

CAPÍTULO

B1

MATÉRIA, SEUS ESTADOS E TRANSFORMAÇÕES

Precipitação
Chuva, Neve, Nevoeiro e Granizo

Derretimento
da neve

Deposição
Neve e Gelo

Infiltração

Lago

Fluxo na
superfície

PARA COMPLETAR

- OS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA - PÁG. 56
- TEMPERATURAS DURANTE AS MUDANÇAS DE FASES - PÁG. 64
- CURVAS DE AQUECIMENTO - PÁG. 67
- DIAGRAMA DE FASES - PÁG. 71

PALAVRAS-CHAVE



Diane Labombarbe / Getty Images

A água presente no planeta Terra faz parte de um dinâmico ciclo natural que existe há bilhões de anos. Nesse ciclo infinito, a água sofre transformações, apresentando-se de diversas formas: ora líquida, ora sólida, ora gasosa. Esse ciclo é essencial para a vida na Terra.

Há circulação de água entre os oceanos, a atmosfera e a terra e, para realizar todas essas transformações, é necessária a absorção ou a liberação de energia. A evaporação dos oceanos e a evapotranspiração que ocorre nos continentes são exemplos de processos importantes do ciclo hidrológico, que requerem energia para ocorrer. A fonte dessa energia é o Sol.

A compreensão de como ocorrem as transformações de estado físico, bem como as energias envolvidas nesses processos, é o que estudaremos neste capítulo.

PRECISO REVER OS EXERCÍCIOS:

TÓPICOS E EXERCÍCIOS

- ✓ FÁCIL: CONSEGUI INTERPRETAR SEM DIFICULDADES.
- ⚪ MÉDIO: PRECISEI CONSULTAR ALGUM MATERIAL.
- ✗ DIFÍCIL: PRECISEI DA AJUDA DE UM(A) COLEGA E / OU PROFESSOR(A).

1. Os estados físicos da matéria

1.1. Como a matéria pode se apresentar na natureza

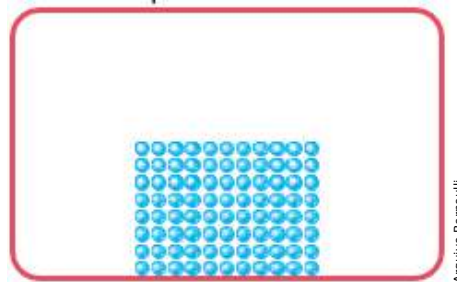
Na natureza, a matéria pode se apresentar em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso.

No estado sólido, as partículas (átomos ou aglomerados de átomos) estão bem próximas umas das outras, não havendo muito espaço para a movimentação. As partículas, quando nesse estado, possuem baixa energia de movimentação (energia cinética), ou seja, conseguem vibrar um pouco. Observe que, se você mudar um bloco de madeira de um lugar para outro, ele continuará com a mesma forma e o mesmo volume que tinha antes. Por isso, dizemos que no estado sólido a matéria possui forma e volume definidos. A compressibilidade de um sólido, que é a capacidade de um material diminuir seu volume sob a ação de uma força, é muito reduzida. Você já pensou como seria se tentássemos reduzir o volume de um bloco de madeira?

No estado líquido, as partículas estão um pouquinho mais afastadas e possuem mais movimentação, se comparadas com o estado sólido. Daí o líquido possuir forma variada, pois as partículas podem deslizar umas sobre as outras. O volume do líquido, porém, é definido, porque as partículas que o formam estão ainda ligadas por forças de coesão que não permitem que elas se afastem muito umas das outras. Logo, os líquidos também não podem ser comprimidos. As partículas nesse estado possuem energia cinética intermediária entre as partículas dos estados sólido e gasoso.

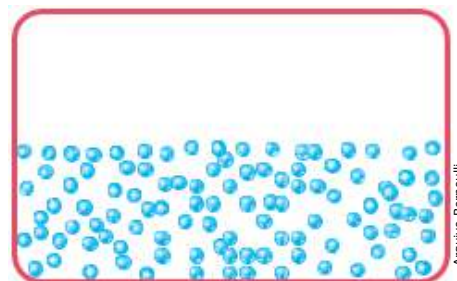
O estado gasoso é bastante diferente dos demais, possuindo forma e volume variáveis. Os gases adquirem a forma e o volume do recipiente que os contém. Suas partículas estão afastadas e possuem grande movimentação. Os gases são compressíveis porque suas partículas estão distantes umas das outras e podem ser aproximadas quando sob ação de uma força. As partículas nesse estado possuem alta energia de movimentação (energia cinética).

Se compararmos os três estados físicos em relação ao grau de desordem de suas partículas, teremos o estado sólido com o menor grau de desordem, o estado gasoso com o maior grau de desordem, e o estado líquido com grau de desordem intermediário. Dessa forma, podemos dizer, resumidamente, que o que diferencia os estados sólido, líquido e gasoso é a organização das partículas que os constituem, se elas estão mais próximas e organizadas ou mais afastadas e desorganizadas.



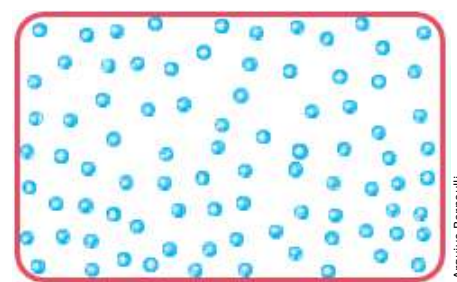
Arquivo Bernoulli

Figura 1. Esquema representativo da organização das partículas no estado sólido.



Arquivo Bernoulli

Figura 2. Esquema representativo da organização das partículas no estado líquido.



Arquivo Bernoulli

Figura 3. Esquema representativo da organização das partículas no estado gasoso.



1.2. Interconvertendo um estado físico em outro

Quando um material tem seu estado físico modificado, dizemos que ocorreu uma mudança de estado. Os três estados físicos podem ser convertidos uns nos outros simplesmente aquecendo-os ou resfriando-os ou, ainda, em algumas situações, alterando a pressão do sistema.

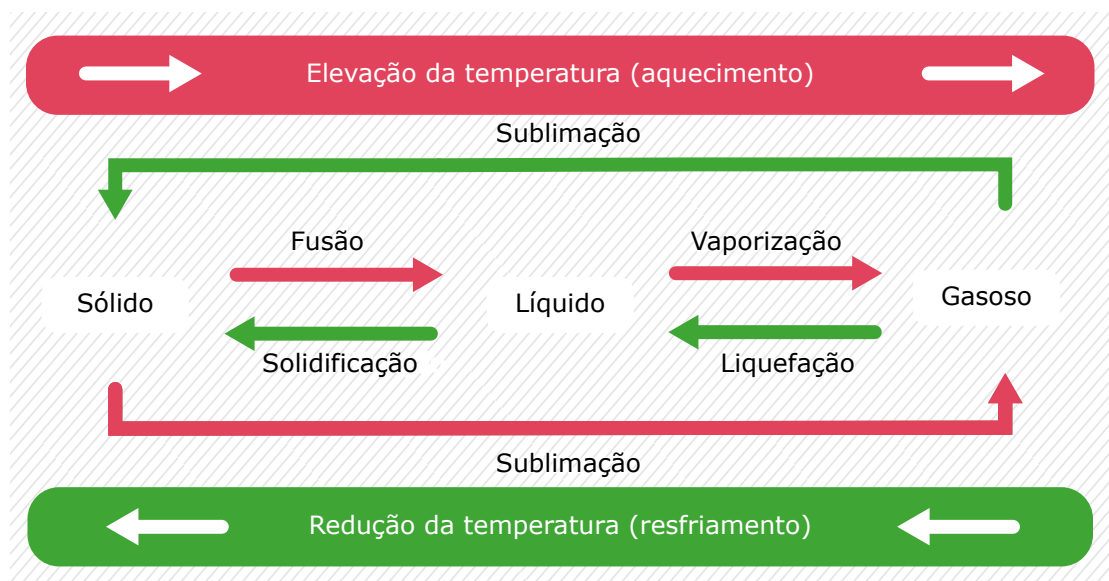


Figura 4. Mudanças de estado físico.

As transformações dos estados físicos recebem denominações específicas. São elas:

- **Fusão** ⇒ As partículas de um material no estado sólido estão unidas por forças de coesão bastante fortes. Vimos que mesmo no estado sólido as partículas vibram, mas esse movimento não é suficiente para causar alguma perturbação na estrutura do sólido. À medida que o material é aquecido, as partículas ganham energia e começam a vibrar mais rapidamente, enfraquecendo as forças de coesão e permitindo que as partículas comecem a se afastar umas das outras. Quanto mais energia elas ganham, mais vibram, e chegará um momento em que elas se libertarão da estrutura rígida e conseguirão se mover umas sobre as outras. Nesse ponto, o material sólido começa a derreter (sofrer fusão). Mas é bom observar que nada mudou na estrutura das partículas, elas apenas estão com mais energia. A temperatura na qual os materiais fundem é chamada de temperatura de fusão ou ponto de fusão.

Um fenômeno muito comum e bastante observável é a fusão do gelo. Embora não vejamos nenhuma fonte de calor próxima, o gelo derrete mesmo assim. Então, de onde vem a energia que faz o gelo derreter?

Nesse caso, a energia vem do ar que circunda o gelo. Quando o ar possuir temperatura maior que a temperatura do gelo, haverá transferência de calor do ar para o gelo. Consequentemente, ocorre a fusão. É importante entender que, por transferir parte da sua energia para o gelo, o ar se torna mais frio.

É o que acontece, por exemplo, quando aquele delicioso sorvete derrete em um dia quente. De um modo geral, os sorvetes contêm grande quantidade de gorduras em sua composição.

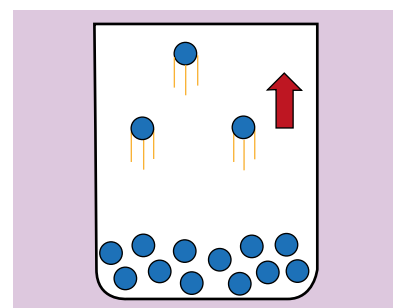
Quanto maior a quantidade de gordura presente, mais facilmente o sorvete derrete, pois as gorduras apresentam baixa temperatura de fusão. Já os picolés de frutas, que são feitos à base de água, demoram um pouco mais para sofrer fusão.

Apesar de a maioria dos materiais sólidos possuírem ponto de fusão definidos, alguns não sofrem fusão quando aquecidos. O papel, por exemplo, queima ao ser aquecido e se decompõe, mas não funde.



100 / Getty Images

Figura 5. O material de que é feito o sorvete retira energia do ar circundante. Essa energia é utilizada para afastar as partículas que formam o sorvete e, então, ele derrete.



Arquivo Bernoulli

- **Evaporação** \Rightarrow processo natural, lento e espontâneo que ocorre à temperatura ambiente, a qual é bem menor que a temperatura de ebulição. As partículas que constituem um material no estado líquido possuem energia maior que as do estado sólido, e isso faz com que elas vibrem mais. Mas nem todas as partículas possuem a mesma energia. Algumas possuem mais energia que outras. Essas partículas que possuem mais energia conseguem escapar da superfície do líquido, na forma de gás ou vapor. Observe que, quando a temperatura aumenta, a taxa de evaporação aumenta também. Isso ocorre porque mais partículas estarão com energia suficiente, por causa do aquecimento.

Figura 6. Partículas de um material escapando da fase líquida.

A evaporação é auxiliada por condições do vento, que ajuda a remover as partículas de vapor do líquido que estão na superfície. As roupas, quando estão no varal, secam porque a energia do ambiente é transferida para as moléculas de água que, assim, conseguem romper as forças atrativas que as mantêm unidas. Dessa forma, elas escapam para o ar em forma de vapor de água.



marionland / Getty Images

Figura 7. Roupas secando no varal. Elas irão secar mais rapidamente se o dia estiver ensolarado e ventando.



- **Ebulição** \Rightarrow é um processo rápido e, normalmente, não espontâneo quando ocorre à pressão ambiente. Quando um líquido é aquecido, as partículas desse líquido ganham energia e vibram com mais intensidade. Inicialmente, as partículas mais energéticas escapam da superfície do líquido. Mas, após certo tempo de aquecimento, a evaporação passa a ocorrer em toda a extensão do líquido. Bolhas de vapor se formam no líquido e sobem à superfície, onde se desmancham, e esse fenômeno indica que a ebulição está ocorrendo. Quando um líquido ferve, as partículas devem ter energia suficiente para se libertarem e se difundirem no ar circundante.



jacktherabbit / Getty Images

Figura 8. A presença de bolhas durante o aquecimento da água indica ebulição.

Há duas diferenças básicas entre evaporação e ebulição:

1. A evaporação ocorre apenas na superfície do líquido, enquanto a ebulição pode ocorrer em todo o líquido. Na ebulição, a mudança de estado ocorre em qualquer ponto do líquido onde as bolhas se formam.
 2. A evaporação pode ocorrer em qualquer temperatura, enquanto a ebulição ocorre apenas no ponto de ebulição desse líquido. O ponto de ebulição depende da pressão. Quanto maior a pressão externa (atmosférica) sobre a superfície do líquido, mais energia as moléculas de água necessitarão para poderem escapar em forma de vapor. Por essa razão, quanto maior a pressão externa, maior a temperatura de ebulição.
- **Calefação** \Rightarrow é o processo de ebulição realizado sob aquecimento excessivo. Ele ocorre instantaneamente. Nesse processo, uma pequena quantidade de líquido entra em contato com uma superfície superaquecida, e a transmissão de calor é tão rápida que a superfície atinge a temperatura de ebulição antes que o interior do líquido se aqueça. Isso provoca a passagem muito rápida do líquido para o estado gasoso. Ocorre quando uma gota-d'água é jogada em uma panela muito quente, por exemplo.



Wikipédia / Domínio Público

Figura 9. Exemplo de calefação, quando um pouco de água derrama sobre o fogão aquecido.

- **Sublimação** \Rightarrow é a passagem de um material da fase sólida diretamente para a fase de vapor, sem passar pela fase líquida. O processo inverso, a passagem da fase vapor para a fase sólida, também é denominada sublimação ou ressublimação.

Você já sabe que a pressão atmosférica tem influência nas mudanças de estados físicos dos materiais. Na sublimação, a pressão atmosférica não é suficiente para manter as partículas na fase líquida. Assim, elas passam diretamente para a fase de vapor.

Um exemplo muito comum de sublimação é o gelo seco, que é formado por gás carbônico. Quando colocamos o gelo seco num recipiente à temperatura ambiente ele se torna gás. Outros exemplos comuns de sublimação são a naftalina e o iodo.



Instantis / Getty Images

Figura 10. O gelo seco não derrete, sublima, ou seja, passa diretamente da fase sólida para a fase gasosa.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



RESOLUÇÕES NO
Bernoulli Play

ENTENDI

01. **EXPLIQUE**, sucintamente, as principais características dos estados físicos da matéria.
02. Duas donas de casa, em cidades diferentes, colocaram as roupas que lavaram no varal para secar. Em uma das cidades o dia estava quente, e na outra o dia estava frio. Em qual das duas cidades a roupa secará mais rapidamente? **JUSTIFIQUE**.
03. **CITE** duas diferenças entre evaporação e ebulição.
04. Quais fatores têm influência sobre a evaporação da água?
05. **EXPLIQUE** por que quanto maior a altitude, menor a temperatura de ebulição.



Você sabe a diferença entre gás e vapor?

Existem algumas diferenças, mas neste momento vamos nos preocupar apenas com uma delas. Quando materiais, que naturalmente são líquidos à temperatura ambiente, mudam de estado físico quando recebem energia, dizemos que se tornou vapor. Por exemplo, quando aquecemos água e ela muda de fase, dizemos que houve a formação de vapor de água. Materiais que não são sólidos nem líquidos à temperatura ambiente, chamamos de gás. Assim, temos o gás oxigênio, o gás nitrogênio, o gás carbônico, etc.

As transformações de estado físico sofridas por vapores ou gases são:

- **Condensação** \Rightarrow ocorre quando há resfriamento do material no estado de vapor. Se o material perde energia, suas partículas perdem energia também, diminuindo suas vibrações e tendendo a se aproximar umas das outras e formar o líquido. A energia que o líquido absorveu para se tornar vapor, agora é liberada para o meio.

Esse é o processo de formação das nuvens. Veja como ocorre: o vapor de água sobe para a atmosfera e vai se misturando a materiais particulados que existem no ar como poeira, fuligem e outros. À medida que sobe, a temperatura circundante diminui e esse vapor se transforma em minúsculas partículas de água, fenômeno chamado condensação. Após a condensação, o tamanho das gotas de água na atmosfera aumenta, porque mais e mais partículas de água se chocam e se juntam. Assim, as correntes de ar que sustentam as partículas de água na atmosfera não suportam o seu peso e ocorre a precipitação sob a forma de chuva. É interessante saber também que nas nuvens pode haver água nos três estados físicos.

Por que as partículas de poeira e fuligem são tão importantes para a formação de chuva? Porque elas servem como um núcleo em torno do qual as partículas de água vão se juntar. É por essa razão que a água da chuva nem sempre é pura. Dependendo dos materiais que estavam na atmosfera, a água da chuva pode conter inúmeras impurezas.

Você já observou que, se deixarmos um copo de água com gelo sobre uma mesa, em poucos segundos aparecem gotas de água na superfície do copo? Essa água é proveniente da atmosfera: o vapor de água trocou energia com o copo frio e se condensou.



Jonathan Austin Daniels / Getty Images

Figura 11. As gotas de água fora do copo são o resultado da condensação da água que estava no ar atmosférico.

PARA REFLETIR



Se colocarmos gelo seco (gás carbônico sólido) em uma taça com água, vemos a formação de uma fumaça branca. Se vapor de água e gases presentes na atmosfera não são visíveis, de que é constituída a “fumaça branca” que vemos na figura?



Rath / Getty Images

TÁ NA MÍDIA

Você sabia que é possível fazer chuva artificial? Assista a este vídeo e entenda o processo.



- **Liquefação** \Rightarrow é a mudança de estado que o gás sofre para se tornar líquido. Essa transformação é bastante utilizada para o transporte de gases, realizados em caminhões. Os gases são confinados em botijões sob pressão e se tornam líquidos, o que facilita a distribuição e o fornecimento de gases para hospitais, empresas e até mesmo para nossas casas.
- **Solidificação** \Rightarrow A solidificação ocorre quando um material muda da fase líquida para a fase sólida. No estado líquido, as partículas possuem energia cinética suficiente para se movimentarem próximas umas das outras. Quando ocorre uma queda na temperatura, as partículas perdem parte de sua energia cinética e se unem. Gradualmente, as partículas assumem uma posição fixa, fazendo com que a substância tome forma e se torne um sólido. Essa é a transformação de estado que permite o preparo de picolés.



Merinka / Getty Images

Observe que, durante as mudanças de fase, alterações de energia estão envolvidas. Se fornecermos energia suficiente para um material no estado sólido, ele se torna líquido e, se continuarmos fornecendo energia, ele vaporiza e pode se tornar vapor ou gás. Essas transformações caracterizam processos **endotérmicos**. O contrário também ocorre. Se retirarmos energia do vapor, ele se torna líquido e, se continuarmos retirando energia, o líquido se torna sólido. Esses processos são **exotérmicos**.

Figura 12. A solidificação de picolés.

Então, se a cada fornecimento de energia a substância passa de um estado de menor agitação das partículas para um de maior agitação, o que ocorre se um gás receber energia?

Segundo alguns físicos, o plasma é o quarto estado da matéria, e apesar de não ser comum em nosso cotidiano como os demais estados físicos, prevalece no universo como um todo. Ele é conseguido quando um gás é aquecido até atingir uma temperatura tão elevada que os elétrons que fazem parte do átomo sejam arrancados. Dessa forma, tem-se um gás eletrizado. O sol é uma bola de plasma quente. A aurora boreal e os relâmpagos também são exemplos de plasma.

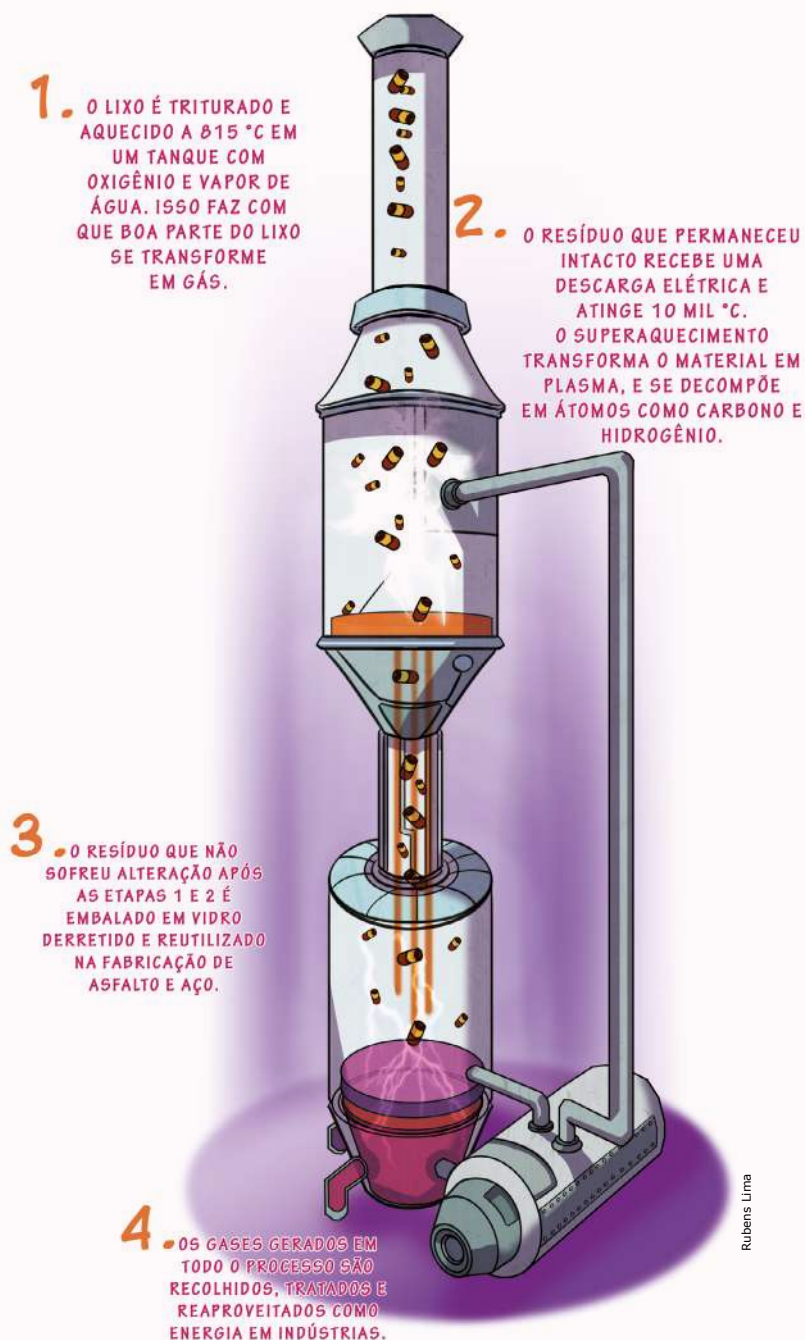


PARA SABER MAIS



Aterro usa plasma para transformar o lixo em energia

Um aterro localizado nos EUA utiliza uma técnica inovadora no tratamento do lixo – em vez de queimado, ele é superaquecido. Os gases gerados nesse processo são reutilizados em indústrias. O único porém desse processo é o elevado custo, pois ele é cerca de quatro vezes mais caro que o convencional. Você considera uma boa alternativa para garantir um mundo mais sustentável?



TÁ NA MÍDIA

Acesse este QR Code e descubra mais sobre o plasma, sua constituição e suas aplicações.



EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



RESOLUÇÕES NO
Bernoulli Play

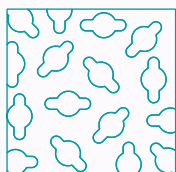
ENTENDI

06. No ar atmosférico, além de gases, há vapor de água, que é invisível. **PROPONHA** um método que permita verificar a existência de água no ar.

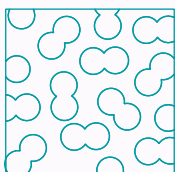
07. As figuras a seguir mostram, hipoteticamente, moléculas ampliadas inúmeras vezes. Observe atentamente as figuras e responda:



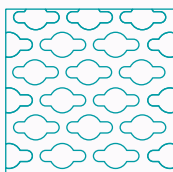
A



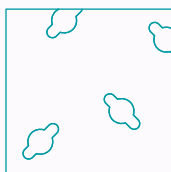
B



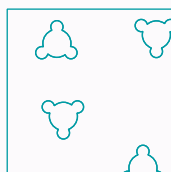
C



D



E



Qual é o estado físico das substâncias em cada situação?

08. Em cada uma das situações a seguir, **INDIQUE** o nome da mudança de estado que ocorre:

- A) O desaparecimento de uma bolinha de naftalina no interior de um armário.
- B) A chuva em dia quente e úmido.
- C) A formação de gelo dentro do *freezer*.

2. Temperaturas durante as mudanças de fases

As transformações de estados físicos, como visto anteriormente, dependem da variação da temperatura e da pressão. A fusão e a ebulição (assim como a solidificação e a condensação) ocorrem em faixas de temperaturas específicas, variando de acordo com a substância que sofre tal mudança de estado e com a pressão em que a substância está submetida.

2.1. Temperatura de fusão (T.F.)

É a temperatura em que uma amostra passa do estado sólido para o estado líquido. Essa temperatura depende da altitude e, consequentemente, da pressão do local onde ocorre a fusão. Por exemplo: ao nível do mar, a água entra em fusão a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, e em Belo Horizonte, a $-0,12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Isso ocorre porque Belo Horizonte está situada acima do nível do mar.

Quando aquecemos um material sólido, suas partículas estão recebendo energia térmica, o que aumenta a distância média entre elas, diminuindo as forças atrativas que as mantêm coesas. Em um dado momento, o acréscimo de energia térmica fornece energia cinética suficiente para que algumas partículas, ao se movimentarem, consigam romper as forças atrativas que as partículas vizinhas exercem sobre elas e comecem a deslizar umas sobre as outras, o que caracteriza o estado líquido. A temperatura em que isso ocorre é denominada temperatura de fusão ou ponto de fusão. Para uma substância, essa temperatura é constante.



A temperatura de fusão não depende da massa do material que está sendo aquecido. Ou seja, se tivermos duas barras de ouro, uma com 10 g e outra com 20 g, as duas entrarão em fusão quando a temperatura for de 1 064 °C, ao nível do mar, apesar de a primeira barra apresentar metade da massa de ouro da segunda. Nesse caso, o que será diferente é o tempo que cada uma levará para fundir, caso elas recebam energia térmica da mesma fonte. A barra de 10 g fundirá mais rápido do que a barra de 20 g de ouro.

2.2. Temperatura de ebulição (T.E.)

É a temperatura em que uma amostra passa do estado líquido para o estado gasoso ou vapor. Essa temperatura depende da altitude e, conseqüentemente, da pressão atmosférica no local em que ocorre a ebulição. Por exemplo: ao nível do mar, a água entra em ebulição a 100 °C; já em Belo Horizonte, que está 900 m acima do nível do mar, ela entra em ebulição a 98,5 °C.

Quando aquecemos um material líquido, suas partículas estão recebendo energia térmica, o que aumenta a distância média entre elas e diminui as forças atrativas que as mantêm coesas. Em um dado momento, o acréscimo de energia térmica fornece energia cinética suficiente para que algumas partículas, que se encontram no interior do líquido, ao se movimentarem, consigam romper as interações atrativas que as partículas vizinhas exercem sobre elas e formem bolhas, o que caracteriza o processo de ebulição. A temperatura em que isso ocorre é denominada temperatura de ebulição ou ponto de ebulição. Para uma substância, essa temperatura é constante.

Da mesma forma que a temperatura de fusão, a temperatura de ebulição não depende da massa do material que está sendo aquecido. Ou seja, duas amostras de uma mesma substância, com massas diferentes, entrarão em ebulição à mesma temperatura, mas a que possuir a menor massa atingirá a temperatura de ebulição mais rapidamente, caso elas recebam energia térmica da mesma fonte.

Conhecendo as temperaturas de fusão e de ebulição de uma substância, podemos prever o estado físico de uma amostra dessa substância em temperatura ambiente ou em qualquer outra temperatura.

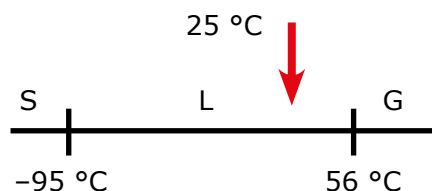
Chamando a temperatura ambiente de T.A., o raciocínio que devemos utilizar é o seguinte:

$$T.A. < T.F. < T.E. \Rightarrow \text{sólido}$$

$$T.F. < T.A. < T.E. \Rightarrow \text{líquido}$$

$$T.F. < T.E. < T.A. \Rightarrow \text{gasoso}$$

A acetona, um solvente químico bastante utilizado para a remoção de esmaltes, possui ponto de fusão -95 °C e ponto de ebulição 56 °C. Se desejarmos saber qual é o estado físico desse solvente a 25 °C, podemos construir o seguinte esquema:



Quando a temperatura for 25 °C, a acetona se apresentará no estado líquido.

O butano, um dos constituintes do gás de cozinha, possui ponto de fusão $-138\text{ }^{\circ}\text{C}$ e ponto de ebulição $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Quando a temperatura for $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, o butano se apresentará no estado gasoso.

Na tabela a seguir são informadas as temperaturas de fusão e ebulição de diversas substâncias e seus estados físicos à temperatura ambiente, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Substância	Temperatura de fusão	Temperatura de ebulição	Estado físico a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Ácido sulfúrico	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$338\text{ }^{\circ}\text{C}$	Líquido
Cloro	$-101\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-35\text{ }^{\circ}\text{C}$	Gás
Ferro	$1\,540\text{ }^{\circ}\text{C}$	$2\,800\text{ }^{\circ}\text{C}$	Sólido
Butano	$-138,3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Gás

■ Tabela 1. Ponto de fusão e ponto de ebulição de algumas substâncias e o estado físico a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.1. Pressão *versus* Temperatura de ebulição

Você sabe o que impede a água que está em um copo aberto de evaporar total e rapidamente?

As partículas que constituem a água líquida que estão em um copo precisam de energia para quebrar as forças de coesão que as mantêm próximas e vencer a pressão externa que é exercida sobre elas, transformando-se em vapor.

Algumas dessas partículas de líquido possuem energia suficiente e conseguem escapar na forma de vapor, porque vencem a pressão externa que é feita sobre a superfície do líquido. Quanto maior a pressão exercida sobre a superfície, maior será a energia que as partículas deverão possuir para a mudança de fase. Da mesma forma, quanto menor a pressão exercida, menor será a energia que as partículas precisarão e mais facilmente ocorrerá o escape delas.

As partículas conseguem energia por aquecimento. Assim, se a pressão exercida sobre a superfície do líquido for grande, maior será a temperatura de ebulição desse líquido.



■ Figura 13. Quanto maior a pressão exercida sobre a superfície do líquido, maior a energia necessária para as partículas escaparem.

TÁ NA MÍDIA

Acesse este QR Code e assista a um experimento que relaciona a pressão com a temperatura de fusão da água.





EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



09. Dada a tabela a seguir, responda:

Substância	Ponto de fusão (1 atm)	Ponto de ebulição (1 atm)
A	-180 °C	-45 °C
B	-35 °C	30 °C
C	10 °C	120 °C
D	-60 °C	15 °C
E	70 °C	320 °C

Qual é o estado físico de cada substância

A) nas condições ambientes (25 °C, 1 atm)?

B) em um dia frio, cuja temperatura é de 5 °C?

C) em um dia quente, cuja temperatura é de 35 °C?

10. O gás de cozinha é uma mistura oriunda do petróleo. Como o próprio nome diz, trata-se de uma mistura gasosa. No entanto, ao levantarmos um botijão de gás, parece tratar-se de um líquido. Como você poderia explicar tal fenômeno?

11. Uma pessoa viaja de uma região serrana para o litoral. Chegando lá, resolve fazer um café e, ao colocar água para ferver, ela comenta: "essa água parece que demora mais para ferver aqui". A observação da pessoa está correta? **JUSTIFIQUE.**

12. Imagine a situação em que se deseja cozinhar um ovo: um em La Paz, cidade Boliviana, que está 3 640 m acima do nível do mar, e outro no Rio de Janeiro, que está ao nível do mar. Em qual dessas situações o ovo cozinhará mais rápido. **JUSTIFIQUE.**



3. Curvas de aquecimento

Uma curva de aquecimento é um gráfico de temperatura *versus* quantidade de calor e, por meio de sua análise, podemos diferenciar as substâncias das misturas. Vale lembrar que:

As **substâncias químicas** são definidas como um material puro, ou seja, são formadas por apenas um tipo de espécie química, podendo ser representadas por uma fórmula química. As substâncias que são formadas por apenas um tipo de átomo, ou seja, por um único elemento químico, são denominadas **substâncias simples**, por exemplo: O_2 , O_3 , H_2 . Já as substâncias que são formadas por mais de um tipo de átomo são denominadas **substâncias compostas**, por exemplo: H_2O , $C_6H_{12}O_6$, $NaCl$. Quando um sistema é formado por mais de uma substância dizemos que se trata de uma **mistura**. As misturas podem ser classificadas como **misturas homogêneas e heterogêneas**. **A misturas homogêneas** apresentam um aspecto uniforme em toda sua extensão, mesmo se examinarmos com aparelhos ópticos para ampliação de imagens. Já as **misturas heterogêneas** não apresentam aspecto uniforme em toda a sua extensão, nem quando examinadas a olho nu, nem quando utilizamos aparelhos ópticos de ampliação.

Ao aquecermos, ao nível do mar, um cubo de gelo sob uma fonte contínua de calor, verificamos que, a 0 °C, ele começa a derreter e, enquanto existir um pedaço de gelo, por menor que seja, a temperatura do sistema gelo + água líquida permanecerá constante. Se continuarmos a aquecer a água, a temperatura irá aumentar e, a 100 °C, ela começará a se transformar em vapor, e também nesse período a temperatura do sistema água + vapor permanecerá constante enquanto existir uma gota do líquido. Dessa forma, dizemos que uma substância possui T.F. e T.E. constantes, o que não acontece se aquecermos uma mistura.

Observação: Toda substância é pura, por isso não repetiremos o termo substância pura.

Curva de aquecimento de uma substância

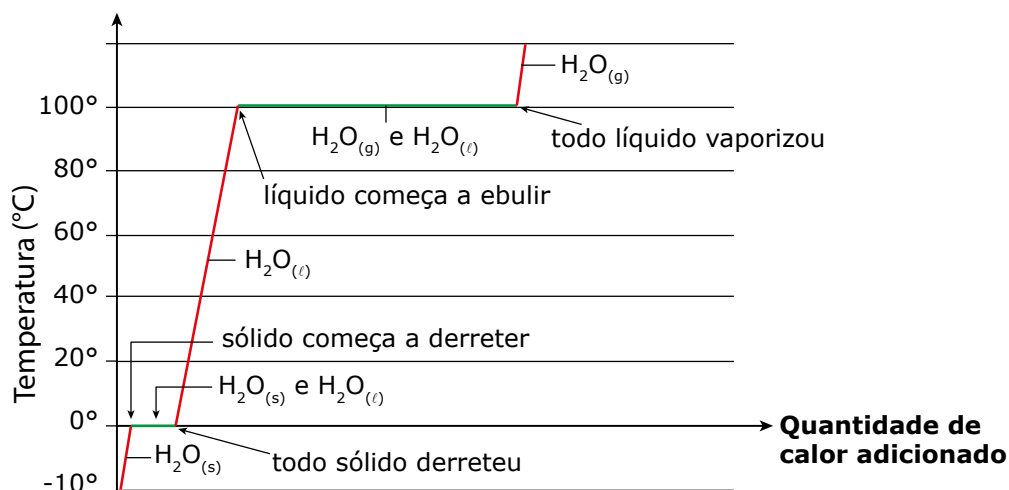


Gráfico 1. Curva de aquecimento de uma substância (H_2O).

Quando aquecemos uma mistura, a temperatura não permanecerá constante nem durante a fusão, nem durante a ebulição. Observe que as mudanças de fases irão ocorrer em faixas de temperatura e não em patamares com valores fixos. Assim, a fusão iniciará em uma temperatura e terminará em outra mais elevada. O mesmo acontece para a ebulição.

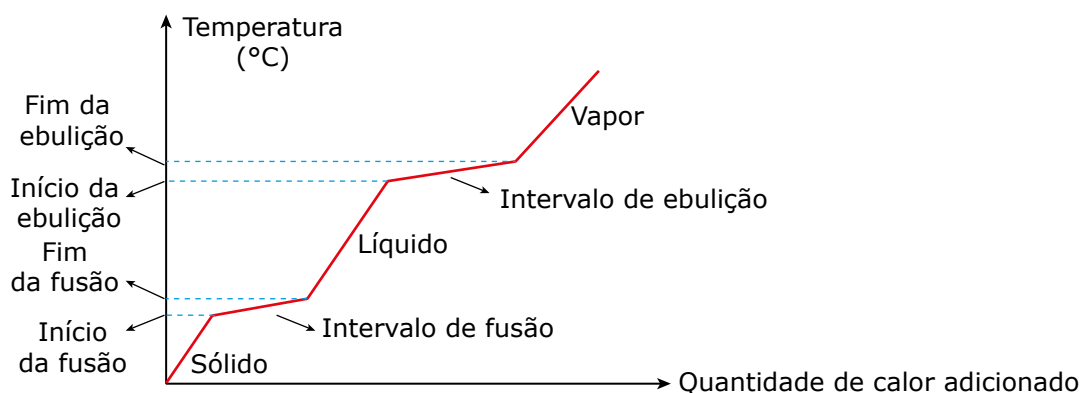


Gráfico 2. Curva de aquecimento de uma mistura.



As curvas de aquecimento são úteis em vários processos que envolvem o tratamento térmico de substâncias. Nas indústrias metalúrgicas, o tratamento térmico pode ser definido como o aquecimento ou o resfriamento controlado dos metais, com o propósito de alterar suas propriedades físicas, sem alterar a forma do produto final.

Você já ouviu falar em banho-maria? Bastante utilizado em laboratórios e cozinhas, é uma técnica para o aquecimento uniforme de uma substância, contida em um recipiente que está submerso em outro recipiente que contém um líquido (geralmente água) em aquecimento direto com a fonte de calor. Essa técnica é indicada quando se quer aquecer um líquido ou fundir um sólido em temperaturas amenas, uma vez que o aquecimento direto provocaria a sua decomposição.



Uma aplicação do banho-maria no cotidiano é feita no derretimento de chocolate para a produção de bolos e doces e na preparação de pudins. A pasteurização do leite humano, feita em Bancos de Leite, também envolve essa técnica, em que o tratamento térmico é realizado a uma temperatura de $62,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 30 minutos, com o objetivo de inativar os micro-organismos patogênicos presentes no leite.

Na indústria ou na cozinha, o conhecimento sobre as curvas de aquecimento (ou resfriamento) favorece a utilização de várias técnicas para a transformação da matéria.

PARA REFLETIR



Um estudante está em um laboratório aquecendo água pura. O que ocorrerá se, durante a ebulição, ele aumentar o fornecimento de calor sobre a água?

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



ENTENDI

13. Construa a curva de aquecimento de uma amostra de água inicialmente a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a temperatura de $120\text{ }^{\circ}\text{C}$, sabendo que suas temperaturas de fusão e de ebulição são iguais a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $96\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, à pressão de $0,94\text{ atm}$. **INDIQUE** o estado físico da água em cada trecho representado.
14. Construa a curva de resfriamento de uma amostra de água inicialmente a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, sabendo que suas temperaturas de fusão e de ebulição são iguais a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, à pressão de 1 atm .
15. Construa duas curvas de aquecimento para representar apenas a fusão de duas amostras de água, inicialmente a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, uma com uma massa de 100 g e outra com uma massa de 20 g . Destaque a(s) diferença(s) de comportamento durante o aquecimento e a fusão das duas amostras.
16. O quadro a seguir apresenta as temperaturas de fusão e de ebulição das substâncias Cl_2 , ICl e I_2 , quando submetidas à pressão de $1,0\text{ atm}$:



Substância	Temperatura de fusão / $^{\circ}\text{C}$	Temperatura de ebulição / $^{\circ}\text{C}$
Cl_2	-102	-35
ICl	$+27$	$+97$
I_2	$+113$	$+184$

Baseando-se no quadro e nos conhecimentos referentes aos estados físicos da matéria:

- A) **INDIQUE** o estado físico de cada uma das substâncias à temperatura ambiente, ou seja, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- B) **INDIQUE** a substância que apresenta interações mais intensas entre suas moléculas. **JUSTIFIQUE** sua indicação.
17. As distâncias médias entre as partículas que compõem os estados sólido, líquido e gasoso são diferentes. Considerando que a interação atrativa entre essas partículas é tanto mais intensa quanto menor for a distância média entre elas, **JUSTIFIQUE** a seguinte afirmação: a fusão de uma amostra de 10 g de ouro requer mais energia térmica do que a sua ebulição.



EXPERIMENTANDO

Os estados físicos da matéria

Os objetivos desses experimentos são distinguir os estados físicos dos materiais, utilizando os critérios estudados, e identificar as características dos estados sólido, líquido e gasoso.

Materiais

- 4 tubos de ensaio com tampa ou vidros descartáveis com tampa
- 1 béquer de 250 mL (copo) com água
- 2 pedaços pequenos de parafina (vela)
- Cristais de iodo sólido pequeno
- 1 lamparina e álcool (ou outra fonte de calor)
- 1 tripé
- 1 tela de amianto
- Fósforos
- 1 pinça de madeira

Procedimentos

- A) Preparar o tripé com a tela de amianto. Colocar sobre a tela o béquer contendo água até a metade. Acender a lamparina, colocar abaixo do tripé e esperar a água entrar em ebulição.
- B) Colocar os pedacinhos de parafina em dois tubos de ensaio e fechar.
- C) Observar e anotar as características dos materiais colocados nos tubos.
- D) Segurar com a pinça de madeira um dos tubos contendo parafina e mergulhar o tubo na água em ebulição.
- E) Observar e comparar com o outro pedaço de parafina sólida e anotar as observações.
- F) Colocar os cristais de iodo nos outros dois tubos de ensaio e fechar.
- G) Observar e anotar as características da substância.
- H) Segurar com a pinça de madeira um dos tubos contendo iodo e mergulhar o tubo na água em ebulição.
- I) Comparar com o outro pedaço sólido de iodo e anotar suas observações.

Relato do experimento

1. Descreva a parafina, antes e após o seu aquecimento. Qual é o nome do processo ocorrido durante o aquecimento da parafina? Quais foram características observadas nos estados sólido e líquido da parafina? Houve mudanças no cheiro, na cor, na forma, etc.?
2. Desenhe um modelo que mostre as partículas que formam a parafina antes e depois do aquecimento. Represente as partículas em bolinhas.
3. Descreva o iodo, antes e após o aquecimento, e as características observadas do iodo nos estados sólido e líquido. Qual é o nome do processo ocorrido durante o aquecimento do iodo?



4. Desenhe um modelo que mostre as partículas que formam o cristal de iodo antes e depois do aquecimento. Represente as partículas em bolinhas.
5. Quais as diferenças foram possíveis perceber entre os materiais nos estados sólido, líquido e gasoso?

4. Diagrama de fases

Um diagrama de fases é uma representação gráfica dos estados físicos de uma substância sob diferentes condições de temperatura e pressão. Permite determinar em qual estado físico se encontra uma determinada substância ou material, desde que saibamos sua temperatura e pressão.

Um diagrama de fase típico é o representado a seguir:

Observe que, no diagrama, há 3 linhas e 3 áreas marcadas como sólido, líquido e vapor. A linha 1 é a linha da fusão, a linha 2 é a da vaporização e a linha 3 corresponde à sublimação.

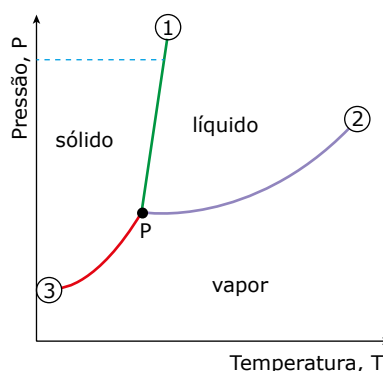


Diagrama 1. Diagrama de fase de uma substância qualquer. Ele possui pressão no eixo y e temperatura no eixo x.

Se um material no estado sólido tiver sua temperatura aumentada, mantendo a sua pressão constante (acompanhe a seta), haverá um momento em que o sólido sofrerá fusão.

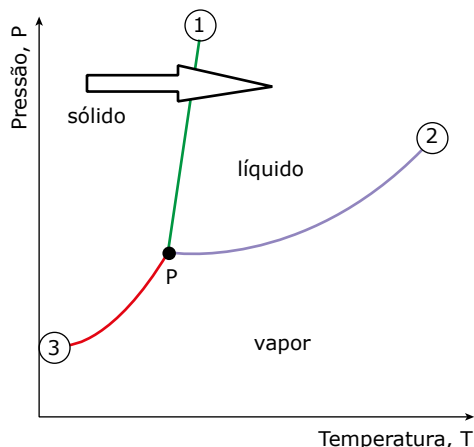


Diagrama 2. Representação da fusão em um diagrama de fases.

Considere agora que temos um material líquido e vamos diminuir a pressão sobre esse material, mantendo sua temperatura constante. Esse líquido se tornará vapor, ou seja, sofrerá vaporização.

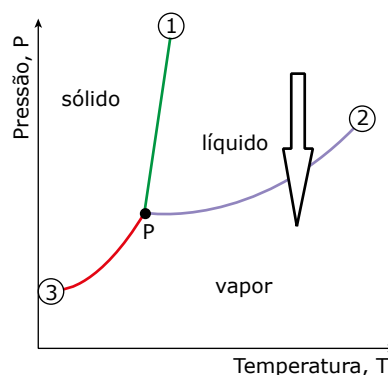


Diagrama 3. Representação da vaporização em um diagrama de fases.

Considere os diagramas de fases do gás carbônico e do benzeno:

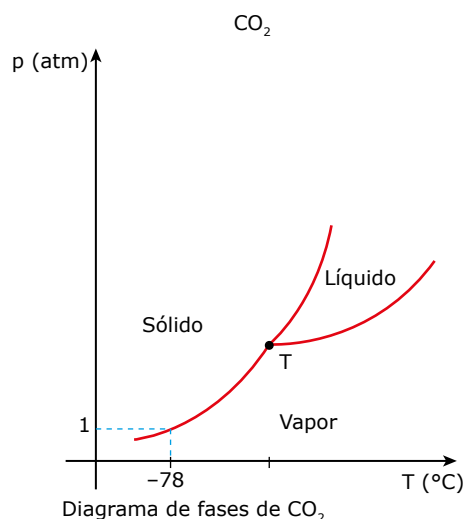


Diagrama 4. Diagrama de fases do CO_2 .

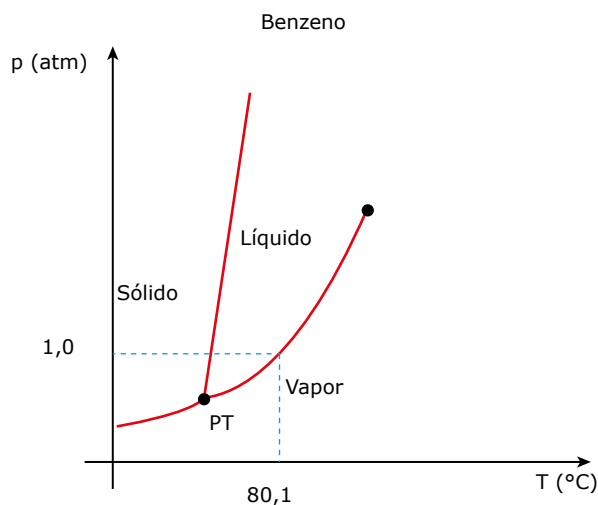


Diagrama 5. Diagrama de fases do benzeno.

Ao nível do mar, o ponto de ebulição de uma substância corresponde ao valor da temperatura quando a pressão é 1 atmosfera (pressão ao nível do mar). Se observarmos no diagrama de fases do CO_2 , veremos que, quando a pressão é 1 atm, o valor da temperatura é -78°C . A curva da sublimação foi ultrapassada, o que significa que o gás carbônico, que era sólido, sublimou. Não há possibilidade de existir CO_2 líquido na pressão de 1 atmosfera, ou ele é sólido ou é gás. A 1 atmosfera, o benzeno sofre vaporização na temperatura de $80,1^{\circ}\text{C}$, ou seja, quando essa temperatura é atingida ele se torna vapor.

Por que existem tantas discrepâncias entre os pontos de fusão e ebulição das substâncias?

As temperaturas de fusão e de ebulição dependem da intensidade das interações atrativas (forças de coesão) existentes entre as partículas que compõem as substâncias. Nesse caso, o gás carbônico (CO_2) possui ponto de fusão e ebulição menor do que o benzeno. Isso significa que as interações atrativas existentes entre as partículas de CO_2 são menos intensas e, portanto, mais facilmente rompidas ou enfraquecidas do que as interações atrativas existentes entre as partículas de benzeno.

Há um ponto no diagrama de fases que representa a única combinação de temperatura e pressão na qual uma substância pode existir simultaneamente como sólido, líquido e gás. Esse é o ponto triplo, que representa o único ponto no diagrama de fases em que os três estados físicos estão em equilíbrio.

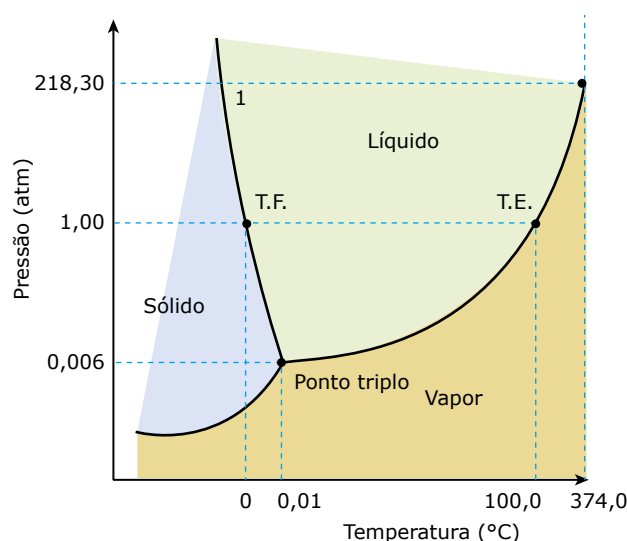


Diagrama 6. Ponto triplo no diagrama de fases da água.



COTIDIANO

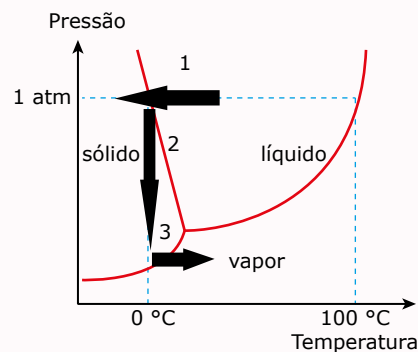


Liofilização

Você sabe como é feito o leite em pó e o café solúvel? Existe um processo denominado liofilização, que consiste na remoção de água de um material com o intuito de preservar materiais perecíveis, prolongar a vida útil ou tornar o material mais conveniente para o transporte. O material a ser liofilizado é congelado e, após todo o conteúdo de água estar na forma de gelo, a pressão é reduzida e a água é sublimada. Isso ocorre em recipientes herméticos, de onde o ar é retirado através de bomba de vácuo, fazendo a pressão diminuir sensivelmente, criando, assim, as condições para a ocorrência da sublimação. O produto final é um produto livre de umidade e capaz de ser reconstituído pela simples adição de água.

Observe, pelo gráfico de diagrama de fases da água, como o processo é realizado. Uma vez no estado líquido, o material é resfriado até o seu congelamento (1). Após o congelamento, a pressão é diminuída sem que haja alteração na temperatura (2). Depois de atingir uma determinada pressão, o material sofre um pequeno aquecimento (3) e a água sublima.

Esse processo não é apenas utilizado para fabricar leite em pó e café solúvel. É usado também para preservar: leite materno, frutas que são usadas na fabricação de sucos naturais (não é polpa congelada) e hortaliças. A Fundação Ezequiel Dias (FUNED), com sede em Belo Horizonte, já produz soro antiofídico liofilizado.



Magone / Getty Images

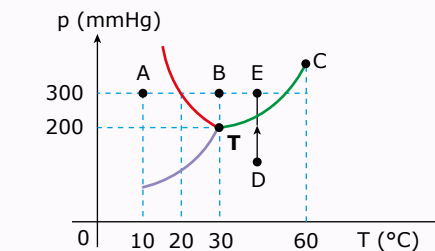
EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



ENTENDI

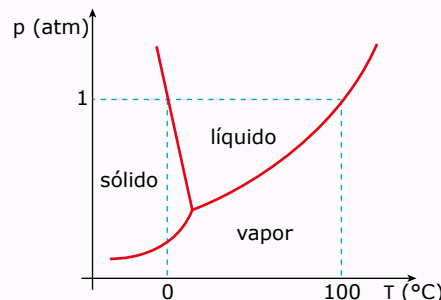
18. Considere o diagrama de fases de uma substância qualquer.

- Qual é estado físico da substância nos pontos A, B e D?
- Se a substância estiver inicialmente no ponto D, qual transformação física ocorre se ela for para o ponto E?
- A 200 mmHg de pressão e temperatura de 50 °C, qual é estado físico dessa substância?

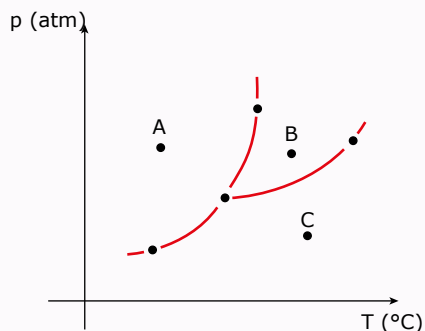


19. Considere o diagrama de fases da água.

Analisando o gráfico, explique como é possível ferver a água em temperaturas menores que 100 °C?



20. Dado o diagrama de fases de uma substância, pergunta-se:



- A) Qual mudança de fase ocorre quando a substância passa do estado A para o estado B?
- B) Qual mudança de fase ocorre na passagem do estado B para o estado C?

REGISTRANDO



Acesse o QR Code e manipule todos os botões e abas disponíveis no simulador. Depois, construa um parágrafo que descreva:



- As diferenças entre os tipos de movimentos (vibracionais, rotacionais e translacionais) das moléculas que formam as substâncias neônio e água nos estados sólido, líquido e gasoso;
- A influência do aumento da pressão de 0 atm até 15 atm sobre a densidade de uma amostra de água inicialmente no estado sólido.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

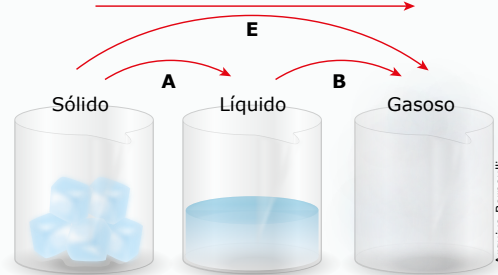


RESOLUÇÕES NO
Bernoulli Play

ENTENDI

01. Observe as transformações de estado físico apresentadas na imagem ao lado. **IDENTIFIQUE** as mudanças de estado físico da matéria representadas pelas letras A até E.

Aumento de temperatura à pressão constante



Diminuição de temperatura à pressão constante

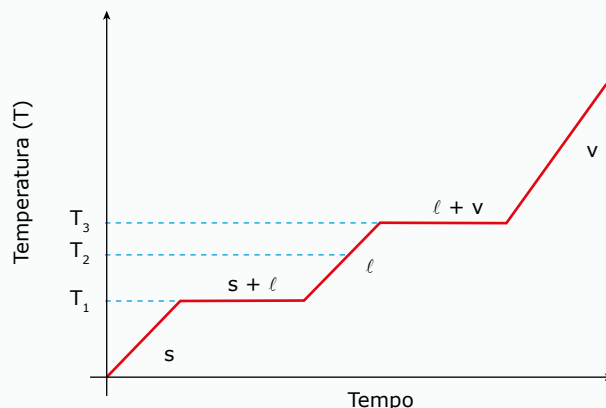


02. (FUVEST-SP)

Propriedades dos halogênios (X_2)				
X_2	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição a 1 atm (°C)	Potencial de redução (volt)	Massa Molar (g/mol)
Cl_2	-101,0	-34,5	1,36	70,9
Br_2	-7,2	59,4	1,06	159,8
I_2	113,5	184,4	0,54	253,8

Responda às questões, justificando com os dados da tabela anterior.

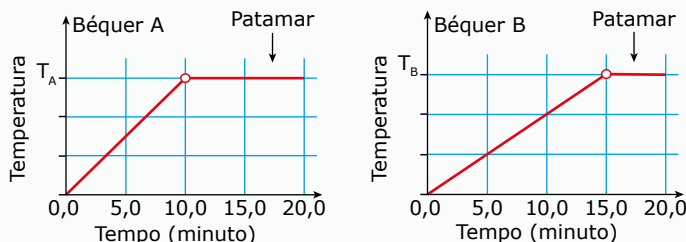
- A) Qual é o estado físico de cada um dos halogêneos nas condições ambientais?
 B) Qual dos halogêneos tem maior ponto de ebulição?

03. (UnB-DF) Analise o gráfico a seguir, correspondente à curva de aquecimento de um material, no qual estão representadas diferentes fases (s = sólido, ℓ = líquido e v = vapor), e julgue os itens.

- T_2 corresponde ao ponto de ebulição do material.
- Se, no estado líquido, esse material fosse resfriado, solidificar-se-ia à temperatura T_1 .
- A temperatura referente ao patamar " $\ell + v$ " será elevada com o aumento da pressão atmosférica.
- Segundo o gráfico, o material é constituído por uma mistura de três substâncias.

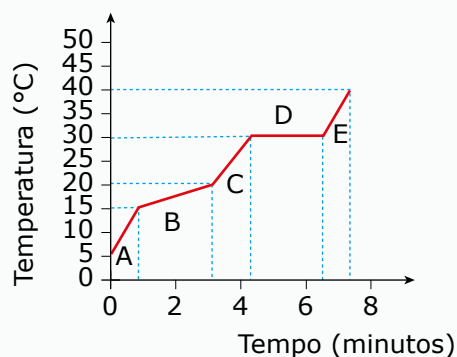


04. (UFMG) Dois béqueres iguais, contendo quantidades diferentes de água pura a 25 °C, foram aquecidos em uma mesma chama, sob pressão constante de 1 atm. A temperatura da água em cada béquer foi medida em função do tempo de aquecimento, durante 20 min. Após esse tempo, ambos os béqueres continham expressivas quantidades de água. Os resultados obtidos estão registrados nos gráficos a seguir:



- A) **INDIQUE** o valor das temperaturas T_A e T_B . **JUSTIFIQUE** sua resposta.
 B) **INDIQUE** o béquer que contém maior quantidade de água. **JUSTIFIQUE** sua resposta.
 C) Caso a temperatura dos béqueres continuasse a ser anotada até a vaporização total da água, **INDIQUE** qual dos dois gráficos apresentaria um patamar maior. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

05. (UFU-MG) O gráfico a seguir representa a curva de aquecimento de uma substância à pressão constante de 1 atm.

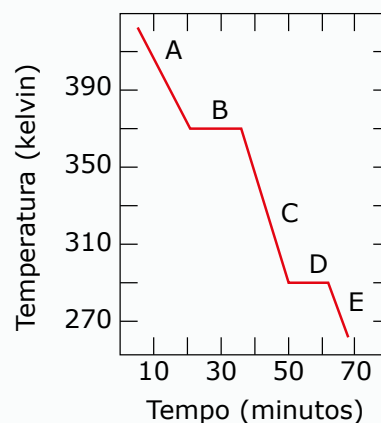


Pede-se.

- A) Quais são os estados físicos dessa substância indicados pelas letras A, C e E?
 B) **EXPLIQUE** o fenômeno que ocorre na região indicada pela letra D.
 C) Qual é o ponto de ebulição dessa substância em °C?
 D) Qual é o intervalo de temperatura, em °C, no qual estará o ponto de fusão dessa substância?

06. (Vunesp) O gráfico representa a curva de resfriamento, temperatura em função do tempo, de uma substância pura utilizada como combustível, à pressão de 1 atmosfera.

EXPLIQUE o fenômeno que ocorre em cada região da curva indicada pelas letras **A, B, C, D e E**.



07. Observe os gráficos a seguir:

Gráfico 1

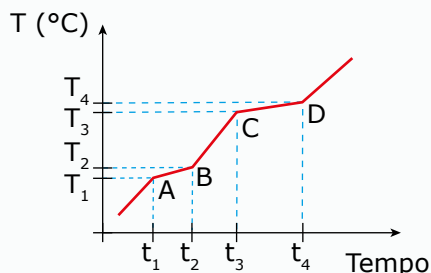
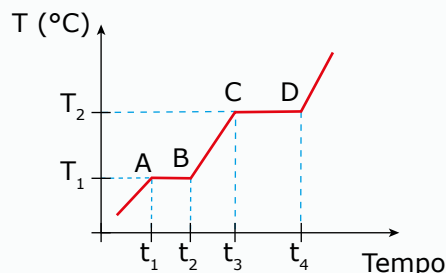


Gráfico 2



Os gráficos 1 e 2 representam a variação de temperatura de dois sistemas distintos em funções do tempo de aquecimento, que mostra as temperaturas em que ocorrem as transições de fases. Qual deles representa o aquecimento de uma substância e qual representa o aquecimento de uma mistura? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

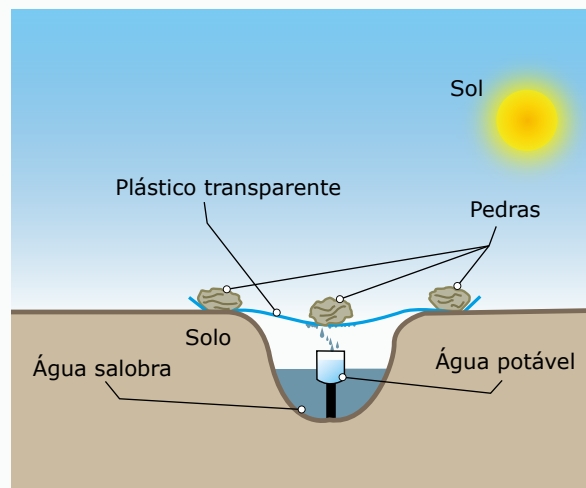
08. (Unicamp-SP) Colocando-se água bem gelada em um copo de vidro, em pouco tempo este fica molhado por fora, devido à formação de minúsculas gotas de água. Para procurar explicar esse fato, propuseram-se as duas hipóteses seguintes:

- A) Se aparece água do lado de fora do copo, então o vidro não é totalmente impermeável à água. As moléculas de água, atravessando lentamente as paredes do vidro, vão formando minúsculas gotas.
 B) Se aparece água do lado de fora do copo, então deve haver vapor de água no ar. O vapor de água, entrando em contato com as paredes frias do copo, se condensa em minúsculas gotas.
 Qual hipótese interpreta melhor os fatos? Como você justifica a escolha?



09. (Unicamp-SP) A figura a seguir mostra o esquema de um processo usado para a obtenção de água potável a partir de água salobra (que contém alta concentração de sais). Esse "aparelho" improvisado é usado em regiões desérticas da Austrália.

- A) Que mudanças de estado ocorrem com a água, dentro do "aparelho"?
- B) Onde, dentro do "aparelho", ocorrem essas mudanças?

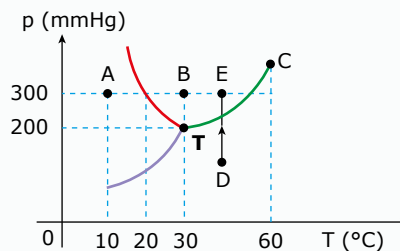


10. Z5Z6



Considere o diagrama de fases de uma substância hipotética:

- A) Em que estado físico se encontra essa substância sob pressão de 200 mmHg e temperatura de 20 °C.
- B) O que ocorrerá com essa substância sob uma pressão de 100 mmHg se aumentarmos sua temperatura?
- C) Qual é o valor da pressão e da temperatura no ponto triplo?



TESTES

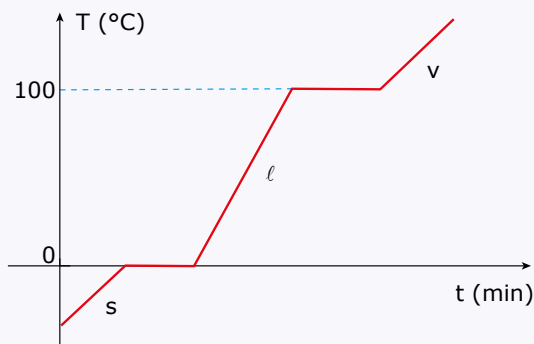
01. (UFSCar-SP) Considere os seguintes dados obtidos sobre propriedades de amostras de alguns materiais.

Material	massa (g)	volume (mL, a 20 °C)	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°)
X	115	100	80	218
Y	174	100	650	1 120
Z	0,13	100	-219	-183
T	74	100	-57 a -51	115 a 120
W	100	100	0	100

Com respeito a esses materiais, pode-se afirmar que

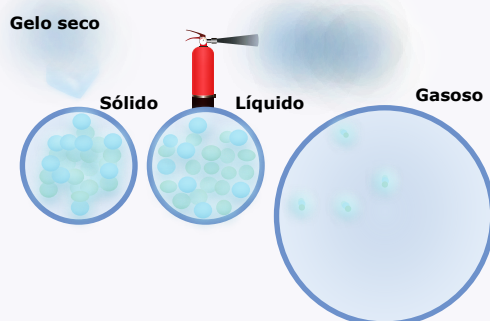
- A) a 20 °C, os materiais X e Y estão no estado líquido.
- B) a 20 °C, apenas o material Z está no estado gasoso.
- C) os materiais Z, T e W são substâncias.
- D) os materiais Y e T são misturas.
- E) se o material Y não for solúvel em W, então ele deverá flutuar se for adicionado a um recipiente contendo o material W, ambos a 20 °C.

02. (FTB-DF) Analise o gráfico a seguir, que representa a curva de aquecimento de um material, no qual estão representadas as fases (s = sólido, ℓ = líquido, v = vapor):



De acordo com a leitura do gráfico, marque o item **INCORRETO**.

- A) No intervalo de tempo em que ocorre a fusão da substância, coexistem a fase sólida e a fase líquida e a temperatura permanece constante.
- B) 100 °C é o ponto de ebulição do material.
- C) Se no estado líquido o material for resfriado, então solidificará a 0 °C.
- D) O gráfico é característico de um material constituído por duas substâncias.
- E) A temperatura em que o líquido passa a vapor varia em função da pressão atmosférica.
03. (FASEH-MG) Analise o modelo proposto para representar o dióxido de carbono na forma de gelo seco, na forma líquida em um cilindro e na forma de gás carbônico.

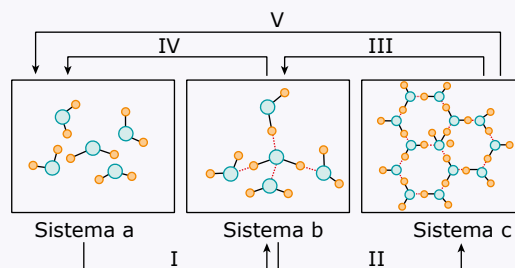


Considerando o modelo representado, assinale a afirmativa **CORRETA**.

- A) O gelo seco apresenta suas partículas muito próximas umas das outras, embora elas estejam desorganizadas.

- B) O gelo seco apresenta a propriedade de sublimar, embora a fase líquida também possa existir sob altas pressões.
- C) O dióxido de carbono líquido apresenta suas partículas desorganizadas, embora muito distantes umas das outras.
- D) O gás carbônico apresenta suas partículas em alta movimentação, embora com uma energia cinética média baixa.

04. (UFRN) O modelo a seguir representa processos de mudança de estado físico para uma substância pura.



Assinale a opção **CORRETA**.

- A) Os processos I e II denominam-se, respectivamente, condensação e fusão.
- B) Os processos II e III ocorrem a temperaturas diferentes.
- C) Os processos III e IV ocorrem com variação de temperatura.
- D) Os processos IV e V denominam-se, respectivamente, vaporização e sublimação.
05. (UFV-MG) A naftalina, nome comercial do hidrocarboneto naftaleno, é utilizada em gavetas e armários para proteger tecidos, papéis e livros do ataque de traças e outros insetos. Assim como outros compostos, a naftalina tem a propriedade de passar do estado sólido para o gasoso sem fundir-se. Esse fenômeno é chamado de
- A) liquefação. D) ebulição.
- B) sublimação. E) solidificação.
- C) combustão.
06. (Enem) Ainda hoje, é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque



- A) o barro isola a água do ambiente, mantendo-a sempre a uma temperatura menor que a dele, como se fosse isopor.
- B) o barro tem poder de “gelar” a água pela sua composição química. Na reação, a água perde calor.
- C) o barro é poroso, permitindo que a água passe através dele. Parte dessa água evapora, tomando calor da moringa e do restante da água, que são, assim, resfriadas.
- D) o barro é poroso, permitindo que a água se deposite na parte de fora da moringa. A água de fora sempre está a uma temperatura maior que a de dentro.
- E) a moringa é uma espécie de geladeira natural, liberando substâncias higroscópicas que diminuem naturalmente a temperatura da água.

07. (FAEE-GO) Na ebulição da água, verifica-se o desprendimento de bolhas de

- A) vapor-d’água.
- B) gás oxigênio.
- C) gás hidrogênio.
- D) ar.
- E) mistura de gás oxigênio e gás hidrogênio.

08. (UFRRJ) Podemos classificar como processo endotérmico e exotérmico, respectivamente, as mudanças de estado

- A) liquefação e solidificação.
- B) condensação e sublimação.
- C) solidificação e evaporação.
- D) fusão e liquefação.
- E) evaporação e fusão.

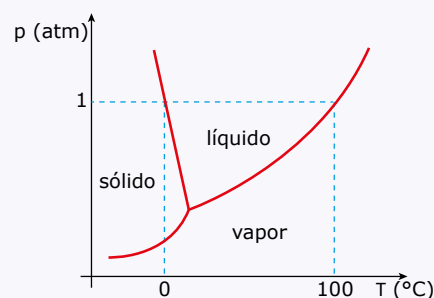
09. (Enem) O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da Terra absorve o calor do Sol e dos arredores.

Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

A transformação mencionada no texto é a

- A) fusão.
- B) liquefação.
- C) evaporação.
- D) solidificação.
- E) condensação.

10. (FCMSC-SP-2018) Duas pessoas, uma na cidade de Santos, no litoral paulista, e a outra na cidade de La Paz, capital da Bolívia, a 3 600 m de altitude em relação ao nível do mar, colocam simultaneamente a mesma quantidade de gelo a -20°C em painéis abertas e levam essas painéis ao fogo para observar a fusão do gelo e a vaporização da água líquida. O gráfico representa o diagrama de fases da água.



Considerando as informações do gráfico e que as chamas utilizadas pelas duas pessoas apresentam uma mesma potência térmica constante, conclui-se que

- A) em Santos, a água vaporizará a uma temperatura menor do que em La Paz.
- B) em La Paz, o gelo atingirá a temperatura de fusão antes do que em Santos.
- C) o gelo iniciará a fusão, em La Paz, a uma temperatura maior do que em Santos.
- D) para iniciar a fusão do gelo, será necessário fornecer mais calor a ele em Santos do que em La Paz.
- E) tanto em Santos como em La Paz, a água sofrerá a mesma variação de temperatura entre o término da fusão e o início da vaporização.