QUÍMICA

módulo 4



Curso Prof. maikell victor
Preparação para Medicina

PROVAMED
ASSESSORIA E CURSO PARA VESTIBULARES DE MEDICINA E ENEM

Nasci para ser professor... E, se essa minha profissão não existisse, tenho certeza de que eu mesmo inventaria esse negócio bacana de compartilhar amor na forma de conhecimento. Sinto-me em casa numa sala de aula e me alimento dos sonhos dos meus alunos, de cada um deles que, após um caminho tão difícil, chega e me diz: “profesor, DEU CERTO!!!". Ouvir isso me traz uma energia que me move a ir cada vez mais longe.

Lembro-me bem de como nasceu essa paixão por ensinar... Foi amor à primeira aula. Ainda menino, com 18 anos, entrei numa sala lotada com estudantes que sonhavam com a Medicina. Suava frio, meu nervosismo era visível, mas foi aí que aconteceu a magia. De repente, aquele lugar tirou o gelo da minha mão e esquentou o meu coração de um jeito que nem mesmo um professor consegue explicar... E foi assim que a minha história começou.

Nesses anos todos, que já me trouxeram alguns fios de cabelo brancos, aprendi que ensinar é, simplesmente, uma linda maneira de amar o próximo. Sejam todos bem-vindos ao curso Prof. Maikell Victor e obrigado por me deixarem sonhar junto com vocês!Vamos com tudo pegar essa vaga, pois este será o ano da sua aprovação.







Curso Prof. maikell victor

Preparação para Medicina

ÍNDICE

04 **Aula 15**
PROPRIEDADES COLIGATIVAS

18 **Aula 16**
TERMOQUÍMICA

36 **Aula 17**
ELETROQUÍMICA

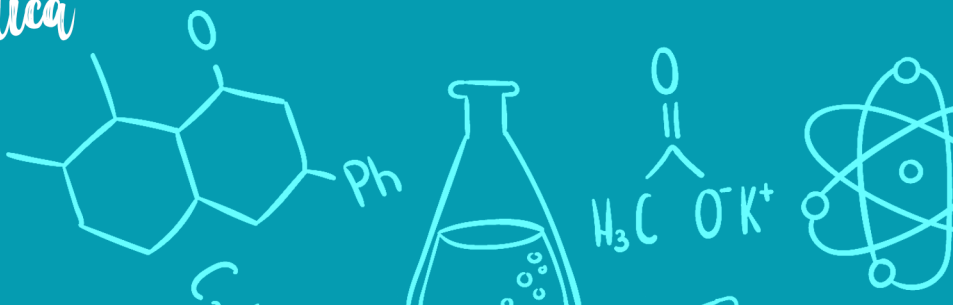
41 **Aula 18**
ELETROQUÍMICA

59 **Aula 19**
CINÉTICA QUÍMICA

73 **Aula 20**
EQUILÍBRIO QUÍMICO

85 **Aula 21**
EQUILÍBRIO IÔNICO

Tabela Periódica



Aula 15

PROPRIEDADES COLIGATIVAS

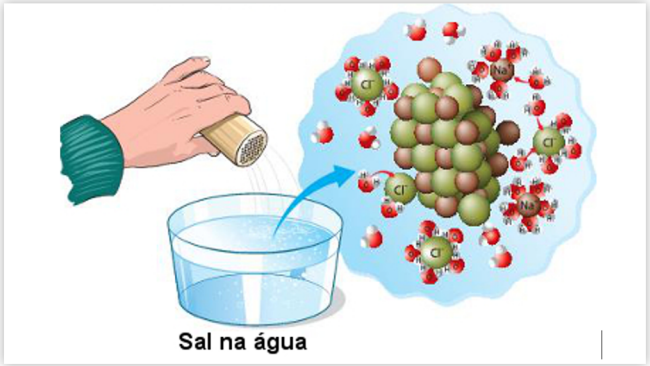


As propriedades coligativas são aquelas que percebemos quando é adicionado um soluto não volátil a um solvente. A intensidade com que essas propriedades apresentam-se depende somente da quantidade de partículas do soluto na solução, mas não depende da natureza do soluto.

Os solutos não voláteis podem ser moleculares ou iônicos. Um exemplo de soluto não volátil molecular é o açúcar (sacarose – $C_{12}H_{22}O_{11}$) que vemos na forma de cristaizinhos brancos porque milhares e milhares de moléculas estão bem unidas, formando, assim, esses cristais. Mas quando dissolvemos o açúcar em água, suas moléculas separam-se e ficam isoladas, por isso não conseguimos visualizá-las, mas as moléculas de $C_{12}H_{22}O_{11}$ estão lá dissolvidas na água.

Um exemplo de soluto não volátil iônico é o sal (cloreto de sódio – NaCl), cujas fórmulas unitárias estão também unidas, formando aglomerados iônicos de estrutura geométrica bem definida, que são chamados de retículos cristalinos. Mas ao ser colocado em água, o sal reage com as moléculas dela, tendo os seus íons separados (ocorre uma dissociação iônica). Assim, os íons Na^+ e Cl^- ficam dispersos na água e também não são visíveis a olho nu.





O sal na água sofre dissociação, formando uma solução iônica

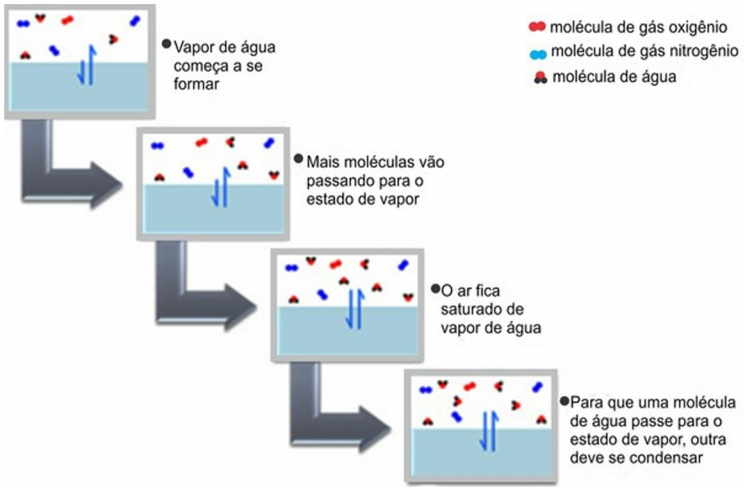
Assim, essas partículas (moléculas ou íons) que ficam dispersas no solvente, que geralmente é a água, são as responsáveis por mudanças em determinadas propriedades do solvente.

As quatro propriedades coligativas são:

1. Tonoscopia ou tonometria:

O efeito tonoscópico é a diminuição da pressão de vapor de um líquido quando um soluto não volátil é adicionado a ele.

Obs.: Pressão máxima de vapor de um líquido puro
Pressão ou (tensão) máxima de vapor de um líquido é a pressão exercida por seus vapores (vapores saturados) quando estes estão em equilíbrio dinâmico com o líquido.



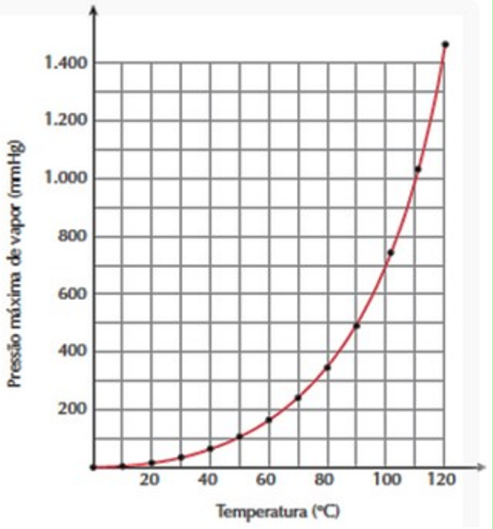


Meus queridos, vale lembrar que, quanto maior for a pressão máxima de vapor de um líquido, maior será sua tendência a evaporar ou dizemos, ainda, que o líquido é mais volátil.

Influência da Temperatura na pressão máxima de vapor

Quando elevamos a temperatura, as partículas do líquido ficam mais agitadas; consequentemente, o liquido evapora mais intensamente, aumentando sua pressão de vapor.

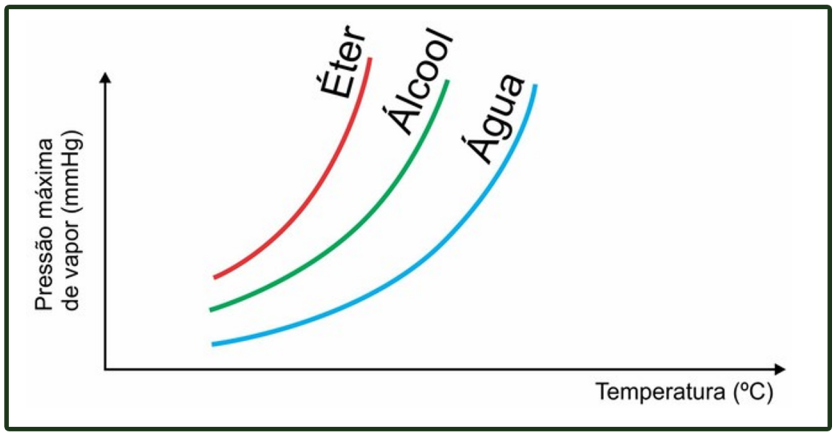
Água pura	
Temperatura (°C)	Pressão máxima de vapor (mmHg)
0	4,6
10	9,2
20	17,5
30	31,8
40	55,3
50	92,5
60	149,4
70	233,7
80	355,1
90	525,8
100	760,0
110	1.074,6
120	1.489,1



Influência da Temperatura na pressão máxima de vapor

Líquidos mais voláteis do que a água, como o álcool comum, o éter comum, etc., evaporam-se mais intensamente, resultando maiores pressões máximas de vapor à mesma temperatura. Logo, as curvas desses líquidos estarão, acima da curva de pressão máxima de vapor da água. O inverso ocorrerá com líquidos menos voláteis do que a água (como, por exemplo, querosene, óleos vegetais e minerais, etc.).

A maior ou menor pressão de vapor de um líquido depende das forças intermoleculares. Forças intensas, como as pontes de hidrogênio, "prendem" fortemente as moléculas umas às outras e, em consequência, tornam o líquido menos volátil – isto é, com menor pressão de vapor, como é o caso da água. Forças pouco intensas, como as de Van der Waals, unem fracamente as moléculas umas às outras, tornando o líquido mais volátil – é o caso do éter comum.





Influência da quantidade de líquido ou de vapor presentes

É interessante notar que a pressão máxima de vapor de um líquido, a uma dada temperatura, não depende das quantidades de líquido e de vapor presentes, por exemplo, em um isqueiro a gás – o nível do líquido vai baixando com o uso; entretanto, enquanto houver líquido no interior do isqueiro (mesmo que seja em quantidade mínima), a pressão ali se mantém constante.

Quando preparamos uma mistura de água e açúcar, por exemplo, as moléculas de açúcar dificultam que as moléculas de água da superfície do líquido passem para o estado de vapor e escapem do solvente. Isso provoca uma diminuição na pressão máxima de vapor.
O abaixamento relativo da pressão máxima de vapor é representado pela relação ΔP/P2 e pode ser calculado por meio da fórmula:

Soluções moleculares: $\frac{\Delta P}{P_2} = K_t.W$ Soluções iônicas: $\frac{\Delta P}{P_2} = K_t \cdot W \cdot i$

Em que:
$\Delta P/P_2$ = abaixamento relativo da pressão máxima de vapor;
ΔP = abaixamento absoluto da pressão máxima de vapor;
P_2 = pressão de vapor do solvente;
K_t = constante tonoscópica;
W = concentração em mol/kg (molalidade). No caso de soluções aquosas diluídas, é igual à molaridade;
i = fator de Van't Hoff.
$i = 1 + \alpha . (q - 1)$

2. Ebulioscopia ou ebuliometria:

O efeito ebulioscópico é o aumento do ponto de ebulição de um líquido quando adicionamos um soluto não volátil a ele.



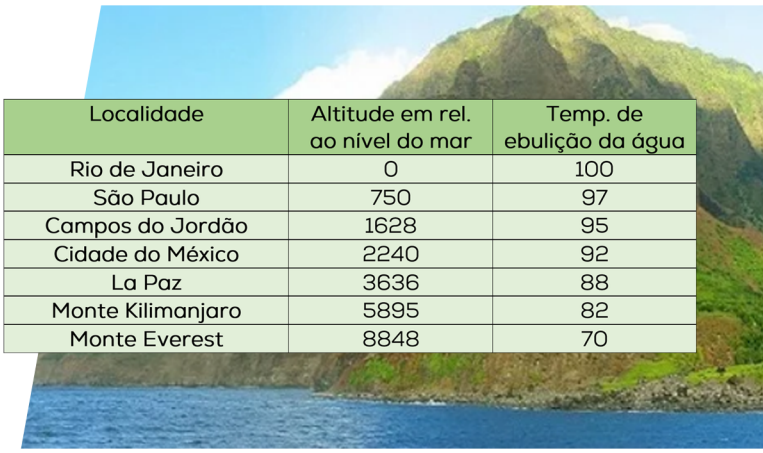
IMPORTANTE

Ebulição dos Líquidos Puros
O fenômeno físico onde uma substância passa do estado líquido para gasoso é a vaporização e pode ocorrer de duas maneiras principais:
- por evaporação, que é uma vaporização calma e ocorre somente na superfície do líquido;
- por ebulição, que é uma vaporização turbulenta, com a formação de bolhas em todo o interior do líquido.

Para que a ebulição aconteça, é necessário que a pressão do vapor (p0) existente no interior de cada bolha seja igual ou superior à pressão externa. Ora, a pressão externa sobre a bolha é dada pela soma da pressão atmosférica com a pressão da camada líquida acima da bolha. Uma vez que esta última é desprezível, podemos dizer que: "um líquido entra em ebulição quando a pressão máxima de seus vapores (p0) torna-se igual à pressão externa – que, no caso de um recipiente aberto, é a pressão atmosférica local".

A influência da pressão externa na temperatura de ebulição

A pressão atmosférica varia de acordo com a altitude. Com o aumento da altitude, a pressão atmosférica e o ponto de ebulição diminui, causando a diminuição da pressão de vapor.
Em locais onde há menos pressão atmosférica, a água ferve mais rápido. As moléculas escapam do líquido com mais facilidade.
Em lugares de grande altitude, as substâncias entram em ebulição a temperaturas mais baixas que ao nível do mar. Isto explica a dificuldade de cozinhar alimentos, como ovos e arroz e preparar bebidas quentes, como café e chá em locais que estão bem acima do nível do mar.



Localidade	Altitude em rel. ao nível do mar	Temp. de ebulição da água
Rio de Janeiro	0	100
São Paulo	750	97
Campos do Jordão	1628	95
Cidade do México	2240	92
La Paz	3636	88
Monte Kilimanjaro	5895	82
Monte Everest	8848	70

Por exemplo, quando temos água fervendo, ou seja, que já atingiu o seu ponto de ebulição (100 °C ao nível do mar), e adicionamos açúcar, a água para de ferver na hora, ou seja, a temperatura de ebulição aumentou. O soluto dificulta a ebulição do solvente, e esse efeito coligativo é chamado de ebulioscopia.
O aumento do ponto de ebulição pode ser calculado por meio da fórmula:

Soluções moleculares: $\Delta t_E = K_E . W$ Soluções iônicas: $\Delta t_E = K_E . W . i$

Em que:
Δt_E = elevação do ponto de ebulição;
K_E = constante ebulioscópica;
W = molalidade (número de mols do soluto / massa do solvente). No caso de soluções aquosas diluídas, é igual à molaridade.
i = fator de Van't Hoff.
$i = 1 + \alpha . (q - 1)$



3. Crioscopia ou criometria:

O efeito crioscópico é a diminuição do ponto de congelamento de um líquido quando um soluto não volátil é adicionado a ele.
Por exemplo, em lugares frios, as águas dos mares formam uma camada de gelo somente na superfície, porque ela é formada somente por água. Já a parte líquida que fica abaixo do gelo não se congela porque, além de o gelo ser um isolante térmico natural, essa água possui vários sais dissolvidos que diminuem o ponto de congelamento.

Em países que nevam, há o risco de congelamento da água dos radiadores usados para refrigerar os motores. Por isso, há alguns produtos comerciais (aditivos) que são adicionados com a finalidade de diminuir o ponto de congelamento da água e dificultar o seu congelamento. Um exemplo de anticongelante usado com essa finalidade é o etilenoglicol ($C_6H_6O_2$), que, se estiver em uma proporção de 50%, tem a capacidade de abaixar o ponto de fusão da mistura até cerca de -35 °C.

A diminuição do ponto de congelamento pode ser calculado por meio da fórmula:

Soluções moleculares: $\Delta t_C = K_C . W$
Soluções iônicas: $\Delta t_C = K_C . W . i$


Adição de anticongelante em radiador de carro para evitar que a água congele

Em que:
Δt_C = diminuição do ponto de congelamento;
K_C = constante crioscópica.
W = concentração em mol/kg (molalidade). No caso de soluções aquosas diluídas, é igual à molaridade;
i = fator de Van't Hoff.
$i = 1 + \alpha . (q - 1)$


Quando colocamos ameixas secas em água, ocorre osmose

4. Osmoscopia:

O fenômeno da osmose ocorre quando colocamos um solvente puro e uma solução (ou duas soluções com concentrações diferentes) separados por uma membrana semipermeável e ocorre a passagem de solvente pela membrana no sentido do solvente para a solução (ou da solução menos concentrada para a mais concentrada).

Por exemplo, se colocarmos ameixas secas em água, com o tempo, notaremos que as ameixas incharão. Isso ocorre porque a pele da ameixa seca funciona como uma membrana semipermeável e o solvente (água) passa por ela e vai para o interior da ameixa.

A pressão osmótica (π) pode ser calculada por meio da fórmula:

Soluções moleculares: $\pi = \mathcal{M} . R . T$
Soluções iônicas: $\pi = \mathcal{M} . R . T . i$

Em que:
M = concentração em quantidade de matéria (molaridade) da solução (mol/L);
R = constante universal dos gases perfeitos, que é igual a 0,082 atm . L. mol^{-1}. K^{-1} ou 62,3 mm Hg L. mol^{-1}. K^{-1};
T = temperatura absoluta, dada em Kelvin;
i = fator de Van't Hoff.

Anotações

Exercícios

QUESTÃO 01

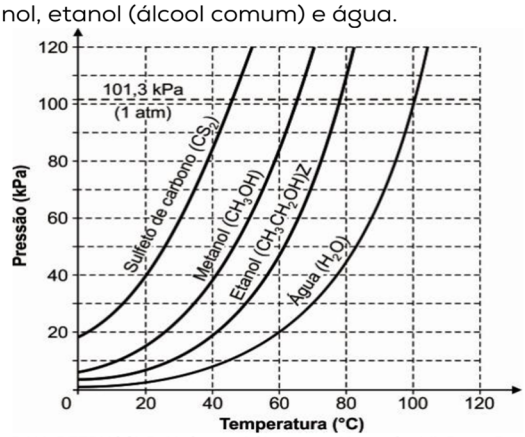
(FEI-SP) Foram realizadas medidas de pressão de vapor em experiências com o tubo de Torricelli, utilizando os líquidos puros: água, álcool, éter e acetona, todos na mesma temperatura de 20°C e ao nível do mar. Os resultados foram os seguintes:

Substâncias	Água	Álcool	Éter	Acetona
Pressão de vapor (mmHg)	17,5	43,9	184,8	442,2

Considerando os mesmos líquidos, a 20°C, o(s) que entraria(m) em ebulição na referida temperatura, num ambiente onde a pressão fosse reduzida a 150 mmHg, seria(m):
a) nenhum dos líquidos.
b) apenas a acetona.
c) apenas o éter e a acetona.
d) apenas a água.
e) apenas a água e o álcool.

QUESTÃO 02

(UNICHRISTUS) O gráfico a seguir mostra as curvas de pressão de vapor de quatro líquidos: sulfeto de carbono, metanol, etanol (álcool comum) e água.



HILL, J. W.; PETRUCCI, R. H. General Chemistry. Upper SaddleRiver: Prentice Hall, 1996. p. 401.

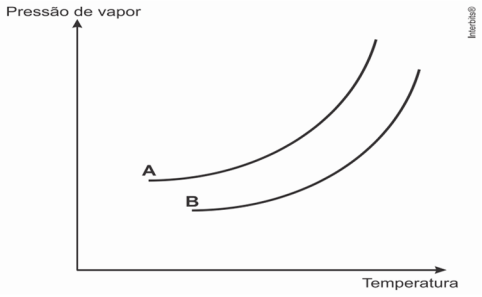
A análise do gráfico anterior permite inferir que
a) a água é mais volátil porque apresenta menor pressão de vapor.
b) a ordem crescente de volatilidade é: $H_2O < C_2H_5OH < CH_3OH < CS_2$.
c) a água apresenta menor ponto de ebulição entre as substâncias apresentadas.
d) o metanol apresenta menor ponto de ebulição do que o sulfeto de hidrogênio.
e) o etanol apresenta maior ponto de ebulição do que a água porque apresenta maior pressão de vapor.

QUESTÃO 03

(UNICAMP) Muito se ouve sobre ações em que se utilizam bombas improvisadas. Nos casos que envolvem caixas eletrônicos, 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.

QUESTÃO 04

(Ufrgs 2018) Observe o gráfico abaixo, referente à pressão de vapor de dois líquidos, **A** e **B**, em função da temperatura.



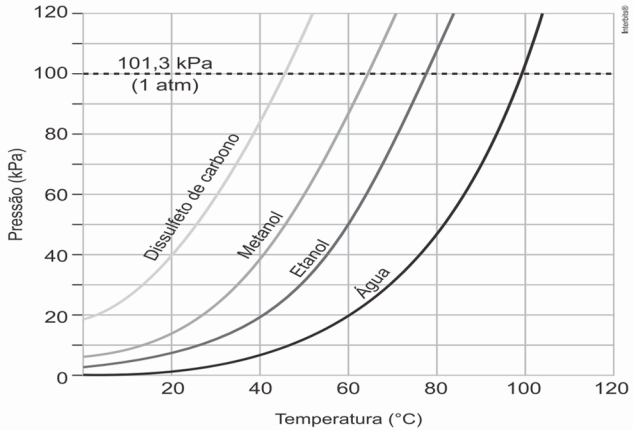
Considere as afirmações abaixo, sobre o gráfico.

I. O líquido **B** é mais volátil que o líquido **A**.
II. A temperatura de ebulição de **B**, a uma dada pressão, será maior que a de **A**.
III. Um recipiente contendo somente o líquido **A** em equilíbrio com o seu vapor terá mais moléculas na fase vapor que o mesmo recipiente contendo somente o líquido **B** em equilíbrio com seu vapor, na mesma temperatura.

Quais estão corretas?
a) Apenas I.
b) Apenas II.
c) Apenas III.
d) Apenas II e III.
e) I, II e III.

QUESTÃO 05

(Fac. Albert Einstein - Medicina 2016) O gráfico a seguir representa a pressão de vapor de quatro solventes em função da temperatura.



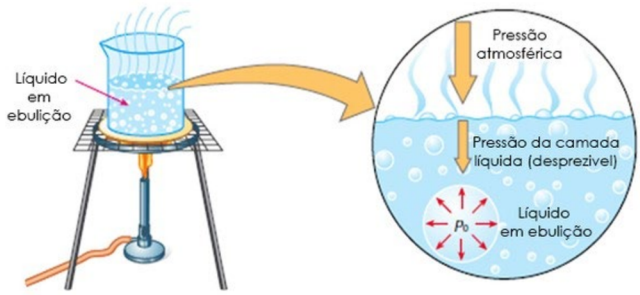
Ao analisar o gráfico foram feitas as seguintes observações:

I. Apesar de metanol e etanol apresentarem ligações de hidrogênio entre suas moléculas, o etanol tem maior temperatura de ebulição, pois sua massa molecular é maior do que a do metanol.
II. É possível ferver a água a 60 °C, caso essa substância esteja submetida uma pressão de 20 kPa.
III. Pode-se encontrar o dissulfeto de carbono no estado líquido a 50 °C, caso esteja submetido a uma pressão de 120 kPa.

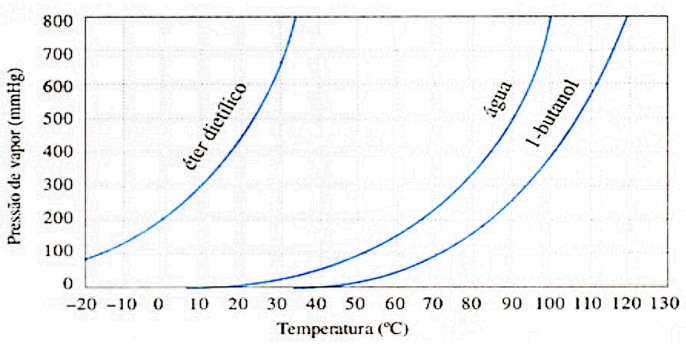
Pode-se afirmar que
a) somente as afirmações I e II estão corretas.
b) somente as afirmações I e III estão corretas
c) somente as afirmações II e III estão corretas
d) todas as afirmações estão corretas.

maikell victor \\\ QUESTÃO 06

(FUVEST - adaptada) Para que a ebulição aconteça, é necessário que a pressão do vapor (P_0) existente no interior de cada bolha seja igual ou superior à pressão externa. Ora, a pressão externa sobre a bolha é dada pela soma da pressão atmosférica com a pressão da camada líquida acima da bolha. Uma vez que esta última é desprezível, podemos dizer que: um líquido entra em ebulição quando a pressão máxima de seus vapores (P_0) torna-se igual à pressão externa – que, no caso de um recipiente aberto, é a pressão atmosférica local.



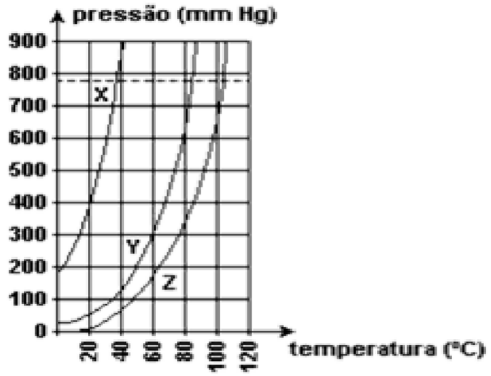
O gráfico a seguir traz as curvas de pressão de vapor em função da temperatura do éter dietílico, da água e do 1-butanol.



No topo do monte Everest a água entra em ebulição a 76°C. Consultando o gráfico, qual deve ser o ponto de ebulição do éter dietílico no mesmo local?
a) 10 °C.
b) 34 °C.
c) 70 °C.
d) 94 °C.
e) 100 °C.

maikell victor \\\ QUESTÃO 07

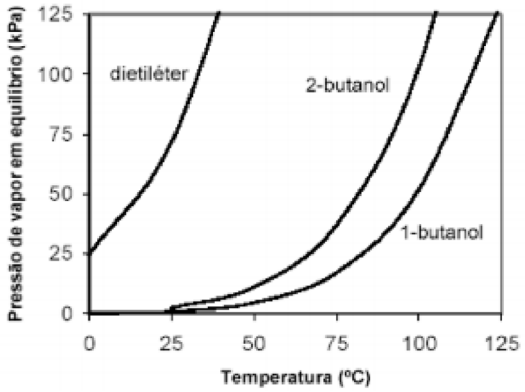
(PUC MG) Em um laboratório, um estudante recebeu três diferentes amostras (X, Y e Z). Cada uma de um líquido puro, para que fosse estudado o comportamento de suas pressões de vapor em função da temperatura. Realizado o experimento, obteve-se o seguinte gráfico da pressão de vapor em função da temperatura.



Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que:
a) o liquido Z é aquele que apresenta maior volatilidade.
b) o líquido X é o que apresenta maior temperatura de ebulição ao nível do mar.
c) as forças de atração intermoleculares dos líquidos aumentam na ordem: X < Y < Z.
d) a temperatura de ebulição do liquido Z, à pressão de 700 mmHg, é 80 °C.

maikell victor \\\ QUESTÃO 08

(UEL-ADAPTADA) Leia as afirmações referentes ao gráfico que representa a variação da pressão de vapor em equilíbrio com a temperatura.

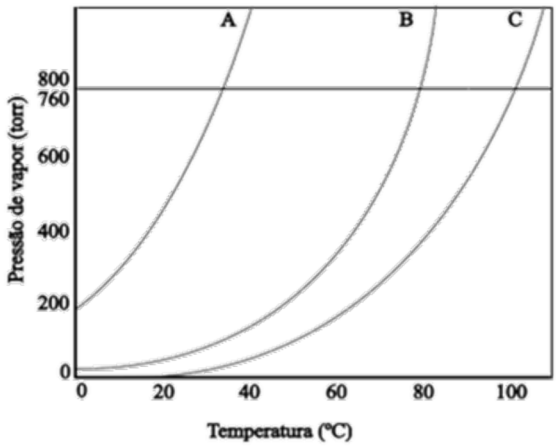


I. As forças de atração intermoleculares das substâncias apresentadas, no estado líquido, aumentam na seguinte ordem: dietiléter < 2-butanol < 1-butanol.
II. O ponto de ebulição normal é a temperatura na qual a pressão de vapor do líquido é igual à pressão de uma atmosfera.
III. A pressão de vapor de um líquido depende da temperatura; quanto maior a temperatura, maior a sua pressão de vapor.
IV. O 1-butanol é o líquido mais volátil.
Dentre as afirmativas, estão corretas:
a) I, II e IV.
b) I, III, e IV.
c) I, II e III.

d) II, III e IV.
e) I, II, III e IV.

maikell victor QUESTÃO 09

(UNIFOR) A figura a seguir apresenta as curvas de pressão de vapor de três líquidos puros: **A**, **B** e **C**.



Analise as seguintes informações.

I. O líquido **B** é o mais volátil à temperatura ambiente e a uma pressão atmosférica de 760 mm Hg;

II. As forças intermoleculares no líquido **A** são menores que nos demais;

III. O ponto de ebulição normal do líquido **C** é menor que o do líquido **A**;

IV. Quando se adiciona um soluto não volátil ao líquido **A**, observa-se um aumento de seu ponto de ebulição.

Está correto apenas o que se afirmar em:

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

maikell victor QUESTÃO 10

(UNICHRISTUS) O líquido de arrefecimento atua de forma a controlar o calor gerado naturalmente pelo motor, mantendo-o nas melhores condições de temperatura de funcionamento. Contém também um anticongelante para permitir o seu funcionamento em temperaturas muito baixas, ao mesmo tempo que protege os componentes do sistema de arrefecimento com suas propriedades anticorrosivas. Há uma degradação do fluido com o tempo, por isso é necessário substituir o líquido de arrefecimento do motor nos intervalos recomendados. Recomenda-se também verificar regularmente o nível do líquido de arrefecimento. Uma grande redução neste nível pode indicar vazamentos.

Disponível em: http://www.honda.com.br/automoveis/pos-venda/guia-tecnico-ilustrado-3d/fit/Paginas/liquido-de-arrefecimento.aspx.

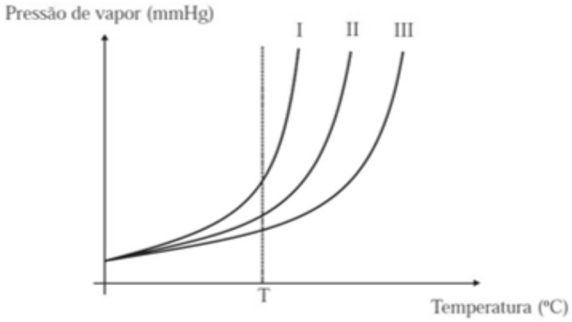
Acesso em: 6 de março de 2016.

Os efeitos coligativos apresentados pelas substâncias presentes no líquido de arrefecimento de motor do carro são

a) abaixamento da pressão máxima de vapor e diminuição da pressão osmótica.
b) abaixamento da temperatura de congelamento e abaixamento da pressão osmótica.
c) abaixamento da temperatura de congelamento e elevação da temperatura de ebulição.
d) abaixamento da pressão máxima de vapor e abaixamento na temperatura de ebulição.
e) elevação da temperatura de ebulição e elevação da pressão máxima de vapor.

maikell victor QUESTÃO 11

(UNIFOR) O gráfico abaixo representa a pressão de vapor, em mmHg, em função da temperatura, em °C, de três amostras contendo a mesma quantidade de um único solvente e cada uma delas contendo diferentes quantidades de um mesmo soluto não volátil dissolvido.



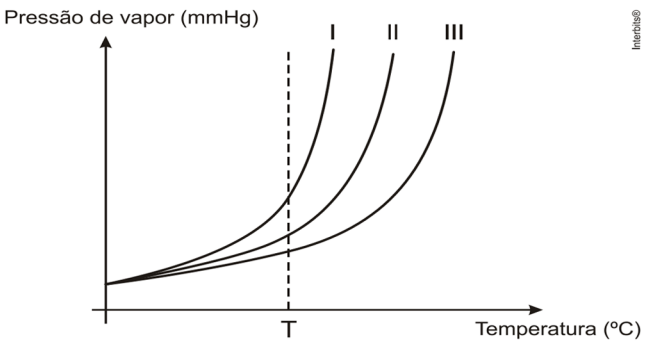
Avaliando o gráfico podemos afirmar que a uma dada temperatura T a amostra

a) I possui maior quantidade de soluto não volátil dissolvido e maior pressão de vapor.
b) II possui maior quantidade de soluto não volátil dissolvido que amostra III.
c) III possui menor quantidade de soluto não volátil dissolvido e maior pressão de vapor.
d) I possui menor quantidade de soluto não volátil dissolvido e maior volatilidade.
e) III possui maior quantidade de soluto não volátil dissolvido e maior volatilidade.

maikell victor QUESTÃO 12

(Mackenzie) Em um laboratório, são preparadas três soluções **A**, **B** e **C**, contendo todas elas a mesma quantidade de um único solvente e cada uma delas, diferentes quantidades de um único soluto não volátil.

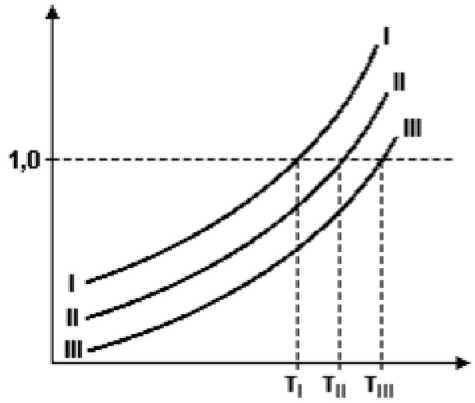
Considerando que as quantidades de soluto, totalmente dissolvidas no solvente, em **A**, **B** e **C**, sejam crescentes, a partir do gráfico abaixo, que mostra a variação da pressão de vapor para cada uma das soluções em função da temperatura, é correto afirmar que, a uma dada temperatura "T",



a) a solução **C** corresponde à curva **I**, pois quanto maior a quantidade de soluto não volátil dissolvido em um solvente, menor é a pressão de vapor dessa solução.
b) solução **A** corresponde à curva **III**, pois quanto menor a quantidade de soluto não volátil dissolvido em um solvente, maior é a pressão de vapor dessa solução.
c) as soluções **A**, **B** e **C** correspondem respectivamente às curvas **III**, **II** e **I**, pois quanto maior a quantidade de um soluto não volátil dissolvido em um solvente, maior a pressão de vapor da solução.
d) as soluções **A**, **B** e **C** correspondem respectivamente às curvas **I**, **II** e **III**, pois quanto menor a quantidade de um soluto não volátil dissolvido em um solvente, maior a pressão de vapor da solução.
e) a solução **B** é a mais volátil, que é representada pela curva **II**.

maikell victor QUESTÃO 13

(Ufpe) O gráfico a seguir representa a pressão de vapor (eixo das ordenadas), em atm, em função da temperatura (eixo das abscissas), em ˚C, de três amostras, I, II e III. Se uma destas amostras for de água pura e as outras duas de água salgada, podemos afirmar que:



a) a amostra I é a amostra de água salgada.
b) a amostra I é a mais volátil.
c) a amostra II é mais concentrada que a amostra III.
d) a amostra I é a menos volátil.
e) na temperatura TIII, e 1 atm a amostra II ainda não entrou em ebulição.

maikell victor QUESTÃO 14

(UFPR/2013) 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.

maikell victor QUESTÃO 15

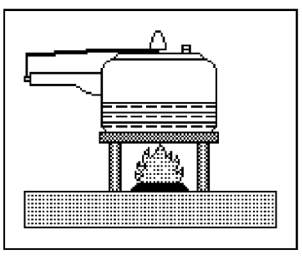
(UNISC RS/2014) As soluções coligativas de solventes puros são modificadas quando se adiciona um soluto não volátil a eles. Essas propriedades, portanto, não são explicadas pela natureza da substância, mas pela quantidade de moléculas, partículas ou átomos adicionados. Atuam mais especificamente sobre as propriedades físicas, pressão de vapor (tonoscopia), ponto de ebulição, PE (ebulioscopia), ponto de congelamento (crioscopia) e pressão osmótica (osmoscopia). Pode se afirmar que a adição de cloreto de sódio (sal de cozinha) em água provoca
a) a diminuição da pressão de vapor, aumento do PE e diminuição da temperatura de congelamento.
b) a diminuição da pressão de vapor, diminuição do PE e diminuição da temperatura de congelamento.
c) a diminuição da pressão de vapor, aumento do PE e aumento da temperatura de congelamento.
d) o aumento da pressão de vapor, aumento do PE e diminuição da temperatura de congelamento.
e) o aumento da pressão de vapor, aumento do PE e aumento da temperatura de congelamento.

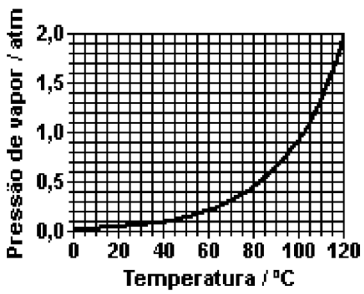
maikell victor QUESTÃO 16

(UFU MG/ADAPTADA) Os habitantes das regiões áridas percebem que os lagos de água salgada têm menor tendência para secar que os lagos de água doce. Esse fato deve-se à
a) menor dissolução de gases atmosféricos nos lagos de água salgada, devido à elevada concentração salina que acentua o efeito tonoscópico.
b) alta evaporação da água dos lagos salgados, em função do efeito ebulioscópico causado pelos sais dissolvidos.
c) maior concentração de solutos eletrólitos não voláteis dissolvidos nos lagos de água salgada, acentuando o efeito tonoscópico.
d) elevada presença de não eletrólitos dissolvidos na água salgada, produzindo menor efeito tonoscópico.
e) menor concentração de ácidos na água salgada, elevando o pH e aumentando o efeito tonoscópico.

maikell victor QUESTÃO 17

(Maikell Victor 2020) A panela de pressão é usada para aumentar a velocidade de cozimento dos alimentos. Ela possui uma tampa com uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar a não ser através de um orifício sobre o qual assenta um peso (válvula) que controla a pressão. O esquema da panela de pressão e um diagrama de fases da água são apresentados abaixo. Considere que a pressão exercida pelo peso da válvula é de 0,4 atm e a pressão atmosférica local é de 1,0 atm. Adaptado de: COVRE, G. J. Química: o homem e a natureza. São Paulo, FTD, 2000, p. 370.





De acordo com as informações do enunciado e do gráfico acima, a água, dentro da panela de pressão, entrará em ebulição na temperatura de
a) 100 °C.

b) 105 °C.
c) 110 °C.
d) 115 °C.
e) 120 °C.

maikell victor QUESTÃO 18

(UECE 2015) A panela de pressão, inventada pelo físico francês Denis Papin (1647-1712) é um extraordinário utensílio que permite o cozimento mais rápido dos alimentos, economizando combustível.

Sobre a panela de pressão e seu funcionamento, pode-se afirmar corretamente que
a) é uma aplicação prática da lei de Boyle-Mariotte.
b) foi inspirada na lei de Dalton das pressões parciais.
c) aumenta o ponto de ebulição da água contida nos alimentos.
d) o vapor d'água represado catalisa o processo de cocção dos alimentos.

maikell victor QUESTÃO 19

(Usf 2016) A adição de determinados solutos em meio aquoso muda algumas das propriedades físicas do solvente. Considere três recipientes que contenham 1,0 L de soluções aquosas com concentração molar igual a 0,5 mol/L das seguintes substâncias:

I. Sacarose – $C_{12}H_{22}O_{11}$.
II. Cloreto de sódio – $NaC\ell$.
III. Nitrato de cálcio – $Ca(NO_3)_2$.

Ao medir algumas das propriedades físicas dessas soluções, foi observado que
a) a solução de sacarose apresentava pontos de fusão e ebulição superiores ao da água pura.
b) a solução de cloreto de sódio apresentava ponto de congelamento inferior à solução de nitrato de cálcio.
c) a solução de nitrato de cálcio é que apresentava o menor valor de pressão de vapor.
d) apenas as soluções iônicas possuíam pontos de ebulição superiores ao da água pura.
e) a maior variação entre os pontos de fusão e ebulição para essas substâncias será observada para a solução de sacarose.

maikell victor QUESTÃO 20

(Uemg 2017) 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 $A = NaC\ell$ 0,1 $\frac{mol}{L}$
Solução $B = sacarose$ 0,1 $\frac{mol}{L}$
Solução $C = CaC\ell_2$ 0,1 $\frac{mol}{L}$

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.

maikell victor QUESTÃO 21

(Unicamp 2017) 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.

maikell victor QUESTÃO 22

(Udesc 2019) Um aluno de química encontrou 5 frascos na bancada do laboratório. Os frascos seriam utilizados em um experimento sobre propriedades coligativas e apresentam descrições de acordo com a tabela abaixo:

Frasco	Identificação
1	Solução de $HC\ell$ 0,1 mol/L
2	Solução de Glicose 0,5 mol/L
3	Solução de $MgC\ell_2$ 0,1 mol/L
4	Solução de $KC\ell$ 0,2 mol/L
5	Solução de $CaC\ell_2$ 0,2 mol/L

Analisando a descrição dos frascos, o aluno chegou à conclusão de que a ordem crescente de temperatura de congelamento das soluções é:
a) $2 < 1 < 4 < 5 < 3$
b) $1 < 3 < 4 < 2 < 5$
c) $1 < 4 < 5 < 3 < 2$
d) $5 < 2 < 4 < 3 < 1$
e) $4 < 5 < 1 < 3 < 2$

maikell victor QUESTÃO 23

(Maikell Victor 2021) Rómulo Vasco da Gama de Carvalho, português, foi um químico, professor de físico-química do ensino secundário no Liceu Pedro Nunes e Liceu Camões, pedagogo, investigador de História da ciência. Escolheu António Gedeão para pseudónimo literário e, em 1961, publica o livro Máquina de Fogo e um dos poemas é "Lágrima de Preta":

Lágrima de preta

Encontrei uma preta
que estava a chorar,
pedi-lhe uma lágrima
para a analisar.

Recolhi a lágrima

com todo o cuidado
num tubo de ensaio
bem esterilizado.

Olhei-a de um lado,
do outro e de frente:
tinha um ar de gota
muito transparente.

Mandei vir os ácidos,
as bases e os sais,
as drogas usadas
em casos que tais.

Ensaiei a frio,
experimentei ao lume,
de todas as vezes
deu-me o que é costume:

Nem sinais de negro,
nem vestígios de ódio.
Água (quase tudo)
e cloreto de sódio.

(António Gedeão)

O cloreto de sódio presente na lágrima exerce um efeito coligativo que provoca
a) diminuição da pressão osmótica.
b) aumento da volatilidade da água.
c) diminuição da temperatura de ebulição da água.
d) diminuição da pressão máxima de vapor da água.
e) aumento da temperatura de congelamento da água.

maikell victor \\\ QUESTÃO 24

(Maikell Victor 2018) Propriedades coligativas das soluções são propriedades físicas que se somam pela presença de um ou mais solutos e dependem única e exclusivamente do número de partículas (moléculas ou íons) que estão dispersas na solução, não dependendo da natureza do soluto. Existem 4 efeitos coligativos:

- Tonoscopia: diminuição da pressão máxima de vapor.
- Ebulioscopia: aumento da temperatura de ebulição.
- Crioscopia: abaixamento da temperatura de fusão.
- Osmoscopia: aumento da pressão osmótica.

Os três primeiros foram estudados por Raoult, enquanto que o último foi estudado por Van't Hoff. Identifique, nos exemplos abaixo dessas propriedades, um caso de crioscopia no dia-a-dia
a) Uso de aditivos no radiador para dificultar o superaquecimento do motor.
b) Absorção da água do solo pelas raízes das plantas na condução da seiva bruta.
c) Adição de sal à água de cozimento de batata para se cozinhar mais rapidamente.
d) Adição de sal nas ruas antes de uma tempestade de neve para evitar acidentes automobilísticos.
e) Adição de sal na produção da "carne de sol" permitindo uma conservação do alimento por mais tempo.

maikell victor \\\ QUESTÃO 25

(UFPE) Por que a adição de certos aditivos na água dos radiadores de carros evita que ocorra o superaquecimento da mesma, e também o seu congelamento, quando comparada com a da água pura?
a) Porque a água mais o aditivo formam uma solução que apresenta pontos de ebulição e de fusão maiores que os da água pura.
b) Porque a solução formada (água + aditivo) apresenta pressão de vapor maior que a água pura, o que causa um aumento no ponto de ebulição e de fusão.
c) Porque o aditivo reage com a superfície metálica do radiador, que passa então a absorver energia mais eficientemente, diminuindo, portanto, os pontos de ebulição e de fusão quando comparados com a água pura.
d) Porque o aditivo diminui a pressão de vapor da solução formada com relação à água pura, causando um aumento do ponto de ebulição e uma diminuição do ponto de fusão.
e) Porque o aditivo diminui a capacidade calorífica da água, causando uma diminuição do ponto de fusão e de ebulição.

maikell victor \\\ QUESTÃO 26

(UFPE) Foi observado que o cozimento de meio quilo de batatas em 1 litro de água é mais rápido se adicionarmos 200 gramas de sal à água de cozimento. Considere as seguintes possíveis explicações para o fato:

1- a adição de sal provoca um aumento da temperatura de ebulição da água;

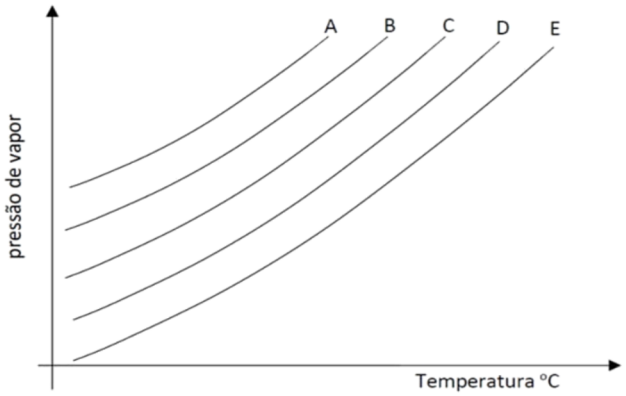
2- a adição de sal provoca um aumento da pressão de vapor da água;

3- o sal adicionado não altera a temperatura de ebulição da água, mas reage com o amido das batatas.

Está(ão) correta(s) a(s) explicação(ões):
a) 1 apenas
b) 2 apenas
c) 3 apenas
d) 1 e 2 apenas
e) 1, 2 e 3

maikell victor \\\ QUESTÃO 27

(UNICHRISTUS) O gráfico a seguir representa a pressão de vapor, em função da temperatura, em °C, de cinco amostras, sendo uma delas água pura. As outras amostras foram preparadas dissolvendo-se, separadamente, em 1000 g de água, as seguintes quantidades de soluto: 0,2 mol de sulfato de magnésio; 0,1 mol de sulfato de alumínio; 0,1 mol de cloreto de cálcio e 0,1 mol de nitrato de sódio.



Considerando as informações fornecidas no texto e o gráfico representado anteriormente e sabendo que os sais estão 100% dissociados, pode-se afirmar que a curva C, representa

a) água pura.
b) solução aquosa de sulfato de alumínio.
c) solução aquosa de cloreto de cálcio.
d) solução aquosa de sulfato de magnésio.
e) solução aquosa de nitrato de sódio.

maikell victor QUESTÃO 28

(UECE 2018) O propanotriol, presente em alimentos industrializados, é também usado como umectante, solvente e amaciante. Utilizando-se a constante ebulioscópica da água 0,512 $^{o}C.kg.mol^{-1}$, é correto afirmar que o ponto de ebulição de 18,4 g de propanotriol dissolvidos em 500 g de água é, aproximadamente,
Dados: C = 12; H = 1; O = 16.
a) 100,14 °C.
b) 100,20 °C.
c) 100,60 °C.
d) 100,79 °C.

maikell victor QUESTÃO 29

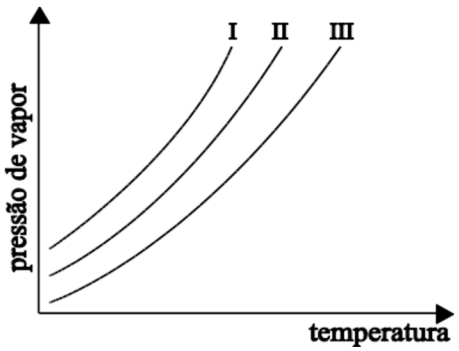
(UECE 2017 – modificada) O ponto de ebulição do etanol em determinadas condições é 78,22 ^{o}C. Ao dissolver um pouco de fenol no etanol, um estudante de química produziu uma solução com ponto de ebulição 78,82 ^{o}C, nas mesmas condições. Sabendo-se que o etanol tem K_e = 1,2 $^{o}C.kg.mol^{-1}$, pode-se afirmar corretamente que a molalidade da solução é
a) 0,25 mol/kg.
b) 0,30 mol/kg.
c) 0,50 mol/kg.
d) 0,60 mol/kg.

maikell victor QUESTÃO 30

(UECE 2015) O cloreto de cálcio tem larga aplicação industrial nos sistemas de refrigeração, na produção do cimento, na coagulação de leite para a fabricação de queijos, e uma excelente utilização como controlador da umidade.
Uma solução de cloreto de cálcio utilizada para fins industriais apresenta molalidade 2 e tem ponto de ebulição 103,016 ^{o}C sob pressão de 1 atm. Sabendo que a constante ebulioscópica da água é 0,52 ^{o}C, o seu grau de dissociação iônica aparente é
a) 80%.
b) 85%.
c) 90%.
d) 95%.

maikell victor QUESTÃO 31

(UNIFOR) Em países frios, é comum adicionar um agente anticongelante, como o etilenoglicol nos radiadores de automóveis, a fim de evitar o congelamento da água. As curvas de pressão de vapor em função da temperatura para a água pura e para as soluções preparadas pela adição de 1 mol e 3 mol de etilenoglicol em 1000 g de água são apresentadas abaixo.



Dados: Pressão da água pura a 25 °C: P_0 = **23,8 mmHg.**

Pode-se afirmar que a curva _____ é a correspondente da solução contendo 3 mols de etilenoglicol e que ocorre da pressão de vapor. Calculando-se o efeito tonoscópico da adição de 3 mols de etilenoglicol na água, pode-se dizer que a variação da pressão de vapor em relação ao solvente puro a 25 °C é de_____ mmHg. _____
Assinale a alternativa que completa as lacunas corretamente da frase acima.
a) III; abaixamento; 22,56
b) III; aumento; 22,56
c) I; aumento; 22,56
d) I; abaixamento; 1,2
e) III; abaixamento; 1,2

maikell victor QUESTÃO 32

(Maikell Victor 2018) Historicamente o cloreto de sódio (NaCl), ou apenas sal, estaria diretamente ligado à etimologia da palavra salário, a qual "é derivada do latim salarium *argentum*, que significa 'pagamento em sal'". Isso porque os soldados romanos eram remunerados por uma iguaria muito cara, a qual podia ser trocada por bens diversos; essa iguaria era o sal. Além disso, essa substância servia como um importante e quase insubstituível conservante alimentar para a época. A utilização de sal para a conservação de alimentos é utilizada ainda hoje e esse processo pode ser explicado pela propriedade

a) Endoscópica que age no interior do alimento, eliminando as bactérias decompositoras de dentro para fora.
b) Crioscópica que diminui a temperatura de congelamento da água, tornando a reação de putrefação mais lenta.
c) Ebulioscópica que aumenta a temperatura de ebulição da água, eliminando as bactérias pelo calor liberado na dissolução.

d) Osmoscópica que aumenta a pressão osmótica, tornando o meio osmoticamente desfavorável para a sobrevivência das bactérias.
e) Tonoscópica que diminui a pressão máxima de vapor da água, dificultando a sua evaporação e proliferação das bactérias decompositoras.

QUESTÃO 33

(Upe-ssa 2 2017) 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.

Adaptado de: http://revistagloborural.globo.com/

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.

QUESTÃO 34

(FUVEST) Louis Pasteur realizou experimentos pioneiros em Microbiologia. Para tornar estéril um meio de cultura, o qual poderia estar contaminado com agentes causadores de doenças, Pasteur mergulhava o recipiente que o continha em um banho de água aquecida à ebulição e à qual adicionava cloreto de sódio. Com a adição de cloreto de sódio, a temperatura de ebulição da água do banho, com relação à da água pura, era _____. O aquecimento do meio de cultura provocava _____.

As lacunas podem ser corretamente preenchidas, respectivamente, por:
a) maior; desnaturação das proteínas das bactérias presentes.
b) menor; rompimento da membrana celular das bactérias presentes.
c) a mesma; desnaturação das proteínas das bactérias.
d) maior; rompimento da membrana celular dos vírus.
e) menor; alterações no DNA dos vírus e das bactérias.

QUESTÃO 35

(UECE 2014) A descoberta do fenômeno da osmose foi atribuída a René Joachim Henri Dutrochet (1776 – 1847), físico e botânico francês, autor do termo "osmose". Sua pesquisa teve fundamental importância para explicar o processo da respiração celular. A pressão osmótica utilizada para interromper a osmose de uma determinada solução de glicose ($C_6H_{12}O_6$) contendo 10 g/L a 15 °C é
Dado: R = 0,082 atm.L.mol^{-1}.K^{-1}
a) 2,62 atm.
b) 1,83 atm.
c) 2,92 atm.
d) 1,31 atm.

QUESTÃO 36

(UNIFOR 2017.2) A pressão osmótica é a pressão que deve ser aplicada sobre uma membrana semipermeável para evitar que o solvente atravesse a membrana. Considere as seguintes soluções aquosas:

I – $C_6H_{12}O_6$ 1,0 x 10^{-2} mol/L

II – HCl 1,0 x 10^{-2} mol/L

III – Na_2SO_4 1,5 x 10^{-2} mol/L

IV – C_6H_{12} 1,5 x 10^{-2} mol/L

A alternativa que melhor relaciona a pressão osmóticas das soluções é

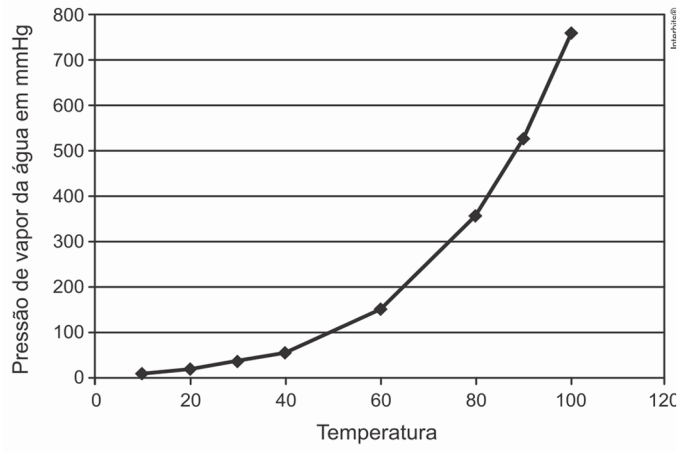
a) I > II > III > IV.
b) I > IV > II > III.
c) IV > III > I > II.
d) IV > III > II > I.
e) III > II > IV > I



QUESTÃO 37

(ENEM) A tabela a seguir registra a pressão atmosférica em diferentes altitudes, e o gráfico relaciona a pressão de vapor da água em função da temperatura.

Altitude (km)	Pressão Atmosférica (mmHg)
0	760
1	600
2	480
4	300
6	170
8	120
10	100



Um líquido, num frasco aberto, entra em ebulição a partir do momento em que a sua pressão de vapor se iguala à pressão atmosférica. Assinale a opção correta, considerando a tabela, o gráfico e os dados apresentados, sobre as seguintes cidades:

Natal (RN)	nível do mar
Campos do Jordão (SP)	altitude 1628 m
Pico da Neblina (RR)	altitude 3014 m

A temperatura de ebulição será:
a) maior em Campos do Jordão.
b) menor em Natal.
c) menor no Pico da Neblina.
d) igual em Campos do Jordão e Natal.
e) não dependerá da altitude.

QUESTÃO 38

(ENEM) Sob pressão normal (ao nível do mar), a água entra em ebulição à temperatura de 100 °C. Tendo por base essa informação, um garoto residente em uma cidade litorânea fez a seguinte experiência:
• Colocou uma caneca metálica contendo água no fogareiro do fogão de sua casa.
• Quando a água começou a ferver, encostou cuidadosamente a extremidade mais estreita de uma seringa de injeção, desprovida de agulha, na superfície do líquido e, erguendo o êmbolo da seringa, aspirou certa quantidade de água para seu interior, tapando-a em seguida.
• Verificando após alguns instantes que a água da seringa havia parado de ferver, ele ergueu o êmbolo da seringa, constatando, intrigado, que a água voltou a ferver após um pequeno deslocamento do êmbolo.

Considerando o procedimento anterior, a água volta a ferver porque esse deslocamento
a) permite a entrada de calor do ambiente externo para o interior da seringa.
b) provoca, por atrito, um aquecimento da água contida na seringa.
c) produz um aumento de volume que aumenta o ponto de ebulição da água.
d) proporciona uma queda de pressão no interior da seringa que diminui o ponto de ebulição da água.
e) possibilita uma diminuição da densidade da água que facilita sua ebulição.

QUESTÃO 39

(Enem PPL 2018) 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.

QUESTÃO 40

(ENEM 2012) 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.

QUESTÃO 41

(ENEM) A cal (óxido de cálcio, CaO), cuja suspensão em água é muito usada como uma tinta de baixo custo, dá uma tonalidade branca aos troncos de árvores. Essa é uma prática muito comum em praças públicas e locais privados, geralmente usada para combater a proliferação de parasitas. Essa aplicação, também chamada de *caiação*, gera um problema: elimina microrganismos benéficos para a árvore.
Disponível em: http://super.abril.com.br. Acesso em: 1 abr. 2010 (adaptado).

A destruição do microambiente, no tronco de árvores pintadas com cal, é devida ao processo de
a) difusão, pois a cal se difunde nos corpos dos seres do microambiente e os intoxica.
b) osmose, pois a cal retira água do microambiente, tornando-o inviável ao desenvolvimento de microrganismos.
c) oxidação, pois a luz solar que incide sobre o tronco ativa fotoquimicamente a cal, que elimina os seres vivos do microambiente.
d) aquecimento, pois a luz do Sol incide sobre o tronco e aquece a cal, que mata os seres vivos do microambiente.
e) vaporização, pois a cal facilita a volatilização da água para a atmosfera, eliminando os seres vivos do microambiente.

QUESTÃO 42

(Enem (Libras) 2017 - Adaptada) 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.

maikell victor QUESTÃO 43

(ENEM 2017) Alguns tipos de dessalinizadores usam o processo de osmose reversa para obtenção de água potável a partir da água salgada. Nesse método, utiliza-se um recipiente contendo dois compartimentos separados por uma membrana semipermeável: em um deles coloca-se água salgada e no outro recolhe-se a água potável. A aplicação de pressão mecânica no sistema faz a água fluir de um compartimento para o outro. O movimento das moléculas de água através da membrana é controlado pela pressão osmótica e pela pressão mecânica aplicada.

Para que ocorra esse processo é necessário que as resultantes das pressões osmótica e mecânica apresentem

a) mesmo sentido e mesma intensidade.
b) sentidos opostos e mesma intensidade.
c) sentidos opostos e maior intensidade da pressão osmótica.
d) mesmo sentido e maior intensidade da pressão osmótica.
e) sentidos opostos e maior intensidade da pressão mecânica.

maikell victor QUESTÃO 44

(Enem PPL 2019) 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.

maikell victor QUESTÃO 45

(ENEM) 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.

WINKEL, H.L.; TSCHIEDEL, M. *Cultura do arroz: salinização de solos em cultivos de arroz.* Disponível em: http//agropage.tripod.com/saliniza.hml. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado)

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.

ACESSE A RESOLUÇÃO COMENTADA



PARA MELHORAR A QUALIDADE DE VIDA, MELHORE A QUALIDADE DOS SEUS PENSAMENTOS!

Olha o Gabarito!

Marque um X se você acertou

○ 01 - C	○ 07 - C	○ 13 - B	○ 19 - C	○ 25 - D	○ 31 - E	○ 37 - C	○ 43 - E
○ 02 - B	○ 08 - C	○ 14 - D	○ 20 - B	○ 26 - A	○ 32 - D	○ 38 - D	○ 44 - E
○ 03 - D	○ 09 - D	○ 15 - A	○ 21 - B	○ 27 - C	○ 33 - C	○ 39 - E	○ 45 - A
○ 04 - D	○ 10 - C	○ 16 - C	○ 22 - D	○ 28 - B	○ 34 - A	○ 40 - E	
○ 05 - D	○ 11 - D	○ 17 - C	○ 23 - D	○ 29 - C	○ 35 - D	○ 41 - B	
○ 06 - A	○ 12 - D	○ 18 - C	○ 24 - D	○ 30 - D	○ 36 - E	○ 42 - C	

Quantas você acertou?

Aula 16



TERMOQUÍMICA



A grande maioria das reações químicas e físicas que se tem conhecimento apresenta ganho ou perda de energia, especialmente sob a forma de calor. Por isso, existe uma área da Química que estuda as trocas de calor, ou seja, as quantidades de calor que são absorvidas ou liberadas numa reação química ou numa transformação física, que recebe o nome de Termoquímica.

No estudo da Termoquímica, as reações químicas são classificadas em dois grupos:

Reações endotérmicas

São as reações que absorvem energia. Nessas reações, a entalpia dos reagentes, ou seja, sua a energia total é menor que a dos produtos, por isso há absorção de energia sob a forma de calor.

Veja alguns exemplos de processos endotérmicos:

- A síntese do óxido nítrico, a partir da reação dos gases nitrogênio e oxigênio.

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + Calor \rightarrow 2NO_{(g)}$$

- A decomposição do carbonato de cálcio, que produz cal e gás carbônico.

$$CaCO_{3(s)} + Calor \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

- A produção do ferro metálico a partir da hematita (Fe2O3).

$$Fe_2O_{3(s)} + 3\,C_{(s)} + Calor \rightarrow 2\,Fe_{(s)} + 3\,CO_{(g)}$$

- O cozimento dos alimentos.
- A fotossíntese realizada pelos vegetais, que absorve a energia proveniente da luz solar. Nesse caso, porém, a energia absorvida está sob a forma de luz e não de calor.

Reações exotérmicas

São as reações que liberam ou produzem calor. Em reações desse tipo, a energia desprendida na formação das ligações químicas é maior que a energia gasta no rompimento das ligações químicas dos reagentes. E essa diferença de energia é, então, liberada sob a forma de calor. Por exemplo:



- Processos de combustão, como a queima do carvão.

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + Calor$$

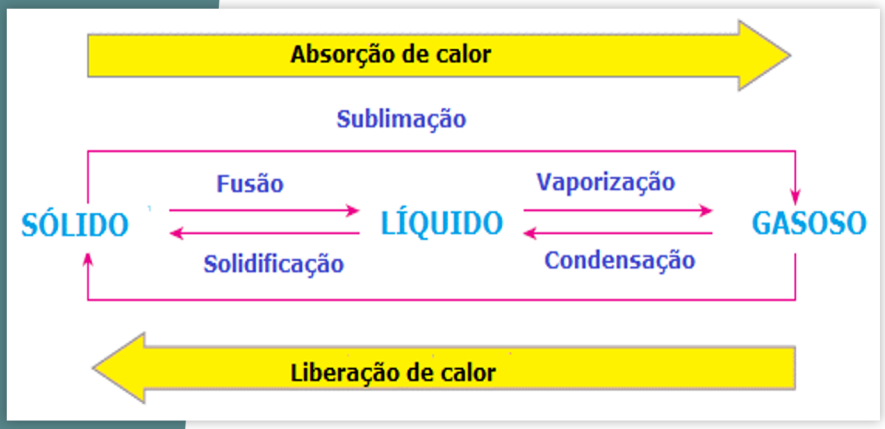
Obs.: Todas as reações de combustão são exotérmicas.

- A produção industrial da amônia através da reação dos gases nitrogênio e hidrogênio.

$$N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \rightarrow 2\,NH_{3(g)}$$

Dentre as transformações físicas também existe ganho ou perda de energia, como ocorre nas mudanças de estado da matéria. Nos processos de fusão, vaporização e sublimação há absorção de calor, enquanto nos processos de solidificação e condensação há liberação de calor.

Observe o esquema ao lado:



Mas, além de compreender e classificar as reações que envolvem trocas de calor, é importante, também, fazer a medição dessas grandezas. Para isso, contamos com a calorimetria, que é a área responsável pelo estudo e a medição das quantidades de calor absorvidas ou liberadas no decorrer das transformações químicas e físicas.
A medição dessas quantidades de calor é feita por aparelhos denominados calorímetros. Esses aparelhos são utilizados para determinar a variação de entalpia (ΔH), que é a medida da quantidade de calor absorvida ou liberada numa reação, sob pressão constante.

Em reações exotérmicas, como ocorre liberação de calor, a entalpia dos reagentes (H_R) é maior que a entalpia dos produtos (H_p). Podemos representar isso genericamente:

reagente → produto

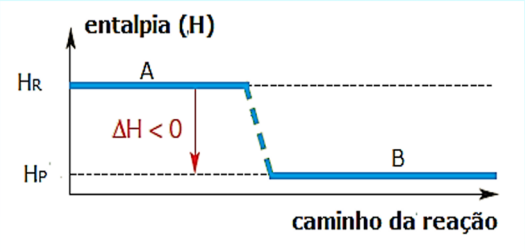
$$A \longrightarrow B + Calor$$

$$H_R > H_P$$

$$\Delta H = H_P - H_R$$

$$\boxed{\Delta H < 0}$$

Graficamente, temos:



Já nas reações endotérmicas, por haver absorção de calor, a entalpia dos reagentes é menor que a entalpia dos produtos. Observe:

reagente → produto

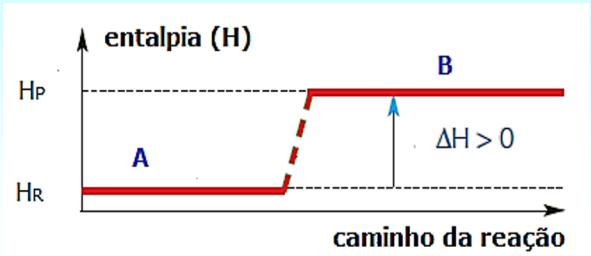
$$A + Calor \longrightarrow B$$

$$H_R < H_P$$

$$\Delta H = H_P - H_R$$

$$\boxed{\Delta H > 0}$$

Graficamente, temos:



É importante ressaltar que, até, hoje, não se conhece nenhuma forma de medir os valores absolutos das entalpias, ou seja, o conteúdo energético de uma substância, por isso, medimos a variação de entalpia (ΔH).

Equações Termoquímicas

Uma equação termoquímica, para representar corretamente uma reação química, deve estar devidamente balanceada, conter reagentes e produtos com seus respectivos estados físicos ou alotrópicos, conter o valor da variação de entalpia, e ter especificada as condições de pressão e temperatura nas quais a reação se processa.

Exemplos:

$Ca_{(s)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)} \rightarrow CaO_{(s)}\ \Delta H = -151{,}8$ kcal/mol (25°C, 1 atm)

$C_{(grafite)} \rightarrow C_{(diamante)}\ \Delta H = -22{,}9$ kcal/mol (25°C, 1 atm)

$H_2S_{(conc.)} \xrightarrow{H2O(l)} H_2S_{(aq)}\ \Delta H = +0{,}46$ kcal/mol (25°C, 1 atm)

Observação:
• A representação entre parênteses indica o estado físico ou a forma alotrópica dos constituintes de uma reação. As representações mais comuns são:

(s) → sólido	(c) → cristalino	(l) → líquido
(v) → vapor	(g) → gasoso	(conc.) → concentrado
(dil.) → diluído	(aq) → solução aquosa	

Calores de Reação





Calor de reação é a energia liberada ou absorvida em uma reação química, ou seja, é o ΔH da reação. Dependendo do tipo da reação, podemos definir o calor. Porém, antes de passarmos aos calores de reação, vamos definir entalpia padrão.

Experimentalmente, é praticamente impossível determinar a entalpia absoluta dos reagentes e dos produtos. Para resolver esse problema, estabeleceu-se uma escala arbitrária de entalpia em que o padrão é determinado pelos elementos químicos em sua forma mais estável a 25 °C e 1 atm, que receberam o valor de entalpia zero (H = 0). A determinação de todas as demais entalpias dá-se em função desse padrão, cuja representação é ΔH°.

Principais Tipos de Calores de Reação

Calor padrão de formação

É a variação de entalpia verificada na reação de formação (síntese) de um mol de moléculas de qualquer substância, a partir de substâncias simples dos elementos que a compõem no estado padrão. A representação dessa variação de entalpia é ΔH°f.

Substâncias simples no estado padrão (H = 0)	
$O_{2(g)}$	$I_{2(s)}$
$N_{2(g)}$	$P_{(branco)}$
$H_{2(g)}$	$S_{(rômbico)}$
$Cl_{2(g)}$	$C_{(grafite)}$
$F_{2(g)}$	$Hg_{(l)}$
$Br_{2(l)}$	Os metais, exceto o mercúrio, são sólidos. ($Ag_{(s)}$, $Fe_{(s)}$, $Cu_{(s)}$)

Exemplos:

$H_{2(g)} + ½\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}\ \Delta H°_f = -68{,}3$ kcal/mol

$½\ H_{2(g)} + ½\ Cl_{2(g)} \rightarrow HCl_{(g)}\ \Delta H°_f = -22{,}1$ kcal/mol

Calor padrão de combustão

Combustão é uma reação de oxirredução exotérmica, suficientemente rápida, que ocorre para produzir e alimentar uma chama, visível ou não. As reações de combustão são popularmente conhecidas como reações de queima.

> Calor padrão de combustão é a variação da entalpia verificada na combustão completa de um mol de reagente a 25 ºC e 1 atm.

Exemplos:

$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$ $\quad \Delta H°_c = -212{,}8\ kcal.mol^{-1}$

$SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow SO_{3(g)}$ $\quad \Delta H°_c = -27\ kcal.mol^{-1}$

Cálculo do ΔH a partir do calor de formação

O calor de formação é a variação de entalpia de uma reação de formação de um mol de um determinado produto a partir das substâncias simples que lhe deram origem, na forma alotrópica mais estável e no estado padrão (H = 0).

Exemplo:

H2(g) + ½ O2(g) ⍰ H2O(l)

Como H2(g) e O2(g) possuem H = 0, calculamos o ΔH°f da água da seguinte maneira:

$$\Delta H°_f\ (H_2O) = H_p - H_r$$

$$\Delta H°_f\ (H_2O) = H(H_2O) - 0$$

$$\Delta H°_f\ (H_2O) = H(H_2O)$$

Assim, verificamos que o calor de formação é igual ao valor da entalpia da substância a ser formada. Como os valores de ΔH° de muitas substâncias são tabelados, podemos calcular o ΔH° de diversas reações utilizando o calor de formação pela expressão:

$$\Delta H° = \Sigma \Delta H°_f\ (produtos) - \Sigma \Delta H°_f\ (reagentes)$$

Cálculo do ΔH usando a lei de Hess

A lei de Hess tem o seguinte enunciado:

A quantidade de calor liberada ou absorvida por uma reação química depende somente dos estados inicial e final do sistema reagente e não dos estados intermediários pelos quais o sistema passou.

Isso significa que uma variação de entalpia pode ser calculada por uma soma de equações termoquímicas mesmo que não representem o caminho real da reação.

Podemos empregar essa lei para determinar indiretamente as entalpias de formação de algumas substâncias, graficamente ou através de equações.

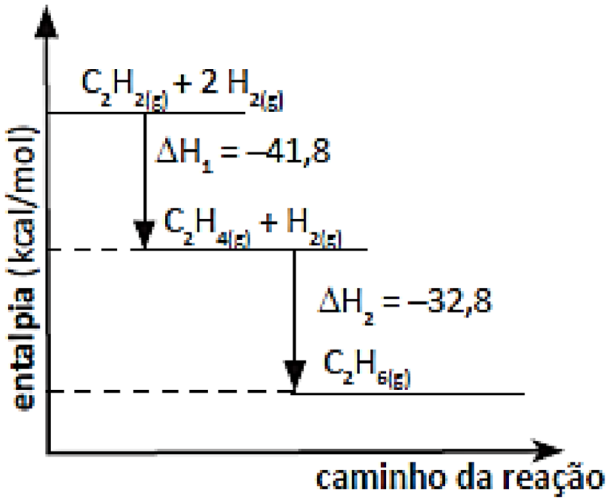


Acompanhe os exemplos:

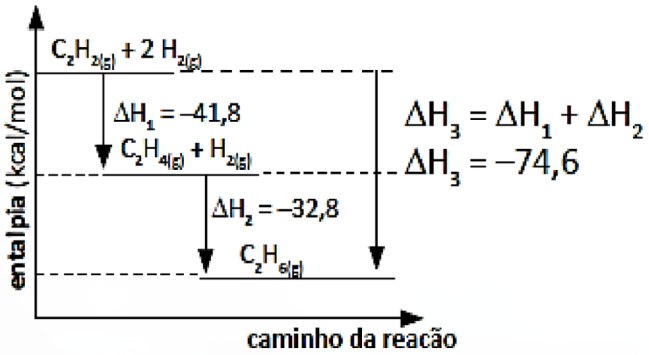
Exemplos de cálculo

1. Utilizando o diagrama a seguir, calcule a entalpia da transformação:

$$C_2H_2(g) + 2\ H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$$



Resolução:
Podemos identificar no gráfico a reação indicada e sua variação de entalpia (ΔH_3):



2. Determine a entalpia de formação da sacarose a partir das equações termoquímicas:

I. $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$; $\Delta H = -94$ kcal/mol
II. $H_{2(g)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$; $\Delta H = -68$ kcal/mol
III. $C_{12}H_{22}O_{11(s)} + 11\ O_{2(g)} \rightarrow 12\ CO_{2(g)} + 11\ H_2O_{(l)}$; $\Delta H = -1.349$ kcal/mol

A equação a que queremos chegar é:

$$12\ C_{(s)} + 11\ H_{2(g)} + 11/2\ O_{2(g)} \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11(s)};\ \Delta H_f = ?$$

Essa equação pode ser obtida pela soma adequada das outras equações: devemos dispor as outras equações de forma que a soma delas resulte na equação visada.

Nesse exemplo:

• Precisamos de 12 mol de C no primeiro membro (reagentes), o que pode ser obtido multiplicando a equação I por 12:

$12\ C_{(s)} + 12\ O_{2(g)} \rightarrow 12\ CO_{2(g)}\ \Delta H = 12\ .\ (-94$ kcal/mol)

• Precisamos de 11 mol de H_2 também no primeiro membro; empregamos a equação II multiplicada por 11:

$11\ H_{2(g)} + 11/2\ O_{2(g)} \rightarrow 11\ H_2O_{(l)}$; $\Delta H = 11\ .\ (-68$ kcal/mol)

• Precisamos de 1 mol de sacarose no segundo membro (produtos). Invertemos a equação III e trocamos o sinal da variação de entalpia:

$11\ O_{2(g)} + 12\ CO_{2(g)} + 11\ H_2O_{(l)} \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11(s)}$; $\Delta H = +1\ 349$ kcal/mol

A soma das três equações resulta em:

$12\ C_{(s)} + 12\ O_{2(g)} \rightarrow 12\ CO_{2(g)}$; $\Delta H = 12\ .\ (-94$ kcal/mol)
$11\ H_{2(g)} + 11/2\ O_{2(g)} \rightarrow 11\ H_2O_{(l)}$; $\Delta H = 11\ .\ (-68$ kcal/mol)
$11\ O_{2(g)} + 12\ CO_{2(g)} + 11\ H_2O_{(l)} \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11(s)}$; $\Delta H = +1\ 349$ kcal/mol
$12\ C_{(s)} + 11\ H_{2(g)} + 11/2O_{2(g)} \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11(s)}$; $\Delta H = -527$ kcal/mol

Esse valor do ΔH corresponde à formação de 1 mol de sacarose a partir de substâncias simples no estado padrão – trata-se da entalpia de formação da sacarose.

$\Delta H_f = -527$ kJ/mol de sacarose

Entalpia de ligação

Quando dois átomos se ligam por meio de ligações covalentes (por compartilhamento de pares de elétrons), eles adquirem maior estabilidade, o que significa que eles liberam energia para o meio ao fazer essa ligação, seja ela simples, dupla ou tripla. Desse modo, a formação de uma ligação química é um processo exotérmico, com a variação da entalpia sendo negativa ($\Delta H < 0$).

O contrário também é verdadeiro, ou seja, para romper uma ligação covalente é necessário fornecer energia aos átomos. A quebra de uma ligação envolve absorção de energia, porque os átomos voltarão para o estado isolado, que é mais instável. Esse é um processo endotérmico, com a variação da entalpia positiva ($\Delta H > 0$).



A energia liberada na formação da ligação covalente não pode ser medida na prática. Mas a energia absorvida na quebra da ligação sim. Essa energia absorvida é chamada de energia de ligação.
Portanto, podemos defini-la do seguinte modo:

Energia de ligação é a energia necessária para romper 1 mol de ligações da substância no estado gasoso e em condições-padrão (1 atm e 25 ºC).

Por exemplo, na quebra da ligação simples de 1 mol de gás hidrogênio (entre dois átomos de hidrogênio) é absorvido 436 kJ:

$$H_{2(g)} \rightarrow 2\ H_{(g)} \quad \Delta H = +436\ kJ$$

A energia de ligação também pode ser determinada para ligações duplas e triplas, como mostram os exemplos a seguir:

Rompimento de ligação dupla:

$$O_{2(g)} \rightarrow 2\ O_{(g)} \quad \Delta H = +497{,}8\ kJ$$

$$O = O_{(g)} \rightarrow 2\ O_{(g)} \quad \Delta H = +497{,}8\ kJ$$

Rompimento de ligação tripla: $N_{2(g)} \rightarrow 2\ N_{(g)}$ $\Delta H = +943{,}8$ kJ

$$N \equiv N_{(g)} \rightarrow 2\ N_{(g)} \quad \Delta H = +943{,}8\ Kj$$

É importante ressaltar que a energia de uma ligação dupla ou tripla não é um múltiplo de uma ligação simples. Esses valores correspondem à energia necessária para romper 1 mol de ligações duplas e 1 mol de ligações triplas, respectivamente. A seguir temos os valores medidos para algumas energias de ligação:

Ligação	Energia de ligação em kJ/mol	Ligação	Energia de ligação em kJ/mol
H – H	436,0	C = C	614,2
H – F	563,2	C ≡ C	833,4
H – Cl	431,8	C = O (CO_2)	804,3
H – Br	366,1	H – O	463,5
H – I	298,7	O – O	468,6
C – H	413,4	N ≡ N	945,4
C – O	353,5	N – H	391,0
C – F	434,3	N – Cl	192,6
C – Cl	327,2	F – F	153,1
C – Br	280,7	Cl – Cl	242,6
C – I	241,4	Br – Br	192,8
C – C	346,8	I – I	151,0

Quanto maior a energia de ligação, mais forte é a ligação entre os átomos.

Todos esses valores são dados com a reação no estado gasoso, porque assim toda a energia é usada para romper a ligação. Em outro caso, parte dessa energia poderia ser usada na mudança de estado físico.

O mesmo princípio se aplica quando se trata de substâncias compostas. Por exemplo, na quebra das ligações de 1 mol de água são absorvidos 927 kJ:

$$H_2O_{(g)} \rightarrow O_{(g)} + 2\ H_{(g)} \qquad \Delta H = +927\ kJ$$

1 mol de água possui duas ligações O–H. Se olharmos na tabela das energias de ligação acima, veremos que cada rompimento dessa ligação é igual a 463,5 kJ. Assim, a energia de ligação total da água será a soma das energias de todas as ligações:

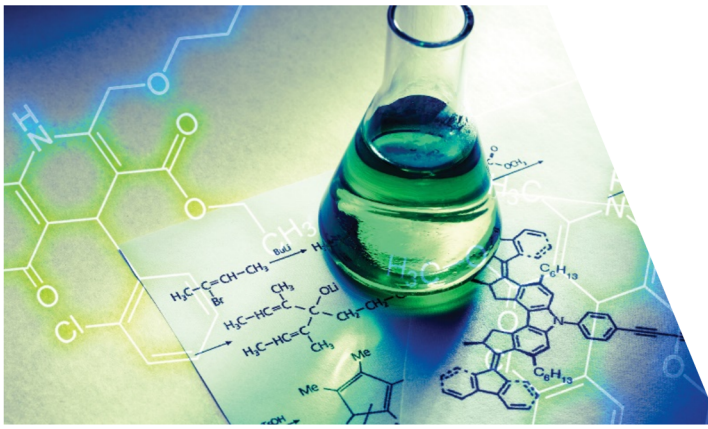
$$2\ (O–H) = 2\ mol\ .\ 463{,}5\ kJ/mol = 927\ kJ$$

Outro exemplo é o metano (CH_4):

$$CH_{4(g)} \rightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)} \qquad \Delta H = +1653{,}6\ kJ$$

Nesse caso ocorreram quatro quebras sucessivas de ligações do tipo C–H. Na prática, para cada um desses rompimentos encontramos um valor diferente, que somado dá 1653,6 kJ. Assim, a energia de ligação da quebra da ligação C-H é um valor médio, aproximadamente igual a 413,4 kJ.

Cálculo do ΔH por entalpia de ligação



Por meio dos valores das energias de ligação é possível determinar a variação da entalpia de uma reação.

Esse conceito é importante ao se considerar as reações químicas, porque elas ocorrem em duas etapas:

(1) Rompimento das ligações dos reagentes: absorve-se energia, ocorrendo um processo endotérmico, com a variação da entalpia sendo positiva ($\Delta H > 0$);
(2) Formação de novas ligações dos produtos: libera-se energia, ocorrendo um processo exotérmico, com a variação da entalpia sendo negativa ($\Delta H < 0$);

O valor da energia liberada na formação das ligações não pode ser medido na prática, mas a energia absorvida (energia de ligação) sim. A energia liberada é numericamente igual à energia de ligação, apenas com o sinal oposto.

Para verificar se o valor da energia liberada na formação das ligações dos produtos é numericamente igual à energia absorvida na quebra das ligações dos reagentes, vamos considerar um exemplo:

Para romper 1 mol de gás cloro, formando 2 átomos de cloro isolados, é absorvido 242,6 kJ:

$$Cl_{2(g)} \rightarrow 2\ Cl_{(g)} \quad \Delta H = +242{,}6\ kJ$$

No processo inverso, em que há a ligação entre dois átomos de cloro para formar 1 mol de gás cloro, temos:

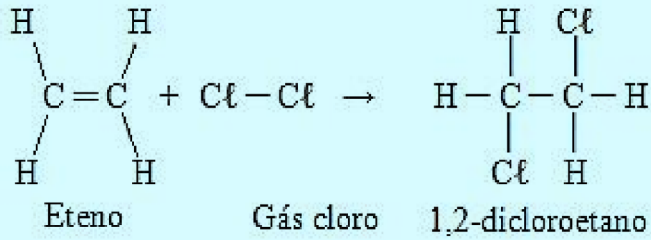
$$Cl_{(g)} + Cl_{(g)} \rightarrow Cl_{2(g)} \quad \Delta H = -242{,}6\ kJ$$

Observe que a energia liberada é a mesma que foi absorvida, porém, com o sinal oposto.

Assim, se tivermos os valores tabelados das energias de ligação, podemos calcular a variação da entalpia (ΔH) de uma reação química por somar todas as energias de ligações que foram rompidas nos reagentes e formadas nos produtos:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{energia total absorvida}} + \Delta H_{\text{energia total liberada}}$$

Por exemplo, vamos calcular o ΔH para a reação entre o eteno e o gás cloro, com a formação do 1,2-dicloroetano:



Vamos por etapas, primeiro vamos determinar o ΔH que foi absorvido no rompimento das ligações dos reagentes:

- 4 mol de ligações H – C: 4 . 413,4 kJ
- 1 mol de ligações C = C: 1 . 614,2 kJ
- 1 mol de ligações Cl – Cl: 1 . 242,6 kJ
- $\Delta H_{\text{energia total absorvida}}$ = + 2510,4 kJ (o sinal positivo indica que a reação é endotérmica)

Agora vamos determinar o ΔH que foi liberado na formação das ligações do produto:

- 2 mol de ligações C– Cl: 2 . 327,2 kJ
- 4 mol de ligações H – C: 4 . 413,4 kJ
- 1 mol de ligações C – C: 1 . 346,8 kJ
- $\Delta H_{\text{energia total liberada}}$ = - 2654,8 kJ (o sinal negativo indica que a reação é exotérmica)

Agora basta somar esses valores para descobrir o ΔH da reação:

- $\Delta H = \Delta H_{\text{energia total absorvida}} + \Delta H_{\text{energia total liberada}}$
- ΔH = (+ 2510,4 + (- 2654,8) kJ)
- ΔH = - 144,4 kJ

A variação da entalpia da reação de obtenção do 1,2-dicloroetano a partir da reação de adição de cloro ao eteno é igual a -144,4 kJ, sendo que o processo é exotérmico.

Anotações

Exercícios

QUESTÃO 01

(UEA - AM) Considere algumas características do Teatro Amazonas.



(g1.globo.com)

A cúpula do teatro é composta de 36 mil peças de escamas em cerâmica esmaltada e telhas vitrificadas, vindas da Alsácia. Foi adquirida na Casa Koch Frères, em Paris. A pintura ornamental é da autoria de Lourenço Machado. O colorido original, em verde, azul e amarelo é uma analogia à exuberância da bandeira brasileira.

(www.culturamazonas.am.gov.br)

Sob o chão, câmaras eram usadas para armazenar gelo que, com o vento que vinha por meio de tubos do lado de fora, saía por debaixo das cadeiras e servia como o ar-condicionado da época. Segundo os administradores do local, o gelo, na verdade, era neve que vinha de navio da Europa.

(www.gazetaonline.globo.com)

O princípio de funcionamento dessa espécie de ar-condicionado baseia-se no fato de o gelo sofrer uma

a) decomposição exotérmica, que libera energia para o ambiente.
b) decomposição endotérmica, que absorve energia do ambiente.
c) mudança de estado exotérmica, que absorve energia do ambiente.
d) mudança de estado endotérmica, que libera energia para o ambiente.
e) mudança de estado endotérmica, que absorve energia do ambiente.

QUESTÃO 02

(UNIFOR) Durante o ciclo hidrológico natural a água muda constantemente de estado físico e de lugar. Entre os fenômenos que ocorrem estão:

I. derretimento de "icebergs".
II. formação de gotículas de água na atmosfera a partir do vapor.
III. formação de neve.
IV. dissipação de nevoeiros.

Dentre esses fenômenos, são exotérmicos **SOMENTE:**

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

QUESTÃO 03

(Famerp 2020) A decomposição térmica do carbonato de zinco ($ZnCO_3$) em seus óxidos tem uma entalpia positiva de 71,5 $\frac{kJ}{mol}$ de $ZnCO_3$. A equação termoquímica que representa essa reação é

a) $ZnCO_{3(s)} \rightarrow ZnO_{(s)} + CO_{(g)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)} + 71{,}5\ kJ$
b) $ZnCO_{3(s)} + 71{,}5\ kJ \rightarrow ZnO_{(s)} + CO_{(g)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)}$
c) $ZnCO_{3(s)} + 71{,}5\ kJ \rightarrow ZnO_{2(s)} + CO_{(g)}$
d) $ZnCO_{3(s)} \rightarrow ZnO_{(s)} + CO_{2(g)} + 71{,}5\ kJ$
e) $ZnCO_{3(s)} + 71{,}5\ kJ \rightarrow ZnO_{(s)} + CO_{2(g)}$

QUESTÃO 04

(UNICHRISTUS – 2016.1) Uma substância muito usada na produção de compressas frias (BOLSAS DE FRIO INSTANTÂNEO) é o nitrato de amônio sólido. Ao ser dissolvido em água, há uma queda brusca na temperatura do sistema, chegando a uma temperatura de – 5,6 °C, aproximadamente, sem que haja solidificação do líquido. A equação química representativa do processo é:

$$NH_4NO_{3(s)} \xrightarrow{H2O} NH_4^+{}_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} - 25{,}7\ kJ/mol\ (25°C, 1\ atm)$$

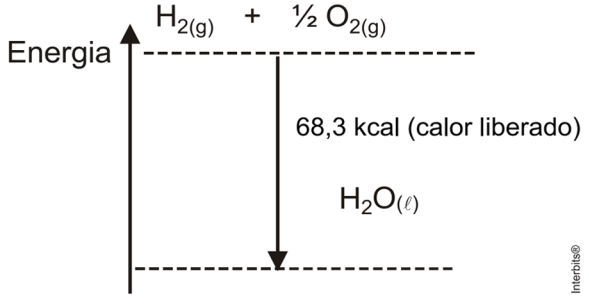
Disponível em: Química: ações e aplicações: 2ª série/Vera Lúcia Duarte de Novais – 1ª ed. – São Paulo: FTD, 2013. Adaptado.

De acordo com a termodinâmica, é pertinente inferir que

a) as compressas frias representam um processo de dissolução exotérmico.
b) a energia final é menor que a energia inicial durante o processo de dissolução do nitrato de amônio em água.
c) o sistema perde energia para as vizinhanças durante o processo de dissolução do nitrato de amônio em água.
d) o ambiente perde calor para o sistema durante o processo de dissolução do nitrato de amônio em água.
e) não há conservação de energia durante o processo de dissolução do nitrato de amônio em água.

QUESTÃO 05

(Uece 2014) Normalmente uma reação química libera ou absorve calor. Esse processo é representado no seguinte diagrama, considerando uma reação específica.



Com relação a esse processo, assinale a equação química correta.

a) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} - 68{,}3\ kcal$

b) $H_2O_{(\ell)} - 68{,}3\ kcal \rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

c) $H_2O_{(\ell)} \rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} + 68{,}3\ kcal$

d) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)} + 68{,}3\ kcal$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia o texto para responder à(s) questão(ões) a seguir:

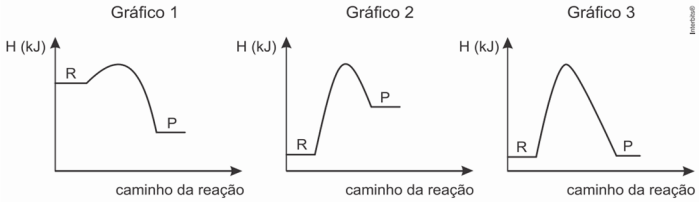
Um incêndio atingiu uma fábrica de resíduos industriais em Itapevi, na Grande São Paulo. O local armazenava três toneladas de fosfeto de alumínio (AlP). De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), o fosfeto de alumínio reagiu com a água usada para apagar as chamas, produzindo hidróxido de alumínio e fosfina (PH_3).

A fosfina é um gás tóxico, incolor, e não reage com a água, porém reage rapidamente com o oxigênio liberando calor e produzindo pentóxido de difósforo (P_2O_5). Segundo os médicos, a inalação do P_2O_5 pode causar queimadura tanto na pele quanto nas vias respiratórias devido à formação de ácido fosfórico.

‹https://tinyurl.com/yafzufbo› Acesso em: 11.10.18. Adaptado.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 06

(Fatec 2019 adaptada) Os gráficos 1, 2 e 3 representam a variação da energia em função do caminho da reação para três transformações químicas, sendo R o reagente e P o produto de cada reação.



Entre os gráficos 1, 2 e 3, aquele que representa corretamente a reação da fosfina com o oxigênio, descrita no texto, é o

a) gráfico 1, pois a reação é exotérmica e apresenta $\Delta H^\circ < 0$.

b) gráfico 1, pois a reação é endotérmica e apresenta $\Delta H^\circ < 0$.

c) gráfico 2, pois a reação é endotérmica e apresenta $\Delta H^\circ > 0$.

d) gráfico 2, pois a reação é exotérmica e apresenta $\Delta H^\circ < 0$.

e) gráfico 3, pois a reação é endotérmica e apresenta $\Delta H^\circ > 0$.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 07

Como nasceu a tradição da fogueira da festa junina?

Para os católicos, a fogueira é símbolo de um acordo entre as primas Maria e Isabel. Numa tarde, Santa Isabel foi à casa de Nossa Senhora (Maria) e aproveitou para contar-lhe que, em breve, iria nascer seu filho. Ele se chamaria João Batista. Nossa Senhora queria ficar informada sobre o nascimento e perguntou: - Como poderei saber do nascimento do garoto?

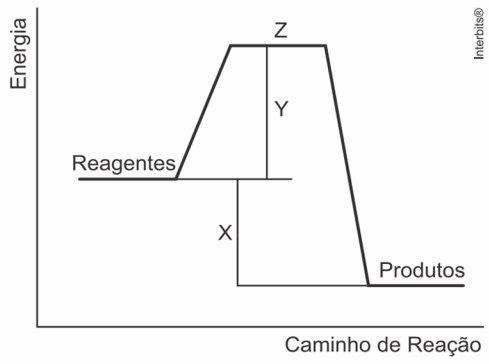


- Acenderei uma fogueira bem grande; assim você poderá vê-la de longe e saberá que Joãozinho nasceu. Mandarei, também, erguer um mastro, com uma boneca sobre ele.

A promessa foi cumprida e, um dia, Nossa Senhora viu uma fumacinha e depois umas chamas bem vermelhas. Dirigiu-se para a casa de Isabel e encontrou o menino João Batista, que mais tarde seria um dos santos mais importantes da religião católica. Isso se deu no dia 24 de junho. Começou, assim, a ser festejado São João – com mastro, fogueira, foguetes, balões, danças, etc.

Fonte: https://www.ebc.com.br/infantil/voce-sabia/2016/06/como-nasceu-tradicao-da-fogueira-da-festa-junina

No gráfico a seguir, é apresentada a variação da energia durante a reação química da queima de uma fogueira.



Com base no gráfico, pode-se correlacionar X, Y e Z, respectivamente, como

a) intermediário da reação, energia de ativação e variação da entalpia.

b) variação da entalpia, intermediário da reação e complexo ativado.

c) complexo ativado, energia de ativação e variação de entalpia.

d) variação da entalpia, energia de ativação e complexo ativado.

e) energia de ativação, complexo ativado e variação da entalpia.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 08

(FATEC - Primeiro Semestre 2015) Fazer a mala para uma viagem poderá ser tão simples como pegar algumas latas de spray, que contenham uma mistura de polímero coloidal, para fazer suas próprias roupas "spray-on". Tanto faz se é uma camiseta ou um traje noturno, o tecido "spray-on" é uma novidade para produzir uma variedade de tecidos leves. A fórmula consiste em fibras curtas interligadas com polímeros e um solvente que produz o tecido em forma líquida. Esse tecido provoca uma sensação fria ao ser pulverizado no corpo, mas adquire a temperatura corporal em poucos segundos. O material é pulverizado diretamente sobre a pele nua de uma pessoa, onde seca quase instantaneamente.



A sensação térmica provocada pelo tecido "spray-on", quando pulverizado sobre o corpo, ocorre porque o solvente

a) absorve calor do corpo, em um processo endotérmico.
b) absorve calor do corpo, em um processo exotérmico.
c) condensa no corpo, em um processo endotérmico.
d) libera calor para o corpo, em um processo exotérmico.
e) libera calor para o corpo, em um processo endotérmico.

maikell victor QUESTÃO 09

(Unioeste 2020) O óxido de magnésio é utilizado como matéria prima ou precursor na síntese de vários compostos de magnésio para aplicação química, industrial e farmacêutica. Quando se adiciona óxido de magnésio (MgO) à água, há uma liberação de calor devido à seguinte reação química:

$$MgO + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + X\ kcal/mol$$

Sabendo-se que as entalpias de formação dos compostos envolvidos são a 1 atm e 25 °C (condições-padrão):

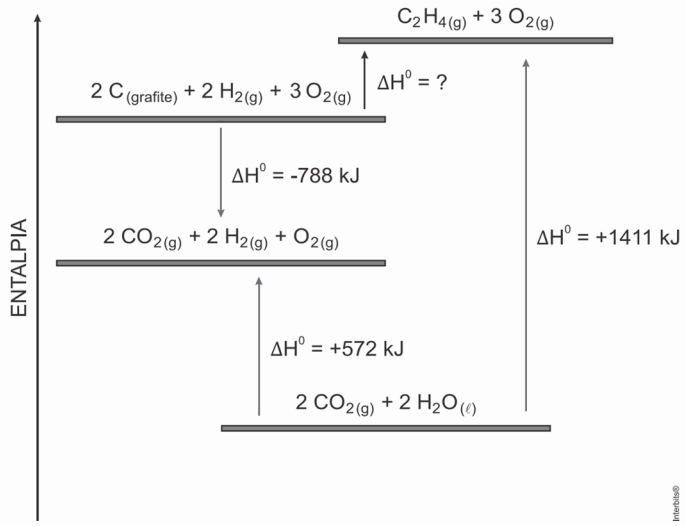
$$\Delta H\ (MgO) = -152\ kcal/mol;$$
$$\Delta H\ (H_2O) = -68\ kcal/mol;$$
$$\Delta H\ (Mg(OH)_2) = -240\ kcal/mol;$$

Em relação à reação e o calor envolvido no processo, assinale a alternativa **CORRETA**.

a) A reação é exotérmica e libera 20 kcal/mol.
b) A reação é endotérmica e o valor de X é 40 kcal/mol.
c) A reação é exotérmica e o valor de X é -40 kcal/mol.
d) A reação é endotérmica e absorve 40 kcal/mol.
e) O magnésio se reduz e libera 20 kcal/mol.

maikell victor QUESTÃO 10

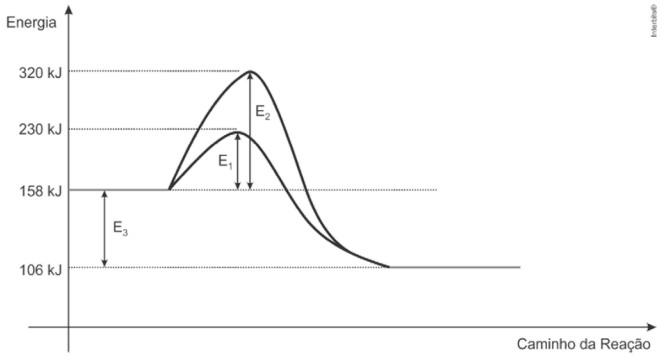
(G1 - IFPE 2019) O etileno ou eteno (C_2H_4), gás produzido naturalmente em plantas e responsável pelo amadurecimento de frutos, pode ser obtido por "caminhos" diferentes, conforme explicitado no diagrama da Lei de Hess abaixo. A Lei de Hess, uma lei experimental, calcula a variação de entalpia (quantidade de calor absorvido ou liberado) considerando, apenas, os estados inicial e final de uma reação química. Analise o diagrama, calcule a entalpia ($\Delta H°$) envolvida na reação $2\ C_{(grafite)} + 2\ H_{2(g)} + 3\ O_{2(g)} \rightarrow C_2H_{4(g)} + 3\ O_{2(g)}$ e assinale a alternativa que apresenta o valor **CORRETO** para o $\Delta H°$ da reação.



a) $-1.627\ kJ$
b) $-51\ kJ$
c) $+1.195\ kJ$
d) $-1.195\ kJ$
e) $+51\ kJ$

maikell victor QUESTÃO 11

(UPE-ssa 2 2016) Em uma seleção realizada por uma indústria, para chegarem à etapa final, os candidatos deveriam elaborar quatro afirmativas sobre o gráfico apresentado a seguir e acertar, pelo menos, três delas.



Um dos candidatos construiu as seguintes afirmações:

I. A reação pode ser catalisada, com formação do complexo ativado, quando se atinge a energia de 320 kJ.
II. O valor da quantidade de energia E_3 determina a variação de entalpia (ΔH) da reação, que é de -52 kJ.
III. A reação é endotérmica, pois ocorre mediante aumento de energia no sistema.
IV. A energia denominada no gráfico de E_2 é chamada de energia de ativação que, para essa reação, é de 182 kJ.

Quanto à passagem para a etapa final da seleção, esse candidato foi

a) aprovado, pois acertou as afirmações I, II e IV.
b) aprovado, pois acertou as afirmações II, III e IV.
c) reprovado, pois acertou, apenas, a afirmação II.
d) reprovado, pois acertou, apenas, as afirmações I e III.
e) reprovado, pois acertou, apenas, as afirmações II e IV.

QUESTÃO 12

(UPE-ssa 2 2016) Um fenômeno raro no Nordeste chamou a atenção de moradores de Ouricuri, no Sertão do Estado. No final da tarde da última terça-feira de 2014, caiu granizo na localidade, por cerca de dez minutos. Quando o dia amanheceu, foi possível observar vapores, sendo formados do granizo depositado no chão.

Disponível em: http://www.jornaldecaruaru.com.br/2014/12/ Acesso em: junho 2015.

Considerando as informações dessa notícia, o que ocorria com o granizo ao amanhecer?

a) Um processo exotérmico
b) Um processo endotérmico
c) Um processo isotérmico
d) Uma reação de primeira ordem
e) Uma reação de segunda ordem

QUESTÃO 13

(UNICHRISTUS 2020.2) O etileno ou eteno é o hidrocarboneto mais simples da família das olefinas, sendo o composto químico de maior utilização no setor industrial, como na fabricação do polietileno. Sua obtenção pode ocorrer de várias maneiras, sendo uma delas a desidrogenação do etano, como mostrado a seguir:

$C_2H_{6(g)} \rightarrow C_2H_{4(g)} + H_{2(g)}$

Utilizando as equações termoquímicas a seguir e as respectivas entalpias de formação a 25 °C,

$2\ C_{(grafite)} + 2\ H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{4(g)}\ \Delta H°_f = +\ 52{,}4\ kJ/mol$

$2\ C_{(grafite)} + 3\ H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}\ \Delta H°_f = -\ 84{,}0\ kJ/mol$

pode-se inferir que a energia envolvida na produção de um mol de etileno a partir de um mol de etano, considerando um rendimento de 80% é igual a

a) 109,12 kJ.
b) 123,35 kJ.
c) 136,40 kJ.
d) 145,28 kJ.
e) 154,60 kJ.

QUESTÃO 14

(UNICHRISTUS) Também conhecido como gás natural ou gás dos pântanos, o metano é um gás representado pela fórmula química CH_4, incolor, de odor fraco a levemente adocicado, altamente inflamável, estável, praticamente insolúvel em água e solúvel em solventes orgânicos (álcoois, benzenos, ésteres e gasolina). Trata-se do composto mais simples e abundante do grupo dos hidrocarbonetos. O metano se forma a partir da fermentação de resíduos orgânicos pela ação de bactérias, como a decomposição do lixo orgânico nos aterros sanitários, a emissão de vulcões de lama, a digestão de herbívoros, a extração de combustível mineral, o metabolismo de certas espécies bacterianas, o apodrecimento de vegetais nos pântanos (sendo, por isso, chamado de gás dos pântanos), entre outros processos. Por esse motivo, nos aterros sanitários, são colocadas muitas "chaminés", que atravessam as várias camadas de material, pelos quais escoam os gases formados pela fermentação do lixo.

Disponível em: http://www.infoescola.com/compostosquimicos/metano/. Acesso em: 16 de agosto de 2015.

Dados:

$C_{(graf.)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}\ \Delta H = -\ 393{,}5\ kJ/mol$

$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow H_2O(l)\ \Delta H = -\ 285{,}8\ kJ/mol$

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}\ \Delta H = -\ 889{,}5\ kJ/mol$

A análise dos dados apresentados permite inferir que o calor de formação do metano é

a) – 75,6 kJ/mol.
b) + 75,6 kJ/mol.
c) – 210,2 kJ/mol.
d) + 210,2 kJ/mol.
e) + 889,5 kJ/mol.

QUESTÃO 15

(UNIFOR) Gás natural veicular (GNV) é um combustível disponibilizado na forma gasosa, a cada dia mais utilizado em automóveis como alternativa à gasolina e ao álcool. O GNV diferencia-se do gás liquefeito de petróleo (GLP) por ser constituído por hidrocarbonetos na faixa do metano e do etano, enquanto o GLP possui, em sua formação, hidrocarbonetos na faixa do propano e do butano.

A combustão do metano produz gás carbônico e água. A tabela abaixo apresenta dados termoquímicos relativos ao processo de combustão do metano.

Composto	$\Delta H_f°$ /KJ · mol^{-1}
$CH_{4(g)}$	– 75
$O_{2(g)}$	0
$CO_{2(g)}$	– 394
$H_2O_{(\ell)}$	– 286

Usando os dados fornecidos, e sabendo que um tanque típico de GNV (suponha que este é formado exclusivamente por metano) possui 19 m^3. A quantidade de calor produzido e o tipo de processo associado à queima total de um tanque de GNV será respectivamente:

Dados: Peso molar: C = 12; H = 1; O = 16.
Densidade GNV = 0,6 kg / m^3.

a) $3{,}2 \times 10^5$ kJ/mol e o processo seria exotérmico.
b) $6{,}4 \times 10^5$ kJ/mol e o processo seria endotérmico.
c) $6{,}4 \times 10^5$ kJ/mol e o processo seria exotérmico.
d) $6{,}4 \times 10^5$ kJ/mol e o processo seria endotérmico.
e) $12{,}8 \times 10^5$ kJ/mol e o processo seria exotérmico.

QUESTÃO 16

(UERJ) O alumínio é utilizado como redutor de óxidos, no processo denominado de aluminotermia, conforme mostra a equação química:

$8\ Al_{(s)} + 3\ Mn_3O_{4(s)} \rightarrow 4\ Al_2O_{3(s)} + 9Mn_{(s)}$

Observe a tabela:

Substância	Entalpia de formação (ΔH à 298 K)
$Al_2O_{3(s)}$	-1667,8
$Mn_3O_{4(s)}$	-1385,3

Segundo a equação acima, para a obtenção do $Mn_{(s)}$, a variação de entalpia, na temperatura de 298 K, em KJ, é de:
a) -282,5
b) -2515,3
c) -3053,1
d) -10827,1

maikell victor QUESTÃO 17

(FGV) O Teflon é um polímero sintético amplamente empregado. Ele é formado a partir de um monômero que se obtém por pirólise do trifluormetano.
O trifluormetano, CHF_3, é produzido pela fluoração do gás metano, de acordo com a reação

$$CH_4(g) + 3F_2(g) \rightarrow CHF_3(g) + 3HF(g).$$

Dados:

	$\Delta H^0_f\,(kJ \cdot mol^{-1})$
$CHF_3(g)$	– 1 437
$CH_4(g)$	– 75
HF(g)	– 271

A entalpia-padrão da reação de fluoração do gás metano, em $kJ \cdot mol^{-1}$, é igual a
a) – 1 633.
b) – 2 175.
c) – 2 325.
d) + 1 633.
e) + 2 175.

maikell victor QUESTÃO 18

(UEL 2019) A hipoglicemia é caracterizada por uma concentração de glicose abaixo de 0,70 g/L no sangue. O quadro de hipoglicemia em situações extremas pode levar a crises convulsivas, perda de consciência e morte do indivíduo, se não for revertido a tempo. Entretanto, na maioria das vezes, o indivíduo, percebendo os sinais de hipoglicemia, consegue reverter este déficit, consumindo de 15 a 20 gramas de carboidratos, preferencialmente simples, como a glicose.
A metabolização da glicose, $C_6H_{12}O_6$, durante a respiração, pode ser representada pela equação química de combustão:
$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6\,O_{2(g)} \rightarrow 6\,CO_{2(g)} + 6\,H_2O_{(l)}$

No quadro a seguir, são informadas reações químicas e seus respectivos calores de formação a 25 °C e 1 atm:

Reações químicas	$\Delta H_f°\ (kJmol^{-1})$
$C_{(s,\ grafite)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	–394
$H_{2(g)} + \frac{1}{2}\,O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$	–286
$6\,C_{(s)} + 6\,H_{2(g)} + 3\,O_{2(g)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)}$	–1260

Sabendo que a Massa Molar (MM) da glicose é igual a 180,0 $g.mol^{-1}$, determine a quantidade aproximada de energia liberada em kJ/mol no estado padrão, $\Delta H_r°$, na combustão da glicose, consumida em 350 mL de refrigerante do tipo Cola, o qual possui, em sua composição, 35 g de glicose.
a) –315
b) –113
c) –471
d) –257
e) –548

maikell victor QUESTÃO 19

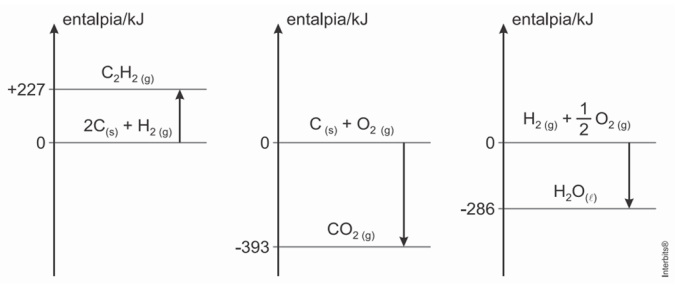
(UPE-ssa 2 2016) Uma nova marca de gás para fogão lançou, no mercado, um botijão com 13kg de hidrocarbonetos, sendo 55% em massa de butano (C_4H_{10}) e 45% em massa de propano (C_3H_8).
Desprezando possíveis perdas, qual o calor liberado no consumo de todo o conteúdo do recipiente?
Dados: $C = 12\ g/mol;\ H = 1\ g/mol;$

$2C_4H_{10(g)} + 13O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 10H_2O_{(l)}\ \Delta H°_{comb.} = -2878\ kJ/mol$
$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}\ \Delta H°_{comb.} = -2222\ kJ/mol$

a) $3,5 \times 10^4$ kJ
b) $3,5 \times 10^5$ kJ
c) $4,8 \times 10^5$ kJ
d) $6,5 \times 10^4$ kJ
e) $6,5 \times 10^5$ kJ

maikell victor QUESTÃO 20

(UNESP 2018) Analise os três diagramas de entalpia.



O ΔH da combustão completa de 1 mol de acetileno, $C_2H_{2(g)}$, produzindo $CO_{2(g)}$ e $H_2O_{(\ell)}$ é
a) +1.140 kJ.
b) +820 kJ.
c) –1.299 kJ.
d) –510 kJ.
e) –635 kJ.

maikell victor QUESTÃO 21

(UNESP 2020) Para obter energia térmica, com a finalidade de fundir determinada massa de gelo, produziu-se a combustão de um mol de gás butano (C_4H_{10}), a 1 atm e a 25 °C. A reação de combustão desse gás é:

$$C_4H_{10(g)} + \frac{13}{2}\,O_{2(g)} \rightarrow 4\,CO_{2(g)} + 5\,H_2O_{(\ell)}$$

As entalpias-padrão de formação (ΔH) das substâncias citadas estão indicadas na tabela:

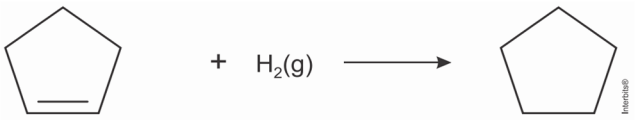
Substância	ΔH (kJ/mol)
$C_4H_{10(g)}$	–126
$CO_{2(g)}$	–393
$H_2O_{(\ell)}$	–286
$O_{2(g)}$	zero

Considerando que a energia térmica proveniente dessa reação foi integralmente absorvida por um grande bloco de gelo a 0 °C e adotando 320 J/g para o calor latente de fusão do gelo, a massa de água líquida obtida a 0 °C, nesse processo, pelo derretimento do gelo foi de, aproximadamente,

a) 7 kg.
b) 5 kg.
c) 3 kg.
d) 10 kg.
e) 9 kg.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 22

(UFRGS 2019) Considere a reação de hidrogenação do ciclopenteno, em fase gasosa, formando ciclopentano, e a tabela de entalpias de ligação, mostradas abaixo.



Entalpias de ligação (kJ mol^{-1})	
H – H	437
C – H	414
C – C	335
C = C	600

Qual será o valor da entalpia da reação de hidrogenação do ciclopenteno em kJ/mol?

a) –265.
b) –126.
c) +126.
d) +265.
e) +335.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 23

(UCS 2016) O 1,2 – dicloroetano ocupa posição de destaque na indústria química americana. Trata-se de um líquido oleoso e incolor, de odor forte, inflamável e altamente tóxico. É empregado na produção do cloreto de vinila que, por sua vez, é utilizado na produção do PVC, matéria-prima para a fabricação de dutos e tubos rígidos para água e esgoto.

A equação química que descreve, simplificadamente, o processo de obtenção industrial do 1,2 – dicloroetano, a partir da reação de adição de gás cloro ao eteno, encontra-se representada abaixo.

$$C_2H_{4(g)} + C\ell_{2(g)} \rightarrow C_2H_4C\ell_{2(\ell)}$$

Disponível em: <http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/dicloroetano.pdf>. Acesso em: 3 set. 15. (Adaptado.)

Dados:

Ligação	Energia de ligação (kJ / mol)
C – H	413,4
C – Cℓ	327,2
C – C	346,8
C = C	614,2
Cℓ – Cℓ	242,6

A variação de entalpia da reação acima é igual a

a) –144,4 kJ / mol.
b) –230,6 kJ / mol.
c) –363,8 kJ / mol.
d) +428,2 kJ / mol.
e) +445,0 kJ / mol.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 24

(Unioeste 2019) Os organoclorados são poluentes considerados perigosos, mas, infelizmente, têm sido encontradas quantidades significativas destas substâncias em rios e lagos. Uma reação de cloração comumente estudada é a do etano com o gás cloro, como mostrada abaixo:

$$C_2H_{6(g)} + C\ell_{2(g)} \rightarrow CH_3CH_2C\ell_{(g)} + HC\ell_{(g)}$$

Sabendo os valores de ΔH de cada ligação (Tabela abaixo), determine o valor de ΔH da reação pelo método das energias de ligação.

Ligação	Energia (kJ/mol)
C – H	415
C – C	350
Cℓ – Cℓ	243
C – Cℓ	328
H – Cℓ	432

a) –102 kJ/mol
b) +102 kJ/mol
c) +367 kJ/mol
d) –367 kJ/mol
e) +17 kJ/mol

maikell victor \\\\ QUESTÃO 25

(PUC SP 2017) Dado:

Energia de ligação	C – H	C – C	H – H
	413 kJ · mol^{-1}	346 kJ · mol^{-1}	436 kJ · mol^{-1}

A reação de hidrogenação do etileno ocorre com aquecimento, na presença de níquel em pó como catalisador. A equação termoquímica que representa o processo é

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)} \qquad \Delta H^0 = -137\ kJ \cdot mol^{-1}$$

A partir dessas informações, pode-se deduzir que a energia de ligação da dupla ligação que ocorre entre os átomos de C no etileno é igual a

a) $186\ kJ \cdot mol^{-1}$.

b) $599\ kJ \cdot mol^{-1}$.

c) $692\ kJ \cdot mol^{-1}$.

d) $736\ kJ \cdot mol^{-1}$.

maikell victor QUESTÃO 26

(FUVEST 2018) A energia liberada na combustão do etanol de cana-de-açúcar pode ser considerada advinda da energia solar, uma vez que a primeira etapa para a produção do etanol é a fotossíntese. As transformações envolvidas na produção e no uso do etanol combustível são representadas pelas seguintes equações químicas:

$$6\ CO_{2(g)} + 6\ H_2O_{(g)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6\ O_{2(g)}$$
$$C_6H_{12}O_{6(aq)} \rightarrow 2\ C_2H_5OH_{(\ell)} + 2\ CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -70\ kJ/mol$$
$$C_2H_5OH_{(\ell)} + 3\ O_{2(g)} \rightarrow 2\ CO_{2(g)} + 3\ H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -1.235\ kJ/mol$$

Com base nessas informações, podemos afirmar que o valor de ΔH para a reação de fotossíntese é

a) $-1.305\ kJ/mol$.

b) $+1.305\ kJ/mol$.

c) $+2.400\ kJ/mol$.

d) $-2.540\ kJ/mol$.

e) $+2.540\ kJ/mol$.

maikell victor QUESTÃO 27

(G1 - IFBA 2018) Para transformar grafite em diamante, é preciso empregar pressão e temperatura muito elevadas, em torno de 105 atm e $2.000\ °C$. O carbono precisa ser praticamente vaporizado e, por isso, apesar de o processo ser possível, é difícil. Consideremos, então, as entalpias de combustão do grafite e do diamante:

I. $C_{(grafite)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -394\ kJ$

II. $C_{(diamante)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -396\ kJ$

Quantos kJ são necessários para transformar grafite em diamante?

a) $+2$

b) -790

c) $+790$

d) $+10$

e) -2

maikell victor QUESTÃO 28

(G1 - IFSUL 2017) O besouro-bombardeiro (*Brachynus crepitans*) recebeu esse nome devido ao som explosivo que emite quando é ameaçado, soltando jatos químicos, quentes, coloridos e barulhentos. O besouro gira seu abdômen de um lado para o outro e atira, causando no seu predador um gosto horrível na boca e até mesmo queimaduras leves. Eles possuem duas glândulas que se abrem ao exterior, no final do abdômen. Cada glândula possui dois compartimentos, um contém uma solução aquosa de hidroquinona e peróxido de hidrogênio e o outro contém uma mistura de enzimas. Ao ser atacado, o besouro segrega um pouco da solução do primeiro compartimento no segundo. As enzimas atuam acelerando a reação exotérmica entre a hidroquinona e o peróxido de hidrogênio, segundo a equação:

$$C_6H_4(OH)_{2(aq)} + H_2O_{2(aq)} \rightarrow C_6H_4O_{2(aq)} + 2\ H_2O_{(\ell)}$$

A energia liberada é suficiente para elevar a temperatura da mistura até o ponto de ebulição. A energia envolvida nessa transformação pode ser calculada, considerando-se os processos:

$$C_6H_4(OH)_{2(aq)} \rightarrow C_6H_4O_{2(aq)} + H_{2(g)} \qquad \Delta H = +177\ kJ \cdot mol^{-1}$$
$$H_2O_{(\ell)} + 1/2\,O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{2(aq)} \qquad \Delta H = +95\ kJ \cdot mol^{-1}$$
$$H_2O_{(\ell)} \rightarrow 1/2\,O_{2(g)} + H_{2(g)} \qquad \Delta H = +286\ kJ \cdot mol^{-1}$$

Assim sendo, o calor envolvido na reação que ocorre no organismo do besouro é

a) $+585\ kJ \cdot mol^{-1}$

b) $+204\ kJ \cdot mol^{-1}$

c) $-558\ kJ \cdot mol^{-1}$

d) $-204\ kJ \cdot mol^{-1}$

maikell victor QUESTÃO 29

(FUVEST) O monóxido de nitrogênio (NO) pode ser produzido diretamente a partir de dois gases que são os principais constituintes do ar atmosférico, por meio da reação representada por

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g) \qquad \Delta H = +180\ kJ$$

O NO pode ser oxidado, formando o dióxido de nitrogênio (NO_2), um poluente atmosférico produzido nos motores a explosão:

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g) \qquad \Delta H = -114\ kJ$$

Tal poluente pode ser decomposto nos gases N_2 e O_2

$$2NO_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2O_2(g)$$

Essa última transformação

a) libera quantidade de energia maior do que 114 kJ.

b) libera quantidade de energia menor do que 114 kJ.

c) absorve quantidade de energia maior do que 114 kJ.

d) absorve quantidade de energia menor do que 114 kJ.

e) ocorre sem que haja liberação ou absorção de energia.

QUESTÃO 30

(FUVEST) O "besouro bombardeiro" espanta seus predadores, expelindo uma solução quente. Quando ameaçado, em seu organismo ocorre a mistura de soluções aquosas de hidroquinona, peróxido de hidrogênio e enzimas, que promovem uma reação exotérmica, representada por:

$$C_6H_4(OH)_{2(aq)} + H_2O_{2(aq)} \xrightarrow{\text{enzimas}} C_6H_4O_{2(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

O calor envolvido nessa transformação pode ser calculado, considerando-se os processos:

$$C_6H_4(OH)_{2(aq)} \rightarrow C_6H_4O_{2(aq)} + H_{2(g)} \quad \Delta H^0 = +177\ KJ \cdot mol^{-1}$$

$$H_2O_{(\ell)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{2(aq)} \quad \Delta H^0 = +95\ KJ \cdot mol^{-1}$$

$$H_2O_{(\ell)} \rightarrow \frac{1}{2} O_{2(g)} + H_{2(g)} \quad \Delta H^0 = +286\ KJ \cdot mol^{-1}$$

Assim sendo, o calor envolvido na reação que ocorre no organismo do besouro é

a) -558 kJ.mol^{-1}
b) -204 kJ.mol^{-1}
c) +177 kJ.mol^{-1}
d) +558 kJ.mol^{-1}
e) +585 kJ.mol^{-1}

QUESTÃO 31

(Ufms 2020) Dada a equação termoquímica:

$$CH_{4\,(g)} + 2\,O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + 2\,H_2O_{(\ell)}$$

(Dados: calores de formação [kJ/mol, a 25 °C e 1 atm]
$CH_{4(g)} = -74{,}8;\ O_{2(g)} = 0;\ CO_{2(g)} = -393{,}5;$
$H_2O_{(\ell)} = -285{,}8$)
calcule a variação da entalpia da reação acima e assinale a alternativa correta.

a) −252,9 kJ/mol.
b) −178,1 kJ/mol.
c) −965,1 kJ/mol.
d) −890,3 kJ/mol.
e) −888,0 kJ/mol.

QUESTÃO 32

(Fac. Albert Einstein - Medicina 2020) Uma das maneiras de se obter industrialmente o hidrogênio é pelo processo conhecido como "reforma de hidrocarbonetos a vapor", que envolve a reação entre hidrocarboneto e água no estado gasoso, gerando como produtos gasosos CO e H_2.

Considere os valores das entalpias de formação indicados na tabela.

Substância	Entalpia de formação (kJ/mol)
$CH_{4(g)}$	−75
$H_2O_{(g)}$	−242
$CO_{(g)}$	−111
$H_{2(g)}$	zero

A partir das informações fornecidas, calcula-se que a produção de cada mol de hidrogênio pela reforma a vapor do metano

a) absorve 101 kJ.
b) absorve 69 kJ.
c) libera 35 kJ.
d) libera 69 kJ.
e) libera 101 kJ.

QUESTÃO 33

(UNIFOR) Dadas as equações termoquímicas:
$2\ H_2\ (g) + O_2\ (g) \rightarrow 2H_2O\ (l)$; $\Delta H = -571{,}5$ kJ
$N_2O_5\ (g) + H_2O\ (l) \rightarrow 2\ HNO_3\ (l)$; $\Delta H = -76{,}6$ kJ
$½\ N_2(g) + 3/2\ O_2\ (g) + ½\ H_2\ (g) \rightarrow HNO_3\ (l)$; $\Delta H = -174$ kJ
Assinale a alternativa com o valor da variação de entalpia, ΔH, para a reação:
$2\ N_2\ (g) + 5\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ N_2O_5\ (g)$

a) − 36,7 kJ
b) − 28,7 kJ
c) + 36,7 kJ
d) + 28,7 kJ
e) + 38,3 kJ

QUESTÃO 34

(UNIFOR-2016.1) Na produção de ferro metálico, Fe(s), o óxido ferroso (FeO) é reduzido por ação do monóxido de carbono (CO) conforme a reação abaixo

$FeO(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g)$

sendo desconhecida a variação total da entalpia neste processo.
Utilizando as equações termoquímicas abaixo e baseando-se na Lei de Hess, pode-se determinar que o valor de ΔH desconhecido será aproximadamente igual a:

$Fe_2O_3(s) + 3\ CO(g) \rightarrow 2\ Fe(s) + 3\ CO_2(g)$ $\Delta H = -25$ kJ
$3\ FeO(s) + CO_2(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + CO(g)$ $\Delta H = -36$ kJ
$2\ Fe_3O_4(s) + CO_2(g) \rightarrow 3\ Fe_2O_3(s) + CO(g)$ $\Delta H = +47$ kJ

a) -17 kJ.
b) +14 kJ.
c) -100 kJ.
d) -36 kJ.
e) +50 KJ.

QUESTÃO 35

(UNICHRISTUS – 2017.1) O Formaldeído é um produto metabólico normal do metabolismo animal, com variações dos seus níveis endógenos ao longo do tempo. As maiores fontes produtoras de Formaldeído endógeno são a Glicina e a Serina. O Formaldeído é rapidamente metabolizado, e o seu armazenamento não é um fator de toxicidade. O metabolismo do Formaldeído a Ácido

Fórmico, via FDH/class III álcool desidrogenase, ocorre em todos os tecidos do organismo, como consequência da formação de Formaldeído endógeno e a sua rápida remoção, devido ao apoio da corrente sanguínea. A FDH é a principal enzima metabólica envolvida no metabolismo do Formaldeído em todos os tecidos, é amplamente distribuída no tecido animal e é específica para a adição de Formaldeído pela Glutationa. [...] Muitas enzimas conseguem catalisar a reação que oxida o Formaldeído a Ácido Fórmico, contudo a FDH é a enzima de primeira linha para desempenhar essa função e é específica para o Formaldeído. Outros aldeídos não sofrem qualquer alteração na presença da FDH. O Formaldeído, endógeno ou exógeno, entra na via metabólica da FDH e é eliminado do organismo na forma de metabólitos: Ácido Fórmico e CO_2.

Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Metanal>. Acesso em: 23 de agosto de 2016.

Na tabela a seguir, são apresentadas as energias das ligações envolvidas nesse processo de oxidação.

Ligação	Energia de ligação (kJ/mol)
O = O	498
C – H	413
C – O	357
C = O	744
O – H	462

Considerando que a equação que representa o processo é $H_2CO(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow H_2CO_2(g)$, pode-se inferir que a reação é

a) endotérmica e absorve 92 kJ/mol.
b) endotérmica e absorve 157 kJ/mol.
c) endotérmica e libera 157 kJ/mol.
d) exotérmica e absorve 157 kJ/mol.
e) exotérmica e libera 157 kJ/mol.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 36

(FGV) Em um conversor catalítico, usado em veículos automotores em seu cano de escape, para reduzir a poluição atmosférica, ocorrem várias reações químicas, sendo que uma das mais importantes é:

$CO(g) + ½\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

Sabendo-se que as entalpias das reações citadas a seguir são:

$C(grafite) + ½\ O_2(g) \rightarrow CO(g)\ \Delta H = -26,4$ kcal

$C(grafite) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ \Delta H, = -94,1$ kcal

pode-se afirmar que a reação inicial é:

a) exotérmica e absorve 67,7 kcal/mol.
b) exotérmica e libera 120,5 kcal/mol.
c) exotérmica e libera 67,7 kcal/mol.
d) endotérmica e absorve 120,5 kcal/mol.
e) endotérmica e absorve 67,7 kcal/mol.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 37

(Unicamp 2015) *Hot pack* e *cold pack* são dispositivos que permitem, respectivamente, aquecer ou resfriar objetos rapidamente e nas mais diversas situações. Esses dispositivos geralmente contêm substâncias que sofrem algum processo quando eles são acionados. Dois processos bastante utilizados nesses dispositivos e suas respectivas energias estão esquematizados nas equações 1 e 2 apresentadas a seguir.

$NH_4NO_{3(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$	$\Delta H = 26$ kJ/mol	1
$CaCl_{2(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca^{2+}{}_{(aq)} + 2\ Cl^-{}_{(aq)}$	$\Delta H = -82$ kJ/mol	2

De acordo com a notação química, pode-se afirmar que as equações 1 e 2 representam processos de

a) dissolução, sendo a equação 1 para um *hot pack* e a equação 2 para um *cold pack*.
b) dissolução, sendo a equação 1 para um *cold pack* e a equação 2 para um *hot pack*.
c) diluição, sendo a equação 1 para um *cold pack* e a equação 2 para um *hot pack*.
d) diluição, sendo a equação 1 para um *hot pack* e a equação 2 para um *cold pack*.



maikell victor \\\\ QUESTÃO 38

(Enem PPL 2016) Atualmente, soldados em campo, seja em treinamento ou em combate, podem aquecer suas refeições, prontas e embaladas em bolsas plásticas, utilizando aquecedores químicos, sem precisar fazer fogo. Dentro dessas bolsas existe magnésio metálico em pó e, quando o soldado quer aquecer a comida, ele coloca água dentro da bolsa, promovendo a reação descrita pela equação química:

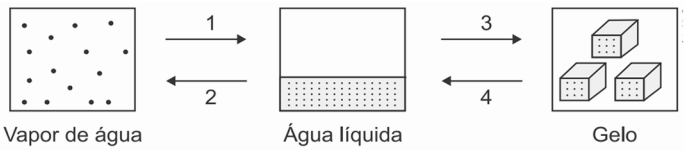
$$Mg_{(s)} + 2\,H_2O_{(\ell)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)} + H_{2(g)} + 350\ kJ$$

O aquecimento dentro da bolsa ocorre por causa da

a) redução sofrida pelo oxigênio, que é uma reação exotérmica.
b) oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica.
c) redução sofrida pelo magnésio, que é uma reação endotérmica.
d) oxidação sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação exotérmica.
e) redução sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação endotérmica.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 39

(ENEM PPL 2020) A água sofre transições de fase sem que ocorra variação da pressão externa. A figura representa a ocorrência dessas transições em um laboratório.



Tendo como base as transições de fase representadas (1 a 4), a quantidade de energia absorvida na etapa 2 é igual à quantidade de energia

a) liberada na etapa 4.
b) absorvida na etapa 3.
c) liberada na etapa 3.
d) absorvida na etapa 1.
e) liberada na etapa 1.

QUESTÃO 40

(Enem 2018) Por meio de reações químicas que envolvem carboidratos, lipídeos e proteínas, nossas células obtêm energia e produzem gás carbônico e água. A oxidação da glicose no organismo humano libera energia, conforme ilustra a equação química, sendo que aproximadamente 40% dela é disponibilizada para atividade muscular.

$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6\ O_{2(g)} \rightarrow 6\ CO_{2(g)} + 6\ H_2O_{(\ell)}$$
$$\Delta H_c = -2.800\ kJ$$

Considere as massas molares (em g.mol^{-1}): H = 1; C = 12; O = 16.
LIMA, L. M.; FRAGA, C. A. M.; BARREIRO, E. J. *Química na saúde*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010 (adaptado).

Na oxidação de 1,0 grama de glicose, a energia obtida para atividade muscular, em quilojoule, é mais próxima de

a) 6,2.
b) 15,6.
c) 70,0.
d) 622,2.
e) 1.120,0.

QUESTÃO 41

(ENEM–2016) O benzeno, um importante solvente para a indústria química, é obtido industrialmente pela destilação do petróleo. Contudo, também pode ser sintetizado pela trimerização do acetileno catalisada por ferro metálico sob altas temperaturas, conforme a equação química:

3 C_2H_2(g) → C_6H_6(l)

A energia envolvida nesse processo pode ser calculada indiretamente pela variação de entalpia das reações de combustão das substâncias participantes, nas mesmas condições experimentais:

I. C_2H_2(g) + 5/2 O_2(g) → 2CO_2(g) + H_2O(l) ΔH°= -310 kcal/mol

II. C_6H_6(l) + 15/2 O_2(g) → 6CO_2(g) + 3H_2O(l) ΔH°= -780 kcal/mol

A variação de entalpia do processo de trimerização, em kcal, para a formação de um mol de benzeno é mais próxima de

a) −1 900.
b) −180.
c) −50.
d) +157.
e) +470.

QUESTÃO 42

(ENEM–2017) O ferro é encontrado na natureza na forma de seus minérios, tais como a hematita (a–Fe_2O_3), a magnetita (Fe_2O_3) e a wustita (FeO). Na siderurgia, o ferro-gusa é obtido pela fusão de minérios de ferro em altos fomos em condições adequadas. Uma das etapas nesse processo é a formação de monóxido de carbono. O CO (gasoso) é utilizado para reduzir o FeO (sólido), conforme a equação química:

FeO (s) + CO (g) → Fe (s) + CO_2 (g)

Considere as seguintes equações termoquímicas:
Fe_2O_3 (s) + 3 CO (g) → 2 Fe (s) + 3 CO_2 (g) $\Delta_rH°$ = −25 kJ/mol de Fe_2O_3
3 FeO (s) + CO_2 (g) → Fe_3O_4 (s) + CO (g) $\Delta_rH°$ = −36 kJ/mol de CO_2
2 Fe_3O_4 (s) + CO_2 (g) → 3 Fe_2O_3 (s) + CO (g) $\Delta_rH°$ = +47 kJ/mol de CO_2

O valor mais próximo de $\Delta_rH°$ em kJ/mol de FeO, para a reação indicada do FeO (sólido) com o CO (gasoso) é

a) -14
b) -17
c) -50
d) -64
e) -100

QUESTÃO 43

(ENEM) Ainda hoje, é muito comum as pessoas utilizarem vasilhames de barro (moringas ou potes de cerâmica não esmaltada) para conservar água a uma temperatura menor do que a do ambiente. Isso ocorre porque:

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

QUESTÃO 44

(ENEM) Nas últimas décadas, o efeito estufa tem-se intensificado de maneira preocupante, sendo esse efeito muitas vezes atribuído à intensa liberação de CO_2 durante a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. O quadro traz as entalpias-padrão de combustão a 25 ºC (ΔH^o_{25}) do metano, do butano e do octano.

composto	fórmula molecular	massa molar (g/mol)	ΔH^o_{25} (kj/mol)
metano	CH_4	16	- 890
butano	C_4H_{10}	58	- 2.878
octano	C_8H_{18}	114	- 5.471

À medida que aumenta a consciência sobre os impactos ambientais relacionados ao uso da energia, cresce a importância de se criar políticas de incentivo ao uso de combustíveis mais eficientes. Nesse sentido, considerando-se que o metano, o butano e o octano sejam representativos do gás natural, do gás liquefeito de petróleo (GLP) e da gasolina, respectivamente, então, a partir dos dados fornecidos, é possível concluir que, do ponto de vista da quantidade de calor obtido por mol de

CO_2 gerado, a ordem crescente desses três combustíveis é

a) gasolina, GLP e gás natural.
b) gás natural, gasolina e GLP.
c) gasolina, gás natural e GLP.
d) gás natural, GLP e gasolina.
e) GLP, gás natural e gasolina.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 45

(ENEM) Um dos problemas dos combustíveis que contêm carbono é que sua queima produz dióxido de carbono. Portanto, uma característica importante, ao se escolher um combustível, é analisar seu calor de combustão (Δh_c^o), definido como a energia liberada na queima completa de um mol de combustível no estado padrão. O quadro seguinte relaciona algumas substâncias que contêm carbono e seu ΔH_c^o.

Substância	Fórmula	ΔH_c^o (kJ/mol)
benzeno	$C_6H_6(\ell)$	- 3 268
etanol	$C_2H_5OH(\ell)$	- 1 368
glicose	$C_6H_{12}O_6$ (s)	- 2 808
metano	CH_4 (g)	- 890
octano	$C_8H_{18}(\ell)$	- 5 471

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?
a) Benzeno.
b) Metano.
c) Glicose.
d) Octano.
e) Etanol.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 46

(Enem PPL 2016) Para comparar a eficiência de diferentes combustíveis, costuma-se determinar a quantidade de calor liberada na combustão por mol ou grama de combustível. O quadro mostra o valor de energia liberada na combustão completa de alguns combustíveis.

Combustível	$\Delta H_C°$ a 25 °C (kJ/mol)
Hidrogênio (H_2)	–286
Etanol (C_2H_5OH)	–1.368
Metano (CH_4)	–890
Metanol (CH_3OH)	–726
Octano (C_8H_{18})	–5.471

As massas molares dos elementos H, C e O são iguais a 1 g/mol, 12 g/mol e 16 g/mol, respectivamente.

ATKINS, P. *Princípios de química*. Porto Alegre: Bookman, 2007 (adaptado).

Qual combustível apresenta maior liberação de energia por grama?

a) Hidrogênio.
b) Etanol.
c) Metano.
d) Metanol.
e) Octano.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 47

(Enem PPL 2019) O gás hidrogênio é considerado um ótimo combustível – o único produto da combustão desse gás é o vapor de água, como mostrado na equação química.

$$2\,H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\,H_2O_{(g)}$$

Um cilindro contém 1 kg de hidrogênio e todo esse gás foi queimado. Nessa reação, são rompidas e formadas ligações químicas que envolvem as energias listadas no quadro.

Ligação química	Energia de ligação (kJ/mol)
H – H	437
H – O	463
O = O	494

Massas molares (g/mol): $H_2 = 2$; $O_2 = 32$; $H_2O = 18$.
Qual é a variação da entalpia, em quilojoule, da reação de combustão do hidrogênio contido no cilindro?
a) –242.000
b) –121.000
c) –2.500
d) +110.500
e) +234.000

maikell victor \\\\ QUESTÃO 48

(Enem PPL 2015) O urânio é um elemento cujos átomos contêm 92 prótons, 92 elétrons e entre 135 e 148 nêutrons. O isótopo de urânio ^{235}U é utilizado como combustível em usinas nucleares, onde, ao ser bombardeado por nêutrons, sofre fissão de seu núcleo e libera uma grande quantidade de energia $(2{,}35 \times 10^{10}$ kJ/mol). O isótopo ^{235}U ocorre naturalmente em minérios de urânio, com concentração de apenas 0,7%. Para ser utilizado na geração de energia nuclear, o minério é submetido a um processo de enriquecimento, visando aumentar a concentração do isótopo ^{235}U para, aproximadamente, 3% nas pastilhas. Em décadas anteriores, houve um movimento mundial para aumentar a geração de energia nuclear buscando substituir, parcialmente, a geração de energia elétrica a partir da queima do carvão, o que diminui a emissão atmosférica de CO_2 (gás com massa molar igual a 44 g/mol).
A queima do carvão é representada pela equação química:

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -400\ kJ/mol$$

Qual é a massa de CO_2, em toneladas, que deixa de ser liberada na atmosfera, para cada 100 g de pastilhas de urânio enriquecido utilizadas em substituição ao carvão

como fonte de energia?
a) 2,10
b) 7,70
c) 9,00
d) 33,0
e) 300

maikell victor QUESTÃO 49

(Enem PPL 2018) Sobre a diluição do ácido sulfúrico em água, o químico e escritor Primo Levi afirma que, "está escrito em todos os tratados, é preciso operar às avessas, quer dizer, verter o ácido na água e não o contrário, senão aquele líquido oleoso de aspecto tão inócuo está sujeito a iras furibundas: sabem-no até os meninos do ginásio".
(furibundo: *adj.* furioso)

LEVI, P. *A tabela periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994 (adaptado).

O alerta dado por Levi justifica-se porque a
a) diluição do ácido libera muito calor.
b) mistura de água e ácido é explosiva.
c) água provoca a neutralização do ácido.
d) mistura final de água e ácido separa-se em fases.
e) água inibe a liberação dos vapores provenientes do ácido.

maikell victor QUESTÃO 50

(Enem PPL 2019) O etanol é um combustível renovável obtido da cana-de-açúcar e é menos poluente do que os combustíveis fósseis, como a gasolina e o diesel. O etanol tem densidade $0{,}8\ g/cm^3$, massa molar $46\ g/mol$ e calor de combustão aproximado de $-1.300\ kJ/mol$. Com o grande aumento da frota de veículos, tem sido incentivada a produção de carros bicombustíveis econômicos, que são capazes de render até $20\ km/L$ em rodovias, para diminuir a emissão de poluentes atmosféricos.
O valor correspondente à energia consumida para que o motorista de um carro econômico, movido a álcool, percorra 400 km na condição de máximo rendimento é mais próximo de
a) 565 MJ.
b) 452 MJ.
c) 520 MJ.
d) 390 MJ.
e) 348 MJ.

ACESSE A RESOLUÇÃO COMENTADA



VOCÊ SABIA?

É usado em sistemas de combate a incêndios, em alguns cosméticos e no tratamento de câncer



Olha o Gabarito!

Marque um X se você acertou

01 - E	07 - D	13 - A	19 - E	25 - B	31 - D	37 - B	43 - C	49 - A
02 - C	08 - A	14 - A	20 - C	26 - E	32 - B	38 - B	44 - A	50 - B
03 - E	09 - A	15 - C	21 - E	27 - A	33 - D	39 - E	45 - C	
04 - D	10 - E	16 - B	22 - B	28 - B	34 - A	40 - A	46 - A	
05 - D	11 - C	17 - B	23 - A	29 - B	35 - E	41 - B	47 - B	
06 - A	12 - B	18 - E	24 - A	30 - B	36 - C	42 - B	48 - D	

Quantas você acertou?

Aula 17

ELETROQUÍMICA



Pilhas – Células galvânicas

Toda pilha é um dispositivo em que ocorre uma reação espontânea de oxidorredução que gera corrente elétrica, que, por sua vez, pode ser aproveitada para fazer algum equipamento funcionar.

Esses dispositivos receberam esse nome porque a primeira pilha a ser criada foi inventada por Alessandro Volta, no ano de 1800, e era formada por discos de zinco e cobre separados por um algodão embebido em salmoura. Tal conjunto era colocado de forma intercalada, um em cima do outro, empilhando os discos e formando uma grande coluna. Como era uma pilha de discos, começou a ser chamada por esse nome.

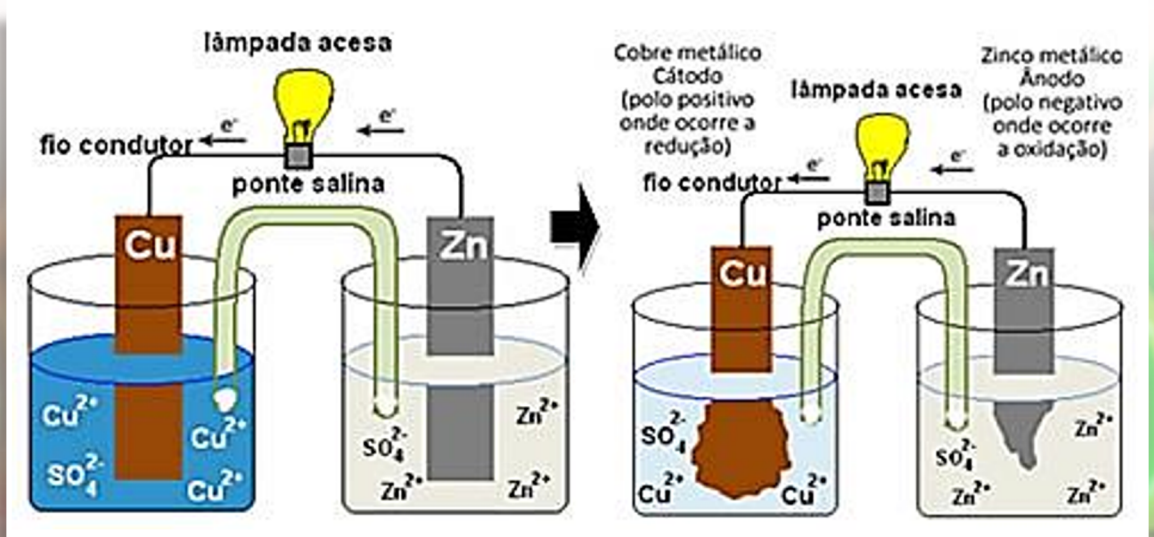


John Frederic Daniell



As pilhas são formadas por dois eletrodos e um eletrólito. O eletrodo positivo é chamado de cátodo e é onde ocorre a reação de redução. Já o eletrodo negativo é o ânodo e é onde ocorre a reação de oxidação. O eletrólito é a solução condutora de íons.

Meu querido, para você entender como isso gera corrente elétrica, veja o caso de uma das primeiras pilhas, a pilha de Daniell, em que havia um recipiente com uma solução de sulfato de cobre ($CuSO_{4(aq)}$) e, mergulhada nessa solução, estava uma placa de cobre. Em outro recipiente separado, havia uma solução de sulfato de zinco ($ZnSO_{4(aq)}$) e uma placa de zinco mergulhada. As duas soluções foram ligadas por uma ponte salina, que era um tubo de vidro com uma solução de sulfato de potássio ($K2SO_{4(aq)}$) com lã de vidro nas extremidades e que tem a função de fechar o circuito e manter as soluções eletricamente neutras. Por fim, as duas placas foram interligadas por um circuito externo, com uma lâmpada, cujo acendimento indicaria a passagem de corrente elétrica:



O que acontece é que o zinco tem maior tendência de se oxidar, isto é, de perder elétrons, por isso, o zinco metálico da lâmina funciona como o eletrodo negativo, o ânodo, onde ocorre a oxidação:

$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$.

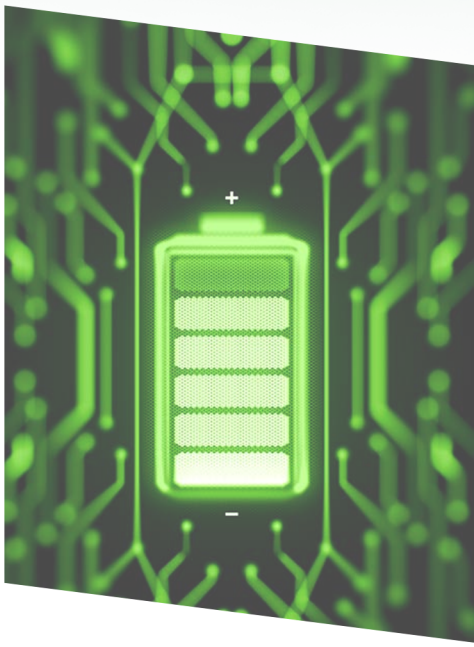
Os elétrons perdidos pelo zinco são transportados pelo circuito externo até o cobre, gerando a corrente elétrica que liga a lâmpada. Os íons cobre da solução recebem os elétrons (reduzem-se) e transformam-se em cobre metálico que se deposita sobre a lâmina de cobre. Isso significa que esse é o eletrodo positivo, cátodo, onde ocorre a reação de redução:

$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$.

Chama-se diagrama de pilha à notação convencional que é usada para representar as pilhas galvânicas. No caso da pilha galvânica atrás descrita, utilizando KCl como eletrólito na ponte salina e considerando-se concentrações 1 mol/L, o diagrama de pilha é:

$Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq,\ 1\ mol/L)} // Cu^{2+}_{(aq,1mol/L)} / Cu_{(s)}$

Em que os traços verticais representam as interfases. Por exemplo, o eletrodo de zinco é um sólido e os íons Zn^{2+} (provenientes do $ZnSO_4$) estão em solução. Assim, colocamos um traço entre Zn e Zn^{2+} para indicar o contato entre fases. Os dois traços verticais (//) representam a ponte salina.
Por convenção, o anodo escreve-se em primeiro lugar à esquerda e os outros componentes surgem na ordem em que encontramos quando nos deslocamos do anodo para o catodo.

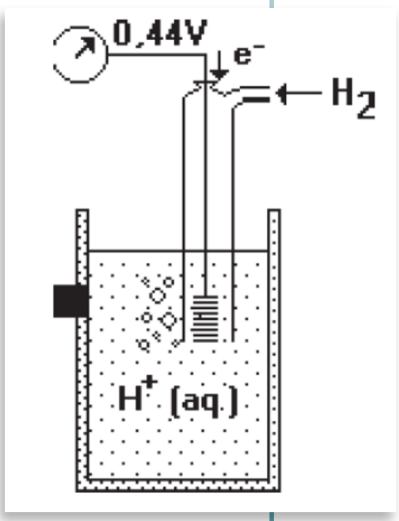


Para se obterem as equações iônicas que ocorrem na pilha, é necessário sempre manter a semirreação do elemento de maior Eored, inverter a semirreação do elemento de menor Eored e depois somá-las.

$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu^{\circ}_{(s)}$ $\quad E^{\circ}_{RED.} = +0{,}34\ V$ (manter)
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn^{\circ}_{(s)}$ $\quad E^{\circ}_{RED.} = -0{,}76\ V$ (inverter)

Cátodo (+): $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu^{\circ}_{(s)}$ $E^{\circ}_{RED.} = +0{,}34\ V$
Ânodo (-): $Zn^{\circ}_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^{\circ}_{OXID.} = +0{,}76\ V$

Eq. global: $Cu^{2+}_{(aq)} + Zn^{\circ}_{(s)} \rightarrow Cu^{\circ}_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$ $\Delta E^{\circ} = +1{,}10\ V$



Observações:

➤ Quando se inverte uma equação, troca-se o sinal do potencial do eletrodo, pois o potencial de redução vira de oxidação.

➤ A soma dos potenciais após a inversão do menor E°_{red} corresponde à d.d.p. ou ao ΔEo da pilha. Essa d.d.p. ainda pode ser calculado pela expressão:

$$\Delta E^{\circ} = E^{\circ}red.(cátodo) - E^{\circ}red.(ânodo)$$

➤ Não é possível medir o potencial de um eletrodo particular, poderemos usá-lo para determinar os potenciais relativos de outros eletrodos. O eletrodo de hidrogênio, representado na figura abaixo, serve como padrão para este fim. Borbulha-se hidrogênio gasoso numa solução de ácido clorídrico a 25ºC. O eletrodo de platina tem duas funções. Em primeiro lugar, proporciona uma superfície na qual poderá ocorrer a dissociação das moléculas de hidrogênio:

$$H2 \rightarrow 2\ H+ + 2e-$$

Em segundo lugar, funciona como condutor elétrico para o circuito exterior. Em condições padrão (isto é, quando a pressão de H2 é 1 atm e a concentração da solução de HCl é 1 mol/L) o potencial da seguinte reação de redução a 25oC é definido como sendo exatamente zero:

$$2\ H+(aq, 1mol/L) + 2e- \rightarrow H2(g)\ EO = 0\ V$$

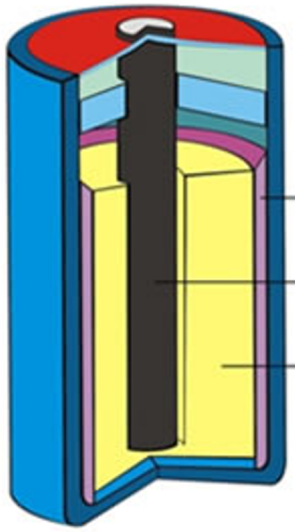
O expoente o designa como é usual, as condições padrão. Quando todos os solutos são 1 mol/L e todos os gases estão a 1 atm, a tensão associada a uma reação de redução que ocorre num eletrodo é designada por potencial de redução padrão. Portanto, o potencial de redução padrão do eletrodo de hidrogênio é definido como sendo zero. O próprio eletrodo é designado por eletrodo padrão de hidrogênio (EPH).



As pilhas atuais possuem esse mesmo princípio de funcionamento, em que um metal doa elétrons para outro, por meio de uma solução condutora, e é produzida a corrente elétrica. A diferença é que as pilhas usadas hoje são secas, porque não utilizam como eletrólito uma solução líquida, como ocorre na pilha de Daniell.
Hoje, existe uma diversidade muito grande de pilhas que são vendidas comercialmente. Entre elas as mais comuns são as pilhas ácidas (de Leclanché) e as pilhas alcalinas.

Ambas possuem o zinco como o eletrodo negativo; já como polo positivo, há uma barra de grafita instalada no meio da pilha envolvida por dióxido de manganês (MnO2), carvão em pó (C) e por uma pasta úmida. A diferença é que, na pilha ácida, usa-se na pasta úmida o cloreto de amônio (NH4Cl) e cloreto de zinco (ZnCl2) – sais de caráter ácido – além de água (H2O). Já na pilha alcalina, usa-se o hidróxido de potássio (KOH), que é uma base.

As pilhas de Leclanché são mais indicadas para equipamentos que requerem descargas leves e contínuas, como controle remoto, relógio de parede, rádio portátil e brinquedos. Já as pilhas alcalinas dispõem de 50 a 100% a mais de energia que uma pilha comum do mesmo tamanho, sendo indicadas para equipamentos que exigem descargas rápidas e mais intensas, tais como rádios, tocadores de CD/DVD, MP3 portáteis, lanternas, câmeras fotográficas digitais etc.





A corrosão e suas implicações

Corrosão: É um processo espontâneo em que um metal perde elétrons para um agente oxidante. O metal mais usado pelo homem é o ferro e sua corrosão causa enormes danos a estruturas de edifícios, carros, navios... Para termos uma idéia do problema, cerca de 20% do ferro produzido anualmente é para substituição.

Corrosão do Ferro

Ânodo: $2\ Fe(s) \rightarrow 2Fe^{2+} + 4e^-$

Cátodo: $O_2 + 2\ H_2O + 4e^- \rightarrow 4\ OH^-$ _____

Reação global: $2\ Fe + O_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ Fe(OH)_2$

É importante notar que a corrosão do ferro ocorre na presença de oxigênio e água!!!

Proteção contra corrosão

1) Proteção de contato – inibição anódica (revestimentos)

a) Tinta: impede o contato entre agressor (agente oxidante) e metal.

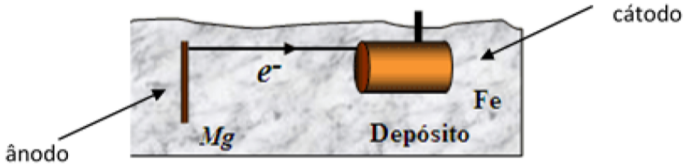
b) Folha de flandres (latas usadas em embalagens): Aço revestido com estanho. O estanho é mais resistente à oxidação que o aço e portanto, protege do agente oxidante.

2) Proteção catódica (metal de sacrifício)

Utiliza-se um metal mais reativo (oxida mais fácil) do que aquele que se deseja proteger. Quando o conjunto é exposto ao agressor quem sofre oxidação é o metal mais reativo (ânodo). Perceba que o metal protegido funciona como cátodo pois na sua superfície ocorre a redução.

3) Anodização: Formação de uma película protetora de óxido na superfície de um metal.

Exemplo:
O alumínio tem uma proteção bem eficiente de Al2O3



Ânodo de Sacrifício

Anotações

Exercícios

QUESTÃO 01

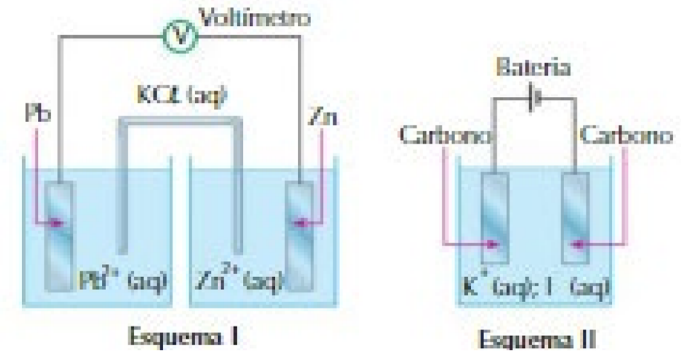
(UDESC) Os principais fenômenos estudados pela eletroquímica são a produção de corrente elétrica, através de uma geração química (pilha), e a ocorrência de uma reação química pela passagem de corrente elétrica (eletrólise). Com relação a esses fenômenos, analise as proposições abaixo.

I. As pilhas comuns são dispositivos que aproveitam a transferência de elétrons em uma reação de oxirredução, produzindo uma corrente elétrica, através de um condutor.
II. Em uma pilha, a energia elétrica é convertida em energia química.
III. O fenômeno da eletrólise é basicamente contrário ao da pilha, pois enquanto na pilha o processo químico é espontâneo ($\Delta E° > 0$), o da eletrólise é não espontâneo ($\Delta E° < 0$).

Assinale a alternativa correta.
a) Somente a proposição II é verdadeira.
b) Somente as proposições I e II são verdadeiras.
c) Somente as proposições I e III são verdadeiras.
d) Somente a proposição I é verdadeira.
e) Todas as proposições são verdadeiras.

QUESTÃO 02

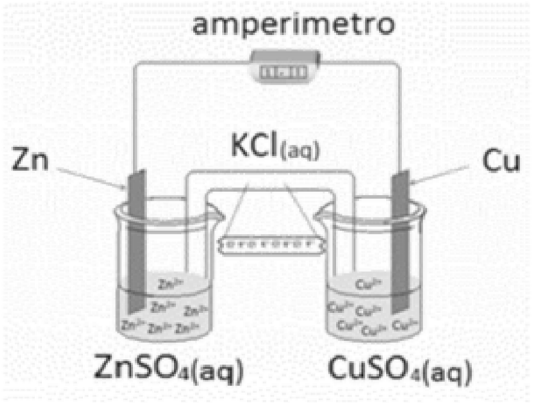
(UFF) Os esquemas I e II ilustram transformações químicas:



Observando-se os esquemas, pode-se assegurar que:
a) no esquema I ocorre uma reação não espontânea de oxirredução;
b) no esquema I a energia elétrica é convertida em energia química;
c) no esquema II os eletrodos de carbono servem para manter o equilíbrio iônico;
d) no esquema II a energia elétrica é convertida em energia química;
e) no esquema II ocorre uma reação espontânea de oxirredução.

QUESTÃO 03

(UNIFOR) Abaixo tem-se uma pilha de Daniel em pleno funcionamento. Os eletrodos usados são os metais zinco e cobre imersos em solução de sulfato de zinco e sulfato de cobre.



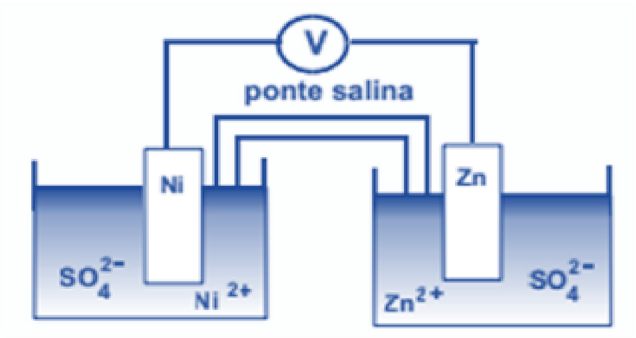
Potenciais de redução padrão (E°):
Zn = - 0,76 V
Cu = + 0,34 V

Sobre o sistema acima é possível afirmar que
a) com o decorrer do funcionamento da pilha, o eletrodo de zinco responsável pela semi-pilha de oxidação sofrerá aumento de massa.
b) o eletrodo de cobre sofrerá redução e aumentará sua massa.
c) os íons Cu^{2+} sofrem redução e incorporam a sua massa ao eletrodo de cobre.
d) os íons Zn^{2+} sofrem redução e incorporam a sua massa ao eletrodo de cobre.
e) os íons Cu^{2+} sofrem oxidação e incorporam a sua massa ao eletrodo de cobre.

QUESTÃO 04

(Maikell Victor 2018) As pilhas são largamente utilizadas no mundo moderno, e o esquema abaixo mostra uma pilha de laboratório montada a partir de placas de níquel e zinco. Com base na informação e em seus conhecimentos sobre eletroquímica, pode-se afirmar que

Dados: $Zn^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Zn_{(s)}\ E^0 = -0,76$ V.
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Ni_{(s)}\ E^0 = -0,25$ V.

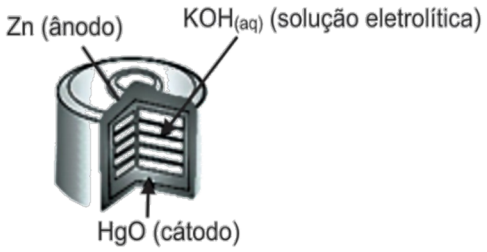


a) a concentração dos íons Ni^{2+} na solução de $NiSO_4$ aumenta.
b) a ponte salina evita a migração de íons do ânodo para o cátodo.
c) a pilha está descarregada (equilíbrio químico) quando a ddp for positiva.
d) os elétrons vão do eletrodo de zinco para o de níquel através da ponte salina.

e) a placa de zinco diminui de massa, tornando a solução de Zn^{2+} mais concentrada.

maikell victor QUESTÃO 05

(Maikell Victor 2016) Estamos rodeados de equipamentos que, para funcionarem, precisam de pilhas ou baterias. No entanto, vários desses aparelhos portáteis estão ficando cada vez menores e com isso surge a grande necessidade de pilhas em miniatura.Um exemplo desse tipo de pilha é a de mercúrio ou também denominada de pilha de mercúrio-zinco. Essas pilhas (esquema a seguir) são muito utilizadas em relógios e calculadoras.



As semirreações envolvidas no funcionamento da pilha e seus potenciais de redução são:
$HgO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow Hg_{(l)} + 2\ OH^-_{(aq)}$ $E°_{red} = +\ 0{,}098$ V
$ZnO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow Zn_{(s)} + 2\ OH^-_{(aq)}$ $E°_{red} = -\ 1{,}245$ V

No estudo das pilhas, empregam-se códigos e nomenclaturas próprias da Química, visando caracterizar os materiais, as reações e os processos envolvidos. Nesse contexto, a pilha de mercúrio apresenta

a) uma ddp de + 1,343 V.
b) HgO como polo negativo.
c) zinco metálico como catodo.
d) zinco metálico como agente oxidante.
e) fluxo de elétrons do eletrodo mercúrio para o eletrodo de zinco.

maikell victor QUESTÃO 06

(UNIFOR) A pilha seca ácida foi desenvolvida em 1866, pelo químico francês George Leclanché (1839-1882). Trata-se de uma pilha comum hoje em dia, pois é a mais barata sendo usada em lanternas, rádios, equipamentos portáteis e aparelhos elétricos como gravadores, flashes e brinquedos. Essa pilha na verdade não é seca, pois dentro dela há uma pasta aquosa, úmida.

(Fonte:http://www.mundoeducacao.com/química/pilha-secalechanche.htm)

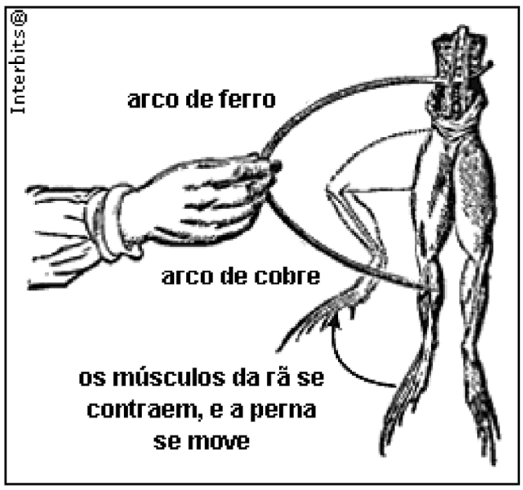
A reação global de funcionamento da pilha seca ácida é apresentada abaixo:

$Zn_{(s)} + 2MnO_{2(aq)} + 2NH_4^+{}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Mn_2O_{3(aq)} + 2NH_{3(g)}$

Sobre a referida reação é possível afirmar que:
a) No ânodo, ocorre a oxidação do zinco metálico que fica no envoltório da pilha segundo a reação: $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$. Os 2 elétrons do Zn metálico oxidado são transferidos para o dióxido de manganês que assim é convertido a trióxido de manganês.
b) O dióxido de manganês sofre oxidação sendo convertido a trióxido de manganês e portanto age como agente redutor no processo.
c) Zinco metálico sofre oxidação no cátodo e geram a corrente de 1,5 V típica destas pilhas.
d) Dióxido de manganês sofrem redução no ânodo e geram a corrente de 1,5 V típica destas pilhas.
e) No cátodo, ocorre a oxidação do zinco metálico que fica no envoltório da pilha segundo a reação: $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$. Os elétrons do Zn metálico reduzido são transferidos para o dióxido de manganês que assim é convertido a trióxido de manganês.

maikell victor QUESTÃO 07

(Fuvest) Na década de 1780, o médico italiano Luigi Galvani realizou algumas observações, utilizando rãs recentemente dissecadas. Em um dos experimentos, Galvani tocou dois pontos da musculatura de uma rã com dois arcos de metais diferentes, que estavam em contato entre si, observando uma contração dos músculos, conforme mostra a figura:



Interpretando essa observação com os conhecimentos atuais, pode-se dizer que as pernas da rã continham soluções diluídas de sais. Pode-se, também, fazer uma analogia entre o fenômeno observado e o funcionamento de uma pilha. Considerando essas informações, foram feitas as seguintes afirmações:

I. Devido à diferença de potencial entre os dois metais, que estão em contato entre si e em contato com a solução salina da perna da rã, surge uma corrente elétrica.
II. Nos metais, a corrente elétrica consiste em um fluxo de elétrons.
III. Nos músculos da rã, há um fluxo de íons associado ao movimento de contração.

Está correto o que se afirma em
a) I, apenas.
b) III, apenas.
c) I e II, apenas.
d) II e III, apenas.
e) I, II e III.

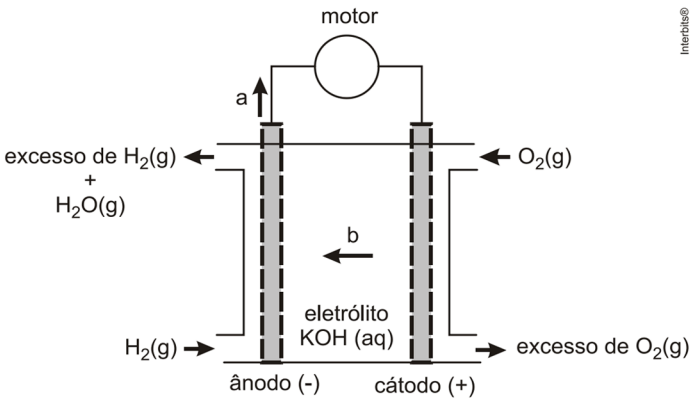
QUESTÃO 08

(Mackenzie 2018) De acordo com os conceitos de eletroquímica, é correto afirmar que

a) a ponte salina é a responsável pela condução de elétrons durante o funcionamento de uma pilha.
b) na pilha representada por $Zn_{(s)}/Zn^{2+}_{(aq)}// Cu^{2+}_{(aq)}/ Cu_{(s)}$, o metal zinco representa o cátodo da pilha.
c) o resultado positivo da ddp de uma pilha, por exemplo, +1,10 V, indica a sua não espontaneidade, pois essa pilha está absorvendo energia do meio.
d) na eletrólise o ânodo é o polo positivo, onde ocorre o processo de oxidação.
e) a eletrólise ígnea só ocorre quando os compostos iônicos estiverem em meio aquoso.

QUESTÃO 09

(Fuvest) As naves espaciais utilizam pilhas de combustível, alimentadas por oxigênio e hidrogênio, as quais, além de fornecerem a energia necessária para a operação das naves, produzem água, utilizada pelos tripulantes. Essas pilhas usam, como eletrólito, o KOH(aq), de modo que todas as reações ocorrem em meio alcalino. A troca de elétrons se dá na superfície de um material poroso. Um esquema dessas pilhas, com o material poroso representado na cor cinza, é apresentado a seguir.

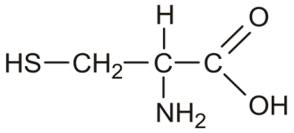


Interbits®

Escrevendo as equações das semirreações que ocorrem nessas pilhas de combustível, verifica-se que, nesse esquema, as setas com as letras **a** e **b** indicam, respectivamente, o sentido de movimento dos
a) íons OH^- e dos elétrons.
b) elétrons e dos íons OH^-.
c) íons K^+ e dos elétrons.
d) elétrons e dos íons K^+.
e) elétrons e dos íons H^+.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O escurecimento de objetos de prata, como baixelas e talheres, é muito comum. Ao se cozinhar demasiadamente os ovos, as proteínas da clara, que contêm átomos de enxofre, liberam o ácido sulfídrico, que na forma gasosa e na presença de oxigênio, na água de cozimento, pode levar à oxidação do objeto de prata, com formação de uma fina camada insolúvel de sulfeto de prata (Ag_2S). O mesmo ocorre quando se cozinha alimentos como o repolho, que contém compostos sulfurados como a cisteína, estrutura representada na figura, que sofre decomposição durante o cozimento, liberando o H_2S. As principais reações envolvidas nesse fenômeno são apresentadas nas equações:



$Ag_2S\ (s) + 2e^- \rightarrow 2\ Ag(s) + S^{2-}\ (aq)$ $\quad E° = -0,69\ V$
$O_2\ (g) + 4\ H^+\ (aq) + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O\ (l)$ $\quad E° = +1,23\ V$

(www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/11-EEQ-4407.pdf. Adaptado)

QUESTÃO 10

(FGV) A diferença de potencial (ddp) para a reação global que representa o fenômeno do escurecimento dos objetos de prata tem valor igual a:
a) – 2,61 V.
b) – 1,92 V.
c) + 0,54 V.
d) + 1,92 V.
e) + 2,61 V.

QUESTÃO 11

(UNICHRISTUS 2019.2 adaptada)

ACUMULADORES OU BATERIAS

Quando associamos um conjunto de pilhas em série, ou seja, ligamos o polo positivo de uma pilha ao polo negativo de outra de modo que a primeira e a última pilha sejam ligadas a um aparelho que consuma energia elétrica, formamos uma bateria ou um acumulador capaz de acionar esse aparelho. Uma bateria de automóvel, por exemplo, é composta de seis pilhas ligadas em série. As semirreações que ocorrem durante a descarga de uma das seis pilhas (célula), produzindo energia, são as seguintes:

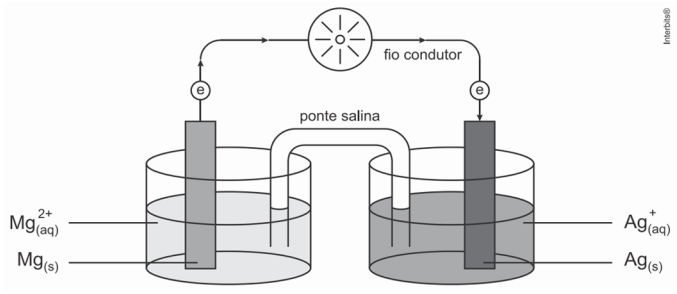
Semirreação 1:
$Pb_{(s)} + HSO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow PbSO_{4(s)} + H_3O^+_{(aq)} + 2e^-$
$E^0 = +0,34\ V$
Semirreação 2:
$PbO_{2(s)} + HSO_4^-{}_{(aq)} + 3H_3O^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 5H_2O_{(l)}$ $E^0 = +1,66\ V$

Disponível em: <http://fc.unesp.br/experimentos de física. Acesso em: 20 fev. 2019.

Com base no texto e nas semirreações fornecidas, pode-se afirmar que
a) a voltagem dessa bateria é de 2,0 V.
b) a semirreação 1 ocorre no polo negativo.
c) o chumbo sofre oxidação na semirreação 2.
d) o chumbo (Pb) é o redutor durante a recarga da bateria.
e) a concentração do $PbO_2(s)$ aumenta durante a descarga da bateria.

QUESTÃO 12

(Upf 2017) A figura abaixo apresenta a representação de uma célula eletroquímica (pilha) e potenciais de redução das semirreações.



$Mg^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Mg_{(s)}$ $E° = -2{,}37$ V
$Ag^{+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$ $E° = +0{,}80$ V

Considerando-se a informação dada, analise as seguintes afirmações:

I. O eletrodo de prata é o polo positivo, no qual ocorre a redução.
II. O magnésio é o agente oxidante da pilha.
III. A diferença de potencial (ddp) da pilha representada na figura é de + 3,17 V.
IV. O sentido do fluxo dos elétrons se dá do cátodo para o ânodo.

É **incorreto** apenas o que se afirma em:
a) I e II.
b) I e III.
c) II e III.
d) II e IV.
e) III e IV.

maikell victor **QUESTÃO 13**

(Maikell Victor 2019)

Pilha de limão

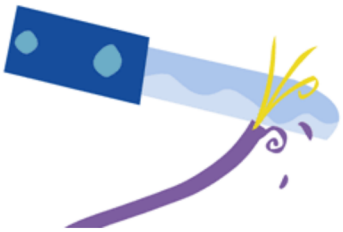
Em vez de limonada, faça com que os limões forneçam eletricidade!

Instruções



Passo 1

Role os limões sobre a mesa, fazendo pressão por um minuto.



Passo 2

Fixe uma placa de zinco e uma de cobre em cada fruta.



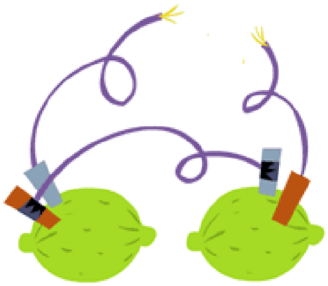
Passo 3

Descasque (com muito cuidado) as pontas dos fios elétricos.



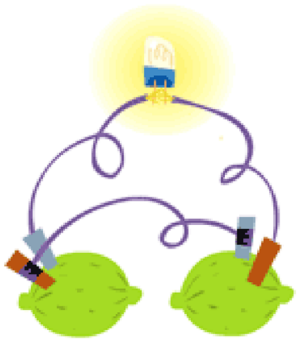
Passo 4

Com fita isolante, use um dos fios para unir a placa de zinco de um limão a de cobre fixada na outra fruta.



Passo 5

Fixe as pontas dos outros fios nas placas que sobraram.



Passo 6

As outras extremidades dos fios serão ligadas ao aparelho que você escolheu ou à lâmpada led. A placa de cobre será ligada ao pólo positivo e a de zinco, ao pólo negativo.

(Fonte: http://www.museulight.com.br/DetalheFacaVoce?id=4)

Dados: $E°(Zn^{2+}/Zn) = -0{,}76$ V, $E°(Cu^{2+}/Cu) = +0{,}34$ V

Em relação à experiência, infere-se que

a) o dispositivo transforma energia elétrica em química.
b) o fluxo de elétrons pelo limão é do zinco para o cobre.
c) o eletrodo de zinco é o ânodo, ocorrendo a semirreação $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2\ e^-$.
d) o eletrodo de cobre é o cátodo, ocorrendo a semirreação $Cu^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cu$.
e) A lâmpada não funciona quando a lâmina de cobre é substituída por um eletrodo de grafite.

QUESTÃO 14

(Ufjf-pism 3 2019) A pilha de mercúrio é popularmente conhecida como pilha em forma de "botão" ou "moeda", muito utilizada em calculadoras, controles remotos e relógios. Nessa pilha existe um amálgama de zinco (zinco dissolvido em mercúrio), óxido de mercúrio (II), e o eletrólito é o hidróxido de potássio. A partir das semirreações de redução do zinco e do mercúrio e seus respectivos potenciais padrão de redução, mostrados no quadro abaixo, assinale a alternativa que represente a pilha de mercúrio corretamente:

Semirreações	E° (V)
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Zn_{(s)}$	–0,76
$Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Hg_{(\ell)}$	+0,85

a) $Zn_{(s)} \mid Zn^{2+}_{(aq)} \parallel Hg^{2+}_{(aq)} \mid Hg_{(\ell)}$ $\Delta E° = +1{,}61\ V$

b) $Zn^{2+}_{(aq)} \mid Zn_{(s)} \parallel Hg_{(\ell)} \mid Hg^{2+}_{(aq)}$ $\Delta E° = -1{,}61\ V$

c) $Hg^{2+}_{(aq)} \mid Hg_{(\ell)} \parallel Zn_{(s)} \mid Zn^{2+}_{(aq)}$ $\Delta E° = +1{,}61\ V$

d) $Hg^{2+}_{(aq)} \mid Hg_{(\ell)} \parallel Zn^{2+}_{(aq)} \mid Zn_{(s)}$ $\Delta E° = -1{,}61\ V$

e) $Zn^{2+}_{(aq)} \mid Hg^{2+}_{(aq)} \parallel Zn_{(s)} \mid Hg_{(\ell)}$ $\Delta E° = +0{,}09\ V$

QUESTÃO 15

(Uel modificada) Hoje em dia, as pilhas têm mais aplicação do que se imagina. Os automóveis usam baterias chumbo-ácidas, os telefones celulares já usaram pelo menos três tipos de baterias - as de níquel-cádmio, as de níquel-hidreto metálico e as de íon lítio -, os ponteiros laser dos conferencistas usam pilhas feitas de óxido de mercúrio ou de prata. Recentemente foram desenvolvidas as pilhas baseadas em zinco e oxigênio do ar, usadas nos pequenos aparelhos de surdez e que são uma tentativa de produzir uma pilha que minimize as agressões ambientais. Para confeccionar estas pilhas, partículas de zinco metálico são misturadas a um eletrólito (solução de KOH) e reagem com o O_2; desta forma, a energia química se transforma em energia elétrica.

As semirreações nos eletrodos dessa pilha são:

Semirreações

I. $Zn(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2e^-$

II. $O_2(g) + 2H_2O(\ell) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

Reação Global

$2Zn(s) + O_2(g) + 2H_2O(\ell) \rightarrow 2Zn(OH)_2(s)$

Assinale a alternativa correta.

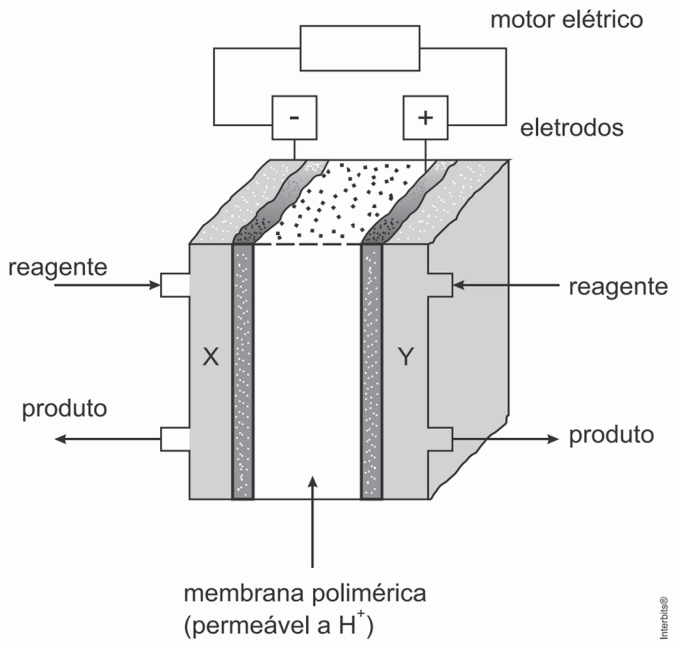
a) Durante o funcionamento da pilha, haverá diminuição da quantidade de $Zn(OH)_2$.
b) O agente oxidante nessa reação é o zinco.
c) Os elétrons são gerados no eletrodo de oxigênio.
d) No catodo, ocorre a redução do Zn.
e) O eletrodo II é o catodo dessa pilha alcalina.

QUESTÃO 16

(Fatec 2014) Os motores de combustão são frequentemente responsabilizados por problemas ambientais, como a potencialização do efeito estufa e da chuva ácida, o que tem levado pesquisadores a buscar outras tecnologias.

Uma dessas possibilidades são as células de combustíveis de hidrogênio que, além de maior rendimento, não poluem.

Observe o esquema:



Semirreações do processo:

- ânodo: $H_2 \rightarrow 2\,H^+ + 2e^-$

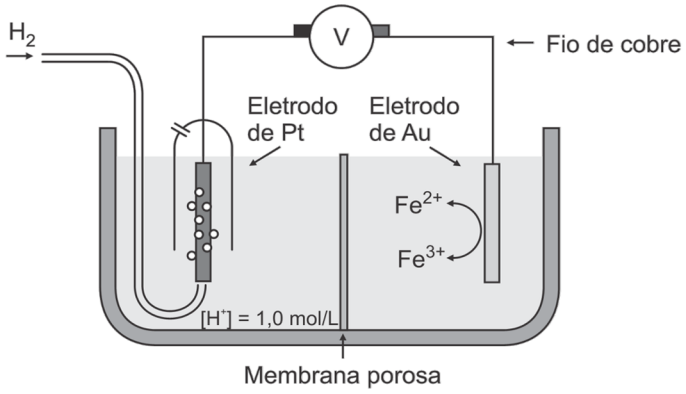
- cátodo: $O_2 + 4\,H^+ + 4e^- \rightarrow 2\,H_2O$

Sobre a célula de hidrogênio esquematizada, é correto afirmar que

a) ocorre eletrólise durante o processo.
b) ocorre consumo de energia no processo.
c) o ânodo é o polo positivo da célula combustível.
d) a proporção entre os gases reagentes é $2\,H_2 : 1\,O_2$.
e) o reagente que deve ser adicionado em X é o oxigênio.

QUESTÃO 17

(Famerp 2020 - modificada) A figura representa uma célula galvânica constituída por um eletrodo padrão de hidrogênio mergulhado em uma solução com $[H^+]$ = 1,0 mol/L e por um eletrodo de ouro mergulhado em solução contendo íons Fe^{2+} e íons Fe^{3+}.



(https://mycourses.aalto.fi. Adaptado.)

Considere os eletrodos de platina e de ouro inertes e os potenciais de redução das espécies químicas presentes nas soluções:

$2\,H^+ + 2\,e^- \rightarrow H_2$ $\quad E° = 0{,}00$ V

$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ $\quad E° = +0{,}77$ V

Durante o funcionamento da célula galvânica representada na figura,

a) o gás hidrogênio atuará como agente oxidante.
b) os elétrons migrarão pelo fio de cobre no sentido do eletrodo de ouro.
c) a ddp da célula será de $+1{,}54$ V.
d) ocorrerá oxidação do eletrodo de platina.
e) ocorrerá aumento da concentração de íons Fe^{3+}.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 18

(Maikell Victor 2017) Uma das pilhas empregadas em aparelhos sem fio (câmeras de vídeo, barbeadores, telefones, ferramentas portáteis) é a pilha de níquel-cádmio. Essa pilha apresenta uma voltagem de 1,4 V, que se mantém constante até a descarga, demora mais tempo para se descarregar e pode ser recarregada até 4.000 vezes.



A pilha de níquel-cádmio é baseada nas seguintes reações:

I. $Cd + 2\,OH^- \rightarrow Cd(OH)_2 + 2\,e^-$
II. $2\,NiOOH + 2\,H_2O + 2\,e^- \rightarrow Ni(OH)_2 + 2\,OH^-$

Sobre essa pilha é correto afirmar que

a) o cádmio funciona como anodo da pilha, sofrendo redução.
b) a reação de redução do níquel ocorre no polo positivo.
c) os elétrons migram do níquel para o cádmio.
d) o NiOOH atua como agente redutor na pilha.
e) Transforma energia elétrica em química.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 19

(Mackenzie 2016) Em instalações industriais sujeitas à corrosão, é muito comum a utilização de um metal de sacrifício, o qual sofre oxidação mais facilmente que o metal principal que compõe essa instalação, diminuindo, portanto eventuais desgastes dessa estrutura. Quando o metal de sacrifício encontra-se deteriorado, é providenciada sua troca, garantindo-se a eficácia do processo denominado proteção catódica.

Considerando uma estrutura formada predominantemente por ferro e analisando a tabela abaixo que indica os potenciais-padrão de redução ($E°_{red}$) de alguns outros metais, ao ser eleito um metal de sacrifício, a melhor escolha seria

Metal	Equação da semirreação	Potenciais-padrão de redução ($E°_{red}$)
Magnésio	$Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Mg_{(s)}$	–2,38 V
Zinco	$Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Zn_{(s)}$	–0,76 V
Ferro	$Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Fe_{(s)}$	–0,44 V
Chumbo	$Pb^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Pb_{(s)}$	–0,13 V
Cobre	$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cu_{(s)}$	+0,34 V
Prata	$Ag^{+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)}$	+0,80 V

a) o magnésio.
b) o cobre.
c) o ferro.
d) o chumbo.
e) a prata.

maikell victor \\\\ QUESTÃO 20

(UECE) Um dos grandes problemas que atingem artefatos metálicos, sobretudo o ferro, é a corrosão. Algumas técnicas minimizam seus efeitos. Analise cuidadosamente as alternativas abaixo, e usando seus conhecimentos sobre metais e os dados da tabela de potenciais padrão de redução de alguns metais,

Metal	Potencial de redução
$Ag^{1+}/Ag°$	+ 0,80 V
$Cu^{2+}/Cu°$	+ 0,34 V
$Fe^{2+}/Fe°$	- 0,44 V
$Zn^{2+}/Zn°$	- 0,76 V
$Na^{1+}/Na°$	- 2,71 V

escolha o metal mais apropriado para conter a corrosão superficial de um prego novo em contato com a água:

a) Prata.
b) Zinco.
c) Cobre.
d) Sódio.

QUESTÃO 21

(Maikell Victor)



O alumínio tem um potencial de corrosão bem mais ativo que o ferro, no entanto, observamos um grande número de objetos de alumínio com boa resistência à oxidação como: portões, panelas, bicicletas ou aquele copo com seu nome gravado que você ganhou quando era criança e ainda o tem em casa. Essa resistência à corrosão do alumínio ocorre devido

a) à alta nobreza do alumínio metálico.
b) à presença permanente de metal de sacrifício.
c) à característica de ser inerte na presença de maresia.
d) à formação de película protetora de Al_2O_3 sobre sua superfície.
e) à alta eletronegatividade do alumínio metálico que dificulta sua oxidação.

QUESTÃO 22

(UNICHRISTUS 2019.2.2) Um método de proteção contra a corrosão do ferro é pintar um prego com uma tinta, impedindo que ele entre em contato com a água e o oxigênio. Realizando os testes a seguir, foi possível avaliar, após alguns dias, o nível de agressividade de alguns meios para o prego desprovido de proteção.



Cada prego é mergulhado em um líquido nos tubos de ensaio.
Um barbante é deixado para fora de modo que seja possível puxar os pregos dos tubos.

Disponível em: <educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/corrosao-ferro.htm
Acesso em: 1º fev. 2019.

O prego será mais bem preservado se o líquido for

a) óleo.
b) água e sal.
c) água destilada.
d) água da torneira.
e) sabonete líquido.

QUESTÃO 23

(UNIFOR) A manutenção de tubulações, tanques de estocagem e estruturas metálicas exige um combate constante contra a corrosão do aço. A forma mais simples é a pintura. Outro método empregado de menor custo e mão de obra, é a proteção catódica. O objeto de ferro a ser protegido é conectado a um bloco de um metal ativo, o anodo de sacrifício, diretamente ou por meio de um fio. Enquanto o metal ativo durar, o ferro é protegido. Com base nos dados tabelados a seguir

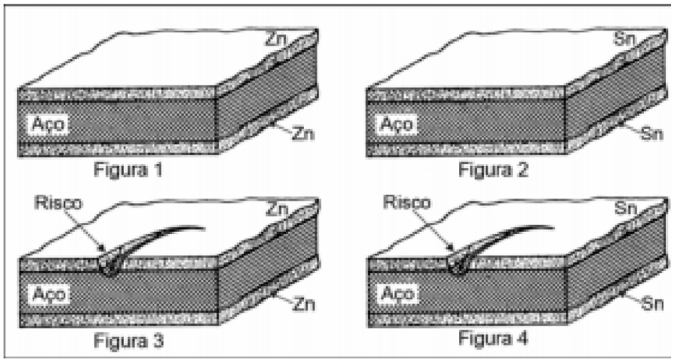
Meia-reação	E° (volt)
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Mg^{o}_{(s)}$	- 2,37
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn^{o}_{(s)}$	- 0,76
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe^{o}_{(s)}$	- 0,44
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ni^{o}_{(s)}$	- 0,26
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu^{o}_{(s)}$	+ 0,34

pode-se prever que são "anodos de sacrifício" adequados:

a) Magnésio apenas.
b) Cobre apenas.
c) Cobre e níquel apenas.
d) Magnésio e zinco apenas.
e) Cobre, níquel e zinco apenas.

QUESTÃO 24

(UEL) Os objetos metálicos são muito susceptíveis à corrosão. Além de pintá-los ou revesti-los com uma camada de outro metal, precaução imediata para evitar o contato do metal com os reagentes causadores da corrosão, usa-se a proteção catódica. As figuras 1, 2, 3 e 4, representam um corte esquemático de uma chapa de aço e mostram, respectivamente, uma chapa totalmente recoberta por zinco; outra totalmente recoberta por estanho; outra recoberta por zinco, porém com um risco atingindo a chapa de aço e, por último, uma chapa recoberta por estanho com um risco que atinge a chapa de aço.



Com base nos conhecimentos de química, é correto afirmar que há proteção da chapa de aço, contra a corrosão, apenas nas situações representadas pelas figuras:
Dados:
$E°(Zn^{2+}/Zn°) = - 0,76$ V
$E°(Sn^{2+}/Sn°) = - 0,14$ V
$E°(Fe^{2+}/Fe°) = - 0,44$ V

a) 1 e 2.
b) 1 e 3.
c) 1, 2 e 3.

d) 1, 2 e 4.
e) 2, 3 e 4.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
O potencial padrão de redução é uma das propriedades que determina a reatividade dos elementos químicos, em particular, dos metais. Nesse sentido, observe os potenciais padrão de redução dos seguintes metais:

$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$; $E^0 = -0,25$ V

$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$; $E^0 = -0,44$ V

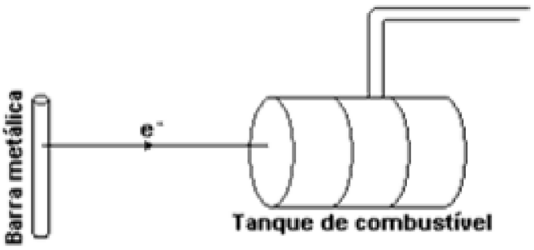
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$; $E^0 = -2,37$ V

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$; $E^0 = +0,34$ V

$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$; $E^0 = -0,76$ V

maikell victor QUESTÃO 25

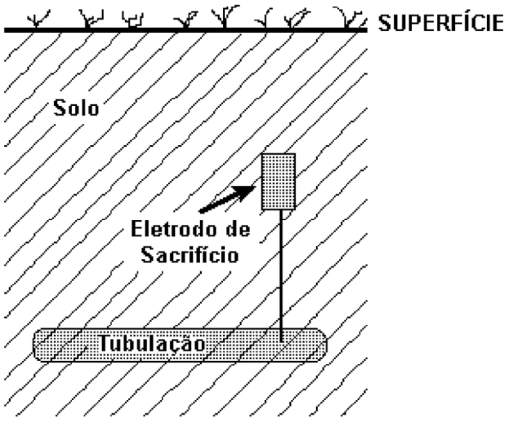
(UFPB) A técnica de proteção catódica é um procedimento eletroquímico que atenua o processo de corrosão dos metais, sendo bastante usada na proteção de gasodutos e tanques de combustíveis. Nesse sentido, uma barra metálica que se oxida antes do metal de que é feito o tanque é a esse conectado, garantindo assim proteção catódica. A figura a seguir representa, esquematicamente, esse procedimento.



Com base nas informações sobre os potenciais padrão de redução, é correto afirmar que a combinação apropriada de metais, para a construção de um tanque de combustível com proteção catódica, corresponde a:
a) Tanque de ferro e barra de cobre
b) Tanque de ferro e barra de magnésio
c) Tanque de magnésio e barra de ferro
d) Tanque de zinco e barra de níquel
e) Tanque de níquel e barra de cobre

maikell victor QUESTÃO 26

(UFPI adaptada) Os solos, por mais secos que pareçam, sempre contêm água, o que os torna excelentes meios eletrolíticos. Para proteger uma tubulação metálica contra o processo de corrosão, faz-se uso, frequentemente, de uma técnica denominada proteção catódica ou eletrodo de sacrifício, conforme ilustração da figura adiante:



Durante a proteção catódica da tubulação metálica, o eletrodo de sacrifício sofre
a) redução, atuando como cátodo (polo positivo).
b) redução, atuando como ânodo (polo positivo).
c) oxidação, atuando como ânodo (polo negativo).
d) oxidação, atuando cátodo (polo positivo).
e) oxidação, atuando como ânodo (polo positivo).



maikell victor QUESTÃO 27

(ENEM) Pilhas e baterias são dispositivos tão comuns em nossa sociedade que, sem percebermos, carregamos vários deles junto ao nosso corpo; elas estão presentes em aparelhos de MP3, relógios, rádios, celulares etc. As semirreações descritas a seguir ilustram o que ocorre em uma pilha de óxido de prata.
$Zn(s) + OH^-(aq) \rightarrow ZnO(s) + H_2O(l) + e^-$
$Ag_2O(s) + H_2O(l) + e^- \rightarrow Ag(s) + OH^-(aq)$
Pode-se afirmar que esta pilha
a) é uma pilha ácida.
b) apresenta o óxido de prata como o ânodo.
c) apresenta o zinco como o agente oxidante.
d) tem como reação da célula a seguinte reação: $Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2\,Ag(s)$.
e) apresenta fluxo de elétrons na pilha do eletrodo deAg_2O para o Zn.

maikell victor QUESTÃO 28

(ENEM 2016) Texto I
Biocélulas combustíveis são uma alternativa tecnológica para substituição das baterias convencionais. Em uma biocélula microbiológica, bactérias catalisam reações de oxidação de substratos orgânicos. Liberam elétrons produzidos na respiração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito externo até o cátodo do sistema, produzindo corrente elétrica. Uma reação típica que ocorre em biocélulas microbiológicas utiliza o acetato como substrato.

AQUINO NETO. S. *Preparação e caracterização de bioanodos para biocélula e combustível etanol/O_2*. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 23 jun. 2015 (adaptado).

Texto II
Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão (E°) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:

$2\ CO_2 + 7\ H^+ + 8\ e^- \rightarrow CH_3COO^- + 2\ H_2O\ E° = -0,3\ V$
$O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^- \rightarrow 2\ H_2O\ E° = +0,8\ V$

SCOTT, K.; YU, E. H. Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications. *Woodhead Publishing Series in Energy*. n. 88, 2016 (adaptado).

Nessas condições, qual é o número mínimo de biocélulas de acetato, ligadas em série, necessárias para se obter uma diferença de potencial de 4,4 V?

a) 3
b) 4
c) 6
d) 9
e) 15

maikell victor QUESTÃO 29

(Enem digital 2020) As pilhas recarregáveis, bastante utilizadas atualmente, são formadas por sistemas que atuam como uma célula galvânica, enquanto estão sendo descarregadas, e como célula eletrolítica, quando estão sendo recarregadas.

Uma pilha é formada pelos elementos níquel e cádmio e seu carregador deve fornecer uma diferença de potencial mínima para promover a recarga. Quanto maior a diferença de potencial gerada pelo carregador, maior será o seu custo. Considere os valores de potencial padrão de redução dessas espécies:

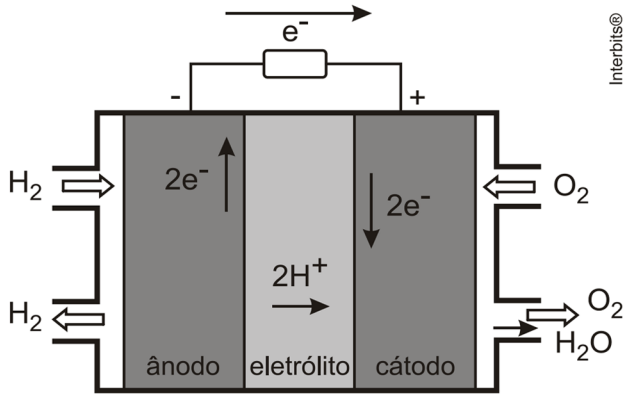
$$Ni^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightleftarrows Ni_{(s)} \qquad E^{\circ} = -0,230\ V$$
$$Cd^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightleftarrows Cd_{(s)} \qquad E^{\circ} = -0,402\ V$$

Teoricamente, para que um carregador seja ao mesmo tempo eficiente e tenha o menor preço, a diferença de potencial mínima, em volt, que ele deve superar é de

a) 0,086.
b) 0,172.
c) 0,316.
d) 0,632.
e) 1,264.

maikell victor QUESTÃO 30

(ENEM) O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao meio ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio.



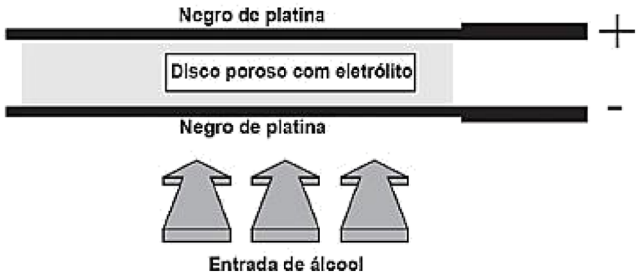
VILLULLAS, H. M; TICIANELLI, E. A; GONZÁLEZ, E. R. *Química Nova Na Escola*. Nº15, maio 2002.

Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque

a) transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao meio ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.
b) converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.
c) transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.
d) converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retendo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do meio ambiente.
e) converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao meio ambiente.

maikell victor QUESTÃO 31

(ENEM 2011 - PPL) Iniciativas do poder público para prevenir o uso de bebidas alcoólicas por motoristas, causa de muitos acidentes nas estradas do país, trouxeram à ordem do dia, não sem suscitar polêmica, o instrumento popularmente conhecido como bafômetro. Do ponto de vista de detecção e medição, os instrumentos normalmente usados pelas polícias rodoviárias do Brasil e de outros países utilizam o ar que os "suspeitos" sopram para dentro do aparelho, através de um tubo descartável, para promover a oxidação do etanol a etanal. O método baseia-se no princípio da pilha de combustível: o etanol é oxidado em meio ácido sobre um disco plástico poroso coberto com pó de platina (catalisador) e umedecido com ácido sulfúrico, sendo um eletrodo conectado a cada lado desse disco poroso. A corrente elétrica produzida, proporcional à concentração de álcool no ar expirado dos pulmões da pessoa testada, é lida numa escala que é proporcional ao teor de álcool no sangue. O esquema de funcionamento desse detector de etanol pode ser visto na figura.



As reações eletroquímicas envolvidas no processo são:

Eletrodo A: $CH_3CH_2OH(g) \rightarrow CH_3CHO(g) + 2\ H^+(aq) + 2\ e^-$
Eletrodo B: $½\ O_2\ (g) + 2\ H^+\ (aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2O\ (l)$

No estudo das pilhas, empregam-se códigos e nomenclaturas próprias da Química, visando caracterizar os materiais, as reações e os processos envolvidos. Nesse contexto, a pilha que compõe o bafômetro apresenta o

a) eletrodo A como cátodo.
b) etanol como agente oxidante.
c) eletrodo B como polo positivo.
d) gás oxigênio como agente redutor.
e) fluxo de elétrons do eletrodo B para o eletrodo A.

QUESTÃO 32

(ENEM – 2014/PPL) Os bafômetros (etilômetros) indicam a quantidade de álcool, C_2H_5O (etanol), presente no organismo de uma pessoa através do ar expirado por ela. Esses dispositivos utilizam células a combustível que funcionam de acordo com as reações químicas representadas:

(I) $C_2H_6O\ (g) \rightarrow C_2H_4O\ (g) + 2\ H^+\ (aq) + 2\ e^-$

(II) $½\ O_2 + 2\ H^+\ (aq) + 2\ e^- \rightarrow H_2O\ (l)$

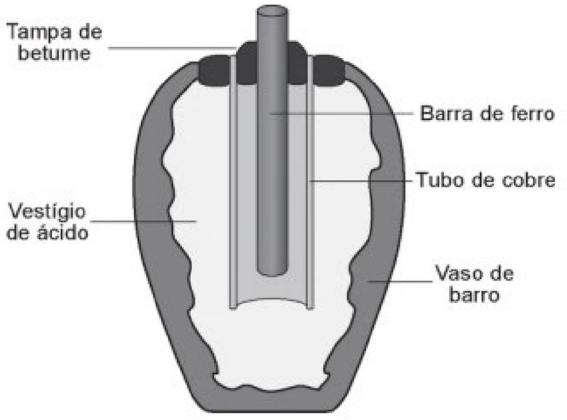
BRAATHEN, P. C. Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro.
Química Nova na Escola, n. 5, maio 1997 (adaptado).

Na reação global de funcionamento do bafômetro, os reagentes e os produtos desse tipo de célula são:

a) o álcool expirado como reagente; água, elétrons e H^+ como produtos.
b) o oxigênio do ar e H^+ como reagentes; água e elétrons como subprodutos.
c) apenas o oxigênio do ar como reagente; apenas os elétrons como produto.
d) apenas o álcool expirado como reagente; água C_2H_4O e H^+ como produtos.
e) o oxigênio e o ar expirado como reagentes; água e C_2H_4O como produtos.

QUESTÃO 33

(ENEM 2018) Em 1938 o arqueólogo alemão Wilhelm Konig, diretor do Museu Nacional do Iraque, encontrou um objeto estranho na coleção da instituição, que poderia ter sido usado como uma pilha, similar às utilizadas em nossos dias. A suposta pilha, datada de cerca de 200 a.C., é constituída de um pequeno vaso de barro (argila) no qual foram instalados um tubo de cobre, uma barra de ferro (aparentemente corroída por ácido) e uma tampa de betume (asfalto), conforme ilustrado. Considere os potenciais-padrão de redução: E° ($Fe^{2+}|Fe$) = -0,44 V; E° ($H^+|H_2$) = 0,00 V; e E° ($Cu^{2+}|Cu$) = +0,34 V.



As pilhas de Bagdá e a acupuntura. Disponível em: http://jornalggn.com.br. Acesso em: 14 dez. 2014 (adaptado).

Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?

a) A tampa de betume.
b) O vestígio de ácido.
c) A barra de ferro.
d) O tubo de cobre.
e) O vaso de barro.

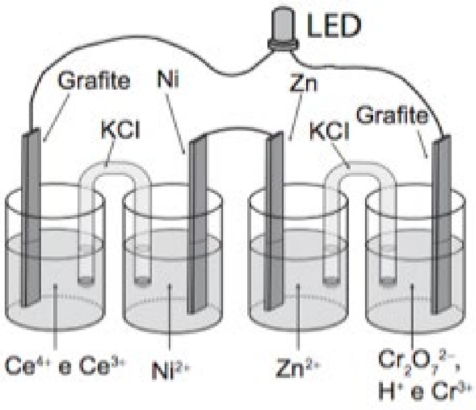
QUESTÃO 34

(ENEM – 2017) A invenção do LED azul, que permite a geração de outras cores para compor a luz branca, permitiu a construção de lâmpadas energeticamente mais eficientes e mais duráveis do que as incandescentes e fluorescentes. Em um experimento de laboratório, pretende-se associar duas pilhas em série para acender um LED azul que requer 3,6 volts para o seu funcionamento. Considere as semirreações de redução e seus respectivos potenciais mostrados no quadro.

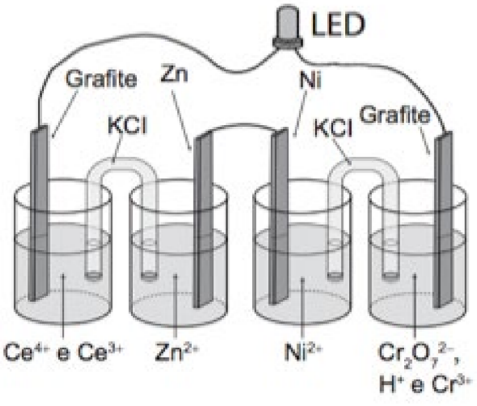
Semirreação de redução	E° (V)
$Ce^{4+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Ce^{3+}_{(s)}$	+ 1,61
$Cr_2O_7^{2-}_{(aq)} + 14H^+_{(aq)} + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(l)}$	- 2,93
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ni^{o}_{(s)}$	- 0,25
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn^{o}_{(s)}$	- 0,76

Qual associação em série de pilhas fornece diferença de potencial, nas condições-padrão, suficiente para acender o LED azul?

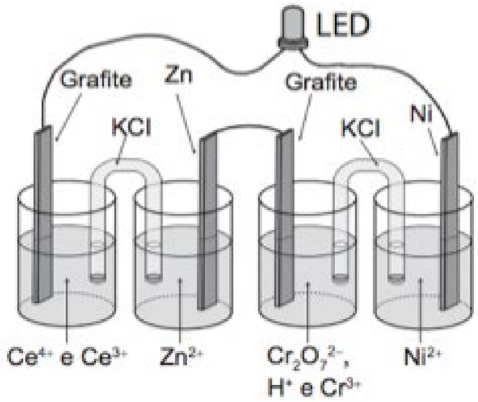
a)



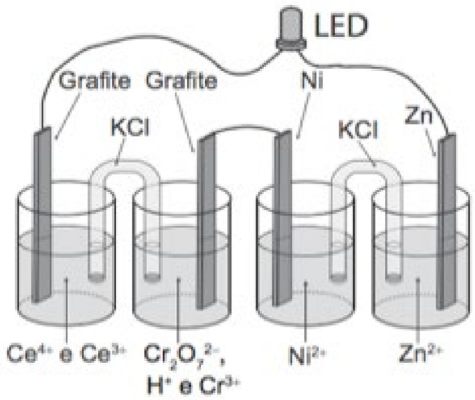
b)



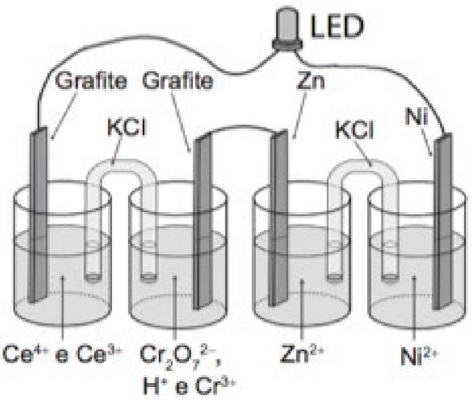
c)



d)



e)



maikell victor \\\\ **QUESTÃO 35**

(Enem PPL 2020) Os tanques de armazenamento de gasolina podem, com o tempo, sofrer processos oxidativos, resultando na contaminação do combustível e do solo à sua volta. Uma forma de evitar tais problemas econômicos e ambientais é utilizar preferencialmente metais de sacrifício, protegendo os tanques de armazenamento.

Suponha que seja necessário usar um metal de sacrifício em um tanque de aço (liga de ferro-carbono). Considere as semirreações de redução e seus respectivos potenciais padrão.

Semirreação	E° (V)
$Fe^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Fe$	– 0,44
$Zn^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Zn$	– 0,76
$Cu^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Cu$	+ 0,34
$Ni^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Ni$	– 0,25
$Cd^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Cd$	– 0,40
$Hg^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Hg$	+ 0,86

Dos metais citados, o que garantirá proteção ao tanque de aço é o

a) zinco.
b) cobre.
c) níquel.
d) cádmio.
e) mercúrio.

maikell victor \\\\ **QUESTÃO 36**

(Enem PPL 2020) Um cidadão que se mudou de Brasília para Recife, após algum tempo, percebeu que partes de seu carro estavam enferrujando muito rapidamente. Perguntou para seu filho, estudante do ensino médio, a explicação para o fenômeno. O filho pesquisou na internet e descobriu que, por causa da maresia, gotículas de água do mar atingem os objetos de aço (liga de ferro e carbono) e intensificam sua corrosão. Com base nessa informação, o estudante explicou corretamente ao pai o efeito do cloreto de sódio na corrosão.

A explicação correta de a maresia acelerar a corrosão do aço é porque

a) reduz o ferro.
b) oxida o carbono.
c) dissolve a pintura do carro.
d) torna a água mais condutora.
e) diminui a dissolução do oxigênio na água.

maikell victor \\\\ **QUESTÃO 37**

(ENEM-2012) O boato de que os lacres das latas de alumínio teriam um alto valor comercial levou muitas pessoas a juntarem esse material na expectativa de ganhar dinheiro com sua venda. As empresas fabricantes de alumínio esclarecem que isso não passa de uma "lenda urbana", pois ao retirar o anel da lata, dificulta-se a reciclagem do alumínio. Como a liga do qual é feito o anel contém alto teor de magnésio, se ele não estiver junto com a lata, fica mais fácil ocorrer a oxidação do alumínio no forno. A tabela apresenta as semirreações e os valores de potencial-padrão de redução de alguns metais:

Semirreação	Potencial-Padrão de Redução (V)
$Li^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Li^\circ_{(s)}$	– 3,05
$K^+_{(aq)} + e^- \rightarrow K^\circ_{(s)}$	– 2,93
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Mg^\circ_{(s)}$	– 2,36
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Al^\circ_{(s)}$	– 1,66
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn^\circ_{(s)}$	– 0,76
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu^\circ_{(s)}$	+ 0,34

Disponível em: www.sucatas.com. Acesso em 28 fev. 2012 (adaptado).

Com base no texto e na tabela, que metais poderiam entrar na composição do anel das latas com a mesma função do magnésio, ou seja, proteger o alumínio da oxidação nos fornos e não deixar diminuir o rendimento da sua reciclagem?
a) Somente o lítio, pois ele possui o menor potencial de redução.
b) Somente o cobre, pois ele possui o maior potencial de redução.
c) Somente o potássio, pois ele possui potencial de redução mais próximo do magnésio.
d) Somente o cobre e o zinco, pois eles sofrem oxidação mais facilmente que o alumínio.
e) Somente o lítio e o potássio, pois seus potenciais de redução são menores do que o do alumínio.

QUESTÃO 38

(Enem PPL 2019) Algumas moedas utilizam cobre metálico em sua composição. Esse metal, ao ser exposto ao ar úmido, na presença de CO_2, sofre oxidação formando o zinabre, um carbonato básico de fórmula $Cu_2(OH)_2CO_3$, que é tóxico ao homem e, portanto, caracteriza-se como um poluente do meio ambiente. Com o objetivo de reduzir a contaminação com o zinabre, diminuir o custo de fabricação e aumentar a durabilidade das moedas, é comum utilizar ligas resultantes da associação do cobre com outro elemento metálico.

A propriedade que o metal associado ao cobre deve apresentar para impedir a formação de zinabre nas moedas é, em relação ao cobre,
a) maior caráter ácido.
b) maior número de oxidação.
c) menor potencial de redução.
d) menor capacidade de reação.
e) menor número de elétrons na camada de valência.

QUESTÃO 39

(ENEM – 2013/PPL) Se dermos uma mordida em um pedaço de papel alumínio colocado em cima de uma obturação de amálgama (combinação do mercúrio metálico com metais e/ou ligas metálicas), sentiremos uma dor causada por uma corrente que pode chegar até 30 μA.
SILVA, R. R. et al. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 13, maio 2001 (adaptado).
O contato dos materiais metálicos citados produz
a) uma pilha, cujo fluxo de elétrons é espontâneo.
b) uma eletrólise, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.
c) uma solução eletrolítica, cujo fluxo de elétrons é espontâneo.
d) um sistema galvânico, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.
e) um sistema eletrolítico, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.

QUESTÃO 40

(ENEM 2016 – 2ª APLICAÇÃO) Utensílios de uso cotidiano e ferramentas que contêm ferro em sua liga metálica tendem a sofrer processo corrosivo e enferrujar. A corrosão é um processo eletroquímico e, no caso do ferro, ocorre a precipitação do óxido de ferro(III) hidratado, substância marrom pouco solúvel, conhecida como ferrugem. Esse processo corrosivo é, de maneira geral, representado pela equação química:

$$4\ Fe\ (s) + 3\ O_2\ (g) + 2\ H_2O\ (l) \rightarrow 2\ Fe_2O_3.3H_2O\ (s)$$

Ferrugem

Uma forma de impedir o processo corrosivo nesses utensílios é
a) renovar sua superfície, polindo-a semanalmente.
b) evitar o contato do utensílio com o calor, isolando-o termicamente.
c) impermeabilizar a superfície, isolando-a de seu contato com o ar úmido.
d) esterilizar frequentemente os utensílios, impedindo a proliferação de bactérias.
e) guardar os utensílios em embalagens, isolando-os do contato com outros objetos.

QUESTÃO 41

(ENEM 2015) Alimentos em conserva são frequentemente armazenados em latas metálicas seladas, fabricadas com um material chamado folha de flandres, que consiste de uma chapa de aço revestida com uma fina camada de estanho, metal brilhante e de difícil oxidação. É comum que a superfície interna seja ainda revestida por uma camada de verniz à base de epóxi, embora também existam latas sem esse revestimento, apresentando uma camada de estanho mais espessa.

SANTANA. V. M. S. A leitura e a química das substâncias. Cadernos PDE. Ivaiporã Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED); Universidade Estadual de Londrina, 2010 (adaptado).

Comprar uma lata de conserva amassada no supermercado é desaconselhável porque o amassado pode
a) alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento.
b) romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.
c) prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não afetar as propriedades do alimento.
d) romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.
e) desprender camadas de verniz, que se dissolverão no meio aquoso, contaminando o alimento.

QUESTÃO 42

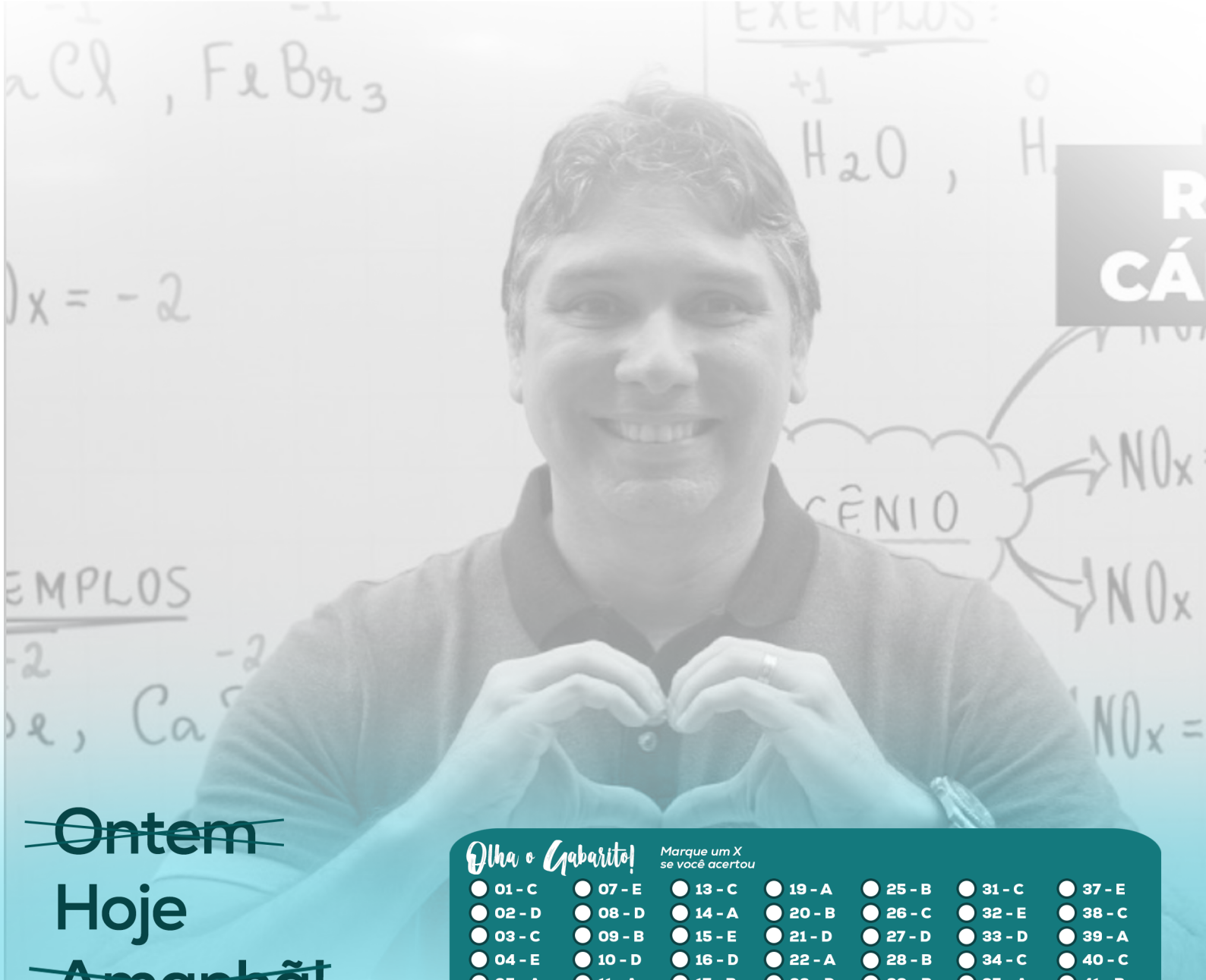
(ENEM 2017 - PPL) O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para as familiares pilhas e baterias portáteis comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Os estabelecimentos que comercializam esses produtos, bem como a rede de assistência técnica autorizada, devem receber dos usuários as pilhas e baterias usadas para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Resolução Conama n. 401, de 4 de novembro de 2008. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 14 maio 2013 (adaptado).

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é
a) direcionar as pilhas e baterias para compostagem.
b) colocar as pilhas e baterias em um coletor de lixo seletivo.

c) enviar as pilhas e baterias usadas para firmas de recarga.
d) acumular as pilhas e baterias em armazéns de estocagem.
e) destinar as pilhas e baterias à reutilização de seus componentes.

ACESSE A RESOLUÇÃO COMENTADA



~~Ontem~~
Hoje
~~Amanhã!~~

Olha o Gabarito! *Marque um X se você acertou*

01 - C	07 - E	13 - C	19 - A	25 - B	31 - C	37 - E
02 - D	08 - D	14 - A	20 - B	26 - C	32 - E	38 - C
03 - C	09 - B	15 - E	21 - D	27 - D	33 - D	39 - A
04 - E	10 - D	16 - D	22 - A	28 - B	34 - C	40 - C
05 - A	11 - A	17 - B	23 - D	29 - B	35 - A	41 - B
06 - A	12 - D	18 - B	24 - C	30 - A	36 - D	42 - E

Quantas você acertou?

Aula 18



ELETROQUÍMICA

Eletrólise – células eletrolíticas



Eletrólises são fenômenos inversos aos que ocorrem nas pilhas, ou seja, a energia elétrica é convertida em energia química.

Elétrolise: Reação eletroquímica redox não espontânea promovida pelo consumo de energia elétrica ($\Delta E^\circ < 0$).

A eletrólise de sais, de ácidos e de bases tem como característica principal a descarga de íons, tornando-os neutros. Os cátions descarregam-se em um eletrodo denominado cátodo. Os ânions descarregam-se em um eletrodo denominado ânodo.

Cátodo → polo negativo (–) → ocorre redução.
Ânodo → polo positivo (+) → ocorre oxidação.

Os eletrodos em uma eletrólise podem ser inertes, quando não participam da reação, ou ativos, quando participam da reação. Os eletrodos inertes mais utilizados são os de carbono grafite e platina.

Na superfície de um eletrodo

- um cátion metálico se reduz na forma metálica.

Exemplos:
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe^\circ$
$Na^+ + e^- \rightarrow Na^\circ$
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al^\circ$

- Um ânion simples oxida-se na forma de uma molécula diatômica.

Exemplos:
$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
$2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$



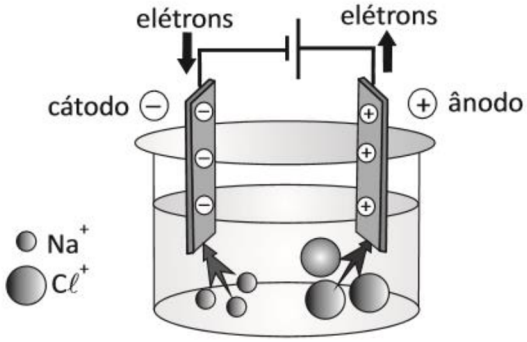
A eletrólise é um processo não espontâneo, no qual o cátion recebe seus elétrons de volta e o ânion doa os elétrons recebidos. Assim, a passagem de um estado de maior estabilidade para um de menor estabilidade é forçada.

Eletrólise ígnea

É o tipo de eletrólise em que os íons são obtidos a partir da fusão do eletrólito sólido, ou seja, o aquecimento do eletrólito promove sua dissociação em íons.

$NaCl_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Na^+_{(l)} + Cl^-_{(l)}$

Uma fonte externa geradora de corrente elétrica promove a reação de oxidação e a redução dos íons produzidos na dissociação.

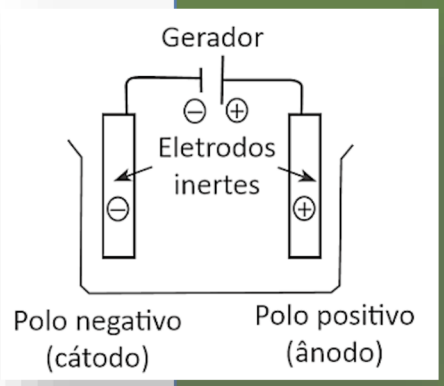


Semirreação de oxidação
$2\ Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$ $E^\circ_{oxi} = -1{,}36$ V (ânodo)
Semirreação de redução
$2\ Na^+_{(l)} + 2e^- \rightarrow 2\ Na_{(l)}$ $E^\circ_{oxi} = -2{,}71$ V (cátodo)
Reação global
$2\ Cl^-_{(l)} + 2\ Na^+_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2\ Na_{(l)}$ $\Delta E^\circ = -4{,}07$ V

Observe que o $\Delta E^\circ < 0$, isto é, o gerador deverá produzir uma tensão maior do que 4,07 V para que essa reação ocorra.

O cloro gasoso irá borbulhar na fase líquida e deverá ser recolhido com a ajuda de um tubo de vidro adaptado ao sistema.
Em alguns casos, a eletrólise ígnea é dificultada, na prática, devido ao alto ponto de fusão do eletrólito. Um exemplo disso, é o Al_2O_3, cuja temperatura de fusão é igual a 2.060 °C. Esse composto necessita de um fundente para permitir que a eletrólise ocorra em temperatura mais baixa. O fundente mais utilizado, nesse caso específico, é a criolita, Na_3AlF_6, que, misturada ao Al_2O_3, funde aproximadamente 1.000 °C.

Observação:
Meus queridos, os metais alcalinos, alcalinoterrosos e alumínio só podem ser obtidos por eletrólise ígnea. Veremos que é impossível obtê-los por eletrólise aquosa.



Eletrólise aquosa com eletrodos inertes

Eletrólise aquosa é uma reação química provocada pela passagem de corrente elétrica através de uma solução aquosa de um eletrólito. Dizemos que um eletrodo é inerte quando ele não toma parte na reação que ocorre. Os mais usados são o grafite e a platina.

Para entender as ideias relacionadas com a elétrolise aquosa, considere a tabela a seguir, que mostra os resultados obtidos na eletrólise aquosa de algumas soluções.

Observações macroscópicas

Eletrólise de uma solução aquosa de	Substância formada no cátodo	Substância formada no ânodo
$NiCl_2$	Ni	Cl_2
$AgNO_3$	Ag	O_2
KI	H_2	I_2
Na_2SO_3	H_2	O_2

Análise microscópica

Curiosamente notamos que, em alguns desses exemplos, há a formação de gás hidrogênio (H_2) e/ou gás oxigênio (O_2).
Experiências desse tipo levaram os químicos a concluir que, em solução aquosa, a água pode participar dos processos de oxidação (ânodo) e redução (cátodo).
Redução: $2\ H_2O_{(l)} + 2\ e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2\ OH^-_{(aq)}$
Oxidação: $H_2O_{(l)} \rightarrow 1/2\ O_{2(g)} + 2\ H^+_{(g)} + 2\ e^-$
Para saber quando a água ou os íons do eletrólito vão reagir, os químicos elaboram experimentalmente uma fila que mostra a facilidade de oxidação e redução nos eletrodos.

- **Cátodo** (Redução)

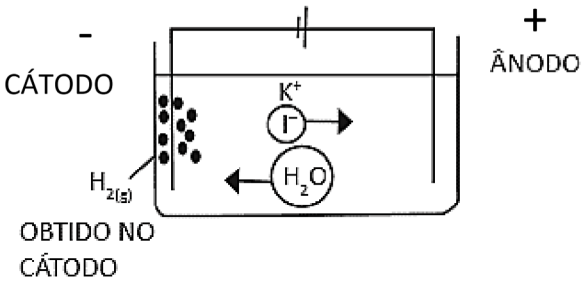
Cátions alcalinos, alcalinoterrosos e $A\ell^{3+}$ < H_2O < demais cátions

- **Ânodo** (Oxidação)

Ânions oxigenados e F^- < H_2O < Ânions não oxigenados OH^- HSO_4^- e $R-C(=O)-O^-$

Exemplos:
• Eletrólise de solução aquosa de KI

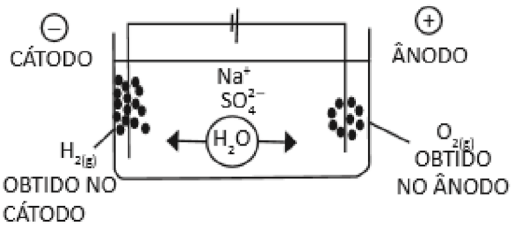
Reações:
Dissociação do eletrólito: $2KI_{(s)} \xrightarrow{H_2O} 2K^+_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$
Ânodo (+): $2I^-_{(aq)} \rightarrow I_{2(s)} + 2\ e^-$
Cátodo (-): $2\ H_2O_{(l)} + 2\ e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2\ OH^-_{(aq)}$
Reação Global: $2KI_{(s)} + 2\ H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + I_{2(s)} + 2\ KOH_{(aq)}$



No ânodo, o I^- oxida-se mais facilmente que H_2O. No cátodo, H_2O tem maior facilidade em sofrer redução (ganhar elétrons) que K^+.

• Eletrólise de uma solução aquosa de Na_2SO_4

Reações:
Dissociação do eletrólito:
$Na_2SO_{4(s)} \xrightarrow{H_2O} 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$
Ânodo (+): $2\ H_2O_{(l)} \rightarrow ½\ O_{2(g)} + 2\ H^+_{(aq)} + 2\ e^-$
Cátodo (-): $2\ H_2O_{(l)} + 2\ e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2\ OH^-_{(aq)}$
Reação Global: $H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + ½\ O_{2(g)}$



Foi a água que sofreu a eletrólise. A solução de Na_2SO_4, à medida que a eletrólise continua, vai ficando cada vez mais concentrada, uma vez que a água está sendo consumida na reação.

Exercícios

QUESTÃO 01

(UNIFOR) As proposições abaixo estão relacionadas com eletrólise.

I. A reação de eletrólise ocorrem com consumo de energia elétrica.

II. Soluções aquosas de glicose não podem ser eletrolisadas porque não conduzem corrente elétrica.

III. Nas eletrólises de soluções salinas, os cátions metálicos sofrem oxidação.

Pode-se afirmar que apenas

a) I é correta.
b) II é correta.
c) III é correta
d) I e II são corretas.
e) II e III são corretas.

QUESTÃO 02

(Unimontes-MG) Os metais alcalinoterrosos são obtidos através da eletrólise ígnea dos seus compostos. Assim, o cálcio pode ser obtido a partir do fluoreto de cálcio (CaF_2), segundo a equação:

$Ca^{2+} + 2F^- \rightarrow Ca + F_2$

Sabendo-se que a diferença de potencial dessa reação é igual a –5,63 V, pode-se afirmar que

a) a eletrólise ocorre ao se usar uma bateria com voltagem superior a 5,63V.
b) os íons fluoreto sofrem redução no cátodo da célula, para formar flúor.
c) a molécula de água compete com os íons de cálcio no cátodo da célula.
d) o cálcio metálico se forma no ânodo, depositando-se no fundo da célula

QUESTÃO 03

(UFU-MG) A eletrólise é um processo que separa, na cela eletrolítica, os elementos químicos de uma substância, através do uso da eletricidade. Esse processo é um fenômeno físico-químico de reação oxirredução não espontânea. Uma importante aplicação industrial da eletrólise é a obtenção de sódio metálico, com eletrodos inertes, a partir de cloreto de sódio fundido. A respeito desse processo industrial, é correto afirmar que, além da obtenção do sódio metálico, também se observa a formação

a) de hidróxido de sódio fundido, basificando o meio, e de moléculas de gás cloro e de gás hidrogênio, respectivamente, no ânodo e no cátodo da cela eletrolítica.
b) tanto de moléculas de gás cloro como de gás hidrogênio, respectivamente, no ânodo e no cátodo da cela eletrolítica.
c) de moléculas de gás cloro no ânodo de cela eletrolítca.
d) de moléculas de gás hidrogênio no cátodo da cela eletrolítica.

QUESTÃO 04

(UNICHRISTUS)

OBTENÇÃO DE ALUMÍNIO METÁLICO

O alumínio metálico pode ser obtido a partir do mineral bauxita por meio de uma eletrólise ígnea, e o processo se dá em três etapas: Mineração, Refinaria e Redução.

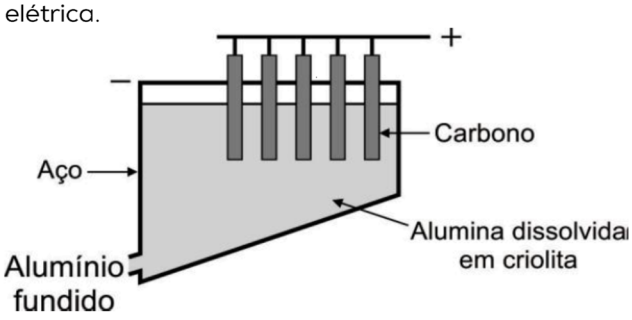
Mineração: a bauxita contém de 35% a 55% de óxido de alumínio. Esse mineral é extraído da natureza, e, por meio dele, obtém-se a alumina (A 203).

Refinaria: nesta etapa, a alumina precisa passar por uma purificação. É, então, dissolvida em soda cáustica e, logo após, passa por uma filtração. Um pó branco de alumina pura é obtido e enviado à redução.

Redução: essa última etapa permite a obtenção de alumínio por meio da eletrólise.

Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/ quimica/ obtencao-aluminio.htm>.
Acesso em: 2 ago. 2018.

A figura seguinte representa o dispositivo usado para a produção do alumínio pela passagem de corrente elétrica.



Com base nessas informações, é correto afirmar que

a) a semirreação catódica pode ser representada por $Al_{(s)} \rightarrow Al^{3+}_{(l)} + 3\ e^-$.
b) a semirreação anódica pode ser representada por $O_{2(g)} + 4\ e^- \rightarrow 2O^{2-}_{(l)}$.
c) a equação global pode ser representada por $2\ Al_2O_{3(l)} + 3\ C_{(s)} \rightarrow 4\ Al_{(l)} + 3\ CO_{2(g)}$.
d) a redução do alumínio ocorre no eletrodo de grafite e pode ser representada por $Al^{3+}(l) + 3\ e^- \rightarrow Al(l)$.
e) o oxigênio produzido no cátodo reage com grafite de acordo com a equação $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$.

QUESTÃO 05

(UFMG) Depois do ferro, o alumínio é o metal mais utilizado no mundo. Ele é produzido, industrialmente, pela redução eletrolítica da alumina, Al_2O_3. As semirreações de eletrodo e a reação total são, respectivamente,

I. $Al_2O_3 \rightarrow 2\ Al^{3+} + 1{,}5\ O_2 + 6\ e^-$
II. $Al_2O_3 + 6\ e^- \rightarrow 2\ Al + 3\ O^{2-}$
III. $Al_2O_3 \rightarrow 2\ Al + 1{,}5\ O_2$

Com relação à eletrólise da alumina, pode-se afirmar, corretamente, que

a) a reação total libera energia.
b) na semirreação I ocorre oxidação do alumínio.
c) na semirreação II ocorre redução do oxigênio.
d) na reação total III alumínio é o agente oxidante.
e) na reação total a proporção é de 1 mol de alumina para 3 mol de oxigênio molecular.

QUESTÃO 06

(UFRN) A purificação do cobre é essencial para sua aplicação em fios condutores de corrente elétrica. Como esse metal contém impurezas de ferro, zinco, ouro e platina, é preciso realizar um processo de purificação na indústria para obtê-lo com mais de 99% de pureza. Para isso, é necessário colocá-lo no anodo de uma cuba com solução aquosa de sulfato de cobre e aplicar corrente elétrica de forma a depositá-lo no catodo, fazendo-o atingir essa pureza. Apesar de ser um método lento e de consumir grande quantidade de energia, os custos de produção são compensados pelos subprodutos do processo, que são metais como ouro, platina e prata. O método de purificação do cobre é conhecido como

a) pilha galvânica, sendo que, no anodo, ocorre a oxidação do cobre metálico, e o metal que se deposita no catodo é resultado da redução dos íons Cu^{2+} da solução aquosa.
b) eletrólise, sendo que, no anodo, ocorre a oxidação do cobre metálico, e o metal que se deposita no catodo é resultado da redução dos íons Cu^{2+} da solução aquosa.
c) eletrólise, sendo que, no anodo, ocorre a redução do cobre metálico, e o metal que se deposita no catodo é resultado da oxidação dos íons Cu^{2+} da solução aquosa.
d) pilha galvânica, sendo que, no anodo, ocorre a redução do cobre metálico, e o metal que se deposita no catodo é resultado da oxidação dos íons Cu^{2+} da solução aquosa.

QUESTÃO 07

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia o texto:

O uso mais popular do cloreto de sódio é na cozinha, onde é utilizado para acrescentar sabor a uma infinidade de alimentos e também como conservante e material de limpeza. É na indústria química, no entanto, que ele é mais consumido. São inúmeros os processos que fazem uso de produtos do processamento desse sal.

(Unicamp) O uso industrial do cloreto de sódio se dá principalmente no processo de obtenção de alguns importantes produtos de sua eletrólise em meio aquoso. Simplificadamente, esse processo é feito pela passagem de uma corrente elétrica em uma solução aquosa desse sal. Pode-se afirmar que, a partir desse processo, seriam obtidos:

a) gás hidrogênio, gás oxigênio e ácido clorídrico.
b) gás hidrogênio, gás cloro e ácido clorídrico.
c) gás hidrogênio, gás cloro e hidróxido de sódio em solução.
d) gás hidrogênio, gás oxigênio e hidróxido de sódio em solução.

QUESTÃO 08

(UNIFOR 2018.2) Há tempos, o gás hidrogênio vem sendo considerado o combustível do futuro. Isso se deve, principalmente, ao fato de que os únicos produtos resultantes da queima desse gás são calor e água e, quando produzido (por eletrólise) a partir de fontes renováveis de energia, por exemplo solar e eólica, o mesmo também pode ser considerado como tal. Considere as reações e/ou semirreações a seguir:

I. $2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
II. $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$
III. $2\ OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons 2e^- + H_2O_{(l)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

Com base nas reações e considerando os gases envolvidos como ideais, é correto o que se afirma em:

a) A semirreção II ocorre no ânodo.
b) O gás oxigênio é produzido no polo negativo.
c) O fluxo de elétrons se dá do cátodo para o ânodo.
d) A reação I é a reação global do processo de eletrólise de água.
e) O volume do gás hidrogênio produzido é o dobro do volume de gás oxigênio.

QUESTÃO 09

(Mackenzie 2018) De acordo com os conceitos de eletroquímica, é correto afirmar que

a) a ponte salina é a responsável pela condução de elétrons durante o funcionamento de uma pilha.
b) na pilha representada por $Zn_{(s)}/Zn^{2+}{}_{(aq)}//Cu^{2+}{}_{(aq)}/Cu_{(s)}$, o metal zinco representa o cátodo da pilha.
c) o resultado positivo da ddp de uma pilha, por exemplo, $+1{,}10\ V$, indica a sua não espontaneidade, pois essa pilha está absorvendo energia do meio.
d) na eletrólise o ânodo é o polo positivo, onde ocorre o processo de oxidação.
e) a eletrólise ígnea só ocorre quando os compostos iônicos estiverem em meio aquoso.

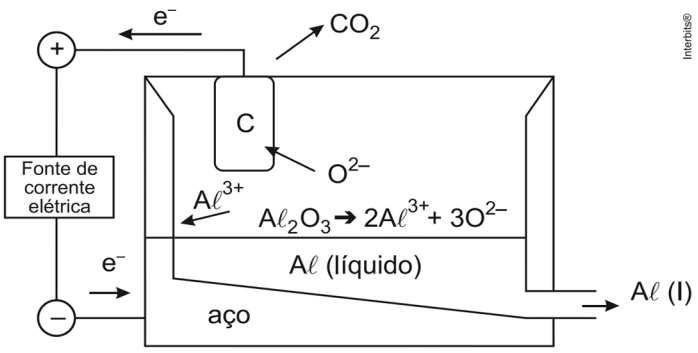
QUESTÃO 10

(UECE-ADAPTADA) Uma experiência fácil de ser utilizada é a eletrólise do cloreto de sódio aquoso. Os equipamentos utilizados são um béquer, dois eletrodos de grafite (minas de grafite), um circuito formado por fios paralelos com garras jacaré, plugs e uma bateria de 9 volts. Os reagentes empregados são solução de cloreto de sódio e fenolftaleína. Depois de montar o sistema e fechar o circuito inicia-se a eletrólise, ocorrendo o borbulhamento de gases nos eletrodos de grafite e a mudança de coloração da solução de cloreto de sódio. Sobre esse processo, assinale a alternativa **verdadeira**.

a) A reação catódica é: $2\ Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2\ e^-$.
b) A mudança de cor indica a presença de cátions residuais de Na^+ ao final do processo.
c) A eletrólise de um sal em solução aquosa ocorre com muita facilidade, sendo, portanto, um processo espontâneo.
d) no processo ocorrem a formação de H_2 no catodo, de Cl_2 no anodo e produção de NaOH na solução.

QUESTÃO 11

(FGV) O Brasil é o sexto principal país produtor de alumínio. Sua produção é feita a partir da bauxita, mineral que apresenta o óxido Al_2O_3. Após o processamento químico da bauxita, o óxido é transferido para uma cuba eletrolítica na qual o alumínio é obtido por processo de eletrólise ígnea. Os eletrodos da cuba eletrolítica são as suas paredes de aço, polo negativo, e barras de carbono, polo positivo.



O processo ocorre em alta temperatura, de forma que o óxido se funde e seus íons se dissociam. O alumínio metálico é formado e escoado na forma líquida.
As semirreações que ocorrem na cuba eletrolítica são
Polo (+)

$$C + 2O^{2-} \rightarrow CO_2 + 4e^-$$

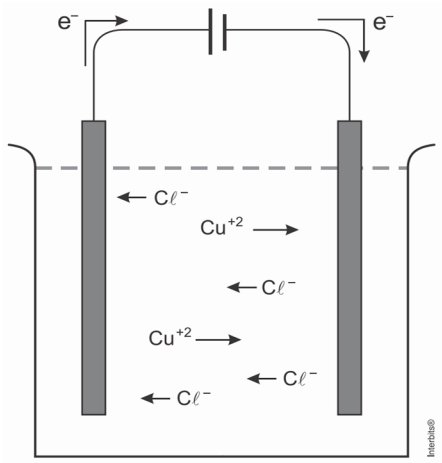
Polo (–)

$$A\ell^{3+} + 3\,e^- \rightarrow A\ell$$

A quantidade em mols de CO_2 que se forma para cada um mol de Al e o polo negativo da cuba eletrolítica são respectivamente
a) 4/3 e ânodo, onde ocorre a redução.
b) 3/4 e ânodo, onde ocorre a oxidação.
c) 4/3 e cátodo, onde ocorre a redução.
d) 3/4 e cátodo, onde ocorre a redução.
e) 3/4 e cátodo, onde ocorre a oxidação.

maikell victor QUESTÃO 12

(G1 - ifsul 2019) Um dos processos industriais mais importantes é a eletrólise. A figura a seguir mostra a eletrólise do cloreto de cobre II com emprego de eletrodos inertes.



Considerando o exposto acima, é correto afirmar que o
a) gás $C\ell_2$ é produzido no cátodo.
b) gás $C\ell_2$ é produzido no polo negativo.
c) cobre metálico é produzido no polo positivo.
d) cobre metálico é produzido no cátodo.

maikell victor QUESTÃO 13

(Mackenzie 2017) Um dos modos de se produzirem gás hidrogênio e gás oxigênio em laboratório é promover a eletrólise (decomposição pela ação da corrente elétrica) da água, na presença de sulfato de sódio ou ácido sulfúrico. Nesse processo, usando para tal um recipiente fechado, migram para o cátodo (polo negativo) e ânodo (polo positivo), respectivamente, H_2 e O_2. Considerando-se que as quantidades de ambos os gases são totalmente recolhidas em recipientes adequados, sob mesmas condições de temperatura e pressão, é correto afirmar que

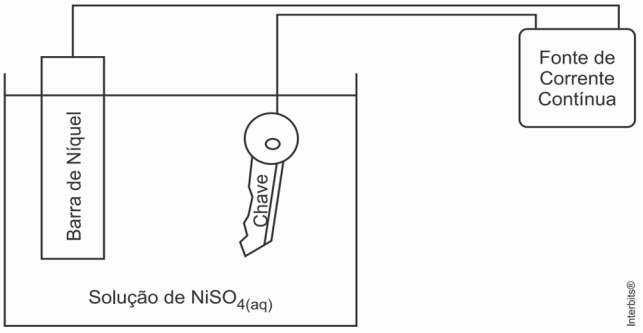
Dados: massas molares $(g \cdot mol^{-1})$ $H = 1$ e $O = 16$.

a) o volume de $H_{2(g)}$ formado, nesse processo, é maior do que o volume de $O_{2(g)}$.
b) serão formados 2 mols de gases para cada mol de água decomposto.
c) as massas de ambos os gases formados são iguais no final do processo.
d) o volume de $H_{2(g)}$ formado é o quádruplo do volume de $O_{2(g)}$ formado.
e) a massa de $O_{2(g)}$ formado é o quádruplo da massa de $H_{2(g)}$ formado.

EXERCÍCIOS – APLICAÇÕES DA ELETRÓLISE

maikell victor QUESTÃO 14

(Ueg 2018) A galvanização é um processo que permite dar um revestimento metálico a determinada peça. A seguir é mostrado um aparato experimental, montado para possibilitar o revestimento de uma chave com níquel.

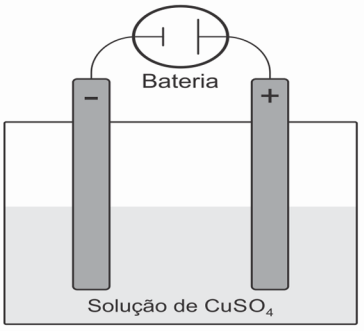


No processo de revestimento da chave com níquel ocorrerá, majoritariamente, uma reação de X, representada por uma semirreação Y. Nesse caso, o par X, Y pode ser representado por

a) redução, $Ni^+ + 1e^- \rightarrow Ni_{(s)}$
b) redução, $Ni_{(s)} \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$
c) oxidação, $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni_{(s)}$
d) oxidação, $Ni_{(s)} \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$
e) redução, $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni_{(s)}$

maikell victor QUESTÃO 15

(Upe-ssa 3 2017) Para a produção de fios elétricos, o cobre deve possuir 99,9% de pureza. Para tanto, o cobre metalúrgico (impuro) passa por um processo, que gera o cobre eletrolítico, conforme está ilustrado na figura a seguir.



Adaptado de: http://www.acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/46363/4/2ed_qui_m4d7.pdf

Sobre esse processo, são feitas as afirmações a seguir:

I. No catodo $(-)$, que é o cobre puro, ocorre depósito de mais cobre em virtude da redução do Cu^{2+}.
II. A corrosão faz a solução aumentar a concentração de Cu^{2+}, que é atraído para o catodo, formando cobre metálico livre das impurezas.
III. Uma solução aquosa de $NiSO_4$ aumentaria a deposição de cobre puro no catodo.
IV. No anodo $(+)$, existe a oxidação do cobre metálico.

Está CORRETO, apenas, o que se afirma em
a) I, II e III.
b) I, II e IV.
c) II, III e IV.
d) I e IV.
e) III.

maikell victor QUESTÃO 16

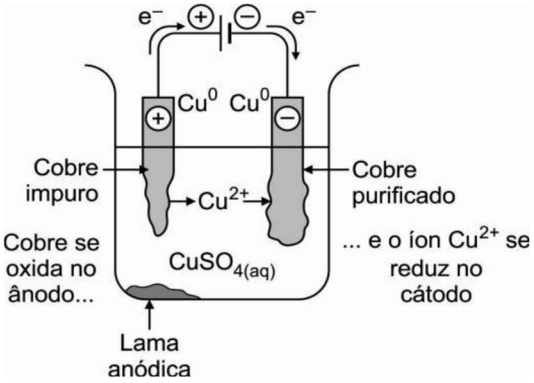
(Fmp 2020) A galvanostegia é um processo químico que consiste na aplicação, mediante deposição eletrolítica, de revestimentos metálicos aderentes, para modificar as propriedades ou as dimensões da superfície de um metal. Ela pode melhorar o aspecto, a dureza ou a resistência à corrosão e à formação de manchas superficiais.
Nos processos de galvanostegia, o objeto a ser tratado é imerso em uma solução que contenha o metal a ser depositado, sob a forma de íons, sejam simples ou complexos.

Disponível em: ‹https://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD1_SA86_ID1941_17052016200759.pdf›. Acesso em: 22 jul. 2019. Adaptado.

Sabe-se que o objeto a ser niquelado é ligado eletricamente ao polo negativo de um gerador com corrente contínua.
Sendo assim, admite-se que a reação que ocorre no cátodo seja representada por
a) $Ni^{+2} \rightarrow Ni^{0} + 2\,e^{-}$
b) $Ni^{0} \rightarrow Ni^{+3} + 3\,e^{-}$
c) $Ni^{0} + 2\,e^{-} \rightarrow Ni^{+2}$
d) $Ni^{0} \rightarrow Ni^{+2} + 2\,e^{-}$
e) $Ni^{+2} + 2\,e^{-} \rightarrow Ni^{0}$

maikell victor QUESTÃO 17

(UNICHRISTUS 2019.1.2)
O REFINO ELETROLÍTICO DO COBRE



Uma das importantes aplicações do cobre metálico é como condutor de eletricidade em fios elétricos e em circuitos eletrônicos. Isso exige alta pureza, pois o cobre impuro não é um condutor tão bom quanto o cobre puro. Assim, é necessário purificar o cobre obtido na metalurgia, pois sua pureza geralmente não é suficiente para usá-lo como condutor elétrico. Para a obtenção de cobre com pureza superior a 99,5%, é empregado o refino eletrolítico. O procedimento envolve a eletrólise de uma solução aquosa de CuSO4, utilizando como ânodo (polo positivo) o cobre metalúrgico, que contém impurezas como ferro, zinco, ouro, prata e platina.
Esquema elaborado a partir de SILBERBERG, M. S. Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change.5. ed. New York: McGraw-Hill, 2009. p. 1003.
De acordo com o que foi exposto no texto, é pertinente inferir que os metais presentes na lama anódica são
a) Ag, Au e Pt.
b) Fe e Zn.
c) Ag, Fe e Zn.
d) Au, Fe, Zn e Pt.
e) Ag, Au, Fe, Pt e Zn.

EXERCÍCIOS – LEI DE FARADAY

maikell victor QUESTÃO 18

(Mackenzie) Pode-se niquelar (revestir com uma fina camada de níquel) uma peça de um determinado metal. Para esse fim, devemos submeter um sal de níquel (II), normalmente o cloreto, a um processo denominado eletrólise em meio aquoso. Com o passar do tempo, ocorre a deposição de níquel sobre a peça metálica a ser revestida, gastando-se certa quantidade de energia. Para que seja possível o depósito de 5,87 g de níquel sobre determinada peça metálica, o valor da corrente elétrica utilizada, para um processo de duração de 1000 s, é de

Dados:
Constante de Faraday = 96500 C
Massas molares em (g/mol) Ni = 58,7

a) 9,65 A.
b) 10,36 A.
c) 15,32 A.
d) 19,30 A.
e) 28,95 A.

QUESTÃO 28

(Enem 2010) A eletrólise é muito empregada na indústria com o objetivo de reaproveitar parte dos metais sucateados. O cobre, por exemplo, é um dos metais com maior rendimento no processo de eletrólise, com uma recuperação de aproximadamente 99,9%. Por ser um metal de alto valor comercial e de múltiplas aplicações, sua recuperação torna-se viável economicamente.
Suponha que, em um processo de recuperação de cobre puro, tenha-se eletrolisado uma solução de sulfato de cobre (II) ($CuSO_4$) durante 3 h, empregando-se uma corrente elétrica de intensidade igual a 10A. A massa de cobre puro recuperada é de aproximadamente

Dados: Constante de Faraday F = 96 500 C/mol; Massa molar em g/mol: Cu = 63,5.
a) 0,02g.
b) 0,04g.
c) 2,40g.
d) 35,5g.
e) 71,0g.

ACESSE A RESOLUÇÃO COMENTADA



Olha o Gabarito! *Marque um X se você acertou*

01 - D	07 - C	13 - A	19 - A	25 - A
02 - A	08 - E	14 - E	20 - E	26 - E
03 - C	09 - D	15 - B	21 - D	27 - B
04 - C	10 - D	16 - E	22 - A	28 - D
05 - D	11 - D	17 - A	23 - C	
06 - A	12 - D	18 - D	24 - D	

Quantas você acertou?

Aula 19

CINÉTICA QUÍMICA



Velocidade média e Instantânea

Meus queridos, a Cinética Química estuda a velocidade das reações e os fatores que a influenciam. Estuda ainda a possibilidade de controlar essa velocidade, tornando as reações mais rápidas ou mais lentas. O cálculo da velocidade da reação pode ser feito em termos de velocidade média ou instantânea, conforme mostra o quadro a seguir.

Velocidade da reação	Média	Instantânea
Definição	A velocidade média (V_m) da reação em função de uma das substâncias participantes é a razão entre a quantidade consumida ou produzida da substância e o intervalo de tempo, Δt, em que isso ocorre. Deve ser considerada em módulo, pois se for calculada em função dos reagentes terá valor negativo (a quantidade diminui com o passar do tempo) e se for calculada em função dos produtos terá valor positivo (a quantidade aumenta com o passar do tempo).	A velocidade instantânea ($V_{inst.}$) da reação é calculada em função de uma substância participante e é o limite da velocidade média (V_m) quando o intervalo de tempo (Δt) tende a zero.
Cálculo em função dos reagentes	Para uma reação genérica: $R \rightarrow P$ $V_m = \frac{quantidade\ de\ R\ consumido}{\Delta t}$	$V_{inst.} = \lim_{t \to 0} V_m$ ou $V_{inst.} = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta[R]}{\Delta t}$
Cálculo em função dos produtos	Para uma reação genérica: $R \rightarrow P$ $V_m = \frac{quantidade\ de\ P\ produzido}{\Delta t}$	$V_{inst.} = \lim_{t \to 0} V_m$ ou $V_{inst.} = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta[P]}{\Delta t}$

EXEMPLO DE CÁLCULO

(PUC-RJ) A amônia é um produto básico para a produção de fertilizantes. Ela é produzida cataliticamente, em altas pressões (processo Haber), conforme a equação: $1\ N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$

Se a velocidade de produção da amônia foi medida como:

$$V = \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = 2{,}0 \cdot 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$$

de quanto será a velocidade da reação em termos de consumo N_2?

Resolução:

$$1\ mol\ de\ N_2 \text{ — } 2\ mol\ de\ NH_3$$
$$x \text{ — } 2{,}0 \cdot 10^{-4}\ mol$$
$$x = 1{,}0 \cdot 10^{-4}\ mol$$

Portanto, a velocidade média de consumo do N_2 será de **$1{,}0 \cdot 10^{-4}\ mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$**.

Note que a velocidade média de consumo de N_2 é a metade da velocidade média de formação de NH_3, o que fica claro pela análise dos coeficientes de balanceamento (1 mol de N_2 forma 2 mol de NH_3). Dessa maneira, pode-se prever que a velocidade média de consumo do H_2, no mesmo intervalo de tempo, será o triplo daquela do N_2 (1 mol de N_2 reage com 3 mol de H_2): $3{,}0 \cdot 10^{-4}\ mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$.

VELOCIDADE MÉDIA DA REAÇÃO

É possível apresentar a velocidade média única da reação sem que precisemos especificar a substância envolvida. Para isso, basta dividirmos as velocidades médias obtidas anteriormente pelo coeficiente de balanceamento da substância utilizada no cálculo.

Veja: $V_m\ (reação) = \frac{Vm\ (N_2)}{1} = \frac{Vm\ (H_2)}{3} = \frac{Vm\ (NH_3)}{2}$

Note que um valor único foi obtido.

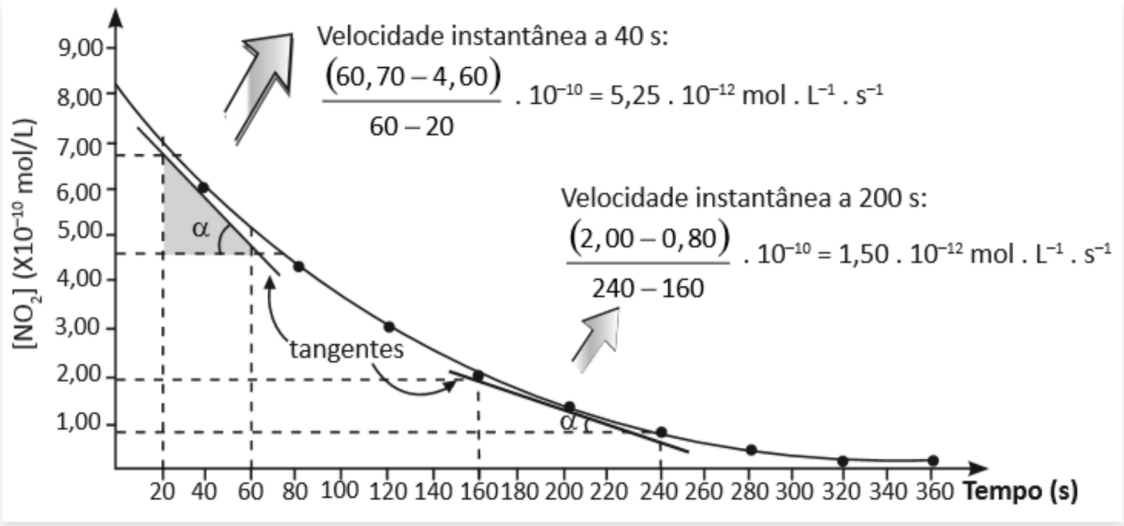
OBS: Velocidade média X velocidade instantânea

Se em uma viagem um automóvel percorre 100 km em 2 horas, dizemos que sua velocidade média foi de 100/2 = 50 km/h. Isso, porém não significa que essa tenha sido sua velocidade em todos os momentos da viagem.
Eventualmente, da mesma maneira que os passageiros possam ter decidido fazer algumas paradas, em certos instantes o carro pode ter atingido velocidades superiores a 50 km/h – são as velocidades instantâneas.
Em uma reação química, algo semelhante acontece. Se construirmos um gráfico da concentração de NO_2 em função do tempo decorrido usando os valores fornecidos abaixo para a reação.

$$NO_2 \rightarrow NO + O$$

Tempo decorrido (segundos)	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360
$[NO_2]$	$8{,}20.10^{-10}$	$5{,}80.10^{-10}$	$4{,}10.10^{-10}$	$2{,}90.10^{-10}$	$2{,}05.10^{-10}$	$1{,}45.10^{-10}$	$1{,}02.10^{-10}$	$0{,}72.10^{-10}$	$0{,}51.10^{-10}$	$0{,}36.10^{-10}$

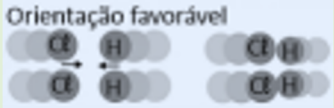
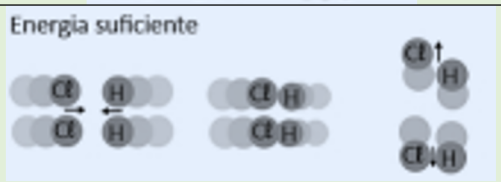
Podemos calcular a rapidez de consumo desse reagente em qualquer instante. Observe:



Para calcular a velocidade instantânea do consumo de NO2 em certo momento basta traçarmos uma tangente à curva no ponto em que se pretende determinar a velocidade. Constrói-se, então, um triângulo e calcula-se a tangente do ângulo α.

CONDIÇÕES PARA QUE UMA REAÇÃO OCORRA

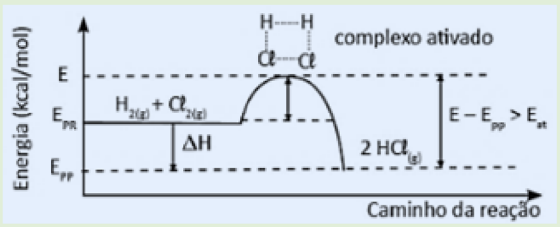
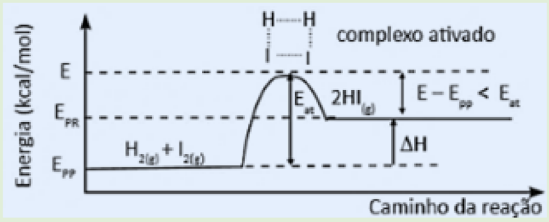
Para que uma reação química possa ocorrer é preciso que os reagentes estejam em contato e que tenham afinidade química; além dessas condições fundamentais, é necessário atender às condições complementares descritas no quadro a seguir.

Condição	Definição	Exemplo
Colisão com geometria favorável	As partículas devem colidir entre si numa orientação favorável.	
Energia de ativação	A colisão deve ocorrer com uma energia mínima denominada energia de ativação para que a ligação existente nas partículas reagentes seja rompida e a reação se efetive.	

Quando a colisão entre as partículas dos reagentes obedece às condições descritas, forma-se primeiramente uma estrutura instável e intermediária entre os reagentes e produtos, denominada complexo ativado.
O complexo ativado é uma estrutura instável e intermediária entre os reagentes e os produtos de uma reação.
Assim, podemos dizer que a energia de ativação é a energia necessária para que os reagentes atinjam o complexo ativado e é numericamente igual à diferença:

Energia de ativação (E_{at})	=	Energia necessária para que a reação se efetive (E)	—	Energia própria dos reagentes (E_{PR})

Os produtos de uma reação química também possuem um determinado conteúdo energético, o qual chamamos de energia própria dos produtos (Epp). O quadro a seguir mostra como, a partir da diferença E – Epp, é possível concluir se uma reação é endotérmica ou exotérmica.

Diferença	Definição	Gráfico - Exemplo
$E - E_{pp} > E_{at}$	Quando a diferença entre a energia necessária para que a reação se efetive (E) e a energia própria dos produtos (E_{pp}) for maior que a energia de ativação (E_{at}), a reação irá liberar energia (será **exotérmica**).	
$E - E_{pp} < E_{at}$	Quando a diferença entre a energia necessária para que a reação se efetive (E) e a energia própria dos produtos (E_{pp}) for menor que a energia de ativação (E_{at}), a reação irá absorver energia (será **endotérmica**).	

A energia de ativação representa um obstáculo na transformação de reagentes em produtos e a reação só será efetuada se esse obstáculo for transposto; logo, no que diz respeito à velocidade da reação, podemos concluir:

Quanto menor a energia de ativação, maior a velocidade da reação e vice-versa.

Fatores que influenciam a velocidade

São diversos os fatores que podem influir na velocidade de uma reação química, tornando-a mais rápida ou mais lenta. Acompanhe como isso ocorre no quadro a seguir.

Fator	Definição	Influência na velocidade
Natureza dos reagentes	Relaciona-se ao número de ligações que precisam ser rompidas para efetivar a reação. Reações orgânicas normalmente são mais lentas porque envolvem moléculas grandes com muitas ligações a serem rompidas enquanto as inorgânicas são mais rápidas porque envolvem íons e poucas ligações a serem rompidas.	Quanto maior for o número de ligações a serem rompidas nos reagentes e quanto mais fortes elas forem, mais lenta será a reação. **Exemplos:** $CH_{4(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2\ H_2O_{(l)}$ (muito lenta a 20°C) $HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ (instantânea a 20°C)
Superfície de contato	É a área de um determinado reagente efetivamente exposta aos demais. Está relacionada ao estado partição da substância: barras, lâminas, fios, pó, partículas dissolvidas etc.	Quanto maior a superfície de contato dos reagentes envolvidos, maior a velocidade da reação. **Exemplo:** ferro em limalha oxida mais rápido que ferro em barra.
Pressão	O efeito da pressão é considerável apenas quando existem substâncias reagentes na fase gasosa.	Quanto maior a pressão de reações que ocorrem na fase gasosa, maior a frequência de colisões efetivas entre as partículas reagentes e maior a velocidade da reação.

Temperatura	Por ser uma medida da energia cinética média das partículas de uma substância, um aumento de temperatura implica um aumento na frequência de colisões efetivas.	Um aumento de temperatura aumenta a velocidade de reações químicas exotérmicas e endotérmicas. **Regra de Van´t Hoff**: cada elevação de 10°C na temperatura de uma reação duplica (ou até triplica) a sua velocidade.
Concentração de reagentes	É a quantidade de partículas de reagentes por unidade de volume.	Quanto maior o número de partículas de reagentes por unidade de volume, maior a chance de haver colisões efetivas entre essas partículas e maior a velocidade da reação.
Catalisador	O catalisador é uma substância que interage com os reagentes fornecendo um "caminho mais fácil para que a reação se efetive". O catalisador não sofre alteração permanente em sua massa ou composição. Pode participar do complexo ativado da reação, mas é completamente recuperado no final.	Um catalisador diminui a energia de ativação da reação, aumentando a sua velocidade. A ação do catalisador pode ser intensificada por uma certa substância denominada **promotor** ou **ativador** (que sozinha não exerce nenhum efeito na reação), ou pode ter seu efeito diminuído por determinada substância denominada **veneno**.
Inibidor	O inibidor interage com os reagentes tornando o "caminho mais difícil para que a reação se efetive"; pode participar do complexo ativado, mas é integralmente recuperado no final da reação.	A presença de um inibidor adequado aumenta a energia de ativação da reação, diminuindo a sua velocidade. **Exemplo:** O íon nitrato, NO_3^-, diminui a velocidade da reação de decomposição das carnes, atuando, portanto, como conservante.

A ação de um catalisador, que aumenta a velocidade de uma reação química, é denominada catálise e pode ocorrer de diversas maneiras, como mostra a tabela a seguir.

Catálise	Definição	Exemplo
Homogênea	O sistema: reagentes + catalisador é monofásico. O catalisador forma com um dos reagentes um composto intermediário que necessita de menos energia para prosseguir a reação.	Combustão do $SO_{2(g)}$ catalisada por $NO_{2(g)}$. $2\ SO_{2(g)} + 1\ O_{2(g)} \xrightarrow{NO_{2(g)}} SO_{3(g)}$
Heterogênea	O sistema: reagentes + catalisador é polifásico. O catalisador ajuda a enfraquecer as ligações nos reagentes facilitando seu rompimento.	Combustão do $SO_{2(g)}$ catalisada por $V_2O_{5(s)}$. $2\ SO_{2(g)} + 1\ O_{2(g)} \xrightarrow{V_2O_{5(s)}} SO_{3(g)}$
Autocatálise	Um dos produtos atua como catalisador da reação, que no início é lenta e vai se tornando progressivamente mais rápida à medida que esse produto vai sendo formado.	Catálise do $NO_{(g)}$ na reação do cobre com ácido nítrico. $3\ Cu_{(s)} + 8\ HNO_{3(aq)} \rightarrow 3\ Cu(NO_3)_{2(aq)} + 4\ H_2O_{(l)} + 2\ NO_{(g)}$

Lei da ação das massas

Os cientistas Guldberg e Waage, estudando a cinética das reações em função da concentração dos reagentes, estabeleceram a Lei da Ação das Massas, em que o termo "massa" ou "massas ativas" foi utilizado para expressar concentração em mol/L, simbolizada por [ ].
A cada temperatura, a velocidade de uma reação é diretamente proporcional ao produto das concentrações em mol/L dos reagentes, elevadas a expoentes determinados experimentalmente a partir da Lei da Ação das Massas chegamos aos conceitos relacionados no quadro abaixo.

Conceito	Definição	Relação matemática
Reação elementar	É uma reação que se desenvolve numa única etapa. Os expoentes a que devem ser elevadas as concentrações em mol/L dos reagentes na expressão da velocidade são os próprios coeficientes da reação balanceada.	$a\ A + b\ B \rightarrow c\ C + d\ D$ $\mathbf{v = k\ .\ [A]^a\ .\ [B]^b}$ os expoentes a e b são determinados experimentalmente.
Reação não elementar	É uma reação que se desenvolve em duas ou mais etapas distintas. A velocidade da reação é determinada pela velocidade da etapa mais lenta (maior energia de ativação) e será proporcional apenas às concentrações dos reagentes que participam dessa etapa.	$a\ A + b\ B \rightarrow c\ C + d\ D$ $\mathbf{v = k\ .\ [A]^\alpha\ .\ [B]^\beta}$ os expoentes α e β são determinados experimentalmente.

Ordem de uma reação	É a soma de todos os expoentes que aparecem na expressão da velocidade da reação. Indica a dependência existente entre a concentração em mol/L de determinado reagente e a velocidade da reação global.	a A + b B → c C + d D Reação elementar: ordem da reação = a + b Reação não elementar: ordem da reação = α + β
Molecularidade de uma reação	É o número mínimo de partículas reagentes que precisam colidir para que ocorra uma reação elementar ou uma etapa de uma reação não elementar (para uma reação não elementar, não se define molecularidade para a reação global).	$H_{2(g)}$ + 2 $NO_{(g)}$ → $N_2O_{(g)}$ + $H_2O_{(l)}$ **molecularidade 3** 2 $NO_{(g)}$ → $N_2O_{2(g)}$ **molecularidade 2**

Anotações

Exercícios

QUESTÃO 01

(UNIFOR -2016.1) O bromo é um elemento não metálico, líquido, de cor avermelhada a temperatura ambiente, volátil, denso e instável, podendo ser obtido por meio da equação química abaixo:

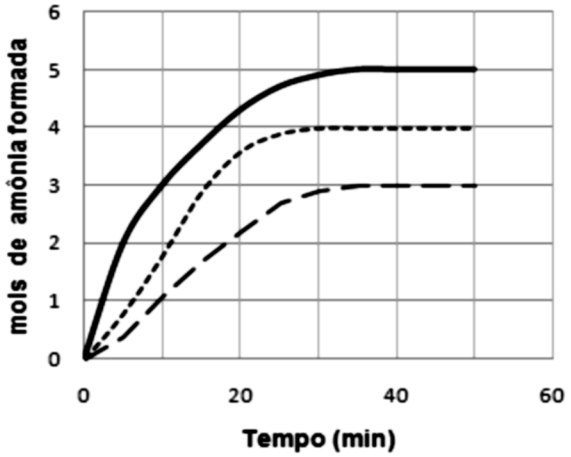
$BrO_3^-{}_{(aq)} + 5\ Br^-{}_{aq} + 6\ H^+{}_{(aq)} \rightarrow 3\ Br_{2\ (aq)} + 3\ H_2O_{(l)}$

Considerando que a velocidade de desaparecimento do íon brometo seja igual a $5,5 \times 10^{-3}$ mol L^{-1} s^{-1}, a velocidade de aparecimento do bromo, em mol L^{-1} s^{-1}, será, aproximadamente, de

a) $1,15 \times 10^{-2}$
b) $1,65 \times 10^{-2}$
c) $3,30 \times 10^{-3}$
d) $5,50 \times 10^{-3}$
e) $8,58 \times 10^{-5}$

QUESTÃO 02

(UNIFOR - adaptada) A amônia é um produto básico para a produção de fertilizantes produzida cataliticamente, em altas pressões, conforme a reação:
$N_2\ (g) + 3H_2\ (g) \rightarrow 2NH_3\ (g)$.
Realizou-se esta reação sob três diferentes condições experimentais, todas partindo da mesma concentração de gás nitrogênio e hidrogênio. A variação da concentração de amônia formada foi registrada em função do tempo conforme o gráfico abaixo.



Com base no gráfico, a velocidade média de produção da amônia nos 10 primeiros minutos no experimento mais rápido nesse intervalo de tempo é

a) 0,1 mol/min.
b) 0,2 mol/min.
c) 0,3 mol/min.
d) 0,4 mol/min.
e) 0,5 mol/min.

QUESTÃO 03

(UNAERP) A relação a seguir mostra a variação da concentração de uma substância A, em função do tempo, em uma reação química:
a A + b B → c C + d D

T (min)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
[A]	11,0	7,0	4,3	3,0	2,0	1,0	0,5	0,3	0,2	0,2

Qual será o valor da velocidade média da reação de A correspondente ao intervalo entre 4 e 14 min?

a) 4,0 mol/L.min.
b) 0,4 mol/L.min.
c) 1,4 mol/L.min.
d) 25 mol/L.min.
e) 2,5 mol/L.min.

QUESTÃO 04

(UECE) A camada de ozônio na atmosfera é um filtro solar natural que protege o ser humano da radiação ultravioleta que pode causar câncer de pele e catarata no globo ocular. O ozônio pode desaparecer a partir da seguinte reação:
$2O_{3(g)} \rightarrow 3O_{2(g)}$.
Se a velocidade de formação do O_2, $\Delta[O_2]/\Delta t$ for $9,0.10^{-4}$ mol/L.s num certo instante, o valor da velocidade de desaparecimento do O_3, $-\Delta[O_3]/\Delta t$, no mesmo instante, em mol/L.s, será:

a) $18,0 \cdot 10^{-4}$
b) $13,5 \cdot 10^{-4}$
c) $6,0 \cdot 10^{-4}$
d) $4,5 \cdot 10^{-4}$

QUESTÃO 05

(UECE) Manchete do jornal o *Estado de São Paulo* em 23.04.2014: "Gás metano produzido por vacas é usado para abastecer veículos". Cientistas argentinos desenvolveram tecnologia para aproveitar o gás metano gerado pelos bovinos, que tem efeito estufa na atmosfera do planeta.

Pesquisando o gás metano, um grupo de estudantes da UECE realizou, em laboratório, uma combustão e coletou os dados da tabela abaixo:

Tempo (min)	$[CH_4]$ (mol/L)	$[CO_2]$ (mol/L)
0	0,050	0
10	0,030	0,020
20	0,020	?

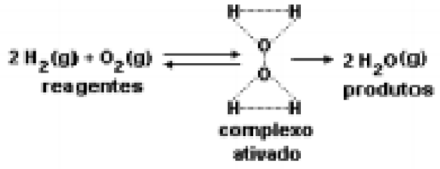
Com os dados da tabela, a velocidade média da reação entre 0 e 20 minutos foi determinada com o valor

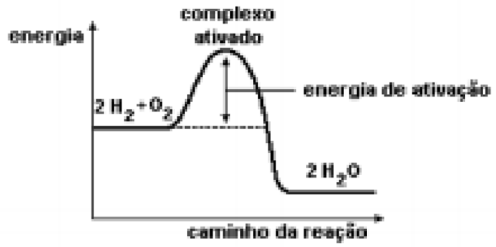
a) $1,2 \times 10^{-3}$ mol.L^{-1}.min^{-1}.

b) 0,8 x 10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}.
c) 1,3 x 10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}.
d) 1,5 x 10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}.

maikell victor QUESTÃO 06

(UFSM) A água que forma os oceanos gotejou das nuvens, depois que a temperatura elevada no interior da jovem Terra retirou átomos de oxigênio e hidrogênio de rochas constituídas de compostos, como a mica. As moléculas então formadas foram levadas à superfície em rios de lava, depois foram liberadas como vapor d'água, formando grandes nuvens. Desse modo, nossos oceanos já foram um dia nossas rochas. Sendo dados a reação de formação da água e o gráfico representativo do caminho da reação, ou seja,





Assinale a alternativa correta.
a) A reação de formação da água é endotérmica.
b) A adição de um catalisador aumenta a velocidade de formação da água pois diminui a entalpia de reação.
c) Quanto maior a frequência de colisões efetivas entre as moléculas de H_2 e O_2, maior a velocidade da reação.
d) A velocidade de decomposição de $H_2(g)$ é metade da velocidade de decomposição de $O_2(g)$.
e) A velocidade de decomposição de $O_2(g)$ é o dobro da velocidade de formação de $H_2O(g)$.

maikell victor QUESTÃO 07

(UFC) Metano (CH_4) é o gás produzido a partir da biomassa, e a sua queima na indústria, para obtenção de energia térmica, corresponde à seguinte reação:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

Se a velocidade de consumo do metano é 0,01 mol min^{-1}, assinale a alternativa que corretamente expressa o número de moles de CO_2 produzido durante uma hora de reação.
a) 0,3
b) 0,4
c) 0,5
d) 0,6
e) 0,7

maikell victor QUESTÃO 08

(Ufrgs 2018) O ácido hidrazoico HN_3 é um ácido volátil e tóxico que reage de modo extremamente explosivo e forma hidrogênio e nitrogênio, de acordo com a reação abaixo.

$$2\,HN_3 \rightarrow H_2 + 3\,N_2$$

Sob determinadas condições, a velocidade de decomposição do HN_3 é de $6{,}0 \times 10^{-2}$ mol L^{-1} min^{-1}. Nas mesmas condições, as velocidades de formação de H_2 e de N_2 em mol L^{-1} min^{-1}, são, respectivamente,
a) 0,01 e 0,03.
b) 0,03 e 0,06.
c) 0,03 e 0,09.
d) 0,06 e 0,06.
e) 0,06 e 0,18.

maikell victor QUESTÃO 09

(Ufrgs 2019) De acordo com a teoria das colisões, para ocorrer uma reação química em fase gasosa deve haver colisões entre as moléculas reagentes, com energia suficiente e com orientação adequada.

Considere as seguintes afirmações a respeito da teoria das colisões.
I. O aumento da temperatura aumenta a frequência de colisões e a fração de moléculas com energia suficiente, mas não altera a orientação das moléculas.
II. O aumento da concentração aumenta a frequência das colisões.
III. Uma energia de ativação elevada representa uma grande fração de moléculas com energia suficiente para a reação ocorrer.

Quais estão corretas?
a) Apenas I.
b) Apenas II.
c) Apenas III.
d) Apenas I e II.
e) I, II e III.

maikell victor QUESTÃO 10

(Maikell Victor 2019) A cinética química estuda a taxa das reações e os fatores que a influenciam. Esse estudo tem grande importância na vida cotidiana como no cozimento e na conservação dos alimentos, na determinação da velocidade com que os medicamentos fazem efeito no organismo ou na necessidade de maior eficiência nos processos industriais. Os principais fatores que alteram a velocidade das reações são a superfície de contato, a temperatura, a concentração dos reagentes e o uso de catalisadores. Uma situação do dia a dia que caracteriza o aumento da velocidade de uma reação causado pela maior concentração dos reagentes é

a) o alimento estraga mais rapidamente fora da geladeira.
b) a queima mais rápida de um cigarro no momento da tragada.
c) o cozimento mais rápido de um alimento na panela de pressão.
d) a decomposição mais rápida da água oxigenada em contato com o sangue.
e) o cozimento mais rápido de uma peça de carne em pedaços do que quando inteira.

QUESTÃO 11

(UNICHRISTUS 2015.2) MASTIGAÇÃO

Há uma recomendação na área da Saúde para que se triturem muito bem os alimentos antes de ingeri-los, ou seja, eles devem ser mastigados muitas vezes. Essa prática aumenta a rapidez da reação, facilitando a digestão.

Disponível em: Ser protagonista – Química, 2a série; ensino médio / obra coletiva concebida, desenvolvida produzida por Edições SM; editor responsável Murilo Tissoni Antunes.

A base científica para essa recomendação é o fato de a mastigação aumentar

a) a concentração entre as substâncias que compõem os alimentos e os líquidos do corpo (saliva e suco gástrico).
b) a catálise entre as substâncias que compõem os alimentos e os líquidos do corpo (saliva e suco gástrico).
c) a temperatura entre as substâncias que compõem os alimentos e os líquidos do corpo (saliva e suco gástrico).
d) a pressão entre as substâncias que compõem os alimentos e os líquidos do corpo (saliva e suco gástrico).
e) a superfície de contato entre as substâncias que compõem os alimentos e os líquidos do corpo (saliva e suco gástrico).

QUESTÃO 12

(Maikell Victor 2021) Alguns dos melhores vinhos podem ser guardados por anos e até mesmo décadas, mas basta abrir a garrafa que, em pouco tempo, é iniciado o seu caminho em direção à morte. Isso acontece porque o contato com o ar dá início a um processo oxidativo da bebida. O oxigênio que, em pequena quantidade, ultrapassa os poros das rolhas e contribui na lenta evolução dos vinhos de guarda, é o mesmo que, em grande quantidade, acaba rapidamente com o vinho.

Há alguns métodos utilizados para prolongar a vida do vinho logo depois de aberto, um desses métodos seria transferir o vinho para uma garrafa menor, tampá-la e guardá-la na geladeira.

Disponível em: http://vidaevinho.com. Acesso em: 15 ago. 2019 (adaptado).

Isso conserva o vinho por mais tempo, pois

a) leva o vinho para uma garrafa esterilizada.
b) protege a garrafa da exposição de luz e de calor.
c) impede a ação de catalisadores biológicos na oxidação do etanol.
d) diminui a temperatura e o contato com o oxigênio dentro da garrafa.
e) aumenta a área de contato do vinho com o ar e diminui a temperatura.

QUESTÃO 13

(UNICHRISTUS 2017.1) A margarina é uma emulsão de óleos vegetais obtida por hidrogenação parcial desses óleos. Não são todas as ligações duplas que são hidrogenadas, a quantidade de hidrogenação dependerá da consistência que se deseja para o produto. Além desse produto de hidrogenação, adiciona-se a essa emulsão conservantes, corantes e flavorizantes (substâncias que conferem ou aumentam o sabor e o odor).

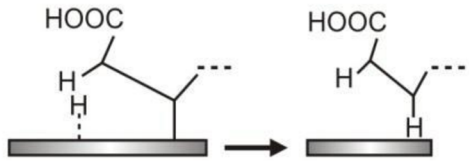
A figura a seguir mostra as etapas do processo de hidrogenação.



Etapa 1: Moléculas do gás hidrogênio são adsorvidas na superfície de Paládio (Pd). A ligação H-H é parcialmente quebrada, e os átomos de hidrogênio passam a se ligar ao metal.



Etapa 2: A molécula do óleo também se adsorve à superfície do metal.



Etapa 3: Um átomo de hidrogênio adsorvido se liga a um dos carbonos que eram da dupla C = C, e depois o segundo hidrogênio se liga ao outro carbono que era dessa ligação dupla. O produto sofre adsorção, a superfície de paládio fica livre para outras moléculas se adsorverem e repetirem as etapas do mecanismo.

Disponível em: ‹http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_mecanismos_das_reacoes.pdf›. (Adaptado). Acesso: 17 de julho de 2016.

No mecanismo de reação apresentado, o metal utilizado tem a função de

a) reagente.
b) produto.
c) solvente.
d) catalisador homogêneo.
e) catalisador heterogêneo.

QUESTÃO 14

(UNICHRISTUS) O Triclosan, ou 5-cloro-2-(2,4-dicloro-fenoxi)-fenol é um aditivo empregado em alguns desodorantes, cremes dentais, sabonetes antissépticos, cosméticos e até em brinquedos plásticos e utensílios de cozinha como agente antibacteriano. Embora seja muito usado há mais de trinta anos, o mecanismo da ação germicida do Triclosan só foi esclarecido no final do século passado. Pensava-se que ele atuasse de modo não específico como, por exemplo, o íon hipoclorito (ClO^-) da água sanitária. Descobriu-se, contudo, que ele age sobre uma enzima que catalisa a síntese de ácidos graxos importantes para o ciclo da vida da bactéria.

(Química na abordagem do cotidiano; MIRAGAIA, Peruzzo (Tito); EDUARDO, Leite do Canto – 4ª ed. – v.3 – São Paulo: Moderna, 2006)

O comportamento do Triclosan está relacionado com o poder de

a) ativador.
b) catalisador.
c) inibidor.
d) promotor.
e) veneno.

QUESTÃO 15

(UNICHRISTUS) Leia o texto abaixo:

Para reciclar sucata de alumínio, basta aquecê-la até a temperatura de fusão do alumínio, que é de 660°C. O alumínio derretido é transformado em lingotes, que são vendidos às indústrias que o usam. Às vezes, vem ferro com o alumínio. Para separá-lo, usa-se um ímã, antes de jogar a sucata de alumínio no forno de fusão. Quando a sucata de alumínio é de latas de refrigerante, precisamos prensar um monte de latas para formar um pacote menor. É que as latas são de alumínio muito fino e, na temperatura do forno de fusão, seriam atacadas pelo oxigênio do ar. O alumínio formaria óxido de alumínio e perderíamos todo o alumínio. Quando as latas estão prensadas, o oxigênio não chega lá tão facilmente e o alumínio derrete antes de ser atacado pelo oxigênio. Do ponto de vista da Cinética, prensar as latas de alumínio diminui a velocidade da reação porque diminui

a) a concentração de oxigênio.
b) a energia cinética média das moléculas reagentes.
c) a energia de ativação do complexo ativado da etapa lenta, no mecanismo da reação.
d) a concentração do alumínio na etapa lenta, no mecanismo da reação.
e) a superfície de contato entre o metal e o oxigênio.

QUESTÃO 16

(UNIFOR) Considerando os fatores que alteram a rapidez das transformações químicas, pode-se afirmar que uma fruta apodrecerá mais rapidamente se estiver:

a) sem a casca, em geladeira.
b) em pedaços, congelada.
c) inteira, exposta ao sol.
d) em pedaços, exposta ao sol.
e) com a casca, exposta ao sol.

QUESTÃO 17

(UNICHRISTUS 2018.1) A SUBSTÂNCIA QUÍMICA QUE VOLTA A AMEAÇAR A CAMADA DE OZÔNIO

A recuperação da camada de ozônio poderá demorar várias décadas mais do que o previsto, caso não diminuam as crescentes emissões de diclorometano, uma substância química usada como solvente de pintura e para preparar compostos químicos de geladeiras e aparelhos de ar condicionado.

O diclorometano, também conhecido como cloreto de metileno, ao se decompor, libera cloro, que pode danificar a camada de ozônio, caso chegue até ela. Segundo os cientistas, os benefícios da redução das emissões de diclorometano poderão ser notados em pouco tempo, justamente porque o tempo que ele permanece na atmosfera é mais curto.

Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/a-substancia-quimica-que-volta-a-ameacar-a-camada-de-ozonio.ghtml>.
Acesso em: 08 de setembro de 2017. (Adaptado)

Sobre a substância que volta a ameaçar a camada de ozônio, é pertinente inferir que ela age criando um novo caminho reacional em que a

a) energia do complexo ativado é menor.
b) energia de ativação da reação é maior.
c) energia dos produtos diminui.
d) temperatura do sistema aumenta.
e) variação de entalpia da reação diminui.

QUESTÃO 18

(Maikell Victor 2020) Uma das experiências clássicas da química é a "pasta de dente de elefante". Ela consiste na rápida produção de uma grande quantidade de espuma a partir de poucos mililitros de água, desde que se use alguns ingredientes especiais. Para a obtenção dessa produção instantânea de espuma, são utilizados uma solução de peróxido de hidrogênio (água oxigenada), iodeto de potássio, sabão e corante.



Fonte da imagem: https://www.emsintese.com.br/2013/pasta-de-elefante/ Acesso: 17 set. de 2020

O mecanismo desse experimento pode ser representado abaixo:

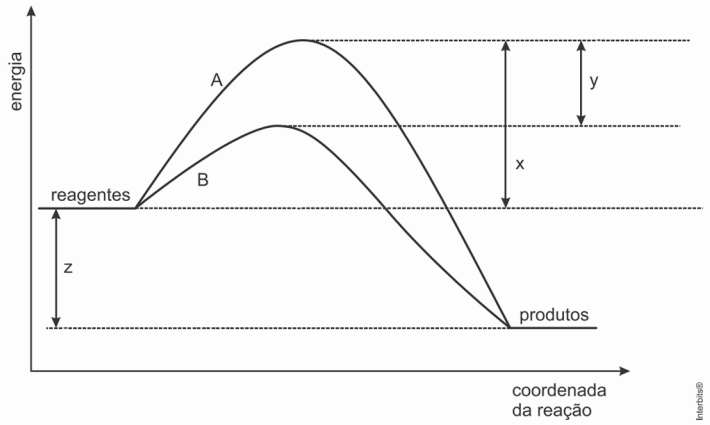
Etapa 1: $H_2O_2(aq) + I^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + IO^-(aq)$ (lenta)
Etapa 2: $H_2O_{2(aq)} + IO^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + I^-_{(aq)}$ (rápida)
Equação global: $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$

A função do íon I^- presente no iodeto de potássio para esse experimento da "pasta de dente de elefante" é atuar como

a) inibidor do processo, tornando a reação mais lenta.
b) catalisador do processo, tornando a reação mais rápida.
c) veneno do processo, diminuindo a eficiência do catalisador.
d) intermediário do processo, diminuindo a energia de ativação.
e) promotor ou ativador do processo, aumentando a eficiência do catalisador.

QUESTÃO 19

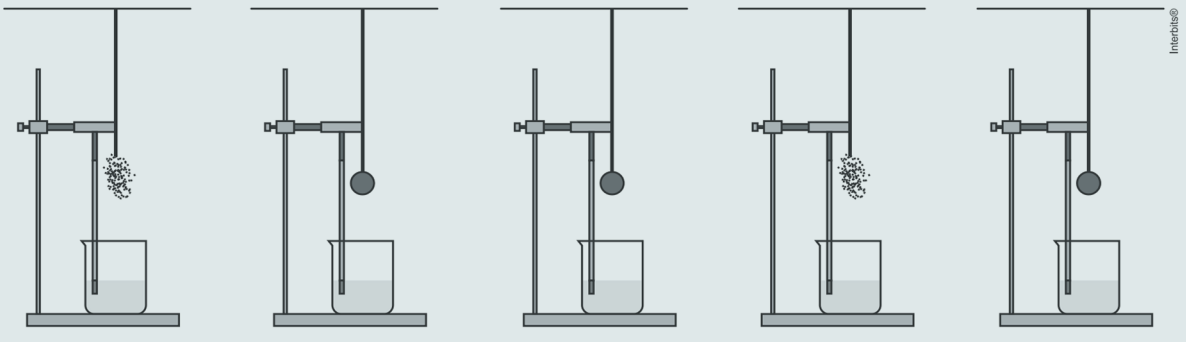
(Unioeste 2018) Atualmente, a indústria química se utiliza de uma vasta gama de catalisadores, que possuem a vantagem de tornarem as reações mais rápidas com menores custos. O gráfico abaixo representa a variação de energia de uma reação qualquer na presença e na ausência de catalisador.



Pela análise do gráfico, pode-se afirmar que
a) a reação A é exotérmica e a B é endotérmica.
b) a curva B representa a reação sem catalisador.
c) o valor de y representa a Energia de ativação (Ea) da reação não catalisada.
d) o valor de (x – y) representa a Energia de ativação (Ea) da reação catalisada.
e) o valor de z representa a energia inicial dos reagentes.

QUESTÃO 20

(G1 - ifpe 2019) Existem fatores que alteram a velocidade de uma reação química tornando-as mais rápidas ou lentas. Com o objetivo de estudar esses fatores, um grupo de estudantes preparou os experimentos ilustrados nas figuras abaixo. Em todos os experimentos, uma amostra de ferro foi pendurada sobre um becker contendo solução de ácido clorídrico. A reação $Fe_{(s)} + 2\ HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$ ocorrerá no momento da imersão da amostra de ferro na solução.



Experiência I
Filamentos de ferro
Solução 0,1 M HCℓ

Experiência II
Esfera de ferro sólida
Solução 0,8 M HCℓ

Experiência III
Esfera de ferro sólida
Solução 1,0 M HCℓ

Experiência IV
Filamentos de ferro
Solução 1,0 M HCℓ

Experiência V
Esfera de ferro sólida
Solução 0,1 M HCℓ

Considerando que os experimentos apresentam massas iguais de ferro e volumes iguais de soluções, analise as figuras e assinale a alternativa que indica a experiência de maior velocidade.
a) IV
b) I
c) II
d) III
e) V

QUESTÃO 21

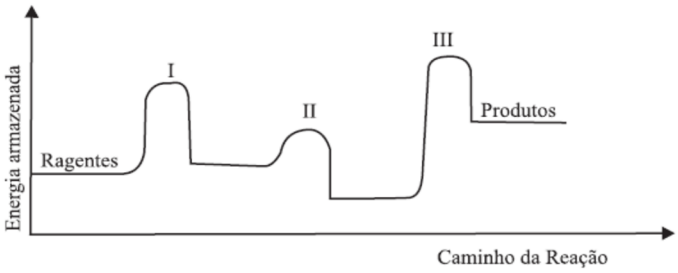
(Uece 2016) Alguns medicamentos são apresentados na forma de comprimidos que, quando ingeridos, dissolvem-se lentamente no líquido presente no tubo digestório, garantindo um efeito prolongado no organismo. Contudo, algumas pessoas, por conta própria, amassam o comprimido antes de tomá-lo.

Esse procedimento é inconveniente, pois reduz o efeito prolongado devido

a) à diminuição da superfície de contato do comprimido, provocando redução na velocidade da reação.
b) à diminuição da superfície de contato, favorecendo a dissolução.
c) ao aumento da velocidade da reação em consequência do aumento da superfície de contato do comprimido.
d) diminuição da frequência de colisões das partículas do comprimido com as moléculas do líquido presente no tubo digestório.

QUESTÃO 22

(UECE) *Air bags* de automóveis protegem motoristas e passageiros durante choques, através de um determinado mecanismo de uma reação química. O gráfico abaixo representa um mecanismo de reação, cuja alternativa **correta** é:



a) A etapa III é a mais lenta deste mecanismo.
b) A etapa I é mais rápida que a etapa II.
c) As etapas I e III são as mais rápidas deste mecanismo.
d) A etapa II é mais lenta que a etapa III.

QUESTÃO 23

(UECE) Um estudante de química determinou, experimentalmente, para uma reação genérica aA + bB → cC + dD, os dados constantes na tabela a seguir:

Exp.	[A] inicial (M)	[B] inicial (M)	Velocidade inicial (M/s)
1	0,200	0,100	$1,0 \times 10^{-4}$
2	0,400	0,100	$2,0 \times 10^{-4}$
3	0,100	0,200	$2,0 \times 10^{-4}$
4	0,100	0,400	$8,0 \times 10^{-4}$

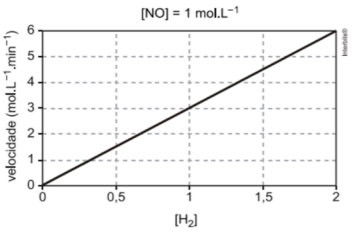
Considerando as informações da tabela, a ordem global da reação e a sua constante de velocidade, em termos numéricos, são, respectivamente:
a) 4 e 0,05.
b) 3 e 0,04.
c) 3 e 0,05.
d) 4 e 0,04.

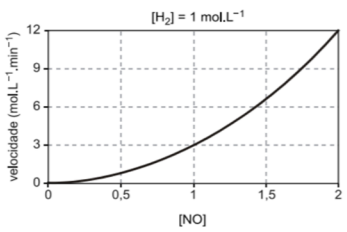
QUESTÃO 24

(UERJ adaptada) No ano de 1864, os químicos Cato Maximilian Guldberg e Peter Waage formularam a **lei da velocidade**, a qual propõe que a velocidade de uma reação química é determinada pelo produto entre a constante cinética e a concentração dos reagentes dessa reação elevada a expoentes determinados de forma experimental. A reação química entre o gás hidrogênio e o monóxido de nitrogênio, representada a seguir, foi analisada em duas séries de experimentos.

$2H_{2(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

Na primeira série, a velocidade de reação foi medida em função da concentração de hidrogênio, mantendo-se a concentração de monóxido de nitrogênio constante em 1 $mol.L^{-1}$. Na segunda série, determinou-se a velocidade em função da concentração de monóxido de nitrogênio, mantendo-se a concentração de hidrogênio constante em 1 $mol.L^{-1}$. Os resultados dos experimentos estão apresentados nos gráficos.

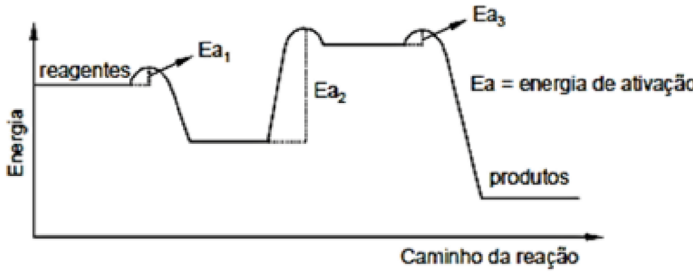




A ordem da reação para o H_2 e para o NO são:
a) H_2 – ordem = 0 e NO – ordem = 1.
b) H_2 – ordem = 1 e NO – ordem = 1.
c) H_2 – ordem = 1 e NO – ordem = 2.
d) H_2 – ordem = 2 e NO – ordem = 2.
e) H_2 – ordem = 2 e NO – ordem = 1.

QUESTÃO 25

(UNIFOR) O gráfico abaixo representa as etapas de uma reação exotérmica.



Para aumentar a velocidade dessa reação pode-se
I. usar um catalisador que atue sobre Ea_2.
II. aumentar a temperatura para favorecer a formação do complexo ativado em Ea_1, Ea_2 e Ea_3.
III. abaixar a temperatura do sistema para diminuir a diferença entre a energia dos reagentes e produtos.
Está correto o que afirma SOMENTE em
a) I.
b) II.
c) III.
d) I e II.
e) I e III.

QUESTÃO 26

(UNIFOR) Para a reação entre os gases abaixo, obtiveram-se os seguintes dados sobre a velocidade inicial com respeito à concentração inicial (mol/L) dos reagentes:

$2H_2 + 2NO \rightarrow N_2 + 2H_2O$

$[H_2]$	[NO]	Velocidade (mol/L. min)
$1,8 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	3×10^{-5}
$3,6 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	6×10^{-5}
$3,6 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-3}$	24×10^{-5}
$3,6 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	X

Pode-se dizer que a expressão da velocidade da reação e a velocidade da reação no ponto "X" indicado são:
a) $V = k [NO] [H_2]$, $v = 48 \times 10^{-5}$
b) $V = k [NO]^2 [H_2]$, $v = 54 \times 10^{-5}$
c) $V = k [NO] [H_2]^2$, $v = 72 \times 10^{-5}$
d) $V = k [NO] [H_2]^2$, $v = 96 \times 10^{-5}$
e) $V = k [NO]^2 [H_2]$, $v = 72 \times 10^{-5}$

QUESTÃO 27

(Espcex (Aman) 2019) O estudo da velocidade das reações é muito importante para as indústrias químicas, pois conhecê-la permite a proposição de mecanismos para uma maior produção. A tabela abaixo apresenta os resultados experimentais obtidos para um estudo cinético de uma reação química genérica elementar.

$$\alpha A + \beta B + \chi C \rightarrow D + E$$

Experimento	[A]	[B]	[C]	Velocidade ($mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$)
1	0,10	0,10	0,10	$4 \cdot 10^{-4}$
2	0,20	0,10	0,10	$8 \cdot 10^{-4}$
3	0,10	0,20	0,10	$8 \cdot 10^{-4}$
4	0,10	0,10	0,20	$1,6 \cdot 10^{-3}$

A partir dos resultados experimentais apresentados na tabela, pode se afirmar que a expressão da equação da lei da velocidade (V) para essa reação química é

a) $V = k[A]^1[B]^1[C]^2$.

b) $V = k[A]^2[B]^1[C]^2$.

c) $V = k[A]^2[B]^2[C]^1$.

d) $V = k[A]^1[B]^1[C]^1$.

e) $V = k[A]^0[B]^1[C]^1$.

QUESTÃO 28

(UEMG 2017) Uma reação química hipotética é representada pela seguinte equação:
$A_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow C_{(g)} + D_{(g)}$ e ocorre em duas etapas:
$A_{(g)} \rightarrow E_{(g)} + D_{(g)}$ (Etapa lenta)
$E_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow C_{(g)}$ (Etapa rápida)

A lei da velocidade da reação pode ser dada por

a) $v = k \cdot [A]$

b) $v = k \cdot [A][B]$

c) $v = k \cdot [C][D]$

d) $v = k \cdot [E][B]$

QUESTÃO 29

(G1 – ifsul 2016) Os veículos emitem óxidos de nitrogênio que destroem a camada de ozônio. A reação em fase gasosa ocorre em duas etapas:

1ª etapa: $O_3 + NO_2 \rightarrow O_2 + NO_3$ (lenta)
2ª etapa: $NO_2 + NO_3 \rightarrow N_2O_5$ (rápida)

A lei de velocidade para a reação é

a) $v = k[O_3][NO_2]$

b) $v = k[NO_2][NO_3]$

c) $v = k[O_2][NO_3]$

d) $v = k[N_2O_5]$

QUESTÃO 30

(UNICHRISTUS 2019.1) A Lei da Velocidade ou Lei de Guldberg-Waage foi proposta em 1867 pelos cientistas noruegueses Cato Maximilian Guldberg (1836-1902) e Peter Waage (1833-1900) e foi enunciada da seguinte forma:
"A velocidade de uma reação é diretamente proporcional ao produto das concentrações molares dos reagentes, para cada temperatura, elevada a expoentes experimentalmente determinados."
Disponível em: ‹https://manualdaquimica.uol.com.br/fisico-quimica/lei-velocidade.htm›. Acesso em: 2 ago. 2018.

Com base na Lei da Ação das Massas e no fato de que o dióxido de nitrogênio (NO_2) pode ser obtido por meio da reação entre o monóxido de nitrogênio (NO) e o oxigênio molecular (O_2), de acordo com o mecanismo a seguir, pode-se afirmar corretamente que

Etapa 1: $NO_{(g)} + NO_{(g)} \rightleftharpoons N_2O_{2(g)}$ (rápida; equilíbrio)
Etapa 2: $N_2O_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\ NO_{2(g)}$ (lenta)

a) a reação é de 3ª ordem em relação aos reagentes.
b) o N_2O_2 atua na reação diminuindo a energia de ativação.
c) a expressão da Lei da Velocidade para esta reação é $V = K\ [N_2O_2]\ [O_2]$.
d) a velocidade de formação do NO_2 independe das concentrações do NO e do O_2.
e) a velocidade da reação aumentará duas vezes, dobrando-se a concentração de NO.



QUESTÃO 31

(Enem 2018) O sulfeto de mercúrio (II) foi usado como pigmento vermelho para pinturas de quadros e murais. Esse pigmento, conhecido como *vermilion*, escurece com o passar dos anos, fenômeno cuja origem é alvo de pesquisas. Aventou-se a hipótese de que o *vermilion* seja decomposto sob a ação da luz, produzindo uma fina camada de mercúrio metálico na superfície. Essa reação seria catalisada por íon cloreto presente na umidade do ar.

WOGAN, T. *Mercury's Dark Influence on Art.* Disponível em: www.chemistryworld.com. Acesso em: 26 abr. 2018 (adaptado).

Segundo a hipótese proposta, o íon cloreto atua na decomposição fotoquímica do *vermilion*

a) reagindo como agente oxidante.
b) deslocando o equilíbrio químico.
c) diminuindo a energia de ativação.
d) precipitando cloreto de mercúrio.
e) absorvendo a energia da luz visível.

QUESTÃO 32

(Enem 2ª aplicação 2010) Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir, destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:

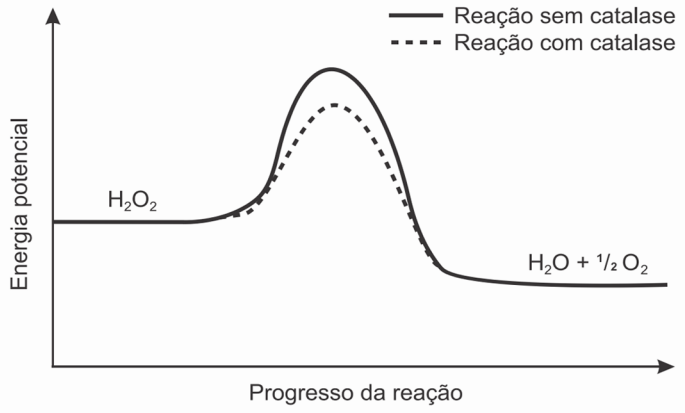
1. A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.
2. Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o seu cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.
3. Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.

Com base no texto, quais são os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?

a) Temperatura, superfície de contato e concentração.
b) Concentração, superfície de contato e catalisadores.
c) Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
d) Superfície de contato, temperatura e concentração.
e) Temperatura, concentração e catalisadores.

QUESTÃO 33

(Enem PPL 2020) O peróxido de hidrogênio é um produto secundário do metabolismo celular e apresenta algumas funções úteis, mas, quando em excesso, é prejudicial, gerando radicais que são tóxicos para as células. Para se defender, o organismo vivo utiliza a enzima catalase, que decompõe H_2O_2 em H_2O e O_2. A energia de reação de decomposição, quando na presença e ausência da catalase, está mostrada no gráfico.



Disponível em: www.pontociencia.org.br. Acesso em: 14 ago. 2013 (adaptado).

Na situação descrita, o organismo utiliza a catalase porque ela

a) diminui a energia de ativação.
b) permite maior rendimento da reação.
c) diminui o valor da entalpia da reação.
d) consome rapidamente o oxigênio do reagente.
e) reage rapidamente com o peróxido de hidrogênio.

QUESTÃO 34

(Enem PPL 2013) A hematita (a-Fe_2O_3), além de ser utilizada para obtenção do aço, também é utilizada como um catalisador de processos químicos, como na síntese da amônia, importante matéria-prima da indústria agroquímica.

MEDEIROS, M. A. F. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 3, ago. 2010 (adaptado).

O uso da hematita viabiliza economicamente a produção da amônia, porque

a) diminui a rapidez da reação.
b) diminui a energia de ativação da reação.
c) aumenta a variação da entalpia da reação.
d) aumenta a quantidade de produtos formados.
e) aumenta o tempo do processamento da reação.

QUESTÃO 35

(Enem 2020) A nanotecnologia pode ser caracterizada quando os compostos estão na ordem de milionésimos de milímetros, como na utilização de nanomateriais catalíticos nos processos industriais. O uso desses materiais aumenta a eficiência da produção, consome menos energia e gera menores quantidades de resíduos. O sucesso dessa aplicação tecnológica muitas vezes está relacionado ao aumento da velocidade da reação química envolvida.

O êxito da aplicação dessa tecnologia é por causa da realização de reações químicas que ocorrem em condições de

a) alta pressão.
b) alta temperatura.
c) excesso de reagentes.
d) maior superfície de contato.
e) elevada energia de ativação.

QUESTÃO 36

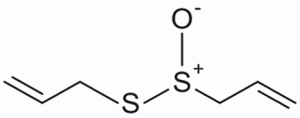
(Enem 2020) A sacarase (ou invertase) é uma enzima que atua no intestino humano hidrolisando o dissacarídeo sacarose nos monossacarídeos glicose e frutose. Em um estudo cinético da reação de hidrólise da sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), foram dissolvidos 171 g de sacarose em 500 mL de água. Observou-se que, a cada 100 minutos de reação, a concentração de sacarose foi reduzida à metade, qualquer que fosse o momento escolhido como tempo inicial. As massas molares dos elementos H, C e O são iguais a 1, 12 e 16 $g.mol^{-1}$, respectivamente.

Qual é a concentração de sacarose depois de 400 minutos do início da reação de hidrólise?

a) $2{,}50 \times 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$
b) $6{,}25 \times 10^{-2}\ mol\ L^{-1}$
c) $1{,}25 \times 10^{-1}\ mol\ L^{-1}$
d) $2{,}50 \times 10^{-1}\ mol\ L^{-1}$
e) $4{,}27 \times 10^{-1}\ mol\ L^{-1}$

maikell victor — QUESTÃO 37

(Enem 2019) O odor que permanece nas mãos após o contato com alho pode ser eliminado pela utilização de um "sabonete de aço inoxidável", constituído de aço inox (74%), cromo e níquel. A principal vantagem desse "sabonete" é que ele não se desgasta com o uso. Considere que a principal substância responsável pelo odor de alho é a alicina (estrutura I) e que, para que o odor seja eliminado, ela seja transformada na estrutura II.



Interbits®

Estrutura I

$CH_2=CH-CH_2-S-S-CH_2-CH=CH_2$

Estrutura II

Na conversão de I em II, o "sabonete" atuará como um
a) ácido.
b) redutor.
c) eletrólito.
d) tensoativo.
e) catalisador.

maikell victor — QUESTÃO 38

(Enem PPL 2013) Há processos industriais que envolvem reações químicas na obtenção de diversos produtos ou bens consumidos pelo homem. Determinadas etapas de obtenção desses produtos empregam catalisadores químicos tradicionais, que têm sido, na medida do possível, substituídos por enzimas. Em processos industriais, uma das vantagens de se substituírem os catalisadores químicos tradicionais por enzimas decorre do fato de estas serem
a) consumidas durante o processo.
b) compostos orgânicos e biodegradáveis.
c) inespecíficas para os substratos.
d) estáveis em variações de temperatura.
e) substratos nas reações químicas.

ACESSE A RESOLUÇÃO COMENTADA



Não importa quantos erros você cometa ou quão devagar é o seu progresso, você ainda estará a frente daqueles que não estão tentando.

Olha o Gabarito!

Marque um X se você acertou

01 - C	07 - D	13 - E	19 - D	25 - D	31 - C	37 - E
02 - C	08 - C	14 - E	20 - A	26 - B	32 - C	38 - B
03 - B	09 - D	15 - E	21 - C	27 - A	33 - A	
04 - C	10 - B	16 - D	22 - A	28 - A	34 - B	
05 - D	11 - E	17 - A	23 - C	29 - A	35 - D	
06 - C	12 - D	18 - B	24 - C	30 - A	36 - B	

Quantas você acertou?

Curso Prof. maikell victor Preparação para Medicina

Aula 20



EQUILÍBRIO QUÍMICO

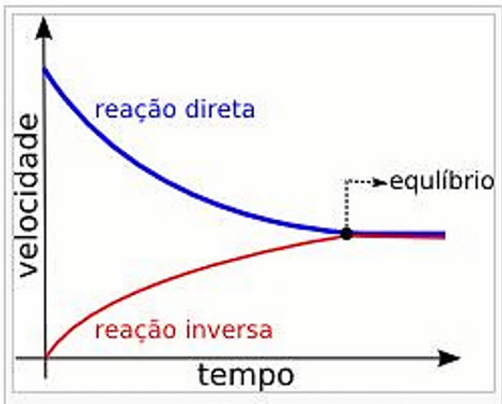


Características do Equilíbrio

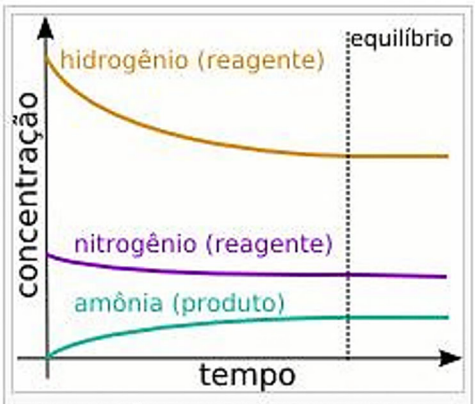
- Ocorre em reações reversíveis.
- Qualquer sistema em equilíbrio representa um estado dinâmico no qual dois ou mais processos estão ocorrendo ao mesmo tempo e na mesma velocidade, ou seja, a velocidade da reação direta é igual à da reação inversa.
- As propriedades macroscópicas (cor, estado físico, volume, densidade) permanecem constantes, ou seja, externamente não se percebe nenhuma alteração no sistema, apesar de seu caráter dinâmico.
- As concentrações de todas as substâncias presentes no equilíbrio permanecem constantes ao longo do tempo. Isto permite caracterizar o equilíbrio por meio de um número, a constante de equilíbrio, que indica a relação das concentrações entre reagentes e produtos.

Exemplo de equilíbrio químico e os seus gráficos:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$



Velocidade das reações direta e inversa em função do tempo



Concentração das substâncias envolvidas em função do tempo



Constantes de equilíbrio

Meus queridos, vamos considerar uma reação reversível genérica:

$$aA + bB \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} cC + dD$$

- Velocidade da reação direta: $v_{direta} = k_1 . [A]^a . [B]^b$
- Velocidade da reação inversa: $v_{inversa} = k_2 . [C]^c . [D]^d$

No equilíbrio:

$v_{direta} = v_{inversa} \Rightarrow k_1 . [A]^a . [B]^b = k_2 . [C]^c . [D]^d$; assim:

$$k_1[A]^a[B]^b = k_2[C]^c[D]^d$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Onde:

$$\frac{k_1}{k_2} = K_c$$

Então, teremos:

$$K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Exemplo:

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

Fácil, né? Podemos, também, expressar a constante de equilíbrio em termos de pressões parciais (K_P). Neste caso, as substâncias envolvidas serão gases. Na reação acima, a expressão de K_P será:

$$K_p = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \times P_{H_2}^3}$$

Obs.: Relação entre Kp e Kc

$$K_P = K_C . (R . T)^{\Delta n}$$

IMPORTANTE:

- O valor de Kc e Kp dependem apenas da reação considerada e da temperatura, e independe das concentrações e pressões iniciais dos reagentes.
- As constantes de equilíbrio são tratadas como um número puro, isto é, sem unidades (adimensionais).
- Líquidos e sólidos puros, que não fazem parte de solução, e solventes líquidos não constam da expressão do Kc.
- Apenas gases entram na expressão do Kp.

Anotações

Exercícios

QUESTÃO 01

Assinale abaixo qual alternativa é incorreta acerca de um equilíbrio químico:

a) A velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa.

b) Ambas as reações (direta e inversa) ocorrem simultaneamente (trata-se de um equilíbrio dinâmico).

c) As características macroscópicas do sistema (desde que fechado) não mais se alteram.

d) Os sistemas se deslocam espontaneamente para o estado de equilíbrio.

e) Obrigatoriamente, as concentrações de todas as substâncias participantes do equilíbrio devem ser iguais.

QUESTÃO 02

(UNIRIO-RJ) "O conceito de equilíbrio é fundamental na Química, mas não é exclusivo da Química. Vivemos em uma situação social e econômica que constitui equilíbrio dinâmico de forças competitivas. Na família e nos grupos sociais, comportamo-nos de maneira a manter as relações mais cordiais possíveis. Na realidade, procuramos atingir um equilíbrio."

(KOTZ; Treichel, 1998.)

Acerca do tema equilíbrio químico, podemos afirmar que

a) quanto menor for a constante de equilíbrio, mais favorável será a formação dos produtos.

b) a constante de equilíbrio não é alterada quando são alterados coeficientes estequiométricos da equação.

c) a adição de um catalisador altera o valor da constante de equilíbrio.

d) o estado físico das substâncias deve ser levado em consideração na expressão da constante de equilíbrio.

e) quanto maior for a constante de equilíbrio, mais favorável será a regeneração dos reagentes.

QUESTÃO 03

(UECE) Os estudos pioneiros sobre equilíbrio químico efetivados por Claude Berthollet (1748-1822) forneceram subsídios para a otimização de certos processos de interesse da indústria química tais como a esterificação, a síntese do amoníaco, etc. Sobre reações reversíveis e equilíbrio químico assinale a afirmação verdadeira.

a) No equilíbrio químico, as cores dos reagentes e produtos podem ser alteradas.

b) No momento do equilíbrio, as reações direta e inversa deixam de acontecer.

c) Ao contrário do inibidor, o catalisador aumenta apenas a velocidade da reação direta.

d) No equilíbrio, as concentrações de reagentes e produtos se mantêm constantes.

QUESTÃO 04

(Ufjf-pism 3 2018) Dada a expressão da constante de equilíbrio em termos da concentração de produtos e reagentes:

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}$$

A qual equação de equilíbrio químico corresponde a expressão acima?

a) $SO_{3(g)} \rightleftarrows SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

b) $2\ SO_{3(g)} \rightleftarrows 2\ SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

c) $SO_{2(g)} \rightleftarrows SO_{3(g)} + O_{2(g)}$

d) $2\ SO_{2(g)} \rightleftarrows 2\ SO_{3(g)} + O_{2(g)}$

e) $2\ SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2\ SO_{3(g)}$

QUESTÃO 05

Analise o diagrama a seguir que mostra as variações de concentração em mol/L de NO_2 e N_2O_4 até atingirem o equilíbrio, dado pela reação:

$2\ NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$.

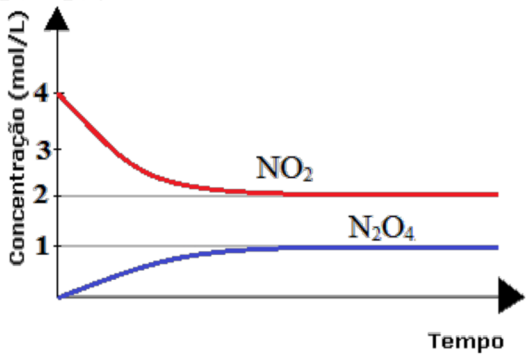


Diagrama de reação em equilíbrio químico

Determine a alternativa que indica o valor correto de Kc nessas condições:

a) 0,25

b) 0,5

c) 2,5

d) 2

e) 4

QUESTÃO 06

(UECE) Quatro fatores afetam o equilíbrio químico de um sistema, mas apenas um deles modifica o valor da constante. Esse fator é o(a)

a) temperatura.

b) pressão.

c) concentração.

d) volume.

QUESTÃO 07

(UECE) A obtenção industrial do estanho ocorre segundo a reação:

$SnO_{2(s)} + 2\ H_{2(g)} \rightleftharpoons Sn_{(s)} + 2H_2O_{(g)}$, a 750 °C.

Sabendo que a pressão total no sistema é 0,5 atm e a pressão parcial da água é de 0,3 atm, a constante de equilíbrio K_p será

a) 1,25.

b) 2,25.

c) 3,75.

d) 4,25.

QUESTÃO 08

(Ufrgs 2020) A combustão incompleta de substâncias, contendo carbono, pode formar o monóxido de carbono, o qual é extremamente tóxico. O monóxido de carbono, na presença de oxigênio, pode ser convertido no dióxido de carbono, em catalisadores automotivos, de acordo com a reação abaixo.

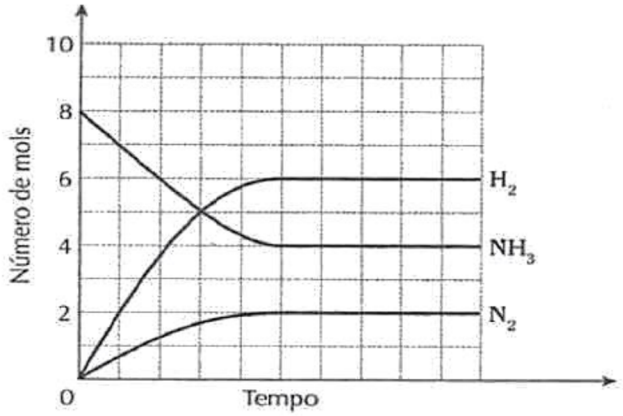
$$2\ CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ CO_{2(g)}$$

Em um determinado recipiente, contendo inicialmente monóxido de carbono e oxigênio, estabeleceu-se um equilíbrio em que se pode determinar a pressão total da mistura, 6,1 atm, as pressões parciais de monóxido de carbono e de dióxido de carbono, as quais foram, respectivamente, 0,5 atm e 4,0 atm.
O valor da constante de equilíbrio será igual a
a) 1,6.
b) 10,6.
c) 22,4.
d) 32.
e) 40.

QUESTÃO 09

(FATEC) O gráfico mostra a variação das concentrações de NH_3, H_2 e N_2, durante a reação de decomposição de 8 mols de amônia, num balão de 2L a uma temperatura de 480 ° C, em função do tempo. A equação da reação é:

$2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$



A análise dos dados mencionados nos permite concluir que o valor numérico da constante de equilíbrio, Kc, dessa reação é aproximadamente:
a) 0,07
b) 2,3.
c) 3,7.
d) 6,8.
e) 27.

QUESTÃO 10

(PUC-RS) Um equilíbrio envolvido na formação da chuva ácida está representado pela equação:

$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

Em um recipiente de 1 litro, foram misturados 6 mols de dióxido de enxofre e 5 mols de oxigênio. Depois de algum tempo, o sistema atingiu o equilíbrio; o número de mols de trióxido de enxofre medido foi 4. O valor aproximado da constante de equilíbrio é:
a) 0,53
b) 0,66
c) 0,75
d) 1,33
e) 2,33

QUESTÃO 11

(Mackenzie 2017) Em um balão de capacidade igual a 10 L, foram adicionados 1 mol da espécie $A_{2(g)}$ e 2 mols da espécie $B_{2(g)}$. Tais reagentes sofreram transformação de acordo com a equação a seguir:

$$\mathbf{A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ AB_{(g)}}$$

Considerando-se que, no estado de equilíbrio químico, a concentração da espécie $AB_{(g)}$ seja de 0,1 $mol.L^{-1}$, a constante de equilíbrio (Kc), para esse processo, é aproximadamente igual a
a) 0,25
b) 1,33
c) 5,00
d) 6,66
e) 7,50

QUESTÃO 12

(UFC) Considerando um reservatório mantido à temperatura constante, tem-se estabelecido o equilíbrio químico
$PC\ell_5(g) \rightleftharpoons PC\ell_3(g) + C\ell_2(g)$.
Sendo que as pressões parciais no equilíbrio são $p(PC\ell_5)$ = 0,15 atm, $p(PC\ell_3)$ = 0,30 atm e $p(C\ell_2)$ = 0,10 atm. Assinale a alternativa correta para o valor de Kp da reação.
a) 0,05
b) 0,10
c) 0,15
d) 0,20
e) 0,25

QUESTÃO 13

(PUC MG 2015) Considere o equilíbrio químico:
A + 2B ⇌ C + 2D
e as seguintes concentrações iniciais:

[A] mol/L	[B] mol/L	[C] mol/L	[D] mol/L
1	1	0	0

A 25 °C, para 1 litro de reagente, o equilíbrio foi atingido quando 0,5 mol do reagente B foi consumido. Assinale o valor da constante de equilíbrio da reação.
a) 3
b) 4
c) 1/4
d) 1/3

QUESTÃO 14

(FUVEST) Um recipiente fechado de 1 litro contendo inicialmente, à temperatura ambiente, 1 mol de I_2 e 1 mol de H_2 é aquecido a 300°C. Com isto estabelece-se o equilíbrio
$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

cuja constante é igual a $1,0 \times 10^2$. Qual a concentração, em mol/L, de cada uma das espécies $H_2(g)$, $I_2(g)$ e HI(g), nessas condições?
a) 0, 0, 2
b) 1, 1, 10
c) 1/6, 1/6, 5/3

d) 1/6, 1/6, 5/6
e) 1/11, 1/11, 10/11

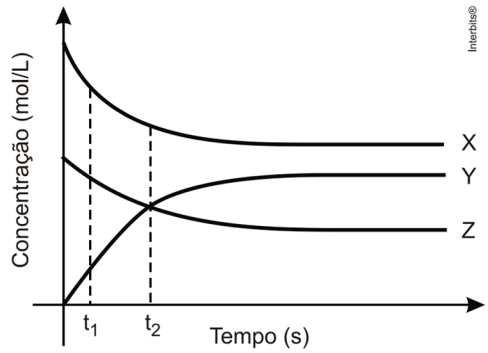
QUESTÃO 15

(G1 - CFTMG) Em um recipiente de 10 L de capacidade a 500 °C, foram colocados 1 mol de hidrogênio gasoso (H_2) 1 mol de iodo gasoso (I_2). Atingido o equilíbrio, a análise do sistema mostrou que 0,40 mol de iodeto de hidrogênio gasoso (HI) estava presente. Partindo-se desses dados, o valor de Kc a 500 °C, para essa reação, é:
a) 0,25
b) 0,44
c) 2,25
d) 4,00

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
No mundo atual, são produzidas milhões de toneladas de compostos nitrogenados, entre os quais os fertilizantes são os mais importantes pelo papel que desempenham na produção de alimentos. Esses adubos agrícolas nitrogenados são fabricados a partir da amônia, que é produzida industrialmente através da síntese de Haber-Bosch, descrita pela seguinte equação:

$$\mathbf{N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g) \quad \Delta H = -113\ kJ/mol}$$

(UFPB) A variação das concentrações do produto e dos reagentes da síntese de Haber-Bosch, em um reator mantido à temperatura constante, é mostrada no gráfico a seguir.



Com base nesse gráfico, é correto afirmar:
a) As curvas X, Y e Z referem-se a NH_3, H_2 e N_2 respectivamente.
b) As curvas X, Y e Z referem-se a H_2, NH_3 e N_2 respectivamente.
c) As curvas X, Y e Z referem-se a N_2, NH_3 e H_2 respectivamente.
d) A concentração do produto, em t_1, é maior do que a dos reagentes.
e) O sistema, em t_2, está em equilíbrio.

QUESTÃO 17

(Ufrgs 2019) Quando se monitoram as concentrações na reação de dimerização do NO_2, $\mathbf{2\ NO_2 \rightleftarrows N_2O_4}$, obtém-se a seguinte tabela (concentrações em $mol\,L^{-1}$)

	$\mathbf{NO_2}$	$\mathbf{N_2O_4}$
Inicial	2	0
Tempo muito longo	x	0,8

Qual o valor de x em $mol\,L^{-1}$ e qual o valor da constante de equilíbrio em termos das concentrações?
a) $x = 0,4; Kc = 5$
b) $x = 0,4; Kc = 1$
c) $x = 0,8; Kc = 2$
d) $x = 1,6; Kc = 5$
e) $x = 2,0; Kc = 4$

QUESTÃO 18

(UFPB) Se 1 mol de $H_{2(g)}$ e 1 mol de $I_{2(g)}$, em um recipiente de 1 litro, atingirem a condição de equilíbrio a 500 °C, a concentração de HI no equilíbrio será:

Dado: Kc = 49.

a) 2,31.
b) 5,42.
c) 1,56.
d) 3,29.
e) 4,32.

QUESTÃO 19

(Unesp) A indústria de fertilizantes químicos, para a obtenção dos compostos nitrogenados, utiliza o gás amônia (NH_3) que pode ser sintetizado pela hidrogenação do nitrogênio, segundo a equação química:

$$\mathbf{N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftharpoons 2\ NH_3(g)}$$
$$\mathbf{K = 1,67 \times 10^{-3} mol^{-2} \cdot L^2}$$

Num procedimento de síntese, no sistema, em equilíbrio, as concentrações de $N_2(g)$ e de $H_2(g)$ são, respectivamente, iguais a $2,0\ mol \cdot L^{-1}$ e $3,0\ mol \cdot L^{-1}$. Nessas condições, a concentração de $NH_3(g)$, em $mol \cdot L^{-1}$, será igual a
a) 0,30.
b) 0,50.
c) 0,80.
d) 1,00.
e) 1,30.

QUESTÃO 20

(Acafe 2019) Considere os equilíbrios químicos genéricos a seguir e suas respectivas constantes, sob temperatura de 25 °C:

1) $A \rightleftharpoons B + C$ $\quad K_1 = 3 \times 10^{-2}$
2) $D \rightleftharpoons 2B + E$ $\quad K_2 = 2 \times 10^{-5}$
3) $2A + E \rightleftharpoons 2C + D$ $\quad K_3 = ?$

Baseado nos conceitos químicos e nas informações fornecidas, assinale a alternativa **correta** que contém o valor da constante K_3:

a) 6×10^{-7}
b) 3000
c) 45
d) 1500

maikell victor QUESTÃO 21

(Acafe 2017) Considere os seguintes equilíbrios químicos hipotéticos e suas respectivas constantes de equilíbrio (K) sob temperatura de $400\ K$.

$2\ A_{(g)} + 3\ B_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ AB_{3\,(g)}$ K_I

$AB_{3(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons AB_{5\,(g)}$ K_{II}

$2\ A_{(g)} + 5\ B_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ AB_{5\,(g)}$ K_{III}

Assinale a alternativa que melhor representa o valor de K_{III}:

a) $K_{III} = 2 \cdot K_I \cdot K_{II}$
b) $K_{III} = 2 \cdot K_I + K_{II}$
c) $K_{III} = K_I \cdot (K_{II})^2$
d) $K_{III} = (K_I)^2 + K_{II}$



Princípio de Le Chatelier – Deslocamento do Equilíbrio

Quando um sistema em reação atinge o equilíbrio químico, ele tende a permanecer dessa maneira indefinidamente, desde que não seja perturbado por algum fator externo como variação da concentração das substâncias participantes, variação da pressão ou da temperatura. Caso ocorra alguma perturbação, o equilíbrio se desloca no sentido de minimizá-la. O Princípio de Le Chatelier diz:

Quando um sistema em equilíbrio sofre uma perturbação qualquer, ele se desloca espontaneamente no sentido que tende a anular esta perturbação, procurando se ajustar novamente ao equilíbrio.

Considere como exemplo a reação:

$$1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \underset{\text{inverso}}{\overset{\text{direto}}{\rightleftharpoons}} 2\ NH_{3(g)} \qquad \Delta H = -22\ \text{kcal}$$

Lembre-se de que a pressão e o volume são grandezas inversamente proporcionais e que os coeficientes da reação são proporcionais às quantidades em volumes das substâncias na fase gasosa.

Operação	Deslocamento do equilíbrio
Adição de reagente	O equilíbrio se desloca no sentido direto, de formação dos produtos. A adição de $N_{2(g)}$ ou $H_{2(g)}$ ao sistema aumenta a formação de $NH_{3(g)}$. $1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$
Adição de produto	O equilíbrio se desloca no sentido inverso, de formação dos reagentes. A adição de $NH_{3(g)}$ ao sistema aumenta a formação de $N_{2(g)}$ ou $H_{2(g)}$. $1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$
Retirada de reagente	O equilíbrio se desloca no sentido inverso, de formação dos reagentes. A retirada de $N_{2(g)}$ ou $H_{2(g)}$ do sistema leva à formação de mais $N_{2(g)}$ ou $H_{2(g)}$. $1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$
Retirada de produto	O equilíbrio se desloca no sentido direto, de formação dos produtos. A retirada de $NH_{3(g)}$ do sistema leva à formação de mais $NH_{3(g)}$. $1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$
Aumento da pressão	O equilíbrio se desloca no sentido no qual ocorre contração de volume. Um aumento de pressão aumenta a formação de $NH_{3(g)}$. $1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$ (4 volumes) (2 volumes)
Diminuição da pressão	O equilíbrio se desloca no sentido no qual ocorre expansão de volume. Uma diminuição de pressão aumenta a formação do $N_{2(g)}$ e $H_{2(g)}$. $1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$ (4 volumes) (2 volumes)

Aumento da temperatura	O equilíbrio se desloca no sentido da reação endotérmica. Um aumento de temperatura aumenta mais a formação $N_{2(g)}$ e $H_{2(g)}$. $1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$ + calor
Diminuição da temperatura	O equilíbrio se desloca no sentido da reação exotérmica. Uma diminuição de temperatura aumenta mais a formação do $NH_{3(g)}$. $1\ N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$ + calor

Obs.: Efeito dos catalisadores

Meus queridos, o catalisador nunca altera a posição de equilíbrio, quer dizer, o catalisador não provoca aumento das concentrações dos produtos ou reagentes. Seu efeito corresponde a um aumento da velocidade da reação, mas tanto no sentido direto como no sentido inverso, fazendo com que o equilíbrio seja atingido mais rapidamente, pela diminuição da energia de ativação nos dois sentidos da reação.

EXERCÍCIOS: PRINCÍPIO DE LE CHATELIER – DESLOCAMENTO DE EQUILÍBRIO

maikell victor QUESTÃO 22

(FGV) A produção de suínos gera uma quantidade muito grande e controlada de dejetos, que vem sendo empregada em bioconversores para geração de gás metano. O metano, por sua vez, pode ser utilizado para obtenção de gás H_2. Em uma reação denominada reforma, o metano reage com vapor-d'água na presença de um catalisador formando hidrogênio e dióxido de carbono de acordo com o equilíbrio

$$\mathbf{CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons 3H_2(g) + CO_2(g) \quad \Delta H° > 0.}$$

O deslocamento do equilíbrio no sentido da formação do H_2 é favorecido por:

I. aumento da pressão;
II. adição do catalisador;
III. aumento da temperatura.

É correto apenas o que se afirma em
a) I.
b) I e II.
c) II.
d) II e III.
e) III.

maikell victor QUESTÃO 23

(UECE) O óxido nítrico é um gás incolor que pode resultar de uma reação no interior de máquinas de combustão interna e, ao ser resfriado no ar, é convertido a dióxido de nitrogênio, um gás de cor castanha, que irrita os pulmões e diminui a resistência às infecções respiratórias, conforme a reação:
$2\ NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ NO_2(g)\ \Delta H < 0$
Considerando o sistema acima em equilíbrio, é **correto** afirmar-se que a produção de dióxido de nitrogênio será favorecida quando se
a) adicionar um catalisador.
b) aumentar a pressão.
c) elevar a temperatura.
d) retirar oxigênio.

maikell victor QUESTÃO 24

(UERJ 2020) Considere as quatro reações químicas em equilíbrio apresentadas abaixo.

I. $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftarrows 2\ HI_{(g)}$
II. $2\ SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2\ SO_{3(g)}$
III. $CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightleftarrows CO_{2(g)} + NO_{(g)}$
IV. $2\ H_2O_{(g)} \rightleftarrows 2\ H_{2(g)} + O_{2(g)}$

Após submetê-las a um aumento de pressão, o deslocamento do equilíbrio gerou aumento também na concentração dos produtos na seguinte reação:
a) I
b) II
c) III
d) IV

maikell victor QUESTÃO 25

(Upf 2018) O dióxido de nitrogênio é um gás de cor castanha que se transforma parcialmente em tetróxido de dinitrogênio, um gás incolor. O equilíbrio entre essas espécies pode ser representado pela equação:

$$2\ NO_{2(g)} \rightleftarrows N_2O_{4(g)} \quad \Delta H < 0$$

Com base nas informações apresentadas e considerando as seguintes condições reacionais:
I. Aumento da pressão.
II. Aumento da temperatura.
III. Adição de $N_2O_{4(g)}$.
IV. Adição de $NO_{2(g)}$.
Marque a alternativa que indica apenas as condições que deslocam o equilíbrio para a direita.
a) I, II e III.
b) I e IV.
c) III e IV.
d) I e II.
e) II, III e IV.

maikell victor QUESTÃO 26

(UECE 2017) Um estudante de química retirou água do seguinte sistema em equilíbrio:

$$\mathbf{2\ NO_{2(g)} + CH_{4(g)} \rightleftarrows CO_{2(g)} + 2\ H_2O_{(\ell)} + N_{2(g)}}$$

Em seguida, esse aluno constatou acertadamente que
a) a concentração de metano diminuiu.

b) o equilíbrio se desloca para a esquerda.
c) a concentração do dióxido de carbono diminuiu.
d) a concentração do nitrogênio gasoso diminuiu.

maikell victor QUESTÃO 27

(FGV 2015) Os automóveis são os principais poluidores dos centros urbanos. Para diminuir a poluição, a legislação obriga o uso de catalisadores automotivos. Eles viabilizam reações que transformam os gases de escapamento dos motores, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono, em substâncias bem menos poluentes.
Os catalisadores _____ a energia de ativação da reação no sentido da formação dos produtos, _____ a energia de ativação da reação no sentido dos reagentes e _____ no equilíbrio reacional.

No texto, as lacunas são preenchidas, correta e respectivamente, por:
a) diminuem ... aumentam ... interferem
b) diminuem ... diminuem ... não interferem
c) diminuem ... aumentam ... não interferem
d) aumentam ... diminuem ... interferem
e) aumentam ... aumentam ... interferem

maikell victor QUESTÃO 28

(Acafe 2012) Nos grandes centros urbanos, impurezas sólidas liberadas pelos canos de escapamento dos veículos, quando misturadas à neblina, provocam uma névoa de poluição ao nível do solo, denominada *smog* (do inglês, *smoke*: fumaça e *fog*: neblina).

Uma reação importante na formação do *smog* é representada por:

$$O_{3(g)} + NO_{(g)} \rightleftharpoons O_{2(g)} + NO_{2(g)}$$

Dados: $K = 6{,}0 \times 10^{34}$

Valores de entalpia de formação

Substância	Entalpia de Formação $\left(kJ \cdot mol^{-1}\right)$
O_2	0
O_3	142,67
NO	90,29
NO_2	33,10

Considerando as informações anteriores, assinale a alternativa correta.
a) Na reação, a quantidade de calor absorvida é igual a +199,86 kJ.
b) A quantidade de calor envolvida na reação é igual a –199,86 kJ e a reação é exotérmica.
c) O valor numérico de K indica que na situação de equilíbrio químico haverá mais reagentes do que produtos.
d) A diminuição da concentração de NO desloca o equilíbrio para a direita.

maikell victor QUESTÃO 29

(Ufjf-pism 3 2019) Em uma garrafa de refrigerante, ou cerveja, há pelo menos uma reação química reversível ocorrendo a todo o tempo: a decomposição do ácido carbônico em meio aquoso, como mostra a equação química abaixo:

$$H_2CO_{3(aq)} \rightleftarrows H_2O_{(\ell)} + CO_{2(g)} \quad \Delta H > 0$$

Segundo o Princípio de Le Chatelier, quando a garrafa é aberta, ocorre:
a) o aumento da pressão em seu interior, favorecendo a decomposição do ácido carbônico.
b) a diminuição da pressão em seu interior, favorecendo a formação do ácido carbônico.
c) a diminuição da pressão em seu interior, favorecendo a decomposição do ácido carbônico.
d) o aumento da temperatura do refrigerante, levando a formação de ácido carbônico, diminuindo a concentração de CO_2.
e) o aumento da temperatura do refrigerante, levando à decomposição de ácido carbônico, diminuindo o pH do refrigerante.

maikell victor QUESTÃO 30

(FMP 2018) O galinho do tempo é um bibelô, na forma de um pequeno galo, que, dependendo das condições meteorológicas daquele instante, pode mudar de cor, passando de azul para rosa e vice-versa. O íon $[CoC\ell_4]^{2-}_{(aq)}$ apresenta cor azul e o íon $[Co(H_2O)_6]^{2-}_{(aq)}$ apresenta cor rosa. A equação envolvida nesse processo é representada por

$$[CoC\ell_4]^{2-}_{(aq)} + 6\ H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows [Co(H_2O)_6]^{2+}_{(aq)} + 4\ C\ell^-_{(aq)}$$

Segundo o Princípio de Le Chatelier, a cor do "galinho" em um dia de sol e a expressão da constante de equilíbrio de ionização são, respectivamente,

a) azul e $K = \dfrac{\left[[CoC\ell_4]^{2-}\right]}{\left[[Co(H_2O)_6]^{2+}\right] \cdot \left[C\ell^-\right]^4}$

b) azul e $K = \dfrac{\left[[Co(H_2O)_6]^{2+}\right] \cdot \left[C\ell^-\right]^4}{\left[[CoC\ell_4]^{2-}\right]}$

c) rosa e $K = \dfrac{\left[[CoC\ell_4]^{2-}\right] \cdot [H_2O]^6}{\left[[Co(H_2O)_6]^{2+}\right] \cdot \left[C\ell^-\right]^4}$

d) rosa e $K = \dfrac{\left[[Co(H_2O)_6]^{2+}\right] \cdot \left[C\ell^-\right]^4}{\left[[CoC\ell_4]^{2-}\right] \cdot [H_2O]^6}$

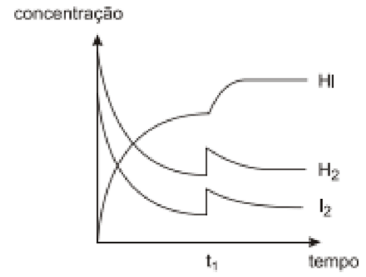
e) azul e $K = \dfrac{\left[[Co(H_2O)_6]^{2+}\right] \cdot \left[C\ell^-\right]^4}{\left[[CoC\ell_4]^{2-}\right] \cdot [H_2O]^6}$

maikell victor QUESTÃO 31

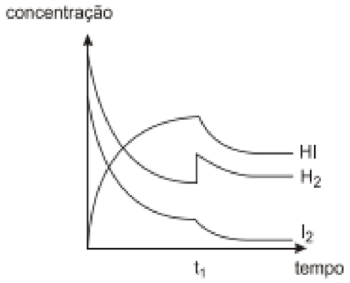
(UFRGS 2010) A reação de síntese do iodeto de hidrogênio, representada a seguir, é muito utilizada em estudos de equilíbrio químico.
$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2\ HI$
Essa reação atinge o equilíbrio químico após um tempo suficientemente longo. Depois de atingido o equilíbrio, no tempo t_1, é adicionada uma dada quantidade de H_2.

Assinale o gráfico que melhor representa a evolução das concentrações com o tempo.

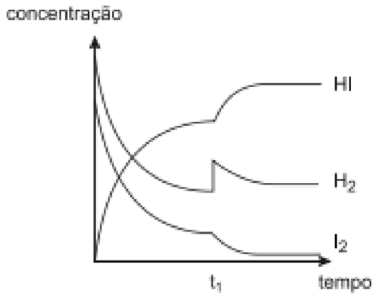
a)



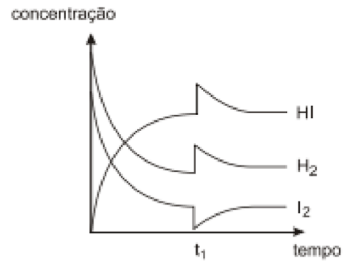
b)



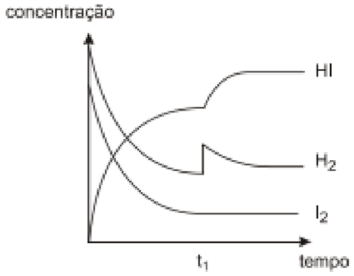
c)



d)



e)

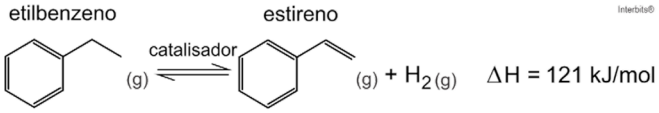


maikell victor QUESTÃO 32

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia o texto para responder à(s) questão(ões) a seguir.

O estireno, matéria-prima indispensável para a produção do poliestireno, é obtido industrialmente pela desidrogenação catalítica do etilbenzeno, que se dá por meio do seguinte equilíbrio químico:



(UNESP 2017) Analisando-se a equação de obtenção do estireno e considerando o princípio de Le Châtelier, é correto afirmar que

a) a entalpia da reação aumenta com o emprego do catalisador.
b) a entalpia da reação diminui com o emprego do catalisador.
c) o aumento de temperatura favorece a formação de estireno.
d) o aumento de pressão não interfere na formação de estireno.
e) o aumento de temperatura não interfere na formação de estireno.

maikell victor QUESTÃO 33

(MACK SP/2014) Considere o processo representado pela transformação reversível equacionada abaixo.

$A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ AB_{(g)}\ \Delta H > 0$

Inicialmente, foram colocados em um frasco com volume de 10 L, 1 mol de cada um dos reagentes. Após atingir o equilíbrio, a uma determinada temperatura T, verificou-se experimentalmente que a concentração da espécie AB(g) era de 0,10 mol/L.

São feitas as seguintes afirmações, a respeito do processo acima descrito.

I. A constante K_C para esse processo, calculada a uma dada temperatura T, é 4.

II. A concentração da espécie A_2(g) no equilíbrio é de 0,05 mol/L.

III. Um aumento de temperatura faria com que o equilíbrio do processo fosse deslocado no sentido da reação direta.

Assim, pode-se confirmar que

a) é correta somente a afirmação I.
b) são corretas somente as afirmações I e II.
c) são corretas somente as afirmações I e III.
d) são corretas somente as afirmações II e III.
e) são corretas as afirmações I, II e III.

maikell victor QUESTÃO 34

(UFRGS 2018) Considere os dados termodinâmicos da reação abaixo, na tabela a seguir.

$$CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightleftarrows CO_{2(g)} + NO_{(g)}$$

Substância	CO	NO_2	CO_2	NO
ΔH_f (kJ mol^{-1})	−110,5	33,2	−393,5	90,3

Com base nesses dados, considere as seguintes afirmações sobre o deslocamento do equilíbrio químico dessa reação.

I. O aumento da temperatura desloca no sentido dos produtos.

II. O aumento da pressão desloca no sentido dos produtos.
III. A adição de CO_2 desloca no sentido dos reagentes.

Quais estão corretas?

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

maikell victor QUESTÃO 35

(UCS 2015) O oxigênio presente no ar atmosférico, ao chegar aos pulmões, entra em contato com a hemoglobina (Hem) do sangue, dando origem à oxiemoglobina ($HemO_2$), que é responsável pelo transporte de O_2 até as células de todo o organismo. O equilíbrio químico que descreve esse processo pode ser representado simplificadamente pela equação química abaixo.

$Hem_{(aq)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons HemO_{2(aq)}$

À medida que uma pessoa se desloca para locais de _____ altitude, a quantidade e a pressão parcial de O_2 no ar vai _____ e esse equilíbrio vai se deslocando para a _____. Em função disso, a pessoa sente fadiga e tontura, e pode até morrer em casos extremos. O corpo tenta reagir produzindo mais hemoglobina; esse processo, porém, é lento e somente se conclui depois de várias semanas de "ambientação" da pessoa com a altitude. É interessante notar que os povos nativos de lugares muito altos, como o Himalaia, desenvolveram, através de muitas gerações, taxas de hemoglobina mais elevadas que a dos habitantes à beira-mar. Esse fenômeno proporciona uma boa vantagem, por exemplo, aos jogadores de futebol da Bolívia, em relação aos seus adversários estrangeiros, quando disputam uma partida na cidade de La Paz, a mais de 3600 m de altitude.

Assinale a alternativa que preenche correta e respectivamente, as lacunas acima.

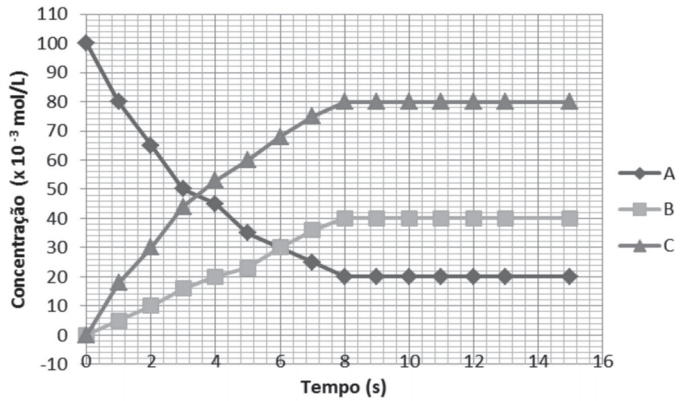
a) maior – aumentando – esquerda
b) maior – diminuindo – esquerda
c) menor – diminuindo – esquerda
d) menor – diminuindo – direita
e) maior – aumentando – direita

maikell victor QUESTÃO 36

(UNIFOR-modificada) O dióxido de nitrogênio é um gás de cor castanho-avermelhado, de cheiro forte e irritante. É um agente oxidante forte e sua presença na atmosfera contribui para a formação de chuvas ácidas. Em um recipiente contendo apenas NO_2, ocorre o seguinte processo a temperatura constante:

$2\ NO_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2\ NO_{(g)} + O_{2\,(g)}$

As concentrações do reagente e dos produtos foram acompanhados com o passar do tempo, conforme mostra o gráfico abaixo.



Analisando o gráfico, é correto o que se afirma em:

I – O aumento da pressão favorece a formação de NO (g) e O_2 (g).
II – Ao atingir o equilíbrio, a constante de equilíbrio terá valor de 0,64.
III – As curvas A, B e C representam respectivamente as concentrações de NO_2, NO e O_2.
IV – A partir de 6s o sistema atinge o equilíbrio e não ocorre alteração nas concentrações.
V – O aumento da pressão favorece o deslocamento da reação no sentido do NO_2 (g).

Está correto o que se afirma apenas em

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

maikell victor QUESTÃO 37

(UNIFOR – 2015.1) Considere as seguintes reações:

$N_{2(g)} + 3\ H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ NH_{3(g)}$, K = 0,105
$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ HI_{(g)}$, K = 50

Comparando as duas reações acima, analise as afirmações a seguir.

I - Na reação 1, a reação direta é favorecida, enquanto que, na reação 2, a reação inversa é favorecida.
II - A adição de H_2 (g) nas reações 1 e 2 irá favorecer as reações inversas 1 e 2.
III - Um aumento de pressão irá favorecer a reação direta na reação 1 e a reação inversa na reação 2.
IV - Na reação 1, a reação inversa é favorecida, enquanto que, na reação 2, a reação direta é favorecida.
V - A adição de H_2 (g) nas reações 1 e 2 irá favorecer as reações diretas 1 e 2.

É correto apenas o que se afirma em:

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

maikell victor QUESTÃO 38

(UNICHRISTUS-MED-2016.2-2ª FASE) A reação de Sabatier ou processo de Sabatier envolve a reação do hidrogênio com o dióxido de carbono em temperaturas e em pressões elevadas na presença de um catalisador de níquel, cujo resultado final é o metano e a água. A reação de Sabatier é descrita pela seguinte equação:

$CO_{2(g)} + 4\ H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + 2\ H_2O_{(g)}$

Essa reação foi descoberta pelo químico francês Paul Sabatier e tem sido proposta como um passo chave para o envio de missões tripuladas a Marte. Nessas missões, poderiam levar-se tanques cheios de hidrogênio da terra, ou então produzi-lo a partir da água marciana por meio de eletrólise, conseguindo, então, oxigênio. A reação é exotérmica e produz uma energia de aproximadamente 165 kJ (este valor é apenas referencial, já que varia dependendo das condições). A reação se dá em um reator, cujas paredes estão revestidas de níquel que atua como catalisador.

Disponível em:
http://pt.wikipedia.org/wiki/Rea%C3%A7%C3%A3o_de_Sabatier.
Acesso em: 6 de março de 2016.

Com base no que foi exposto acima, depreende-se que
a) a diminuição de gás carbônico desloca o equilíbrio para a direita.
b) a diminuição da temperatura desloca o equilíbrio para a esquerda.
c) a retirada do gás hidrogênio aumenta a produção de metano.
d) a adição do catalisador de níquel aumenta o rendimento do gás metano.
e) o aumento da pressão desloca o equilíbrio para a direita.



maikell victor QUESTÃO 39

(Enem 2020) Para garantir que produtos eletrônicos estejam armazenados de forma adequada antes da venda, algumas empresas utilizam cartões indicadores de umidade nas embalagens desses produtos. Alguns desses cartões contêm um sal de cobalto que muda de cor em presença de água, de acordo com a equação química:

$$\underset{(azul)}{CoC\ell_{2(s)}} + 6\ H_2O_{(g)} \rightleftharpoons \underset{(rosa)}{CoC\ell_2 \cdot 6\ H_2O_{(s)}} \qquad \Delta H < 0$$

Como você procederia para reutilizar, num curto intervalo de tempo, um cartão que já estivesse com a coloração rosa?
a) Resfriaria no congelador.
b) Borrifaria com *spray* de água.
c) Envolveria com papel alumínio.
d) Aqueceria com secador de cabelos.
e) Embrulharia em guardanapo de papel.

maikell victor QUESTÃO 40

(Enem PPL 2014) A formação de estalactites depende da reversibilidade de uma reação química. O carbonato de cálcio ($CaCO_3$) é encontrado em depósitos subterrâneos na forma de pedra calcária. Quando um volume de água rica em CO_2 dissolvido infiltra-se no calcário, o minério dissolve-se formando íons Ca^{2+} e HCO_3^-. Numa segunda etapa, a solução aquosa desses íons chega a uma caverna e ocorre a reação inversa, promovendo a liberação de CO_2 e a deposição de $CaCO_3$, de acordo com a equação apresentada.

$Ca^{2+}_{(aq)} + 2\ HCO_3^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

$\Delta H = +40{,}94$ kJ/mol

Considerando o equilíbrio que ocorre na segunda etapa, a formação de carbonato será favorecida pelo(a)
a) diminuição da concentração de íons OH^- no meio.
b) aumento da pressão do ar no interior da caverna.
c) diminuição da concentração de HCO_3^- no meio.
d) aumento da temperatura no interior da caverna.
e) aumento da concentração de CO_2 dissolvido.

maikell victor QUESTÃO 41

(ENEM) Os refrigerantes têm-se tornado cada vez mais o alvo de políticas públicas de saúde. Os de cola apresentam ácido fosfórico, substância prejudicial à fixação de cálcio, o mineral que é o principal componente da matriz dos dentes. A cárie é um processo dinâmico de desequilíbrio do processo de desmineralização dentária, perda de minerais em razão da acidez. Sabe-se que o principal componente do esmalte do dente é um sal denominado hidroxiapatita. O refrigerante, pela presença da sacarose, faz decrescer o pH do biofilme (placa bacteriana), provocando a desmineralização do esmalte dentário. Os mecanismos de defesa salivar levam de 20 a 30 minutos para normalizar o nível do pH, remineralizando o dente. A equação química seguinte representa esse processo:

$$\underset{\text{Hidroxiapatita}}{Ca_5(PO_4)_3OH\ (s)} \underset{\text{mineralização}}{\overset{\text{desmineralização}}{\rightleftharpoons}} 5\ Ca^{2+}\ (aq) + 3\ PO_4^{3-}\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

Interbits®

GROISMAN, S. *Impacto do refrigerante nos dentes é avaliado sem tirá-lo da dieta.* Disponível em: http://www.isaude.net. Acesso em: 1 maio 2010 (adaptado).

Considerando que uma pessoa consuma refrigerantes diariamente, poderá ocorrer um processo de desmineralização dentária, devido ao aumento da concentração de
a) OH^-, que reage com os íons Ca^{2+}, deslocando o equilíbrio para a direita.
b) H^+, que reage com as hidroxilas OH^-, deslocando o equilíbrio para a direita.
c) OH^-, que reage com os íons Ca^{2+}, deslocando o equilíbrio para a esquerda.
d) H^+, que reage com as hidroxilas OH^-, deslocando o equilíbrio para a esquerda.
e) Ca^{2+}, que reage com as hidroxilas OH^-, deslocando o equilíbrio para a esquerda.

maikell victor QUESTÃO 42

(Enem 2015) Vários ácidos são utilizados em indústrias que descartam seus efluentes nos corpos d'água, como rios e lagos, podendo afetar o equilíbrio ambiental. Para neutralizar a acidez, o sal carbonato de cálcio pode ser adicionado ao efluente, em quantidades apropriadas, pois produz bicarbonato, que neutraliza a água. As equações envolvidas no processo são apresentadas:

I. $CaCO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + 2\ HCO^-_{3(aq)}$

II. $HCO^-_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)} \qquad K_1 = 3{,}0 \times 10^{-11}$

III. $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}\ K_2 = 6{,}0 \times 10^{-9}$

IV. $CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)}\ K_3 = 2{,}5 \times 10^{-7}$

Com base nos valores das constantes de equilíbrio das reações II, III e IV a 25°C, qual é o valor numérico da constante de equilíbrio da reação I?

a) $4,5 \times 10^{-26}$

b) $5,0 \times 10^{-5}$

c) $0,8 \times 10^{-9}$

d) $0,2 \times 10^{5}$

e) $2,2 \times 10^{26}$

maikell victor QUESTÃO 43

(Enem 2015) Hipóxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O_2) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO_2) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:

$$Hb_{(aq)} + O_{2(aq)} \rightleftharpoons HbO_{2(aq)}$$

Mal da montanha. Disponível em: www.feng.pucrs.br. Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

a) elevação da pressão arterial.
b) aumento da temperatura corporal.
c) redução da temperatura do ambiente.
d) queda da pressão parcial de oxigênio.
e) diminuição da quantidade de hemácias.

maikell victor QUESTÃO 44

(Enem 2ª aplicação 2010) O pH do solo pode variar em uma faixa significativa devido a várias causas. Por exemplo, o solo de áreas com chuvas escassas, mas com concentrações elevadas do sal solúvel carbonato de sódio (Na_2CO_3), torna-se básico devido à reação de hidrólise do íon carbonato, segundo o equilíbrio:

$$CO_{3(aq)}^{2-} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HCO_{3(aq)}^{-} + OH_{(aq)}^{-}$$

Esses tipos de solo são alcalinos demais para fins agrícolas e devem ser remediados pela utilização de aditivos químicos.

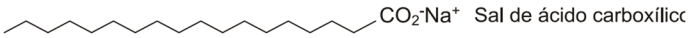
BAIRD, C. *Química ambiental*. São Paulo: Artmed, 1995 (adaptado).

Suponha que, para remediar uma amostra desse tipo de solo, um técnico tenha utilizado como aditivo a cal virgem (CaO). Nesse caso, a remediação

a) foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a direita, em decorrência da elevação de pH do meio.
b) foi realizada, pois o caráter ácido da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da redução de pH do meio.
c) não foi realizada, pois o caráter ácido da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a direita, em decorrência da redução de pH do meio.
d) não foi realizada, pois o caráter básico da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da elevação de pH do meio.
e) não foi realizada, pois o caráter neutro da cal virgem promove o deslocamento do equilíbrio descrito para a esquerda, em decorrência da manutenção de pH do meio.

maikell victor QUESTÃO 45

(Enem) Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:

$$CH_3(CH_2)_{16}COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3(CH_2)_{16}COOH + OH^-$$

Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita.

Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira

a) mais eficiente em pH básico.
b) mais eficiente em pH ácido.
c) mais eficiente em pH neutro.
d) eficiente em qualquer faixa de pH.
e) mais eficiente em pH ácido ou neutro.

ACESSE A RESOLUÇÃO COMENTADA

Olha o Gabarito! *Marque um X se você acertou*

01 - E	07 - B	13 - D	19 - A	25 - B	31 - C	37 - C	43 - D
02 - D	08 - E	14 - C	20 - C	26 - A	32 - C	38 - E	44 - D
03 - D	09 - E	15 - A	21 - C	27 - B	33 - E	39 - D	45 - A
04 - E	10 - B	16 - B	22 - E	28 - B	34 - C	40 - D	
05 - A	11 - B	17 - A	23 - B	29 - C	35 - B	41 - B	
06 - B	12 - D	18 - C	24 - B	30 - B	36 - B	42 - B	

Quantas você acertou?

Aula 21

EQUILÍBRIO IÔNICO





Equilíbrio iônico é todo equilíbrio químico que envolve a participação de íons, normalmente obtidos pela ionização de um composto covalente na água formando um ácido ou pela dissociação de uma base em meio aquoso. Para os equilíbrios são válidas as relações a seguir

Constante de equilíbrio iônico	Expressão matemática	Característica
Ki ou Ka para ácidos	Para a ionização genérica: $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$ $Ki = \frac{[H_3O^{1+}].[A^-]}{[HA]}$ O valor de $[H_2O]$ é constante.	Quanto maior o valor de Ki, maior o grau de ionização, α, do ácido; portanto, maior a sua força e vice-versa. Para uma determinada ionização, os valores de Ki só variam com a temperatura.
Ki ou Kb para bases	Para a dissociação genérica: $COH \rightleftharpoons C^{1+}_{(aq)} + A^{1-}_{(aq)}$ $Ki = \frac{[C^{1+}].[OH^{1-}]}{[COH]}$	Quanto maior o valor de Ki, maior o grau de dissociação, α, da base; portanto, maior a sua força e vice-versa. Para uma determinada ionização, os valores de Ki só variam com a temperatura.
Grau de ionização ou dissociação α	$\alpha = \frac{nº\ de\ mols\ ionizados\ ou\ dissociados}{nº\ de\ mols\ total}$ nº de mols = quantidade de matéria	O grau de ionização ou dissociação α é um número adimensional, compreendido entre zero e 1, que pode ser expresso em porcentagem: 0% < α < 100%.
Para poliácidos ou polibases	Como: $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$ Então: $Ki_1 > Ki_2 > Ki_3$ Prova-se que: $Ki_n = Ki_1 . Ki_2 . Ki_3$ Em que Ki_n é a constantede equilíbrio para a reação global.	Para cada etapa de dissociação de um ácido ou dissociação de uma base é definido um valor de Ki e de α. A primeira etapa sempre ocorre com muito mais intensidade. O Ki da etapa global é o produto dos Ki relacionados à cada etapa.



Estudando equilíbrios iônicos, um químico nascido na Letônia determinou uma lei que leva seu nome – Lei da Diluição de Ostwald – que diz:

Numa determinada temperatura, à medida que a concentração em mols por litro (mol/L) de um eletrólito (ácido, base, sal) diminui, seu grau de ionização ou dissociação, α, aumenta.

Da lei de Ostwald podemos deduzir a seguinte relação entre K_i, α e $\mathcal{M}$, (concentração em mol/L):

$$K_i = \frac{\mathcal{M}.\alpha^2}{1-\alpha}$$

Quando trabalhamos com eletrólitos fracos (ácidos e bases fracas ou sais pouco solúveis), o valor de α é muito pequeno e a diferença (1 – α) é aproximadamente 1.

Assim, podemos considerar:

$$K_i = \mathcal{M} . \alpha^2$$

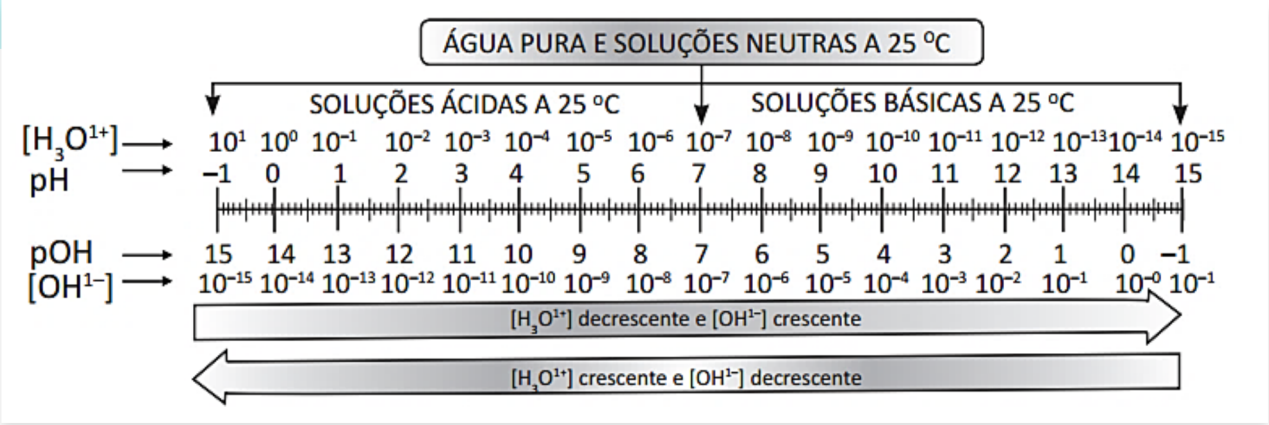
Equilíbrio iônico na água



A água é um eletrólito fraco e sofre autoionização em escala muito pequena, apresentando baixos valores de α e de Kc (o que justifica o fato de a água não conduzir corrente elétrica de modo mensurável). Da equação de autoionização da água, derivam os conceitos relacionados a seguir.

Conceito	Expressão matemática	Característica
K_w – constante de ionização da água	$2\ H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ $K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$ O valor de $[H_2O]$ é constante.	K_w depende da temperatura. A 25 °C: $K_w = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$ $[H_3O^+] = 10^{-7}$ mol/L $[OH^-] = 10^{-7}$ mol/L Solução neutra: $[H_3O^+] = [OH^-]$ A 25 °C, a solução neutra possui: pH + pOH = 14
pH – potencial hidrogeniônico	$pH = -\log [H_3O^+]$ Portanto: $[H_3O^+] = 10^{-pH}$	Solução ácida: $[H_3O^+] > [OH^-]$ e pH < pOH A 25 °C, a solução ácida possui: pH < 7 e pOH > 7
pOH – potencial hidroxiliônico	$pOH = -\log [OH^-]$ Portanto: $[OH^-] = 10^{-pOH}$	Solução básica: $[OH^-] > [H_3O^+]$ e pH > pOH A 25 °C, a solução básica possui: pH > 7 e pOH < 7

Escala de pH e pOH



Anotações

Exercícios

EXERCÍCIOS: EQUILÍBRIO IÔNICO

QUESTÃO 01

(UFRGS) Para obter um bom azeite, são necessárias azeitonas de qualidade provenientes de um olival bem tratado. Portugal destaca-se por produzir excelentes azeitonas cujos olivais são plantados em um solo com valores de pH próximos de 8,0. Atualmente empresários gaúchos têm investido no plantio de oliveiras. No Rio Grande do Sul, onde o pH do solo varia entre 4,0 a 5,0, estudos indicaram a necessidade de elevar o pH do solo a no mínimo 6,5, a fim de viabilizar o plantio das oliveiras com boa produtividade. Sobre esses dados, são feitas as seguintes afirmações.

I - A concentração de OH^- em um solo português com pH = 8 é na ordem de 10^{-6} mol.L^{-1}

II - O solo português é mais ácido que o solo gaúcho.

III- A correção do solo gaúcho pode ser feita através da adição de calcário, a fim de obter um solo com pH=6,5.

Quais estão corretas?

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

QUESTÃO 02

As flores das hortências podem ser azuis ou rosadas, dependendo das características químicas do solo em que são cultivadas: azuis, em solos ácidos, e rosadas, em solos alcalinos. Num determinado solo cuja análise química determinou a concentração oxidriliônica $[OH^-]$ de 10^{-6} mol/L, pode-se afirmar que as flores cultivadas nesse solo serão

a) rosadas, porque o pH é 8.
b) azuis, porque o pH é 6.
c) azuis e rosadas, porque o pH é neutro.
d) rosadas, porque o pOH é 8.
e) azuis, porque o pOH é 6.

QUESTÃO 03

(Mackenzie 2018) Um estudante recebeu três amostras de suco de frutas, com volumes iguais, para análise de pH, que foram realizadas a 25°C e 1 atm. Após realizada a análise potenciométrica, os resultados obtidos foram:

Suco	pH
Limão	2,0
Uva	4,0
Morango	5,0

Assim, analisando os resultados obtidos, é correto afirmar que

a) o suco de limão é duas vezes mais ácido que o suco de uva.
b) a concentração oxidriliônica no suco de morango é igual a 1.10^{-5} mol.L^{-1}.
c) o suco de uva é dez vezes mais ácido do que o suco de morango.
d) no suco de uva temos $[H^+] < [OH^-]$.
e) ao adicionar o indicador fenolftaleína ao suco de limão a solução torna-se rósea.

QUESTÃO 04

(Upf 2018) Considere os sistemas apresentados na tabela a seguir, com algumas informações de acidez e basicidade, medidos a 25 °C.

	Café	Vinho	Água do mar
$[H^+]$	10^{-5} mol L^{-1}	I	10^{-8} mol L^{-1}
$[OH^-]$	II	10^{-11} mol L^{-1}	III
Meio	IV	V	básico

As informações que completam corretamente as lacunas I a V na tabela são, respectivamente:

a) I: 10^{-5} mol L^{-1}; II: 10^{-8} mol L^{-1}; III: 10^{-8} mol L^{-1}; IV: ácido; V: ácido
b) I: 10^{-3} mol L^{-1}; II: 10^{-9} mol L^{-1}; III: 10^{-6} mol L^{-1} IV: ácido; V: ácido
c) I: 10^{-3} mol L^{-1}; II: 10^{-9} mol L^{-1}; III: 10^{-8} mol L^{-1}; IV: básico; V: ácido
d) I: 10^{-5} mol L^{-1}; II: 10^{-8} mol L^{-1}; III: 10^{-6} mol L^{-1} IV: ácido; V: básico
e) I: 10^{-3} mol L^{-1}; II: 10^{-2} mol L^{-1}; III: 10^{-8} mol L^{-1}; IV: ácido; V: básico

QUESTÃO 05

(UNICHRISTUS - 2016.2) O pH, ou Potencial de Hidrogênio, é a escala que mede o grau de acidez ou alcalinidade de uma substância, podendo variar de 0 a 14. O pH é uma característica de todas as substâncias, determinado pela concentração de íons de hidrônio (H_3O^+). Quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons H_3O^+ e menor a concentração de íons OH^-. Conhecer o pH de substâncias é um processo que requer o auxílio de um pHmetro. Através desse aparelho, é possível medir com precisão a acidez de líquidos. Os valores de pH que iremos apresentar aqui é uma amostra da escala de pH, cada componente irá apresentar um valor diferente do outro.

Produto	pH
Suco de limão	2,0
Vinagre	3,0
Vinho	3,5
Refrigerante	4,0

Café	5,0
Leite	6,0
Água pura	7,0
Leite de magnésia	10,0
Revelador de filme	12,0

A análise dos dados apresentados no texto e na tabela permite inferir que
a) o suco de limão é duas vezes mais ácido que o vinagre.
b) o revelador de filme é cem vezes mais ácido que o leite de magnésia.
c) o refrigerante é um milhão de vezes mais ácido que o leite de magnésia.
d) o leite de magnésia é duas vezes mais alcalino que o café.
e) o leite é mais alcalino que o leite de magnésia.

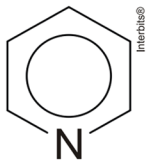
maikell victor QUESTÃO 06

(FUVEST – SP) A criação de camarão em cativeiro exige, entre outros cuidados, que a água a ser utilizada apresente pH próximo de 6. Para tornar a água, com pH igual a 8,0, adequada à criação de camarão, um criador poderá:

a) adicionar água de cal;
b) adicionar carbonato de sódio sólido;
c) adicionar solução aquosa de amônia;
d) borbulhar, por certo tempo, gás carbônico;
e) borbulhar, por certo tempo, oxigênio.

maikell victor QUESTÃO 07

(Fgv 2012) A piridina é uma substância empregada na indústria da borracha, de tintas e de corantes. Em solução aquosa 0,1 mol/L, a 25 °C, a piridina hidrolisa, resultando numa solução com $[OH^-] = 10^{-5}$ mol/L.

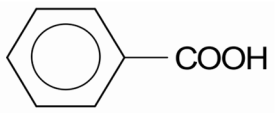
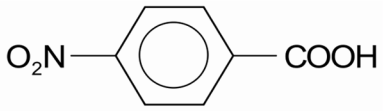
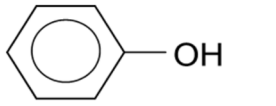
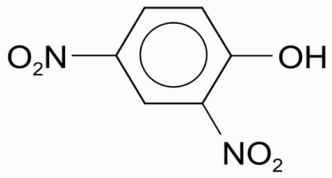
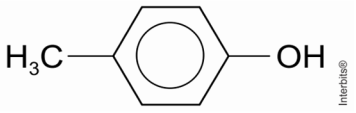


A classificação da piridina, de acordo com o conceito ácido-base de Lewis, e o pH da solução aquosa 0,1 mol/L a 25 °C são, respectivamente:

a) ácido de Lewis e 9.
b) ácido de Lewis e 5.
c) base de Lewis e 9.
d) base de Lewis e 8.
e) base de Lewis e 5.

maikell victor QUESTÃO 08

(Upf 2018) A seguir, estão representadas algumas substâncias químicas e seus respectivos valores para a constante de ionização ácida (Ka), a 25 °C.

	Estrutura da Substância	Ka
I		$6,3 \times 10^{-5}$
II		$3,8 \times 10^{-4}$
III		$1,3 \times 10^{-10}$
IV		$7,2 \times 10^{-8}$
V		$1,0 \times 10^{-4}$
VI		$6,5 \times 10^{-11}$

Considerando os dados apresentados, é **correto** afirmar que
a) grupos ligados ao anel aromático não influenciam o caráter ácido.
b) a base conjugada mais fraca, entre os fenóis, será a gerada pela ionização da substância III.
c) a substância com maior caráter ácido, de todas as representadas, é a VI.
d) a substância I tem menor caráter ácido do que a substância II.
e) o grupo nitro ligado ao anel aromático diminui o caráter ácido dos fenóis.

maikell victor QUESTÃO 09

(Fatec 2019) A amônia (NH_3), molécula de estrutura semelhante à da fosfina, reage com água produzindo uma solução de caráter básico. A reação que ocorre pode ser representada pela equação química

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Uma solução aquosa de NH_3 apresenta concentração inicial de 0,02 mol/L a 25 °C.

Nessas condições, o valor da concentração de íons OH^-, em mol/L, é

Dado: Constante de basicidade de amônia a $25\,°C$:

$Kb = 1{,}8 \times 10^{-5}$

a) 2×10^{-4}
b) 3×10^{-4}
c) 4×10^{-4}
d) 5×10^{-4}
e) 6×10^{-4}

maikell victor QUESTÃO 10

(Ufms 2019) O dióxido de enxofre (SO_2) é o responsável pelo maior aumento na acidez da chuva. Ele é produzido diretamente como subproduto da queima de combustíveis fósseis como a gasolina, o carvão e o óleo diesel. O óleo diesel e o carvão são muito impuros e contêm grandes quantidades de enxofre em sua composição, sendo responsáveis por uma grande parcela da emissão de SO_2 para a atmosfera. Atualmente, no Brasil, a Petrobrás tem investido muito na purificação do diesel, a fim de diminuir drasticamente as impurezas que contêm enxofre. O dióxido de enxofre pode sofrer oxidação na atmosfera e formar o trióxido de enxofre (SO_3) que, por sua vez, em contato com a água da chuva, irá formar o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que é um ácido forte.

(Disponível em:<http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html#formacao>. Acesso em: 07 de nov. 2018. Adaptado).

Esse processo pode ser descrito por:

$$SO_{2\,(g)} + \frac{1}{2} O_{2\,(g)} \rightarrow SO_{3\,(g)}$$

$$SO_{3\,(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow H_2SO_{4\,(aq)}$$

$$H_2SO_{4\,(aq)} \rightarrow 2\,H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)}$$

Uma amostra de chuva, contendo exclusivamente ácido sulfúrico ($\alpha = 100\%$), mostrou uma concentração de $5 \cdot 10^{-5}$ mol/L.

O pH da referida chuva é de:

a) 1.
b) 2.
c) 4.
d) 5.
e) 6.

maikell victor QUESTÃO 11

(Unesp 2015) O ácido etanoico, popularmente chamado de ácido acético, é um ácido fraco e um dos componentes do vinagre, sendo o responsável por seu sabor azedo. Dada a constante de ionização, Ka, igual a 1,8 x 10^{-5}, assinale a alternativa que apresenta a concentração em mol/L de H^+ em uma solução deste ácido de concentração 2,0 x 10^{-2} mol/L.

a) 0,00060 mol/L.
b) 0,000018 mol/L.
c) 1,8 mol/L.
d) 3,6 mol/L.
e) 0,000060 mol/L.

maikell victor QUESTÃO 12

(UECE) O hidróxido de cálcio, também conhecido como cal extinta, é uma base forte usada para tratar queimaduras com ácidos; como antiácido; na correção de solos; nas argamassas e no tratamento da água e de efluentes. O pH de uma solução de concentração molar 0,005 mol/L de hidróxido de cálcio é

a) 9.
b) 10.
c) 11.
d) 12.

maikell victor QUESTÃO 13

(UECE) O termo pH foi utilizado pela primeira vez em 1909, pelo bioquímico dinamarquês Sören Peter Lauritz Sörensen (1868-1939) que, à época, pesquisava para uma cervejaria sobre a qualidade das cervejas. Ao seu conceito está ligado o de pOH. Considerando que o pOH de um ácido monoprótico é 13 e que ele se encontra 40% ionizado, a concentração, em quantidade de matéria, do referido ácido é

a) 0,5 mol/L.
b) 0,25 mol/L.
c) 0,005 mol/L.
d) 0,025 mol/L.

maikell victor QUESTÃO 14

(UECE) O ácido carbônico encontrado na cerveja e em outras bebidas tem a constante de ionização 4,0 x 10^{-7} na primeira fase. Quando seu grau de ionização for 2,0 x 10^{-3}, a sua concentração em quantidade de matéria será

a) 0,1 mol/L.
b) 0,2 mol/L.
c) 0,3 mol/L.
d) 0,4 mol/L.

maikell victor QUESTÃO 15

(UFPE) Quando somos picados por uma formiga ela libera ácido metanóico (fórmico), HCOOH. Supondo que a dor que sentimos seja causada pelo aumento da acidez, e que ao picar a formiga libera um micromol de ácido metanóico num volume de um microlitro, qual deve ser a concentração de H^+(aq) na região da picada? Admita que a solução tem comportamento ideal e que a auto-ionização da água é deprezível.

Dados: Ka = 10^{-4} (constante de dissociação do ácido metanóico).

a) 1 M
b) 10^{-1} M
c) 10^{-2} M
d) 10^{-3} M
e) 10^{-4} M

maikell victor QUESTÃO 16

(Unesp 2021) A solução aquosa de anilina é básica devido à ocorrência do equilíbrio:

$$C_6H_5NH_{2(aq)} + H_2O_{(\ell)} \overset{K_b}{\rightleftharpoons} C_6H_5NH^+_{3(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Sabe-se que Kb ≈ 4 x 10^{-10} a 25 °C e que o valor de pH de uma solução aquosa saturada de anilina a 25 °C é

próximo de 9. Com base nessas informações e sabendo que Kw nessa temperatura é igual a 1 x 10^{-14}, a concentração aproximada da solução saturada de anilina a 25 °C é

a) 0,02 mol/L.
b) 0,5 mol/L.
c) 0,1 mol/L.
d) 0,3 mol/L.
e) 0,8 mol/L.

maikell victor QUESTÃO 17

(UESPI) A fadiga muscular, comum quando se executa um grande esforço físico, é causada pelo acúmulo do Ácido Láctico ($HC_3H_5O_3$) nas fibras musculares de nosso organismo. Considerando que, em uma solução aquosa 0,100M, temos 3,7% do ácido láctico dissociado, determine o valor da constante de acidez (Ka). Dados de massa atômica: H=1; O=16; C=12.

a) 1,0 x 10^{-1}
b) 1,4 x 10^{-4}
c) 2,7 x 10^{-2}
d) 3,7 x 10^{-2}
e) 3,7 x 10^{-3}

maikell victor QUESTÃO 18

(Fmp 2020) O fluoreto de hidrogênio apresenta-se em solução aquosa como líquido incolor, fumegante e de odor penetrante. É usado na produção da gasolina de alta octanagem, agrotóxicos, detergentes, teflon e no enriquecimento do urânio para fins de energia nuclear. Considere o equilíbrio iônico do ácido fluorídrico abaixo.

$$HF_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$$

Sabe-se que o fluoreto de hidrogênio é um ácido fraco, pois de 100 moléculas de HF, somente 3 se ionizarão. Sendo assim, o pH de uma solução aquosa, com concentração 0,1 mol/L desse ácido, será

Dado: log de 3 = 0,5 aproximadamente

a) 0,5
b) 1,5
c) 2,5
d) 1,0
e) 2,0

maikell victor QUESTÃO 19

(UECE) A amônia (NH_3), gás incolor de odor ativo, usada na fabricação de ureia, como agente frigorífico e agente de limpeza, reage com a água conforme a equação seguinte.

$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

Para o cálculo, desprezar valores menores que 10^{-6} (log 1,8 = 0,25)

Sabendo-se que Kb para NH_3 é 1,8 x 10^{-5} (base fraca), o pH de uma solução NH_3 0,18 M é, aproximadamente:

a) 7,95.
b) 9,75.
c) 10,35.
d) 11,25.

maikell victor QUESTÃO 20

(UECE) Em 1909, o químico dinamarquês Soren Peter Lauritz Sorensen (1868-1939) introduziu na literatura química o termo pH, que significa potencial hidrogeniônico e afere a acidez, a alcalinidade, ou a neutralidade de uma solução a uma determinada temperatura. Sabe-se, por exemplo, que o produto iônico da água neutra a 45 °C é igual a 4,0 x 10^{-14} e log 2 = 0,30 (aproximadamente). Sobre o pH da água, assinale a afirmação **falsa**.

a) Em meio alcalino, a qualquer temperatura, $[OH^-] > [H^+]$ e pOH > pH.
b) Em meio neutro, a qualquer temperatura, $[H^+] = [OH^-]$.
c) O pH da água neutra a 45 °C é, aproximadamente, 6,7.
d) Quanto menor sua concentração hidrogeniônica, menor sua acidez.

maikell victor QUESTÃO 21

(UNICHRISTUS – 2016.1) A imagem abaixo foi publicada em um portal de Química.



Disponível em: pt.depositphotos.com
Acesso em: 31 de julho de 2015. (Adaptado)

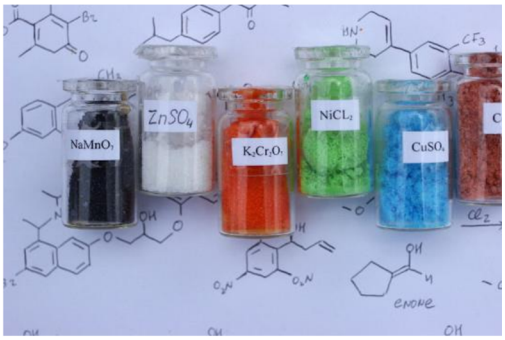
Quimicamente, o texto da publicação pode ser considerado correto, porque a solução que resultou do processo descrito apresenta caráter

Dados: Massa molar do Fe = 55,8 g mol^{-1}; log 4 = 0,6

$Fe(s) + 2\ HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$

a) ácido e pH igual a 1,4.
b) ácido e pH igual a 2,0.
c) ácido e pH igual a 2,6.
d) básico e pH igual a 8,0.
e) básico e pH igual a 12,0.

Hidrólise de Sais



A hidrólise (hidro = água e lise = quebra) de sais é a reação que ocorre entre a água e pelo menos um dos íons formados na dissociação de um sal em meio aquoso. Pode também ser considerada a reação inversa de uma neutralização ácido-base.

Somente sofrem hidrólise os sais solúveis (que liberem seus íons para reagir com a água) formados por um cátion proveniente de uma base fraca e/ou por um ânion proveniente de um ácido fraco.

Para o equilíbrio químico relacionado à hidrólise de um sal, define-se uma constante de hidrólise, K_h, cujo valor depende da temperatura e é calculado a partir das características específicas de cada sal, como mostra o quadro a seguir.

Sal formado por ácido	Sal formado por base	Exemplo	Reação de hidrólise do íon	Caráter da solução	Constante de hidrólise
fraco	fraca	NH_4CN	$NH_4^+ + CN^- + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH + HCN$	neutro	$K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b}$
fraco	forte	NaCN	$CN^{1-} + H_2O \rightleftharpoons OH^{1-} + HCN$	básico $NaOH_{(aq)}$	$K_h = \frac{K_w}{K_a}$
forte	fraca	NH_4Cl	$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + NH_3$	ácido $HCl_{(aq)}$	$K_h = \frac{K_w}{K_b}$
forte	forte	NaCl	Não ocorre hidrólise	neutro	não há

EXERCÍCIOS: HIDRÓLISE DE SAIS

maikell victor QUESTÃO 22

(UNICHRISTUS-MED-2015.1-2ª FASE)

TERAPIA POR ÍON DE LÍTIO



O carbonato de lítio, Li_2CO_3, é um composto iônico relativamente simples. Seu comportamento, porém, no corpo humano é complexo e ainda algo misterioso. Muitas vezes, chamado simplesmente de lítio, atualmente, é considerado a droga mais efetiva para o tratamento de um tipo de doença mental chamada doença maníaco-depressiva. As pessoas que sofrem dessa doença tendem a ficar fortemente superativas ou profundamente deprimidas por semanas ou meses. O carbonato de lítio acalma o paciente durante a crise maníaca e parece ajudar a controlar as flutuações de ânimo.

Disponível em: http://clubedaquimica.com/index.php?option=com_content&view=article&id=109:carbonato-delitio&catid=36:moleculas&Itemid=12 (Adaptado). Acesso em: 30 de julho de 2014.

A droga citada no texto é uma substância salina que, em solução aquosa, torna o meio

a) alcalino, pois é derivada de um ácido forte com base forte.

b) ácido, pois é derivada de um ácido forte com base forte.

c) neutro, pois é derivada de um ácido forte com base forte.

d) alcalino, pois é derivada de um ácido fraco com base forte.

e) ácido, pois é derivada de um ácido forte com base fraca.

maikell victor QUESTÃO 23

(UNIFOR 2011.2) A água é considerada um solvente universal por solubilizar uma grande variedade de substâncias.

A água pura apresenta um pH neutro 7,0. No entanto, a dissolução de sais pode alterar este pH. Ao dissolvermos acetato de sódio em água, é correto afirmar que:

a) o pH da solução não sofrerá alteração, uma vez que o sal adicionado não sofrerá hidrólise, sendo proveniente de um ácido fraco e base fraca.

b) o pH da solução será menor que sete, uma vez que o sal adicionado sofre hidrólise, sendo proveniente de ácido fraco e uma base forte.

c) o pH da solução será maior que sete, uma vez que o sal adicionado sofre hidrólise, sendo proveniente de um ácido forte.

d) o pH será maior que sete, uma vez que o sal adicionado sofre hidrólise, sendo proveniente de um ácido fraco e uma base forte.

e) o pH permanece inalterado, uma vez que o sal adicionado sofre hidrólise, sendo proveniente de um ácido fraco e uma base forte.

maikell victor QUESTÃO 24

(PUC-Campinas-SP) Leia o texto a seguir:

Mares absorvem grande parte do CO_2 concentrado na atmosfera, tornando-se mais ácidos e quentes, segundo cientistas.

A Royal Society, do reino Unido, começou um estudo para medir os níveis de acidez dos oceanos sob a influência do aumento da concentração de dióxido de carbono. O CO_2 concentrado na atmosfera é responsável pelo efeito estufa.

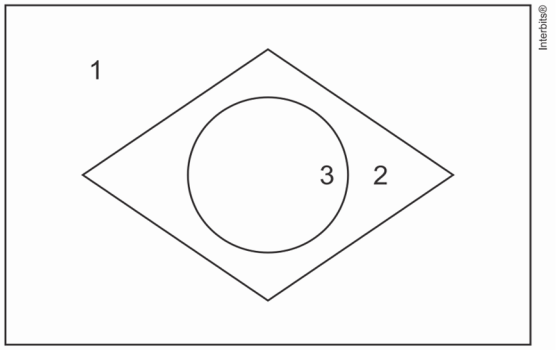
Na água, elevando a acidez, o gás interfere na vida de corais e seres dotados de concha, assim diminui a reprodução do plâncton, comprometendo a cadeia alimentar de animais marinhos.
Estado de S. Paulo, 24 ago. 2004.

Em uma solução aquosa 0,10 mol.L^{-1} de carbonato de sódio, ocorre a hidrólise do íon carbonato.
$CO_3^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO^-{}_{3(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$

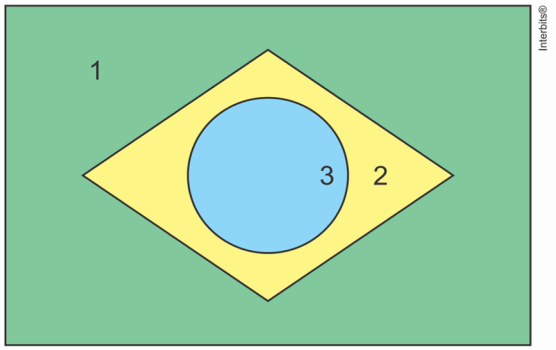
Calculando-se, para essa solução, o valor de [OH$^-$] em mol.L^{-1}, encontra-se
Dado: Constante de hidrólise, Kh = 2,5 x 10^{-4}
a) 5 x 10^{-3}.
b) 4 x 10^{-3}.
c) 3 x 10^{-3}.
d) 2 x 10^{-3}.
e) 1 x 10^{-3}.

maikell victor QUESTÃO 25

(Unesp 2018) Para sua apresentação em um "show de química", um grupo de estudantes confeccionou um recipiente com três compartimentos, 1, 2 e 3, dispostos de modo a lembrar o formato da bandeira brasileira. A esses compartimentos, adicionaram três soluções aquosas diferentes, todas incolores e de concentração igual a 0,1 mol/L, uma em cada compartimento. O recipiente foi mantido em posição horizontal.



Em seguida, acrescentaram em cada compartimento o indicador azul de bromotimol, que apresenta cor azul em pH > 7,6 e amarela em pH < 6,0. Como resultado, o recipiente apresentou as cores da bandeira nacional, conforme mostra a figura.



As soluções aquosas colocadas inicialmente pelos estudantes nos compartimentos 1, 2 e 3 podem ter sido, respectivamente,

a) cloreto de sódio, ácido clorídrico e hidróxido de sódio.
b) cloreto de sódio, carbonato de sódio e ácido clorídrico.
c) hidróxido de sódio, ácido clorídrico e cloreto de sódio.
d) hidróxido de sódio, carbonato de sódio e ácido clorídrico.
e) carbonato de sódio, hidróxido de sódio e ácido clorídrico.

maikell victor QUESTÃO 26

(Ufjf-pism 2 2017) "Um caminhão (...), com 17,6 metros cúbicos de ácido sulfúrico colidiu com outro caminhão, (...), provocando o vazamento de todo o ácido. O produto percorreu o sistema de drenagem e atingiu o córrego Piçarrão. O ácido ficou contido em uma pequena parte do córrego, (...), o que possibilitou aos técnicos a neutralização do produto."
Fonte:
http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2008/05/30_vazamento.pdf.
Acesso em 26/Out/2016.

Para minimizar os problemas ambientais causados pelo acidente descrito acima, indique qual dos sais abaixo pode ser utilizado para neutralizar o ácido sulfúrico:
a) Cloreto de sódio.
b) Cloreto de amônio.
c) Carbonato de cálcio.
d) Sulfato de magnésio.
e) Brometo de potássio.

maikell victor QUESTÃO 27

(UNICHRISTUS – 2016.1) CLORETO DE MAGNÉSIO
O cloreto de magnésio pode ser utilizado para complementar os baixos níveis de magnésio no sangue em pessoas que tomam medicamentos ou sofrem de doenças que inibem a sua capacidade de absorver magnésio na dieta. [...] Os sintomas de deficiência de magnésio incluem anorexia, náuseas, vômitos, fadiga, fraqueza, dormência, formigamento, contrações musculares, câimbras, convulsões, alterações de personalidade, arritmia e espasmos coronários. O magnésio é essencial em mais de 300 reações bioquímicas no corpo e desempenha um papel importante nos músculos, nos nervos e na função imunológica, impedindo a arritmia, dando força aos ossos, na regulação do açúcar no sangue e em níveis de pressão arterial, no metabolismo energético e na síntese de proteínas.
Disponível em: http://www.saudemelhor.com/cloreto-magnesio-pra-que-serve-efeitos-colaterais/. Acesso em: 11 de agosto de 2015.

Sobre a substância destacada no texto, é pertinente inferir que
a) é uma substância iônica de fórmula $MgCl_2$ que possui caráter alcalino.
b) é uma substância molecular de fórmula MgCl que possui caráter ácido.
c) é uma substância iônica de fórmula $MgCl_2$ que forma soluções com pH maior que 7.
d) é uma substância iônica de fórmula $MgCl_2$ que forma soluções com pH menor que 7.
e) é uma substância molecular de fórmula $MgCl_2$ que forma soluções com pH igual a 7.

maikell victor QUESTÃO 28

(UNIFESP) O nitrito de sódio, $NaNO_2$ é um dos aditivos mais utilizados na conservação de alimentos. É um excelente agente antimicrobiano e está presente em

quase todos os alimentos industrializados à base de carne, tais como presuntos, mortadelas, salames, entre outros. Alguns estudos indicam que a ingestão deste aditivo pode proporcionar a formação no estômago de ácido nitroso e este desencadear a formação de metabólitos carcinogênicos. Dada a constante de hidrólise: Kh = Kw/Ka e considerando as constantes de equilíbrio Ka (HNO_2) = 5×10^{-4} e Kw = 1×10^{-14}, a 25 °C, o pH de uma solução aquosa de nitrito de sódio 5×10^{-2} mol/L nesta mesma temperatura tem valor aproximadamente igual a

a) 10.
b) 8.
c) 6.
d) 4.
e) 2.

maikell victor QUESTÃO 29

(Insper 2019) Um agricultor pretende iniciar um empreendimento de produção de frutas e, para isso, submeteu amostras do solo de sua propriedade para análise química e parecer técnico de um engenheiro agrônomo.

Resultado da análise	
pH do solo da propriedade rural	pH do solo adequado para plantação de frutas
5,0	6,0
Parecer técnico: recomenda-se fazer a correção do pH do solo.	

Para que o agricultor possa fazer a correção do pH do solo de forma adequada para a sua produção, ele deverá adicionar ao solo

a) $NaC\ell$.
b) P_4O_{10}.
c) KNO_3.
d) $NH_4C\ell$.
e) CaO.

maikell victor QUESTÃO 30

(Cefet MG 2014) Um professor de Química propôs a manipulação de um indicador ácido-base que se comportasse da seguinte maneira:

pH	Cor da solução
<7	amarela
=7	alaranjada
>7	vermelha

As cores das soluções aquosas de NaCN, $NaC\ell$ e $NH_4C\ell$, na presença desse indicador, são, respectivamente

a) amarela, alaranjada e vermelha.
b) amarela, vermelha e alaranjada.
c) vermelha, alaranjada e amarela.
d) alaranjada, amarela e vermelha.
e) alaranjada, amarela e alaranjada.

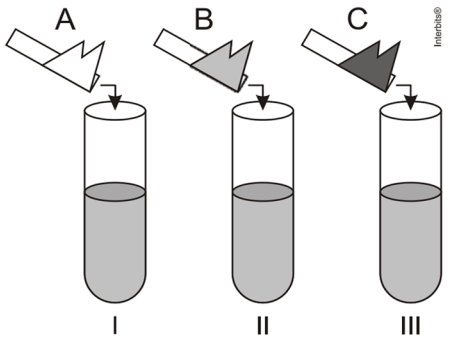
maikell victor QUESTÃO 31

(UECE 2020) As hortênsias funcionam como indicadores ácido-base. A cor das hortênsias é azul em solos ácidos e, rosa, em solos alcalinos. Para produzir hortênsias azuis e hortênsias rosas em solos diferentes, um produtor deve usar, respectivamente,

a) carbonato de cálcio e sulfato de amônio.
b) sulfato de amônio e óxido de cálcio.
c) óxido de cálcio e hidróxido de alumínio.
d) carbonato de cálcio e dióxido de carbono.

maikell victor QUESTÃO 32

(Unesp) Em uma bancada de laboratório encontram-se três tubos de ensaios numerados de I a III, contendo volumes iguais de água. Alguns cristais de acetato de sódio (A), cloreto de sódio (B) e cloreto de amônio (C) são adicionados nos tubos I, II e III, respectivamente.



Ao medir o pH das soluções aquosas resultantes nos tubos de ensaio I, II e III, deve-se verificar que:

a) I < 7; II = 7; III > 7.
b) I < 7; II < 7; III = 7.
c) I > 7; II = 7; III < 7.
d) I = 7; II = 7; III > 7.
e) I > 7; II < 7; III = 7.



Efeito do íon comum – solução tampão

A adição de um íon que seja comum a um sistema em equilíbrio sempre irá deslocar esse equilíbrio no sentido de diminuir a concentração em mol/L do íon em questão. Esse é o princípio que explica as denominadas soluções-tampão.
Solução-tampão é uma solução que praticamente não sofre variação de pH ou pOH pela adição de quantidades controladas (pequenas) de ácidos ou bases fortes.
Há dois tipos comuns de soluções-tampão que estão relacionadas no quadro a seguir

Solução tampão	Ácido fraco HA e um sal solúvel CA	Base fraca COH e um sal solúvel CA
Íon comum	O ácido fraco e o sal solúvel possuem em comum o mesmo ânion A^{1-} (exemplo genérico).	A base fraca e o sal solúvel possuem em comum o mesmo cátion C^{1+} (exemplo genérico).
Exemplo	HCN: ácido fraco, ioniza pouco. NaCN: sal solúvel, dissocia muito. $HCN + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CN^{1-}$ $NaCN \rightleftharpoons Na^+_{(aq)} + CN^{1-}_{(aq)}$ O ânion CN^{1-} do sal diminui ainda mais a ionização do ácido fraco.	NH_4OH: base fraca, dissocia pouco. NH_4NO_3: sal solúvel, dissocia muito. $NH_4OH + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^{1-}_{(aq)}$ $NH_4NO_3 \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + NO_3^{1-}{}_{(aq)}$ O cátion NH_4^+ diminui ainda mais a dissociação da base fraca.
Efeito-tampão	**Adição de ácido forte: $HCl_{(aq)}$.** O cátion H_3O^+ liberado pelo ácido forte reage com o ânion CN^{1-} liberado pelo sal, formando moléculas de HCN, minimizando a variação de pH. **Adição de base forte: KOH.** Os íons OH^{1-} liberados pela base forte reagem com os íons H_3O^+ do ácido fraco formando água. O equilíbrio se desloca no sentido de aumentar a ionização do ácido fraco, minimizando a variação de pH.	**Adição de ácido forte: $HCl_{(aq)}$.** O cátion H_3O^+ liberado pelo ácido forte reage com os íons OH^{1-} da base fraca, formando água. O equilíbrio se desloca no sentido de aumentar a dissociação da base fraca, minimizando a variação de pH. **Adição de base forte: KOH.** O ânion OH^{1-} liberado pela base forte reage com o cátion NH_4^+ liberado pelo sal formando agregados de NH_4OH, minimizando a variação de pH.
Cálculo do pH	$pH = pKa - \log \frac{[ácido]}{[sal]}$	$pOH = pKb - \log \frac{[base]}{[sal]}$

EXERCÍCIOS: SOLUÇÃO TAMPÃO

maikell victor QUESTÃO 33

(UFG) Soluções tampão são utilizadas para evitar uma variação brusca de pH e são constituídas por um ácido fraco (ou uma base fraca) e o sal do seu par conjugado. Para produzir uma solução tampão, deve-se misturar:

a) CH_3COOH e H_2SO_4
b) NH_4OH e KOH
c) CH_3COOH e CH_3COONa
d) KOH e $NaC\ell$
e) $HC\ell$ e KOH

maikell victor QUESTÃO 34

(UECE) Por causa de soluções tampões, também chamadas de tamponantes, vacas dão mais leite e nós respiramos melhor. O tamponante representa uma categoria de compostos químicos. Um deles aparece no nosso corpo. É uma mistura derivada de gás carbônico e bicarbonato que facilita o fluxo de oxigênio no organismo. Assinale a alternativa em que o par de substâncias produz esta solução tampão.

a) $NaHCO_3$; Na_2CO_3
b) H_2CO_3; Na_2CO_3
c) H_2CO_3; $NaHCO_3$
d) H_2CO_3; NaOH

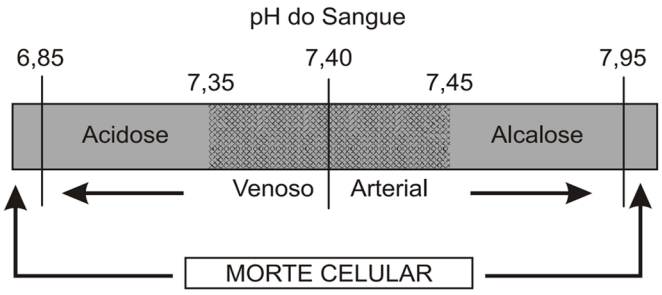
maikell victor QUESTÃO 35

(FCM PB – 2015.2) Soluções tampões são bastante utilizadas em laboratórios de química, de bioquímica e de alimentos, por evitar grandes alterações do pH do meio reacional. Num laboratório, um estudante encontrou na prateleira soluções aquosas de: $NaNO_3$, NH_4NO_3, NaCl, NaOH, HNO_3, NH_4OH. Quais soluções ao serem misturadas, em proporção estequiométrica, podem formar uma solução tampão?

a) $NaNO_3$ e HNO_3.
b) NH_4NO_3 e NH_4OH.
c) NaCl e NaOH.
d) NaOH e $NaNO_3$.
e) NaCl e HNO_3.

maikell victor QUESTÃO 36

(UERN) A solução-tampão é geralmente uma mistura de um ácido fraco com o sal desse ácido, ou uma base fraca com o sal dessa base. Essa solução tem por finalidade evitar que ocorram variações muito grandes no pH ou no pOH de uma solução. A eficácia da solução-tampão pode ser vista no sangue, em que, mesmo com a adição de ácido ou base em pequenas quantidades ao plasma sanguíneo, praticamente não há alteração no pH.



(Disponível em: brasilescola.com/quimica/solucaotampao-no-sangue-humano)

Um litro de solução contém 1,24 g de ácido carbônico e 16,8 g de bicarbonato de sódio. Sabendo-se que Ka = 2 . 10^{-7}, determine o pOH dessa solução-tampão.
(Considere: log 2 = 0,3)
a) 7,7
b) 7,4
c) 6,6
d) 6,3

maikell victor QUESTÃO 37

(UNICHRISTUS) CARACTERÍSTICAS FARMACOLÓGICAS

O bicarbonato de sódio é constituinte normal dos fluidos orgânicos. Seu nível plasmático normal varia de 24 a 31 mmol/L. A concentração plasmática é regulada pelos rins. O ânion bicarbonato é considerado lábil, pois, em pH adequado, pode ser convertido em ácido carbônico, e este, em água e dióxido de carbono. No fluido extracelular, a relação ácido carbônico/bicarbonato é 1:20. No adulto sadio com função renal normal, quase todo o íon bicarbonato filtrado pelo glomérulo é reabsorvido, excretando-se menos de 1 pela urina. O bicarbonato de sódio é o único sistema-tampão do organismo que está sujeito à regulação compensatória. Assim, qualquer alteração no sistema-tampão ácido carbônico bicarbonato provocada pelos pulmões e pelos rins põe em ação a capacidade tamponadora dos outros sistemas.

Disponível em: http://www.medicinanet.com.br/bula/8039/bicarbonato_de_sodio.htm. Acesso em: 11 de agosto de 2014.

Dados: $pKa_1(H_2CO_3)$ = 6,1; log 2 = 0,3.
Usando os dados apresentados no texto, pode-se calcular o pH do fluido extracelular. Assim, pode-se inferir que o valor encontrado é
a) 6,8.
b) 7,0.
c) 7,2.
d) 7,4.
e) 7,6.

maikell victor QUESTÃO 38

(UNICHRISTUS – 2017.1) SOLUÇÃO-TAMPÃO: DEFINIÇÃO CONTEMPORÂNEA

Hoje, o conceito de tampão é aplicado nas diversas áreas do conhecimento. Bioquímicos utilizam tampões devido ao fato de as propriedades de qualquer sistema biológico ser dependente do pH; além disso, em química analítica e industrial, o controle adequado do pH pode ser essencial na determinação das extensões de reações de precipitação e de eletrodeposição de metais, na efetividade de separações químicas, nas sínteses químicas em geral e no controle de mecanismos de oxidação e reações eletródicas. Uma definição mais abrangente foi apresentada, recentemente, por Harris (1999): uma solução tamponada resiste a mudanças de pH quando ácidos ou bases são adicionados ou quando uma diluição ocorre. Embora haja outros tipos de solução-tampão, essas soluções são constituídas geralmente de uma mistura de um ácido fraco e sua base conjugada (exemplo: ácido acético e acetato de sódio) ou da mistura de uma base fraca e seu ácido conjugado (exemplo: amônia e cloreto de amônio).

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/v13a04.pdf>.
Acesso em: 07 de agosto de 2016.

Em um laboratório de Química, uma solução-tampão foi preparada pela mistura de 250 mL de uma solução aquosa de ácido etanoico (H_3CCOOH) 0,20 mol/L com 250 mL de solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) 0,10 mol/L. Qual o pH da solução obtida?
Dado: pKa do ácido etanoico = 4,75; log 2 = 0,3
a) 4,45.
b) 4,75.
c) 5,05.
d) 7,00.
e) 7,30.

Produto de Solubilidade – Kps

Vimos que cada substância possui uma curva de solubilidade característica, obtida pelos valores de seu coeficiente de solubilidade, CS, ou seja, a quantidade máxima da substância capaz de se dissolver totalmente numa quantidade máxima da substância capaz de se dissolver totalmente numa quantidade padrão de solvente, numa determinada temperatura.
Assim, se tomarmos um sal genérico: $C_xA_{Y(S)}$, concluiremos que numa temperatura específica a quantidade desse sal em solução, $C_xA_{Y(aq)}$, é constante. Considerando o equilíbrio de dissociação do sal, esquematizado a seguir,

$$Kc = \frac{[C^{y+}]^x[A^{x-}]^y}{[C_xA_{y(s)}]}$$

mas como $[C_xA_{Y(s)}]$ é constante, incluímos seu valor na constante de equilíbrio:

$$K_C \cdot [C_xA_{Y(s)}] = [C^{Y+}]^X \cdot [A^{X-}]^Y$$

O produto $K_C \cdot [C_xA_{Y(s)}]$ é denominado produto de solubilidade e é simbolizado por K_{PS}. O valor de K_{PS} depende apenas da temperatura.

$$K_{PS} = [C^{Y+}]^x \cdot [A^{X-}]^Y$$

Os cálculos de K_{PS} só são válidos para soluções de eletrólitos pouco solúveis (em que a concentração de íons em solução é desprezível).
Quanto menor o valor de K_{PS} de um eletrólito, menos solúvel ele tende a ser e vice-versa.
A partir do produto de solubilidade, K_{PS}, de um eletrólito, é possível encontrar o valor do coeficiente de solubilidade, CS, desse eletrólito (em mols de eletrólito por litro de solução) e vice-versa.

Tipo de solução	Produto de solubilidade
Insaturada	$Kps > [C^{y+}]^x \cdot [A^{x-}]^y$
Saturada	$Kps = [C^{y+}]^x \cdot [A^{x-}]^y$
Supersaturada	$Kps < [C^{y+}]^x \cdot [A^{x-}]^y$

Lembre-se que a solução supersaturada é instável, assim haverá precipitação do sal até que o produto $[C^{Y+}]^X \cdot [A^{X-}]^Y$ se iguale ao K_{PS}.

EXERCÍCIOS: Kps

QUESTÃO 39

(Acafe 2021) Em relação aos compostos apresentados abaixo (todos à mesma temperatura), utilizando S para representar a solubilidade dos sais em mol/L, assinale a alternativa que apresenta a expressão de Kps **corretamente**:

a) $CaCl_2 \rightarrow Kps = 4S^5$
b) $CaCO_3 \rightarrow Kps = 2S^2$
c) $Ag_2CrO_4 \rightarrow Kps = 4S^3$
d) $Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow Kps = 36S^5$

QUESTÃO 40

(FUVEST–SP) A determinada temperatura, a solubilidade do sulfato de prata em água é $2,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L. O produto de solubilidade (Kps) desse sal à mesma temperatura é:

a) $4,0 \cdot 10^{-4}$
b) $8,0 \cdot 10^{-4}$
c) $6,4 \cdot 10^{-5}$
d) $3,2 \cdot 10^{-5}$
e) $8,0 \cdot 10^{-6}$

QUESTÃO 41

(UPE) O pH de uma solução saturada de um hidróxido; de fórmula $B(OH)_2$, a 25°C, é 9. O kps do hidróxido, $B(OH)_2$, na mesma temperatura, é

a) $5,0 \times 10^{-16}$
b) $1,0 \times 10^{-15}$
c) $2,5 \times 10^{-11}$
d) $1,25 \times 10^{-16}$
e) $2,5 \times 10^{-16}$

QUESTÃO 42

(UECE) O sulfeto de cádmio é um sólido amarelo e semicondutor, cuja condutividade aumenta quando se incide luz sobre o material. É utilizado como pigmento para a fabricação de tintas e na construção de foto resistores em detectores de luz. Considerando o Kps do sulfeto de cádmio a 18 °C = 4×10^{-30}
(cf tabela Umland – Bellama – Química General, p. 643, 3a Edição).
a solubilidade do sulfeto de cádmio a esta temperatura, com α(alfa) = 100%, será
Dado: M(CdS) = 144,4 g/mol
a) $2,89 \times 10^{-13}$ g/L.
b) $3,75 \times 10^{-13}$ g/L.
c) $1,83 \times 10^{-13}$ g/L.
d) $3,89 \times 10^{-13}$ g/L.

QUESTÃO 43

(PUC/CAMP) Nas estações de tratamento da água comumente provoca-se a formação de flocos de hidróxido de alumínio para arrastar partículas em suspensão. Suponha que o hidróxido de alumínio seja substituído pelo hidróxido férrico. Qual a menor concentração de íons Fe^{3+}, em mol/L, necessária para provocar a precipitação da base, numa solução que contém $1,0 \times 10^{-3}$ mol/L de íons OH^-?

Dado:
Produto de solubilidade do $Fe(OH)_3$ = 6,0 x 10^{-38}.
a) 2,0 x 10^{-41}
b) 2,0 x 10^{-38}
c) 2,0 x 10^{-35}
d) 6,0 x 10^{-35}
e) 6,0 x 10^{-29}

maikell victor QUESTÃO 44

(Unifesp) Um composto iônico, a partir da concentração de sua solução aquosa saturada, a 25°C, pode ser classificado de acordo com a figura, quanto à solubilidade em água.



Um litro de solução aquosa saturada de $PbSO_4$ (massa molar 303 g/mol), a 25°C, contém 45,5 mg de soluto. O produto de solubilidade do $CaCrO_4$ a 25°C é 6,25 × 10^{-4}. Quanto à solubilidade em água a 25°C, os compostos $PbSO_4$ e $CaCrO_4$ podem ser classificados, respectivamente, como:
a) Insolúvel e ligeiramente solúvel.
b) Insolúvel e solúvel.
c) Insolúvel e insolúvel.
d) Ligeiramente solúvel e insolúvel.
e) Ligeiramente solúvel e solúvel.

maikell victor QUESTÃO 45

(UNIFOR) A solubilidade representa a quantidade máxima que uma substância pode ser dissolvida em um determinado líquido. Considere a dissolução de carbonato de cálcio, $CaCO_3$, numa solução aquosa de nitrato de cálcio, $Ca(NO_3)_2$ 0,4 mol L^{-1}. Podemos afirmar que a quantidade de sal dissolvido será:

Dados: Kps = 8,0x10^{-8}, M ($CaCO_3$) = 100 g/mol
a) Aproximadamente 2,0 x 10^{-2} mg de $CaCO_3$ por litro de solução.
b) Aproximadamente 4,0 x 10^{-2} mg de $CaCO_3$ por litro de solução.
c) Aproximadamente 5,0 x 10^{-2} mg de $CaCO_3$ por litro de solução.
d) Aproximadamente 8,0 x 10^{-2} mg de $CaCO_3$ por litro de solução.
e) Aproximadamente 10,0 x 10^{-2} mg de $CaCO_3$ por litro de solução.



maikell victor QUESTÃO 46

(ENEM 2016) Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentre os gases gerados na combustão completa da borracha vulcanizada, alguns são poluentes e provocam a chuva ácida. Para evitar que escapem para a atmosfera, esses gases podem ser borbulhados em uma solução aquosa contendo uma substância adequada. Considere as informações das substâncias listadas no quadro.

Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$C_2H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$	$1{,}3.10^{-10}$
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH^+ + OH^-$	$1{,}7.10^{-9}$
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$4{,}4.10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$	$2{,}8.10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$	$3{,}1.10^{-2}$

Dentre as substâncias listadas no quadro, aquela capaz de remover com maior eficiência os gases poluentes é o(a)
a) fenol.
b) piridina.
c) metilamina.
d) hidrogenofosfato de potássio.
e) hidrogenosulfato de potássio.

maikell victor QUESTÃO 47

(Enem PPL 2012) Com o aumento da demanda por alimentos e a abertura de novas fronteiras agrícolas no Brasil, faz- se cada vez mais necessária a correção da acidez e a fertilização do solo para determinados cultivos. No intuito de diminuir a acidez do solo de sua plantação (aumentar o pH), um fazendeiro foi a uma loja especializada para comprar conhecidos insumos agrícolas, indicados para essa correção. Ao chegar à loja, ele foi informado de que esses produtos estavam em falta. Como só havia disponíveis alguns tipos de sais, o fazendeiro consultou um engenheiro agrônomo procurando saber qual comprar.
O engenheiro, após verificar as propriedades desses sais, indicou ao fazendeiro o

a) $KC\ell$
b) $CaCO_3$
c) $NH_4C\ell$
d) Na_2SO_4
e) $Ba(NO_3)_2$

maikell victor QUESTÃO 48

(Enem 2014) Visando minimizar impactos ambientais, a legislação brasileira determina que resíduos químicos lançados diretamente no corpo receptor tenham pH entre 5,0 e 9,0. Um resíduo líquido aquoso gerado em um processo industrial tem concentração de íons hidroxila igual a 1,0 x 10^{-10} mol/L. Para atender a legislação, um químico separou as seguintes substâncias, disponibilizadas no almoxarifado da empresa: CH_3COOH, Na_2SO_4, CH_3OH, K_2CO_3 e $NH_4C\ell$.

Para que o resíduo possa ser lançado diretamente no corpo receptor, qual substância poderia ser empregada no ajuste do pH?

a) CH_3COOH
b) Na_2SO_4
c) CH_3OH
d) K_2CO_3
e) $NH_4C\ell$

maikell victor QUESTÃO 49

(Enem PPL 2017) Alguns profissionais burlam a fiscalização quando adicionam quantidades controladas de solução aquosa de hidróxido de sódio a tambores de leite de validade vencida. Assim que o teor de acidez, em termos de ácido lático, encontra-se na faixa permitida pela legislação, o leite adulterado passa a ser comercializado. A reação entre o hidróxido de sódio e o ácido lático pode ser representada pela equação química:

$$CH_3CH(OH)COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3CH(OH)COONa_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

A consequência dessa adulteração é o(a)
a) aumento do pH do leite.
b) diluição significativa do leite.
c) precipitação do lactato de sódio.
d) diminuição da concentração de sais.
e) aumento da concentração dos íons H^+.

maikell victor QUESTÃO 50

(Enem PPL 2019) O processo de calagem consiste na diminuição da acidez do solo usando compostos inorgânicos, sendo o mais usado o calcário dolomítico, que é constituído de carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e carbonato de magnésio ($MgCO_3$). Além de aumentarem o pH do solo, esses compostos são fontes de cálcio e magnésio, nutrientes importantes para os vegetais.
Os compostos contidos no calcário dolomítico elevam o pH do solo, pois
a) são óxidos inorgânicos.
b) são fontes de oxigênio.
c) o ânion reage com a água.
d) são substâncias anfóteras.
e) os cátions reagem com a água.

maikell victor QUESTÃO 51

(Enem PPL 2020) A agricultura de frutas cítricas requer que o valor do pH do solo esteja na faixa ideal entre 5,8 e 6,0. Em uma fazenda, o valor do pH do solo é 4,6. O agricultor resolveu testar três produtos de correção de pH em diferentes áreas da fazenda. O primeiro produto possui íons sulfato e amônio, o segundo produto possui íons carbonato e cálcio e o terceiro produto possui íons sulfato e sódio.
O íon que vai produzir o efeito desejado de correção no valor do pH é o
a) cálcio, porque sua hidrólise produz H^+, que aumenta a acidez.
b) amônio, porque sua hidrólise produz H^+, que aumenta a acidez.
c) sódio, porque sua hidrólise produz OH^-, que aumenta a alcalinidade.
d) sulfato, porque sua hidrólise produz OH^-, que aumenta a alcalinidade.
e) carbonato, porque sua hidrólise produz OH^-, que aumenta a alcalinidade.

maikell victor QUESTÃO 52

(Enem digital 2020) Reflorestamento é uma ação ambiental que visa repovoar áreas que tiveram a vegetação removida. Uma empresa deseja fazer um replantio de árvores e dispõe de cinco produtos que podem ser utilizados para corrigir o pH do solo que se encontra básico. As substâncias presentes nos produtos disponíveis são: CH_3COONa, NH_4Cl, NaBr, NaOH e KCl.
A substância a ser adicionada ao solo para neutralizá-lo é
a) CH_3COONa.
b) NH_4Cl.
c) NaBr.
d) NaOH.
e) KCl.

maikell victor QUESTÃO 53

(Enem 2ª aplicação 2014) O cianeto de sódio, NaCN, é um poderoso agente complexante, usado em laboratórios químicos e em indústria de extração de ouro. Quando uma indústria lança NaCN sólido nas águas de um rio, ocorre o seguinte equilíbrio químico:

$$CN^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HCN_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Esse equilíbrio químico é decorrente de uma reação de
a) síntese.
b) hidrólise.
c) oxirredução.
d) precipitação.
e) decomposição.

maikell victor QUESTÃO 54

(Enem PPL 2014) A tabela lista os valores de pH de algumas bebidas consumidas pela população.

Bebida	pH
Refrigerante	5,0
Café	3,0
Vinho	4,5
Suco de limão	2,5
Chá	6,0

O esmalte dos dentes é constituído de hidroxiapatita ($Ca_5(PO_4)_3OH$), um mineral que sofre desmineralização em meio ácido, de acordo com a equação química:
$Ca_5(PO_4)_3OH_{(s)} \rightleftharpoons 5\ Ca^{2+}_{(aq)} + 3\ PO_4^{3-}{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
Das bebidas listadas na tabela, aquela com menor potencial de desmineralização dos dentes é o
a) chá.
b) café.
c) vinho.
d) refrigerante.
e) suco de limão.

QUESTÃO 55

ACESSE A RESOLUÇÃO COMENTADA

(Enem digital 2020) É possível identificar adulterantes do leite de vaca por meio da adição do indicador azul de bromofenol. A presença de agentes oxidantes provoca a descoloração do indicador, mantendo a cor branca na amostra, característica do leite. Substâncias redutoras presentes no leite reagem com o azul de bromofenol, gerando a cor verde. A diminuição do valor de pH do leite torna o indicador amarelo. Em pH mais elevado, o indicador adquire a cor violeta e, em meio neutro, a cor azul. Considere que um lote industrial de leite em embalagem longa vida foi adulterado com excesso de soda cáustica.

Em uma inspeção sanitária do lote adulterado, qual será a cor apresentada pelo leite após adição do indicador azul de bromofenol?

a) Azul
b) Verde
c) Violeta
d) Branco
e) Amarelo



Se você quer ser bem sucedido, precisa ter dedicação total, buscar seu último limite e dar o melhor de si.

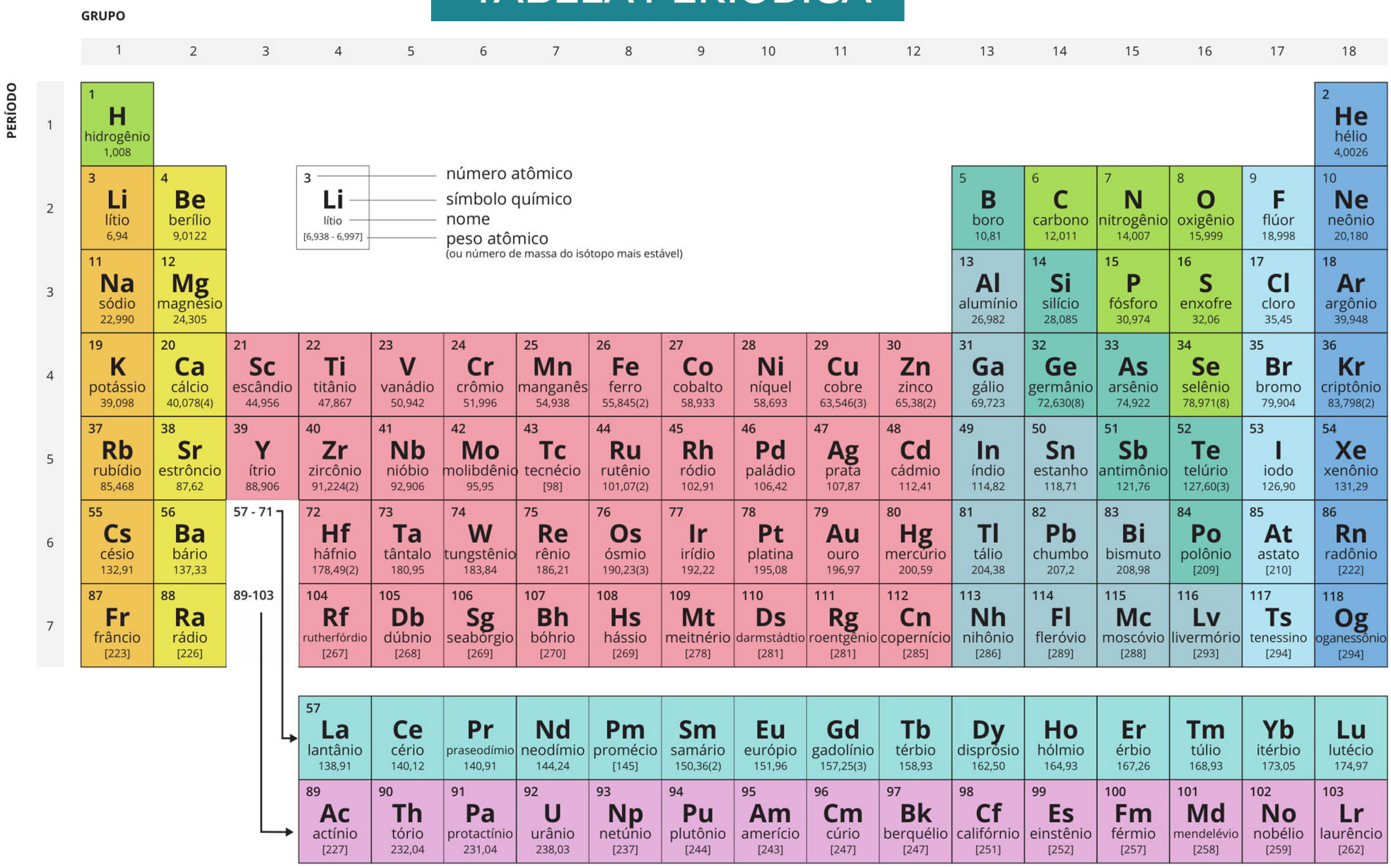
Olha o Gabarito!

Marque um X se você acertou

01 - C	07 - C	13 - B	19 - D	25 - A	31 - B	37 - D	43 - E	48 - D	54 - A
02 - A	08 - D	14 - A	20 - A	26 - C	32 - C	38 - B	44 - A	49 - A	55 - C
03 - C	09 - E	15 - C	21 - A	27 - D	33 - C	39 - C	45 - A	50 - C	
04 - B	10 - C	16 - D	22 - D	28 - B	34 - C	40 - D	45 - A	51 - E	
05 - C	11 - A	17 - B	23 - D	29 - E	35 - B	41 - A	46 - D	52 - B	
06 - D	12 - D	18 - C	24 - A	30 - C	36 - D	42 - A	47 - B	53 - B	

Quantas você acertou?

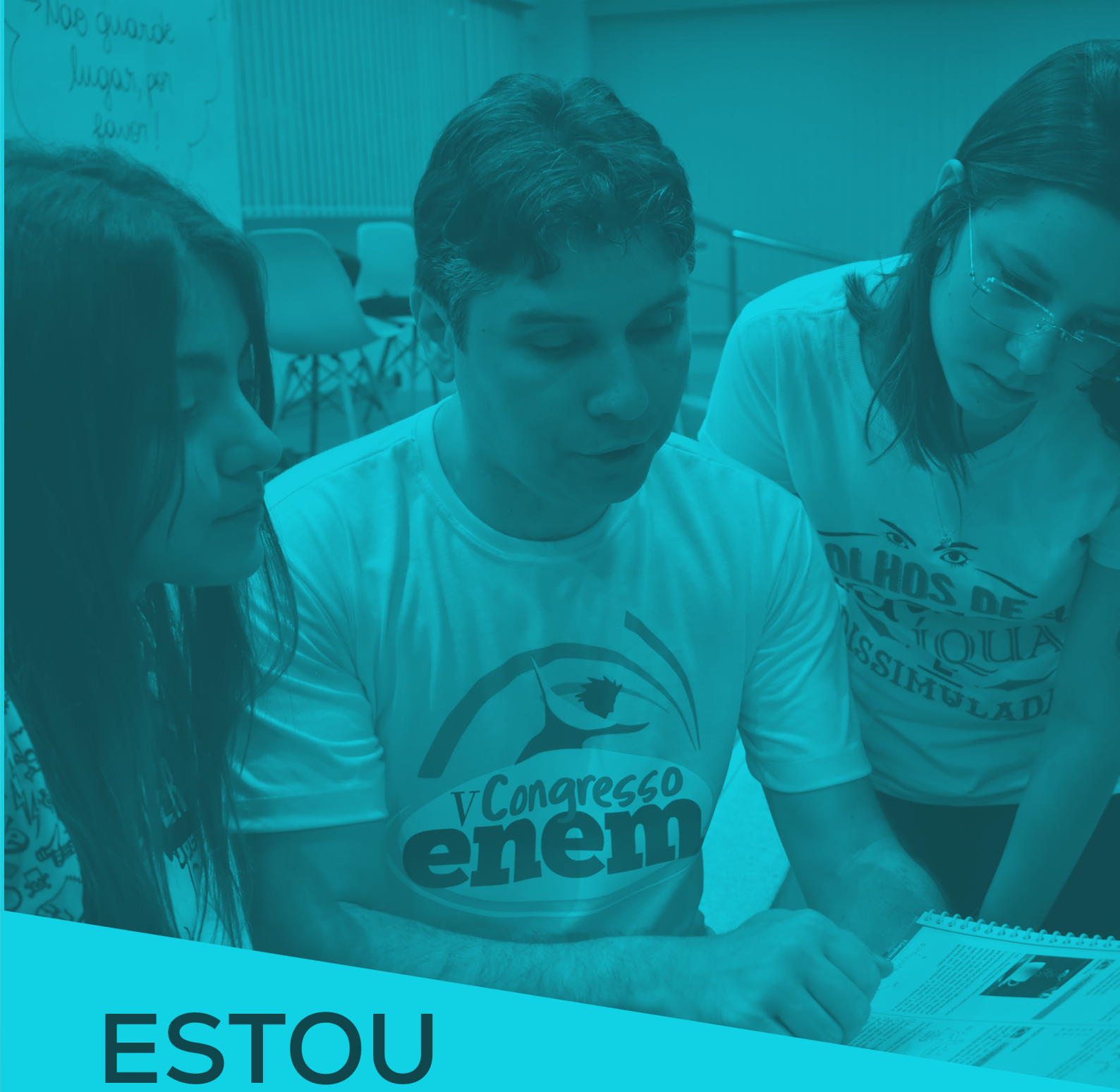
TABELA PERIÓDICA



Curso Prof. maikell victor /// PROVA MED 100 CURSO DE QUÍMICA

HORÁRIO DE ESTUDOS

	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo
7 às 8h							
8 às 9h							
9 às 10h							
10 às 11h							
11 às 12h							
12 às 13h							
13 às 14h							
14 às 15h							
15 às 16h							
16 às 17h							
17 às 18h							
18 às 19h							
19 às 20h							
20 às 21h							
21 às 22h							
22 às 23h							
23 às 24h							



ESTOU
ESTAMOS
ESTAREMOS
SEMPRE
JUNTOS!

Curso Prof. maikell victor
Preparação para Medicina