

## - PROPRIEDADES COLIGATIVAS -

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO

(Ufrs 2005) SE NECESSÁRIO, ADOTE  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

1. Assinale a alternativa que apresenta uma situação em que se faz uso de uma propriedade coligativa.
- Preparação de charque por adição de sal à carne.
  - Adição de suco de limão para talhar o leite.
  - Uso de sulfato de alumínio para tratamento de água.
  - Abaixamento de temperatura da água para adicionar  $\text{CO}_2$ .
  - Adição de álcool anidro à gasolina.

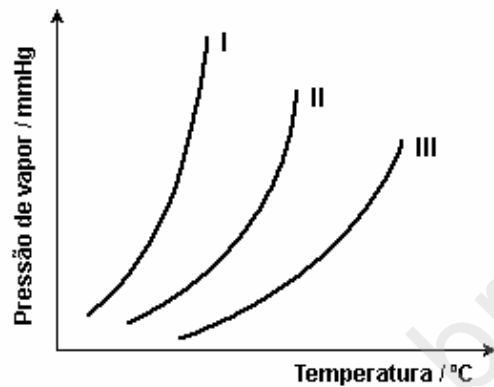
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO

(Ufn 2005) Um béquer de vidro, com meio litro de capacidade, em condições normais de temperatura e pressão, contém 300 mL de água líquida e 100 g de gelo em cubos.

2. Adicionando-se, nesse mesmo béquer, uma porção de sal de cozinha ( $\text{NaCl}$ ), deve-se esperar que, durante a dissolução, ocorra
- aumento da fase sólida.
  - elevação da temperatura.
  - abaixamento da temperatura.
  - diminuição da fase líquida.

3. (Mackenzie 2003) Quando um líquido puro, contido em um recipiente aberto, entra em ebulição:
- a pressão externa é maior que a pressão máxima de vapor desse líquido.
  - a temperatura vai aumentando à medida que o líquido vaporiza.
  - a pressão máxima de seus vapores é igual ou maior que a pressão atmosférica.
  - a temperatura de ebulição tem sempre o mesmo valor, independente da altitude do lugar onde se realiza o aquecimento.
  - a energia cinética de suas moléculas diminui.

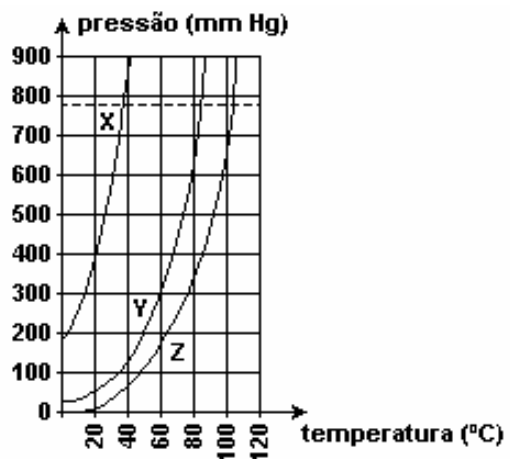
4. (Pucmg 2006) As temperaturas normais de ebulição da água, do etanol e do éter etílico são, respectivamente,  $100^\circ\text{C}$ ,  $78^\circ\text{C}$  e  $35^\circ\text{C}$ . Observe as curvas no gráfico da variação de pressão de vapor do líquido ( $P_v$ ) em função da temperatura ( $T$ ).



As curvas I, II e III correspondem, respectivamente, aos compostos:

- água, etanol e éter etílico.
- éter etílico, etanol e água.
- éter etílico, água e etanol.
- água, éter etílico e etanol.

5. (Pucmg 2007) Em um laboratório, um estudante recebeu três diferentes amostras (X, Y e Z). Cada uma de um líquido puro, para que fosse estudado o comportamento de suas pressões de vapor em função da temperatura. Realizado o experimento, obteve-se o seguinte gráfico da pressão de vapor em função da temperatura.



Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:

- o líquido Z é aquele que apresenta maior volatilidade.
- o líquido X é o que apresenta maior temperatura de ebulição ao nível do mar.
- as forças de atração intermoleculares dos líquidos aumentam na ordem:  $X < Y < Z$ .
- a temperatura de ebulição do líquido Z, à pressão de 700 mmHg, é  $80^\circ\text{C}$ .

6. (Uel 2006) Analise a imagem a seguir.



Com base na tira e nos conhecimentos sobre o tema, considere as afirmativas a seguir.

- I. A sensação de secura na língua do personagem se deve à evaporação da água contida na saliva, em função da exposição da língua ao ar por longo tempo.
- II. Sob as mesmas condições de temperatura e pressão, a água evapora mais lentamente que um líquido com menor pressão de vapor.
- III. Caso o personagem estivesse em um local com temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ , a água contida na saliva congelaria se exposta ao ar.
- IV. Se o personagem tentasse uma nova experiência, derramando acetona na pele, teria uma sensação de frio, como resultado da absorção de energia pelo solvente para a evaporação do mesmo.

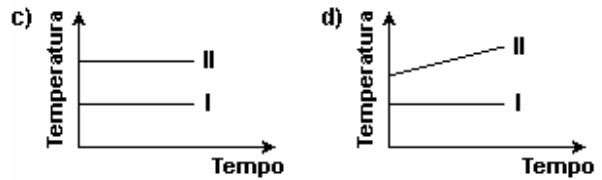
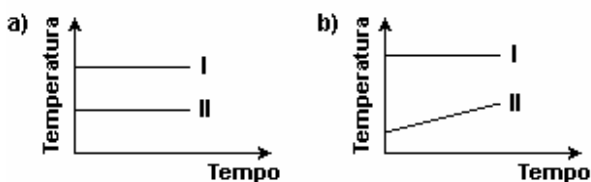
Estão corretas apenas as afirmativas:

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

7. (Ufmg 2006) Dois recipientes abertos contêm: um, água pura (I) e, o outro, água salgada (II).

Esses dois líquidos são aquecidos até a ebulição e, a partir desse momento, mede-se a temperatura do vapor desprendido.

Considerando essas informações, assinale a alternativa cujo gráfico MELHOR representa o comportamento da temperatura em função do tempo durante a ebulição.



8. (Ufmg 2007) Um balão de vidro, que contém água, é aquecido até que essa entre em ebulição.

Quando isso ocorre,

- desliga-se o aquecimento e a água para de ferver;
- fecha-se, imediatamente, o balão; e, em seguida,
- molha-se o balão com água fria; então,
- a água, no interior do balão, volta a ferver por alguns segundos.

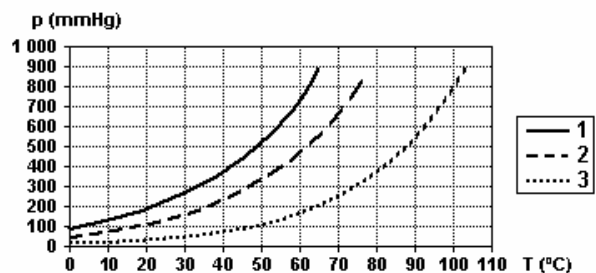
Assim sendo, é CORRETO afirmar que, imediatamente após o balão ter sido molhado, no interior dele,

- a) a pressão de vapor da água aumenta.
- b) a pressão permanece constante.
- c) a temperatura da água aumenta.
- d) a temperatura de ebulição da água diminui.

9. (Ufpr 2006) Considere dois procedimentos distintos no cozimento de feijão. No procedimento A, foi usada uma panela de pressão contendo água e feijão, e no procedimento B foi usada uma panela de pressão contendo água, feijão e sal de cozinha. Com relação a esses procedimentos, é correto afirmar:

- a) O cozimento será mais rápido no procedimento A, devido ao aumento do ponto de ebulição da solução B.
- b) O cozimento será mais rápido no procedimento B, devido ao aumento do ponto de ebulição da solução B.
- c) O cozimento será mais rápido no procedimento A, devido à sublimação sofrida pelo sal de cozinha.
- d) O cozimento será mais rápido no procedimento B, devido à sublimação sofrida pelo sal de cozinha.
- e) O tempo de cozimento será o mesmo nos procedimentos A e B.

10. (Ufscar 2004) A figura a seguir apresenta as curvas de pressão de vapor de três líquidos puros, 1, 2 e 3, em função da temperatura.



Considere que os líquidos estão submetidos à mesma pressão e analise as seguintes afirmações:

- I. Quando os líquidos estão em suas respectivas temperaturas de ebulição, a pressão de vapor do líquido 1 é maior que a dos líquidos 2 e 3.
- II. Quando se adiciona um soluto não volátil ao líquido 2, observa-se um aumento no seu ponto de ebulição.
- III. Na temperatura ambiente, o líquido 3 é o mais volátil.
- IV. A maior intensidade das forças intermoleculares no líquido 3 é uma explicação possível para o comportamento observado.

Está correto apenas o que se afirma em

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

11. (Ufu 2005) Para a dissolução de uma determinada massa de uma substância não volátil, em quantidade de água bem definida, é esperado um abaixamento de temperatura de solidificação da água de  $1,0^{\circ}\text{C}$ . Entretanto, experimentalmente, foi observado um abaixamento de apenas  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

A explicação mais provável para esta observação é a de que

- a) o soluto é molecular e de peso molecular elevado.
- b) em água, houve uma dissociação molecular do soluto não prevista pelo experimentador.
- c) em água, houve uma associação molecular do soluto não prevista pelo experimentador.
- d) o soluto é iônico, porém com baixo valor de  $K_{ps}$ .

12. (Unesp 2003) Uma das formas de se conseguir cicatrizar feridas, segundo a crença popular, é a colocação de açúcar ou pó de café sobre elas. A propriedade coligativa que melhor explica a retirada de líquido, pelo procedimento descrito, favorecendo a cicatrização, é estudada pela

- a) osmometria.
- b) crioscopia.
- c) endoscopia.
- d) tonoscopia.
- e) ebuliometria.

13. (Unifesp 2007) No final de junho de 2006, na capital paulista, um acidente na avenida marginal ao rio Pinheiros causou um vazamento de gás, deixando a população preocupada. O forte odor do gás foi perceptível em vários bairros próximos ao local. Tratava-se da substância química butilmercaptana, que é um líquido inflamável e mais volátil que a água, utilizado para conferir odor ao gás liquefeito de petróleo (GLP). A substância tem como sinônimos químicos butanotiol e álcool tiobutílico.

Sobre a butilmercaptana, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Apresenta massa molar igual a  $90,2\text{ g/mol}$ .
- II. Apresenta maior pressão de vapor do que a água, nas mesmas condições.
- III. É menos densa que o ar, nas mesmas condições.

São corretas as afirmações contidas em

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

14. (Unirio 2004) Para dessalinizar a água, um método ultimamente empregado é o da osmose reversa. A osmose ocorre quando se separa a água pura e a água salgada por uma membrana semipermeável (que deixa passar moléculas de água, mas não de sal).

A água pura escoar através da membrana, diluindo a salgada. Para dessalinizar a água salobra é preciso inverter o processo, através da aplicação de uma pressão no lado com maior concentração de sal. Para tal, essa pressão exercida deverá ser superior à:

- a) densidade da água
- b) pressão atmosférica
- c) pressão osmótica
- d) pressão de vapor
- e) concentração do sal na água

15. (Ufmg 2002) A dissolução de cloreto de sódio sólido em água foi experimentalmente investigada, utilizando-se dois tubos de ensaio, um contendo cloreto de sódio sólido e o outro, água pura, ambos à temperatura ambiente. A água foi transferida para o tubo que continha o cloreto de sódio. Logo após a mistura, a temperatura da solução formada decresceu pouco a pouco.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- a entalpia da solução é maior que a entalpia do sal e da água separados.
- o resfriamento do sistema é causado pela transferência de calor da água para o cloreto de sódio.
- o resfriamento do sistema é causado pela transferência de calor do cloreto de sódio para a água.
- o sistema libera calor para o ambiente durante a dissolução.

#### TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO

(Unicamp 2007) A população humana tem crescido inexoravelmente, assim como o padrão de vida. Conseqüentemente, as exigências por alimentos e outros produtos agrícolas têm aumentado enormemente e hoje, apesar de sermos mais de seis bilhões de habitantes, a produção de alimentos na Terra suplanta nossas necessidades. Embora um bom tanto de pessoas ainda morra de fome e um outro tanto morra pelo excesso de comida, a solução da fome passa, necessariamente, por uma mudança dos paradigmas da política e da educação.

Não tendo, nem de longe, a intenção de aprofundar nessa complexa matéria, essa prova simplesmente toca, de leve, em problemas e soluções relativos ao desenvolvimento das atividades agrícolas, mormente aqueles referentes à Química. Sejam os críticos no trato dos danos ambientais causados pelo mau uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, mas não nos esqueçamos de mostrar os muitos benefícios que a Química tem proporcionado à melhoria e continuidade da vida.

16. No mundo do agronegócio, a criação de camarões, no interior do nordeste brasileiro, usando águas residuais do processo de dessalinização de águas salobras, tem se mostrado uma alternativa de grande alcance social. A dessalinização consiste num método chamado de osmose inversa, em que a água a ser purificada é pressionada sobre uma membrana semipermeável, a uma pressão superior à pressão osmótica da solução, forçando a passagem de água pura para o outro lado da membrana. Enquanto a água dessalinizada é destinada ao consumo de populações humanas, a água residual (25 % do volume inicial), em que os sais estão concentrados, é usada para a criação de camarões.

a) Supondo que uma água salobra que contém inicialmente 10.000 mg de sais por litros sofre a dessalinização conforme descreve o texto, calcule a concentração de sais na água residual formada em  $\text{mg L}^{-1}$ .

b) Calcule a pressão mínima que deve ser aplicada, num sistema de osmose inversa, para que o processo referente ao item "a" anterior tenha início. A pressão osmótica  $\pi$  de uma solução pode ser calculada por uma equação semelhante à dos gases ideais, onde "n" é o número de moles de partículas por litro de solução. Para fins de cálculo, suponha que todo o sal dissolvido na água salobra seja cloreto de sódio e que a temperatura da água seja de  $27^\circ\text{C}$ . Dado: constante dos gases,  $R = 8.314 \text{ Pa L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .

c) Supondo que toda a quantidade (em mol) de cloreto de sódio do item "b" tenha sido substituída por uma quantidade igual (em mol) de sulfato de sódio, pergunta-se: a pressão a ser aplicada na osmose à nova solução seria maior, menor ou igual à do caso anterior? Justifique sua resposta.

17. (Ita 2007) Prepara-se, a  $25^\circ\text{C}$ , uma solução por meio da mistura de 25 mL de n-pentano e 45 mL de n-hexano.

Dados: massa específica do n-pentano =  $0,63 \text{ g/mL}$ ; massa específica do n-hexano =  $0,66 \text{ g/mL}$ ; pressão de vapor do n-pentano = 511 torr; pressão de vapor do n-hexano = 150 torr.

Determine os seguintes valores, mostrando os cálculos efetuados:

a) Fração molar do n-pentano na solução.

b) Pressão de vapor da solução.

c) Fração molar do n-pentano no vapor em equilíbrio com a solução.

18. (Ufes 2006) Uma solução de 5,00 g de ácido acético em 100 g de benzeno congela a  $3,37^\circ\text{C}$ . Uma solução de 5,00 g de ácido acético em 100 g de água congela a  $-1,49^\circ\text{C}$ .

a) Encontre a massa molar de ácido acético a partir do experimento em água.

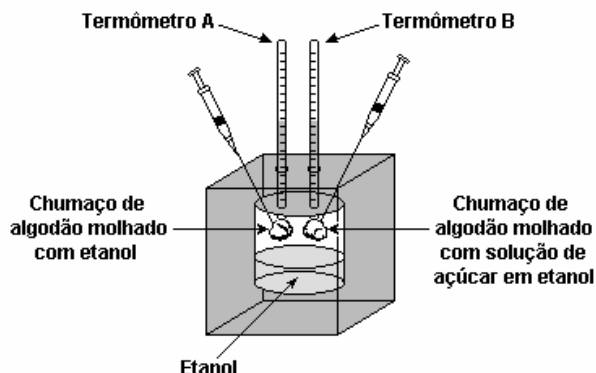
b) Encontre a massa molar do ácido acético a partir do experimento em benzeno e, sabendo que a fórmula molecular do ácido acético é  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ , explique o resultado encontrado nesse experimento.

#### Dados:

solvente	$K_{pc} (^\circ\text{C kg mol}^{-1})$	$t_c (^\circ\text{C})$
benzeno	-5,12	5,5
água	-1,86	0,0

onde  $K(p_c)$  é a constante do ponto de congelamento (crioscópica) e  $t(C)$  é a temperatura de congelamento.

19. (Ufmg 2006) A figura a seguir mostra dois termômetros - A e B -, cujos bulbos estão dentro de uma caixa fechada e isolada termicamente:



Os bulbos e os chumaços de algodão dos termômetros A e B estão em contato com a atmosfera saturada de vapor de etanol e todo o sistema está a 25 °C. Usando-se as seringas mostradas na figura, molha-se o chumaço de algodão preso no bulbo do termômetro A com etanol puro e, simultaneamente, o chumaço de algodão preso no bulbo do termômetro B com uma solução de açúcar em etanol.

a) **INDIQUE** se, no momento em que ambos os chumaços de algodão são molhados pelos respectivos líquidos, à mesma temperatura, a pressão de vapor do etanol no algodão do termômetro A é menor, igual ou maior que a pressão de vapor da solução no algodão do termômetro B. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

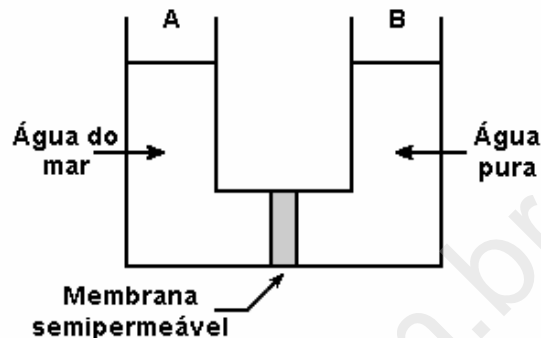
Depois de os chumaços terem sido molhados com os respectivos líquidos, observa-se um aumento da quantidade de líquido que molha o algodão no termômetro B.

b) **INDIQUE** se a temperatura no termômetro B diminui, permanece constante ou aumenta. **JUSTIFIQUE** sua indicação, comparando a velocidade de evaporação e condensação do solvente sobre o líquido no termômetro B.

c) **INDIQUE** se a temperatura do termômetro A, após ser molhado com etanol, diminui, permanece constante ou aumenta.

20. (Ufscar 2006) Considere o dispositivo esquematizado a seguir, onde os ramos A e B, exatamente iguais, são separados por uma membrana semipermeável. Esta membrana é permeável apenas ao

solvente água, sendo impermeável a íons e bactérias. Considere que os níveis iniciais dos líquidos nos ramos A e B do dispositivo são iguais, e que durante o período do experimento a evaporação de água é desprezível.



a) Algum tempo após o início do experimento, o que ocorrerá com os níveis das soluções nos ramos A e B? Justifique sua resposta.

b) Utilizando este dispositivo, é possível obter água potável a partir da água do mar, aplicando-se uma pressão adicional sobre a superfície do líquido em um de seus ramos. Em qual ramo do dispositivo deverá ser aplicada esta pressão? Discuta qualitativamente qual deverá ser o valor mínimo desta pressão. Justifique suas respostas.

## GABARITO

- |        |         |         |
|--------|---------|---------|
| 1. [A] | 6. [D]  | 11. [C] |
| 2. [C] | 7. [D]  | 12. [A] |
| 3. [C] | 8. [D]  | 13. [B] |
| 4. [B] | 9. [B]  | 14. [C] |
| 5. [C] | 10. [D] | 15. [A] |

16.

a)  $C_1 V_1 = C_2 V_2$   
 $10\,000 \text{ mg/L} \cdot V = C_2 \cdot 0,25 V$   
 $C_2 = 40000 \text{ mg/L}$ .

b)  $\pi = 3410,9 \text{ kPa}$ .

c) Como a solução de sulfato de sódio apresenta maior quantidade de partículas a pressão a ser aplicada será maior nessa solução.

17.

a) Massa molares:

$C_5H_{12}$  (pentano) = 72 g/mol.

$C_6H_{14}$  (hexano) = 86 g/mol.

$d(\text{pentano}) = m/V$

$0,63 = m/25$

$m = 15,75 \text{ g}$ ;  $n(\text{pentano}) = 15,75/72$

$n(\text{pentano}) = 0,22 \text{ mol de pentano.}$

$d(\text{hexano}) = m/V$

$0,66 = m/45$

$m = 29,70 \text{ g}$ ;  $n(\text{hexano}) = 29,7/86$

$n(\text{hexano}) = 0,35 \text{ mol de hexano.}$

$X(\text{pentano}) = n(\text{pentano})/n(\text{total})$

$X(\text{pentano}) = 0,22/(0,22 + 0,35)$

$X(\text{pentano}) = 0,22/0,57 = 0,38596 = 0,386$

$X(\text{hexano}) = n(\text{hexano})/n(\text{total})$

$X(\text{hexano}) = 0,35/0,57$

$X(\text{hexano}) = 0,614$

b)  $P(\text{total}) = P(\text{pentano}) + P(\text{hexano})$

$P(\text{total}) = \sum X_i \cdot P_i$

$P(\text{total}) = 0,386 \times 511 + 0,614 \times 150$

$P(\text{total}) = 197,25 + 92,1 = 289,35 \text{ torr}$

c) No vapor:

$P = \sum X_i \cdot P_i$

$X(\text{pentano}) \times P(\text{total}) = X(\text{vapor})/P(\text{total})$

$X(\text{pentano})/X(\text{vapor}) = P(\text{total})/P(\text{pentano})$

$0,386/X(\text{vapor}) = 289,35/511$

$X(\text{vapor}) = (0,386 \times 511)/289,35$

$X(\text{vapor}) = 0,682$

18.

- Cálculo da massa molar de ácido acético a partir do experimento em água.

$$\Delta t(c) = K(pc) \times m,$$

onde  $m$  é a concentração molal (quantidade de matéria/massa de solvente em Kg).

$$\Delta t(c) = -1,49^\circ\text{C}$$

$$m = \Delta t(c) / K(pc) = (-1,49^\circ\text{C})/(-1,86^\circ\text{C Kg mol}^{-1}) = 0,80 \text{ mol/ Kg}$$

Calculando a massa molar, temos  $M = \text{massa (ác. Acét.)} / (m \times \text{massa água, Kg})$

$$M = 5 \text{ g} / 0,80 \text{ (mol/Kg)} \times 0,1 \text{ Kg} = 62,5 \text{ g/mol.}$$

- Cálculo da massa molar do ácido acético a partir do experimento em benzeno.

$$\Delta t(c) = K(pc) \times m,$$

$$\Delta t(c) = -2,13^\circ\text{C}$$

$$m = \Delta t(c)/K(pc) = (-2,13^\circ\text{C})/(-5,12^\circ\text{C Kg mol}^{-1}) = 0,416 \text{ mol/ Kg}$$

Calculando a massa molar, temos  $M = \text{massa (ác. Acét.)} / (m \times \text{massa água, Kg})$

$$M = 5 \text{ g}/0,416 \text{ (mol/Kg)} \times 0,1 \text{ Kg} = 120,2 \text{ g/mol.}$$

Com base na fórmula molecular, a massa molar do ácido acético é 60g/mol. O resultado encontrado no experimento em benzeno indica que duas moléculas de ácido acético estão unidas entre si por ligações de hidrogênio intermolecular, formando um dímero.

19.

a) Termômetro A: a pressão de vapor é maior, pois não há soluto.

b) A temperatura no termômetro B diminui, pois a velocidade de condensação diminui com a diminuição da pressão de vapor e o calor não é mais absorvido pelo bulbo.

c) A temperatura no termômetro A permanece constante, pois a velocidade de condensação é a mesma.

20.

a) A água atravessa a membrana semipermeável da região de maior pressão de vapor (meio hipotônico: água pura) para o meio de menor pressão de vapor (hipertônico: água do mar), deduzimos que o nível da solução no ramo A vai aumentar e no ramo B vai diminuir.

b) A água potável pode ser obtida a partir de água do mar pelo processo de osmose reversa. Deve-se aplicar uma pressão superior à pressão osmótica, no ramo hipertônico, ou seja, no ramo onde estiver a água do mar.

A pressão osmótica é uma "contra-pressão", ou seja, deve ser aplicada para que não ocorra a migração do solvente. Num processo inverso à osmose, deve-se aplicar uma pressão superior à pressão osmótica.