

Gabarito dos Exercícios Programados 8

Antes de fazer os exercícios a seguir assista ao cd-rom “Demonstrações Básicas sobre os conceitos de Física Térmica”.

Questão 1 – Um corpo A, a uma temperatura de 60°C, é colocado em contato térmico com um corpo B, cuja temperatura é de 20°C. Supondo que ambos os corpos estejam termicamente isolados de influências externas,

- a) o que vai ocorrer com a temperatura do corpo A? E com a do corpo B?

Como os corpos estão termicamente isolados do exterior, eles só poderão trocar calor (energia térmica) entre si. Associada a esta troca de energia térmica haverá variação nas temperaturas dos corpos A e B: a temperatura do corpo A irá diminuir enquanto que a temperatura do corpo B aumentará, ficando a temperatura final nalgum valor entre os valores (extremos) 60°C e 20°C. Neste caso, como o corpo A se encontra a uma temperatura maior que a do corpo B, ele cederá espontaneamente calor ao corpo B. Por estarem termicamente isolados do meio exterior, o calor cedido pelo corpo A será absorvido pelo corpo B.

- b) Como se denomina o estado comum que os dois corpos atingem após um certo tempo?

O estado comum que os dois corpos atingem, isto é, o estado onde os dois corpos têm a mesma temperatura, é denominado de Estado de Equilíbrio Térmico.

- c) Quando esse estado é atingido, a temperatura de A é maior, menor ou igual à temperatura de B?

Quando o Estado de Equilíbrio Térmico é atingido, os corpos A e B têm a mesma temperatura.

- d) Se os corpos A e B fossem feitos de mesmo material e tivessem a mesma massa, qual seria a temperatura por eles atingida no estado comum do item b)?

Caso os corpos A e B sejam feitos do mesmo material e tenham a mesma massa, a temperatura atingida por ambos no Estado de Equilíbrio Térmico é de 40°C. Isso pode ser visto experimentalmente ou através da Lei de Conservação de Energia escrita na forma: $Q_A = -Q_B$, onde $Q_A = m_A c_A \Delta T_A$ é o calor cedido pelo corpo A e $Q_B = m_B c_B \Delta T_B$ é o calor absorvido pelo corpo B. O ΔT indica a variação da temperatura!

Para este problema temos:

$$Q_A = -Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta T_A = -m_B c_B \Delta T_B,$$

Onde $\Delta T_A = T_f - 60$ e $\Delta T_B = T_f - 20$. Como os corpos são feitos do mesmo material e têm a mesma massa: $c_A = c_B$ e $m_A = m_B$. Então,

$$\Delta T_A = -\Delta T_B \Rightarrow T_f - 60 = -(T_f - 20) \therefore T_f = 40^\circ\text{C}.$$

Questão 2 – Dois blocos de ferro, A e B, encontram-se às temperaturas $t_A = 200^\circ\text{C}$ e $t_B = 40^\circ\text{C}$. Eles são colocados em contato e, depois de um certo tempo, atingem a temperatura de equilíbrio $t_E = 120^\circ\text{C}$. As três afirmativas seguintes foram feitas por um estudante para descrever o que ocorreu. Qual delas é a correta?

- a) Houve uma diminuição na quantidade de calor do corpo A e um aumento na quantidade de calor do corpo B.

Esta afirmativa está errada, pois o calor é uma maneira de se trocar energia. O calor não é uma quantidade que o corpo tenha como se fosse uma variável de estado como, por exemplo, a temperatura, o volume, a energia interna... O que houve foi uma diminuição da energia interna do corpo A e um aumento equivalente da energia interna do corpo B.

O calor está associado ao trabalho microscópico realizado sobre o sistema. Também, o calor não está associado a deslocamentos macroscópicos das fronteiras do sistema.

- b) Houve uma transferência de calor do corpo A para o corpo B.

Esta alternativa está correta.

- c) Houve uma transferência de calor do corpo B para o corpo A.

Como a transferência de calor se dá, espontaneamente, do corpo que está mais quente para o corpo que está mais frio, a alternativa (c) também está errada.

Suponha, agora, que uma quantidade de calor $Q = 1000$ cal tenha sido transferida durante a interação térmica entre os corpos A e B.

- d) A energia interna do corpo A aumentou ou diminuiu? De quanto?

A energia interna do corpo A diminuiu de 1000 cal.

- e) E a do corpo B?

Como toda energia cedida pelo corpo A foi absorvida pelo corpo B, este teve um aumento de 1000 cal na sua energia interna.

- f) Expresse, em joules, a variação de energia experimentada por A e B. Considere que $1 \text{ cal} = 4,2$ Joule.

$$1000 \text{ cal} = 1000 \times 4,2 = 4200 \text{ J}$$

Questão 3 – Questões relativas a um Sistema Termodinâmico.

- a) De que é constituído um sistema termodinâmico?

Um sistema termodinâmico é constituído por qualquer quantidade de matéria contida em uma superfície fechada. Esta superfície pode ser real ou imaginária.

- b) O que vem a ser fronteira e meio exterior quando nos referimos a um sistema termodinâmico?

Uma fronteira é qualquer superfície fechada (real ou imaginária) que delimita uma certa quantidade de matéria: o sistema termodinâmico. Estando o sistema propriamente dito encerrado dentro da fronteira, todo o resto é considerado meio exterior.

c) Qual a diferença entre as fronteiras diatérmica e adiatérmica?

Lembrando: calor é um fluxo de energia.

Fronteira diatérmica é aquela que permite a passagem de calor. A fronteira adiatérmica não permite tal passagem.

d) O que você entende por Calor e por Temperatura Absoluta?

Calor é o trabalho microscópico realizado sobre o sistema. Ele não está associado a deslocamentos macroscópicos das fronteiras do sistema.

A Temperatura Absoluta está associada à energia interna do sistema. Quando o sistema é um gás ideal, a energia interna é a soma das energias cinéticas médias das moléculas que o compõem. No gás ideal, a interação entre as partículas que o compõe é desprezada. Quando o sistema é um líquido ou um sólido, a Temperatura Absoluta continua dependendo da energia interna; todavia, ela também depende da distribuição média dessa energia entre os átomos ou moléculas, pois a interação entre tais partículas não pode ser desprezada.

e) O que enuncia a Lei Zero da Termodinâmica?

A lei Zero da Termodinâmica diz que se um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo C, e um outro corpo B também está em equilíbrio térmico com C, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si.

f) Quando é que um sistema está em Equilíbrio Termodinâmico?

Um sistema está em Equilíbrio Termodinâmico quando não ocorre nenhuma mudança nos seus estados de equilíbrio mecânico, químico e térmico. No equilíbrio mecânico, não existe movimento de massa no interior do sistema nem através da sua fronteira. No equilíbrio químico, não existe reação química. No equilíbrio térmico, não existe fluxo de calor no interior do sistema nem através da sua fronteira. No Equilíbrio Termodinâmico, as variáveis macroscópicas (massa, volume, pressão, temperatura...) não variam com o tempo.

g) Dentro da termodinâmica, cite exemplos de grandezas intensivas e extensivas.

Um sistema pode ser dividido em várias partes ou subsistemas.

Grandezas intensivas são aquelas que têm seus valores independentes do tamanho do subsistema. Exemplos: Temperatura, Pressão, Densidade...

Grandezas Extensivas são aquelas que têm seus valores dependendo do tamanho do subsistema. Exemplos: Volume, Massa, Energia Cinética...

Questão 4 - Um recipiente, com volume inicial $V_0 = 100 \text{ cm}^3$, está completamente cheio de glicerina à temperatura de 20°C . Aquecendo-se o conjunto até 50°C , verifica-se que entorna $1,5 \text{ cm}^3$ de glicerina.

Dado : Tabela com alguns coeficientes de dilatação volumétrica.

Coeficiente de dilatação volumétrica	
Substância	γ (por °C ou °C ⁻¹)
Álcool	0,0007
Glicerina	0,0005
Mercúrio	0,0002
Petróleo	0,0009

- a) Qual foi a dilatação aparente da glicerina?

Os líquidos estão sempre contidos em recipientes que também se dilatam quando sujeitos a variações de temperatura. Assim, o que se observa é a dilatação aparente do líquido contido num recipiente que também se dilata. A variação no volume do líquido não representa, portanto, a dilatação real do líquido, mas sim a diferença entre esta e a dilatação do recipiente. A esta variação de volume damos o nome de dilatação aparente.

Assim sendo, a dilatação aparente da glicerina foi de 1,5 cm³. Este foi o volume de glicerina entornado.

- b) Consultando a Tabela, calcule a dilatação real sofrida pela glicerina.

A expressão para o cálculo da dilatação real é $\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$, onde γ é o coeficiente de dilatação volumétrica da substância, V_0 é o volume inicial ocupado pela substância e ΔT é a variação de temperatura que a substância foi submetida: $\Delta T = T - T_0$; T é a temperatura final e T_0 a temperatura inicial na qual a substância se encontrava.

De acordo com os dados, temos:

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T = 0,0005 \times 100 \times (50 - 20)$$
$$\Delta V = 1,5 \text{ cm}^3$$

Ou seja, a dilatação real da glicerina foi de 1,5 cm³.

- c) Então, qual foi a dilatação volumétrica do recipiente?

Como as dilatações real e aparente da glicerina são iguais, não houve variação volumétrica do recipiente.

- d) Qual o valor do coeficiente de dilatação do material de que é feito o recipiente?

Como não houve variação volumétrica do recipiente que contém a glicerina, o coeficiente de dilatação deste recipiente é zero.

- e) Qual seria a dilatação aparente da glicerina se o coeficiente de dilatação volumétrica da glicerina fosse igual ao coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente?

Como o coeficiente de dilatação aparente está dado por:

$$\gamma_{\text{aparente}} = \gamma_{\text{líquido}} - \gamma_{\text{recipiente}},$$

a dilatação aparente da glicerina seria zero.

- f) O que seria observado se o coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente fosse maior que o da glicerina?

O nível da glicerina ficaria abaixo da extremidade superior do recipiente que contém a glicerina.