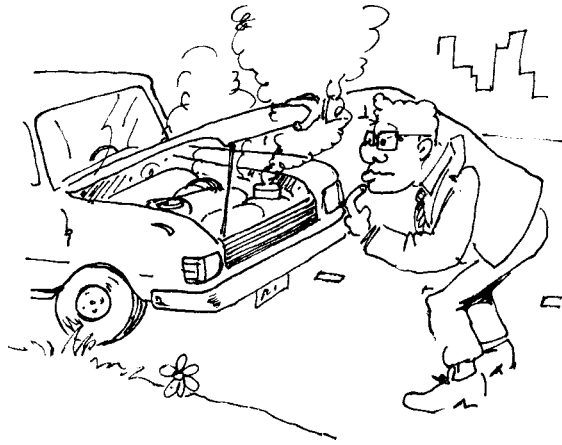


—15—

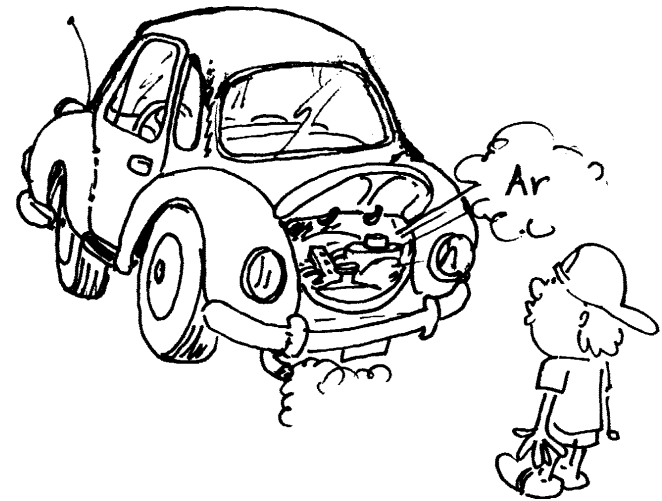
Os materiais e as técnicas

"Fundiu" o motor?
"Queimou" a lâmpada?
"Derreteu" o gelo?
É de ferro fundido?
Mudou de estado?



São necessários cuidados de manutenção na refrigeração e lubrificação para evitar que o carro "ferva" e que o motor funda.

Na fabricação de blocos de motor, de carrocerias de caminhão e de painelas, é necessário que o ferro, o aço e o alumínio estejam derretidos para ser moldados.



Estamos falando de mudança de estado.

15 Os materiais e as técnicas



O que é a chama?

Quando se acende o pavio de uma vela, a parafina (mistura de hidrocarbonetos) próxima a ele se liquefaz e depois se vaporiza. O gás sobe por convecção e reage com o oxigênio do ar, produzindo água e gás carbônico com liberação de energia térmica e luminosa. É isso que constitui a chama.

Nas mudanças de estado sempre ocorrem trocas de calor

No nosso dia-a-dia transformamos água em vapor ao cozinhar e água em gelo em nossa geladeira. A água é uma das raras substâncias que são encontradas na natureza nos três estados físicos: como vapor na atmosfera, líquido nos rios e mares e sólido nas geleiras.

Embora qualquer substância possa ser sólida, líquida ou gasosa, produzir uma mudança de estado em algumas delas não é uma tarefa simples como acontece com a água. Sendo assim, temos de empregar técnicas específicas, como as utilizadas para obter o gás hélio, que só se condensa a baixas temperaturas (-269°C), e mesmo a baixíssimas temperaturas só se solidifica com alterações de pressão.

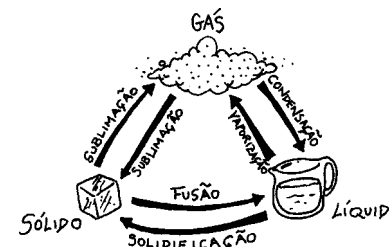
Algumas técnicas como a **fundição**, que consiste no derretimento dos metais para serem moldados, são empregadas com sucesso há bastante tempo e vêm sofrendo atualizações. O ferro e o cobre deixam de ser sólidos, isto é se fundem, a temperaturas de cerca de 1500°C, que são conseguidas em fornos metalúrgicos.

Da mesma maneira que a fusão dos metais é essencial na fabricação de peças de automóveis, carrocerias de caminhão, ferrovias, eletrodomésticos etc., a vaporização da água é o processo físico que garante o funcionamento de uma usina termelétrica. A água aquecida na caldeira vaporiza, e o vapor a alta temperatura e pressão move as pás de uma turbina que gera energia elétrica.

Numa ação corriqueira como a de acender uma vela, produzimos duas mudanças de estado: a fusão e a vaporização da parafina.

No entanto, nem sempre a mudança de estado é desejável. Não queremos, por exemplo, que as lâmpadas de nossa casa se "queimem". O filamento das lâmpadas incandescentes é de tungstênio, que funde à temperatura de 3380°C. Se essa temperatura for atingida pelo filamento, ele se rompe ao fundir, interrompendo o circuito. Também tomamos cuidado com a lubrificação e a refrigeração do motor de nossos carros, evitando assim que o motor funda.

Na fusão (passagem de sólido para líquido) e na vaporização (passagem de líquido para vapor) sempre fornecemos calor às substâncias. Na solidificação (passagem de líquido para sólido) e na condensação (passagem de gás para líquido) sempre retiramos calor das substâncias.



A temperatura em que cada substância muda de estado é uma propriedade característica da substância.

A quantidade de calor necessária para que 1 grama de substância mude de estado é o seu **calor latente**, que também é uma propriedade característica.

Os valores da temperatura de mudança de estado e do calor latente respectivo definem o seu uso na indústria. A tabela 15.1 fornece os pontos de fusão e de ebulição e também o calor latente de fusão e de vaporização de algumas substâncias à pressão atmosférica.

Substância	Fusão		Ebulição	
	T(°C)	L _f (cal/g)	T(°C)	L _v (cal/g)
tungstênio	3380	-	6000	-
ferro	1535	64,4	2800	1515
cobre	1038	51	2582	1290
ouro	1063	15,8	2660	377
zinco	419	28,13	906	-
chumbo	327	5,5	1750	208
estanho	232	14	-	721
enxofre	119	9,1	445	78
água	0	79,71	100	539,6
mercúrio	-39	2,82	356,5	68
metanol	-97	16,4	64,7	262,8
etanol	-114,4	24,9	78,3	204
éter	-116	-	35	89
nitrogênio	-210	6,09	-195,5	47,6
oxigênio	-219	3,3	-182,9	50,9
hidrogênio	-259	13,8	-252,8	108
freon	-	-	-29	38
hélio	-	-	-269	6

Tabela 15.1 - Ponto de fusão e de ebulição das substâncias e os respectivos valores de calor latente

Você pode identificar a temperatura de fusão e de ebulição de uma substância e interpretar o significado do calor latente medindo sua temperatura enquanto lhe fornece calor, até que ela mude de estado.

Derretendo o gelo até ferver!

- Coloque alguns cubos de gelo em uma vasilha que possa depois ser levada à chama de um fogão e deixe-os derreter, medindo a temperatura antes e enquanto os cubos derretem. Não se esqueça de mexer de vez em quando, para manter o equilíbrio térmico.



- Você vai observar que desde o momento em que o gelo começa a derreter até que ele se transforme totalmente no estado líquido, o termômetro marca a mesma temperatura. Anote esse valor.

Mas se o sistema água e gelo continua trocando calor com o ambiente, por que a temperatura não variou?



- Depois da fusão de todo o gelo você vai perceber que o termômetro indica temperaturas mais elevadas. A água está esquentando.

- Coloque a água para aquecer sobre a chama de um fogão. A partir do momento em que a água entra em ebulição, o termômetro se mantém no mesmo nível enquanto houver água na vasilha. Anote essa temperatura.

Por que enquanto a água se transforma em vapor a temperatura não muda, embora ela receba calor?

Você pode ter encontrado um valor diferente de 100°C durante a ebulição da água, pois essa é a temperatura de ebulição quando a pressão é de 1 atmosfera, isto é, ao nível do mar.

Explicar por que a temperatura se mantém constante durante a mudança de estado, entretanto, é mais complexo. Temos de recorrer novamente ao **modelo cinético de matéria**.

Quando se aquece um material sólido, a sua rede cristalina se mantém com as moléculas vibrando mais, ou seja, com maior energia cinética. Se o aquecimento continua, a velocidade das moléculas faz com que elas se afastem a ponto de romper a rede cristalina, o que ocorre na temperatura de fusão do material.

Todo o calor recebido pela substância é utilizado para romper a rede cristalina, por isso ela não tem sua temperatura aumentada. Esse é o **calor latente de fusão**.

Para fundir um objeto de massa m que está à temperatura de fusão, temos de fornecer a ele uma quantidade de calor $Q = mL_f$ onde L_f é o calor latente de fusão.

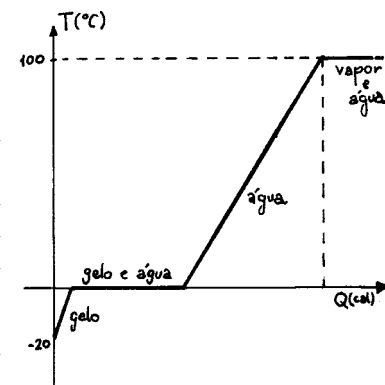
Na ebulição as moléculas do líquido, ao receberem calor, adquirem maior energia cinética e se separam quando atingem a temperatura de ebulição, transformando-se em gás. O **calor latente de vaporização (L_v)** é o calor utilizado para separar as moléculas.

Para vaporizar uma substância de massa m que se encontra na temperatura de vaporização é necessário fornecer-lhe uma quantidade de calor $Q = mL_v$.

Na mudança de estado em sentido contrário, o líquido cede calor ao ambiente (é resfriado) para reorganizar suas moléculas numa rede, tornando-se sólido. Este **processo** é chamado de **solidificação**.

O gás cede calor ao ambiente (é resfriado) para aproximar suas moléculas, liquefazendo-se. Neste caso, o **processo** é chamado de **condensação**.

É possível representar graficamente o aquecimento do gelo até sua vaporização

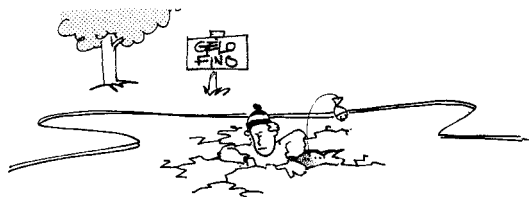


CALCULE A QUANTIDADE DE CALOR NECESSÁRIA PARA VAPORIZAR 200 G DE GELO QUE ESTÁ A -20°C. UTILIZE OS DADOS DAS TABELAS 12.1 E 15.1.

Durante qualquer mudança de estado a temperatura da substância se mantém constante

Um lago gelado

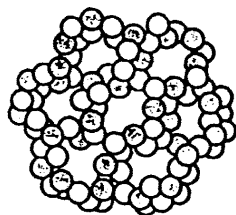
Nos países de inverno rigoroso a superfície de rios e lagos congela.



Abaixo do gelo, entretanto, a água permanece no estado líquido, o que garante a sobrevivência dos peixes. Esse fenômeno está relacionado com um comportamento anômalo da água entre 4°C e o seu ponto de fusão (0°C).

Normalmente as substâncias se dilatam na medida em que recebem calor. A água entretanto se dilata quando **perde calor entre 4°C e 0°C**, isto é, ela se torna menos densa. É por isso que o gelo flutua na água.

As águas da superfície de rios e lagos em contato com o ar frio, nos países de inverno rigoroso, congelam. As moléculas de água, ao formarem a rede cristalina na solidificação (0°C), ficam distantes umas das outras, ocupando um volume maior.



Como as camadas inferiores de água não entraram em contato com o ar frio, elas se mantêm à temperatura de 4°C, por isso são mais densas que o gelo; suas moléculas não sobem, ficam isoladas abaixo do gelo superficial, permanecendo no estado líquido.

É também devido ao fato de o gelo ser menos denso que a água que os *icebergs* flutuam. Além disso, temos de lembrar que essas enormes montanhas de gelo são provenientes dos continentes, arrastadas para o mar no verão (época do degelo), e são constituídas de água doce.

Os *icebergs* flutuam no mar de água salgada (mais densa que a água doce) com 90% do seu volume submerso.

Vidro: líquido ou sólido?

O vidro é fabricado a partir de materiais fundidos de tal modo que não se cristalizam, permanecendo num estado amorfo. É um líquido de viscosidade tão grande que na prática se comporta como um sólido.

A sílica ou quartzo (SiO_2) é uma das raras substâncias que se esfriam depois de fundidas sem formar a rede cristalina. A sílica pura, que se obtém da areia, entretanto é difícil de ser manipulada, porque sua viscosidade é muito elevada e também o seu ponto de fusão bastante alto (1.723°C).

Para baratear o vidro, junta-se soda à sílica, o que diminui o ponto de fusão, e cal (carbonato de cálcio), para tornar o produto insolúvel. Outras substâncias, como óxidos de magnésio, são misturadas para dar ao produto a cor branca. Vidros especiais como o Pirex, que suportam mudanças bruscas de temperatura, têm como ingrediente o ácido bórico, que dá ao produto uma baixa dilatação térmica.

Quanto à técnica de fabricação, o vidro pode ser moldado, laminado e soprado. Na técnica de modelagem a matéria-prima é fundida, colocada em moldes e sofre a injeção de ar comprimido, que depois é extraído: as peças moldadas são recozidas, isto é, aquecidas novamente em fornos especiais para ser resfriadas lentamente, para evitar que se quebrem facilmente. As garrafas e vidros são fabricados por esse processo.

No vidro laminado, a mistura fundida passa entre grandes rolos e é deixada para esfriar, podendo depois ser polida. São os vidros de janelas ou espelhos.

Já a técnica de soprar se constitui numa arte. O artesão sopra uma quantidade de vidro em fusão por um tubo. Forma-se uma bolha à qual ele vai dando forma usando ferramentas especiais. São objetos artísticos como licoreiras, cálices, bibelôs.

