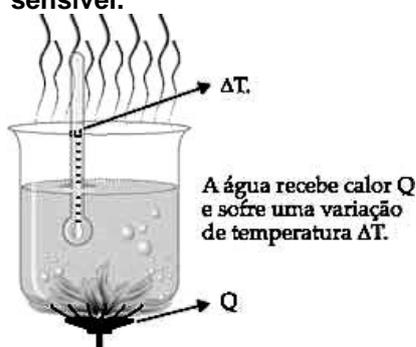


	ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO "AUGUSTO MEIRA"			
	DIRETOR:			TURMA:
	PROFESSOR:			TURNO:
	DISCIPLINA:			DATA: / /
	NOME:			Nº:

CALORIMETRIA

Calorimetria é a parte da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de calor. A Calorimetria é uma ramificação da termologia.

1. Introdução: Quando levamos ao fogo um recipiente contendo água, observamos que a temperatura da água aumenta, pois ela recebe calor; mas, quando colocamos o recipiente contendo água na geladeira, a sua temperatura diminui, pois ela perde calor. Quando o corpo cede ou recebe calor, variando apenas a sua temperatura, sem mudar o seu estado físico, dizemos que ele recebeu ou cedeu **calor sensível**.



Quando levamos ao fogo um recipiente contendo gelo, observamos que o gelo se transforma em água líquida à medida que recebe calor da chama, e quando colocamos um recipiente contendo água no congelador, observamos que ela se transforma em gelo (água sólida) à medida que cede calor. Quando o corpo cede ou recebe calor, mudando seu estado físico, mantendo a temperatura constante, dizemos que ele cedeu ou recebeu **calor latente**.

2. Unidades de Calor: A quantidade de calor (Q), no Sistema Internacional de Unidades (SI), é medida em **joule (J)**. Entretanto, por razões históricas, pode ser medida em **caloria (cal)**.

Uma caloria é definida como sendo a quantidade de calor necessária para aquecer um grama de água, fazendo sua temperatura variar de 14,5 °C para 15,5 °C.

A relação entre o joule e a caloria é:

$$1 \text{ cal} = 4,19 \text{ joule}$$

3. Capacidade Térmica (C): Podemos definir a capacidade térmica de um corpo como a quantidade de calor necessária para que a temperatura do corpo varie de 1 °C.

Para entender melhor este conceito considere um corpo que ao receber 80 calorias de calor tem a sua temperatura aumentada de 16°C. A capacidade térmica desse corpo é dada pela razão entre o calor recebido (80cal) pela variação de temperatura (16°C), onde, fazendo isso, obtemos $80/16 = 5 \text{ cal/}^\circ\text{C}$. Portanto, podemos dizer que, a cada 5 calorias que o corpo receber calor, sua temperatura aumentara de uma unidade.

Matematicamente, definimos:

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

A unidade de medida usual da capacidade térmica é a caloria por grau Celsius (cal/°C) e no Sistema Internacional "S.I.", é joule por kelvin (J/K).

5. Calor Específico (c): É uma propriedade térmica que está associada a composição química do corpo, assim sendo, substâncias diferentes possuem diferentes capacidades de armazenamento de energia interna. Exemplos práticos:

- ✓ Certos alimentos permanecem quentes muito mais tempo que outros, por exemplo, se você esperar um pouco antes de comer um pedaço de bife e uma concha de purê de batata, ambos a mesma temperatura, você descobrirá que a carne esfria muito mais rápido do que a batata.
- ✓ Numa praia em uma bela manhã de Sol a areia e a água estão recebendo a mesma quantidade de calor porém é fácil perceber que a areia está muito mais quente que a água. Se você vai a praia ao final do dia a água ainda está um pouco morna enquanto que a areia já esfriou
- ✓ Se colocarmos água no fogão em cerca de 15min a sua temperatura se eleva a temperatura de ebulição 100°C, mas se colocarmos a mesma quantidade de ferro no fogo ele demorara cerca de 2min para chegar em 100°C.

Capacidade térmica x Calor específico.

- Consideremos duas amostras de prata, uma de massa $m_1 = 100 \text{ g}$ e outra de massa $m_2 = 1000 \text{ g}$. A amostra m_1 necessita receber 5,6 calorias de calor para variar em 1 °C sua temperatura, portanto a capacidade térmica desta amostra é 5,6 cal/°C. A amostra m_2 necessita receber 56 cal para variar em 1 °C sua temperatura, portanto sua capacidade térmica é 56 cal/°C. A amostra m_2

(1000 g) é dez vezes maior que a amostra m_1 (100 g), e sua capacidade térmica (56 cal/°C) é dez vezes maior que a de m_1 (5,6 cal/°C), portanto a capacidade térmica de um corpo é diretamente proporcional à sua massa, ou seja, quanto maior a massa, maior a capacidade térmica.

- Vamos considerar outro material com calor específico 0,25 cal/g.°C. A capacidade térmica de um corpo composto por esse material irá depender da sua massa. Acompanhe a tabela a seguir:

Massa(m)	20g	40g	80g	160g
Capacidade Térmica	5 cal/°C	10 cal/°C	20 cal/°C	40 cal/°C

Massas diferentes de uma mesma substância possuem capacidades térmicas diferentes, porém, possuem mesmo calor específico.

- Considerando que não haja mudança de estado quando um corpo recebe ou perde calor, a razão entre a capacidade térmica e a massa do corpo recebe o nome de **calor específico**. Assim:

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

A unidade de medida usual para calor específico sensível de uma substância é a caloria por grama e grau Celsius (cal /g°C), e no SI é o joule por quilograma e Kelvin (J/kgK).

Calor específico de algumas substâncias

Substância	c (cal/g °C)
Água	1,00
Alumínio	0,22
Areia	0,20
Carbono	0,12
Cobre	0,093
Chumbo	0,031
Estanho	0,055
Ferro	0,11
Gelo	0,55
Latão	0,094
Mercúrio	0,033
Prata	0,056
Vapor (água)	0,48
Vidro	0,20

6. Equação do calor sensível ou Equação Fundamental da Calorimetria:

- ❖ A variação de temperatura de um corpo é diretamente proporcional a quantidade de calor que ele recebe ou cede: $Q \propto \Delta T$.
- ❖ Dois blocos de mesma substância e de massas diferentes, precisam de diferentes quantidades de

calor para atingirem a mesma variação de temperatura, ou seja, quem tiver maior massa precisa de mais calor: $Q \propto m$.

- ❖ Blocos de mesma massa apresentam uma espécie de sensibilidade diferente ao calor, que depende da substância da qual são constituídos: $Q \propto c$.

Essas observações podem ser reunidas na seguinte equação:

$$Q = m c \Delta T.$$

Obs₁. Esta equação permite conhecer a quantidade de calor (Q) trocada por um corpo de massa (m) cujo calor específico (c) ao sofrer uma variação de temperatura (ΔT).

Obs₂. Esta equação é somente válida para trocas de calor sensível entre corpos, ou seja, quando correm variações de temperatura. Se houver mudança de estado físico essa formula não pode ser usada.

Exercícios Resolvidos.

01. Imagine que você aqueça 1L de água no fogo por certo tempo e que a temperatura eleve 2°C. Se você colocar 2L de água no fogo pelo mesmo tempo de quanto se elevara a temperatura?

Resolução: A resposta é que se elevará a metade! Sua a temperatura se elevara apenas em 1°C, pois existem duas vezes mais moléculas em 2L e cada uma delas recebe apenas a metade daquela energia, media.

02. Aquecem-se 20g de água a uma temperatura inicial de 12°C até atingir 60°C. Determine a quantidade de calor recebida pela água.

Resolução:

$$\Delta T = T - T_0$$

$$\Delta T = 60 - 12 = 48^\circ\text{C}$$

$$m = 20\text{g e } c = 1\text{cal/g}^\circ\text{C}.$$

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

$$Q = 20 \cdot 1 \cdot 48$$

$$Q = 960 \text{ cal}$$

03. Um bloco de alumínio de 0,2 kg recebeu 4280 calorias e sua temperatura variou 100 °C. Determine o calor específico do alumínio.

Resolução

A capacidade térmica do corpo é determinada por:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{4280}{100} = 42,8 \text{ cal}^\circ\text{C}.$$

Como o calor específico é dado por $c = \frac{C}{m}$, temos

$$c = \frac{42,8}{200} \Rightarrow c = 0,214 \text{ cal} / \text{g}^\circ\text{C}.$$

04. Ao receber 6000 cal, um corpo de 250 g aumenta sua temperatura em 40°C, sem mudar de fase. Qual o calor específico do material desse corpo?

Resolução:

$Q = 6000 \text{ cal}$,
 $\Delta T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$,
 $m = 250 \text{ g}$.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T,$$

$$6000 = 250 \cdot c \cdot 40,$$

$$c = 6000 / (250 \cdot 40),$$

$$c = 0,6 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}.$$

05. Um bloco de vidro com massa de $m = 300 \text{ g}$ está inicialmente á temperatura $T_0 = 25^\circ\text{C}$. Sabendo que o calor específico do vidro é $c = 0,20 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, calcule a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura do bloco até $T = 40^\circ\text{C}$.

Resolução:

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

$$Q = 300 \cdot 0,20 \cdot 15$$

$$Q = 300 \cdot (20/100) \cdot 15$$

$$Q = 30 \cdot 2 \cdot 15 = 900 \text{ cal}$$

06. Uma fonte térmica fornece, em cada minuto, 20 cal. Para produzir um aquecimento de 30°C em 50g de um líquido, são necessários 15 min. Determine o calor específico do líquido e a capacidade térmica dessa quantidade de líquido.

Resolução: Se a cada 1 min a fonte fornece 20 cal então podemos concluir que depois de 15 min essa fonte forneceu 300 calorías:

$$1 \text{ min} \text{ ----- } 20 \text{ cal}$$

$$15 \text{ min} \text{ ---- } Q$$

$$20 \cdot 15 = 1 \cdot Q$$

$$Q = 300 \text{ cal}$$

Para determinar a **capacidade térmica**: A fonte forneceu $Q = 300 \text{ cal}$ e o corpo variou sua temperatura de $\Delta T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, logo:

$$C = Q / \Delta T,$$

$$C = 300 / 30,$$

$$C = 10 \text{ cal/}^\circ\text{C}.$$

Para determinar o **calor Específico**:

$$Q = 300 \text{ cal}; \Delta T = 30 \text{ }^\circ\text{C} \text{ e } m = 50 \text{ g}.$$

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

$$300 = 50 \cdot c \cdot 30$$

$$300 = 1500 \cdot c$$

$$c = 0,2 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$$

Outros exercícios

1) Sabendo que 1 cal = 4, 18 J:

- a) transforme 20 kcal em joule;
 b) transforme 8000 J em caloría.

2) Um bloco de cobre com 200 g sofre um aquecimento de 25°C para 70°C. O calor específico do cobre é igual a 0,093 cal/g.°C. (a) Qual a quantidade de calor recebida pelo bloco? (b) Determine a capacidade térmica do bloco.

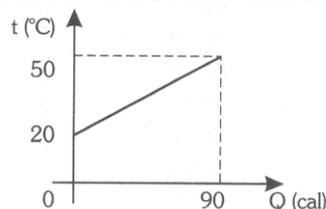
3) Determine quantas calorías perderá 1 kg de água para que sua temperatura varie de 60°C para 10°C. O calor específico da água é igual a 1 cal/g.°C.

4) Sabendo que o calor específico do ferro é de aproximadamente 0,1 cal/g.°C, calcule a quantidade de calor para elevar 15°C a temperatura de um pedaço de 80 g desse material.

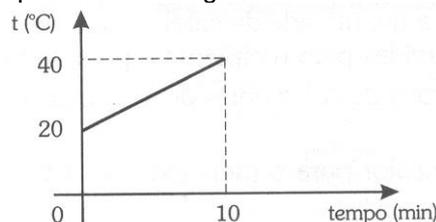
5) Um corpo de massa igual a 1 kg recebeu 10 kcal e sua temperatura passou de 50°C para 100°C. Qual é o calor específico desse corpo?

6) O calor específico do ferro é igual a 0,110 cal/g.°C. Determine a temperatura final de uma massa de 400 g de ferro á temperatura de 20°C, após ter cedido 500 cal.

7) O gráfico representa o aquecimento de 100 g de uma substancia. (a) Qual o calor específico da substancia? (b) Qual a capacidade térmica da substancia?



8) O gráfico representa a variação da temperatura de um corpo sólido, em função do tempo, ao ser aquecido por uma fonte que libera energia a uma potência constante de 150 cal/min. A massa do corpo é de 100 g. Determine o seu calor específico em cal/g.°C.



9) Um aquecedor elétrico de 2 kW é usado para elevar de 10°C a 22°C a temperatura do ar contido em uma sala de dimensões 3 m x 5 m x 2,8 m. Sabendo que há uma dispersão de 40% do calor, calcule o tempo gasto nesse aquecimento.

Dados:

- Calor específico do ar = 0,238 cal/g.°C
- massa específica do ar = 1,30 kg/m³.
- 1 cal = 4,2 J.

10) (Fuvest-SP) Quantas calorías são necessárias para aquecer 200 L de água, de 15°C a 70°C?

Dados: densidade da água = 1 kg/l e calor específico da água 1 cal/g.°C.

Qual a potência necessária para realizar essa operação em 3 horas? Considere $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.

11) (Faap-SP) Quantas calorias alimentares um atleta deve ingerir diariamente, sabendo-se que em suas atividades consome 1 kW ?

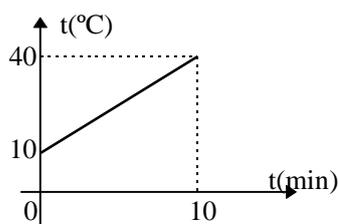
Dados: $1 \text{ caloria alimentar} = 1 \text{ kcal}$ e $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$

12) O calor de combustão é a quantidade de calor liberada na queima de uma unidade de massa do combustível. O calor de combustão do gás de cozinha é $6\,000 \text{ kcal/kg}$. Aproximadamente quantos litros de água, à temperatura de 20°C , podem ser aquecidos até a temperatura de 100°C com um bujão de gás de 13 kg ? Despreze as perdas de calor.

13) Um amolador de facas, ao operar um esmeril, é atingido por fagulhas incandescentes, mas não se queima. Por que isso acontece?

Exercícios Propostos

01. Um corpo de 400 g absorve calor de uma fonte térmica de potência constante, à razão de 600 calorias por minuto. O gráfico mostra a variação da temperatura em função do tempo. Qual o calor específico da substância que constitui o corpo? (Resp. $c = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$)



02. Uma manivela é usada para agitar 100 g de água que está dentro de um recipiente termicamente isolado. Para cada volta da manivela é realizado um trabalho de $0,1 \text{ J}$ sobre a água. Determine o número necessário de voltas para que a temperatura da água aumente de 1°C . Dados: $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$. (Resp. 4.200 voltas.)