo de tempo  $\Delta t$  durante o qual o resistor está ligado à fonte:  $Q = P \cdot \Delta t$ .

**1ª experiência:** O vaso contém  $m_1 = 0,2$  kg de água ( $c_1 = 4,2$  kJ/kg · K). A potência fornecida é  $P_1 = 15$  W e o resistor permanece ligado durante 9min20s. Observa-se um aumento de temperatura  $\Delta\theta = 10$  °C.

**2ª experiência:** Substitui-se a água pelo líquido cujo calor específico se quer medir. Toma-se a precaução de verter um volume de líquido igual ao volume da água na 1ª experiência, sendo necessário  $m_2 = 0,15$  kg de líquido.

A potência fornecida é ajustada de modo que o mesmo aumento de temperatura se produza durante o mesmo intervalo de tempo. Para tanto  $P_2 = 9$  W.



Qual é o calor específico do líquido?

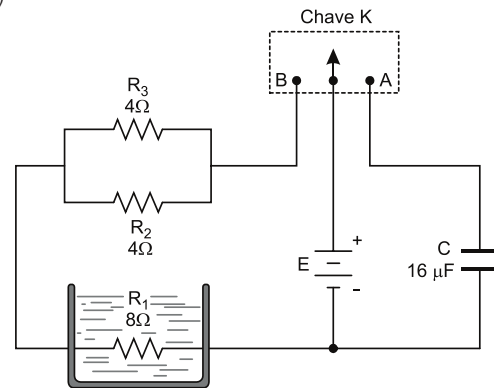
05. A energia radiante que a Terra recebe do Sol sob incidência normal, por unidade de tempo e de área é denominada constante solar e vale  $(C_s) = 19,4$  Kcal/min · m<sup>2</sup>. O gelo tem densidade absoluta  $d = 920$  Kg/m<sup>3</sup> e calor de fusão  $L = 80$  Kcal/Kg. Suponha que a Terra seja revestida por uma camada uniforme de gelo de espessura  $x$ , a 0 °C. Determine, em metros, essa espessura, sob condição de que o gelo seja fundido em 30 dias por efeito do calor radiante proveniente do Sol, que ele absorve integralmente, e com exclusão de qualquer outra troca de calor.

- A) 1,4
- B) 2,8
- C) 5,6
- D) 11,2
- E) 22,4

06. Um dos processos de transformação do estado líquido para o estado gasoso chama-se **evaporação**. Esse processo é natural e pode ser considerado um caso particular de vaporização. Os fatos a seguir estão relacionados com a evaporação e/ou com o aumento da velocidade de evaporação, exceto:

- A) a água contida em uma moringa de barro é mais fria que a água contida em uma moringa de louça;
- B) uma roupa molhada seca mais depressa em um dia quente que em um dia frio, em iguais condições de umidade do ar;
- C) uma roupa molhada seca mais depressa em um dia seco que em um dia úmido;
- D) em um dia de vento, sentimos frio ao sair de uma piscina com o corpo molhado;
- E) ao tocarmos uma peça de metal e outra de isopor, em um dia frio, sentimos que o metal está mais frio que o isopor.

07. (IME)



Na figura, o frasco de vidro não condutor térmico e elétrico contém 0,20 kg de um líquido isolante elétrico que está inicialmente a 20 °C. Nesse líquido está mergulhado um resistor  $R_1$  de 8 Ω. A chave  $K$  está inicialmente na vertical e o capacitor  $C$ , de 16 μF, está descarregado. Ao colocar a chave no Ponto A verifica-se que a energia do capacitor é de 0,08 J. Em seguida, comutando a chave para o Ponto B e ali permanecendo durante 5 s, a temperatura do líquido subirá para 26 °C. Admita que todo o calor gerado pelo resistor  $R_1$  seja absorvido pelo líquido e que o calor gerado nos resistores  $R_2$  e  $R_3$  não atinja o frasco. Nessas condições, é correto afirmar que o calor específico do líquido, em cal · g<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>, é

**Dado:** 1 cal = 4,2 J

- A) 0,4
- B) 0,6
- C) 0,8
- D) 0,9
- E) 1,0

08. Uma arma dispara um projétil de chumbo de massa 20,0 g, que se move de encontro a um grande bloco de gelo fundente. No impacto, o projétil tem sua velocidade reduzida de 100 m/s para 0 e entra em equilíbrio térmico com o gelo. Não havendo dissipação de energia, ocorre a fusão de 2,25 g de gelo. Sendo o calor específico sensível do chumbo igual a 0,031 cal/g °C e o calor específico latente de fusão do gelo igual a 80 cal/g, qual era a temperatura do projétil no momento do impacto?

**Dado:** 1 cal = 4 J.

09. (OBF) Uma experiência bastante interessante e que pode ser feita em casa consiste em levar a água líquida a um estado de temperatura abaixo de seu ponto de congelamento. Quando isso acontece dizemos que a água está em um estado super-resfriado. Este é um estado de equilíbrio metaestável pois se perturbado a água passa do estado líquido para o sólido quase que instantaneamente. Talvez você já tenha presenciado este fenômeno surpreendente ao pegar uma bebida gelada que esqueceu no congelador. Para reproduzir este fenômeno mais facilmente é preciso trabalhar com água destilada, pois são as impurezas dissolvidas na água que facilitam o processo de formação do gelo. Suponha um recipiente A com um litro de água mineral e um recipiente B com um litro de água destilada, ambos à temperatura ambiente  $T_a = 20$  °C. Estes recipientes são então colocados em um congelador que está a  $T_c = -6$  °C e espera-se um tempo suficiente para que A contenha gelo a  $-6$  °C mas com a água de B ainda no estado líquido. Quais as quantidades de calor trocada entre o congelador e (a) a água de A e (b) a água de B? Se B é retirado do congelador e agitado levemente observa-se que o líquido se solidifica imediatamente. (c) Este processo emite ou absorve calor? (d) Estime a quantidade de calor trocada nesse último processo.

