

Prof. Marcus Ennes

Prof. Felipe Garcia

Físico-química

UNIDADE 39: Propriedades coligativas

Em nosso dia-a-dia temos diversos fenômenos que sabemos explicar, como o fato de a água ao ser aquecida em uma panela ferver pois chegou a 100°C, sua temperatura de ebulição. Entretanto, encontramos dificuldade ao tentar explicar como a nossa roupa seca após ser lavada e pendurada no varal, visto que a água vai para o estado gasoso sem atingir a sua temperatura de ebulição. Ou mesmo para explicar por que gelo derrete ao ser adicionado cloreto de sódio (NaCl), técnica muito utilizada em países onde neva para derreter o gelo nas estradas, calçadas e pontes. Como último exemplo podemos citar a água fervendo, que ao ter uma pequena quantidade de sal adicionado para de ferver.



As explicações para estes e muitos outros fenômenos encontram-se no estudo das propriedades coligativas ou efeitos coligativos, que são definidas como as alterações sofridas nas propriedades de um determinado líquido puro, quando ao mesmo é adicionado um soluto não-volátil. Por “soluto não-volátil”

entenda um sólido solúvel em determinado solvente, normalmente um sal, mas também pode ser um composto covalente, como a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$). O solvente utilizado normalmente é a água.

Para que as propriedades coligativas ocorram é necessário que haja solubilização do soluto em um determinado solvente, e então as propriedades (ponto de ebulição/fusão, pressão de vapor e pressão osmótica) da mistura resultante (solução) serão diferentes das propriedades do solvente puro.

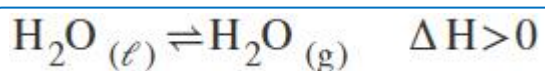
Número de partículas

Um raciocínio importante quando estudamos propriedades coligativas é o número de partículas dissolvidas. Quanto maior o número de partículas dissolvidas, mais intensas serão as propriedades coligativas. O número de partículas dissolvidas está diretamente relacionado com a dissociação (separação de cargas) do soluto no solvente.

Para encontrar o número de partículas dissolvidas em soluções de sais devemos encontrar a concentração total de íons, para isso devemos multiplicar a concentração do sal pela quantidade de íons provenientes da dissociação. Por exemplo, uma solução 1 mol . L⁻¹ de NaCl terá 2 mol . L⁻¹ de íons totais (Na⁺ e Cl⁻). Para solutos que não sofrem dissociação, como a já citada sacarose, a concentração da solução já equivale ao total de partículas dissolvidas.

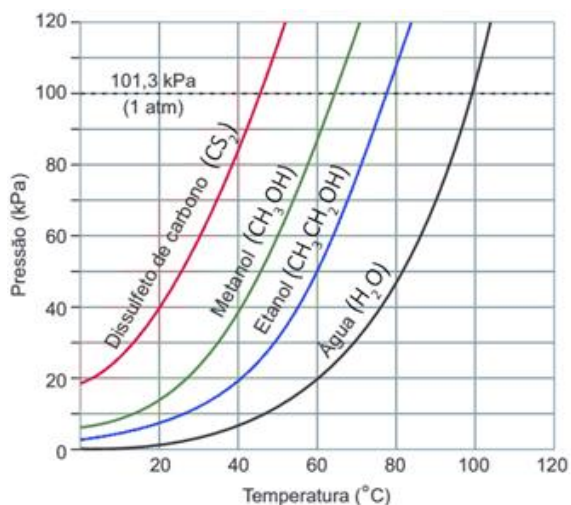
Tonoscopia

Pode-se definir tonoscopia como o estudo da diminuição de pressão de vapor de um líquido (solvente), ocasionada pela adição de um soluto não volátil ao mesmo. Para entendermos a tonoscopia precisamos relembrar o conceito de pressão de vapor de um líquido. Pressão de vapor ou pressão máxima de vapor (PMV) é a pressão exercida pelo vapor (estado gasoso) de um líquido quando os dois estados encontram-se em equilíbrio dinâmico dentro de um sistema fechado.



Líquidos mais voláteis evaporam mais facilmente, logo terão maior número de moléculas na fase gasosa, e conseqüentemente apresentam maior pressão de vapor. Por exemplo, em uma comparação entre álcool e água sabe-se que o álcool é mais volátil, logo pode-se dizer que, a uma determinada temperatura, a pressão de vapor do álcool é maior que a da água.

Também é importante relembrar que a pressão de vapor depende da temperatura. Quanto maior a temperatura, maior o número de moléculas na fase gasosa, logo, maior a pressão de vapor de um determinado líquido, visto que a reação acima tem seu equilíbrio deslocado (princípio de Le Chatelier) no sentido de formação de vapor. Veja:



Pode-se dizer que a pressão de vapor de um líquido depende então de dois fatores: a interação intermolecular que ocorre entre as moléculas deste líquido puro (quanto menos intensas as interações, mais volátil é o líquido, logo maior será sua pressão de vapor) e a temperatura na qual encontra-se.

Ao ser adicionado um soluto não volátil a este líquido forma-se uma solução (mistura homogênea), e uma nova interação passa a ser formada, isso dificulta a quebra das interações entre as moléculas do líquido, gerando menos moléculas no estado gasoso, o que ocasiona a diminuição da pressão máxima de vapor do líquido.

Estendendo o raciocínio pode-se afirmar que quanto mais próxima da saturação (concentração máxima) uma solução encontra-se, ou seja, quanto maior o número de partículas de soluto não-volátil adicionados, menor será a pressão máxima de vapor do solvente.

Temos que ter em mente também a natureza do soluto. Para solutos moleculares (que não sofrem ionização nem dissociação, como a glicose por exemplo), o número de partículas de soluto será equivalente ao número de moléculas adicionadas ao solvente. Para solutos iônicos o número de partículas dependerá do processo de dissociação e do número de espécies iônicas geradas a partir do mesmo (concentração de íons totais). Isso permite concluir que duas soluções distintas, à mesma temperatura, formadas após a adição de um mesmo número de mol de dois solutos diferentes, um molecular e um iônico, a duas quantidade iguais de solvente, ocorrerá maior diminuição na pressão de vapor da solução que contém o soluto iônico, pois este sofre dissociação, e portanto terá um maior número de partículas dissolvidas no meio.

Ebulioscopia

A ebulioscopia é definida como o estudo do aumento no ponto de ebulição de um líquido, após adição de um soluto não volátil ao mesmo.

Sabendo que para que ocorra ebulição na solução sua pressão de vapor deve se igualar a pressão atmosférica, o aumento na temperatura de ebulição pode ser estudado através da pressão de vapor. Suponha que, à uma determinada temperatura, um líquido (solvente puro) possui pressão de vapor de 80 kPa. Quando há adição de soluto não-volátil a este líquido, sua pressão de vapor diminui para 60 kPa. Sendo assim, para a pressão de vapor voltar a ser 80 kPa será necessário uma maior temperatura.

Ou seja, imagine que temos água em ebulição (fervendo) e adicionamos (até saturação) sal de cozinha, mantendo a intensidade do fogo. Por um momento a água irá parar de ferver, e isso ocorre por um aumento na temperatura de ebulição da solução formada.

O mesmo raciocínio acerca do cálculo do número de partículas presente na tonoscopia também se estende para a ebulioscopia. Com isso pode-se concluir que as alterações que ocorrem na solução são mais significativas conforme aumenta-se o número de partículas dissolvidas em solução.

Crioscopia

A definição de crioscopia, também chamada de abaixamento crioscópico, consiste no estudo da diminuição da temperatura de congelamento de um líquido, provocada pela adição de um soluto não-volátil ao mesmo.

A explicação para o famoso resfriamento rápido de líquidos no isopor em um churrasco ou mesmo para a utilização de sal nas estradas e calçadas dos países onde neva está neste conceito. Para o caso do churrasco, o gelo encontra-se a temperatura de 0°C, porém sua superfície de contato com os recipientes é muito limitada. Ao adicionar-se sal provoca-se um abaixamento na temperatura de congelamento, ou seja, a solução passa a congelar um pouco abaixo de 0°C. Sendo assim o gelo que encontra-se a 0°C começa a derreter sem que seja necessário um aumento da temperatura. O líquido resultante do derretimento passa percolando os recipientes

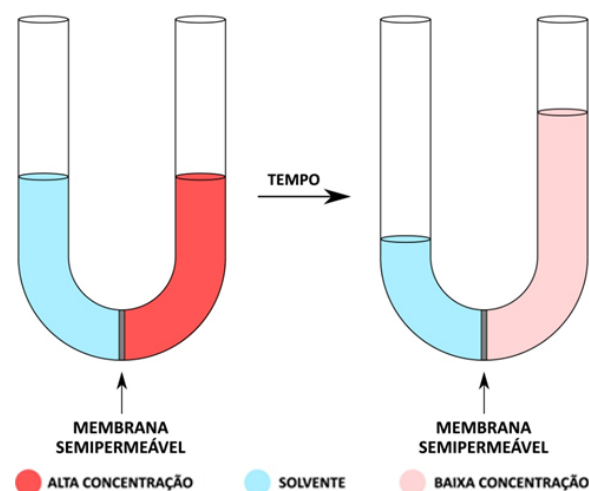
com uma superfície de contato muito maior, a temperatura de 0°C, resfriando-os mais rapidamente.

O mesmo raciocínio acerca do número de partículas dissolvidas, aplicado na ebulioscopia e na tonoscopia, aplica-se também ao abaixamento crioscópico. Ou seja, quanto maior o número de partículas dissolvidas, menor será a nova temperatura de congelamento.

Osmoscopia

A osmoscopia consiste no estudo acerca do aumento na pressão osmótica de um líquido, consequente da adição de um soluto não-volátil ao mesmo.

Para entender a osmoscopia é necessário dominar o conceito de osmose, que pode ser definida como a passagem espontânea, através de uma membrana semipermeável, de solvente do meio hipotônico (menos concentrado) para o meio hipertônico (mais concentrado), para que as concentrações tornem-se iguais em ambos os lados, ou seja, os meios tornem-se isotônicos.



Caso queira-se impedir a passagem espontânea deste solvente, será necessário aplicar uma pressão no lado hipertônico, onde há a solução de maior concentração. A pressão necessária para impedir a passagem de solvente através da membrana semipermeável é chamada de pressão osmótica.

O aumento da quantidade de soluto torna o meio cada vez mais concentrado, e consequentemente a pressão necessária para impedir a passagem de solvente através da membrana (pressão osmótica) torna-se cada vez maior. Caso a pressão aplicada seja maior que a pressão osmótica, ocorrerá a osmose reversa, que consiste na passagem não-espontânea de solvente do meio hipertônico para o meio hipotônico.

Dentre os termos utilizados para descrever esta propriedade podem-se destacar “soluções isotônicas”, que são soluções de pressão osmótica equivalente, “soluções anisotônicas”, que são soluções com pressões osmóticas diferentes.

De maneira resumida, quanto maior for concentração de soluto, maior será a pressão osmótica, seguindo o mesmo raciocínio apresentado anteriormente para a tonoscopia, ebulioscopia e crioscopia acerca do número de partículas dissolvidas.

Para terminar o estudo das propriedades coligativas é válido um pequeno resumo, como forma de auxílio para fazer mais rapidamente as questões qualitativas:

Ao adicionar um soluto não-volátil a um líquido:

- Sua pressão de vapor diminui;
- Sua pressão osmótica aumenta;
- Seu ponto de congelamento diminui;
- Seu ponto de ebulição aumenta;

NOTAS:



ATIVIDADES PROPOSTAS

1) O tipo de solo constituído por rocha, terra e gelo que é habitual de regiões como a Antártida e montanhas de elevadas altitudes vem sendo constantemente estudado pelos cientistas que observam preocupados o derretimento dessas camadas de gelo chamadas *permafrost*. Na Antártida esse gelo é de água salgada, mas nas montanhas a concentração de sal é muito baixa. Essa diferença na constituição é muito relevante para que um *permafrost* descongele antes do outro. O estudo da concentração de sais nesse gelo ocorre em laboratório a partir de relações obtidas pela temperatura de congelamento das soluções aquosas.

PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., *Química na abordagem do cotidiano*, volume 1, 4ª edição, ed moderna, São Paulo, 2006
SANTOS, Wildson L. (coord.), *Química & Sociedade*. Nova Geração, São Paulo, 2005.

A respeito dos processos de congelamento do *permafrost*, considerando iguais condições de pressão, percebe-se **CORRETAMENTE** que

- o gelo da Antártida congela em temperaturas superiores ao gelo das montanhas.
- o gelo das montanhas congela em temperaturas superiores ao gelo da Antártida.
- os dois tipos de gelo congelam em temperaturas iguais, pois a principal constituição de ambos é de água.
- os dois tipos de gelo por possuírem sal em sua constituição congelam em temperaturas acima de 0°C.
- os dois tipos de gelo têm suas propriedades modificadas devido às interações de hidrogênio que ocorrem entre a água e os íons.

2) Em 2020, o Brasil foi impactado com a notícia de que muitas pessoas haviam se contaminado ao ingerir cerveja. Como se apurou mais tarde, a bebida havia sido contaminada por dietilenoglicol. O fabricante argumentou que havia comprado monoetilenoglicol, e que o dietilenoglicol chegou ao produto por contaminação ou por engano. A respeito desse

episódio, pode-se afirmar que, se o dietilenoglicol, que estava dissolvido em água, fosse utilizado no sistema de

- a) resfriamento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por etanol, mas não por sal de cozinha.
- b) aquecimento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por etanol.
- c) resfriamento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por sal de cozinha.
- d) aquecimento na linha de produção de cerveja, esse material poderia ser substituído por etanol, mas não por sal de cozinha.

3)



A presença de nanomateriais é bem perceptível no cálice de Lycurgus que muda sua coloração, passando de verde para vermelha, quando exposto à luz branca. Isso ocorre devido à presença de nanopartículas de ouro e prata na composição do vidro do cálice.

Admitindo o comportamento ideal de uma solução aquosa não coloidal contida no cálice, formada por 200 mL de água pura (solvente) e por nanopartículas metálicas de ouro e prata (solutos não eletrólitos) que se desprenderam da parede interna sob pressão de 1,0 atm, e com base nos conceitos sobre propriedades coligativas, assinale a alternativa correta.

- a) A temperatura de solidificação da solução aquosa é maior que a do solvente puro.
- b) A temperatura de ebulição da solução aquosa é maior que a do solvente puro.
- c) A densidade da solução é menor que a do solvente puro.

- d) A pressão de vapor do solvente na solução é maior que da água pura, sob mesma temperatura.
- e) A elevação da temperatura de solidificação da solução depende da natureza química do soluto não volátil.

4) A dessalinização da água do mar é um processo que transforma água do mar em água potável e garante o abastecimento de milhões de pessoas no mundo. Abaixo são descritas algumas técnicas empregadas nesse processo.

1. Aquecimento da água do mar, seguido de evaporação e condensação do vapor d'água.
2. Resfriamento da água do mar até formação de gelo, composto essencialmente de água pura.
3. Passagem da água do mar por uma membrana semipermeável, através da aplicação de uma pressão elevada.

As propriedades coligativas, envolvidas nas técnicas descritas nos itens 1, 2 e 3, podem ser classificadas, respectivamente, como

- a) ebulioscopia, crioscopia e osmose reversa.
- b) destilação, cristalização e filtração a vácuo.
- c) destilação, congelamento e filtração a vácuo.
- d) ebulioscopia, tonoscopia e osmose reversa.
- e) tonoscopia, crioscopia e osmose.

5) Bebidas podem ser refrigeradas de modo mais rápido utilizando-se caixas de isopor contendo gelo e um pouco de sal grosso comercial. Nesse processo ocorre o derretimento do gelo com consequente formação de líquido e resfriamento das bebidas. Uma interpretação equivocada, baseada no senso comum, relaciona esse efeito à grande capacidade do sal grosso de remover calor do gelo.

Do ponto de vista científico, o resfriamento rápido ocorre em razão da

- a) variação da solubilidade do sal.
- b) alteração da polaridade da água.
- c) elevação da densidade do líquido.
- d) modificação da viscosidade do líquido.
- e) diminuição da temperatura de fusão do líquido.

6) A tabela apresenta as pressões de vapor, à mesma temperatura, de três substâncias polares.

Substância	Pressão de vapor (mmHg)
I	60
II	200
III	260

Considerando as informações fornecidas, pode-se afirmar que

- a) a substância II estará no estado gasoso à temperatura ambiente.
- b) a substância III apresentará menor pressão de vapor em maior altitude.
- c) a substância I apresenta a maior intensidade de interações entre suas moléculas.
- d) a substância I apresentará maior temperatura de ebulição se for adicionada a ela certa quantidade da substância II.
- e) a substância III apresenta a maior temperatura de ebulição.

7) Os efeitos coligativos se aplicam em soluções, por exemplo, a água pura ($H_2O_{(l)}$) à pressão de 1 atm possui temperatura de fusão de $0^{\circ}C$ e temperatura de ebulição de $100^{\circ}C$, no entanto, ao adicionar-se um soluto não volátil a este sistema, este soluto modifica as propriedades do referido sistema.

Assim, analise as seguintes assertivas e julgue-as como verdadeiras (V) ou falsas (F) em relação ao acréscimo do soluto no sistema.

- () a modificação coligativa na propriedade da diminuição da pressão de vapor se chama tonoscopia.
- () os efeitos coligativos dependem somente do número de partículas do soluto dissolvidas.
- () quanto maior for o número de partículas do soluto dissolvidas, menores serão os efeitos coligativos.
- () a modificação coligativa na propriedade do aumento da temperatura de ebulição se chama ebulioscopia.
- () a osmose não é um tipo de propriedade coligativa.
- () ao acrescentar sal de cozinha numa água pura, o sistema vai congelar abaixo de $0^{\circ}C$

e sua temperatura de ebulição vai estar acima de $100^{\circ}C$, este efeito se chama crioscopia.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) V – F – F – V – V – V.
- b) V – V – F – V – V – F.
- c) V – V – V – V – F – V.
- d) V – V – F – V – V – V.
- e) F – V – F – V – V – V.

8) São feitas as seguintes proposições a respeito de propriedades coligativas:

- I. A pressão osmótica depende do tipo de solvente para um dado soluto.
- II. A criometria usa o abaixamento do ponto de congelamento do solvente para medir a massa molar do soluto.
- III. Na ebuliometria, a variação da temperatura de ebulição depende da concentração molal de soluto não volátil utilizado.
- IV. Na tonometria, ocorre abaixamento da pressão de vapor de uma solução que contém um soluto não volátil, em relação ao solvente puro.

Das proposições acima é(são) CORRETA(S)

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

9) A sardinha vem sendo utilizada na pesca industrial de atum. Quando jogados ao mar, os cardumes de sardinha atraem os cardumes de atuns, que se encontram em águas profundas. Porém, estudos têm mostrado que o lambari, conhecido no Nordeste como piaba, é mais eficiente para essa atividade. O lambari se movimenta mais na superfície da água, atraindo os atuns com maior eficiência. Apesar de ser um peixe de água doce, o lambari não causa nenhum prejuízo ao ecossistema. Ao ser colocado no oceano, ele sobrevive por cerca de 30 minutos, no máximo.

No uso dessa tecnologia pesqueira, os lambaris morrem porque

- a) são tipicamente hiposmóticos e não sobrevivem em concentrações isosmóticas.
- b) desidratam, pois estavam em um ambiente isotônico onde a salinidade variava muito.
- c) passam para um ambiente aquático hipertônico, apresentando uma contínua perda de água por osmose.
- d) absorvem muita água e não têm como eliminá-la dos seus organismos, por isso incham até explodir.
- e) passam para um ambiente aquático hipotônico, apresentando uma contínua absorção de água por osmose.

10) Alguns trabalhos científicos correlacionam as mudanças nas concentrações dos sais dissolvidos na água do mar com as mudanças climáticas. Entre os fatores que poderiam alterar a concentração de sais na água do mar podemos citar: evaporação e congelamento da água do mar, chuva e neve, além do derretimento das geleiras. De acordo com o conhecimento químico, podemos afirmar corretamente que a concentração de sais na água do mar

- a) aumenta com o derretimento das geleiras e diminui com o congelamento da água do mar.
- b) diminui com o congelamento e com a evaporação da água do mar.
- c) aumenta com a evaporação e o congelamento da água do mar e diminui com a chuva ou neve.
- d) diminui com a evaporação da água do mar e aumenta com o derretimento das geleiras.

11) Em regiões desérticas, a obtenção de água potável não pode depender apenas da precipitação. Nesse sentido, portanto, sistemas para dessalinização da água do mar têm sido uma solução. Alguns desses sistemas consistem basicamente de duas câmaras (uma contendo água doce e outra contendo água salgada) separadas por uma membrana semipermeável. Aplicando-se pressão na câmara com água salgada, a água pura é forçada a passar através da membrana para a câmara contendo água doce.

O processo descrito para a purificação da água é denominado

- a) filtração.
- b) adsorção.
- c) destilação.
- d) troca iônica.
- e) osmose reversa.

12) A escassez de água doce é um problema ambiental. A dessalinização da água do mar pode ser feita por um processo no qual o solvente é separado do soluto por uma membrana semipermeável. Neste caso observa-se a aplicação de pressão mecânica sobre a solução.

Esse processo é conhecido como

- a) coagulação.
- b) osmose.
- c) osmose reversa.
- d) liofilização.
- e) destilação.

13) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Uma solução injetável foi preparada de modo inadequado, pois, ao entrar na corrente sanguínea, promoveu o inchamento e a ruptura dos glóbulos vermelhos. A solução é portanto _____ em relação ao soro sanguíneo, e a concentração de soluto é _____ àquela que deveria ter sido preparada.

- a) hipotônica – superior
- b) hipotônica – inferior
- c) isotônica – superior
- d) hipertônica – superior
- e) hipertônica – inferior

14) Quando um soluto não volátil é adicionado a um determinado solvente puro, uma solução é formada e suas propriedades físico-químicas podem ser alteradas. Este fenômeno é denominado efeito coligativo das soluções.

Considere estes efeitos e analise as proposições.

I. O abaixamento da pressão máxima de vapor de um líquido faz com que este tenha um maior ponto de ebulição. Tal fato é possível quando uma colher de sopa de açúcar (sacarose) é adicionada a uma panela contendo 1 litro de água, por exemplo. Este fenômeno é conhecido como ebulioscopia ou ebuliometria.

II. Uma tática interessante para acelerar o resfriamento de bebidas consiste na adição de sal de cozinha ao recipiente com gelo em que elas estão imersas. Neste caso, o efeito crioscópico está presente. Considerando um número idêntico de mols de cloreto de sódio e brometo de magnésio em experimentos distintos, o efeito coligativo resultante será o mesmo, pois este independe da natureza da substância utilizada.

III. A pressão osmótica do sangue humano é da ordem de 7,8 atm devido às substâncias nele dissolvidas. Desta forma, é fundamental que, ao se administrar uma determinada solução contendo um medicamento via intravenosa, a pressão osmótica deste último seja hipotônica em relação à da corrente sanguínea, sob o risco de que as hemácias possam se romper ao absorverem um excesso de partículas administradas.

Assinale a alternativa **correta**.

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- e) Somente a afirmativa III é verdadeira.

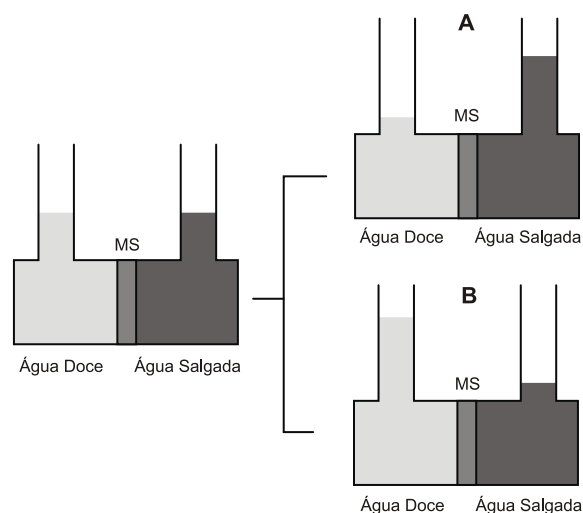
15) Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de NaCl (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas. A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de NaCl tem, como consequência, a

a) absorção de íons Na^+ sobre a superfície da célula.

- b) difusão rápida de íons Na^+ para o interior da célula.
- c) diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
- d) transferência de íons Na^+ da célula para a solução.
- e) transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.

16) A escassez de água própria para o consumo humano tem provocado a busca pelo aproveitamento das águas de oceanos e mares. Para aproveitamento da água salgada, foram desenvolvidos equipamentos de dessalinização que se baseiam na aplicação da osmose reversa. Esses equipamentos têm permitido que bilhões de litros de água potável sejam produzidos anualmente no mundo inteiro. Por definição, a osmose é a passagem de um solvente através de uma membrana semipermeável (MS). Os processos de osmose e osmose reversa estão representados na figura a seguir.

Considerando essas informações e observando a figura, verifica-se:

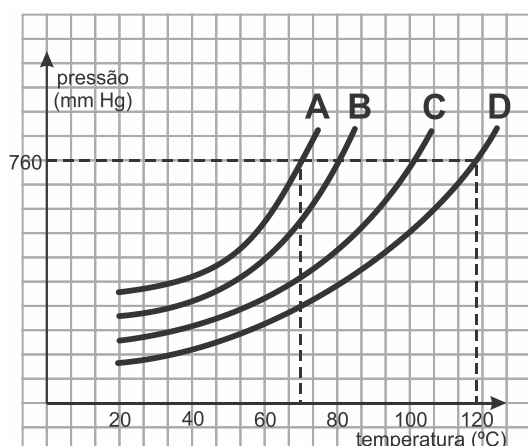


- a) Em A e B, os sais conseguem atravessar a membrana semipermeável.
- b) Em A, o fluxo através da membrana ocorreu no sentido da água salgada para a água doce.
- c) Em A, a concentração de sais na água salgada foi aumentada.
- d) Em B, o fluxo de água, no sentido da água salgada para água doce, exigiu aplicação de pressão externa.
- e) Em A, está representado o processo que ocorre nos dessalinizadores.

17) A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo. A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

- a) aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
- b) aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- c) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- d) aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
- e) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.

18) As propriedades físicas dos líquidos podem ser comparadas a partir de um gráfico de pressão de vapor em função da temperatura, como mostrado no gráfico hipotético a seguir para as substâncias A, B, C, e D.



Segundo o gráfico, o líquido mais volátil será a substância

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

19) Muito se ouve sobre ações em que se utilizam bombas improvisadas. Nos casos que envolvem caixas eletrônicas, geralmente as bombas são feitas com dinamite (TNT-trinitrotolueno), mas nos atentados terroristas geralmente são utilizados explosivos plásticos, que não liberam odores. Cães farejadores detectam TNT em razão da presença de resíduos de DNT (dinitrotolueno), uma impureza do TNT que tem origem na nitração incompleta do tolueno. Se os cães conseguem farejar com mais facilidade o DNT, isso significa que, numa mesma temperatura, esse composto deve ser

- a) menos volátil que o TNT, e portanto tem uma menor pressão de vapor.
- b) mais volátil que o TNT, e portanto tem uma menor pressão de vapor.
- c) menos volátil que o TNT, e portanto tem uma maior pressão de vapor.
- d) mais volátil que o TNT, e portanto tem uma maior pressão de vapor.

20) Em festas e churrascos em família, é costume usar geleiras de isopor para resfriar bebidas enlatadas ou engarrafadas. Para gelar eficientemente, muitas pessoas costumam adicionar sal e/ou álcool à mistura gelo/água. A melhor eficiência mencionada se deve ao fato de que a presença de sal ou álcool:

- a) aumenta a taxa de transferência de calor.
- b) abaixa a temperatura do gelo.
- c) aumenta a temperatura de ebulição.
- d) abaixa a temperatura de fusão.
- e) abaixa a dissipação de calor para o exterior.

21) Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela

emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

A explicação científica que justifica essa prática se baseia na

- a) volatilização das substâncias de interesse.
- b) polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
- c) solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
- d) oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
- e) liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.

22) O etilenoglicol é uma substância muito solúvel em água, largamente utilizado como aditivo em radiadores de motores de automóveis, tanto em países frios como em países quentes.

Considerando a função principal de um radiador, pode-se inferir corretamente que

- a) a solidificação de uma solução aquosa de etilenoglicol deve começar a uma temperatura mais elevada que a da água pura e sua ebulição, a uma temperatura mais baixa que a da água pura.
- b) a solidificação de uma solução aquosa de etilenoglicol deve começar a uma temperatura mais baixa que a da água pura e sua ebulição, a uma temperatura mais elevada que a da água pura.
- c) tanto a solidificação de uma solução aquosa de etilenoglicol quanto a sua ebulição devem começar em temperaturas mais baixas que as da água pura.
- d) tanto a solidificação de uma solução aquosa de etilenoglicol quanto a sua ebulição devem começar em temperaturas mais altas que as da água pura.

23) Ebulioscopia é a propriedade coligativa, relacionada ao aumento da temperatura de ebulição de um líquido, quando se acrescenta a ele um soluto não volátil.

Considere as três soluções aquosas a seguir:

Solução A = NaCl 0,1 mol/L

Solução B = sacarose 0,1 mol/L

Solução C = CaCl₂ 0,1 mol/L

As soluções foram colocadas em ordem crescente de temperatura de ebulição em

- a) C, A, B.
- b) B, A, C.
- c) A, B, C.
- d) C, B, A.

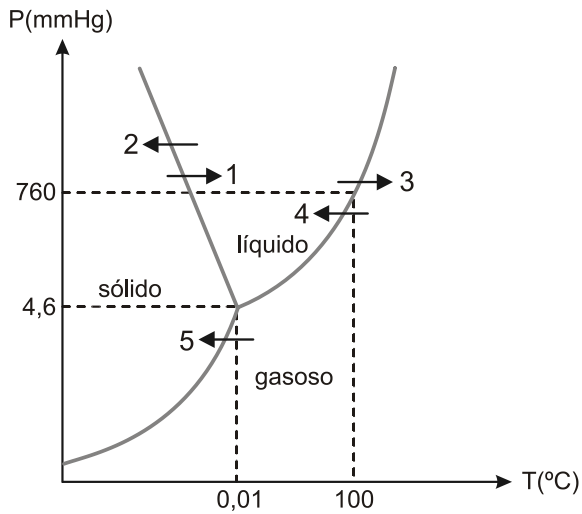
24) Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Uma sopa muito salgada é aquecida numa panela aberta. Nessas condições, a sopa deve entrar em ebulição numa temperatura 100°C. Assim, à medida que a água da sopa evapora, a temperatura da sopa

- a) acima de – aumenta
- b) acima de – diminui
- c) abaixo de – aumenta
- d) igual a – permanece constante
- e) igual a – aumenta

25) Entre 6 e 23 de fevereiro aconteceram os Jogos Olímpicos de Inverno de 2014. Dentre as diversas modalidades esportivas, o *curling* é um jogo disputado entre duas equipes sobre uma pista de gelo, seu objetivo consiste em fazer com que uma pedra de granito em forma de disco fique o mais próximo de um alvo circular. Vassouras são utilizadas pelas equipes para varrer a superfície do gelo na frente da pedra, de modo a influenciar tanto sua direção como sua velocidade. A intensidade da fricção e a pressão aplicada pelos atletas durante o processo de varredura podem fazer com que a velocidade da pedra mude em até 20% devido à formação de uma película de água líquida entre a pedra e a pista.

O gráfico apresenta o diagrama de fases da água.



Com base nas informações constantes no texto e no gráfico, a seta que representa corretamente a transformação promovida pela varredura é a de número

- a) 3.
- b) 2.
- c) 4.
- d) 1.
- e) 5.



GABARITOS

- 1) B
- 2) C
- 3) B
- 4) A
- 5) E
- 6) C
- 7) B
- 8) C
- 9) C
- 10) C
- 11) E
- 12) C
- 13) B
- 14) A
- 15) E
- 16) D
- 17) A
- 18) A
- 19) D
- 20) D
- 21) A
- 22) B
- 23) B
- 24) A
- 25) D