

9

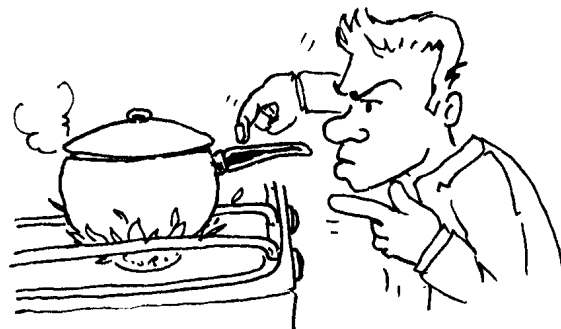
Transportando o calor

Utensílios.

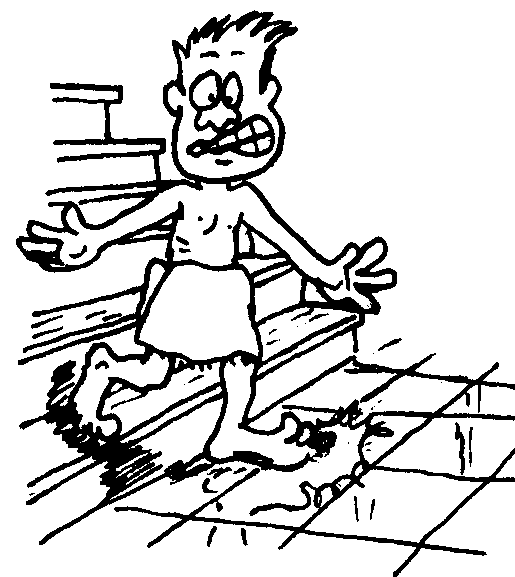
Material de Construção.

Roupas.

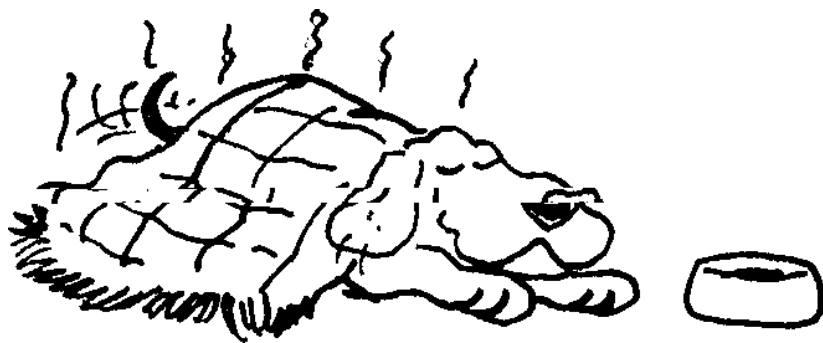
Isolantes ou Condutores?



Por que o cabo de panelas normalmente não é feito de metal?



Por que sentimos um piso de ladrilho mais frio do que um de madeira, apesar de ambos estarem à temperatura ambiente?



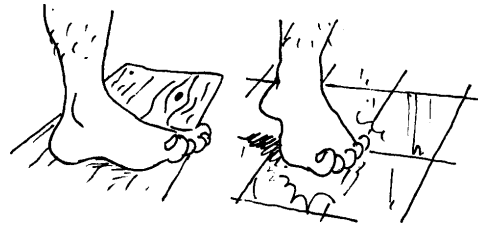
Um cobertor de lã é "quente"?
Ele produz calor?

Tabela 9.1

| Substâncias | Coefficiente de condutividade térmica (cal/s.cm.°C [20°C]) |
|----------------|--|
| ar | $0,006 \times 10^{-3}$ |
| fibra de vidro | $0,0075 \times 10^{-3}$ |
| poliestireno | $0,0075 \times 10^{-3}$ |
| amianto | $0,02 \times 10^{-3}$ |
| madeira | $0,02 \times 10^{-3}$ |
| cortiça | $0,04 \times 10^{-3}$ |
| cerâmica | $0,11 \times 10^{-3}$ |
| água | $0,15 \times 10^{-3}$ |
| concreto | $0,2 \times 10^{-3}$ |
| gelo (a 0°C) | $0,22 \times 10^{-3}$ |
| vidro | $0,25 \times 10^{-3}$ |
| tijolo | $0,3 \times 10^{-3}$ |
| mercúrio | $1,97 \times 10^{-3}$ |
| bismuto | $2,00 \times 10^{-3}$ |
| chumbo | $8,30 \times 10^{-3}$ |
| aço | $11,00 \times 10^{-3}$ |
| ferro | $16,00 \times 10^{-3}$ |
| latão | $26,00 \times 10^{-3}$ |
| alumínio | $49,00 \times 10^{-3}$ |
| antimônio | $55,00 \times 10^{-3}$ |
| ouro | $70,00 \times 10^{-3}$ |
| cobre | $92,00 \times 10^{-3}$ |
| prata | $97,00 \times 10^{-3}$ |

O cabo de panelas geralmente de madeira ou de material plástico (baquelite) permanece a uma temperatura bem menor que a panela aquecida, o que nos permite retirá-la do fogo segurando-a pelo cabo.

Ao tocarmos um piso de madeira, temos a sensação de que este é mais quente que o piso de ladrilho. O pé e o ladrilho trocam calor muito mais rapidamente do que o pé e a madeira. A madeira é um mau condutor de calor. Os maus condutores de calor são chamados de **isolantes térmicos**.



Encontrar o material adequado para um uso específico pode ser uma tarefa simples, como escolher um piso frio para uma casa de praia, ou mais complexa, como definir a matéria-prima das peças de máquinas térmicas.

É importante na escolha de materiais levarmos em conta o seu comportamento em relação à condução térmica. Para isso comparamos esses materiais segundo o seu **coeficiente de condutividade**, que indica quantas calorias de energia térmica são transferidas por segundo, através de 1 cm do material, quando a diferença de temperatura entre as extremidades é de 1°C.

A tabela 9.1 nos permite comparar a condutividade de alguns materiais sólidos. Traz também o coeficiente de um líquido (a água) e de um gás (o ar) com os quais trocamos calor constantemente.

Sendo o coeficiente de condutividade do ar muito baixo, como mostra a tabela, podemos afirmar que o calor quase não se propaga através do ar por condução. Quando sentimos o calor ao colocar a mão abaixo de uma panela

quente, a propagação não poderia ter ocorrido por convecção, pois o ar quente sobe, nem por condução, pois ela é muito pequena, tendo sido portanto irradiado.

A tabela 9.1 nos mostra também que os metais e as ligas metálicas são bons condutores de calor.

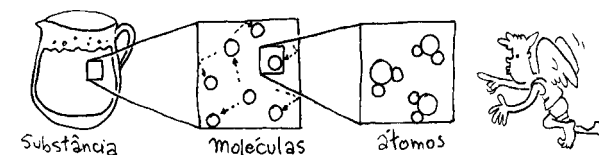
Ser um bom condutor de calor, entre outras propriedades, faz com que o aço, o ferro e o alumínio sejam a matéria-prima das peças de máquinas térmicas, como o motor de carros. Nesses motores a combustão, o calor interno devido à explosão do combustível é muito intensa e deve ser rapidamente transferido para o meio ambiente, para evitar que as peças se dilatem e até mesmo se fundam.

MAS, AFINAL, COMO É QUE ACONTECE A CONDUÇÃO DE CALOR NOS DIVERSOS MATERIAIS? EXISTE UMA DIFERENÇA ENTRE A CONSTITUIÇÃO DO ALUMÍNIO À TEMPERATURA AMBIENTE OU DO ALUMÍNIO AQUECIDO?

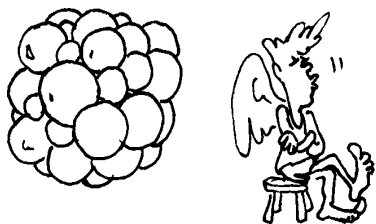
Não podemos ver como as substâncias são constituídas, nem mesmo com microscópios potentes, mas podemos imaginar como elas são fazendo um "modelo" baseado em resultados experimentais.

Como são constituídos os materiais?

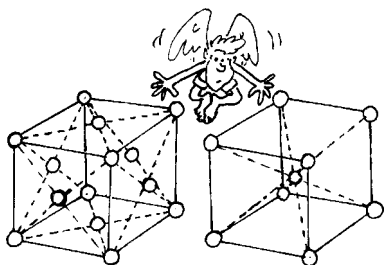
Um modelo proposto pela comunidade científica é o que supõe que todas as substâncias são formadas por pequenas porções iguais chamadas moléculas. As moléculas diferem umas das outras, pois podem ser constituídas por um ou mais átomos iguais ou diferentes entre si.



Cada material é formado por átomos e moléculas que o caracterizam. No caso do alumínio que está no estado sólido, os átomos estão próximos uns dos outros e interagem entre si. Esses átomos não mudam de posição facilmente, e por isso os sólidos mantêm a forma e o volume.

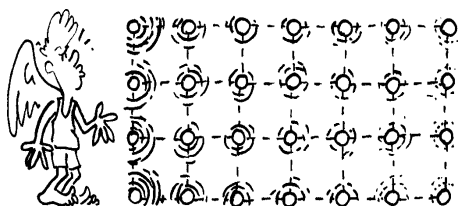


Os átomos do alumínio formam uma estrutura regular chamada de rede cristalina.



Neste modelo de sólido cristalino as moléculas não ficam paradas, e sim oscilam. Essa oscilação é mais ou menos intensa, dependendo da temperatura do material.

Os átomos do alumínio de uma panela aquecida vibram mais do que se estivessem à temperatura ambiente. Os átomos que estão em contato com a chama do fogão adquirem energia cinética extra e vibram mais intensamente, interagem com os átomos vizinhos que, sucessivamente interagem com outros, propagando o calor por toda a extensão da panela. É dessa forma que o nosso modelo explica a propagação do calor por condução.



Em materiais em que as moléculas interagem menos umas com as outras a condução do calor é menos eficiente. É o caso do amianto, da fibra de vidro, da madeira. Veja que isso está de acordo com os valores dos coeficientes de condutividade da tabela 9.1.

Assim como os sólidos, os líquidos e os gases também são formados por moléculas; porém, essas moléculas não formam redes cristalinas. Isso faz com que a propagação do calor nos líquidos e nos gases quase não ocorra por condução.

Num líquido, as moléculas se movimentam mais livremente, restritas a um volume definido, e a sua forma varia com a do recipiente que o contém. Nesse caso, o calor se propaga, predominantemente, através do movimento de moléculas que sobem quando aquecidas e descem quando resfriadas, no processo de convecção.

Nos gases, as moléculas se movimentam ainda mais livremente que nos líquidos, ocupando todo o espaço disponível; não têm forma nem volume definidos. A convecção também é o processo pelo qual o calor se propaga, predominantemente, nos gases.

Escolhendo os materiais

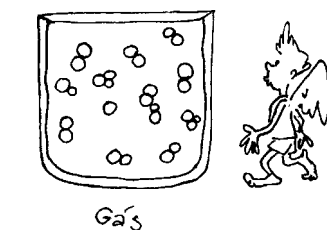
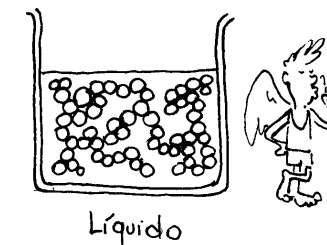
Dependendo das condições climáticas de um lugar, somos levados a escolher um tipo de roupa, de moradia e até da alimentação.

Roupa "quente" ou "fria"? Mas é a roupa que é quente? Uma roupa pode ser fria?

O frio que sentimos no inverno é devido às perdas de calor do nosso corpo para o meio ambiente que está a uma temperatura inferior.

A roupa de lã não produz calor, mas isola termicamente o nosso corpo, pois mantém entre suas fibras uma camada de ar. A lã que tem baixo coeficiente de condutividade térmica diminui o processo de troca de calor entre nós e o ambiente. Esse processo deve ser facilitado no verão, com o uso de roupas leves em ambiente refrigerados.

Nos sólidos a irradiação do calor ocorre simultaneamente à condução



Nos líquidos e nos gases a condução e irradiação de calor também ocorrem simultaneamente à convecção

Em lugares onde o inverno é rigoroso, as paredes são recheadas de material isolante e os encanamentos de água são revestidos de amianto, para evitar perdas de calor por condução e convecção

Trocas de calor

Como trocamos calor com o ambiente?

Apesar de perdermos calor constantemente, o nosso organismo se mantém a uma temperatura por volta de 36,5°C devido à combustão dos alimentos que ingerimos.

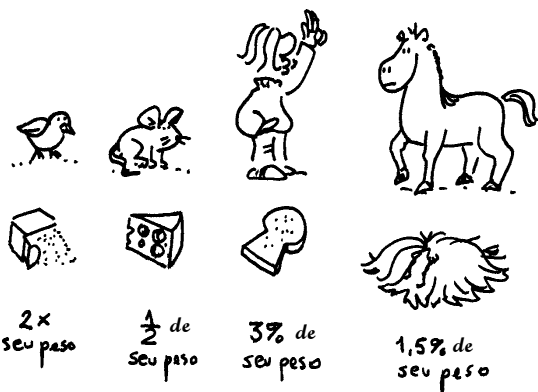
Quanto calor nós perdemos? Como perdemos calor?

Os esportistas sabem que perdemos mais calor, ou seja, gastamos mais energia, quando nos exercitamos.

Um dado comparativo interessante é que quando dormimos perdemos tanto calor quanto o irradiado por uma lâmpada de 100 watts; só para repor essa energia, consumimos diariamente cerca de 1/40 do nosso peso em alimentos.

Você já observou que os passarinhos e os roedores estão sempre comendo?

Por estar em constante movimento, esses animais pequenos necessitam proporcionalmente de mais alimentos que um homem, se levarmos em conta o seu peso.



É pela superfície que um corpo perde calor.

Um animal pequeno tem maior superfície que um de grande porte proporcionalmente ao seu peso, e é por isso que tem necessidade de comer mais.

Não é só a quantidade de alimentos que importa, mas sua qualidade. Alguns alimentos, como o chocolate, por exemplo, por serem mais energéticos, são mais adequados para ser consumidos no inverno, quando perdemos calor mais facilmente.

Trocando calor...

9.1 - Cenas de filmes mostram habitantes de regiões áridas atravessando desertos com roupas compridas de lã e turbantes. Como você explica o uso de roupas "quentes" nesses lugares, onde as temperaturas atingem 50°C?

RESOLUÇÃO:

Em lugares onde a temperatura é maior do que a do corpo humano (36°C) é necessário impedir o fluxo de calor do ambiente para a pele do indivíduo. A lã, que é um bom isolante térmico, retém entre suas fibras uma camada de ar a 36°C e dificulta a troca de calor com o ambiente.

Ao anoitecer a temperatura no deserto cai rapidamente e a roupa de lã protege os viajantes, impedindo o fluxo de calor do corpo para o exterior.

9.2 - Asas-deltas e *paragliders*, conseguem atingir locais mais altos do que o ponto do salto, apesar de não terem motor. O mesmo ocorre com planadores, que, após serem soltos dos aviões rebocadores, podem subir. Como você explica esse fato?

RESOLUÇÃO:

As pessoas experientes que saltam de asas-deltas ou *paragliders* conseguem aproveitar as correntes

ascendentes de ar quente para subir e planar em pontos mais elevados do que o do salto. Para descer procuram as correntes de ar frio, e descem lentamente.

Em todos esses vôos o ângulo de entrada na corrente de convecção do ar, o "ângulo de ataque", determina a suavidade da subida ou do pouso, e até mesmo a segurança do tripulante, no caso de mudanças climáticas bruscas (ventos fortes, chuvas etc.).

9.3 - Geladeiras e fornos normalmente têm a estrutura (carcaça) de chapas metálicas, que são bons condutores de calor. Como elas conseguem "reter" o calor fora da geladeira ou no interior do forno?

RESOLUÇÃO:

Tanto a carcaça de geladeiras como a de fornos são fabricadas com duas paredes recheadas com um material isolante.

Os isolantes térmicos mais eficientes são a lã de vidro e a espuma de poliuretano. Eles evitam que o calor seja conduzido do ambiente para o interior da geladeira. No caso dos fornos, eles impedem as perdas de calor por condução do interior do forno para fora.

9.4 - No livro *No País das Sombras Longas*, Asiatic, uma personagem esquimó, ao entrar pela primeira vez numa cabana feita de troncos de árvores num posto de comércio do Homem Branco, comenta: "Alguma coisa está errada, em relação ao Homem Branco. Por que ele não sabe que um iglu pequeno é mais rápido de ser construído e mais fácil de manter aquecido do que uma casa enorme?". Discuta esse comentário fazendo um paralelo entre os tipos diferentes de habitação. (Obs.: compare os coeficientes de condutividade da madeira, do gelo e do concreto.)