

Competência(s):
1, 2, 4 e 7

Habilidade(s):
3, 15 e 27

AULAS 5 e 6

VOCÊ DEVE SABER!

- Ponto Triplo
O que é?
Gráfico de Identificação
- Diagrama de mudanças de estados
Substâncias puras
Misturas
Misturas especiais

MAPEANDO O SABER

DIGRAMA DE MUDANÇA DE ESTADOS

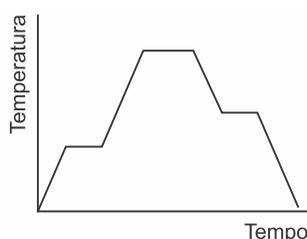


ANOTAÇÕES

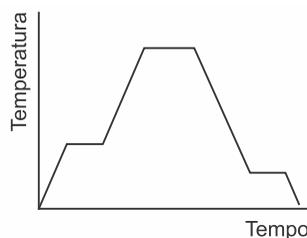


EXERCÍCIOS DE SALA

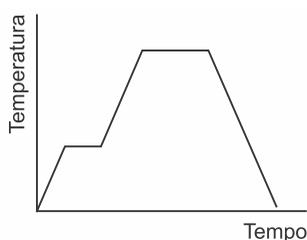
1. (UNICAMP 2020) Em 15 de abril de 2019, a Catedral de Notre-Dame de Paris ardeu em chamas, atingindo temperaturas de 800 °C. Estima-se que, na construção da catedral, foram empregadas pelo menos 300 toneladas de chumbo. Material usual à época, o chumbo é um metal pesado com elevado potencial de contaminação em altas temperaturas. Sabendo que o ponto de fusão do chumbo é de 327,5 °C e seu ponto de ebulição é de 1750 °C, identifique a curva que pode representar o histórico da temperatura de uma porção de chumbo presente na catedral ao longo do incêndio, bem como o fenômeno corretamente relacionado ao potencial de contaminação.



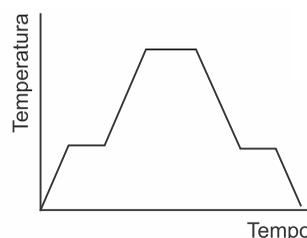
a)



b)

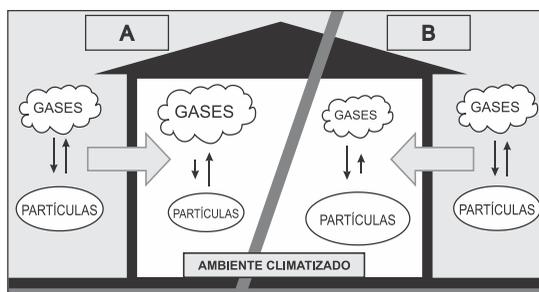


c)



d)

2. (UNICAMP 2022) Usando um modelo típico da termodinâmica, os autores de um trabalho científico fazem previsões sobre a exposição de pessoas a vapores de substâncias adsorvidas em material sólido particulado (MP) ou a vapores de MP semivolátil. O estudo se refere a exposições aos vapores (gases) no interior climatizado (20-25°C) de residências e escritórios em países industrializados, já que essas pessoas passam 90% de seu tempo nesses ambientes. O estudo considerou também as condições climáticas do ambiente interno e externo. Levando-se em conta as informações dadas, pode-se concluir que os lados A e B da figura a seguir, correspondem, respectivamente, a



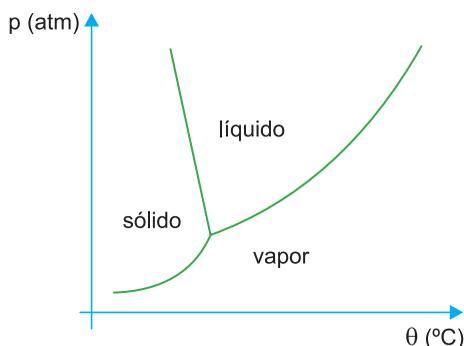
- a) inverno e verão, e que a dessorção dos gases que ocorre nos MPs e a sublimação dos MPs são processos endotérmicos.
 b) inverno e verão, e que a dessorção dos gases que ocorre nos MPs e a sublimação dos MPs são processos exotérmicos.
 c) verão e inverno, e que a dessorção dos gases que ocorre nos MPs é um processo exotérmico, ao passo que a sublimação dos MPs é endotérmica.
 d) verão e inverno, e que a dessorção dos gases que ocorre nos MPs é um processo endotérmico, ao passo que a sublimação dos MPs é exotérmica.
3. (FACULDADE ALBERT EINSTEIN - MED. 2020) Considere as seguintes informações sobre uma liga metálica de bismuto:

Composição (% em massa)	Temperatura aproximada de início de fusão
Bi (38%), Pb (31%), Sn (15%), Cd (16%)	343 K

As características dessa liga metálica permitem seu uso em

- a) destiladores de água.
 b) isolantes elétricos.
 c) fusíveis de dispositivos eletroeletrônicos.
 d) painéis antiaderentes.
 e) blocos de motores automotivos.

4. (UNICAMP 2018) *Icebergs* flutuam na água do mar, assim como o gelo em um copo com água potável. Imagine a situação inicial de um copo com água e gelo, em equilíbrio térmico à temperatura de 0 °C. Com o passar do tempo o gelo vai derretendo. Enquanto houver gelo, a temperatura do sistema
- permanece constante, mas o volume do sistema aumenta.
 - permanece constante, mas o volume do sistema diminui.
 - diminui e o volume do sistema aumenta.
 - diminui, assim como o volume do sistema.
5. (FUVEST 2020) Em supermercados, é comum encontrar alimentos chamados de liofilizados, como frutas, legumes e carnes. Alimentos liofilizados continuam próprios para consumo após muito tempo, mesmo sem refrigeração. O termo “liofilizado”, nesses alimentos, refere-se ao processo de congelamento e posterior desidratação por sublimação da água. Para que a sublimação da água ocorra, é necessária uma combinação de condições, como mostra o gráfico de pressão por temperatura, em que as linhas representam transições de fases.



Apesar de ser um processo que requer, industrialmente, uso de certa tecnologia, existem evidências de que os povos pré-colombianos que viviam nas regiões mais altas dos Andes conseguiam liofilizar alimentos, possibilitando estocá-los por mais tempo.

Assinale a alternativa que explica como ocorria o processo de liofilização natural:

- A sublimação da água ocorria devido às baixas temperaturas e à alta pressão atmosférica nas montanhas.
- Os alimentos, após congelados naturalmente nos períodos frios, eram levados para a parte mais baixa das montanhas, onde a pressão atmosférica era menor, o que possibilitava a sublimação.
- Os alimentos eram expostos ao sol para aumentar a temperatura, e a baixa pressão atmosférica local favorecia a solidificação.
- As temperaturas eram baixas o suficiente nos períodos frios para congelar os alimentos, e a baixa pressão atmosférica nas altas montanhas possibilitava a sublimação.

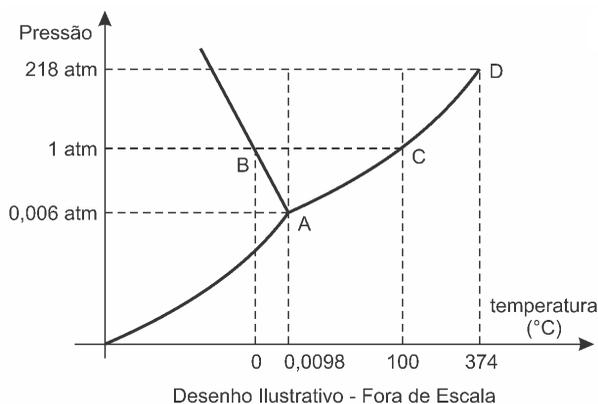
- Os alimentos, após congelados naturalmente, eram prensados para aumentar a pressão, de forma que a sublimação ocorresse.

ESTUDO INDIVIDUALIZADO (E.I.)

1. **(ESPCEX (AMAN))** Diagramas de fases são gráficos construídos para indicar uma condição de temperatura e pressão de uma substância e suas mudanças de estado. Cada uma das curvas do diagrama indica as condições de temperatura e pressão nas quais as duas fases de estado estão em equilíbrio.

Modificado de USBERCO, João e SALVADOR, Edgard, *Físico-química*, São Paulo, Ed Saraiva, 2009, Pág. 98

Considere o diagrama de fases da água, representado na figura abaixo:

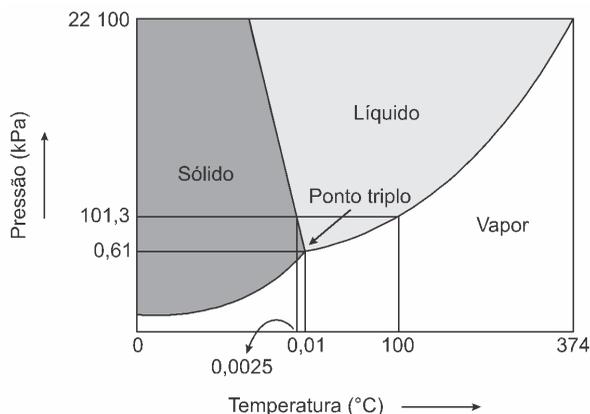


Baseado no diagrama e nos processos químicos envolvidos são feitas as seguintes afirmativas:

- I. A temperatura de fusão da água aumenta com o aumento da pressão.
- II. Na temperatura de 100 °C e 218 atm a água é líquida.
- III. A água sólida (gelo) sublima a uma pressão de vapor superior a 1 atm.
- IV. Na temperatura de 0 °C e pressão de 0,006 atm, a água encontra-se na fase sólida.

Das afirmativas feitas, estão corretas apenas

- a) I, II e IV.
 - b) I e II.
 - c) II e IV.
 - d) II e III.
 - e) III e IV.
2. **(UNESP)** Analise o diagrama, que representa as fases da água conforme as condições de pressão e temperatura.



(www.researchgate.net. Adaptado.)

Um dos métodos de conservação de alimentos, conhecido como liofilização, consiste em congelar toda a água neles presente e fazê-la sublimar, ou seja, passar diretamente para o estado gasoso, sem passar pelo estado líquido. São condições de temperatura e pressão em que há possibilidade de ocorrer a sublimação da água:

- a) temperatura superior a 374 °C e pressão superior a 22.100 kPa.
 - b) temperatura igual a 300 °C e pressão superior a 0,61 kPa.
 - c) temperatura inferior a 0,0025 °C e pressão superior a 101,3 kPa.
 - d) temperatura igual a 0,01 °C e pressão igual a 0,61 kPa.
 - e) temperatura inferior a 0,0025 °C e pressão inferior a 0,61 kPa.
3. **(UNESP)** A liofilização é um processo de desidratação de alimentos que, além de evitar que seus nutrientes saiam junto com a água, diminui bastante sua massa e seu volume, facilitando o armazenamento e o transporte. Alimentos liofilizados também têm seus prazos de validade aumentados, sem perder características como aroma e sabor.

O processo de liofilização segue as seguintes etapas:

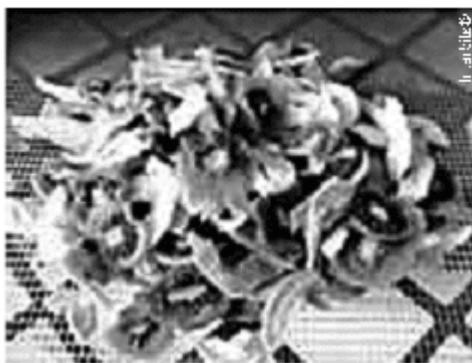
1. O alimento é resfriado até temperaturas abaixo de 0 °C, para que a água contida nele seja solidificada.
2. Em câmaras especiais, sob baixíssima pressão (menores do que 0,006 atm), a temperatura do alimento é elevada, fazendo com que a água sólida seja sublimada. Dessa forma, a água sai do alimento sem romper suas estruturas moleculares, evitando perdas de proteínas e vitaminas.

cenoura liofilizada



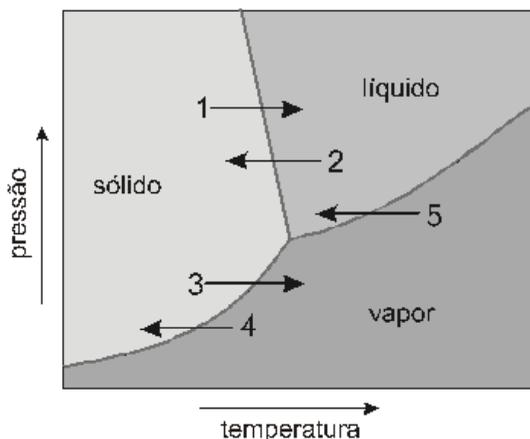
(www.sublimar.com.br)

kiwi liofilizado



(www.brasile scola.com)

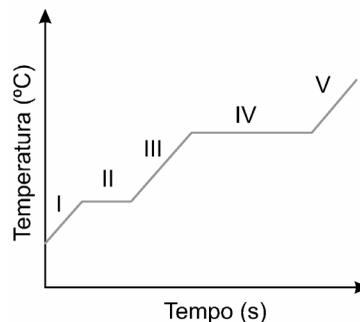
O gráfico mostra parte do diagrama de fases da água e cinco processos de mudança de fase, representados pelas setas numeradas de 1 a 5.



A alternativa que melhor representa as etapas do processo de liofilização, na ordem descrita, é:

- 4 e 1.
- 2 e 1.
- 2 e 3.
- 1 e 3.
- 5 e 3.

4. (FGV) O gráfico apresenta a variação da temperatura de uma substância durante aquecimento sob pressão constante.



Na representação gráfica, a fusão da substância ocorre no segmento

- I.
 - II.
 - III.
 - IV.
 - V.
5. (ESPCEX (AMAN)) “Sempre que uma substância muda de fase de agregação, a temperatura permanece constante enquanto a mudança se processa, desde que a pressão permaneça constante”.

FONSECA Martha Reis Marques da, *Química Geral*, São Paulo: Ed FTD, 2007, pág. 41.

O gráfico abaixo representa a mudança de fase de agregação de uma substância pura com o passar do tempo, em função da variação de temperatura, observada ao se aquecer uma substância X durante algum tempo, sob pressão constante.

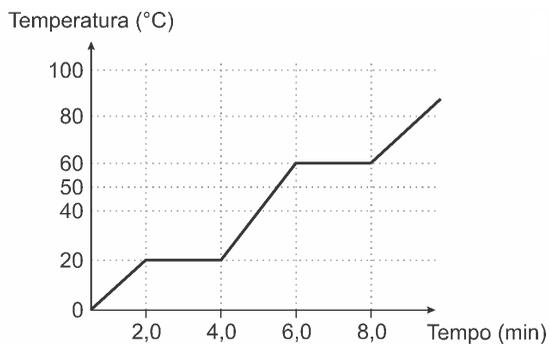


Gráfico Ilustrativo

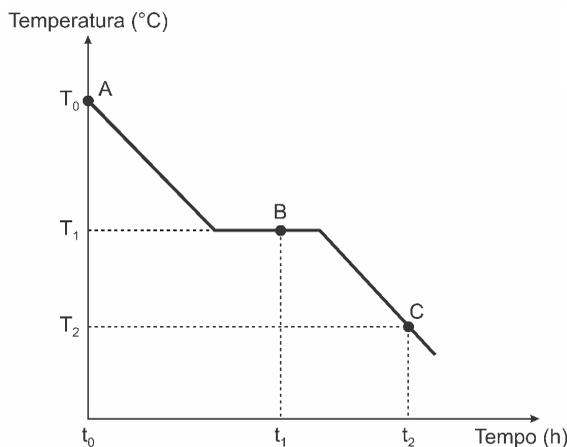
Tomando-se como base o gráfico, analise as seguintes afirmativas:

- entre 0 °C e 19 °C, a substância X encontra-se na fase sólida;
- o intervalo de 2,0 min a 4,0 min corresponde à condensação da substância X;
- a temperatura de 60 °C corresponde à temperatura de ebulição da substância X;
- no intervalo de 40 °C a 50 °C, a substância X encontra-se na fase líquida.

Estão corretas apenas as afirmativas

- a) I e II.
- b) II e IV.
- c) I, II e III.
- d) II, III e IV.
- e) I, III e IV.

6. (UFRGS - Adaptada) O gráfico abaixo mostra a variação da temperatura com o tempo para uma substância pura. O processo é realizado à pressão constante, e a substância é um líquido no ponto A (t_0, T_0).



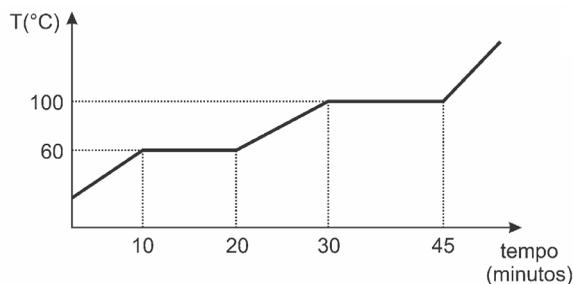
Considere as afirmações abaixo, sobre o gráfico.

- I. O gráfico representa o processo de solidificação, e T_1 é o ponto de fusão ou de solidificação da substância.
- II. Duas fases estão presentes no ponto B (t_1, T_1).
- III. Duas fases estão presentes no ponto A (t_0, T_0).

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas III.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas II e III.
- e) Apenas I e III.

7. (G1 - COL. NAVAL) Observe o gráfico (temperatura x tempo) de aquecimento e analise as afirmativas abaixo.

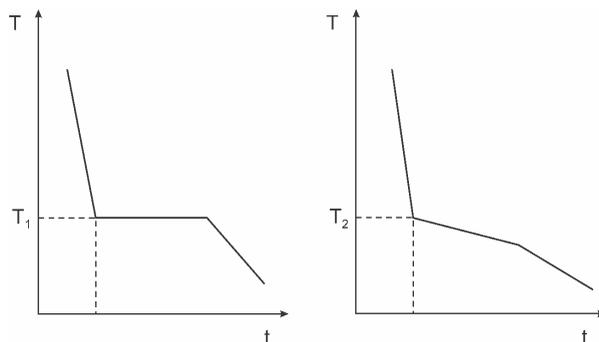


- I. Trata-se de um sólido a 40°C .
- II. O gráfico representa uma mistura eutética.
- III. Entre 10 e 20 minutos de aquecimento, é observado sólido e líquido.
- IV. Entre 20 e 30 minutos de aquecimento tem-se equilíbrio das fases líquida e gasosa.
- V. A temperatura de fusão é 60°C .
- VI. A ebulição ocorre a 100°C e dura 10 minutos.

Assinale a opção correta.

- a) Apenas as afirmativas I, III, V e VI são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmativas I, III e V são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmativas I, III e VI são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas I, V e VI são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas III e V são verdadeiras.

8. (UFRGS) As figuras abaixo representam a variação da temperatura, em função do tempo, no resfriamento de água líquida e de uma solução aquosa de sal.



Considere as seguintes afirmações a respeito das figuras.

- I. A curva da direita representa o sistema de água e sal.
- II. $T_1 = T_2$.
- III. T_2 é inferior a 0°C .

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e III.
- e) I, II e III.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Com base no texto a seguir e nos seus conhecimentos, responda à(s) questão(ões):

A solda é um material muito utilizado nas seralherias e no ramo da eletrônica com a finalidade de unir componentes. Trata-se de uma mistura eutética de estanho (63% em massa) e chumbo (37% em massa). Embora seja largamente utilizada, a solda clássica apresenta elevada toxicidade, devido à presença do chumbo. Esse metal, em suas formas iônicas, provoca grave contaminação ambiental e problemas de saúde pública.

Como alternativa ao uso da solda clássica, novas possibilidades têm sido propostas, utilizando ligas constituídas por estanho-prata e estanho-cobre.

A substituição da solda clássica enfrenta algumas limitações, como, por exemplo, o fenômeno de conversão do estanho branco em suas outras variedades:

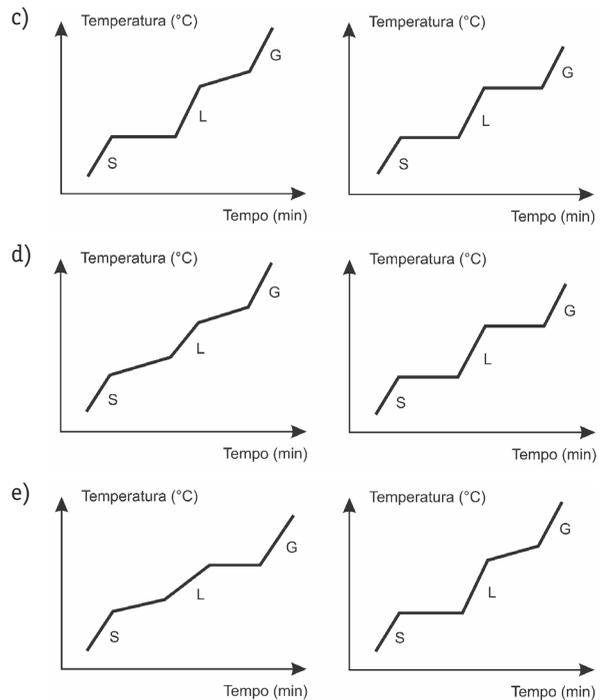
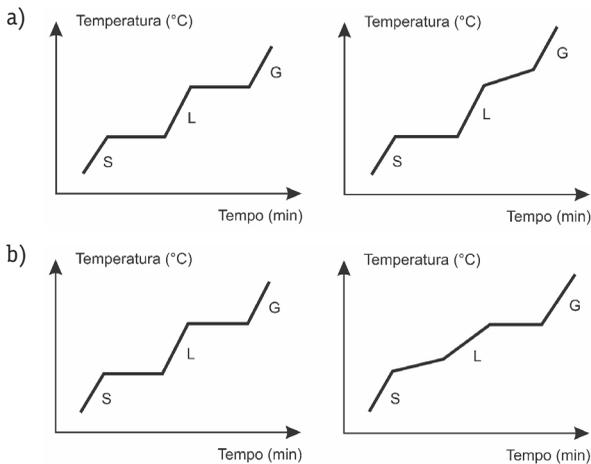
estanho cinza \Rightarrow estanho branco \Rightarrow estanho rôm-bico

Como esse metal é componente majoritário nas “novas soldas” (95% em massa), propriedades importantes podem ser comprometidas. O estanho branco é o mais comum e o mais útil pelas suas propriedades. No entanto, em determinadas condições de temperatura, muito baixas ou altas, pode haver uma reorganização estrutural e o estanho branco pode se transformar em estanho cinza (quebradiço) ou estanho rôm-bico (inútil para soldas).

Adaptado de: https://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc34_3/04-AQ-45-11.pdf&ved=2ahUKewjf-gr-Y287dAhXIgJAKHcFRAvMQFjAAeqQIBRAB&usq=AOvVaw1m07S-LaQmcy1gE319mVXb. Acesso em: 10/08/2018.

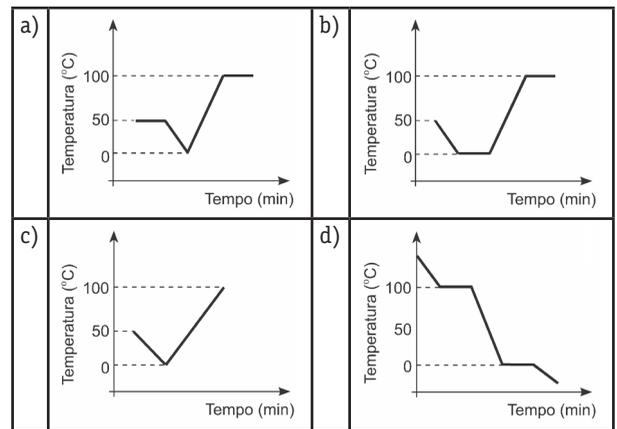
9. **(G1 - COTUCA)** Uma liga de estanho e chumbo se comporta como uma mistura eutética. Assinale a alternativa que representa o gráfico temperatura (°C) X tempo (min) da curva de aquecimento de uma substância pura e de uma mistura eutética, respectivamente.

Considere: S = sólido L = líquido G = gasoso (estados físicos da matéria)



10. **(G1 - CFTMG)** Um estudante recebeu uma amostra de água pura, sob pressão de 1 atm, inicialmente à 50 °C. A amostra foi submetida ao resfriamento até alcançar 0 °C, permanecendo por alguns minutos, nessa temperatura. Posteriormente, foi aquecida e mantida a 100 °C.

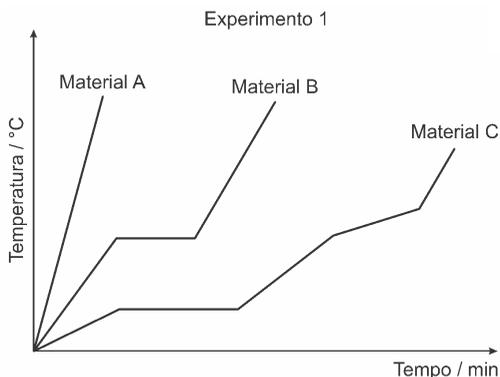
Considerando-se que as temperaturas de fusão e ebulição da água pura, a 1 atm, são, respectivamente, 0 e 100 °C, o gráfico da temperatura em função do tempo que esboça essa transformação é



11. **(G1 - CFTMG)** Considere três materiais A, B e C que, na temperatura de 25 °C, são líquidos e imiscíveis entre si. Cada um deles passou, em separado, por dois experimentos para construção de curvas de aquecimento, conforme detalhado a seguir.

Experimento 1: A, B e C, inicialmente no estado sólido, foram submetidos, isoladamente, ao aquecimento gradual, partindo da mesma temperatura e condição de pressão.

As curvas obtidas nesse experimento estão representadas no gráfico abaixo.



Experimento 2: as condições iniciais do Experimento 1 foram mantidas, porém, aumentando-se em três vezes o volume do material C em relação ao que foi utilizado. De novo, os três materiais foram aquecidos gradualmente.

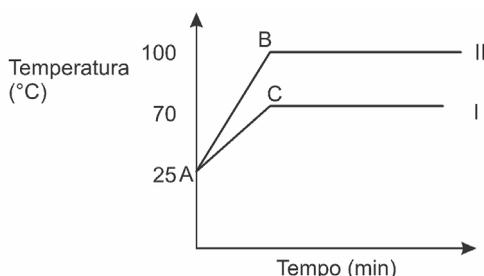
Baseando-se na análise dos experimentos e no seu conhecimento sobre as propriedades dos materiais, julgue as afirmativas abaixo como verdadeiras (V) ou falsas (F).

- () A temperatura de fusão do material B foi maior no experimento 2 do que no 1.
- () O material A aquece mais rapidamente que o material C.
- () Os três materiais são substâncias puras.
- () A mistura de B e C, a 25 °C, pode ser separada, utilizando funil de decantação.
- () O material B possui maior temperatura de fusão que o material C.

A sequência correta é

- a) (F), (V), (F), (V), (V).
- b) (F), (V), (V), (V), (F).
- c) (V), (F), (V), (F), (F).
- d) (V), (F), (F), (F), (V).

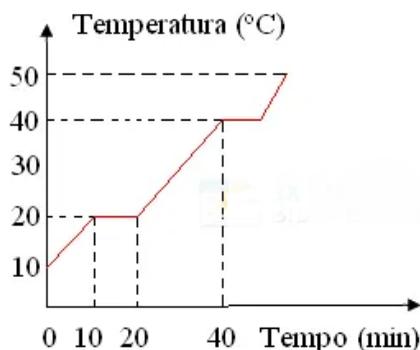
12. (FCMMG) O gráfico abaixo apresenta as curvas de aquecimento de 2 líquidos puros (I e II), inicialmente a 25 °C e 1,0 atm, até a completa vaporização.



Analisando o gráfico, é **CORRETO** afirmar:

- a) Aquecendo maior volume do líquido I, o segmento AC terá uma maior inclinação.
- b) O líquido I apresenta interações intermoleculares menos intensas que o líquido II.
- c) O líquido II apresenta uma massa molar maior do que a massa molar do líquido I.
- d) Dissolvendo um soluto não volátil no líquido II, o segmento AB será pouco menor.

13. O gráfico abaixo representa a variação de temperatura observada no aquecimento de uma determinada substância:



Relacione as colunas com informações a respeito do gráfico em questão:

Coluna 1:

- I. Faixa de temperatura em que a substância permanece sólida;
- II. Faixa de temperatura em que a substância permanece totalmente líquida;
- III. Temperatura de ebulição;
- IV. Temperatura de fusão;
- V. Tempo que a fusão demora;
- VI. Tempo em que a substância permanece líquida.

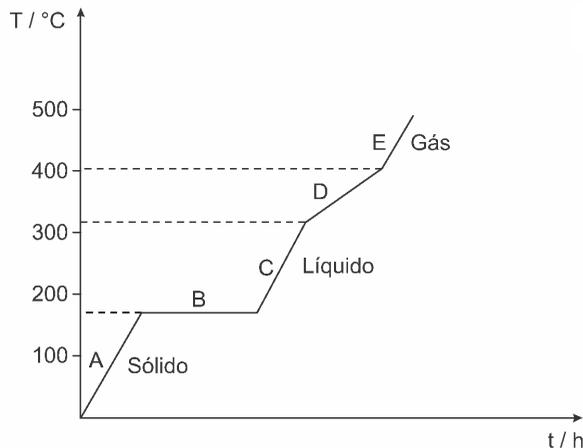
Coluna 2:

- () 10 minutos.
- () 20 °C.
- () Entre 10 a 20 °C.
- () 20 minutos.
- () Entre 20 a 40 °C.
- () 40°C.

A alternativa que apresenta a relação correta é:

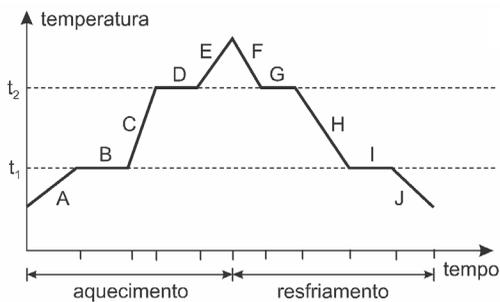
- a) I - Entre 10 a 20 °C; II - Entre 20 a 40 °C; III - 40°C; IV - 20 °C; V - 10 minutos e VI - 20 minutos.
- b) I - 20 °C; II - Entre 20 a 40 °C; III - 30°C; IV - 20 °C; V - 10 minutos e VI - 10 minutos.
- c) I - Entre 10 a 20 °C; II - Entre 30 a 40 °C; III - 40°C; IV - 10 °C; V - 20 minutos e VI - 20 minutos.
- d) I - 10°C; II - Entre 20 a 40 °C; III - 40°C; IV - 30 °C; V - 20 minutos e VI - 20 minutos.

14. (UFJF-PISM 1) A solda macia (ou solda branca) é uma solda comum à base de uma liga de estanho e chumbo em variadas proporções. Na eletroeletrônica, as soldas são mais usadas em forma de fios, com a liga estanho/chumbo de proporção 60/40, a qual possui ponto de fusão igual a 183 °C. Analisando o gráfico abaixo, que mostra o comportamento térmico dessa solda, assinale a afirmativa **CORRETA**:



- A solda é constituída por substâncias com impurezas e com temperatura de ebulição constante.
- O fenômeno que ocorre na região B é a solidificação, e há três fases em equilíbrio.
- A solda é constituída por uma mistura eutética, pois funde em temperatura constante.
- A solda é constituída por uma mistura azeotrópica, pois funde em temperatura constante.
- Na região D da curva, coexistem as fases líquida e gasosa, e a temperatura permanece constante.

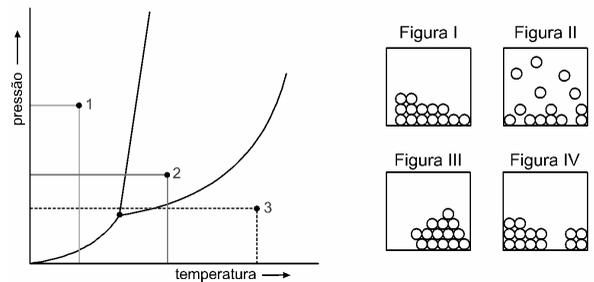
15. (G1 - COL. NAVAL 2019) Analise o gráfico abaixo, que representa o aquecimento e o resfriamento de uma substância.



Sobre esse gráfico, é correto afirmar que:

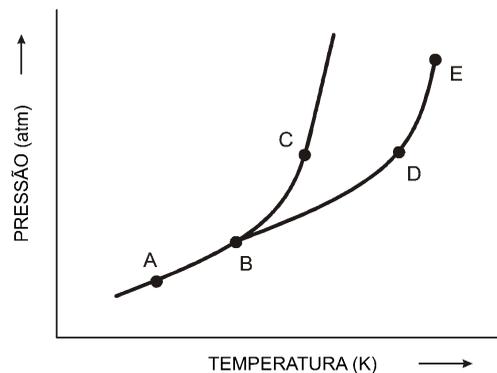
- em A e J, há sistemas bifásicos.
- em E e F, coexistem substâncias nos estados sólido e líquido.
- em B há a liquefação da substância.
- se trata de uma substância pura.
- entre t_1 e t_2 coexistem três estados físicos.

16. (UNIFIMES - MEDICINA) Analise o diagrama de fases registrado para uma substância obtida de um determinado extrato vegetal e as figuras de I a IV, que representam diferentes comportamentos das moléculas dessa substância.



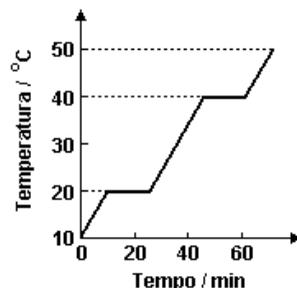
- Qual o estado físico da substância nas condições de pressão e temperatura indicadas no diagrama pelos números 1, 2 e 3, respectivamente?
- Qual das figuras (I a IV) representa a substância em processo de fusão? Justifique sua escolha.

17. (ITA) Considere o diagrama de fase hipotético representado esquematicamente na figura abaixo:



O que representam os pontos A, B, C, D e E?

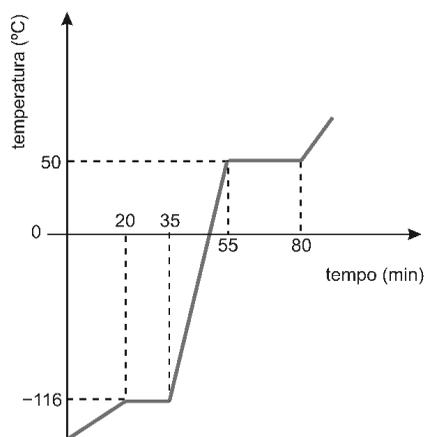
18. (UFV) O gráfico a seguir representa a variação de temperatura observada ao se aquecer uma substância A durante cerca de 80 minutos.



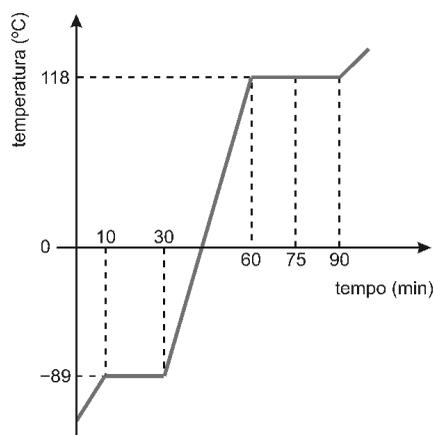
- A faixa de temperatura em que a substância A permanece sólida é _____.
- A faixa de temperatura em que a substância A permanece líquida é _____.
- A temperatura de ebulição da substância A é _____.

19. (UERJ-Adaptada) Observe os diagramas de mudança de fases das substâncias puras A e B, submetidas às mesmas condições experimentais.

Substância A



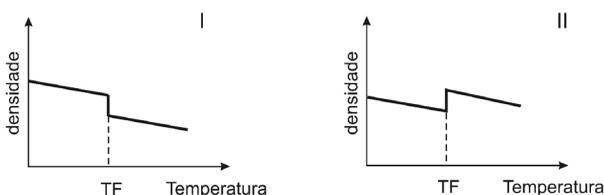
Substância B



Indique a substância que se funde mais rapidamente, justificando sua resposta.

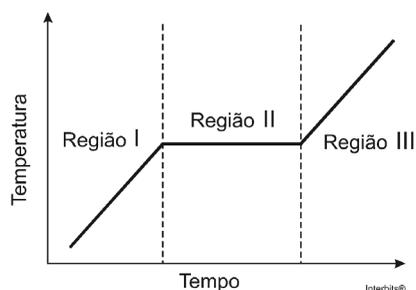
20. (UFMG) A água é um dos principais fatores para a existência e manutenção da vida na Terra. Na superfície de águas muito frias, há uma tendência de se formar uma crosta de gelo, mas, abaixo dela, a água permanece no estado líquido. Isso permite que formas de vida como peixes e outros organismos consigam sobreviver mesmo em condições muito severas de temperatura.

Analise os dois gráficos abaixo que representam simplificadaamente as variações de densidade de duas substâncias em temperaturas próximas às respectivas temperaturas de fusão (TF).



- a) O gráfico que representa o comportamento da água é o I ou o II? JUSTIFIQUE a sua escolha com base nas informações apresentadas e em outros conhecimentos sobre o assunto.

Uma amostra de água pura, inicialmente sólida, foi aquecida até algum tempo após sua completa fusão. A figura representa a variação da temperatura dessa amostra durante esse processo.



- b) A fusão de uma substância é um processo endotérmico ou exotérmico?

Considere que durante todo o processo a amostra de água receba um fluxo contínuo e uniforme de calor.

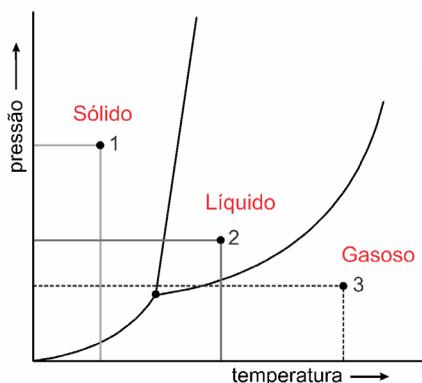
- c) EXPLIQUE por que a temperatura *aumenta* nas regiões I e III, indicadas no gráfico.
d) EXPLIQUE por que a temperatura *não se altera* durante a fusão (região II, indicada no gráfico).

GABARITO

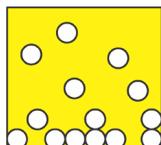
1. C 2. E 3. C 4. B 5. E
 6. C 7. B 8. D 9. A 10. B
 11. A 12. B 13. A 14. ? 15. D

16.

a) A partir da análise do diagrama do ponto triplo, vem:

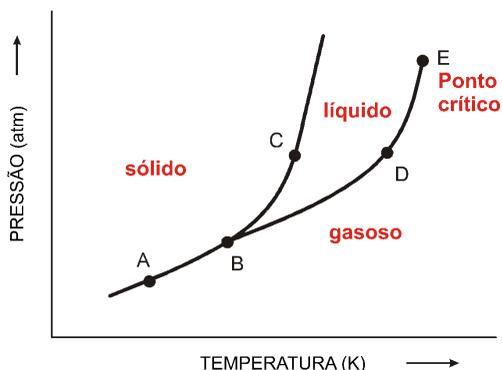


b) A figura II representa a substância em processo de fusão (mudança do estado sólido para o líquido), pois com a elevação da temperatura as ligações entre as partículas (moléculas, íons) no estado sólido começam a se desfazerem e estas partículas passam a se movimentar mais livremente.



17.

Teremos:



- A: Equilíbrio entre a fase sólida e gasosa ($S = G$).
 B: Ponto triplo: equilíbrio entre a fase sólida, líquida e gasosa ($S = L = G$).
 C: Equilíbrio entre a fase sólida e líquida ($S = L$).
 D: Equilíbrio entre a fase líquida e gasosa ($L = G$).

E: Ponto crítico, no qual a temperatura é muito elevada e a pressão também. Neste ponto, não se distingue mais gás líquido de gás.

18.

- a) 10 °C a 20 °C
 b) 20 °C a 40 °C
 c) 40 °C

19.

A substância A se funde durante 15 minutos, enquanto a substância B se funde durante 20 minutos. Assim, podemos afirmar que a substância A se funde mais rapidamente.

A temperatura ambiente em ambas as substâncias se encontram na fase líquida, com A apresentando ponto de ebulição 50°C e B apresentando ponto de ebulição 118°C.

Nesse caso, a mistura homogênea deverá ser separada por destilação fracionada, recolhendo-se o líquido mais volátil.

20.

- a) A água apresenta um comportamento anômalo quanto à variação de densidade em temperatura de congelamento, isto é, quando muda do estado líquido para sólido, sua densidade aumenta (ao contrário de grande parte de substâncias). Sendo assim, o gráfico que representa o comportamento da água seria o gráfico II.
 b) A fusão da água é um processo endotérmico, pois ocorre com absorção de calor.
 c) Nas regiões I e III a água encontra-se nos estados sólido e líquido respectivamente. Nessas situações as moléculas absorvem calor aumentando seu grau de agitação.
 d) Durante a fusão a energia absorvida é convertida em energia potencial no sistema que, aumenta sua desorganização. Isso significa que as moléculas de água se afastam diminuindo a agregação do sistema.