

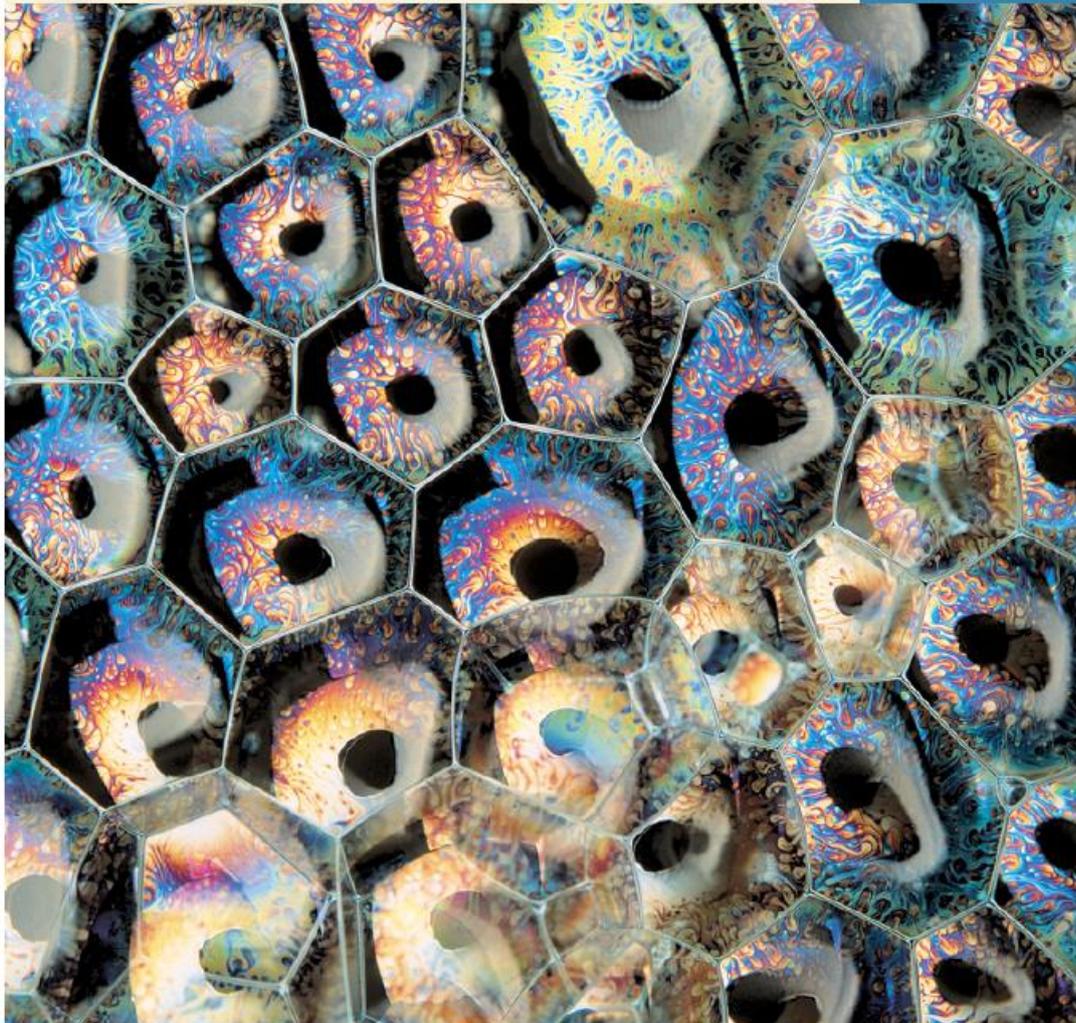
EXERCÍCIOS

LISTA 10

LÍQUIDOS E SÓLIDOS

Liquids and Solids

13



Conceitos Gerais

001. O que causa as forças de dispersão? Que fatores determinam as intensidades das forças de dispersão entre as moléculas?

002. O que é ligação de hidrogênio? Em que condições as fortes ligações de hidrogênio podem ser formadas?

003. Qual das seguintes substâncias tem forças dipolo-dipolo permanentes? (a) SiH_4 , (b) MgCl_2 molecular, (c) NBr_3 , (d) F_2O .

004. Qual das seguintes substâncias tem forças dipolo-dipolo permanentes? (a) AlCl_3 molecular, (b) PCl_5 , (c) NO , (d) SeF_4 .

005. Para quais das substâncias do Exercício 3 as forças de dispersão são as únicas forças importantes na determinação dos pontos de ebulição?

006. Para quais das substâncias do Exercício 4 as forças de dispersão são as únicas forças importantes na determinação dos pontos de ebulição?

007. Para cada um dos seguintes pares de compostos, preveja qual composto apresentaria ligações de hidrogênio mais fortes. Justifique sua previsão. Pode ajudar escrever a fórmula de Lewis para cada um. (a) água, H_2O ou sulfeto de hidrogênio, H_2S ; (b) diclorometano, CH_2Cl_2 ou fluoroamina, NH_2F ; (c) acetona, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (contém uma dupla ligação $\text{C}=\text{O}$) ou álcool etílico, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (contém uma ligação simples $\text{C}-\text{O}$).

008. A ligação de hidrogênio é uma interação dipolo-dipolo muito forte. Por que a ligação de hidrogênio é tão forte em comparação com outras interações dipolo-dipolo?

009. Qual é o efeito da pressão na sublimação?

010. Qual das seguintes substâncias apresenta forte ligações de hidrogênio nos estados líquido e sólido? (a) CH_3OH (álcool metílico), (b) PH_3 , (c) CH_4 , (d) CH_2Cl_2 , (e) CH_3NH_2 .

011. Qual das seguintes substâncias apresenta ligação de hidrogênio forte nos estados líquido e sólido? (a) H_2S , (b) NH_3 , (c) SiH_4 , (d) HF , (e) HCl .

012. Os pesos moleculares de SiH_4 e PH_3 são quase os mesmos. Explique o fato de que pontos de fusão e de ebulição do PH_3 (133°C e 88°C) são mais altos do que aqueles do SiH_4 (185°C e 112°C).

013. Imagine substituir um átomo de H de uma molécula de metano, CH_4 , por outro átomo ou grupo de átomos. Analise a ordem dos pontos de ebulição normais dos compostos: CH_4 (-161°C), CH_3Br ($3,59^\circ\text{C}$), CH_3F (-78°C), CH_3OH (65°C).

014. Para cada um dos seguintes pares de compostos, preveja quais exibiriam ligações de hidrogênio mais fortes. Justificar sua previsão. Pode ajudar escrever a fórmula de Lewis para cada um. (a) amônia, NH_3 , ou fosfina, PH_3 ; (b) etileno, C_2H_4 , ou hidrazina, N_2H_4 ; (c) fluoreto de hidrogênio, HF , ou cloreto de hidrogênio, HCl .

015. Descreva as forças intermoleculares que estão presentes em cada um dos seguintes compostos. Que tipo de força teria a maior influência nas propriedades de cada composto? (a) pentafluoreto de bromo, BrF_5 , (b) acetona, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (contém uma ligação dupla $\text{C}=\text{O}$); (c) formaldeído, H_2CO .

016. Descreva as forças intermoleculares que estão presentes em cada um dos seguintes compostos. Que tipo de força teria a maior influência nas propriedades cada composto? (a) álcool etílico, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (contém uma ligação simples $\text{C}-\text{O}$); (b) fosfina, PH_3 ; (c) hexafluoreto de enxofre, SF_6 .

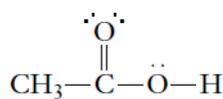
017. Dê os nomes corretos para essas mudanças de estado: (a) Cristais de para-diclorobenzeno, usados como repelentes de mariposas, tornam-se gradualmente vapor sem passar pela fase líquida. (b) Ao entrar em uma sala quente vindo do ar livre em um dia frio de inverno, seus óculos ficam embaçados com uma película de umidade. (c) No mesmo dia de inverno (ventoso), uma panela de água é deixada ao ar livre. Um pouco da água se transforma em vapor, o resto em gelo.

018. O ponto de ebulição normal do triclorofluorometano, CCl_3F , é 24°C , e seu ponto de congelamento é 111°C . Complete essas frases

fornecendo os termos apropriados que descrevem um estado da matéria ou uma mudança de estado. (a) Em temperatura e pressão padrão, CCl_3F é um _____. (b) Em um inverno ártico a -40°C e 1 atm de pressão, CCl_3F é um _____. Se for resfriado a -120°C , as moléculas se organizam em uma rede ordenada, o CCl_3F _____ e se torna um _____. (c) Se CCl_3F cristalino é mantido a uma temperatura de -120°C enquanto uma corrente de gás hélio é soprada sobre ele, os cristais desaparecerão gradualmente pelo processo de _____. Se o CCl_3F líquido for fervido à pressão atmosférica, ele é convertido em _____ a uma temperatura de _____.

019. Por que o HF tem um ponto de ebulição mais baixo e um calor de vaporização mais baixo do que H_2O , mesmo que seus pesos moleculares são quase os mesmos e as ligações de hidrogênio entre as moléculas de HF são mais fortes?

020. Muitos ácidos carboxílicos formam dímeros nos quais duas moléculas "ficam juntinhas." Esses dímeros resultam da formação de duas ligações de hidrogênio entre as duas moléculas. Use o ácido acético para desenhar uma estrutura provável para este tipo de dímero ligado a hidrogênio.



O estado líquido

021. Use a teoria cinético-molecular para descrever o comportamento de líquidos com variação de temperatura. Por que os líquidos são mais densos que os gases?

022. Distinguir evaporação e ebulição. Use a teoria cinético-molecular para explicar a dependência da velocidade de evaporação com a temperatura.

023. Apoie ou critique a afirmação de que líquidos com altos pontos de ebulição normais têm baixas pressões de vapor. Dar exemplos de três líquidos comuns que têm relativamente altas pressões de vapor a 25°C e três que têm baixas pressão de vapor a 25°C .

024. Dentro de cada grupo, atribua cada um dos pontos de ebulição à substância apropriada com base na análise das forças intermoleculares. (a) Ne, Ar, Kr: 246°C, 186°C, 152°C; (b) NH₃H₂O, HF: 33°C, 20°C, 100°C.

025. Dentro de cada grupo, atribua cada um dos pontos de ebulição às respectivas substâncias com base na análise das forças intermoleculares. (a) N₂, HCN, C₂H₆: 196°C, 89°C, 26°C; (b) H₂, HCl, Cl₂: 35°C, 259°C, 85°C.

026. (a) Qual é a definição do ponto de ebulição normal? (b) Por que é necessário especificar a pressão atmosférica sobre um líquido ao medir o seu ponto de ebulição?

027. Que fatores determinam a viscosidade de um líquido? Como é a mudança de viscosidade com o aumento da temperatura?

028. O que é a tensão superficial de um líquido? O que causa esta propriedade? Como a tensão superficial muda com o aumento da temperatura?

029. O que acontece dentro de um tubo capilar quando um líquido "molha" as paredes internas do tubo? O que acontece quando um líquido não "molha" as paredes do tubo?

030. Quais são algumas semelhanças das descrições no nível molecular da viscosidade, tensão superficial, pressão de vapor e a velocidade de evaporação de um líquido?

031. As forças de dispersão são extremamente fracas em comparação com outras atrações intermoleculares. Explique por que isso é assim.

032. Escolha de cada par a substância que, no estado líquido, teria a maior pressão de vapor em uma determinada temperatura. Baseie sua escolha na previsão das forças intermoleculares mais fortes (a) BiBr₃ ou BiCl₃, (b) CO ou CO₂, (c) N₂ ou NO, (d) CH₃COOH ou HCOOCH₃.

033. Repita o Exercício 32 para (a) C₆H₆ ou C₆Cl₆, (b) F₂C=O ou CH₃OH, (c) He ou H₂.

034. As temperaturas nas quais as pressões de vapor dos seguintes líquidos são todas de 100 torr são dados. Preveja a ordem do aumento

dos pontos de ebulição dos líquidos. Butano, C_4H_{10} , $44,2^\circ C$; 1-butanol, $C_4H_{10}O$, $70,1^\circ C$; éter dietílico, $C_4H_{10}O$, $11,5^\circ C$.

035. Trace uma curva de pressão de vapor para $GaCl_3$ a partir das seguintes pressões de vapor. Determine o ponto de ebulição do $GaCl_3$ sob uma pressão de 250 torr do gráfico:

t ($^\circ C$):	91	108	118	132	153	176	200;
pv (torr):	20	40	60	100	200	400	760

036. Trace uma curva de pressão de vapor para Cl_2O_7 a partir das seguintes pressões de vapor. Determine o ponto de ebulição do Cl_2O_7 sob uma pressão de 125 torr do gráfico:

t ($^\circ C$):	-24	-13	-2	10	29	45	62	79
pv (torr):	5	10	20	40	100	200	400	760

037. A pressão de vapor do bromo líquido à temperatura ambiente é 168 torr. Suponha que o bromo seja introduzido gota por gota em um sistema fechado contendo ar a 775 torr e temperatura ambiente. (O volume de bromo líquido é insignificante em comparação com o volume de gás.) Se o bromo é adicionado até que não vaporize mais e algumas gotas de líquido estão presentes no frasco, qual seria a pressão total? Qual seria a pressão total se o volume deste sistema fechado fosse reduzidos à metade do seu valor original na mesma temperatura?

038. Um frasco fechado contém água a $75,0^\circ C$. A pressão total da mistura ar-água-vapor é 633,5 torr. A pressão de vapor da água a esta temperatura é 289,1 torr. Qual é a pressão parcial de ar no frasco?

039. H_{vap} é geralmente maior que H_{fusion} para uma substância, apesar da natureza das interações que devem ser superadas nos processos de vaporização e fusão serem semelhantes. Por que o H_{vap} é maior?

040. O calor de vaporização da água a $100^\circ C$ é 2,26 kJ/g; e a $37^\circ C$ (temperatura corporal) é 2,41 kJ/g. (a) Converta o último valor em calor molar padrão de vaporização, H°_{vap} , a $37^\circ C$. (b) Por que o calor de vaporização é maior a $37^\circ C$ do que a $100^\circ C$?

041. Trace uma curva de pressão de vapor para $C_2Cl_2F_4$ a partir das seguintes pressões de vapor. Determine o ponto de ebulição do $C_2Cl_2F_4$ sob uma pressão de 300 torr do gráfico:

t (°C):	-95,4	-72,3	-53,7	-39,1	-12,0	3,5
vp (torr):	1	10	40	100	400	760

042. Trace uma curva de pressão de vapor para $C_2H_4F_2$ a partir das seguintes pressões de vapor. A partir do gráfico, determine o ponto de ebulição do $C_2H_4F_2$ sob uma pressão de 200 torr.

t (°C):	-77,2	-51,2	-31,1	-15,0	-14,8	31,7
vp (torr)	1	10	40	100	400	760

Mudanças de fase e transferência de calor associada

Os seguintes valores serão úteis em alguns exercícios desta seção:

Calor específico do gelo 2,09 J/g °C

Calor de fusão de gelo a 0°C 334 J/g

Calor específico do líquido H_2O 4,18 J/g °C

Calor de vaporização de H_2O líquido a 100°C $2,26 \times 10^3$ J/g

Calor específico do vapor 2,03 J/g °C

043. Que quantidade de energia térmica, em joules, deve ser removida para condensar 23,2 g de vapor de água a 125,0°C para líquido a 22,8°C?

044. O equilíbrio que se estabelece entre dois estados da matéria é um exemplo de equilíbrio estático ou dinâmico? Explique sua resposta.

045. Quais das seguintes mudanças de estado são exotérmicas? (a) fusão, (b) liquefação, (c) sublimação, (d) deposição. Explique.

046. Suponha que calor foi adicionado a uma amostra de 21,8 g de zinco sólido a uma taxa de 9,84 J/s. Após atingir a temperatura do ponto de fusão normal do zinco, 420 °C, a temperatura permaneceu constante por 3,60 minutos. Calcular $H_{\text{fusão}}^\circ$ a 420.°C, em J/mol, para o zinco.

047. O calor específico da prata é $0,237 \text{ J/g}^\circ\text{C}$. Seu ponto de fusão é 961°C . Seu calor de fusão é 11 J/g . Quanto calor é necessário para derreter $8,72 \text{ g}$ de prata de sólido em 25°C para líquido a 961°C ?

048. O calor de fusão do tálio é 21 J/g , e seu calor de vaporização é de 795 J/g . Os pontos de fusão e ebulição são 304°C e 1457°C . O calor específico do tálio líquido é $0,13 \text{ J/g}^\circ\text{C}$. Quanto calor é necessário para mudar 243 g de tálio sólido a 304°C para vapor a 1457°C e 1 atm ?

049. Calcule a quantidade de calor necessária para converter $75,0 \text{ g}$ de gelo a 0°C para água líquida a 100°C .

050. Calcule a quantidade de calor necessária para converter $75,0 \text{ g}$ de gelo a $15,0^\circ\text{C}$ para vapor a $125,0^\circ\text{C}$.

051. Use os dados no Apêndice E para calcular a quantidade de calor necessário para aquecer 175 g de mercúrio de 25°C até sua ebulição ponto e depois vaporizá-lo.

052. Se 275 g de água líquida a 100°C e 475 g de água a $30,0^\circ\text{C}$ são misturados em um recipiente isolado, qual é a temperatura final?

053. Se $25,0 \text{ g}$ de gelo a $10,0^\circ\text{C}$ e $25,0 \text{ g}$ de água líquida a $100,0^\circ\text{C}$ são misturados em um recipiente isolado, qual será a temperatura final?

054. Se 175 g de água líquida a 0°C e $17,5 \text{ g}$ de vapor a $110,0^\circ\text{C}$ são misturados em um recipiente isolado, qual será a temperatura final?

055. A água pode ser resfriada em climas quentes pela evaporação de água das superfícies de sacos de lona. Que massa de água pode ser resfriada de $35,0^\circ\text{C}$ a $20,0^\circ\text{C}$ pela evaporação de um grama de água? Suponha que o H_{vap} não muda com a temperatura.

056. (a) Quanto calor deve ser removido para preparar $15,0 \text{ g}$ de gelo a $0,0^\circ\text{C}$ a partir de $15,0 \text{ g}$ de água a $25,0^\circ\text{C}$? (b) Calcular a massa de água a $100,0^\circ\text{C}$ que pode ser resfriada a $23,5^\circ\text{C}$ pela mesma quantidade de calor calculada na parte (a).

Equação Clausius-Clapeyron

057. O tolueno, $C_6H_5CH_3$, é um líquido utilizado na fabricação de TNT. Seu ponto de ebulição normal é $111,0^\circ C$, e seu calor molar de vaporização é $35,9 \text{ kJ/mol}$. Qual seria a pressão de vapor (torr) de tolueno a $75,00^\circ C$?

058. Em seus pontos de ebulição normais, o calor de vaporização da água ($100^\circ C$) é 40.656 J/mol e o da água pesada ($101,41^\circ C$) é 41.606 J/mol . Use esses dados para calcular a pressão de vapor de cada líquido a $80,00^\circ C$.

059. (a) Use a equação de Clausius-Clapeyron para calcular a temperatura ($^\circ C$) na qual a água pura ferveria a uma pressão de $400,0$ torr. (b) Compare este resultado com a temperatura lida na Figura 13-13. (c) Comparar os resultados de (a) e (b) com um valor obtido do Apêndice E.

060. Mostre que a equação de Clausius-Clapeyron pode ser escrita como:

$$\ln P = \frac{-\Delta H_{\text{vap}}}{RT} + B$$

onde B é uma constante que tem valores diferentes para diferentes substâncias. Esta é uma equação para uma linha reta. (a) Qual é a expressão para a inclinação dessa reta? (b) Usando os seguintes dados de pressão de vapor, trace o diagrama $\ln P$ vs. $1/T$ para o acetato de etila, $CH_3COOC_2H_5$, um composto orgânico comum usado como solvente em removedores de esmalte.

t ($^\circ C$)	-43.4	-23.5	-13.5	-3.0	+9.1
vp (torr)	1	5	10.	20.	40.
t ($^\circ C$)	16.6	27.0	42.0	59.3	
vp (torr)	60.	100.	200.	400.	

(c) A partir do gráfico, estime H_{vap} para o acetato de etila. (d) A partir do gráfico, estime o ponto de ebulição normal do acetato de etila.

061. Repita os Exercícios 60(b) e 60(c) para mercúrio, usando os seguintes dados para mercúrio líquido. Então compare isso valor com o do Apêndice E.

t (°C)	126.2	184.0	228.8	261.7	323.0
vp (torr)	1	10.	40.	100.	400.

062. O álcool isopropílico, C_3H_8O , é comercializado como "álcool isopropílico". Sua pressão de vapor é 100 torr a $39,5^\circ C$ e 400 torr a $67,8^\circ C$. Estime o calor molar de vaporização do álcool isopropílico.

063. Usando os dados do Exercício 62, preveja a ebulição normal ponto de álcool isopropílico.

064. O mercúrio fervente é frequentemente usado em bombas de difusão para atingir um vácuo muito alto; pressões abaixo de 10^{-10} atm podem ser facilmente alcançado com tal sistema. O vapor de mercúrio é muito tóxico para inalar, no entanto. O ponto de ebulição normal do líquido mercúrio é $357^\circ C$. Qual seria a pressão de vapor de mercúrio a $25^\circ C$?

Diagramas de Fase

065. Quantas fases existem em um ponto triplo? Descreva o que aconteceria se uma pequena quantidade de calor fosse adicionada sob condições de volume constante para uma amostra de água no ponto triplo. Suponha uma variação de volume desprezível durante a fusão.

066. Qual é o ponto crítico? Uma substância será sempre um líquido abaixo da temperatura crítica? Por que ou por que não?

Consulte o diagrama de fases do CO_2 na Figura 13-17b para responder os Exercícios 67-70.

067. Que fase do CO_2 existe a 2 atm de pressão e temperatura de $90^\circ C$? $60^\circ C$? $0^\circ C$?

068. Quais fases do CO_2 estão presentes (a) a uma temperatura de $78^\circ C$ e uma pressão de 1 atm? (b) a $57^\circ C$ e uma pressão de 5,2 atm?

069. Liste as fases que seriam observadas se uma amostra de CO_2 a 8 atm de pressão for aquecida de 80°C a 40°C .

070. Como o ponto de fusão do CO_2 muda com a pressão? O que isso indica sobre a densidade relativa de CO_2 sólido versus CO_2 líquido?

071. Você recebe os seguintes dados para etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$:

Ponto de fusão normal -117°C

Ponto de ebulição normal $78,0^\circ\text{C}$

Temperatura crítica 243°C

Pressão crítica 63,0 atm

Suponha que o ponto triplo seja ligeiramente mais baixo em temperatura que o ponto de fusão e que a pressão de vapor no ponto triplo é cerca de 10^{-5} torr. (a) Esboce um diagrama de fase para o etanol. (b) Etanol a 1 atm e 140°C é comprimido a 70 atm. Há duas fases presentes em qualquer tempo durante este processo? (c) Etanol a 1 atm e 270°C é comprimido a 70 atm. Há duas fases presentes em qualquer tempo durante este processo?

072. Você recebe os seguintes dados para butano, C_4H_{10} .

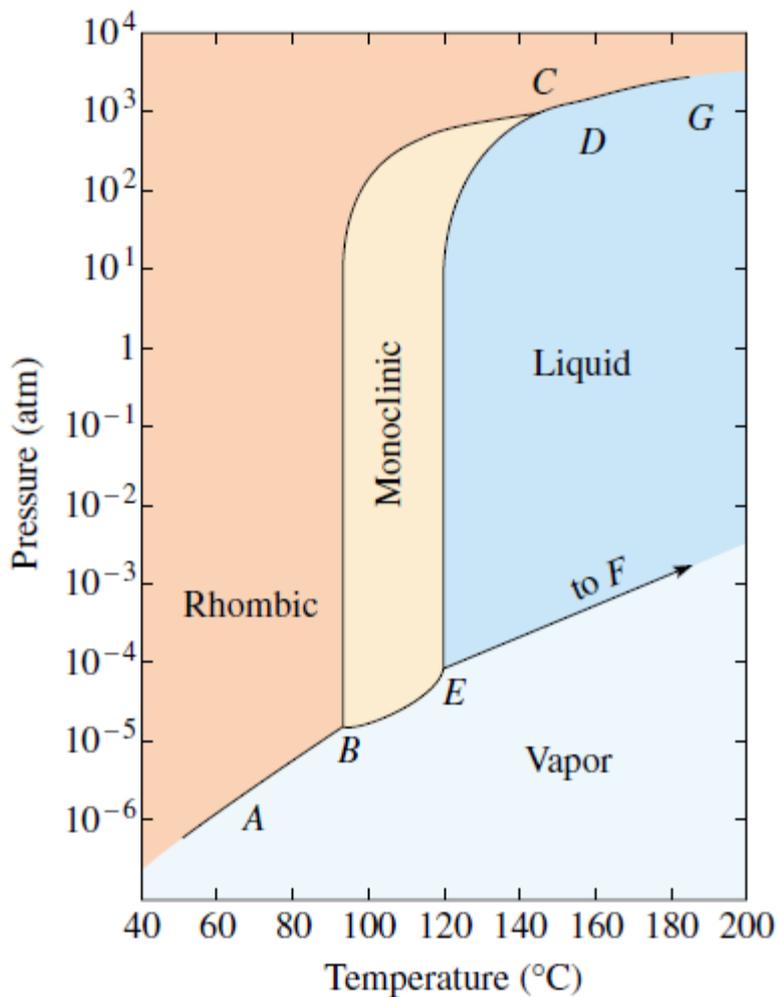
Ponto de fusão normal -138°C

Ponto de ebulição normal 0°C

Temperatura crítica 152°C

Pressão crítica 38 atm

Suponha que o ponto triplo seja ligeiramente mais baixo em temperatura que o ponto de fusão e que a pressão de vapor no ponto triplo é 3×10^{-5} torr. (a) Esboce um diagrama de fases para o butano. (b) Butano a 1 atm e 140°C é comprimido a 40 atm. Duas fases estão presentes a qualquer momento durante este processo? (c) Butano a 1 atm e 200°C é comprimido a 40 atm. Duas fases estão presentes a qualquer momento durante este processo?



Phase Diagram for Sulfur

Os exercícios 73 e 74 referem-se ao diagrama de fases para enxofre acima. (O eixo vertical está em escala logarítmica.) O enxofre tem duas formas sólidas, monoclinicas e rômbricas.

073. (a) Quantos pontos triplos existem para o enxofre? (b) Indique a pressão e temperatura aproximadas em cada ponto triplo. (c) Quais fases estão em equilíbrio em cada ponto triplo?

074. Quais estados físicos devem estar presentes no equilíbrio nas seguintes condições? (a) 10^{-1} atm e 110°C , (b) 10^{-5} atm e 80°C , (c) 5×10^3 atm e 160°C , (d) 10^{-1} atm e 80°C , (e) 10^{-5} atm e 140°C , (f) 1 atm e 140°C .

Exercícios mistos

105. O benzeno, C_6H_6 , ferve a $80,1^\circ C$. Quanta energia, em joules, seria necessário para evaporar 500,0 g de benzeno líquido a $21,5^\circ C$ para um vapor em seu ponto de ebulição? (O calor específico do benzeno líquido é $1,74 \text{ J/g } ^\circ C$ e seu calor de vaporização é 395 J/g .)

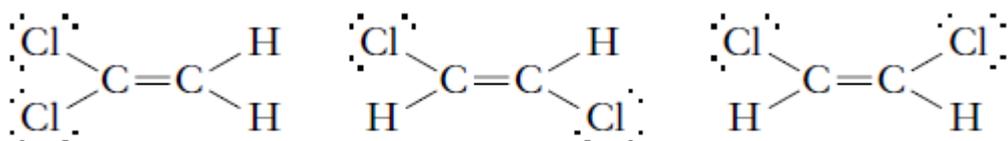
106. Os três principais componentes do ar são N_2 (p.e. $196^\circ C$), O_2 (p.e. $183^\circ C$) e Ar (p.e. $186^\circ C$). Suponha que temos uma amostra de ar líquido a $200^\circ C$. Em que ordem esses gases evaporam à medida que a temperatura aumenta?

107. Uma amostra de 10,0 g de etanol líquido, C_2H_5OH , absorve $3,42 \times 10^3 \text{ J}$ de calor em seu ponto de ebulição normal, $78,0^\circ C$. A entalpia molar de vaporização do etanol, H_{vap} , é $39,3 \text{ kJ/mol}$. (a) Que volume de vapor de C_2H_5OH é produzido? Que volume é medido a $78,0^\circ C$ e 1,00 atm de pressão. (b) Que massa de C_2H_5OH permanece no estado líquido?

108. Qual é a pressão prevista pela lei dos gases ideais para um mol de vapor em 31,0 L a $100^\circ C$? O que é a pressão prevista pela equação de van der Waals (Seção 12-15) dado que $a = 5,464 \text{ L}^2 \text{ atm/mol}^2$ e $b = 0,03049 \text{ L/mol}$? Qual é a diferença percentual entre esses valores? O vapor se desvia da idealidade significativamente a $100^\circ C$? Por quê?

109. Os pontos de ebulição de HCl , HBr e HI aumentam com o aumento do peso molecular. No entanto, os pontos de derretimento e de ebulição dos haletos de sódio, $NaCl$, $NaBr$ e NaI , diminuem com o aumento do peso da fórmula. Explique por que as tendências são opostas.

110. As estruturas de três moléculas com a fórmula $C_2H_2Cl_2$ são:



Descreva as forças intermoleculares presentes em cada um desses compostos e preveja qual tem o menor ponto de ebulição.

111. As afirmações a seguir são verdadeiras ou falsas? Indique o motivo se uma afirmação for falsa.

(a) A pressão de vapor de um líquido diminuirá se o volume de líquido diminuir.

(b) O ponto de ebulição normal de um líquido é a temperatura em que a pressão externa é igual à pressão de vapor do líquido.

(c) As pressões de vapor de líquidos em séries semelhantes tendem aumentar com o aumento do peso molecular.

112. As afirmações a seguir são verdadeiras ou falsas? Indique o motivo se uma afirmação for falsa.

(a) A pressão de vapor de equilíbrio de um líquido é independente do volume ocupado pelo vapor acima do líquido.

(b) O ponto de ebulição normal de um líquido varia com a pressão atmosférica.

(c) A pressão de vapor de um líquido aumentará se a massa de líquido aumenta.

113. A seguir estão dadas as pressões de vapor a 20°C. Prever a ordem crescente de pontos de ebulição normais dos líquidos, acetona, 185 torr; etanol, 44 torr; dissulfeto de carbono, CS₂, 309 tor.

114. Consulte o Exercício 113. Qual é a ordem crescente esperada de calores molares de vaporização, H_{vap} , desses líquidos em seus pontos de ebulição? Coloque-os em ordem.

115. Consulte o diagrama de fases de enxofre na página 536. (a) Pode o enxofre rômboico ser sublimado? Se assim for, sob que condições?

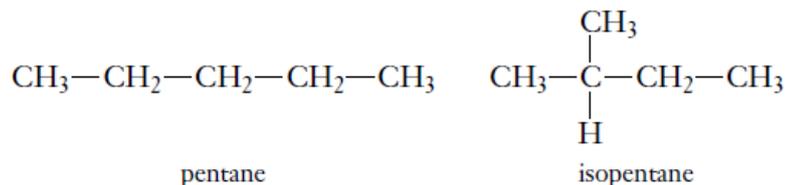
(b) O enxofre monoclinico pode ser sublimado? Se sim, sob que condições? (c) Descreva o que acontece se o enxofre rômboico for aquecido lentamente de 80°C a 140°C a 1 atm constante de pressão.

(d) O que acontece se o enxofre rômboico for aquecido de 80°C a 140°C sob pressão constante de 5×10^{-6} atm?

116. O ponto de ebulição normal da amônia, NH₃, é 33°C e seu ponto de congelamento é 78°C. Preencha os espaços em branco. (a) Em STP (0°C, pressão de 1 atm), NH₃ é um _____. (b) Se a temperatura cai para 40°C, a amônia vai _____ e se tornar um _____. (c) Se a temperatura cair ainda mais a 80°C e as moléculas se organizam em um padrão ordenado, a amônia irá _____ e

tornar-se um _____. (d) Se cristais de amônia forem deixados no planeta Marte a uma temperatura de -100°C , eles desaparecem gradualmente pelo processo de _____ e formam uma _____.

117. As constantes de van der Waals (Seção 12-15) são $a = 19,01 \text{ L}^2 \text{ atm/mol}^2$, $b = 0,1460 \text{ L/mol}$ para pentano e $a = 18,05 \text{ L}^2 \text{ atm/mol}^2$, $b = 0,1417 \text{ L/mol}$ para o isopentano



(a) Baseando seu raciocínio em forças intermoleculares, por que você esperaria que a para o pentano fosse maior? (b) Baseando seu raciocínio sobre o tamanho molecular, por que você esperaria b para o pentano ser maior?

EXERCÍCIOS CONCEITUAIS

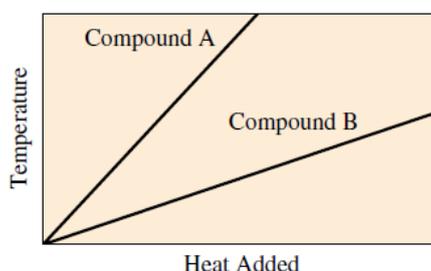
118. O iodo sublima à temperatura e pressão ambiente; água não. Explique as diferenças que você esperaria observar à temperatura ambiente se 5,0 gramas de cristais de iodo foram selados em um recipiente de 10 mL e 5,0 mL de água foram selados em um recipiente semelhante.

119. Referindo-se ao diagrama de fases para o dióxido de carbono mostrado na Figura 13-17b para valores aproximados, desenhe uma curva semelhante à da Figura 13-15 para dióxido de carbono a 1 atmosfera de pressão. Desenhe uma segunda curva de aquecimento para o dióxido de carbono à pressão de 5 atm. Estime a transição temperaturas.

120. Um equívoco popular é que "a água quente congela mais rapidamente do que a água fria." Em um experimento, duas amostras de água de 100 mL, em recipientes idênticos, foram colocadas separadas em um freezer a 25°C . Uma amostra teve uma temperatura inicial de 78°C , enquanto a outra estava a 24°C . A segunda amostra levou 151 minutos para congelar, e a amostra mais quente levou 166 minutos. A amostra mais quente levou mais tempo, mas não muito.

Como você pode explicar as amostras levando aproximadamente o mesmo período de tempo para congelar?

121. Considere as partes das curvas de aquecimento mostradas aqui. Qual composto tem a maior capacidade de calor específico?



CONSTRUINDO SEU CONHECIMENTO

122. Há mais de 150 anos, Pierre Dulong e A. T. Petit descobriram uma regra prática que a capacidade calorífica de um mol de um elemento sólido puro é cerca de 6,0 calorias por °C (isto é, cerca de 25 J/°C). Uma amostra de 100,2 g de um metal desconhecido a 99,9°C é colocado em 50,6 g de água a 24,8°C. A temperatura é de 36,6°C quando o sistema atinge equilíbrio. Suponha que todo o calor perdido pelo metal seja absorvido pela água. Qual é a provável identidade desse metal?

123. Em um frasco contendo ar seco e algum tetracloreto de silício líquido, SiCl₄, a pressão total foi de 988 torr a 225°C. A metade do volume do frasco aumentou a pressão para 1742 torr a temperatura constante. Qual é a pressão de vapor de SiCl₄ neste frasco a 225°C?

124. Um amigo chega até você com este problema: "Eu procurei a pressão de vapor da água em uma tabela que é 26,7 torr a 300 K e 92.826 torr a 600 K. Isso significa que a pressão de vapor aumenta por um fator de 3477 quando a temperatura absoluta dobra. Entretanto, eu achava que a pressão era proporcional à temperatura absoluta, $P = nRT/V$. A pressão não apenas dobra. Por que?" Como você ajudaria o amigo?

125. Usando até seis desenhos (quadros) para cada um, descreva as mudanças que ocorrem no nível molecular durante cada uma das seguintes mudanças físicas: (a) derretimento de um cubo de gelo, (b)

sublimação de um cubo de gelo abaixo de $4,6^{\circ}\text{C}$ e $4,6$ torr, e (c) evaporação de uma gota de água à temperatura e pressão ambientes.

127. Em seu ponto de fusão normal de $271,3^{\circ}\text{C}$, o bismuto sólido tem uma densidade de $9,73\text{ g/cm}^3$ e o bismuto líquido tem uma densidade de $10,05\text{ g/cm}^3$. Uma mistura de bismuto líquido e sólido está em equilíbrio a $271,3^{\circ}\text{C}$. Se a pressão aumentasse de 1 atm a 10 atm , o mais bismuto sólido derreteria ou congelaria mais bismuto líquido? Que propriedade incomum o bismuto compartilha com a água?