

## FENOMENOS DE TRANSPORTE

2º Semestre de 2010

Prof. Maurício Fabbri

© 2006-10

### ATIVIDADES PRELIMINARES

*Raciocínio, organização e exercícios básicos*

Vamos rever uma das propriedades térmicas importantes dos materiais: o calor específico. Ele mede a dificuldade de se aquecer uma substância: quanto maior o calor específico, mais “difícil” será aquecê-la. “*Mais difícil*” significa que será necessário gastar mais energia.

Claro que a quantidade de energia gasta para aquecer uma substância é tanto maior quanto mais quantidade dela desejarmos aquecer, e tanto maior quanto mais se deseja aumentar a temperatura.

Supondo que possamos usar uma “regra de três” simples, isto é, que as coisas sejam proporcionais, para aquecer 2 kg de água gastamos o dobro do que para aquecer 1 kg. Também gastamos o dobro de energia para aquecer o mesmo tanto de 10°C a 20°C do que de 10°C para 15°C (observe que o que interessa é a variação da temperatura). Essa proporcionalidade corresponde razoavelmente bem ao que é medido na prática: as coisas são proporcionais contanto que a variação de temperatura não seja muito grande – “*muito grande*” aqui depende da substância da qual se está falando (procure na Internet algumas curvas de aquecimento de substâncias comuns, tais como a água ou o cobre).

Lembre-se de que a unidade de energia no Sistema Internacional (SI) é o Joule (J).

Uma unidade muito usada de energia é a Caloria (cal), que é igual a 4,18 Joules:  $1\text{ cal} = 4,18\text{ J}$

(OBS.: A caloria nutricional, aquela que é informada nas embalagens dos alimentos, corresponde a  $1\text{ Kcal} = 1000$  calorias mecânicas = 4180 Joules).

#### DEFINIÇÃO:

No SI, o calor específico  $c$  é a energia necessária para se elevar de 1°C a temperatura de 1Kg da substância; é medido em  $\text{J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ .

O caso mais famoso é o da água:

O calor específico da água é  $1\text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C}) = 1\text{ Kcal}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C}) = 4,18\text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C}) = 4,18\text{ KJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ .

Isso significa que é preciso 4,18 Joules de energia para aquecer um grama de água de 1°C.

Portanto, serão gastos 20,9 quilo joules para aquecer meio litro de água de 20°C para 30°C (confira a conta - lembre-se de que 1 litro de água pesa exatamente 1kg).

A água é uma das substâncias com maior calor específico que se conhece – veja a tabela anexa. Nessa tabela, a variação de temperatura está em graus absolutos (Kelvin). Como a diferença entre graus Celsius e graus Kelvin é apenas uma diferença constante ( $K = C + 273,16$ ), uma variação de 1°C é exatamente igual a uma variação de 1K.

Agora tente resolver os três probleminhas abaixo. Não é necessário consultar nenhum livro nem a Internet. É importante que voce pense sobre eles, tente esquematizar seu raciocínio e encontrar o jeito correto de chegar à resposta por voce mesmo. Consulte apenas a tabela de calor específico. Releia o texto acima quantas vezes forem necessárias.

Ah, sim, é bom desde já lembrar (e decorar!) as medidas mais comuns de volume, para não se enroscar em mudanças de unidade:

- A unidade do fabricante de caixas de água:  
um metro cúbico (uma caixa de  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$ ) contém mil litros:  $1\text{m}^3 = 1000\ell$   
Um metro cúbico de água pesa uma tonelada.
- A unidade da enfermeira, para aplicar injeções:  
um centímetro cúbico (uma caixinha de  $1\text{cm} \times 1\text{cm} \times 1\text{cm}$ ) contém um milésimo de um litro:  
 $1\text{cm}^3 = 1\text{m}\ell$   
Um mililitro de água pesa um grama.
- A unidade do pingüço: um litro corresponde a um volume de  $1000\text{cm}^3 = 1000\text{m}\ell$   
Um litro de água pesa um quilo.

*DICA: Enquanto voce estuda, faça desenhos, esquemas à mão livre, e imagine figuras. Não se limite às linhas frias do texto escrito – voce deve animar o texto na sua memória. Se voce não faz isso, as coisas ficam sem significado.*

**PROBLEMA 1:** Quanta energia é necessária para aquecer um tijolo de meio quilo de  $15^\circ\text{C}$  a  $35^\circ\text{C}$ ?

*Resposta: 8,4kJ*

Tabela de calor específico a pressão constante

	$c_p$ [J/gm K]	Molar $C_p$ J/mol K
Ar (típico)	1,0035	29,07
Hidrogênio	14,3	28,8
Nitrogênio	1,040	29,1
Oxigênio	0,918	29,4
asfalto	0,92	...
Aço	0,450	25,1
areia de construção	0,835	...
Aluminio	0,897	24,2
Diamante	0,509	6,12
Grafite	0,710	8,53
Cobre	0,385	24,5
Ouro	0,129	25,4
Chumbo	0,128	26,4
concreto	0,88	...
granito	0,79	...
Prata	0,233	24,9
tijolo	0,84	...
Tungstenio	0,134	24,8
terra (típico)	0,80	...
Zinco	0,387	25,2
Mercurio	0,140	28,0
madeira (típico)	0,42	...
Alcool etilico	2,44	112
água ( $25^\circ\text{C}$ )	4,181	75,3
água ( $100^\circ\text{C}$ ) vapor	2,08	37,5
gêlo ( $0^\circ\text{C}$ )	2,11	38,1
Granito	.790	...
Vidro pyrex	.753	...

**Potência** é a rapidez com que se consome (ou se fornece) energia, e é medida em Watts (W) no SI. 1W de potência significa que 1J de energia foi trocado em 1 segundo:  $1\text{W} = \frac{1\text{J}}{1\text{s}}$ . Joule por segundo é igual a Watt. Uma usina hidrelétrica de 100MW é capaz de fornecer uma energia de cem milhões de Joules a cada segundo. Uma lâmpada de 100W consome 100 Joules a cada segundo.

**PROBLEMA 2:** Uma unidade de energia muito usada na prática é o kWh (quilowatt-hora), que é a quantidade de energia gasta por um aparelho de 1kW ligado por uma hora. Assim, se seu chuveiro tem 5600W e voce toma um banho de meia hora, voce gasta 2,8 kWh de energia. A conta de energia elétrica é especificada segundo a quantidade de energia, em kWh, que voce gastou.

Quanto uma família de cinco pessoas vai pagar pelos banhos, por mês, supondo que cada pessoa toma um banho diário de quinze minutos usando uma ducha de 7500W? Suponha que o preço do quilowatt hora é R\$ 0,38.

*Resposta: R\$ 107,00*

**PROBLEMA 3:** Qual a potência de um chuveiro com vazão de cinco litros por minuto, aquecendo a água de  $15^\circ\text{C}$  a  $42^\circ\text{C}$ ?

*Resposta: 9,4kW*

**PROBLEMA 4:** Se, numa garrafa térmica contendo um quarto de litro de água a  $20^\circ\text{C}$ , colocamos vinte bolinhas de metal (de 30g cada uma) aquecidas a  $90^\circ\text{C}$ , a temperatura final da água na garrafa é de  $27^\circ\text{C}$ . Qual o calor específico do metal?

*Resposta: 0,19J/(g.K)*