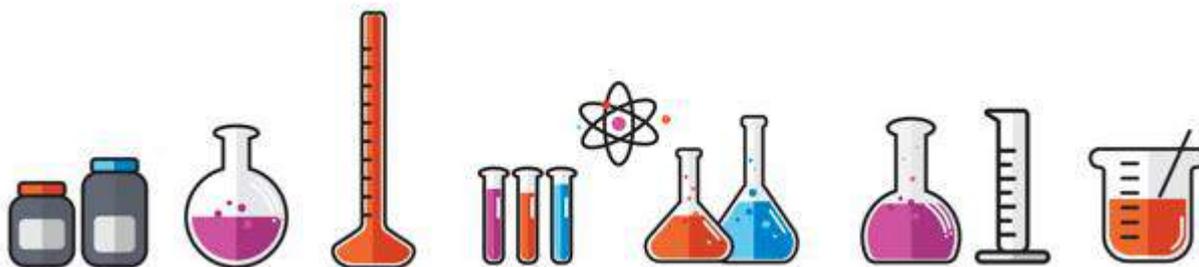


Aula 21	01
- Relação entre as soluções	
- Diluição	
- Mistura	
- Titulação	
Aula 22	19
- Pressão de vapor	
- Propriedades coligativas	
Aula 23	43
- Termoquímica	
- Entalpia de formação	
- Lei de Hess	
- Entalpia de ligação	
Aula 24	70
- Cinética química	
- Fatores que alteram a velocidade das reações	
Aula 25	98
- Kc e Kp	
- Deslocamento de equilíbrio	
Aula 26	118
- Ka, Kb e Kw	
Aula 27	145
- Kps e Kh	
Aula 28	167
- Potenciais de redução e oxidação	
Aula 29	191
- Pilhas	
- Eletrólise	
Aula 30	215
- Radioatividade	
- Reações nucleares	

Luana Matsunaga

1) Relações entre as soluções

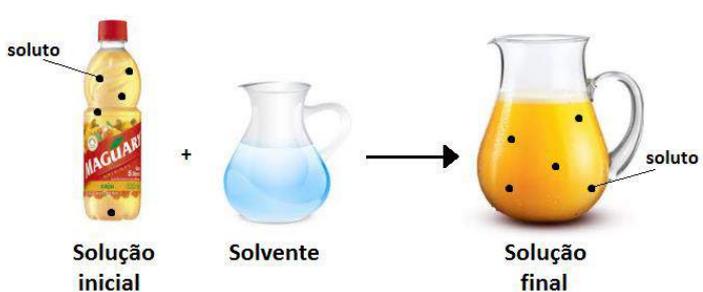
Ao se manipular uma solução, é muito comum ter de alterar sua concentração (diluir ou concentrar) ou mesmo realizar misturas de soluções de mesmo soluto ou de diferentes solutos, que podem ou não resultar em reação.



2) Diluição de soluções

Diluir uma solução é diminuir a sua concentração, por aumento na quantidade de solvente.

Ex: suco maguary™ concentrado, sendo preparado para virar um refresco.



$m_{\text{inicial}} = \frac{\text{mol}_{\text{inicial}}}{V_{\text{inicial}}}$

ou

$m_{\text{inicial}} \cdot V_{\text{inicial}} = \text{mol}_{\text{inicial}}$

$m_{\text{final}} = \frac{\text{mol}_{\text{final}}}{V_{\text{final}}}$

ou

$m_{\text{final}} \cdot V_{\text{final}} = \text{mol}_{\text{final}}$

como o n° de mols não sofreu alteração:

$$\text{mol}_{\text{inicial}} = \text{mol}_{\text{final}}$$

$$\boxed{m_{\text{inicial}} \cdot V_{\text{inicial}} = m_{\text{final}} \cdot V_{\text{final}}}$$

- **Obs 1:** o mesmo pode ser aplicado para unidades de concentração comum ($C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$);
- **Obs 2:** o mesmo raciocínio (fórmula) pode ser aplicado para uma “concentração” de solução, ou seja, quando o solvente é evaporado;
- **Obs 3:** cuidado com as unidades, os volumes precisam estar na mesma unidade entre si, assim como as concentrações;
- **Obs 4:** para concentrações em título de mesma densidade, o raciocínio pode ser usado, mas se forem de densidades diferentes, não.

Lacrando em sala

1) (Uespi) Na preparação de 400 mL de uma solução aquosa 1 mol/L de ácido clorídrico, um estudante dispõe de uma solução aquosa 4 mol/L desse ácido. Qual o volume da solução inicial que será utilizado?

2) Qual volume de água deveremos adicionar a 50cm³ de solução de NaCl de concentração 50g/L, tal que a concentração diminua para 5,0 g/L?

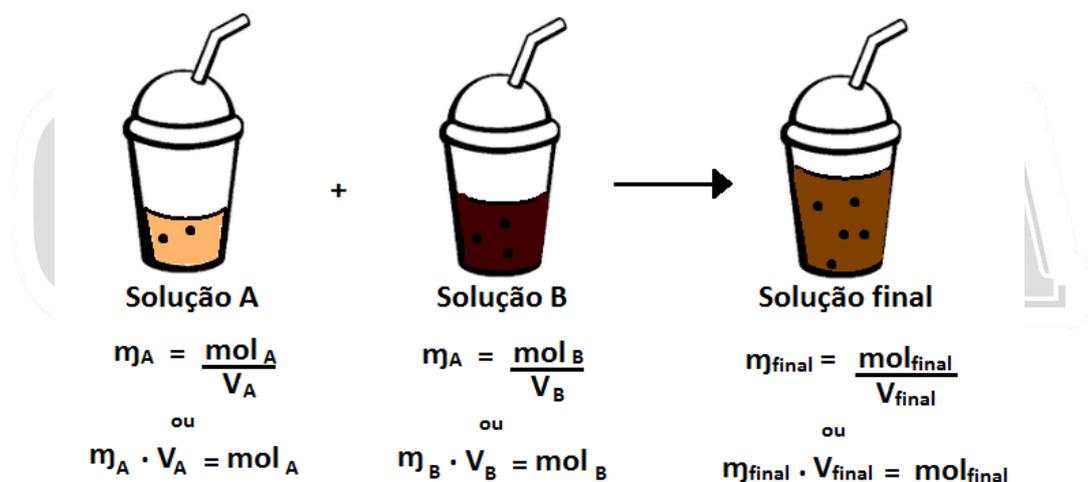
3) Mistura de soluções

Duas soluções de solutos iguais ou diferentes podem ser misturadas a fim de se alterar a sua concentração ou mesmo para se obter uma reação.

3.1. De mesmo soluto

Duas soluções de concentrações diferentes podem ser misturadas para se obter uma solução de concentração intermediária.

Ex: achocolatado concentrado + achocolatado diluído.



como o n° de mols não sofreu alteração:

$$\text{mol}_A + \text{mol}_B = \text{mol}_{\text{final}}$$

$$m_A \cdot V_A + m_B \cdot V_B = m_{\text{final}} \cdot V_{\text{final}}$$

- **Obs 1:** o mesmo pode ser aplicado para unidades de concentração comum ($C_A \cdot V_A + C_B \cdot V_B = C_f \cdot V_f$);
- **Obs 2:** cuidado com as unidades, os volumes precisam estar na mesma unidade entre si, assim como as concentrações;
- **Obs 3:** para concentrações em título de mesma densidade, o raciocínio pode ser usado, mas se forem de densidades diferentes, não;
- **Obs 4:** o volume final é a soma dos volumes iniciais.

Exemplo de sala

1) (UFAM-AM) Foram misturados 200 mL de solução aquosa de cloreto de sódio de concentração 2 mol/L, com 500 mL de solução aquosa de cloreto de sódio de concentração 5,85 g/L. A concentração final em mol/L será de: Dado: $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g/mol}$

2) (UEL) Calcule a concentração molar obtida pela mistura de 200 mL de 0,5M de HNO_3 e 300 mL de solução 0,2M do mesmo ácido.

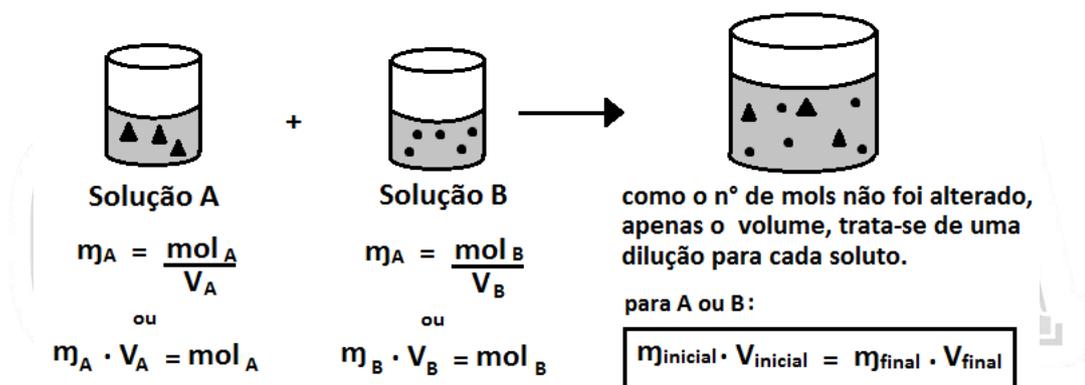
3.2. De solutos diferentes

Quando soluções de solutos diferentes se misturam, podem acontecer duas situações distintas: os solutos não reagirem ou reagirem para formar novas substâncias.

3.2.a. Sem reação

Quando duas soluções de solutos que não reagem se misturam, nada acontece, pois não há interação entre as partículas, no fundo, este caso se assemelha a uma diluição para cada uma das espécies. Afinal de contas é só o volume final que está sendo alterado para cada soluto.

Ex: mistura de solução de NaCl com CaCl_2 .



→ **Obs 1:** solutos diferentes que compartilham o mesmo cátion ou mesmo ânion não são reativos;

→ **Obs 2:** o volume final é a soma dos volumes iniciais;

→ **Obs 3:** este raciocínio serve para a concentração comum também;

→ **Obs 4:** a concentração dos íons **em mol/L**, que obedece diretamente a estequiometria da dissociação ou ionização;

→ **Obs 5:** para a ocorrência das reações, vide as regras de dupla troca.

Exercício de sala

1) (UFMS) A mistura de duas soluções pode resultar em uma reação química e, conseqüentemente, na formação de outras soluções, ou simplesmente numa variação na concentração das espécies presentes. Misturam-se 50 mL de uma solução 1,0 mol/L AlCl_3 a 50 mL de uma solução 1,0 mol/L de KCl. Calcule o valor obtido pela soma das concentrações finais dos íons Al^{3+} , K^+ e Cl^- na solução, em mol/L.

3.2.b. Com reação

Solutos diferentes que são reativos entre si, formam novas substâncias. Este caso se assemelha a uma estequiometria. Logo, algumas etapas devem ser seguidas para a sua resolução.

Etapas

- escrever a equação;
- balancear a reação;
- encontrar as substâncias problema;
- anotar os dados fornecidos;
- **calcular a massa ou mol da substância que tem concentração e volume;**
- relacionar as substâncias problema
- ajustar as unidades pedidas

Mol → grama (. MM)

Mol → Litro (. 22,4) *para CNTP

Mol → partícula (. 6.10^{23})

- fazer a regra de 3 com a “receita” e o “X e dado”.

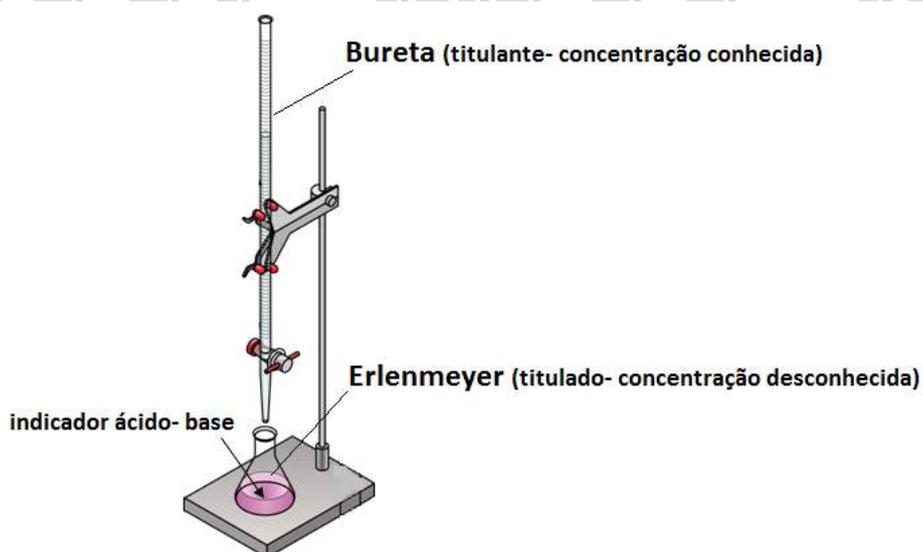
O conjunto de técnicas usado para se descobrir a concentração de uma substância através de uma reação, é chamada de titulação.

4) Titulação

Técnica que usa uma reação para se descobrir a concentração (mol/L, g/L, %, etc...) de uma dada substância. Existem diversos tipos de titulação (ácido base, precipitação, complexação, potenciométrica), mas a mais popular é a ácido/ base.

Lembrando: ácido + base → sal + água

Equipamentos e indicadores da titulação ácido base

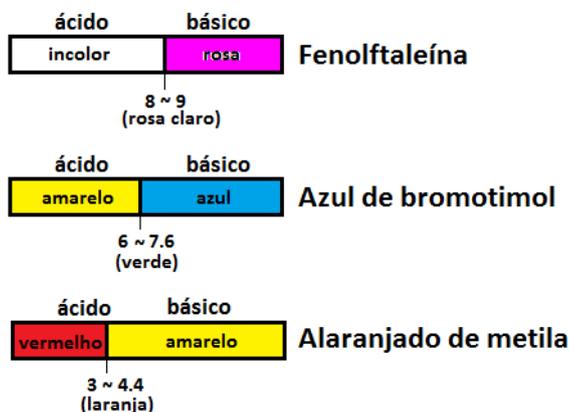


Bureta: é uma vidraria de extrema precisão volumétrica que é dotada de uma torneira, ela tem a função de escoar o titulante de concentração conhecida até a completa reação com o titulado. Ela fornece o volume usado do titulante.

Erlenmeyer: vidraria própria para agitação, contém o titulado e o indicador ácido base.

Indicador ácido base: é uma substância capaz de indicar, por mudança de cor (**ponto de viragem**) o momento em que toda uma substância (ex: ácido) foi consumida por outra (ex: base). O momento em que todo ácido foi consumido pela base é chamado de **ponto de equivalência** ($n^{\circ}H^+ = n^{\circ}OH^-$).

Indicadores importantes



Exemplo de uma titulação

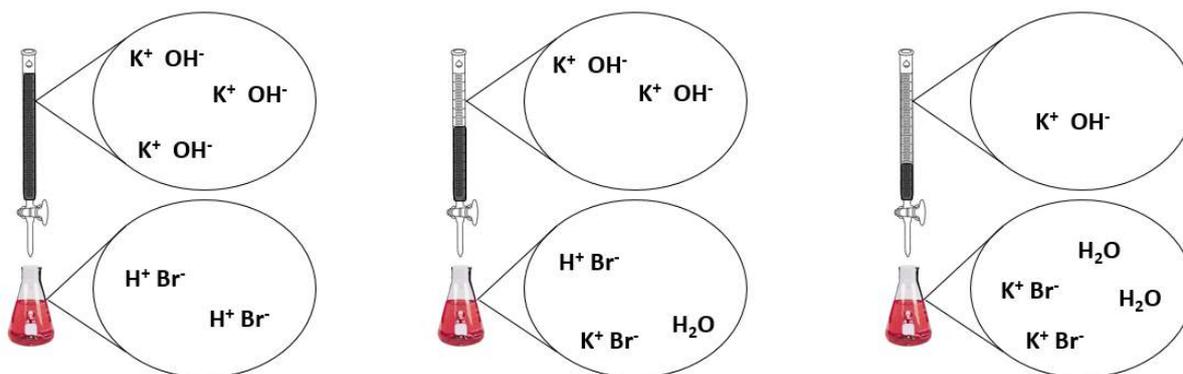
Reação de HBr e KOH + indicador fenolftaleína

Equação: ácido + base → sal + água

Ex: HBr + KOH →

Íons:

Representação



Exercícios de sala

1) (PUCCamp-SP) Vinte e cinco mililitros de uma solução de ácido acético 0,06 mol/L são titulados com 15 mL de solução de hidróxido de sódio. A molaridade da solução básica é igual a:



2) (FAAP-SP) Misturam-se 40 mL de uma solução aquosa 0,50 mol/L de H_2SO_4 com 60 mL de solução aquosa de NaOH. Calcular a concentração molar em relação:



a) à base

c) ao sal formado



4.1. Titulação e o pH

O ponto de equivalência é o momento em que o n° de H^+ = n° de OH^- , mas isso não representa um $\text{pH} = 7$, não necessariamente. Não podemos esquecer que o “final” de uma titulação, teoricamente teríamos sal + água, que pode hidrolisar. Se houver hidrólise, temos as seguintes possibilidades:

- sal (ác. Forte + bas. Forte): $\text{pH} = 7$ (neutro) * não hidrolisa
- sal (ác. Fraco + bas. Forte): $\text{pH} > 7$ (básico)
- sal (ác. Forte + bas. Fraca): $\text{pH} < 7$ (ácido)
- sal (ác. Fraca + bas. Fraca): $\text{pH} = 7$ (neutro) * há hidrólise

Temos ainda a possibilidade de ter um pequeno excesso de ácido ou base junto ao sal + água, que pode resultar em uma solução tampão (estabiliza o pH).

***solução tampão:** solução de ácido ou base fraca + seu sal, esse tipo de solução tende a não sofrer grandes variações de pH, mesmo com a adição de um ácido ou bases fortes.

→ **Obs:** ponto de equivalência tem um pH igual a 7, se o ácido e a base forem fortes, pois não há hidrólise.

Gráfico e o ponto de equivalência

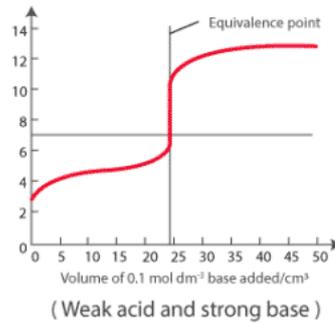
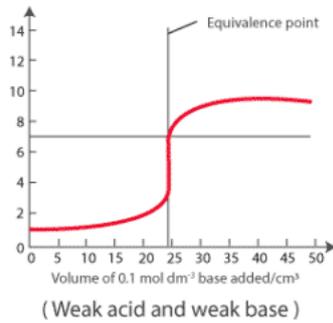
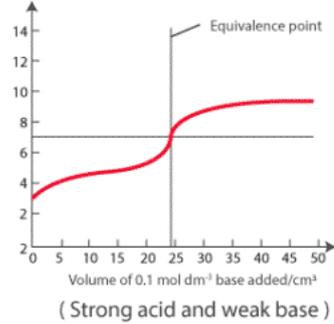
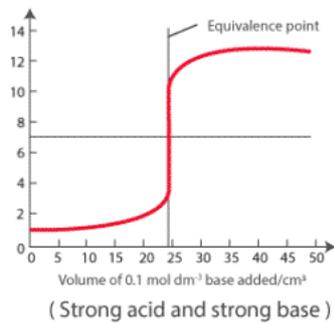
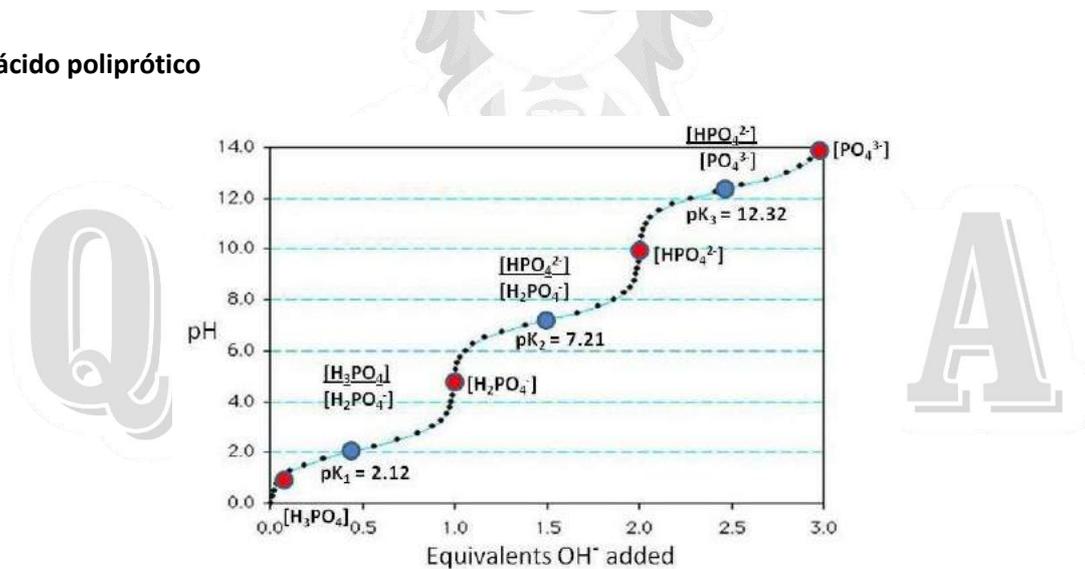


Gráfico de ácido poliprótico



Desafio – análise com titulação de retorno

Barrilha, que é carbonato de sódio impuro, é um insumo básico da indústria química. Uma amostra de barrilha de 10 g foi totalmente dissolvida em 800 mL de ácido clorídrico 0,2 mol/L. O excesso de ácido clorídrico foi neutralizado por 250 mL de NaOH 0,1 mol/L. Qual é o teor de carbonato de sódio, em porcentagem de massa, na amostra da barrilha?

Manjando dos paranauê

01) (Fuvest-SP) Se adicionarmos 80 mL de água a 20 mL de uma solução 0,20 M de hidróxido de potássio, obteremos uma solução de concentração molar igual:

- a) 0,010
- b) 0,020
- c) 0,025
- d) 0,040
- e) 0,050

02) Adicionou-se água destilada a 150 mL de solução 5 mol/L de HNO_3 , até que a concentração fosse de 1,5 mol/L. O volume final obtido, em mL, foi:

- a) 750 mL.
- b) 600 mL.
- c) 500 mL.
- d) 350 mL.
- e) 250 mL.

03) A 500 mL de solução 0,5 mol/L de sulfato de sódio são adicionados 750 mL de água. Calcule a molaridade da solução após a diluição.

- a) 0,33 mol/L.
- b) 0,75 mol/L.
- c) 0,20 mol/L.
- d) 1,00 mol/L.
- e) 0,25 mol/L.

04) (UCB DF) Em determinado exame clínico utilizado para medir a intolerância a carboidratos, um adulto deve beber 200 mL de uma solução de glicose a 30% (70% de água e 30% de glicose). Quando uma criança é submetida a esse exame, a concentração de glicose deve ser reduzida para 20%. Quantos mililitros de água devem ser adicionados a 200 mL de uma solução de glicose a 30% para se preparar uma solução de glicose a 20%?

- a) 150
- b) 80
- c) 120
- d) 100
- e) 50

05) (UFRN-RN) O volume de água, em mL, que deve ser adicionado a 80 mL de solução aquosa 0,1 M de ureia, para que a solução resultante seja 0,08 M, deve ser:

- a) 0,8
- b) 1
- c) 20
- d) 80
- e) 100

Agora eu tô um nojo

01) (Osec-SP) Preparam-se 100 mL de uma solução contendo 1 mol de KCl . Tomaram-se, então, 50 mL dessa solução e juntaram-se 450 mL de água. A concentração molar da solução final será:

- a) 0,1
- b) 0,2
- c) 0,5
- d) 1
- e) 10

02) (FCA-PA) Desejam-se preparar 500 mL de solução a 4% de NaOH . Os volumes de uma solução a 7% e de outra a 2% dessa base, necessários para obter-se a solução desejada, são respectivamente,

- a) 250 mL e 250 mL
- b) 100 mL e 400 mL
- c) 400 mL e 100 mL
- d) 300 mL e 200 mL
- e) 200 mL e 300 mL

Observação: Como as soluções são diluídas, a densidade é igual à do solvente, no caso, a água (1 g/mL).

03) (Cesgranrio-RJ) Uma solução 0,05 M de glicose, contida em um béquer, perde água por evaporação até restar um volume de 100 mL, passando a concentração para 0,5 M. O volume de água evaporada é, aproximadamente:

- a) 50 mL
- b) 100 mL
- c) 500 mL
- d) 900 mL
- e) 1 000 mL

04) (UFPR) Ao se misturarem 100 mL de solução aquosa 0,15 mol/L de cloreto de potássio com 150 mL de solução aquosa 0,15 mol/L de cloreto de sódio, a solução resultante apresentará, respectivamente, as seguintes concentrações de Na^+ , K^+ e Cl^- .

- a) $0,09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- b) $0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $1,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- c) $0,06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- d) $0,09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- e) $0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $0,30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

05) (Mackenzie-SP) Adicionando-se 600 mL de solução 0,25 mol/L de KOH a um certo volume (V) de solução 1,5 mol/L de mesma base, obtém-se uma solução 1,2 mol/L. O volume (V) adicionado de solução 1,5 mol/L é de:

- a) 0,1 L
- b) 3,0 L
- c) 2,7 L
- d) 1,5 L
- e) 1,9 L

06) (PUC-PR) Uma solução de ácido sulfúrico é titulada com outra solução 0,20 molar de NaOH.

Quantos mL da solução básica serão necessários para neutralizar completamente 0,098 g deste ácido?

- a) 5,00 mL
- b) 2,50 mL
- c) 10,00 mL
- d) 15,00 mL
- e) 20,00 mL

07) (PUC Camp SP) O veneno de *formiga* contém o ácido metanoico, HCOOH. Para neutralizar 1,0 mL de solução 0,1 mol/L desse ácido, é necessário utilizar um volume de solução de NaOH 0,02 mol/L igual a

- a) 5 mL.
- b) 10 mL.
- c) 15 mL.
- d) 20 mL.
- e) 25 mL.

08) (Unicesumar SP) O ácido fosfórico (H₃PO₄) é um acidulante utilizado como aditivo em bebidas refrigerantes. Para determinar a concentração de uma solução aquosa de ácido fosfórico, um técnico de laboratório titulou uma amostra de 25,0 mL dessa solução com uma solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração 0,30 mol.L⁻¹. A adição gota a gota da solução de hidróxido de sódio foi feita até que ocorresse a mudança de cor do indicador fenolftaleína de incolor para um tom levemente rosa.

Considerando que foi necessária a adição de 10,0 mL da solução alcalina para que ocorresse a viragem do indicador, pode-se afirmar que a concentração de ácido fosfórico na amostra é de

- a) 0,001 mol.L⁻¹.
- b) 0,040 mol.L⁻¹.
- c) 0,12 mol.L⁻¹.
- d) 0,10 mol.L⁻¹.
- e) 0,75 mol.L⁻¹.

09) (UNEMAT MT) Um jovem comprou um produto veterinário para eliminar os carrapatos do seu cachorro. Ao ler a bula, ele tomou conhecimento que o princípio ativo do produto é relativamente tóxico, então ele seguiu as orientações do fabricante para que

seu animal de estimação não fosse envenenado. Na bula continha as seguintes informações:

Cada 100 mL contém:

Amitraz 12,5 g
Veículo q.s.p. 100 mL

O produto deve ser usado da seguinte maneira

Indicação	Volume do Produto	Volume de água
Eliminação de carrapatos	2ml	1 litro

Considerando que o jovem preparou a solução em um balde com 5 litros de água, seguindo as instruções de uso, a concentração final em mg/L do princípio ativo e o fator de diluição aplicado foram:

- a) 0,25 mg/L e 1:500
- b) 250 mg/L e 1:500
- c) 2,50 mg/L e 1:250
- d) 25 mg/L e 1:250
- e) 0,025 mg/L e 1:500

10) (Unicamp SP) O aumento dos casos da Covid-19 provocou a escassez de álcool etílico em gel no comércio, o que fez a população buscar outros tipos de álcool para se prevenir. No entanto, as opções de álcool disponíveis não eram eficazes. O recomendado é o álcool 70º INPM (% massa/massa). As opções de álcool disponíveis comercialmente à época da escassez aparecem na tabela abaixo.

Tipo de álcool	Concentração INPM (%massa/massa)
Absoluto	99,6
Hidratado	92,6
Combustível	92,5
Limpeza	46,0

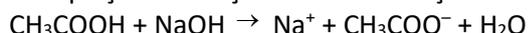
Para produzir álcool 70º INPM a partir dos outros tipos disponíveis comercialmente, uma opção possível seria misturar

- a) álcool para limpeza com álcool hidratado, utilizando maior quantidade de álcool para limpeza.
- b) álcool combustível com o álcool absoluto, utilizando maior quantidade de álcool combustível.
- c) álcool absoluto com álcool hidratado, utilizando maior quantidade de álcool absoluto.
- d) álcool para limpeza com álcool hidratado, utilizando maior quantidade de álcool hidratado.

11) (Fac. Direito de Sorocaba SP) Uma solução de ácido acético (CH₃COOH; massa molar 60 g) encontra-se sem titulação. Sabe-se que para a neutralização total de

150 mL dessa solução são necessários 100 mL de NaOH (1mol/L).

Segue a equação da reação de neutralização.



A correta titulação para essa solução de ácido acético é

- 20 g/litro.
- 40 g/litro.
- 60 g/litro.
- 80 g/litro.
- 100 g/litro.

Nazaré confusa

01) (UEPG PR) Uma das formas de avaliar a qualidade da água consiste em determinar a quantidade de íons Cl^- dissolvidos. A reação representada abaixo constitui um dos métodos de doseamento de Cl^- e consiste na adição de uma solução de AgNO_3 à água em análise.

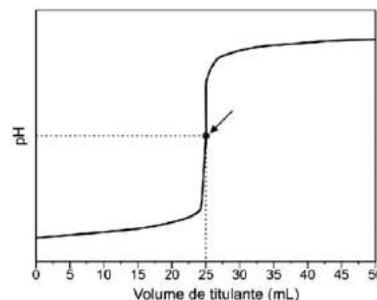


A respeito deste assunto e considerando-se os dados de massa $\text{Ag} = 108$, $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$ e $\text{Cl} = 35,5$, assinale o que for correto.

- A análise de 100 mL de uma amostra de água formou 2,87 g de precipitado, o que indica que a amostra contém concentração de $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ de Cl^- .
- Para que ocorra formação de 14,35g de AgCl são consumidos 10,8 g de Ag^+
- Esta é uma reação de redox.
- Uma amostra de 100 mL de água, contendo $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ de Cl^- , ao ser tratada com 50 mL de solução de AgNO_3 $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, deverá formar 14,35 g de AgCl .
- A solubilidade em água, do nitrato de prata e do cloreto de prata são semelhantes, nas condições ambientais de temperatura e pressão.

02) (UCS RS) A titulação é um processo clássico de análise química quantitativa. Nesse tipo de análise, a quantidade da espécie de interesse pode ser determinada por meio do volume de uma solução de concentração conhecida (denominada titulante) que foi gasto para reagir completamente com um volume predeterminado de amostra, na presença de um indicador apropriado (denominada titulado).

A titulação de 50 mL de uma solução aquosa de ácido clorídrico, com uma solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração molar igual a $0,1 \text{ mol/L}$, utilizando fenolftaleína como indicador, está representada no gráfico a seguir.



Considerando as informações do enunciado e do gráfico, assinale a alternativa correta.

- O número de mols do ácido, no ponto indicado pela seta, é duas vezes maior que o número de mols da base.
- O pH do meio torna-se ácido após a adição de 30 mL de titulante.
- A concentração molar do ácido é igual a $0,05 \text{ mol/L}$.
- O titulado torna-se incolor ao término da análise.
- O sal formado durante a titulação sofre hidrólise básica.

03) (UFMG-MG) Uma mineradora de ouro, na Romênia, lançou 100000 m^3 de água e lama contaminadas com cianeto, $\text{CN}^- (\text{aq})$, nas águas de um afluente do segundo maior rio da Hungria. A concentração de cianeto na água atingiu, então, o valor de $0,0012 \text{ mol/litro}$. Essa concentração é muito mais alta que a concentração máxima de cianeto que ainda permite o consumo doméstico da água, igual a $0,01 \text{ miligrama/litro}$. Considerando-se essas informações, para que essa água pudesse servir ao consumo doméstico, ela deveria ser diluída, aproximadamente:

- 32000 vezes.
- 3200 vezes.
- 320 vezes.
- 32 vezes.

04) (PUC Camp SP)

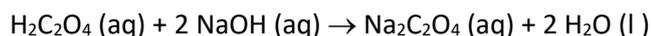
O Espinafre prejudica a absorção de ferro

Graças ao marinheiro Popeye, personagem que recorre a uma lata de espinafre quando precisa reunir forças para enfrentar o vilão Brutus, até as crianças pensam que a verdura é uma boa fonte de ferro. O que os pequenos e muitos adultos não sabem é que a disponibilidade desse mineral para o organismo é bastante limitada.

"O ácido oxálico presente no espinafre forma sais insolúveis com o ferro e também com o cálcio, dificultando a absorção dos dois minerais", afirma a nutricionista Lara Cunha, da USP (Universidade de São Paulo).

Segundo ela, a verdura contém muita fibra, vitaminas A, C e do complexo B, potássio e magnésio, além de ser considerada laxativa e diurética, mas não deve ser consumida por pessoas com deficiência de ferro ou propensão a formar cálculos renais, também devido ao grande teor de ácido oxálico.

ácido oxálico pode reagir com bases, segundo a equação:



Considerando que 100 g de espinafre cru contém 294 mg de ácido oxálico, para neutralizar o ácido contido nessa quantidade de vegetal é necessário utilizar um volume, em mL, de NaOH 0,1 mol L⁻¹, de, aproximadamente,

Dados:

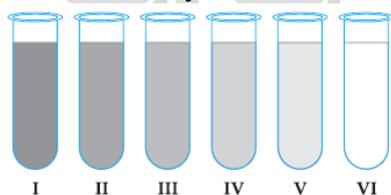
Massas molares (g mol⁻¹)

H₂C₂O₄ = 90

NaOH = 40

- 3,2
- 6,5
- 32,5
- 48,2
- 65,3

05) (PUC-RS) Instrução: Responder à questão com base no esquema a seguir, que representa um conjunto de soluções de sulfato de cobre. As soluções foram obtidas, sempre diluindo-se com água, sucessivamente, 5 mL da solução anterior para se obter 10 mL da nova solução.



Diminuindo-se a concentração da solução I em dez vezes, por diluição, a solução resultante terá concentração intermediária às soluções da(s) alternativa(s):

- I e II.
- II e III.
- III e IV.
- IV e V.
- V e VI.

06) (UEPG PR) Avalie a preparação das 2 soluções descritas a seguir, considere que na mistura entre elas não ocorre reação e que os compostos estão 100% dissociados na temperatura em que a mistura foi

realizada. Sobre esse processo, assinale o que for correto. **Dados:** Mg = 24 u; K = 39 u; Cl = 35,5 u

- Solução aquosa de KCl 0,1 mol/L.
- Solução preparada pela dissolução de 190 g de cloreto de magnésio em água, completando-se o volume para 1 litro.

01. Na mistura de 1 litro da solução I mais 1 litro da solução II, ambas terão as concentrações reduzidas pela metade na solução final.

02. Nas duas soluções, o soluto é formado por compostos iônicos que sofrem dissociação em meio aquoso.

04. Para preparar 200 mL da solução I são necessários 149 g do sal.

08. A solução II tem concentração igual a 2 mol/L.

07) (PUC-MG) Uma solução de hidróxido de potássio foi preparada dissolvendo-se 16,8 g da base em água suficiente para 200 mL de solução. Dessa solução, o volume que deve ser diluído a 300 mL para que a concentração molar seja 1/3 da solução original é de:

- 75 mL
- 25 mL
- 50 mL
- 100 mL
- 150 mL

08) (PUC SP) A análise gravimétrica é baseada em medidas de massa. A substância a ser testada pode ser misturada com um reagente para formação de um precipitado, o qual é pesado. É possível determinar a quantidade de cálcio presente na água, por exemplo, misturando a amostra com excesso de ácido etanodióico, seguida de uma solução de amônia. Os íons cálcio reagem com íons etanodioato formando, etanodioato de cálcio. O etanodioato de cálcio é convertido em óxido de cálcio, através de aquecimento, o qual é pesado. Uma amostra de 200 cm³ de água foi submetida ao tratamento descrito acima. A conversão de etanodioato de cálcio em óxido de cálcio foi feita em um cadinho que tinha uma massa de 28,520 g. Após a conversão, a massa obtida foi de 28,850 g.

Qual a concentração, aproximada, de íons cálcio na amostra de água?

- 3×10^{-2} mol/L
- 6×10^{-3} mol/L
- 3×10^{-5} mol/L
- 0,33 mol/L

09) (PUC GO) Um aluno estava no laboratório de química e fez a mistura de duas soluções. Para isso, ele utilizou 100 mL de uma solução de cloreto de sódio com $29,2 \text{ g.L}^{-1}$ e 100 mL de uma solução de nitrato de prata com 1 mol.L^{-1} . Ambas as soluções são transparentes e não apresentam corpo de fundo, no entanto, após a mistura, houve a formação de um precipitado branco. Os coeficientes de solubilidade do cloreto de prata e do nitrato de sódio são de $0,014$ e 874 g.L^{-1} , respectivamente.

Sobre o sólido formado na reação, marque a alternativa correta:

- O sólido formado na reação é o nitrato de sódio e a quantidade formada é de aproximadamente $0,05 \text{ mol}$.
- O sólido formado na reação é o cloreto de prata e a quantidade formada é de aproximadamente $0,05 \text{ mol}$.
- O sólido formado na reação é o nitrato de sódio e a quantidade formada é de aproximadamente $0,2 \text{ mol}$.
- O sólido formado na reação é o cloreto de prata e a quantidade formada é de aproximadamente $0,2 \text{ mol}$.

10) (Unioeste PR) A titulação é uma técnica analítica bastante utilizada para determinar a concentração de substâncias que não são padrões primários. Assim, utiliza-se geralmente um padrão primário para padronizar as soluções que são usadas para outras titulações. Com base neste conceito, uma amostra de $0,3180 \text{ g}$ de carbonato de sódio (Na_2CO_3), padrão primário, necessitou de $30,00 \text{ mL}$ de uma solução de HCl para completa neutralização. Em relação à concentração de HCl e à estequiometria da reação abaixo, assinale a alternativa **CORRETA**.

Dados: $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$



- A concentração de HCl é $0,10 \text{ mol/L}$, e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$, é $1:1$.
- A concentração de HCl é $0,20 \text{ mol/L}$, e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$, é $1:2$.
- A concentração de HCl é $0,10 \text{ mol/L}$, e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$, é $1:2$.
- A concentração de HCl é $0,20 \text{ mol/L}$, e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$, é $1:1$.
- A concentração de HCl é $0,10 \text{ mol/L}$, e a relação estequiométrica $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{HCl}$, é $2:1$.

11) (FUVEST SP) Uma usina de reciclagem de plástico recebeu um lote de raspas de 2 tipos de plásticos, um deles com densidade $1,10 \text{ kg/L}$ e outro com densidade $1,14 \text{ kg/L}$. Para efetuar a separação dos dois tipos de plásticos, foi necessário preparar 1000 L de uma

solução de densidade apropriada, misturando-se volumes adequados de água (densidade = $1,00 \text{ kg/L}$) e de uma solução aquosa de NaCl, disponível no almoxarifado da usina, de densidade $1,25 \text{ kg/L}$. Esses volumes, em litros, podem ser, respectivamente,

- 900 e 100.
- 800 e 200.
- 500 e 500.
- 200 e 800.
- 100 e 900.

12) (Fuvest-SP) O rótulo de um produto de limpeza diz que a concentração de amônia, NH_3 , é de $9,5 \text{ g/L}$. Com o intuito de verificar se a concentração de amônia corresponde à indicada no rótulo, $5,00 \text{ mL}$ desse produto foram titulados com ácido clorídrico de concentração $0,100 \text{ mol/L}$. Para consumir toda a amônia dessa amostra foram gastos $25,00 \text{ mL}$ do ácido.

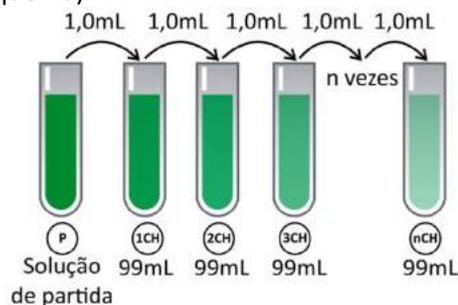
Com base nas informações fornecidas indique a alternativa que responde corretamente às seguintes questões:

I. Qual a concentração da solução, calculada com os dados da titulação?

II. A concentração indicada no rótulo é correta?

- $0,12 \text{ mol/L}$ sim
- $0,25 \text{ mol/L}$ não
- $0,25 \text{ mol/L}$ sim
- $0,50 \text{ mol/L}$ não
- $0,50 \text{ mol/L}$ sim

13) (FUVEST SP) Os chamados “remédios homeopáticos” são produzidos seguindo a farmacotécnica homeopática, que se baseia em diluições sequenciais de determinados compostos naturais. A dosagem utilizada desses produtos é da ordem de poucos mL. Uma das técnicas de diluição homeopática é chamada de diluição centesimal (CH), ou seja, uma parte da solução é diluída em 99 partes de solvente e a solução resultante é homogeneizada (ver esquema).

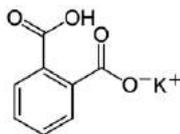


Alguns desses produtos homeopáticos são produzidos com até 200 diluições centesimais sequenciais (200CH).

Considerando uma solução de partida de 100 mL com concentração 1 mol/L de princípio ativo, a partir de qual diluição centesimal a solução passa a não ter, em média, nem mesmo uma molécula do princípio ativo?

- 12ª diluição (12CH).
- 24ª diluição (24CH).
- 51ª diluição (51CH).
- 99ª diluição (99CH).
- 200ª diluição (200CH).

14) (UFSC) Em um laboratório, um analista preparou uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) e determinou que sua concentração, obtida por meio da titulação com hidrogenoftalato de potássio, foi de 0,100 mol L⁻¹. Posteriormente, 20,2 mL da mesma solução de NaOH foram necessários para neutralizar completamente uma alíquota de 10,0 mL de uma solução de H₂SO₄ de concentração desconhecida. A reação entre NaOH e H₂SO₄ possui $\Delta H = -112$ kJ/mol. A fórmula estrutural do hidrogenoftalato de potássio (KHC₈H₄O₄) é apresentada abaixo:



Considerando essas informações, é correto afirmar que:

- os processos descritos no enunciado constituem reações ácido-base que envolvem uma base fraca e um ácido forte.
- a variação da entalpia para a reação apresentada é negativa, logo a reação absorve calor para neutralizar os íons hidrônio e formar moléculas de água.
- a concentração de ácido sulfúrico na solução descrita no enunciado é de 0,101 mol L⁻¹.
- após a neutralização completa da solução de H₂SO₄ e considerando que não há excesso de base, a concentração molar dos íons sódio na solução será o dobro da concentração molar dos íons sulfato.
- a adição de hidrogenoftalato de potássio em água pura não resultará na modificação do pH do meio.
- para neutralizar completamente 2,0 mol de ácido sulfúrico, seriam necessários 4,0 mol de hidróxido de sódio.

15) (Unifor CE) A Titulometria inclui um grupo de métodos analíticos baseados na determinação da quantidade de um reagente de concentração conhecida que é requerida para reagir completamente com o analito. A titulometria volumétrica é a medida

de volume de uma solução de concentração conhecida necessária para reagir essencial e completamente com o analito. Sobre a técnica, os componentes e os procedimentos, assinale a alternativa correta.

- Titulante é a solução instável e de concentração desconhecida de um reagente que é adicionado sobre a solução da amostra que contém a espécie cuja concentração se deseja determinar.
- Titulado: Solução do analito. Solução da qual se deseja determinar a concentração de uma espécie química. Amostra.
- O arranjo típico para a realização de uma titulação consiste em um aparelho composto por uma bureta, um suporte de bureta com base de porcelana para fornecer um fundo apropriado para ver as alterações do indicador e um frasco erlenmeyer de boca larga contendo um volume precisamente conhecido da solução a ser titulada. A solução é normalmente transferida para o frasco usando uma pipeta.
- Antes do começo da titulação. A solução a ser titulada de um ácido é colocada em frasco e o indicador é adicionado ao sistema.
- Durante a titulação, o titulante é adicionado ao frasco com a agitação até que a cor do indicador se torne persistente.

Vem ENEM!

01) (ENEM-2009) Os exageros do final de semana podem levar o indivíduo a um quadro de azia. A azia pode ser descrita como uma sensação de queimação no esôfago, provocada pelo desbalanceamento do pH estomacal (excesso de ácido clorídrico). Um dos antiácidos comumente empregados no combate à azia é leite de magnésia. O leite de magnésia possui 64,8g de hidróxido de magnésio [Mg(OH)₂] por litro da solução. Qual a quantidade de ácido neutralizado ao se ingerir 9 mL de leite de magnésia?

Dados: Massas molares (em g/mol): Mg = 24,3; Cl = 35,4; O = 16; H = 1.

- 20 mol.
- 0,58 mol.
- 0,2 mol.
- 0,02 mol.
- 0,01 mol.

02) (ENEM- 2019) Um dos parâmetros de controle de qualidade de polpas de frutas destinadas ao consumo como bebida é a acidez total expressa em ácido cítrico, que corresponde à massa dessa substância em 100 gramas de polpa de fruta. O ácido cítrico é uma molécula orgânica que apresenta três hidrogênios

ionizáveis (ácido triprótico) e massa molar 192 g/mol. O quadro indica o valor mínimo desse parâmetro de qualidade para polpas comerciais de algumas frutas.

Polpa de fruta	Valor mínimo da acidez total expressa em ácido cítrico (g/100 g)
Acerola	0,8
Caju	0,3
Cupuaçu	1,5
Graviola	0,6
Maracujá	2,5

A acidez total expressa em ácido cítrico de uma amostra comercial de polpa de fruta foi determinada. No procedimento, adicionou-se água destilada a 2,2 g da amostra e, após a solubilização do ácido cítrico, o sólido remanescente foi filtrado. A solução obtida foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol/L, em que se consumiram 24 mL da solução básica (titulante).

Entre as listadas, a amostra analisada pode ser de qual polpa de fruta?

- Apenas caju.
- Apenas maracujá.
- Caju ou graviola.
- Acerola ou cupuaçu.
- Cupuaçu ou graviola.

03) (ENEM-2010) Todos os organismos necessitam de água e grande parte deles vive em rios, lagos e oceanos. Os processos biológicos, como respiração e fotossíntese, exercem profunda influência na química das águas naturais em todo o planeta. O oxigênio é ator dominante na química e na bioquímica da hidrosfera. Devido a sua baixa solubilidade em água (9,0 mg/L a 20°C) a disponibilidade de oxigênio nos ecossistemas aquáticos estabelece o limite entre a vida aeróbica e anaeróbica. Nesse contexto, um parâmetro chamado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi definido para medir a quantidade de matéria orgânica presente em um sistema hídrico. A DBO corresponde à massa de O₂ em miligramas necessária para realizar a oxidação total do carbono orgânico em um litro de água.

BAIRD, C. *Química Ambiental*. Ed. Bookman, 2005 (adaptado).

Dados: Massas molares em g/mol: C = 12; H = 1; O = 16.

Suponha que 10 mg de açúcar (fórmula mínima CH₂O e massa molar igual a 30 g/mol) são dissolvidos em um litro de água; em quanto a DBO será aumentada?

- 0,4mg de O₂/litro
- 1,7mg de O₂/litro
- 2,7mg de O₂/litro

- 9,4mg de O₂/litro
- 10,7mg de O₂/litro

04) (ENEM-2019) O vinagre é um produto alimentício resultante da fermentação do vinho que, de acordo com a legislação nacional, deve apresentar um teor mínimo de ácido acético (CH₃COOH) de 4% (v/v). Uma empresa está desenvolvendo um *kit* para que a inspeção sanitária seja capaz de determinar se alíquotas de 1 mL de amostras de vinagre estão de acordo com a legislação. Esse *kit* é composto por uma ampola que contém uma solução aquosa de Ca(OH)₂ 0,1 mol/L e um indicador que faz com que a solução fique cor-de-rosa, se estiver básica, e incolor, se estiver neutra ou ácida. Considere a densidade do ácido acético igual a 1,10 g/cm³, a massa molar do ácido acético igual a 60 g/mol e a massa molar do hidróxido de cálcio igual a 74 g/mol.

Qual é o valor mais próximo para o volume de solução de Ca(OH)₂, em mL, que deve estar contido em cada ampola do *kit* para garantir a determinação da regularidade da amostra testada?

- 3,7
- 6,6
- 7,3
- 25
- 36

05) (ENEM-2014) A água potável precisa ser límpida, ou seja, não deve conter partículas em suspensão, tais como terra ou restos de plantas, comuns nas águas de rios e lagoas. A remoção das partículas é feita em estações de tratamento, onde Ca(OH)₂ em excesso e Al₂(SO₄)₃ são adicionados em um tanque para formar sulfato de cálcio e hidróxido de alumínio. Esse último se forma como flocos gelatinosos insolúveis em água, que são capazes de agregar partículas em suspensão. Em uma estação de tratamento, cada 10 gramas de hidróxido de alumínio é capaz de carregar 2 gramas de partículas. Após decantação e filtração, a água límpida é tratada com cloro e distribuída para as residências. As massas molares dos elementos H, O, Al, S e Ca são, respectivamente, 1 g/mol, 16 g/mol, 27 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol.

Considerando que 1 000 litros da água de um rio possuem 45 gramas de partículas em suspensão, a quantidade mínima de Al₂(SO₄)₃ que deve ser utilizada na estação de tratamento de água, capaz de tratar 3 000 litros de água de uma só vez, para garantir que todas as partículas em suspensão sejam precipitadas, é mais próxima de

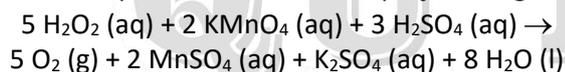
- 59 g.

- b) 493 g.
- c) 987 g.
- d) 1 480 g.
- e) 2 960 g.

06) (ENEM-2009) O álcool hidratado utilizado como combustível veicular é obtido por meio da destilação fracionada de soluções aquosas geradas a partir da fermentação de biomassa. Durante a destilação, o teor de etanol da mistura é aumentado, até o limite de 96% em massa. Considere que, em uma usina de produção de etanol, 800 kg de uma mistura etanol/água com concentração 20% em massa de etanol foram destilados, sendo obtidos 100 kg de álcool hidratado 96% em massa de etanol. A partir desses dados, é correto concluir que a destilação em questão gerou um resíduo com uma concentração de etanol em massa

- a) de 0%.
- b) de 8,0%.
- c) entre 8,4% e 8,6%.
- d) entre 9,0% e 9,2%.
- e) entre 13% e 14%.

07) (ENEM-2011) O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decompõe-se, conforme a equação a seguir:



De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a

- a) $2,0 \times 10^0$ mol.
- b) $2,0 \times 10^{-3}$ mol.
- c) $8,0 \times 10^{-1}$ mol.
- d) $8,0 \times 10^{-4}$ mol.
- e) $5,0 \times 10^{-3}$ mol.

08) (ENEM-2015) A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração de íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de

5000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L.

As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

- a) 26
- b) 41
- c) 45
- d) 51
- e) 82

09) (ENEM-2014) O álcool comercial (solução de etanol) é vendido na concentração de 96% em volume. Entretanto, para que possa ser utilizado como desinfetante, deve-se usar uma solução alcoólica na concentração de 70%, em volume. Suponha que um hospital recebeu como doação um lote de 1 000 litros de álcool comercial a 96% em volume, e pretende trocá-lo por um lote de álcool desinfetante.

Para que a quantidade total de etanol seja a mesma nos dois lotes, o volume de álcool a 70% fornecido na troca deve ser mais próximo de

- a) 1 042 L.
- b) 1 371 L.
- c) 1 428 L.
- d) 1 632 L.
- e) 1 700 L.

10) (ENEM-2019) Nos municípios onde foi detectada a resistência do *Aedes aegypti*, o larvicida tradicional será substituído por outro com concentração de 10% (v/v) de um novo princípio ativo. A vantagem desse segundo larvicida é que uma pequena quantidade da emulsão apresenta alta capacidade de atuação, o que permitirá a condução de baixo volume de larvicida pelo agente de combate às endemias. Para evitar erros de manipulação, esse novo larvicida será fornecido em frascos plásticos e, para uso em campo, todo o seu conteúdo deve ser diluído em água até o volume final de um litro. O objetivo é obter uma concentração final de 2% em volume do princípio ativo.

Que volume de larvicida deve conter o frasco plástico?

- a) 10 mL
- b) 50 mL
- c) 100 mL
- d) 200 mL
- e) 500 mL

11) (ENEM-2017) Um pediatra prescreveu um medicamento, na forma de suspensão oral, para uma

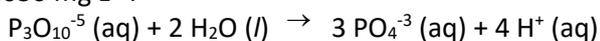
criança pesando 16 kg. De acordo com o receituário, a posologia seria de 2 gotas por kg da criança, em cada dose. Ao adquirir o medicamento em uma farmácia, o responsável pela criança foi informado que o medicamento disponível continha o princípio ativo em uma concentração diferente daquela prescrita pelo médico, conforme mostrado no quadro.

Medicamento	Concentração do princípio ativo (mg/gota)
Prescrito	5,0
Disponível comercialmente	4,0

Quantas gotas do medicamento adquirido a criança deve ingerir de modo que mantenha a quantidade de princípio ativo prescrita?

- a) 13
- b) 26
- c) 32
- d) 40
- e) 128

12) (ENEM-2020) Os esgotos domésticos são, em geral, fontes do íon tripolifosfato ($P_3O_{10}^{5-}$), de massa molar igual a 253 g mol^{-1} , um possível constituinte dos detergentes. Esse íon reage com a água, como mostra a equação a seguir, e produz o íon fosfato (PO_4^{3-}), de massa molar igual a 95 g mol^{-1} , um contaminante que pode causar a morte de um corpo hídrico. Em um lago de $8\,000 \text{ m}^3$, todo o fósforo presente é proveniente da liberação de esgoto que contém $0,085 \text{ mg L}^{-1}$ de íon tripolifosfato, numa taxa de 16 m^3 por dia. De acordo com a legislação brasileira, a concentração máxima de fosfato permitido para água de consumo humano é de $0,030 \text{ mg L}^{-1}$.

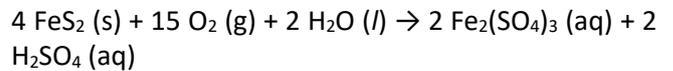


O número de dias necessário para que o lago alcance a concentração máxima de fósforo (na forma de íon fosfato) permitida para o consumo humano está mais próximo de

- a) 158.
- b) 177.
- c) 444.
- d) 1 258.
- e) 1 596.

13) (ENEM-2021) A presença de substâncias ricas em enxofre em áreas de mineração provoca preocupantes impactos ambientais. Um exemplo dessas substâncias

é a pirita (FeS_2), que, em contato com o oxigênio atmosférico, reage formando uma solução aquosa ferruginosa, conhecida como drenagem ácida de minas, segundo a equação química:



Em situações críticas, nas quais a concentração do ácido sulfúrico atinge $9,8 \text{ g/L}$, o pH alcança valores menores que 1,0. Uma forma de reduzir o impacto da drenagem ácida de minas é tratá-la com calcário (CaCO_3). Considere que uma amostra comercial de calcário, com pureza igual a 50% em massa, foi disponibilizada para o tratamento.

Qual é a massa de calcário, em gramas, necessária para neutralizar um litro de drenagem ácida de minas, em seu estado crítico, sabendo-se que as massas molares do CaCO_3 e do H_2SO_4 são iguais a 100 g/mol e 98 g/mol , respectivamente?

- a) 0,2
- b) 5,0
- c) 10,0
- d) 20,0
- e) 200,0

Abertas, lá vou eu

01) Por lei, o vinagre (solução aquosa de ácido acético) pode conter, no máximo, 4% em massa de ácido acético ($M = 0,67 \text{ mol/L}$). Suponha que você queira verificar se o vinagre utilizado em sua casa atende as especificações legais. Para isso, você verifica que 40 mL de vinagre são completamente neutralizados por 15 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio 2,0 molar. A que conclusão você chega?

02) Um aluno foi ao laboratório a fim de determinar o teor de ácido acetilsalicílico (AAS) em um comprimido de aspirina. Verificando que o melhor método seria a titulação indireta (por retorno), pesou o comprimido (massa = 500 mg) e dissolveu em um erlenmeyer, com a adição de 30 mL de hidróxido de sódio, NaOH, a 0,5 mol/L. O excesso da base foi titulado com ácido

sulfúrico, H_2SO_4 , a 0,5 mol/L, gastando 10 mL de ácido. Sabendo que para cada mol de ácido acetilsalicílico são consumidos dois mols de hidróxido de sódio, o teor de AAS na amostra original é: (Dado: massa molar do AAS = 180 g/mol)

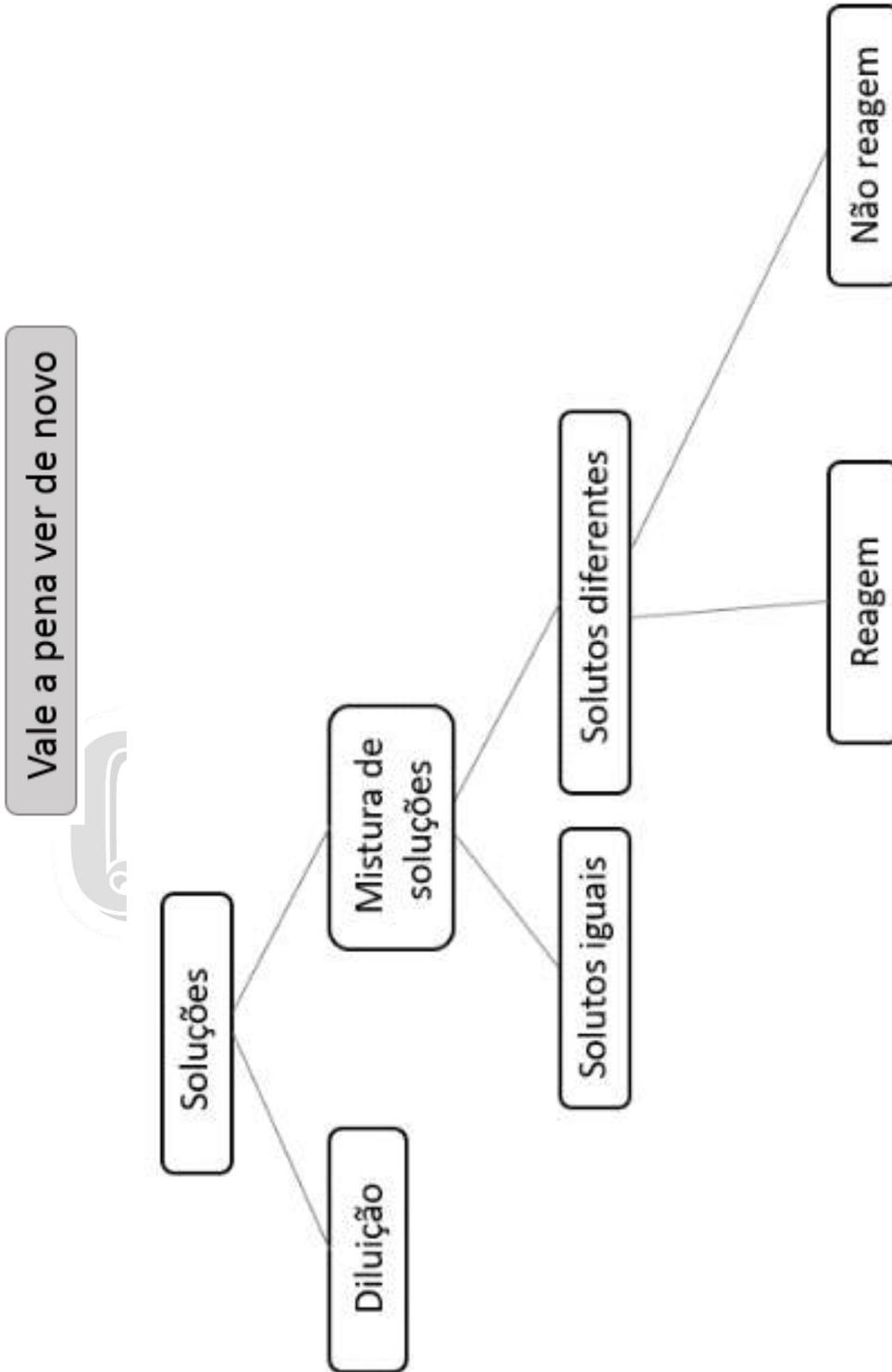
RESPOSTAS

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) D	01) D	01) 03	01) D
02) C	02) E	02) C	02) C
03) C	03) D	03) B	03) E
04) D	04) A	04) E	04) A
05) C	05) E	05) D	05) D
	06) C	06) 11	06) D
	07) A	07) D	07) D
	08) B	08) A	08) B
	09) B	09) B	09) B
	10) D	10) B	10) D
	11) B	11) C	11) D
		12) D	12) A
		13) A	13) D
		14) 44	
		15) B	

Abertas, lá vou eu!

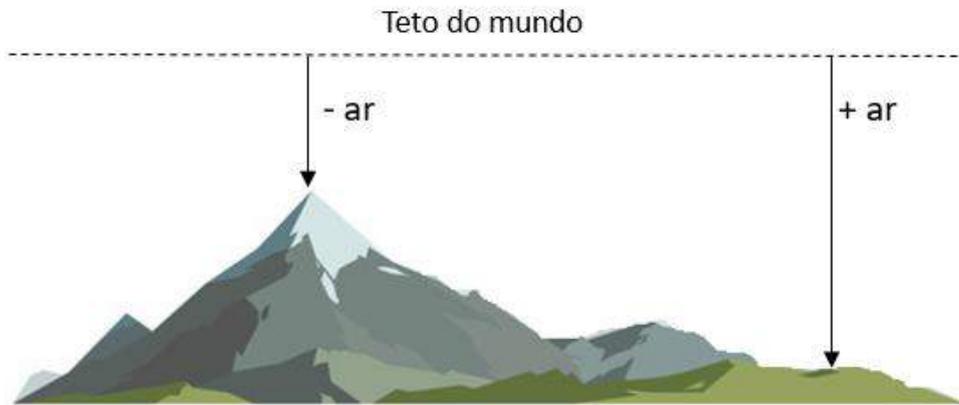
- 01)
a) O vinagre analisado não atende às especificações:
0,75M > 0,67M
02) 90%



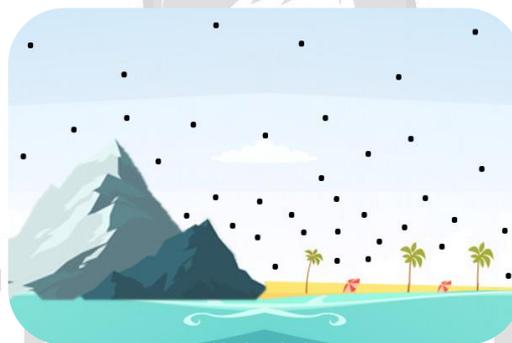


1) Pressão atmosférica

Pressão é a relação de uma força por uma área ($P = F/A$), a pressão atmosférica é resultado da força exercida pela coluna de ar sobre uma dada região. Vários fatores podem alterar essa pressão, mas o mais importante é a altitude. Quanto maior a altitude, menor é a coluna de ar, logo menor a pressão atmosférica. Ao nível do mar essa pressão é de 1 atm ou 760 mmHg.

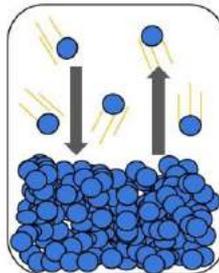


Distribuição das partículas de gás em função da pressão atmosférica



2) Pressão de vapor

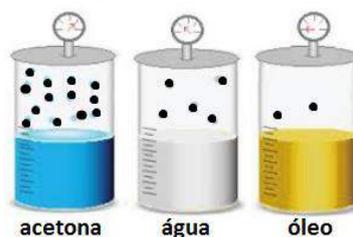
É a pressão exercida pelas moléculas do solvente na fase gasosa, quando for estabelecido o equilíbrio entre a fase líquida e gasosa, ela não depende da forma do recipiente ou a quantidade do solvente.



Fatores que alteram a pressão de vapor

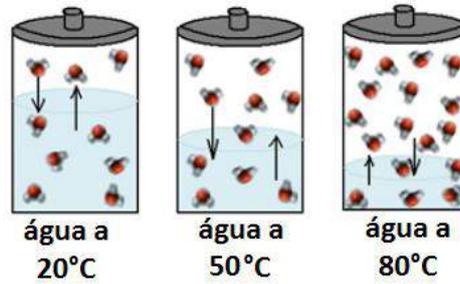
- Tipo de substância

Cada substância possui uma natureza frente as ligações e isso influencia na pressão de vapor da mesma.

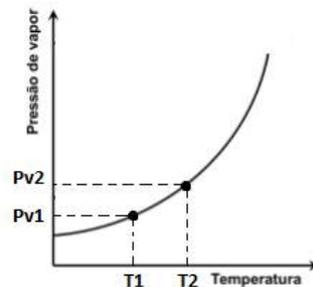


- Temperatura

Quanto maior a temperatura da amostra, mais vapor será gerado, então maior será a pressão de vapor.

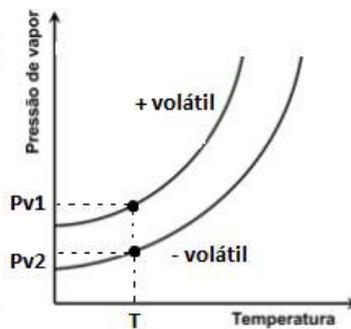


Em gráficos



2.1. Pressão de vapor e a volatilidade

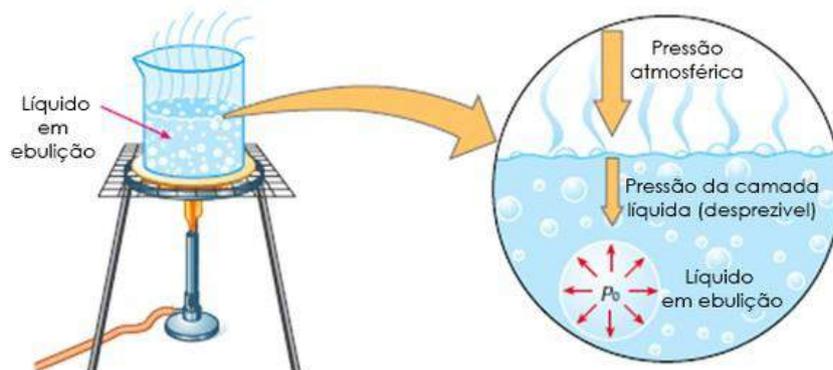
A pressão de vapor está intimamente relacionada com a volatilidade das substâncias, substâncias muito voláteis tem alta pressão de vapor.



Ex: a acetona tem maior pressão de vapor que a água numa mesma temperatura, logo a acetona é mais volátil.

2.2 Pressão de vapor e a pressão atmosférica na ebulição

A pressão de vapor está intimamente relacionada a ebulição, pois a pressão atmosférica “empurra” para baixo os vapores de um líquido, e a pressão de vapor busca “escapar” os vapores da fase líquida. Um líquido entra em ebulição quando a sua pressão de vapor é igual a pressão atmosférica. **necessita de troca de calor*



Como a ebulição é dependente da pressão atmosférica, a temperatura de ebulição varia em função da altitude.



- **Obs 1:** ponto de ebulição é um termo associado a 1 atm e **temperatura** é para qualquer pressão atmosférica;
- **Obs 2:** a panela de pressão tem funcionamento baseado na alta pressão externa, sendo assim a água ferve a uma temperatura superior a 100° C, por isso cozinham mais rápido.



3) Propriedades Coligativas

É o estudo das propriedades (p_v , t_e , t_c , π) de uma solução diluída, após a adição de um soluto não volátil. A intensidade do efeito coligativo não depende da natureza da substância, apenas da quantidade de partículas da mesma. As propriedades coligativas podem ser de 4 tipos: tonoscopia, ebulioscopia, crioscopia e osmocopia.

→ **Obs:** soluto não volátil é toda substância solúvel no meio, que tem dificuldade em evaporar.

3.1. Tonoscopia

É o estudo do abaixamento da pressão de vapor após a adição de um soluto não volátil. Como o soluto não volátil tem dificuldade para virar vapor, ao ser adicionado ao solvente, ele irá "atrapalhar" a volatilidade da solução, reduzindo a sua pressão de vapor.

Ex: água com sal.



Quanto maior a quantidade de soluto adicionada, maior o abaixamento da pressão de vapor, não importando a natureza do soluto.

Análise quantitativa

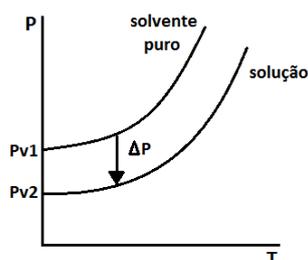
Das soluções abaixo, indicar qual a que possui a menor pressão de vapor.

a) 2M de glicose

b) 2M de NaCl

→ **Obs:** para soluções eletrolíticas, considerar a dissociação ou ionização.

Gráfico do efeito tonoscópico



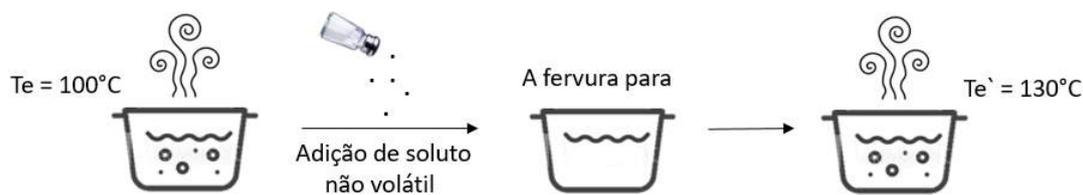
Aplicações

- um soluto não volátil é adicionado a uma solução, quando se quer diminuir a pressão de vapor desta, essa técnica é muito utilizada em indústrias.

3.2. Ebulioscopia

É o estudo do aumento da temperatura de ebulição após a adição de um soluto não volátil. Como o soluto não volátil tem dificuldade para virar vapor, ao ser adicionado ao solvente, ele irá “atrapalhar” a volatilidade da solução, aumentando a sua temperatura de ebulição.

Ex: água com sal.



Quanto maior a quantidade de soluto adicionada, maior a temperatura de ebulição, não importando a natureza do soluto.

3.2.a. Análise quantitativa

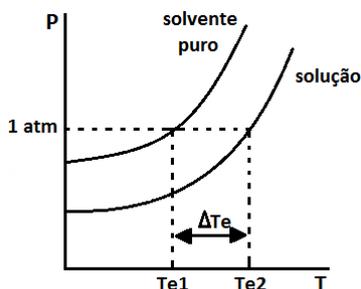
Das soluções abaixo, indicar qual a que possui a maior temperatura de ebulição.

a) 4M de ureia

b) 3M de CaCl₂

→ **Obs:** para soluções eletrolíticas, considerar a dissociação ou ionização.

3.2.b. Gráfico do efeito ebulioscópico



3.2.c. Aplicações

- ao se cozinhar um alimento, a adição de sal, faz com que ele cozinhe mais rápido, pois a temperatura de ebulição aumenta;
- o ponto de ebulição da água do mar é maior que a da água doce, pois tem mais soluto;
- quando adicionamos sal de cozinha a água fervente, instantaneamente ela para de ferver e depois ferve a uma temperatura maior que 100°C.

3.3. Crioscopia

É o estudo do abaixamento da temperatura de congelamento após a adição de um soluto não volátil. Como o soluto não volátil tem dificuldade para congelar, ao ser adicionado ao solvente, ele irá “atrapalhar” o congelamento da solução, diminuindo a sua temperatura de congelamento.

Ex: água com sal.



Quanto maior a quantidade de soluto adicionada, menor a temperatura de congelamento, não importando a natureza do soluto.

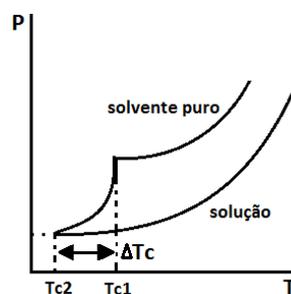
3.3.a. Análise quantitativa

Das soluções abaixo, indicar qual a que possui a maior temperatura de congelamento.

- 2M de glicose
- 2M de NaCl
- 4M de ureia

→ **Obs:** para soluções eletrolíticas, considerar a dissociação ou ionização.

3.3.b. Gráfico do efeito crioscópico



3.3.c. Aplicações

- a mistura: sal, gelo e um pouco de etanol gelam bebidas muito mais facilmente que apenas gelo;
- nas indústrias de sorvete, uma mistura de sal e gelo é feita para que o recipiente fique mais frio e forme o sorvete mais rapidamente;
- uma mistura de NaCl, CaCl₂ e areia é misturada as estradas para que não se forme gelo;
- pelo efeito crioscópico que entendemos o porquê de soluções demorarem mais a congelar que o solvente puro;

- pela crioscopia que entendemos o porquê de oceanos tão frios, com água abaixo de 0°C, não estarem congelados;
- icebergs são formados de água doce;
- em países frios, adiciona-se etilenoglicol ao radiador dos carros, a fim de diminuir a temperatura de congelamento da solução, para que quando desligado, o carro não congele;
- muitos seres vivos possuem em seus fluidos substâncias que causam o efeito crioscópico (crioprotetores), para que eles não congelem no inverno (ex: rã madeira do Alasca);
- os crioprotetores são muito utilizados para o congelamento de órgãos e óvulos.



3.4. Osmometria

É o fluxo de solvente através de uma membrana semipermeável, da solução menos concentrada para a mais concentrada. A osmose é um transporte passivo, ou seja, não há gasto de energia.

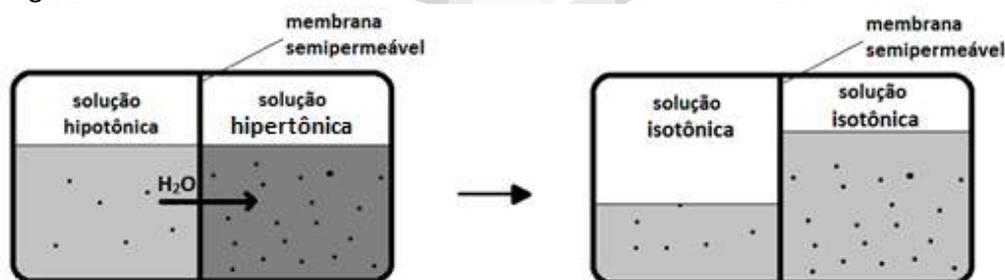
Solução mais concentrada: solução hipertônica

Solução menos concentrada: solução hipotônica

Solução de mesma concentração: solução isotônica.

Não se esqueça, o solvente (água) sempre vai do meio hipotônico para o hipertônico, até o momento em que as concentrações se igualam.

Ex: água pura e água salina.



3.4.a. Análise quantitativa

Das soluções abaixo, indicar qual o sentido do solvente na osmose, se houver.

a) 2M de glicose/ 1M de ureia

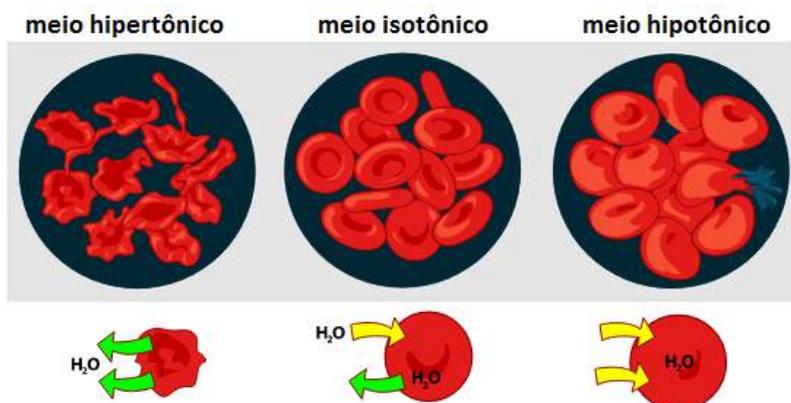
b) 2M de NaCl/ 4M de frutose

→ **Obs:** para soluções eletrolíticas, considerar a dissociação ou ionização.

3.4.c. Aplicações

- carnes salgadas, por osmose, conservam-se mais tempo pois não possuem água o suficiente para uma grande proliferação bacteriana;
- doces em compotas tem caldas muito doces, para que, por osmose se conservem por mais tempo;
- o soro a ser injetado em um paciente deve ser isotônico as suas células, para que por osmose, as mesmas não estorem ou fiquem túrgidas;
- a pressão positiva da raiz das plantas, faz com que por osmose, a água seja absorvida para o resto da planta;
- um agrônomo deve planejar muito bem a quantidade de fertilizantes a ser adicionado em um solo, pois se for em excesso, por osmose, a planta perde água para o solo e seca, processo conhecido como seca fisiológica;

- muitos países como Israel, possuem um sistema de dessalinizadores de água do mar para a obtenção de água potável através da osmose reversa;
- o leite de magnésia causa diarreia, pois o excesso de íons no intestino, provoca uma retenção alta de água por osmose.



4) Fórmulas das propriedades coligativas

Alguns exercícios podem perguntar não apenas comparativamente, qual das soluções tem menor ponto de ebulição ou pressão de vapor, mas perguntam o quanto será aumentado ou diminuído em suas propriedades, nesses casos devemos usar as fórmulas.

4.1. Conceitos prévios

4.1.a. Molalidade (w)

É uma unidade de concentração que relaciona mol do soluto pelo Kg do solvente.

$$w = \frac{n^{\circ} \text{ mol}_{(st)}}{\text{Kg}_{(sv)}}$$

→ **Obs:** para soluções diluídas, considere a molalidade igual a molaridade.

4.1.b. Fator Van't Hoff de ionização

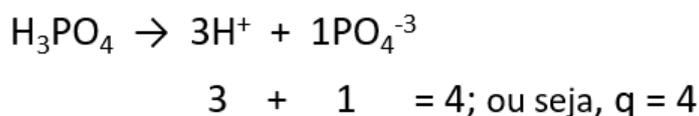
Esse fator corrige a quantidade total de partículas em uma solução, supondo a ionização total ou parcial da espécie. Ele será usado em soluções onde ocorre a ionização (ácidos) ou dissociação (iônicas).

$$i = 1 + \alpha (q - 1)$$

fator Van't Hoff
n° de partículas da ionização

grau de ionização

Ex: calcule o fator para o ácido fosfórico com ionização de 20%.



$$i = 1 + \alpha (q - 1)$$

$$i = 1 + 0,2 (4-1)$$

$$i = 1,6$$

- **Obs 1:** usar o α sem a %, apenas o n° puro;
- **Obs 2:** quando o α não for dado, supõe-se 100%;
- **Obs 3:** se o α é 100%, não há a necessidade da fórmula para o fator, considerar apenas o valor de q com a molaridade.

4.2. Fórmula para tonoscopia

Esta fórmula analisa o abaixamento relativo da pressão de vapor, ao se adicionar um soluto não volátil, para soluções moleculares o fator de Van't Hoff não é utilizado.

Para soluções iônicas:

$$\frac{\Delta P}{P_0} = K_t \cdot w \cdot i$$

Labels for the formula above: $P_0 - P_r$ (pointing to ΔP), P_0 (pointing to denominator), K_t (pointing to constant tonoscópica), w (pointing to molalidade), i (pointing to fator Van't Hoff).

Para soluções moleculares:

$$\frac{\Delta P}{P_0} = K_t \cdot w$$

Quando a constante tonoscópica não for dada, ela pode ser calculada pela fórmula:

$$K_t = \frac{MM_{sv}}{1000}$$

Label: MM_{sv} (pointing to numerator) is **massa molar do solvente puro**.

Ex:

(FAAP) Em uma solução aquosa de concentração 9,8 g/L, o ácido sulfúrico encontra-se 75% dissociado. Calcule o abaixamento relativo da pressão de vapor nessa solução.

* para soluções diluídas (0,1 mol/l ou menos) a molaridade é igual a molalidade.

4.3. Fórmula para ebulioscopia

Esta fórmula analisa o aumento da temperatura de ebulição, ao se adicionar um soluto não volátil, para soluções moleculares o fator de Van't Hoff não é utilizado.

Para soluções iônicas:

$$\Delta T_e = K_e \cdot w \cdot i$$

Labels for the formula above: $T_e - T_{e0}$ (pointing to ΔT_e), K_e (pointing to constante ebulioscópica), w (pointing to molalidade), i (pointing to fator Van't Hoff).

Para soluções moleculares:

$$\Delta T_e = K_e \cdot w$$

Quando a constante ebulioscópica não for dada, ela pode ser calculada pela fórmula:

$$K_e = \frac{R \cdot T_0^2}{1000 \cdot L_v}$$

Labels: R (pointing to constant dos gases), T_0^2 (pointing to temperatura de ebulição do solvente puro), L_v (pointing to calor latente de vaporização).

Ex:

Adicionou-se 124g de etilenoglicol (M=62 g/mol) a um radiador com capacidade para 2L de água. Calcule a temperatura de início da ebulição.

Dado: $K_e=0,5\text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{molal}^{-1}$ e $d_{\text{H}_2\text{O}}=1\text{g/mL}$

4.4. Fórmula para crioscopia

Esta fórmula analisa o abaixamento da temperatura de congelamento, ao se adicionar um soluto não volátil, para soluções moleculares o fator de Van't Hoff não é utilizado.

Para soluções iônicas:

$$\Delta T_c = K_c \cdot w \cdot i$$

Labels for the equation above:

- $T_{c0} - T_{cf}$ (points to ΔT_c)
- molalidade (points to w)
- fator Van't Hoff (points to i)
- constante crioscópica (points to K_c)

Para soluções moleculares:

$$\Delta T_c = K_c \cdot w$$

Quando a constante crioscópica não for dada, ela pode ser calculada pela fórmula:

$$K_c = \frac{R \cdot T_0^2}{1000 \cdot L_c}$$

Labels for the equation above:

- constante dos gases (points to R)
- temperatura de congelamento do solvente puro (points to T_0^2)
- calor latente de solidificação (points to L_c)

Ex:

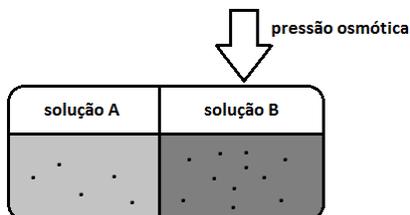
Uma dada solução aquosa formada por soluto não iônico ferve a $101,02^\circ\text{C}$, à pressão normal. Calcule a temperatura de congelamento dessa solução.

Dado: $K_c=1,86^\circ\text{C}\cdot\text{molal}^{-1}$ e $K_e=0,51^\circ\text{C}\cdot\text{molal}^{-1}$

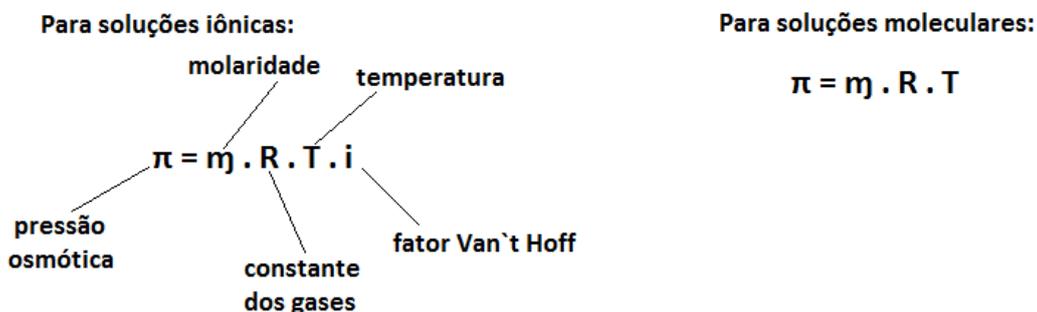
4.5. Fórmula para osmometria

A fórmula calcula a pressão osmótica para cada solução, quanto maior a concentração de partículas maior a pressão osmótica (π).

A pressão osmótica é definida como a pressão que precisa ser aplicada contra o sistema, para que não ocorra osmose.



Fórmula

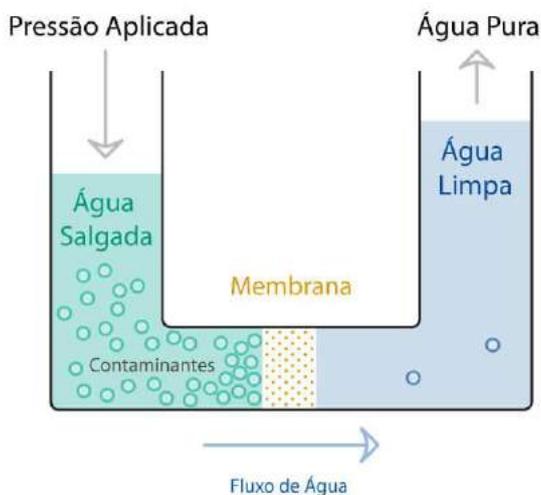


Ex:

(FEI) Uma solução não eletrolítica obtida por dissolução de 2,4g de um composto de fórmula mínima CH_2O , em 200 mL de um solvente apropriado, revela uma pressão osmótica igual a 4,92 atm, a 27°C. Qual a massa molecular do composto dissolvido?

4.5.a. Osmose reversa

Esta técnica é muito utilizada em dessalinizadores de água do mar, ela é o contrário da osmose, nela o solvente vai do meio mais concentrado para o menos, com gasto de energia. A pressão para isso, deve ser maior que a pressão osmótica.



4.5.b. Diálise

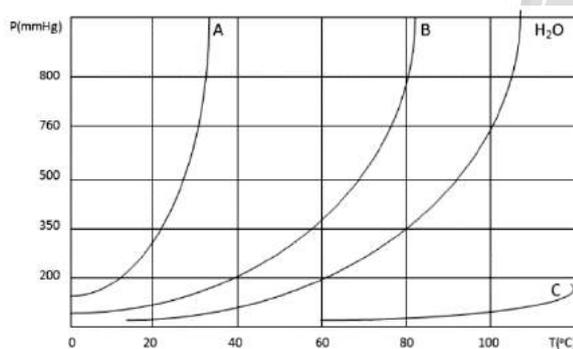
É um transporte através de uma membrana semipermeável, em que ocorre a passagem de solvente e alguns solutos (menores). Esta técnica é muito utilizada para a filtragem de sangue em pacientes com problemas renais.

Hemodiálise



Acerto miseravi

01) (Uncisal AL) O gráfico abaixo representa as variações das pressões de vapor da água e de três amostras líquidas em função da temperatura.



- Dadas as assertivas seguintes,
- I. A pressão de vapor do líquido A em qualquer temperatura é maior que a do líquido B.
 - II. O líquido A é menos volátil que o líquido B.
 - III. O líquido C tem temperatura de ebulição maior que a água.
 - IV. A pressão de vapor da água em qualquer temperatura é maior que a do líquido A.
 - V. O líquido C tem a menor pressão de vapor entre todos os líquidos.

verifica-se que estão corretas apenas

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

02) (UERJ) Quando ganhamos flores, se quisermos que elas durem mais tempo, devemos mergulhá-las dentro da água e cortar, em seguida, a ponta de sua haste. Esse procedimento é feito com o objetivo de garantir a continuidade da condução da seiva bruta. Tal

fenômeno ocorre graças à diferença de osmolaridade entre a planta e o meio onde ela está, que são, respectivamente:

- a) hipotônica e isotônico.
- b) isotônica e hipotônico.
- c) hipertônica e isotônico.
- d) hipotônica e hipertônico.
- e) hipertônica e hipotônico.

Manjando dos paranauê

01) (Acafe-SC) Usando de um costume popular, um jovem cobriu uma ferida com pó de café, para acelerar sua cicatrização. O efeito coligativo envolvido na retirada de líquido, que favoreceu a cicatrização, é:

- a) tonométrico.
- b) criométrico.
- c) ebuliométrico.
- d) isométrico.
- e) osmótico.

02) (FUC-MT) Na desidratação infantil, aconselha-se a administração de soro fisiológico para reequilibrar o organismo. Quando injetado nas veias, este soro deve:

- a) ser isotônico em relação ao sangue.
- b) ser hipertônico em relação ao sangue.
- c) ser hipotônico em relação ao sangue.
- d) ter pressão osmótica maior do que a do sangue.
- e) ter pressão osmótica menor do que a do sangue.

03) (UFC-CE) Durante o processo de produção da "carne de sol" ou "carne seca", após imersão em salmoura (solução aquosa saturada de NaCl), a carne permanece em repouso em um lugar coberto e arejado por cerca de três dias. Observa-se que, mesmo sem refrigeração ou adição de qualquer conservante, a decomposição da carne é retardada. Assinale a alternativa que relaciona corretamente o processo responsável pela conservação da "carne seca".

- a) Formação de ligação hidrogênio entre as moléculas de água e os íons Na^+ e Cl^- .
- b) Elevação na pressão de vapor da água contida no sangue da carne.
- c) Redução na temperatura de evaporação da água.
- d) Elevação do ponto de fusão da água.
- e) Desidratação da carne por osmose.

04) (Unisa-SP) A pressão de vapor de um líquido puro molecular depende:

- a) apenas da estrutura de suas moléculas.
- b) apenas da massa específica do líquido.
- c) apenas da temperatura do líquido.
- d) da estrutura de suas moléculas e da temperatura do líquido.
- e) da estrutura de suas moléculas e do volume do líquido.

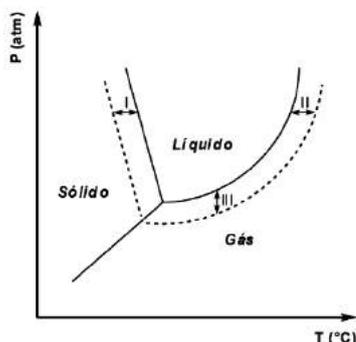
05) (Fuvest-SP) À mesma temperatura, comparando-se as propriedades da água pura e as soluções aquosas de cloreto de sódio, estas devem apresentar menor:

- a) pressão de vapor.
- b) concentração de íons.
- c) densidade.
- d) condutibilidade elétrica.
- e) pH.

06) A uma dada temperatura, possui a menor pressão de vapor a solução aquosa:

- a) 0,1 mol/L de glicose.
- b) 0,2 mol/L de glicose.
- c) 0,1 mol/L de ácido nítrico.
- d) 0,2 mol/L de ácido nítrico.
- e) 0,1 mol/L de ácido clorídrico.

07) (UFG GO) As propriedades das soluções que dependem do solvente e da concentração do soluto são denominadas propriedades coligativas. O gráfico a seguir representa as variações de pressão de vapor e temperatura de fusão e ebulição causadas pela adição de um soluto não volátil à água. As linhas contínua e tracejada referem-se à água pura e à solução, respectivamente.



Analisando-se o referido gráfico, conclui-se que as variações em I, II e III representam, respectivamente, as propriedades relacionadas a

- a) tonoscopia, crioscopia e ebulioscopia.
- b) ebulioscopia, crioscopia e tonoscopia.
- c) crioscopia, ebulioscopia e tonoscopia.
- d) tonoscopia, ebulioscopia e crioscopia.
- e) crioscopia, tonoscopia e ebulioscopia.

08) (UDESC SC) Propriedades coligativas têm relação somente com a quantidade de partículas presentes, independentemente da natureza destas.

Sobre esse tema, correlacione as colunas A e B.

Coluna A

- (1) Ebulioscopia
- (2) Osmometria
- (3) Crioscopia

Coluna B

- () Ao se adicionar etilenoglicol à água dos radiadores dos carros, evita-se o congelamento, em países que nevam.
- () Ao se adicionar sal de cozinha (NaCl) à água fervente, observa-se o cessar da fervura.
- () Ao colocar ameixas secas em água, com o tempo, nota-se que as ameixas incham.

Assinale a alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo.

- a) 3 – 1 – 2
- b) 2 – 3 – 1
- c) 1 – 3 – 2
- d) 3 – 2 – 1
- e) 1 – 2 – 3

09) (Unesp SP) Todas as soluções aquosas cujos solutos estão indicados nas alternativas são de mesma concentração em mol/L. A solução que deve apresentar menor temperatura de congelamento é a de

- a) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- b) K_2SO_4
- c) NH_4Cl
- d) CuSO_4
- e) CH_3COOH

Agora eu tô um nojo

01) (UNICAMP SP) Em 2020, o Brasil foi impactado com a notícia de que muitas pessoas haviam se contaminado ao ingerir cerveja. Como se apurou mais

tarde, a bebida havia sido contaminada por dietilenoglicol. O fabricante argumentou que havia comprado monoetilenoglicol, e que o dietilenoglicol chegou ao produto por contaminação ou por engano. A respeito desse episódio, pode-se afirmar que, se o dietilenoglicol, que estava dissolvido em água, fosse utilizado no sistema de

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

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



“Lycurgus cup”, 4th C AD Vidro, Altura: 15,8 cm (6.2 pol.) Museu Britânico Admitindo o comportamento ideal de uma solução aquosa não coloidal contida no cálice, formada por 200 mL de água pura (solvente) e por nanopartículas metálicas de ouro e prata (solutos não eletrólitos) que se desprenderam da parede interna sob pressão de 1,0 atm, e com base nos conceitos sobre propriedades coligativas, assinale a alternativa correta.

- a) A temperatura de solidificação da solução aquosa é maior que a do solvente puro.
- b) A temperatura de ebulição da solução aquosa é maior que a do solvente puro.
- c) A densidade da solução é menor que a do solvente puro.
- d) A pressão de vapor do solvente na solução é maior que da água pura, sob mesma temperatura.
- e) A elevação da temperatura de solidificação da solução depende da natureza química do soluto não volátil.

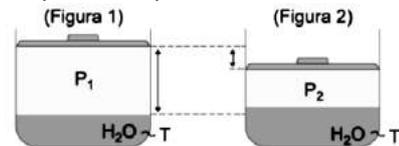
03) (UFMG) A figura representa um sistema constituído de água em ebulição.



Todas as seguintes afirmativas relacionadas à situação representada estão corretas, exceto:

- a) a vaporização é um processo endotérmico.
- b) as bolhas formadas no interior do líquido são constituídas de vapor d'água.
- c) o sistema apresenta água líquida em equilíbrio com vapor d'água.
- d) um grande número de moléculas está passando do estado líquido para o gasoso.

04) (FCC-SP) Tem-se um recipiente dotado de um êmbolo que contém água (fig. 1); abaixamos o êmbolo (fig. 2), sem que a temperatura se altere:

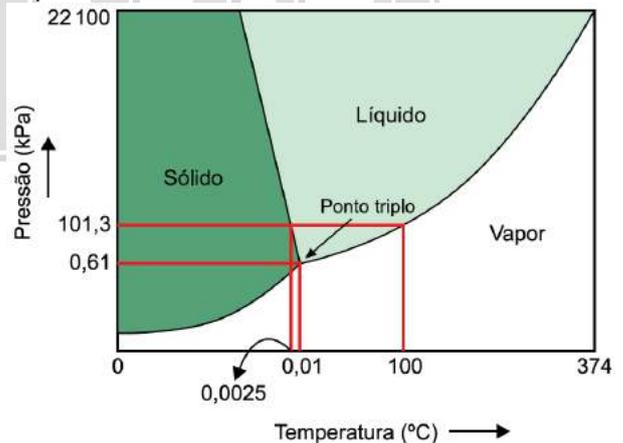


Chamamos a primeira pressão de vapor de P_1 , e a segunda, de P_2 .

Pode-se afirmar que:

- a) $P_1 > P_2$
- b) $P_1 = P_2$
- c) $P_1 < P_2$
- d) $P_1 = 4P_2$

05) (Unesp SP) Analise o diagrama, que representa as fases da água conforme as condições de pressão e temperatura.

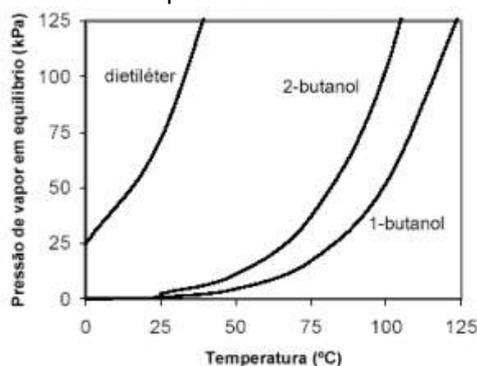


Um dos métodos de conservação de alimentos, conhecido como liofilização, consiste em congelar toda a água neles presente e fazê-la sublimar, ou seja, passar diretamente para o estado gasoso, sem passar pelo estado líquido. São condições de temperatura e pressão em que há possibilidade de ocorrer a sublimação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

- a) temperatura superior a 374 °C e pressão superior a 22 100 kPa.
- b) temperatura igual a 300 °C e pressão superior a 0,61 kPa.

- c) temperatura inferior a 0,0025 °C e pressão superior a 101,3 kPa.
 d) temperatura igual a 0,01 °C e pressão igual a 0,61 kPa.
 e) temperatura inferior a 0,0025 °C e pressão inferior a 0,61 kPa.

06) (UEL-PR) 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. À medida que a pressão atmosférica sobre o líquido é diminuída, é necessário elevar-se a sua temperatura, para que a pressão de vapor se iguale às novas condições do ambiente.

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.

07) (UnirG TO) O leite é formado por muitas substâncias, como gorduras, açúcares, proteínas e água, seu principal constituinte. Quando o colocamos para ferver, as moléculas de água com temperaturas próximas de 100°C começam a se transformar em vapor, se agregando e entrando em expansão. Na parte superior da vasilha, encontram uma camada resultante da desnaturação de uma proteína associada à gordura, que conhecemos por nata. Como as bolhas de água não conseguem romper essa película, o conjunto todo começa a subir...e pronto!

Sujeira à vista, além de prejuízo. Se nas quatro cidades do Brasil listadas o incidente descrito ocorresse, a que sujaria o fogão primeiro seria:

- a) Campos de Jordão, São Paulo, 1620 m
 b) Piatã, Bahia, 1268 m
 c) Diamantina, Minas Gerais, 1280 m
 d) Urupema, Santa Catarina, 1335 m

08) (Mackenzie SP) Ao investigar as propriedades coligativas das soluções, um estudante promoveu o congelamento e a ebulição de três soluções aquosas de solutos não voláteis (A, B e C), ao nível do mar. O resultado obtido foi registrado na tabela abaixo.

Solução	Ponto de congelamento (°C)	Ponto de ebulição (°C)
A	- 1,5	101,5
B	- 3,0	103,0
C	- 4,5	104,5

Após a análise dos resultados obtidos, o estudante fez as seguintes afirmações:

- I. a solução A é aquela que, dentre as soluções analisadas, apresenta maior concentração em mol.L⁻¹.
 II. a solução B é aquela que, dentre as soluções analisadas, apresenta menor pressão de vapor.
 III. a solução C é aquela que, dentre as soluções analisadas, apresenta menor volatilidade.
 De acordo com os dados fornecidos e com seus conhecimentos, pode-se dizer que apenas
 a) a afirmação I está correta.
 b) a afirmação II está correta.
 c) a afirmação III está correta.
 d) as afirmações I e II estão corretas.
 e) as afirmações II e III estão corretas.

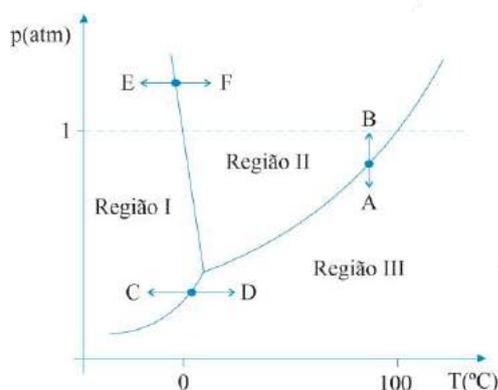
09) (UNICAMP SP) “O sal faz a água ferver mais rápido?” Essa é uma pergunta frequente na internet, mas não tente responder com os argumentos lá apresentados. Seria muito difícil responder à pergunta tal como está formulada, pois isso exigiria o conhecimento de vários parâmetros termodinâmicos e cinéticos no aquecimento desses líquidos. Do ponto de vista termodinâmico, entre tais parâmetros, caberia analisar os valores de calor específico e de temperatura de ebulição da solução em comparação com a água pura. Considerando massas iguais (água pura e solução), se apenas esses parâmetros fossem levados em consideração, a solução ferveria mais rapidamente se o seu calor específico fosse
 a) menor que o da água pura, observando-se ainda que a temperatura de ebulição da solução é menor.

- b) maior que o da água pura, observando-se ainda que a temperatura de ebulição da solução é menor.
 c) menor que o da água pura, observando-se, no entanto, que a temperatura de ebulição da solução é maior.
 d) maior que o da água pura, observando-se, no entanto, que a temperatura de ebulição da solução é maior.

10) (Fuvest-SP) Para distinguir entre duas soluções aquosas de concentração 0,10 mol/L, uma de ácido forte e a outra de ácido fraco, ambos monoproticos, pode-se:

- a) mergulhar em cada uma delas um pedaço de papel de tornassol azul.
 b) mergulhar em cada uma delas um pedaço de papel de tornassol rosa.
 c) mergulhar em cada uma delas uma lâmina de prata polida.
 d) medir a temperatura de congelamento de cada solução.
 e) adicionar uma pequena quantidade de cloreto de sódio em cada solução.

11) (UEL PR) Analise o diagrama a seguir.



A formação natural de flocos de neve é uma consequência direta das condições atmosféricas de temperatura e pressão. Isso justifica a ocorrência desse fenômeno acima dos cumes de elevadas montanhas como o Aconcágua (6962 m acima do nível do mar), a cordilheira dos Andes e o Everest (8848 m acima do nível do mar), localizado na cordilheira do Himalaia.

Com base no diagrama de fases da água pura, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a transição de fase que corresponde à formação de flocos de neve em elevadas altitudes a partir da água na fase vapor.

- a) A → B
 b) B → A
 c) C → D

- d) D → C
 e) F → E

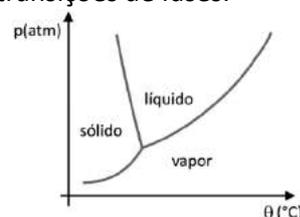
12) (FAMERP SP) A tabela apresenta as pressões de vapor, à mesma temperatura, de três substâncias polares I, II e III.

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

Considerando as informações fornecidas, pode-se afirmar que

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

13) (FUVEST SP) Em supermercados, é comum encontrar alimentos chamados de liofilizados, como frutas, legumes e carnes. Alimentos liofilizados continuam próprios para consumo após muito tempo, mesmo sem refrigeração. O termo "liofilizado", nesses alimentos, refere-se ao processo de congelamento e posterior desidratação por sublimação da água. Para que a sublimação da água ocorra, é necessária uma combinação de condições, como mostra o gráfico de pressão por temperatura, em que as linhas representam transições de fases.



Apesar de ser um processo que requer, industrialmente, uso de certa tecnologia, existem evidências de que os povos pré-colombianos que viviam nas regiões mais altas dos Andes conseguiram liofilizar alimentos, possibilitando estocá-los por mais tempo. Assinale a alternativa que explica como ocorria o processo de liofilização natural:

- a) A sublimação da água ocorria devido às baixas temperaturas e à alta pressão atmosférica nas montanhas.

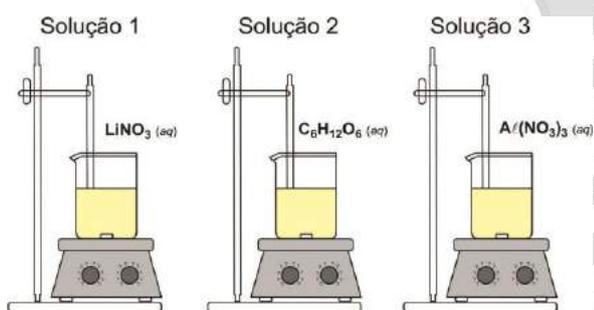
b) Os alimentos, após congelados naturalmente nos períodos frios, eram levados para a parte mais baixa das montanhas, onde a pressão atmosférica era menor, o que possibilitava a sublimação.

c) Os alimentos eram expostos ao sol para aumentar a temperatura, e a baixa pressão atmosférica local favorecia a solidificação.

d) As temperaturas eram baixas o suficiente nos períodos frios para congelar os alimentos, e a baixa pressão atmosférica nas altas montanhas possibilitava a sublimação.

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

14) (Univag MT) A figura representa o aquecimento, até a ebulição, de três soluções aquosas de iguais concentrações (2 mol/L). As temperaturas das três soluções foram monitoradas durante o aquecimento, com três termômetros devidamente calibrados.



A solução que apresentou temperatura de ebulição mais alta e a solução que apresentou menor número de espécies solvatadas foram, respectivamente,

- 3 e 1.
- 3 e 2.
- 1 e 2.
- 1 e 3.
- 2 e 3.

Nazaré confusa

01) (UEM-PR/modificado) - Considere duas soluções A e B. A solução A é constituída de 1,0 L de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq})$ 0,15 mol/L e a solução B é constituída de 1,0 L de $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ 0,15 mol/L.

Sabendo-se que os sais estão 100% ionizados nas soluções e que ambas estão ao nível do mar, assinale o que for correto.

01. A solução A possui menor temperatura de congelamento do que a solução B.

02. A solução B entra em ebulição a uma temperatura menor do que a solução A.

04. A solução A possui maior pressão osmótica que a solução B.

08. Uma solução de glicose 0,15 mol/L apresentará efeito coligativo superior ao da solução A.

16. Crioscopia é a propriedade coligativa que corresponde à diminuição da pressão de vapor de um líquido.

02) (PUC-SP) Dezoito gramas (18,0 g) de uma substância A são dissolvidos em água, dando 900 mL de solução não-eletrolítica que, a 27 °C, apresenta pressão osmótica igual a 1,23 atm. A massa molecular da substância A é:

- 36 u
- 40 u
- 136 u
- 151 u
- 400 u

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

03) (Unifei-SP) Em um laboratório químico, um estudante muito desastrado derrubou ao mesmo tempo dois béqueres, um contendo 5 mL de água e outro contendo 5 mL de éter. Foi procurar um papel absorvente para enxugar os líquidos e, quando voltou, verificou que a área onde o éter havia sido derramado estava seca, enquanto ainda havia água espalhada pela bancada. Este aluno chegou às seguintes conclusões sobre o que observou, todas corretas, exceto:

- A água é menos volátil que o éter.
- As interações intermoleculares do éter são fracas e por isso ele evapora mais rápido.
- A pressão de vapor da água é menor que a do éter.
- O éter pega fogo.

04) (UFPR) Adicionar sal de cozinha ao gelo é uma prática comum quando se quer “gelar” bebidas dentro da geleira. A adição do sal faz com que a temperatura de fusão se torne inferior à da água pura. A diferença na temperatura de fusão (em °C) na mistura obtida ao se dissolver 200 g de sal de cozinha em 1 kg de água, em relação à água pura, é de:

$$(K_f = 1,86 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}; M(\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}): \text{Cl} = 35,5; \text{Na} = 23)$$

- 0,23.
- 4,2.
- 6,3.
- 9,7.
- 13.

05) (UNIG RJ) Em competições esportivas, os atletas se preocupam com a umidade relativa do ar.

O esforço físico pesado torna-se mais exaustivo no ar úmido — a transpiração torna-se difícil, o que prejudica o controle natural da temperatura. Essa preocupação aparece, por exemplo, na corrida de São Silvestre, em São Paulo, em pleno verão, época em que a umidade relativa do ar é elevada.

A umidade relativa do ar é calculada dividindo-se a pressão de vapor de água pela pressão máxima de vapor de água à mesma temperatura. Quando a pressão de vapor de água é 26mm de Hg, a 30°C e a pressão máxima de vapor de água, a essa temperatura é 31,8mm de Hg, a umidade relativa do ar é, aproximadamente, 0,80 ou 80%. (FELTRE, p.399).

Uma análise dessas informações permite concluir:

01) O processo de evaporação da água, durante a transpiração, é exotérmica, o que torna difícil o controle natural de temperatura.

02) A umidade relativa do ar elevada, 80%, no verão de São Paulo, torna mais difícil a evaporação de água na transpiração.

03) O corpo dos atletas, no verão, durante a corrida de São Silvestre, se resfria facilmente, absorvendo calor do meio ambiente.

04) A queda brusca da temperatura, quando a umidade relativa do ar atinge 100%, torna-o límpido e isento de nebulosidade.

05) O clima se torna propenso a chuvas, a temperaturas elevadas, quando a umidade do ar está baixa.

06) (UNIFOR CE) A adição de solutos não voláteis à água gera propriedades físicas na mistura, conhecidas como propriedades coligativas. Considere que a adição de 50 g de um composto desconhecido a 250 g de água gerou uma temperatura de ebulição 101,5 °C, a 1 atm. Considerando a constante ebulioscópica da água é 0,5 °C/molal, podemos afirmar que a massa molar do composto desconhecido é de, aproximadamente,

- 66,7 g mol⁻¹.
- 81,3 g mol⁻¹.
- 92,1 g mol⁻¹.
- 133,5 g mol⁻¹.
- 150,4 g mol⁻¹.

07) (Unifor-CE) Para identificar três sais de sódio, contidos em frascos não rotulados, que podem ser o sulfato, o cloreto ou o fosfato, foram preparadas três soluções aquosas de concentração 0,5 mol do sal por kg de água, cada uma contendo apenas um desses sais. Sob pressão constante, mediu-se a elevação, ΔT ,

da temperatura de ebulição dessas soluções encontrando-se os valores 0,50, 0,75 e 1,00°C.

A correspondência correta dos valores obtidos com o sal utilizado no preparo das soluções é:

	0,50°C	0,75°C	1,00°C
a)	sulfato	cloreto	fosfato
b)	sulfato	fosfato	cloreto
c)	cloreto	sulfato	fosfato
d)	cloreto	fosfato	sulfato
e)	fosfato	cloreto	sulfato

08) (Unifor-CE) Considere a tabela abaixo.

Solvente	Temperatura de ebulição (°C) sob 1 atm	Solubilidade do Cloreto de Sódio	Constante ebulioscópica, K (grau mol ⁻¹ ·kg)
água	100	solúvel	0,52
benzeno	80	insolúvel	2,57
álcool etílico	78	solúvel	1,20
álcool metílico	65	solúvel	0,80
éter dietílico	35	insolúvel	2,10

Dado:

lei de Raoult

$$\Delta T = K \times \text{molalidade}$$

A um quilograma de cada um dos solventes acima adiciona-se 0,01 mol de cloreto de sódio. Sob pressão de 1 atm, aquece-se cada um desses sistemas. A maior elevação da temperatura de ebulição será observada no sistema cujo solvente é:

- álcool etílico;
- benzeno;
- água;
- álcool metílico;
- éter dietílico.

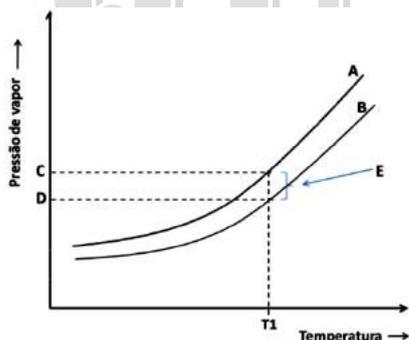
09) (Faculdade Santo Agostinho BA) A imagem a seguir demonstra o rigoroso inverno em alguns países europeus. Se deixarmos um automóvel parado ao relento, durante uma noite de inverno, a água do radiador poderá solidificar-se, arrebentando o próprio radiador ou outras partes do sistema de arrefecimento.



Para evitar que isso aconteça, é correto:

- retirar toda a neve que está em cima do veículo e só depois dar a partida.
- esperar a neve descongelar por completo até ter certeza de que todos os sistemas radiador e arrefecimento estejam com produtos na forma líquida.
- acrescentar no radiador substância que deverá abaixar o ponto de congelamento do solvente, criando assim um efeito crioscópico.
- retirar toda a água do radiador do veículo, armazenar em temperatura superior a 0°C e pela manhã inserir essa água novamente no radiador, evitando assim um efeito ebulioscópico.
- acrescentar no radiador do veículo um soluto não volátil que irá interferir na pressão osmótica da solução elaborada, pois assim o solvente irá migrar sempre para um meio mais concentrado e essa movimentação não permite que ele congele.

10) (UFSC) Para completar uma saborosa refeição com carne e salada, nada como uma salada de maionese com batatas cozidas. O cozimento é usualmente realizado acrescentando-se batatas picadas a uma panela que contém uma solução de água e sal de cozinha em ebulição. Todavia, ao acrescentar sal à água, altera-se sua curva de aquecimento. A figura abaixo ilustra a variação na pressão de vapor em função da temperatura (sem escalas) para a água pura e para a solução de sal de cozinha (cloreto de sódio) em água.



Sobre o assunto e com base nas informações acima, é correto afirmar que:

- a curva correspondente à solução de sal de cozinha em água é representada pela letra A, ao passo que o comportamento da água pura é representado pela curva B.
- a temperatura de ebulição da água utilizada para cozinhar a batata (solução de sal de cozinha em água) será maior do que a temperatura de ebulição da água pura.
- o abaixamento da pressão de vapor, a redução do ponto de congelamento, a elevação do ponto de

ebulição e a pressão osmótica são propriedades coligativas que independem da concentração do soluto.

- a magnitude da variação na pressão de vapor, representada pela letra E, independe da quantidade de sal de cozinha adicionada à água para cozimento.
- o ponto C corresponde à pressão de vapor da solução de sal de cozinha em água na temperatura T_1 .
- a quantidade de moléculas em fase gasosa presentes em temperatura ambiente na solução de sal de cozinha é menor a 25°C do que a 90°C .

11) (Unifor CE) O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é um dos subprodutos do petróleo, como a gasolina, o diesel e os lubrificantes. Torna-se liquefeito por compressão em botijões de aço, atingindo pressões que variam entre 6 e 8 atm. Todos os recipientes são cheios até 85% de sua capacidade volumétrica, ficando 15% de espaço livre destinado à vaporização do produto. Considere um botijão de 13 Kg de gás. Abre-se a válvula do botijão e deixa-se escapar certa massa do gás, menor que a massa inicial. Fechando-se novamente a válvula, podemos concluir que:



- A pressão do gás no espaço livre diminui proporcionalmente ao volume do gás expelido.
- A pressão do gás no espaço livre não varia, permanecendo a mesma que a pressão inicial.
- A pressão do gás no espaço livre diminui, porém não proporcionalmente ao volume do gás expelido.
- A pressão do gás no espaço livre aumenta proporcionalmente ao volume do gás expelido.
- A pressão do gás no espaço livre aumenta porém, não proporcionalmente ao volume do gás expelido.

12) (Fuvest-SP) Dissolvendo-se 0,010 mol de cloreto de sódio em 100 g de água, obtém-se uma solução que, ao ser resfriada, inicia sua solidificação à temperatura de $-0,370^{\circ}\text{C}$. Analogamente, dissolvendo-se 0,010 mol de um sal x em 100 g de água, obtém-se uma solução que inicia sua solidificação a $-0,925^{\circ}\text{C}$.

Dentre os sais abaixo, qual poderia ser o sal x?

- Acetato de sódio
- Carbonato de sódio
- Nitrato de ferro (III)
- Sulfato de cromo (III)
- Cloreto de amônio

13) (Mackenzie SP) Sob mesma pressão atmosférica, foram analisados volume iguais das seguintes soluções aquosas, cada uma com as concentrações apontadas na tabela a seguir.

Solução	Concentração (mol·L ⁻¹)
C ₆ H ₁₂ O ₆	1,0
NaCl	0,5
CaCl ₂	0,5

A respeito do comportamento dessas soluções, são realizadas algumas afirmações.

I. A solução de glicose é aquela cuja condução de corrente elétrica será a maior sob mesma temperatura.

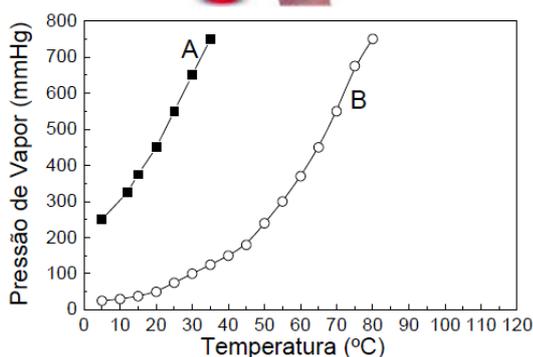
II. Os pontos de ebulição das soluções salinas serão iguais.

III. Todas as soluções apresentarão a mesma concentração de partículas dissolvidas.

Das afirmações acima,

- a) nenhuma está correta.
- b) estão corretas apenas I e II.
- c) estão corretas apenas I e III.
- d) estão corretas apenas II e III.
- e) todas estão corretas.

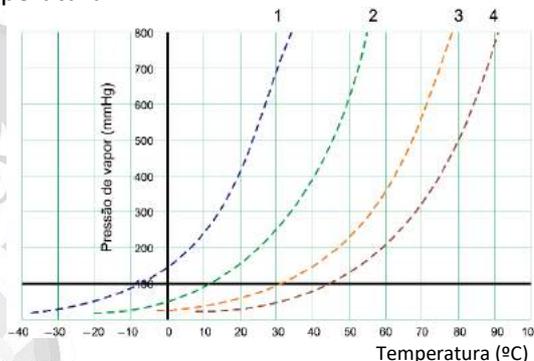
14) (UNICAMP SP) O “Ebulidor de Franklin” é um brinquedo constituído de dois bulbos de vidro conectados por um tubo espiralado, preenchido com líquido colorido. Seu uso consiste em encostar a mão na base do bulbo inferior, fazendo com que o líquido seja aquecido e ascenda para o bulbo superior. Popularmente, a libido de uma pessoa é avaliada com base na quantidade de líquido que ascende. O sucesso de venda, obviamente, é maior quanto mais positivamente o brinquedo indicar uma “alta libido”. Abaixo apresenta-se um gráfico da pressão de vapor em função da temperatura para dois líquidos, A e B, que poderiam ser utilizados para preencher o “Ebulidor de Franklin”.



Considerando essas informações, é correto afirmar que a pressão no interior do brinquedo

- a) não se altera durante o seu uso, e o ebulidor com o líquido A teria mais sucesso de vendas.
- b) aumenta durante o seu uso, e o ebulidor com o líquido A teria mais sucesso de vendas.
- c) não se altera durante o seu uso, e o ebulidor com o líquido B teria mais sucesso de vendas.
- d) aumenta durante o seu uso, e o ebulidor com o líquido B teria mais sucesso de vendas.

15) (FGV SP) As curvas apresentadas no gráfico foram construídas com dados obtidos em uma pesquisa experimental que monitorou o comportamento da pressão de vapor dos líquidos 1, 2, 3 e 4 em função da temperatura.



Dentre os líquidos empregados no experimento, o que é mais volátil, o que apresenta a temperatura de ebulição mais alta e o que vaporiza entre 30 °C e 60 °C sob pressão atmosférica de 500 mmHg são os líquidos indicados, respectivamente, pelos números

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

Vem ENEM

01) (ENEM-1998) 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:

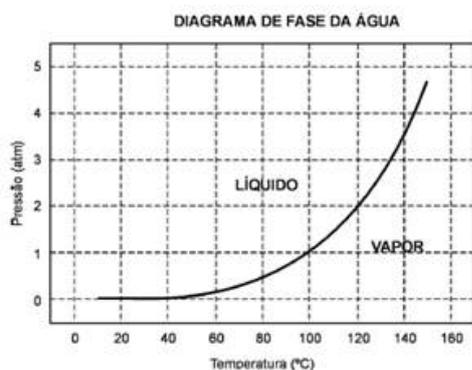
Natal (RN)	Nível do mar.
Campos do Jordão (SP)	altitude 1628m
Pico da Neblina (RR)	altitude 3014 m

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.

02) (ENEM-1999) A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa. O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados abaixo.



A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos e isto se deve à

- a) pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
- b) temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.
- c) quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
- d) quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
- e) espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns.

03) (ENEM-1999) Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão logo que se inicia a saída de vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento...

- a) será maior porque a panela “esfria”.
- b) será menor, pois diminui a perda de água.
- c) será maior, pois a pressão diminui.
- d) será maior, pois a evaporação diminui.
- e) não será alterado, pois a temperatura não varia.

04) (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.

05) (ENEM-2010) 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 retirada no solo. A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

- a) aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
- b) aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- c) diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm forças 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.

06) (ENEM-2010) 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 segundos 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

- permite a entrada de calor do ambiente externo para o interior da seringa.
- provoca, por atrito, um aquecimento da água contida na seringa.
- produz um aumento de volume que aumenta o ponto de ebulição da água.
- proporciona uma queda de pressão no interior da seringa que diminui o ponto de ebulição da água.
- possibilita uma diminuição da densidade da água que facilita sua ebulição.

07) (ENEM-2011) 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

- difusão, pois a cal se difunde nos corpos dos seres do microambiente e os intoxica.
- osmose, pois a cal retira água do microambiente, tornando-o inviável ao desenvolvimento de microrganismos.
- oxidação, pois a luz solar que incide sobre o tronco ativa fotoquimicamente a cal, que elimina os seres vivos do microambiente.
- aquecimento, pois a luz do Sol incide sobre o tronco e aquece a cal, que mata os seres vivos do microambiente.
- vaporização, pois a cal facilita a volatilização da água para a atmosfera, eliminando os seres vivos do microambiente.

08) (ENEM-2012) Alimentos como carnes, quando guardados de maneira inadequada, deterioram-se rapidamente devido à ação de bactérias e fungos. Esses organismos se instalam e se multiplicam rapidamente por encontrarem aí condições favoráveis de temperatura, umidade e nutrição. Para preservar tais alimentos é necessário controlar a presença desses micro-organismos. Uma técnica antiga e ainda bastante difundida para preservação desse tipo de alimento é o uso de sal de cozinha (NaCl).

Nessa situação, o uso de sal de cozinha preserva os alimentos por agir sobre os micro-organismos

- desidratando suas células.
- inibindo sua síntese proteica.
- inibindo sua respiração celular.
- bloqueando sua divisão celular.
- desnaturando seu material genético.

09) (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

- mesmo sentido e mesma intensidade.
- sentidos opostos e mesma intensidade.
- sentidos opostos e maior intensidade da pressão osmótica.
- mesmo sentido e maior intensidade da pressão osmótica.
- sentidos opostos e maior intensidade da pressão mecânica.

10) (ENEM-2017) Uma das estratégias para conservação de alimentos é o salgamento, adição de cloreto de sódio (NaCl), historicamente utilizado por tropeiros, vaqueiros e sertanejos para conservar carnes de boi, porco e peixe. O que ocorre com as células presentes nos alimentos preservados com essa técnica?

- O sal adicionado diminui a concentração de solutos em seu interior.
- O sal adicionado desorganiza e destrói suas membranas plasmáticas.

- c) A adição de sal altera as propriedades de suas membranas plasmáticas.
- d) Os íons Na^+ e Cl^- provenientes da dissociação do sal entram livremente nelas.
- e) A grande concentração de sal no meio extracelular provoca a saída de água de dentro delas.

11) (ENEM-2017) A horticultura tem sido recomendada para a agricultura familiar, porém as perdas são grandes devido à escassez de processos compatíveis para conservar frutas e hortaliças. O processo, denominado desidratação osmótica, tem se mostrado uma alternativa importante nesse sentido, pois origina produtos com boas condições de armazenamento e qualidade semelhante à matéria-prima. Esse processo para conservar os alimentos remove a água por

- a) aumento do produto de ebulição do solvente.
- b) passagem do soluto através de uma membrana semipermeável.
- c) utilização de solutos voláteis, que facilitam a evaporação do solvente.
- d) aumento da volatilidade do solvente pela adição de solutos ao produto.
- e) pressão gerada pela diferença de concentração entre o produto e a solução.

12) (ENEM-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.

13) (ENEM-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.

14) (ENEM-2020) As panelas de pressão reduzem o tempo de cozimento dos alimentos por elevar a temperatura de ebulição da água. Os usuários conhecedores do utensílio normalmente abaixam a intensidade do fogo em panelas de pressão após estas iniciarem a saída dos vapores. Ao abaixar o fogo, reduz-se a chama, pois assim evita-se o(a)

- a) aumento da pressão interna e os riscos de explosão.
- b) dilatação da panela e a desconexão com sua tampa.
- c) perda da qualidade nutritiva do alimento.
- d) deformação da borracha de vedação.
- e) consumo de gás desnecessário.

Abertas lá vou eu

01) (UERJ) Um medicamento utilizado como laxante apresenta em sua composição química os sais Na_2HPO_4 e NaH_2PO_4 , nas concentrações de 142 g/L e 60 g/L, respectivamente. A eficácia do medicamento está relacionada à alta concentração salina, que provoca perda de água das células presentes no intestino. Admitindo que cada um dos sais encontra-se 100% dissociado, calcule a concentração de íons Na^+ , em mol/L, no medicamento.

Em seguida, também em relação ao medicamento, nomeie o sal com menor concentração e a propriedade coligativa correspondente à sua ação laxante.

02) (UFG GO) Dois frascos com água, com capacidade de 500 mL cada um foram colocados no congelador de um refrigerador doméstico. Em um, dissolveu-se 175,0 de sal de cozinha. Por falha na vedação térmica da porta, a temperatura mínima obtida no congelador é de -5°C . Considerando que a constante do ponto de congelamento da água (k_C) é de $1,86 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, pergunta-se: os líquidos dos dois frascos irão solidificar? Justifique.

RESPOSTAS

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) E	01) C	01) 7	01) C
02) A	02) B	02) E	02) B
03) E	03) C	03) D	03) E
04) D	04) B	04) E	04) E
05) A	05) E	05) 02	05) A
06) D	06) C	06) A	06) D
07) C	07) A	07) C	07) B
08) A	08) C	08) A	08) A
09) B	09) C	09) C	09) E
	10) D	10) 34	10) E
	11) D	11) B	11) E
	12) C	12) D	12) E
	13) D	13) A	13) E
	14) B	14) B	14) E
		15) C	

Abertas, lá vou eu!

01)

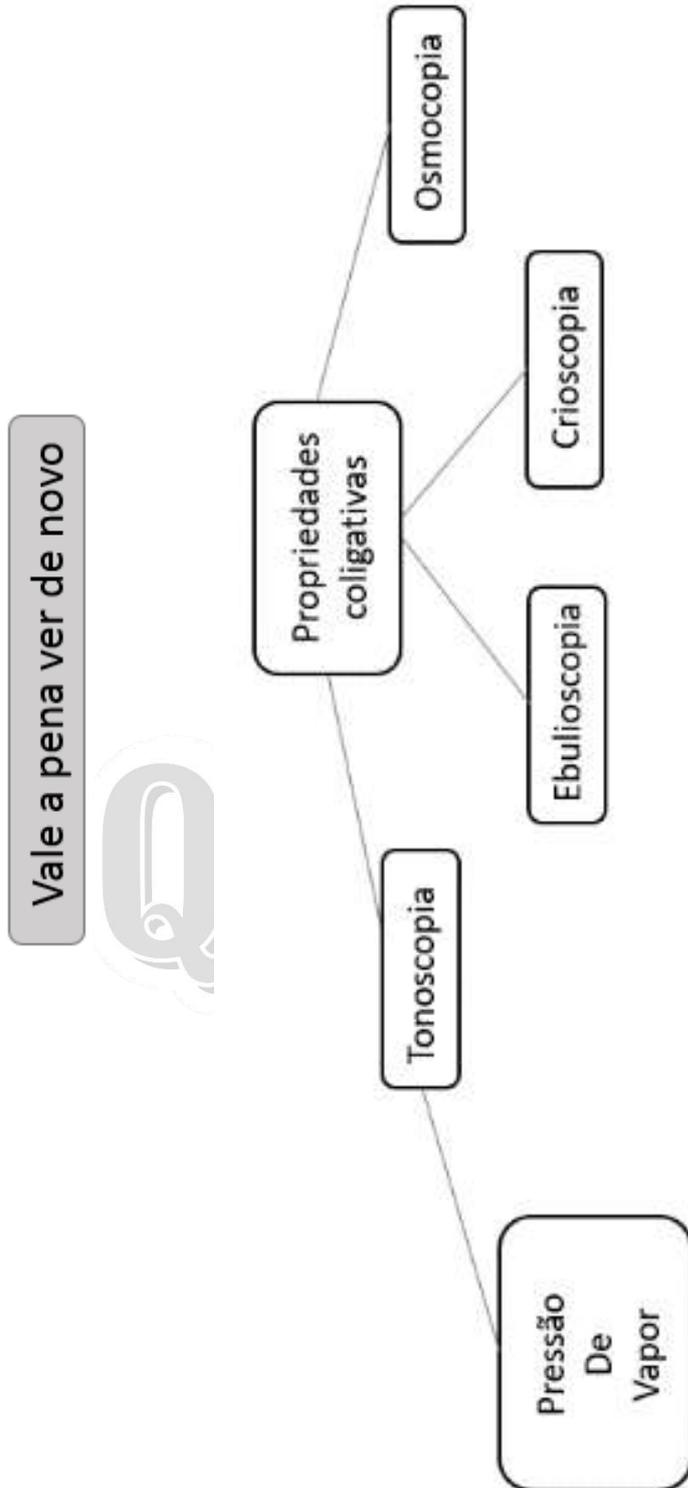
$$[\text{Na}^+] = 2 + 0,5 = 2,5 \text{ mol/L}$$

Sal: di-hidrogenofosfato de sódio.

Propriedade: osmometria

02) não irá se congelar, pois seu ponto de congelamento é de $-22,25^{\circ}\text{C}$.





1) Termoquímica

A termoquímica é uma área da química que estuda os efeitos da energia sobre as reações ou processos físicos. A termoquímica dita o quanto de energia será liberada ou absorvida em um processo, ela não é capaz de analisar a velocidade com que ele se processará.



2) Conceitos fundamentais

2.1. Temperatura (T)

É uma grandeza física escalar que pode ser definida como a medida do grau de agitação das moléculas que compõem um corpo.

2.2. Calor (Q)

É uma energia em transição, que sempre flui do corpo com maior temperatura para o de menor temperatura até o equilíbrio térmico.

2.3. Energia (E)

É a capacidade que um corpo, uma substância ou um sistema físico têm de realizar trabalho. A energia pode ser constantemente convertida em outras formas, por exemplo, energia química → energia elétrica.

Pode ser medido em:

1 caloria = 4,2 joules

2.4. Entalpia (H)

É a energia interna total de um sistema ou substância à pressão constante. Como medir a energia total de um sistema é muito difícil, faremos apenas uma medida relativa, adotaremos para algumas substâncias entalpia igual a zero e mediremos a entalpia das outras substâncias em relação a essas.

Entalpia igual a zero

Somente substâncias puras simples (só 1 elemento) no estado padrão, possuem entalpia igual a zero. O estado padrão é definido como a forma alotrópica e física mais estável para uma substância a 25° C e 1 atm, ele é representado com o símbolo (°), ou seja, H° significa entalpia no estado padrão.

Ex:

O CO₂ tem H° ≠ 0

O O₂ tem H° = 0

O Fe(s) tem H° = 0

O Fe(g) tem H° ≠ 0

→ **Obs:** formas alotrópicas mais estáveis: O₂, S^{rómbico}, C^{grafite} e P^{vermelho}.

2.5. Variação de entalpia (ΔH)

É a variação da entalpia de um processo (H_{final} – H_{inicial}), se ele se passa em pressão constante, podemos dizer que a variação de entalpia é igual ao calor liberado ou absorvido por um sistema.

à pressão constante ΔH = Q

$$\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$$

$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

3) Processos termoquímicos

Na natureza, vemos que os processos podem ser físicos ou químicos, mas em função da análise térmica, os processos podem ser classificados em endotérmicos e exotérmicos.

3.1. Endotérmico

Processos endotérmicos são aqueles que absorvem energia para ocorrerem.

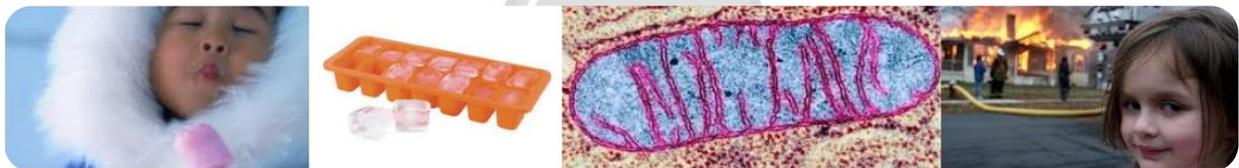
Ex: fusão, fotossíntese, ebulição...



3.2. Exotérmico

Processos exotérmicos são aqueles que liberam energia para ocorrer.

Ex: solidificação, respiração, combustão...



→ **Obs:** todas as reações necessitam de um pouco de energia para acontecer (energia de ativação), a classificação em endo ou exo, é em função do processo global como um todo.

4) Processos termoquímicos e o meio

Quando um determinado processo termoquímico ocorre em um ambiente, ele pode esquentar ou resfriar.

4.1. Esquenta

Quando um processo exotérmico ocorre em um ambiente, a energia do processo é liberada para ele, fazendo com que o meio sofra um aumento de temperatura.

Ex: sabão em pó + água, soda cáustica + água, cal + água.



4.2. Resfria

Quando um processo endotérmico ocorre em um ambiente, a energia para que o processo ocorra é absorvida do meio, fazendo com que o meio sofra uma diminuição de temperatura.

Ex: areia molhada, toalha molhada.



Aplicações

Existem muitos produtos que se aproveitam dos processos endo e exo, para esfriarem ou esquentarem o meio.

- bolsas quentes (reação exo) e frias (reações endo) para atletas;
- marmitas que esquentam o alimento em minutos;
- latas inteligentes que gelam a bebida instantaneamente;

Ex:

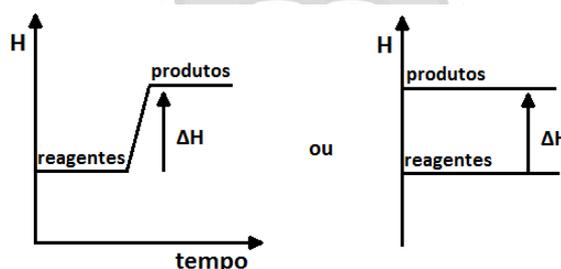


→ **Obs:** o meio não pode ser considerado endo ou exo, ele apenas esfria ou esquentam.

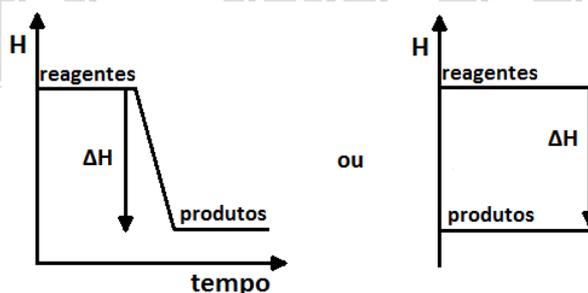
4) Termoquímica em gráficos

Através de gráficos podemos representar aspectos energéticos das reações químicas.

4.1. Reações endotérmicas



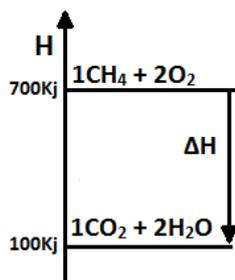
4.2. Reações exotérmicas



5) Termoquímica em equações

As equações podem dar informações sobre o calor absorvido ou liberado, como também o estado físico das substâncias a reagir.

5.1. Reações exotérmicas

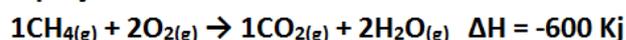


$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

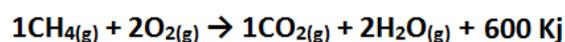
$$\Delta H = 100 - 700$$

$$\Delta H = -600 \text{ KJ}$$

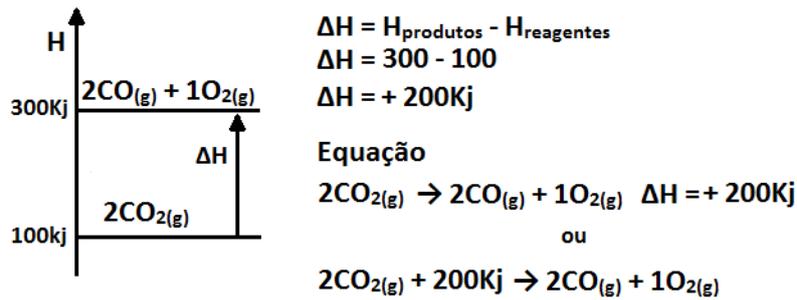
Equação



ou

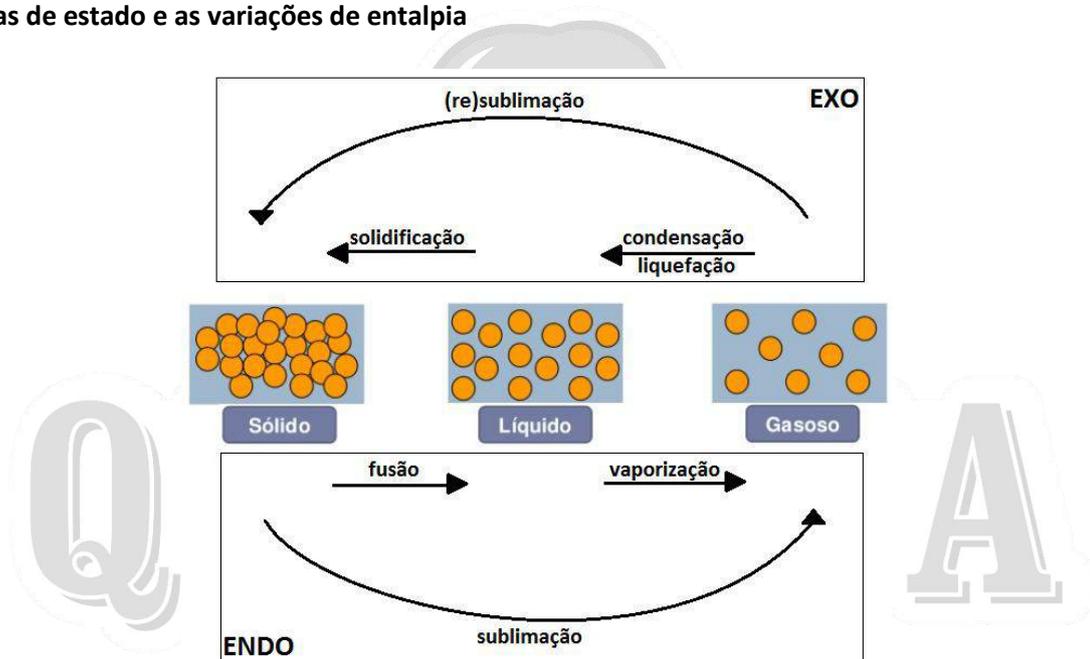


5.2. Reações endotérmicas



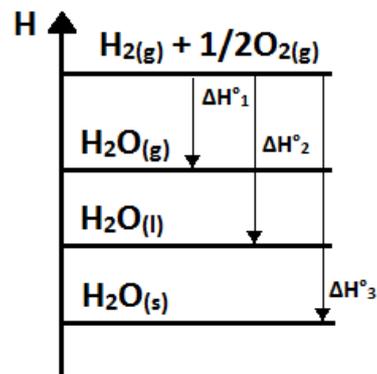
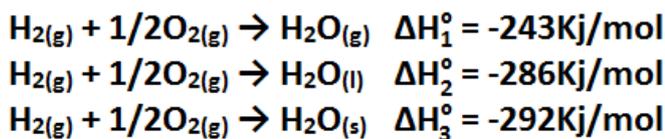
- **Obs 1:** a seta reacional sempre sai do reagente e vai para o produto (reagente → produto);
- **Obs 2:** em reações endotérmicas o $H_r < H_p$;
- **Obs 3:** em reações exotérmicas o $H_r > H_p$;
- **Obs 4:** o ΔH acompanha o balanceamento da equação.

6) Mudanças de estado e as variações de entalpia



6.1. Estados físicos e a variação de entalpia

Dependendo do estado físico das substâncias, a variação da entalpia é alterada.



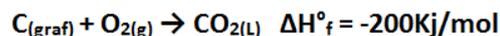
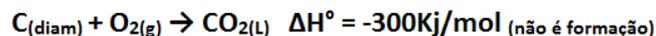
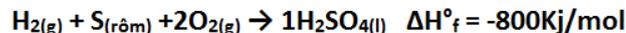
7) Tipos de variação de entalpia (ΔH)

Todas as reações possuem uma variação de entalpia, mas algumas bem específicas possuem um nome característico para as suas variações de entalpia, que são: formação, combustão e neutralização.

7.1. ΔH de formação (ΔH°_f)

A entalpia de formação é a energia liberada (ou absorvida) à medida que um mol de um único produto é formado a partir de seus elementos estáveis (substâncias puras simples no estado padrão) em um dado estado físico.

Ex:

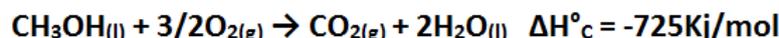
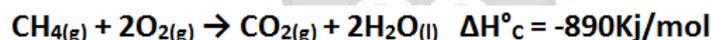


→ **Obs:** como os reagentes de uma equação de formação tem entalpia igual a zero, a entalpia do produto se torna igual a variação da entalpia da reação como um todo, é a partir deste raciocínio que conseguimos calcular a entalpia das substâncias.

7.2. ΔH de combustão (ΔH°_c)

É a variação da entalpia verificada quando 1 mol do combustível é oxidado completamente, supondo todas as substâncias no estado padrão.

Ex:

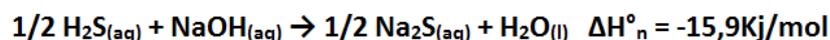
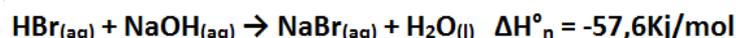
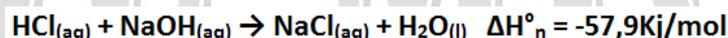


→ **Obs:** este dado é muito importante para a determinação de eficiência de um combustível.

7.3. ΔH de neutralização (ΔH°_n)

É a variação da entalpia verificada na neutralização de 1 mol de H^+ do ácido por 1 mol de OH^- da base, supondo todas as substâncias no estado padrão e muito diluídos.

Ex:



→ **Obs:** se o ácido e a base forem ambos fortes, a variação de entalpia de neutralização é praticamente constante, com o valor de 57,9Kj ou -13,8 kcal, pois basicamente teremos uma ionização/dissociação total com formação de água em todos os casos.

8) Como calcular a variação de entalpia

A variação de entalpia, a pressão constante, é igual ao calor liberado ou absorvido num processo, que é muito importante para as análises termoquímicas, daí a importância de saber encontrá-la. Existem 3 maneiras de se fazer o cálculo: formação, Hess e ligação.

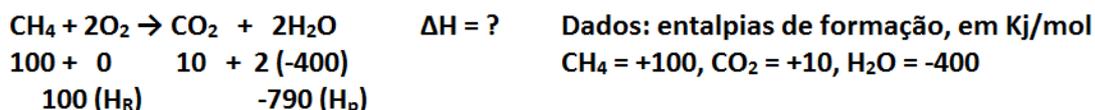
8.1. Calor de formação

Para se encontrar a variação da entalpia da reação, por este meio, basta somar a entalpia dos produtos e subtraí-la dos reagentes, usando a fórmula: $\Delta H = H_P - H_R$

→ **Obs 1:** substâncias puras simples no estado padrão tem entalpia igual a zero;

→ **Obs 2:** não esqueça de multiplicar o coeficiente pelo calor de formação de cada substância.

Ex:



$$\begin{aligned} \Delta H &= H_P - H_R \\ &= -790 - 100 \\ \Delta H &= -890 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Exemplo de sala

(FEI-SP) A obtenção do aço na siderurgia é feita pela redução de minérios de ferro. A equação global desse processo poderia ser representada por



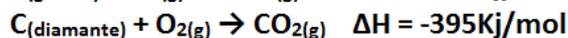
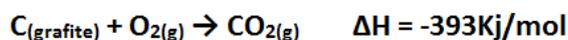
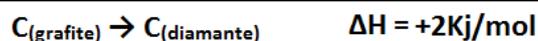
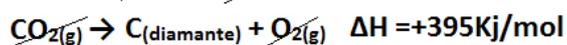
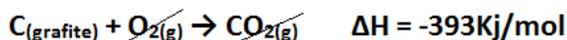
Dadas as entalpias de formação a 25 °C e 1 atm, a entalpia da reação global, nas condições citadas, em kcal/mol é:

Dados: entalpias de formação: $\text{Fe}_2\text{O}_3 = -196,2$ kcal/mol; $\text{CO} = -26,4$ kcal/mol.

8.2. Lei de Hess

A variação de entalpia é uma variável de estado, ou seja, só depende do estado inicial e final da reação, não importando o “caminho” que a reação faça. Isso quer dizer que, uma reação hipotética em que $A \rightarrow B$, pode acontecer com 1 ou 100 etapas, mas o ΔH é o mesmo, independentemente do caminho. Através deste raciocínio aplicamos a lei de Hess, nela é necessário que se ajuste e some várias reações intermediárias a fim de se obter a equação desejada, o ΔH da mesma vai corresponder a soma dos ΔH 's das reações intermediárias.

Ex:


Dados:

Resolução:


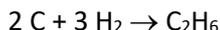
→ **Obs 1:** mesma substância, com o mesmo estado físico do mesmo lado da reação são somadas, em lados diferentes, subtraídas;

→ **Obs 2:** tudo o que é feito com a reação, é feito com o ΔH , multiplicação, inversão, etc...

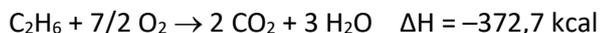
→ **Obs 3:** apesar da energia de conversão de grafite em diamante ser baixa, ela não diz que a reação é simples, ou rápida.

Exemplo de sala

(FAAP-SP) Calcule o calor da reação representada pela equação:



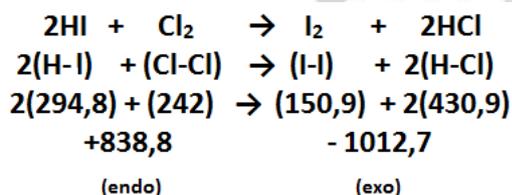
sabendo que:



8.3. Energia de ligação

Todas as ligações podem ser quebradas, mas para isso, é necessário que se dê a energia suficiente para isso, esta energia, é a energia de ligação. Toda quebra de ligação é um processo endotérmico, já a formação de uma ligação é um processo exotérmico, então, a reação de certa forma, representa a quebra de ligações antigas nos reagentes e formação de ligações novas nos produtos. Por isso que o ΔH pode ser calculado como a soma da energia da quebra + ligação.

Ex:



$$\Delta H = -173,9 \text{Kj}$$

Dados:

ligação	energia
H-Cl	430,9
Cl-Cl	242
I-I	150,9
H-I	294,8

→ **Obs 1:** $2\text{O} \neq \text{O}_2$, no primeiro caso, não há ligação e no segundo sim;

→ **Obs 2:** substâncias puras simples tem entalpia de **formação** igual a zero, a entalpia de ligação é \neq zero.

Exemplo de sala

(Unifesp) Com base nos dados da tabela:

Ligação	Energia média de ligação (kJ/mol)
O—H	460
H—H	436
O=O	490

pode-se estimar que ΔH da reação representada por $2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ dado em kJ por mol de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, é igual a:

9) Eficiência dos combustíveis

Na sociedade atual, a energia é fundamental para o funcionamento da sociedade, por isso cada vez mais se pesquisam combustíveis de boa qualidade, que sejam eficientes, baratos e de preferência, que não poluam o meio ambiente. Para analisar isso, recorreremos a entalpia de combustão, que fornece a relação entre energia liberada e o mol consumido. Mas a eficiência é algo relativo, pois pode ser em função da massa, poluentes (CO₂) e volume.



9.1. Massa

Um bom combustível, do ponto de vista da massa, é aquele que libera muita energia, consumindo pouca massa de combustível. Uma maneira simples de analisar a eficiência do combustível é dividir a sua entalpia de combustão pela massa molar do combustível, assim será obtido a energia liberada por grama de substância, e o combustível mais eficiente será aquele que liberar mais energia.

Ex:

$$\frac{\Delta H_c}{MM} = \text{energia/ grama de combustível}$$

9.2. Poluente (CO₂)

Um bom combustível, do ponto de vista do meio ambiente, é aquele que libera muita energia, e pouco CO₂. É claro que existem outros poluentes além do CO₂, mas este é o poluente mais comum dos combustíveis. Uma maneira simples de analisar a eficiência do combustível é dividir a sua entalpia de combustão pelo número de carbonos do combustível, assim será obtido a energia liberada por mol de CO₂ liberado, e o combustível mais eficiente será aquele que liberar mais energia.

Ex:

$$\frac{\Delta H_c}{n^{\circ}C} = \text{energia/mol de CO}_2 \text{ liberado}$$

9.3. Volume

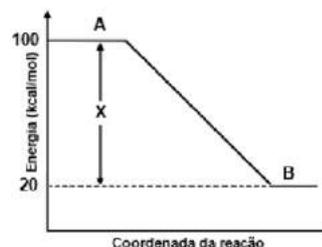
Um bom combustível, do ponto de vista do volume, é aquele que libera muita energia, e consome pouco volume. Uma maneira simples de analisar a eficiência do combustível é dividir a sua entalpia de combustão pela massa molar e multiplicar pela densidade, assim será obtido a energia liberada por volume de combustível, e o combustível mais eficiente será aquele que liberará mais energia.

Ex:

$$\frac{\Delta H_c}{MM} \cdot d = \text{energia/ volume de combustível}$$

Acerto miseravi

01) (UEPG PR) Durante a Guerra do Golfo, os soldados aqueciam seus alimentos utilizando-se de recipientes de plástico que continham magnésio metálico. Para que houvesse o aquecimento, pequenas quantidades de água eram adicionadas ao magnésio, produzindo hidróxido de magnésio e hidrogênio. O diagrama de entalpia dessa reação é mostrado na figura abaixo. Com relação a esse diagrama, assinale o que for correto.



01. A reação do magnésio com a água é exotérmica.
02. A entalpia da reação é de $\Delta H = -80$ kcal/mol.

04. O valor de X representa a variação de entalpia da reação.

08. A representa os reagentes da reação, $Mg_{(s)}$ e $H_2O_{(l)}$ e B os produtos $Mg(OH)_{2(s)}$ e $H_2_{(g)}$.

16. A diminuição da entalpia de A para B indica que houve liberação de calor.

02) (UNITAU SP) Um adulto médio, saudável, pesando 70 kg, necessita de $2680 \text{ kcal.dia}^{-1}$. A glicose é um dos principais substratos energéticos das células humanas. De forma simplificada, a reação de combustão da glicose é



Dados: massas atômicas do C=12, H=1, O=16; entalpias de formação da glicose ($-242 \text{ kcal.mol}^{-1}$), CO_2 ($-94 \text{ kcal.mol}^{-1}$), H_2O ($-58 \text{ kcal.mol}^{-1}$).

Considerando que esse indivíduo manteve suas necessidades energéticas das últimas 24 horas apenas com a combustão de glicose, pergunta-se:

a) Quanto de energia está envolvida na combustão completa da glicose?

b) Considerando que a única fonte calórica desse indivíduo é a combustão completa da glicose, quanto de glicose, em gramas. dia^{-1} , foi oxidada nas últimas 24 horas?

Importante: os cálculos devem justificar as respostas.

Manjando dos paranauê

01) (UERJ) O gelo seco, ou dióxido de carbono solidificado, muito utilizado em processos de refrigeração, sofre sublimação nas condições ambientes. Durante essa transformação, ocorrem, dentre outros, os fenômenos de variação de energia e de rompimento de interações. Esses fenômenos são classificados, respectivamente, como:

- a) exotérmico – interiônico
- b) exotérmico – internuclear
- c) isotérmico – interatômico
- d) endotérmico – intermolecular

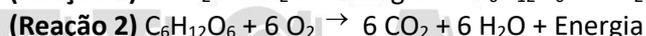
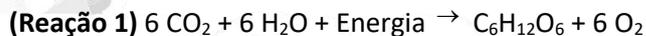
02) (UFRN-RN) O preparo de uma solução de hidróxido de sódio em água ocorre com desenvolvimento de energia térmica e consequente aumento de temperatura, indicando tratar-se de um processo:

- a) sem variação de entalpia.
- b) sem variação de energia livre.
- c) isotérmico.
- d) endotérmico.
- e) exotérmico.

03) (FMU-SP) Em um texto encontramos a seguinte frase: “Quando a água funde, ocorre uma reação exotérmica”. Na frase há:

- a) apenas um erro, porque a água não funde.
- b) apenas um erro, porque a reação química é endotérmica.
- c) apenas um erro, porque não se trata de reação química mas de processo físico.
- d) dois erros, porque não se trata de reação química nem o processo físico é exotérmico.
- e) três erros, porque a água não sofre fusão, não ocorre reação química e o processo físico é endotérmico.

04) (PUC RS) Considere as reações 1 e 2 abaixo:

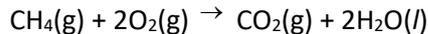


Com relação às reações apresentadas, é INCORRETO afirmar que

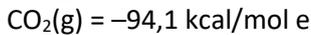
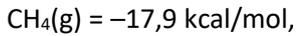
- a) a reação 1 representa a fotossíntese e a 2 representa a respiração celular.
- b) a fotossíntese produz glicose a partir de dióxido de carbono, água e luz solar.
- c) a fotossíntese é uma reação exotérmica, enquanto que a respiração celular é uma reação endotérmica.
- d) um organismo heterotrófico é capaz de produzir água através da respiração celular.

05) (UFGD MS) Atualmente, a grande produção de lixo tornou-se um problema mundial, pois o tratamento inadequado pode acarretar sérios problemas na área da saúde pública, em virtude de facilitar o ressurgimento de diferentes epidemias a partir do contato humano com materiais contaminados. Visando a diminuir esse contato com o lixo, um dos métodos de tratamento pode ser o aterro sanitário. Os gases produzidos em um aterro sanitário podem ser reutilizados como fonte de energia (biogás), diminuindo assim o consumo de fontes de energias não renováveis. Sabendo que o metano é o principal

componente do biogás e que sua reação de combustão é dada pela equação:



na qual as entalpias de formação padrão para:



Assinale a alternativa que corresponde à variação da entalpia (ΔH) para a combustão completa de 1 mol de metano.

- a) -144,5 kcal
- b) -180,3 kcal
- c) +318,4 kcal
- d) -212,8 kcal
- e) -348,6 kcal

06) (Unioeste PR) 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:

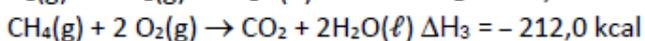
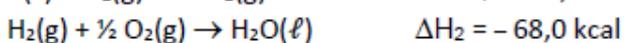


Sabendo os valores de ΔH de cada ligação (Tabela abaixo), determine o valor de ΔH da reação pelo método das energias de ligação.

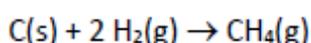
Ligação	Energia (kJ/mol)
C-H	415
C-C	350
Cl-Cl	243
C-Cl	328
H-Cl	432

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

07) (FEI-SP) São dadas as seguintes variações de entalpia de combustão.



Considerando a formação do metano, segundo a equação:

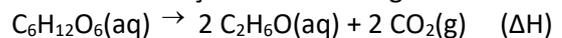


A quantidade em quilocalorias, em valor absoluto, envolvido na formação de 1 mol de metano, é :

- a) 442
- b) 50
- c) 18
- d) 254
- e) 348

08) (FATEC SP) Uma das áreas de aplicação dos conhecimentos de biotecnologia no mercado de trabalho é a produção de alimentos, bebidas e biocombustíveis que utilizam microorganismos em sua fabricação. Nesse contexto, um dos processos utilizados é a fermentação de carboidratos.

A equação química que representa a reação que ocorre na fermentação alcoólica da glicose é



Assinale a alternativa que apresenta o valor correto da entalpia padrão da reação (ΔH) de fermentação da glicose, em kJ/mol.

Entalpias de formação em kJ/mol

Substância	$\Delta_f H$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$	-1277
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq})$	-278
$\text{CO}_2(\text{g})$	-394

- a) -67
- b) -32
- c) +16
- d) +32
- e) +67

09) (IFGO) Com sabor ainda mais acentuado que o chocolate amargo, o extra-amargo se caracteriza por conter um teor de cacau acima de 70% e pouco carboidrato. Por isso, é considerado o melhor tipo de chocolate para manter a boa forma e a saúde, pois não somente beneficia o sistema cardiovascular, como também permite saciar a vontade de comer chocolate, ingerindo uma menor quantidade de calorias. Enquanto o chocolate ao leite pode ser facilmente consumido em quantidades acima de 50g, uma pessoa, provavelmente, se sentirá saciado com apenas alguns quadradinhos dos tipos amargo ou extra-amargo.

Disponível: <https://www.mundoboforma.com.br/calorias-do-chocolate-tipos-porcoes-e-dicas/>. Acesso em: 26 ago. 2019. [Adaptado].

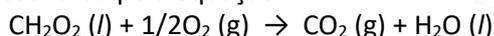
Uma pessoa, ao consumir uma barra de 50 g de chocolate extra-amargo, consegue aproveitar (absorver), efetivamente, 80% do seu valor calórico total. Com o intuito de “queimar” as calorias

efetivamente aproveitadas dessa barra, essa pessoa resolve subir as escadas de seu prédio (gasto calórico de, aproximadamente, 20 kcal/min). Nessas condições, considerando-se que o valor calórico de uma porção de 25 g de chocolate extra-amargo é de 136 kcal, essa pessoa, para atingir seus objetivos, deverá realizar tal atividade física por aproximadamente

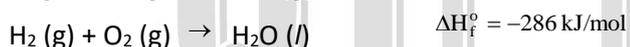
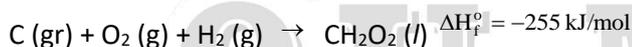
- a) 6 min.
- b) 2 min.
- c) 11 min.
- d) 40 min.

10) (UEFS BA) Por mais de 600 anos, os naturalistas sabiam que os formigueiros exalavam um vapor ácido. Em 1961, o naturalista inglês John Ray descreveu o isolamento do composto ativo desse vapor. Para fazer isso, coletou e destilou um grande número de formigas mortas. O ácido descoberto ficou conhecido como ácido fórmico (CH_2O_2), cuja nomenclatura IUPAC é ácido metanoico. (<http://qnint.sbgq.org.br>. Adaptado.)

A reação da combustão completa do ácido metanoico é representada pela equação:



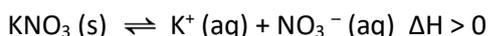
Considere as equações a seguir para determinar a entalpia de combustão do ácido metanoico.



A entalpia de combustão do ácido metanoico é igual a

- a) -312 kJ/mol.
- b) -425 kJ/mol.
- c) -363 kJ/mol.
- d) -147 kJ/mol.
- e) -935 kJ/mol.

11) (Fac. Israelita de C. da Saúde Albert Einstein SP) O equilíbrio químico da dissolução do sal nitrato de potássio em água é representado pela seguinte equação:

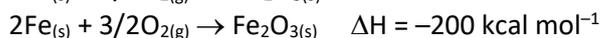
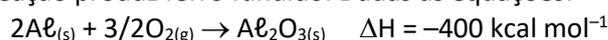


Após a imediata dissolução de certa quantidade deste sal em água, ocorre _____ da temperatura da água, já que sua dissolução em água é _____ e sua solubilidade _____ com o aumento da temperatura da água.

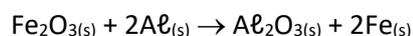
Os termos que preenchem, respectivamente, as lacunas do texto são:

- a) aumento – exotérmica – diminui
- b) diminuição – endotérmica – aumenta
- c) aumento – endotérmica – diminui
- d) aumento – endotérmica – aumenta
- e) diminuição – exotérmica – aumenta

12) (UDESC SC) A reação termite ou termita é uma reação aluminotérmica em que o metal alumínio é oxidado pelo óxido de ferro III, Fe_2O_3 , liberando uma grande quantidade de calor. Em poucos segundos, a reação produz ferro fundido. Dadas as equações:

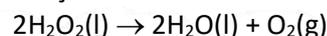


Determine a quantidade de calor liberada na reação a seguir:



- a) + 400 kcal
- b) + 200 kcal
- c) -400 kcal
- d) -200 kcal
- e) -100 kcal

13) (UFAL) Peróxido de hidrogênio, H_2O_2 , é usado em soluções diluídas como um anti-séptico. No decorrer do tempo, peróxido de hidrogênio se decompõe de acordo com a reação



A partir dos dados constantes na tabela abaixo, podemos afirmar que o valor de ΔH° , calculado para esta reação é:

Entalpias de Formação a 25°C e 1 atm de Pressão	
Substância	ΔH_f° (kcal/mol)
$\text{H}_2\text{O}(g)$	-57,8
$\text{H}_2\text{O}(l)$	-68,3
$\text{H}_2\text{O}_2(l)$	-44,8

- a) -68,3 kcal
- b) -44,8 kcal
- c) -47,0 kcal
- d) -23,5 kcal
- e) -22,4 kcal

Agora eu tô um nojo

01) (UNIRG TO) De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, um biscoito recheado contém 5,7 % de proteínas, 19,6 % de lipídeos e 71,0 % de carboidratos. A energia de combustão de proteínas e carboidratos é de 17 kJ/g e dos lipídeos é de 38 kJ/g. O consumo de 50 g desse biscoito fornece, aproximadamente, a energia de

- a) 1024 kJ.
- b) 2048 kJ.

- c) 2024 kJ.
d) 512 kJ.

02) (PUCCamp-SP) Considere as seguintes equações termoquímicas:

- I. $3 \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{O}_{3(g)} \Delta H_1 = + 284,6 \text{ kJ}$
 II. $\text{C}_{(graf)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} \Delta H_2 = - 393,3 \text{ kJ}$
 III. $\text{C}_2\text{H}_{4(g)} + 3 \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{CO}_{2(g)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \Delta H_3 = - 1.410,8 \text{ kJ}$
 IV. $\text{C}_3\text{H}_{6(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_{8(g)} \Delta H_4 = - 123,8 \text{ kJ}$
 V. $2 \text{I}_{(g)} \rightarrow \text{I}_{2(g)} \Delta H_5 = - 104,6 \text{ kJ}$

Qual é a variação de entalpia que pode ser designada calor de formação?

- a) ΔH_1
b) ΔH_2
c) ΔH_3
d) ΔH_4
e) ΔH_5

03) (U. São Judas-SP) Os alunos de um curso da USJT realizam todos os dias 30 minutos de ginástica para manter a forma atlética. Um deles deseja perder alguns quilos de gordura localizada para entrar em forma e é orientado pelo professor a fazer uma ginástica monitorada, na qual terá que despendar 15 kcal/minuto. Analisando a tabela dada:

Substância	Valor Calórico (kcal/g)
Glicose	3,8
Carboidratos	4,1
Proteínas	4,1
Gorduras	9,3

Quantos quilos de gordura esse aluno perderá depois de 93 dias de atividades de ginástica? Suponha que sua alimentação diária seja de 2500 kcal e inalterada.

- a) 5,0 Kg
b) 7,5 Kg
c) 10,0 Kg
d) 4,5 Kg
e) 3,0 Kg

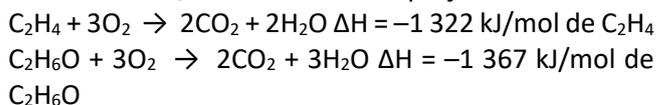
04) (FEI-SP) A queima de 46 g de álcool etílico ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) libera 32,6 kcal. Sabendo que a densidade do álcool é de $0,8\text{g/cm}^3$, o calor liberado na queima de 28,75 litros de álcool será, em kcal,

- a) $65,2 \cdot 10^3$
b) $32,6 \cdot 10^3$
c) $24,45 \cdot 10^3$
d) $16,3 \cdot 10^3$
e) $10,9 \cdot 10^3$

05) (Famerp SP) O etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) pode ser produzido em laboratório por meio da hidratação do etileno (C_2H_4), conforme a equação:



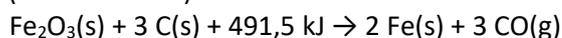
A entalpia dessa reação pode ser calculada por meio da Lei de Hess, utilizando-se as equações:



Com base nas informações fornecidas, a produção de 10 mol de etanol

- a) absorve 2 689 kJ de energia.
b) libera 45 kJ de energia.
c) libera 450 kJ de energia.
d) absorve 450 kJ de energia.
e) libera 2 689 kJ de energia.

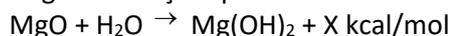
06) (Mackenzie-SP)



Da transformação do óxido de ferro III em ferro metálico, segundo a equação acima, pode-se afirmar que:

- a) é uma reação endotérmica.
b) é uma reação exotérmica.
c) é necessário 1 mol de carbono para cada mol de $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ transformado.
d) o número de mols de carbono consumido é diferente do número de mols de monóxido de carbono produzido.
e) a energia absorvida na transformação de 2 mols de $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ é igual a 491,5 kJ.

07) (Unioeste PR) 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:



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

- $\Delta H (\text{MgO}) = -152 \text{ kcal/mol};$
 $\Delta H (\text{H}_2\text{O}) = -68 \text{ kcal/mol};$
 $\Delta H (\text{Mg}(\text{OH})_2) = -240 \text{ kcal/mol};$

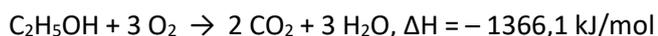
Em relação à reação e o calor envolvido no processo, assinale a alternativa **CORRETA**.

- 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.

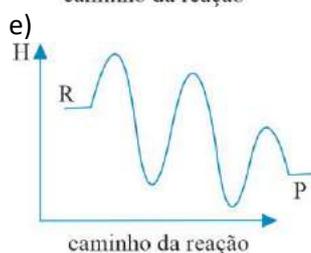
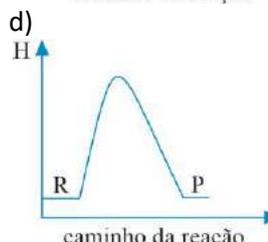
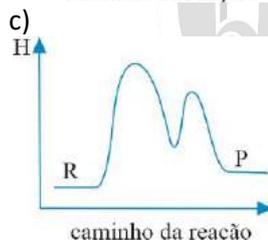
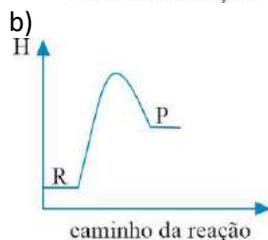
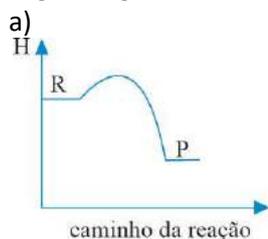
08) (UEMA) *Impactos do etanol na redução das emissões de gases de efeito estufa*

A utilização do etanol como substituto da gasolina tem como efeito uma redução de emissões líquidas de CO₂. Considerando os dados de Macedo e colaboradores (2004), o que causa o maior impacto na emissão de gases de efeito estufa é a quantidade de gasolina evitada por causa do uso de etanol.

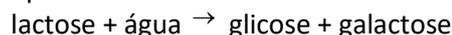
A queima de etanol, na câmara de combustão, se dá a partir da reação completa de 1 mol do álcool com 3 mols de oxigênio gasoso, mediante a seguinte equação química:



A variação da entalpia, em função do caminho da reação para a transformação química que ocorre com o etanol na câmara de combustão, é representada no seguinte gráfico:



09) (UERJ) Na produção industrial dos comercialmente chamados leites “sem lactose”, o leite integral é aquecido a altas temperaturas. Após o resfriamento, adiciona-se ao leite a enzima lactase. Com esse processo, o produto gera menos desconforto aos intolerantes à lactose, que é o carboidrato presente no leite integral. A lactose é hidrolisada no leite “sem lactose”, formando dois carboidratos, conforme a equação química:



Se apenas os carboidratos forem considerados, o valor calórico de 1 litro tanto do leite integral quanto do leite “sem lactose” é igual a -90 kcal, que corresponde à entalpia-padrão de combustão de 1 mol de lactose. Assumindo que as entalpias-padrão de combustão da glicose e da galactose são iguais, a entalpia de combustão da glicose, em kcal/mol, é igual a:

- a) -45
- b) -60
- c) -120
- d) -180

10) (UNCISAL) Uma forma de avaliar a eficiência de um combustível em relação ao seu potencial de poluição é calcular a razão a seguir.

$$R = \frac{\text{quantidade de energia gerada por mol de combustível queimado}}{\text{mol de CO}_2 \text{ gerado}}$$

Quanto maior for o valor de R, mais eficiente será o combustível no sentido de que menos poluente ele é. Na tabela abaixo, estão listadas as variações da entalpia-padrão (ΔH), à temperatura ambiente, para a combustão completa do etanol líquido e dos gases metano e butano.

combustível	ΔH° (kJ/mol)
metano: CH ₄	-900
butano: C ₄ H ₁₀	-1.400
etanol: C ₂ H ₆ O	-1.400

No caso de combustão completa, qual é a relação entre as eficiências R dos combustíveis metano (R_m), butano (R_b) e etanol (R_e)?

- a) R_m < R_b = R_e
- b) R_b = R_e < R_m
- c) R_e < R_b = R_m
- d) R_m < R_e < R_b
- e) R_b < R_e < R_m

11) (UnICESUMAR PR) As diferentes etapas do plantio de algodão respondem pelo consumo de 4 247 litros de água na confecção de uma calça jeans.

(Adaptado de: Revista Galileu, setembro de 2019, p. 8)

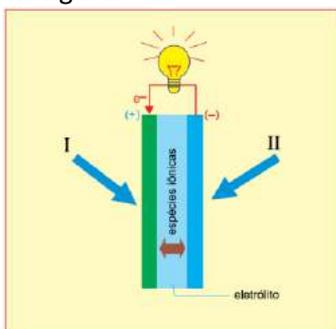
Considerando a densidade da água $1,0 \text{ g/cm}^3$ e que todo esse volume de água seja utilizado na fotossíntese, o crescimento do algodoeiro, até a fase da colheita, consumiu uma quantidade de energia de, aproximadamente,

Dado: Reação simplificada da fotossíntese

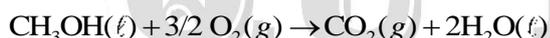


- $1 \cdot 10^5 \text{ kJ}$.
- $1 \cdot 10^6 \text{ kJ}$.
- $1 \cdot 10^7 \text{ kJ}$.
- $1 \cdot 10^8 \text{ kJ}$.
- $1 \cdot 10^9 \text{ kJ}$.

12) (Santa Casa SP) Um dispositivo que converte energia química em energia elétrica e opera com alimentação contínua dos reagentes que participam das reações no ânodo e no cátodo é denominado célula a combustível. Um esquema desse dispositivo é apresentado na figura.



Utilizando-se metanol e oxigênio do ar atmosférico na alimentação desse dispositivo, a reação global que se processa é:



$$\Delta H^\circ_{\text{reação}} = -727 \text{ kJ/mol}$$

Considere as entalpias de formação da tabela.

Substância	ΔH° formação (kJ/mol)
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-394
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	-286

A classificação termoquímica da reação global da célula de combustível descrita no texto e o valor do ΔH formação do metanol são

- exotérmica e $+239 \text{ kJ/mol}$.
- endotérmica e -239 kJ/mol .
- exotérmica e -47 kJ/mol .
- endotérmica e -47 kJ/mol .
- exotérmica e -239 kJ/mol .

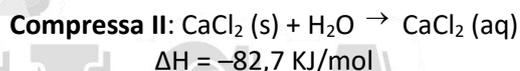
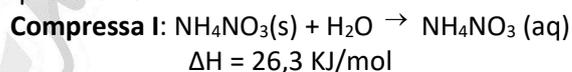
13) (Cesgranrio-RJ) Sejam os dados seguintes:

- entalpia de formação da $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) = -68 \text{ kcal/mol}$;
- entalpia de formação do $\text{CO}_2 (\text{g}) = -94 \text{ kcal/mol}$;
- entalpia de combustão do $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{l}) = -327 \text{ kcal/mol}$.

A entalpia de formação do etanol é:

- $15,5 \text{ kcal/mol}$
- $3,5 \text{ kcal/mol}$
- -28 kcal/mol
- -45 kcal/mol
- -65 kcal/mol

14) (UNIFOR CE) Em nosso cotidiano, é possível observar que várias reações químicas ocorrem envolvendo troca de calor com a vizinhança, as reações que absorvem calor são conhecidas como reações endotérmicas e as que liberam calor são conhecidas como exotérmicas. Uma das aplicações práticas destas reações são as compressas de emergência, quentes ou frias, que, ao utilizar diferentes sais, podem produzir uma compressa quente ou uma compressa fria. Considere que os sais NH_4NO_3 e CaCl_2 sejam usados para obtenção das compressas I e II.



Em relação ao uso das compressas I e II, separadamente, sobre o corpo humano, é correto o que se afirma em

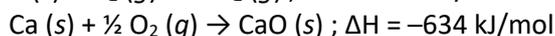
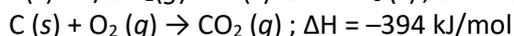
- a compressa I provoca uma sensação de aquecimento em contato com o corpo.
- a compressa II provoca uma sensação de resfriamento em contato com o corpo.
- a compressa I provoca uma sensação de resfriamento em contato com o corpo.
- em temperatura ambiente, não se observam trocas de calor entre a compressa e o corpo.
- o poder de resfriamento da compressa II é 4 vezes maior do que a compressa I.

15) (Fuvest-SP) A entalpia de combustão da grafite a gás carbônico é -94 kcal/mol . A do monóxido de carbono gasoso a gás carbônico é -68 kcal/mol . Desses dados, pode-se concluir que a entalpia de combustão da grafite a monóxido de carbono gasoso, expressa em kcal/mol vale:

- +13
- +26
- 13

- d) -26
e) -162

16) (Unesp SP) Analise as equações termoquímicas.



A partir dessas equações, pode-se prever que o ΔH da reação de decomposição do calcário que produz cal viva (cal virgem) e dióxido de carbono seja igual a

- a) +573 kJ/mol.
b) +1 601 kJ/mol.
c) -2 235 kJ/mol.
d) -1 028 kJ/mol.
e) +179 kJ/mol.

17) (PUC RS) A maior parte da energia de que o nosso corpo necessita vem da combustão de carboidratos por meio da respiração celular. O corpo utiliza a energia para contrair os músculos, construir e reparar os tecidos e manter a temperatura corporal. O excesso é armazenado como gordura, reserva de energia para o corpo. A composição de óleos e gorduras, de origem animal ou vegetal, comumente indicados nas embalagens dos alimentos, é expressa como "gorduras". Um tipo de óleo vegetal geralmente usado pela população é o óleo de soja. Considere a fórmula do óleo de soja como sendo $\text{C}_{56}\text{H}_{100}\text{O}_6$ (massa molar = 868 g/mol) e os dados da tabela a seguir:

Composto	$\Delta H^\circ_{\text{formação}}$ (kJ/mol)
$\text{C}_{56}\text{H}_{100}\text{O}_6(l)$	- 1808
$\text{CO}_2(g)$	- 393
$\text{H}_2\text{O}(l)$	- 286

A partir dos dados, conclui-se que a energia liberada na combustão completa de 1g do referido óleo de soja é de aproximadamente

- a) 34500 kJ
b) 1129 kJ
c) 39,74 kJ
d) 1,30 kJ

18) (UniCESUMAR PR) A garrafa, que se chama Fontus e foi criada por um designer austríaco, usa um mecanismo inteligente para extrair a umidade do ar. Ela deve ser presa ao quadro de uma bicicleta. Quando você sai pedalando, e a bicicleta se desloca, uma grande quantidade de ar passa por dentro da garrafa – que, ao mesmo tempo, capta eletricidade por um painel solar. A energia é usada para alimentar uma

placa que resfria o ar dentro da garrafinha. Isso faz com que a umidade condense, formando gotículas de água. Segundo o criador do produto, ele coleta até 500 mL por hora. A garrafa tem um filtro que retém poeira e alguns poluentes do ar.

(Adaptado de: Superinteressante. Março de 2016, p. 18)

O texto descreve a mudança de estado físico denominada ...I..., ...II..., e o fracionamento de mistura ...III..., pelo processo de ...IV....

As lacunas I, II, III e IV são, correta e respectivamente, preenchidas por

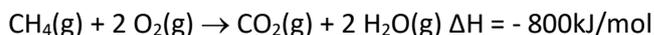
- a) liquefação – endotérmica – homogênea – sedimentação.
b) liquefação – exotérmica – heterogênea – filtração.
c) sublimação – exotérmica – heterogênea – sedimentação.
d) fusão – endotérmica – heterogênea – sedimentação.
e) fusão – exotérmica – homogênea – filtração.

19) (Famerp SP) A natureza das ligações intermoleculares define as propriedades das substâncias. Ocorre quebra de ligações intermoleculares em uma substância simples no processo representado pela equação:

- a) $\text{C}(gr) \rightarrow \text{C}(d)$
b) $\text{O}_2(l) \rightarrow \text{O}_2(g)$
c) $2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$
d) $\text{CO}_2(s) \rightarrow \text{CO}_2(g)$
e) $\text{I}_2(g) \rightarrow \text{I}_2(s)$

Nazaré confusa

01) (UFMG-MG) O gás natural (metano) é um combustível utilizado, em usinas termelétricas, na geração de eletricidade, a partir da energia liberada na combustão.



Em Ibirité, região metropolitana de Belo Horizonte, está em fase de instalação uma termelétrica que deveria ter, aproximadamente, uma produção de $2,4 \cdot 10^9$ kJ/hora de energia elétrica. Considere que a energia térmica liberada na combustão do metano é completamente convertida em energia elétrica. Nesse caso, a massa de CO_2 lançada na atmosfera será, aproximadamente, igual a:

- a) 3 toneladas/hora.
b) 18 toneladas/hora.
c) 48 toneladas/hora.
d) 132 toneladas/hora

02) (PUC RS) O metano é uma substância combustível muito usada na indústria e em veículos, sendo o principal componente do gás natural veicular (GNV). Uma das principais vantagens do metano é o alto teor energético associado a uma produção moderada de gases de efeito estufa na combustão completa. Sob condições padrão, a combustão completa de um mol de metano libera 890 kJ de energia térmica.

Em relação ao texto, é correto afirmar que

- a) a queima de 160 g de metano gera ao todo 160 g de produtos, que são gás carbônico e água.
- b) o metano é um hidrato de carbono ou carboidrato, pois é composto de carbono e hidrogênio.
- c) a combustão completa de 80 g de metano é um processo exotérmico e tem $\Delta H = -4450$ kJ.
- d) a combustão completa de um mol de metano produz um mol de CO e dois mols de H₂O.
- e) o metano contém ligações covalentes simples entre os átomos de carbono.

03) (Famerp SP) Quando ferro metálico é mergulhado em uma solução de ácido clorídrico, ocorre a seguinte reação:



Considerando o volume molar dos gases igual a 25 L/mol e que em um experimento realizado à temperatura ambiente foram liberados 7,04 kJ de energia, o volume de gás hidrogênio produzido nesse experimento foi de

- a) 0,16 L.
- b) 1,00 L.
- c) 2,50 L.
- d) 2,00 L.
- e) 0,08 L.

04) (Fac. Direito de São Bernardo do Campo SP)

Dados: Entalpia de combustão padrão (ΔH):

gás hidrogênio = $-285 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

gás acetileno = $-1300 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

gás etileno = $-1410 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Massa molares (M):

gás hidrogênio = $2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

gás acetileno = $26 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

gás etileno = $28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Uma das aplicações industriais do acetileno (etino) é a produção de etileno (eteno) a partir de uma reação de hidrogenação. Na produção de 560 kg de etileno são

- a) absorvidos aproximadamente $3,5 \times 10^6$ kJ.

- b) liberados aproximadamente $3,5 \times 10^6$ kJ.

- c) absorvidos aproximadamente $6,0 \times 10^7$ kJ.

- d) liberados aproximadamente $6,0 \times 10^7$ kJ.

05) (UEPG PR) Com relação às características das variações de entalpia ΔH para as reações químicas, assinale o que for correto.

01. As variações de entalpia são específicas para os reagentes e produtos, suas quantidades e os estados físicos dos mesmos.

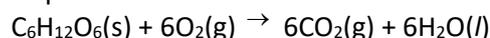
02. Todas as reações químicas ocorrem com variações de entalpia.

04. ΔH tem um valor negativo se houver liberação de calor (reação exotérmica) e um valor positivo se o calor for absorvido (reação endotérmica).

08. Os valores de ΔH são numericamente iguais, mas de sinal oposto, para reações químicas que sejam o inverso uma da outra.

16. A formação de 2 mols de H₂O(g) a partir das substâncias simples (H₂(g) e O₂(g)), resulta em um valor de ΔH duas vezes maior em relação ao valor obtido para a formação de 1 mol de H₂O(g).

06) (UEL PR) A hipoglicemia é caracterizada por uma concentração de glicose abaixo de $0,70 \text{ g L}^{-1}$ 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, C₆H₁₂O₆, durante a respiração, pode ser representada pela equação química de combustão:



No quadro a seguir, são informadas reações químicas e seus respectivos calores de formação a 25 °C e 1 atm: (ΔH em KJ/mol)

Reações químicas	ΔH_f°
$\text{C}(\text{s, grafite}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	-394
$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-286
$6\text{C}(\text{s}) + 6\text{H}_2(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$	-1260

Sabendo que a Massa Molar (MM) da glicose é igual a $180,0 \text{ g mol}^{-1}$, determine a quantidade aproximada de energia liberada em kJ mol^{-1} no estado padrão, ΔH , 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

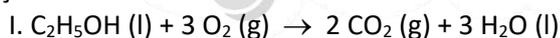
07) (UnirG TO) Atualmente, muitos países têm investido em formas de obtenção de energia para suprir suas demandas energéticas sem impactar negativamente o meio ambiente. Uma dessas soluções está pautada no hidrogênio verde, que pode ser obtido pela eletrólise da água. O interesse por essa ação se deve ao fato de que a combustão do gás hidrogênio libera 242 kJ/mol, contendo água como subproduto, enquanto a combustão do etanol libera 1368 kJ/mol, liberando gás carbônico como um dos subprodutos.

Comparemos a combustão do hidrogênio, proveniente da eletrólise de 1 L de água, com a combustão do etanol. A massa de etanol queimada para produzir a mesma quantidade de energia gerada pelo combustível verde, quando queimado, será aproximadamente, em gramas, igual a:

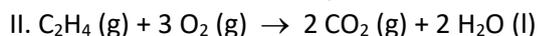
(Dados, em g/mol H = 1, O = 16, C = 12, $d_{H_2O} = 1 \text{ g/cm}^3$)

- a) 13400
b) 450
c) 2800
d) 900

08) (UEPG PR) Observe, abaixo, as equações balanceadas da reação de combustão do C_2H_5OH e do C_2H_4 (I e II), com as suas respectivas entalpias de reação.

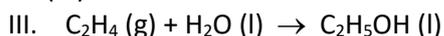


$$\Delta H = -1368 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -1410 \text{ kJ/mol}$$

Sob condições adequadas, é possível obter C_2H_5OH a partir da reação representada pela seguinte equação balanceada (III):



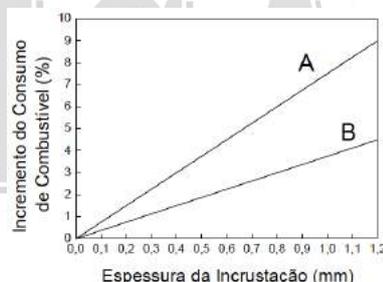
A respeito das três reações descritas acima, assinale o que for correto.

01. Se 2 mols de C_2H_5OH da reação I ou 2 mols de C_2H_4 da reação II forem submetidos a combustão, não ocorrerá alteração em seus respectivos valores de ΔH .
02. A variação de entalpia por mol de C_2H_4 na reação III é de -42 kJ/mol.
04. A reação de obtenção do C_2H_5OH a partir do C_2H_4 é endotérmica.

08. Considerando que a entalpia de formação da H_2O é de -286 kJ/mol e que a do C_2H_4 é de 52 kJ/mol, a entalpia de formação por mol de C_2H_5OH é de -276 kJ.
16. As reações de combustão do C_2H_5OH e do C_2H_4 são exotérmicas.

09) (UNICAMP SP) As caldeiras são utilizadas para alimentar máquinas nos mais diversos processos industriais, para esterilização de equipamentos e instrumentos em hospitais, hotéis, lavanderias, entre outros usos. A temperatura elevada da água da caldeira mantém compostos solubilizados na água de alimentação que tendem a se depositar na superfície de troca térmica da caldeira. Esses depósitos, ou incrustações, diminuem a eficiência do equipamento e, além de aumentar o consumo de combustível, podem ainda resultar em explosões. A tabela e a figura a seguir apresentam, respectivamente, informações sobre alguns tipos de incrustações em caldeiras, e a relação entre a espessura da incrustação e o consumo de combustível para uma eficiência constante.

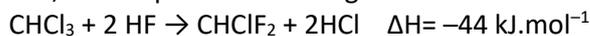
Tipo de incrustação	Condutividade Térmica ($\text{kJ m}^{-1} \text{h}^{-1} \text{°C}^{-1}$)
Base de sílica	1,3
Base de carbonato	2,1
Base de sulfato	5,5



Considerando as informações apresentadas, é correto afirmar que as curvas A e B podem representar, respectivamente, informações sobre incrustações

- a) de sulfato e de carbonato.
b) de sulfato e de sílica.
c) de sílica e de carbonato.
d) de carbonato e de sílica.

10) (FM Petrópolis RJ) O clorofórmio ou triclorometano é um composto orgânico de fórmula $CHCl_3$, usado como anestésico. A reação mais importante do clorofórmio é a mistura com fluoreto de hidrogênio, produzindo CFC-22, um precursor na produção de Teflon, como apresentado a seguir.



Ligação	Energia de ligação kJ.mol ⁻¹
C — H	413
C — Cl	330
H — F	568
C — F	488

Fazendo uso das informações contidas na Tabela acima, a energia de ligação em kJ.mol⁻¹ para a ligação H-Cl é igual a

- 54
- 216
- 864
- 108
- 432

11) (Fuvest SP) Oxigênio (O₂) e ozônio (O₃) estão em constante processo de consumo e produção na estratosfera, como representado pelas equações químicas a seguir. As reações I e II ilustram etapas da produção de ozônio a partir de oxigênio, e a reação III mostra a restauração de oxigênio a partir de ozônio.

	Reação	ΔH (kcal/mol de O ₂)
I	O ₂ → 2 O·	-118
II	2 O ₂ + 2 O· → 2 O ₃	ΔH _{II}
III	2 O ₃ → 3 O ₂	+21

O ΔH_{II}, relacionado à reação II, pode ser calculado a partir dos dados fornecidos para as reações I e III. O valor de ΔH_{II}, em kcal/mol de O₂ consumido, é igual a:

- 90,5
- 55,0
- +27,5
- +48,5
- +55,0

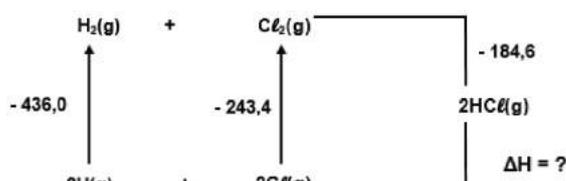
12) (IME RJ) Uma medida quantitativa da estabilidade de um composto sólido iônico é a sua energia de rede, definida como a energia requerida para decompor completamente 1 mol desse composto nos seus íons em fase gasosa. Considere os seguintes dados:

- a entalpia padrão de formação do CaCl₂ é - 790 kJ.mol⁻¹;
- a primeira energia de ionização do átomo de cálcio é 590 kJ.mol⁻¹;
- a segunda energia de ionização do átomo de cálcio é 1146 kJ.mol⁻¹;
- a vaporização de um mol de Ca(s) consome 190 kJ;
- a energia de ligação do Cl₂ é 242 kJ.mol⁻¹;
- a afinidade eletrônica do Cl é - 349 kJ.mol⁻¹.

Com base nessas informações, estima-se que a energia de rede do CaCl₂, em kJ.mol⁻¹, seja:

- 790
- 1029
- 2070
- 2260
- 2609

13) (FCM MG) O diagrama a seguir ilustra o ciclo termodinâmico para a formação de HCl(g).

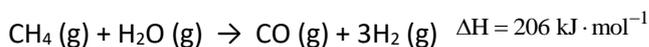


(BARROS, Haroldo L.C. *Química Inorgânica: uma introdução*. Belo Horizonte, 1992, p.24.)

Analisando o diagrama, visualizando a lei de Hess e utilizando seus conhecimentos, é CORRETO afirmar:

- Na transformação de moléculas de hidrogênio em HCl(g), ocorre uma reação química de redução.
- Na formação de 2,0 mols de HCl(g), a partir de seus átomos gasosos, o valor de ΔH é - 864,0 kJ.
- Na quebra da ligação H – H, ocorre uma liberação de calor com um valor correspondente a 436,0 kJ.
- Na dissociação de 2,0 mols de moléculas de cloro, a variação de entalpia apresenta um valor de 243,4 kJ.

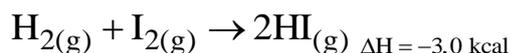
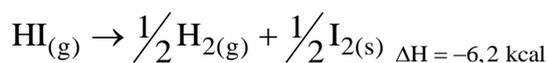
14) (Fac. Israelita de C. da Saúde Albert Einstein SP) O biogás, majoritariamente constituído por metano (CH₄), é uma mistura gasosa obtida a partir da degradação da matéria orgânica. Essa mistura, quando descartada na atmosfera, causa inúmeros danos ao meio ambiente. O processo denominado reforma a vapor do biogás, representado na equação, produz gás hidrogênio, uma fonte alternativa aos combustíveis fósseis.



Considerando R = 0,08 atm · L · K⁻¹ · mol⁻¹, a quantidade mínima de energia que deve ser fornecida na reforma a vapor com quantidade suficiente de metano para produção de 100 L de gás hidrogênio, armazenados a 300 K e 3,6 atm, é igual a

- 512 kJ.
- 1 536 kJ.
- 1 030 kJ.
- 206 kJ.
- 2 060 kJ.

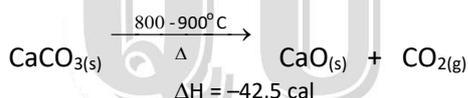
15) (UniRV GO) O iodo é empregado na medicina como um agente germicida na forma de solução aquosa ou alcoólica. Ele é uma das poucas substâncias na natureza que sofrem a sublimação. Observe as reações a seguir (nas mesmas condições de temperatura e de pressão) e posteriormente, assinale V (verdadeiro) ou F (falso) para as alternativas.



Assinale V (verdadeiro) ou F (falso) para as alternativas.

- O calor de sublimação para um mol de iodo será: $\Delta H = -9,2 \text{ Kcal}$.
- A aplicação da lei de Hess para as quantidades de calor liberadas ou absorvidas numa reação química depende apenas dos estados inicial e final da reação.
- O processo global da sublimação do iodo é exotérmico.
- Executando a sublimação do iodo numa temperatura duas vezes maior que a inicial, a variação de entalpia final teria um valor maior que o calculado.

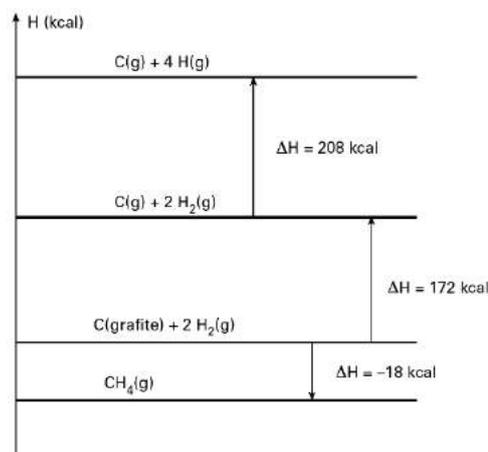
16) (UEPG PR) A obtenção da cal virgem a partir de processos industriais pode ser equacionada da seguinte forma:



Considerando a pressão constante de 1 atm, assinale o que for correto sobre esse processo.

- O carbonato de cálcio é um sal inorgânico que sofre decomposição sob temperaturas elevadas.
- Ambos os produtos obtidos são classificados como óxidos básicos.
- A entalpia final do sistema é maior do que a inicial, o que é indicado por meio do valor negativo de ΔH .
- A reação de obtenção do óxido de cálcio (cal virgem) é exotérmica.
- A transferência de elétrons verificada na reação indica a ocorrência de oxi-redução.

17) (PUC SP) O diagrama a seguir representa algumas transformações relacionadas à formação do metano a partir de gás hidrogênio e grafite

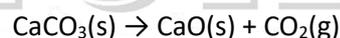


Os valores das energias de ligação H — H e C — H obtidas a partir do diagrama são, respectivamente,

- 172 kcal/mol e 208 kcal/mol.
- 104 kcal/mol e 99,5 kcal/mol.
- 208 kcal/mol e 90,5 kcal/mol.
- 104 kcal/mol e 398 kcal/mol.
- 52 kcal/mol e 380 kcal/mol.

18) (UNESP SP) O carbonato de cálcio pode ser encontrado na natureza na forma de rocha sedimentar (calcário) ou como rocha metamórfica (mármore). Ambos encontram importantes aplicações industriais e comerciais. Por exemplo, o mármore é bastante utilizado na construção civil tanto para fins estruturais como ornamentais. Já o calcário é usado como matéria-prima em diversos processos químicos, dentre eles, a produção da cal.

A cal é obtida industrialmente por tratamento térmico do calcário em temperaturas acima de 900 °C, pela reação:



Por suas diferentes aplicações, constitui-se num importante produto da indústria química. Na agricultura é usado para correção da acidez do solo, na siderurgia como fundente e escorificante, na fabricação do papel é um agente branqueador e corretor de acidez, no tratamento de água também corrige a acidez e atua como agente floculante e na construção civil é agente cimentante. Sobre o processo de obtenção e as propriedades associadas ao produto, indique qual das afirmações é totalmente correta.

- A reação é de decomposição e o CaO é usado como branqueador na indústria do papel, porque é um agente oxidante.
- A reação é endotérmica e o CaO é classificado como um óxido ácido.
- A reação é exotérmica e, se a cal reagir com água, produz $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que é um agente cimentante.

- d) A reação é endotérmica e o CaO é classificado como um óxido básico.
 e) A reação é de decomposição e no tratamento de água o CaO reduz o pH, atuando como floculante.

Vem ENEM

01) (ENEM-2009) Vários combustíveis alternativos estão sendo procurados para reduzir a demanda por combustíveis fósseis, cuja queima prejudica o meio ambiente devido à produção de dióxido de carbono (massa molar 44 g/mol). Três dos mais promissores combustíveis alternativos são o hidrogênio, o etanol e o metano. A queima de 1 mol de cada um desses combustíveis libera uma determinada quantidade de calor, que estão apresentadas na tabela a seguir.

Combustível	Massa molar (g mol ⁻¹)	Calor liberado na queima (kJ mol ⁻¹)
H ₂	2	270
CH ₄	16	900
C ₂ H ₅ OH	46	1350

Considere que foram queimadas massas, independentemente, desses três combustíveis, de forma tal que em cada queima foram liberados 5400 kJ. O combustível mais econômico, ou seja, o que teve menor massa consumida, e o combustível mais poluente, que é aquele que produziu a maior massa de dióxido de carbono foram, respectivamente.

- a) O etanol, que teve apenas 46g de massa consumida, e o metano, que produziu 900g de CO₂.
 b) O hidrogênio, que teve apenas 40g de massa consumida, e o etanol, que produziu 352g de CO₂.
 c) O hidrogênio, que teve apenas 20g de massa consumida, e o metano, que produziu 264g de CO₂.
 d) O etanol, que teve apenas 96g de massa consumida, e o metano que produziu 176g de CO₂.
 e) O hidrogênio, que teve apenas 2g de massa consumida, e o etanol, que produziu 1350g de CO₂.

02) (ENEM-2009) Nas últimas décadas, o efeito estufa tem-se intensificado de maneira preocupante, sendo esse efeito muitas vezes atribuído à intensa liberação de CO₂ durante a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. O quadro traz as entalpias-padrão de combustão a 25 °C (ΔH) do metano, do butano e do octano.

composto	fórmula molecular	massa molar (g/mol)	ΔH_{25}^0 (kJ/mol)
metano	CH ₄	16	- 890
butano	C ₄ H ₁₀	58	- 2.878
octano	C ₈ H 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 CO₂ 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.

03) (ENEM-2010) No que tange à tecnologia de combustíveis alternativos, muitos especialistas em energia acreditam que os álcoois vão crescer em importância em um futuro próximo. Realmente, álcoois como metanol e etanol têm encontrado alguns nichos para uso doméstico como combustíveis há muitas décadas e, recentemente, vêm obtendo uma aceitação cada vez maior como aditivos, ou mesmo como substitutos para gasolina em veículos. Algumas das propriedades físicas desses combustíveis são mostradas no quadro seguinte.

Álcool	Densidade a 25 °C (g/mL)	Calor de Combustão (kJ/mol)
Metanol (CH ₃ OH)	0,79	-726,0
Etanol (CH ₃ CH ₂ OH)	0,79	-1367,0

Considere que, em pequenos volumes, o custo de produção de ambos os álcoois seja o mesmo. Dessa forma, do ponto de vista econômico, é mais vantajoso utilizar

- a) metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 22,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
 b) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 29,7 kJ de energia por litro de combustível queimado.
 c) metanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 17,9 MJ de energia por litro de combustível queimado.
 d) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 23,5 MJ de energia por litro de combustível queimado.
 e) etanol, pois sua combustão completa fornece aproximadamente 33,7 MJ de energia por litro de combustível queimado.

04) (ENEM-2011) 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^0_c), 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^0_c .

Substância	Fórmula	ΔH^0_c (kJ/mol)
Benzeno	C_6H_6 (l)	- 3268
Etanol	C_2H_5OH (l)	- 1368
Glicose	$C_6H_{12}O_6$ (s)	- 2808
Metano	CH_4 (g)	- 890
Octano	C_8H_{18} (l)	- 5471

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?

- Benzeno.
- Metano.
- Glicose.
- Octano.
- Etanol.

05) (ENEM-2003) Nos últimos anos, o gás natural (GNV: gás natural veicular) vem sendo utilizado pela frota de veículos nacional, por ser viável economicamente e menos agressivo do ponto de vista ambiental. O quadro compara algumas características do gás natural e da gasolina em condições ambiente.

	Densidade (kg/m^3)	Poder Calorífico (kJ/kg)
GNV	0,8	50.200
Gasolina	738	46.900

Apesar das vantagens no uso de GNV, sua utilização implica algumas adaptações técnicas, pois, em condições ambiente, o volume de combustível necessário, em relação ao de gasolina, para produzir a mesma energia, seria

- muito maior, o que requer um motor muito mais potente.

- muito maior, o que requer que ele seja armazenado a alta pressão.
- igual, mas sua potência será muito menor.
- muito menor, o que o torna o veículo menos eficiente.
- muito menor, o que facilita sua dispersão para a atmosfera.

06) (ENEM-2003) O setor de transporte, que concentra uma grande parcela da demanda de energia no país, continuamente busca alternativas de combustíveis. Investigando alternativas ao óleo diesel, alguns especialistas apontam para o uso do óleo de girassol, menos poluente e de fonte renovável, ainda em fase experimental. Foi constatado que um trator pode rodar, nas mesmas condições, mais tempo com um litro de óleo de girassol, que com um litro de óleo diesel. Essa constatação significaria, portanto, que usando óleo de girassol,

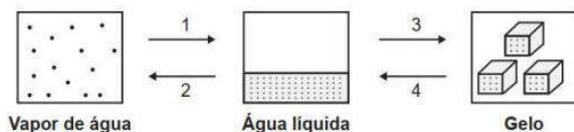
- o consumo por km seria maior do que com óleo diesel.
- as velocidades atingidas seriam maiores do que com óleo diesel.
- o combustível do tanque acabaria em menos tempo do que com óleo diesel.
- a potência desenvolvida, pelo motor, em uma hora, seria menor do que com óleo diesel.
- a energia liberada por um litro desse combustível seria maior do que por um de óleo diesel.

07) (ENEM-2011) Uma opção não usual, para o cozimento do feijão, é o uso de uma garrafa térmica. Em uma panela, coloca-se uma parte de feijão e três partes de água e deixa-se ferver o conjunto por cerca de 5 minutos, logo após transfere-se todo o material para uma garrafa térmica. Aproximadamente 8 horas depois, o feijão estará cozido. O cozimento do feijão ocorre dentro da garrafa térmica, pois

- a água reage com o feijão, e essa reação é exotérmica.
- o feijão continua absorvendo calor da água que o envolve, por ser um processo endotérmico.
- o sistema considerado é praticamente isolado, não permitindo que o feijão ganhe ou perca energia.
- a garrafa térmica fornece energia suficiente para o cozimento do feijão, uma vez iniciada a reação.
- a energia envolvida na reação aquece a água, que mantém constante a temperatura, por ser um processo exotérmico.

08) (ENEM-2020) A água sofre transições de fase sem que ocorra variação da pressão externa. A figura

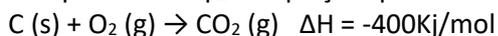
representa a ocorrência dessas transições em um laboratório.



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

- liberada na etapa 4.
- absorvida na etapa 3.
- liberada na etapa 3.
- absorvida na etapa 1.
- liberada na etapa 1.

09) (ENEM-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:

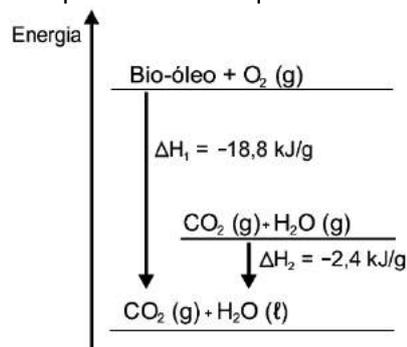


Qual é a massa de CO_2 , em toneladas, que deixa de ser liberada na atmosfera, para cada 100 g de pastilhas de urânio enriquecido utilizadas em substituição ao carvão como fonte de energia?

- 2,10
- 7,70
- 9,00
- 33,0
- 300

10) (ENEM-2015) O aproveitamento de resíduos florestais vem se tornando cada dia mais atrativo, pois eles são uma fonte renovável de energia. A figura representa a queima de um bio-óleo extraído do resíduo de madeira, sendo ΔH_1 a variação de entalpia devido à queima de 1 g desse bio-óleo, resultando em

gás carbônico e água líquida, e ΔH_2 a variação de entalpia envolvida na conversão de 1 g de água no estado gasoso para o estado líquido.



A variação de entalpia, em kJ, para a queima de 5 g desse bio-óleo resultando em CO_2 (gasoso) e H_2O (gasoso) é:

- 106.
- 94,0.
- 82,0.
- 21,2.
- 16,4.

11) (ENEM-2014) A escolha de uma determinada substância para ser utilizada como combustível passa pela análise da poluição que ela causa ao ambiente e pela quantidade de energia liberada em sua combustão completa. O quadro apresenta a entalpia de combustão de algumas substâncias. As massas molares dos elementos H, C e O são, respectivamente, iguais a 1 g/mol, 12 g/mol e 16 g/mol

Substância	Fórmula	Entalpia de combustão (kJ/mol)
Acetileno	C_2H_2	-1 298
Etano	C_2H_6	-1 558
Etanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	-1 366
Hidrogênio	H_2	-242
Metanol	CH_3OH	-558

Levando-se em conta somente o aspecto energético, a substância mais eficiente para a obtenção de energia, na combustão de 1 kg de combustível, é o

- etano.
- etanol.
- metanol.
- acetileno.
- hidrogênio.

12) (ENEM-2010) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras "calor" e "temperatura" de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na

linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática. Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

13) (ENEM-2011) Considera-se combustível aquele material que, quando em combustão, consegue gerar energia. No caso dos biocombustíveis, suas principais vantagens de uso são a de serem oriundos de fontes renováveis e a de serem menos poluentes que os derivados de combustíveis fósseis. Por isso, no Brasil, tem-se estimulado o plantio e a industrialização de sementes oleaginosas para produção de biocombustíveis. No quadro, estão os valores referentes à energia produzida pela combustão de alguns biocombustíveis:

BIOCOMBUSTÍVEL	kcal/kg
Biodiesel (mamona)	8 913
Biodiesel (babaçu)	9 049
Biodiesel (dendê)	8 946
Biodiesel (soja)	9 421
Etanol (cana-de-açúcar)	5 596

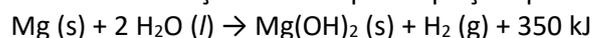
Disponível em: <http://www.biodieselecooleo.com.br>. Acesso em: 8 set. 2010 (adaptado).

Entre os diversos tipos de biocombustíveis apresentados no quadro, aquele que apresenta melhor rendimento energético em massa é proveniente

- da soja.
- do dendê.
- do babaçu.
- da mamona.
- da cana-de-açúcar.

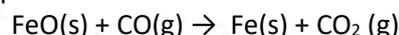
14) (ENEM-2016) Atualmente, soldados em campo seja em treinamento ou em combate, podem aquecer suas refeições, prontas e embaladas em bolsas plásticas, utilizando aquecedores químicos, sem

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:

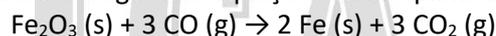


- O aquecimento dentro da bolsa ocorre por causa da
- redução sofrida pelo oxigênio, que é uma reação exotérmica.
 - oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica.
 - redução sofrida pelo magnésio, que é uma reação endotérmica.
 - oxidação sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação exotérmica.
 - redução sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação endotérmica.

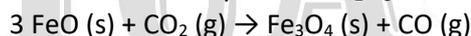
15) (ENEM-2017) O ferro é encontrado na natureza na forma de seus minérios, tais como a hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), a magnetita (Fe_3O_4) e a wustita (FeO). Na siderurgia, o ferro gusa é obtido pela fusão de minérios de ferro em altos fornos em condições adequadas. Uma das etapas nesse processo é a formação de monóxido de carbono. O CO (gasoso) é utilizado para reduzir o FeO (sólido), conforme a equação química:



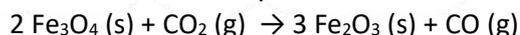
Considere as seguintes equações termoquímicas:



$$\Delta H = -25 \text{ kJ/mol de Fe}_2\text{O}_3$$



$$\Delta H = -36 \text{ kJ/mol de CO}_2$$



$$\Delta H = +47 \text{ kJ/mol de CO}_2$$

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

- 14
- 17
- 50
- 64
- 100

16) (ENEM-2018) O carro flex é uma realidade no Brasil. Estes veículos estão equipados com motor que tem a capacidade de funcionar com mais de um tipo de combustível. No entanto, as pessoas que têm esse tipo de veículo, na hora do abastecimento, têm sempre a dúvida: álcool ou gasolina?

Para avaliar o consumo desses combustíveis, realizou-se um percurso com um veículo flex, consumindo 40 litros de gasolina e no percurso de volta utilizou-se

etanol. Foi considerado o mesmo consumo de energia tanto no percurso de ida quanto no de volta. O quadro resume alguns dados aproximados sobre esses combustíveis.

Combustível	Densidade (g mL ⁻¹)	Calor de combustão (kcal g ⁻¹)
Etanol	0,8	-6
Gasolina	0,7	-10

O volume de etanol combustível, em litro, consumido no percurso de volta é mais próximo de

- 27.
- 32.
- 37.
- 58.
- 67.

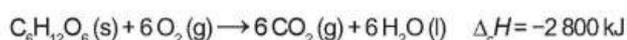
17) (ENEM-2017) Os combustíveis de origem fóssil, como o petróleo e o gás natural, geram um sério problema ambiental, devido à liberação de dióxido de carbono durante o processo de combustão. O quadro apresenta as massas molares e as reações de combustão não balanceadas de diferentes combustíveis.

Combustível	MM(g/mol)	Reação de combustão
Metano	16	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Acetileno	26	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Etano	30	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Propano	44	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Butano	58	$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Considerando a combustão completa de 58 g de cada um dos combustíveis listados no quadro, a substância que emite mais CO_2 é o

- etano.
- butano.
- metano.
- propano.
- acetileno.

18) (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.



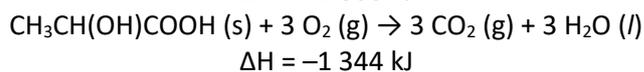
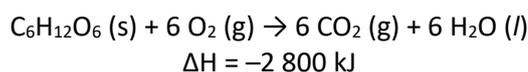
Na oxidação de 1,0 grama de glicose, a energia obtida para atividade muscular, em quilojoule, é mais próxima de

- 6,2.
- 15,6.
- 70,0.
- 622,2.
- 1 120,0.

19) (ENEM-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/ml, massa molar 46 g/mol e calor de combustão aproximado de -1300 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

- 565 MJ.
- 452 MJ.
- 520 kJ.
- 390 kJ.
- 348 kJ.

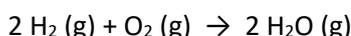
20) (ENEM-2019) Glicólise é um processo que ocorre nas células, convertendo glicose em piruvato. Durante a prática de exercícios físicos que demandam grande quantidade de esforço, a glicose é completamente oxidada na presença de O_2 . Entretanto, em alguns casos, as células musculares podem sofrer um déficit de O_2 e a glicose ser convertida em duas moléculas de ácido láctico. As equações termoquímicas para a combustão da glicose e do ácido láctico são, respectivamente, mostradas a seguir:



O processo anaeróbico é menos vantajoso energeticamente porque

- libera 112 kJ por mol de glicose.
- libera 467 kJ por mol de glicose.
- libera 2 688 kJ por mol de glicose.
- absorve 1 344 kJ por mol de glicose.
- absorve 2 800 kJ por mol de glicose.

21) (ENEM-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.



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: $\text{H}_2 = 2$; $\text{O}_2 = 32$; $\text{H}_2\text{O} = 18$.

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

22) (ENEM-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.

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

Combustível	ΔH_c° a 25 °C (kJ/mol)
Hidrogênio (H_2)	-286
Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	-1 368
Metano (CH_4)	-890
Metanol (CH_3OH)	-726
Octano (C_8H_{18})	-5 471

Qual combustível apresenta maior liberação de energia por grama?

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

Abertas, lá vou eu

01) (FMTM-MG) Dentro das células, as moléculas de monossacarídeos são metabolizadas pelo organismo, num processo que libera energia. O processo de

metabolização da glicose pode ser representado pela equação:



(Dados: massas molares: C = 12; H = 1; O = 16)

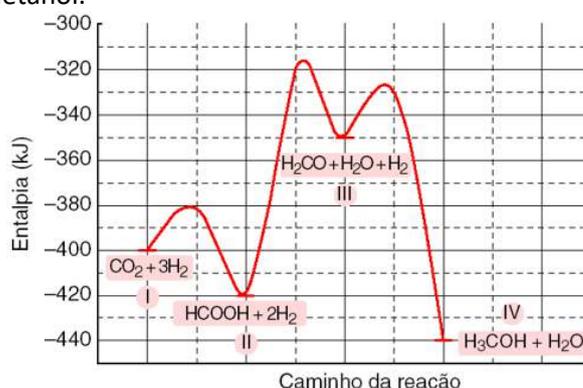
Cada grama de açúcar metabolizado libera aproximadamente 17kJ.

a) Calcule a quantidade, em mols, de oxigênio necessário para liberar 6.120 kJ de energia.

b) O soro glicosado, frequentemente usado em hospitais, é uma solução aquosa contendo 5% (em massa) de glicose. Calcule a energia liberada para cada litro de soro metabolizado pelo organismo.

Obs. . Considere a densidade do soro glicosado = 1 g/cm³.

02) (UFRJ) A redução das concentrações de gases responsáveis pelo efeito estufa constitui o desafio central do trabalho de muitos pesquisadores. Uma das possibilidades para o seqüestro do CO₂ atmosférico é sua transformação em outras moléculas. O diagrama a seguir mostra a conversão do gás carbônico em metanol.



a) Indique as etapas endotérmicas e exotérmicas.

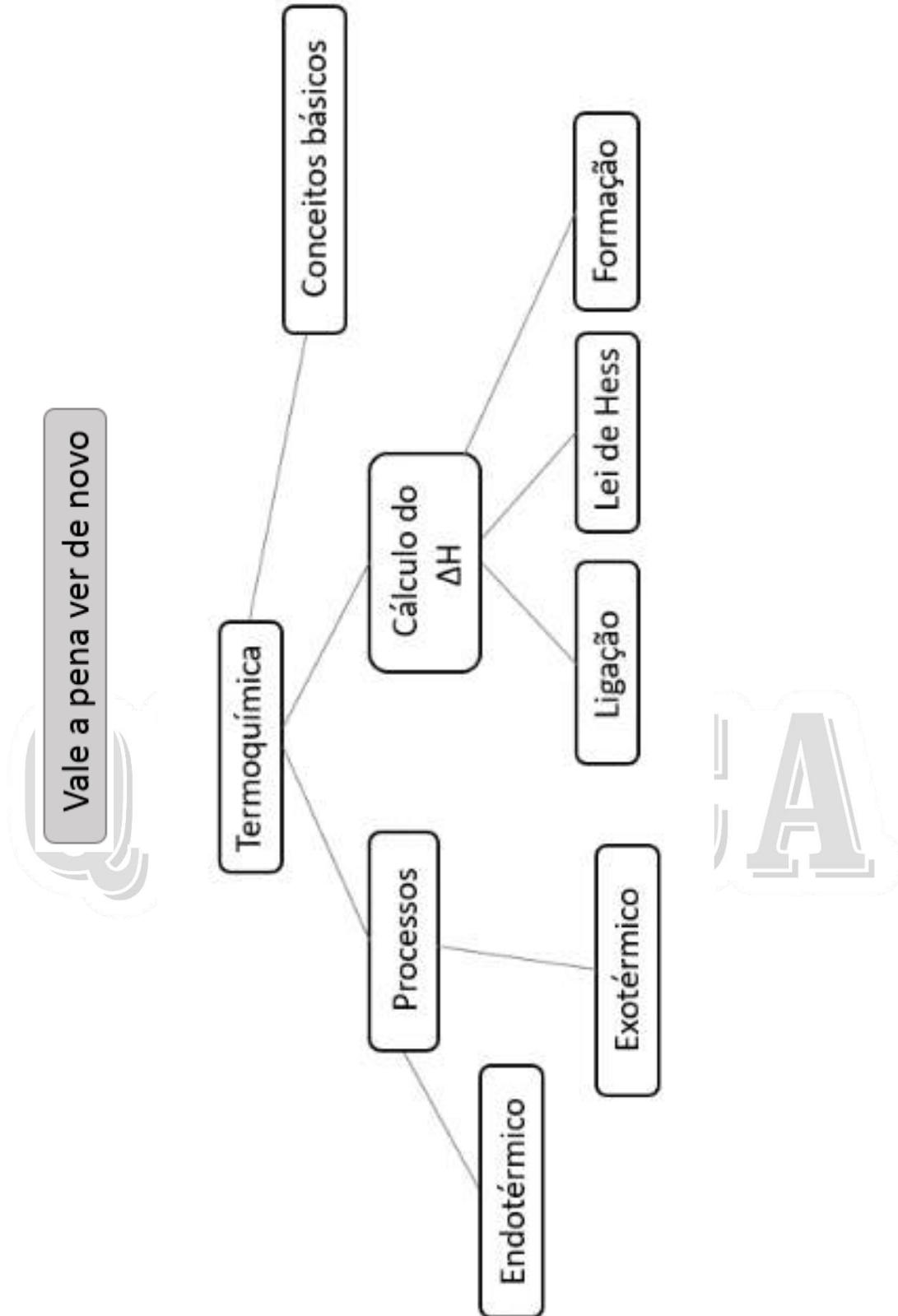
RESPOSTAS

b) Calcule a variação da entalpia na conversão do CO₂ em metanol.

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) D	01) A	01) D	01) B
02) E	02) B	02) C	02) A
03) D	03) D	03) D	03) D
04) C	04) D	04) B	04) C
05) D	05) D	05) 31	05) B
06) A	06) A	06) E	06) E
07) C	07) A	07) B	07) B
08) A	08) A	08) 26	08) E
09) C	09) A	09) C	09) D
10) B	10) E	10) E	10) C
11) B	11) D	11) C	11) E
12) D	12) E	12) D	12) A
13) C	13) E	13) B	13) A
	14) C	14) C	14) B
	15) D	15) FVFF	15) B
	16) E	16) 09	16) D
	17) C	17) B	17) E
	18) B	18) D	18) A
	19) B		19) B
			20) A
			21) B
			22) A

Abertas, lá vou eu!

- 01)
a) 12mols de O₂
b) 850kJ
- 02)
a)
Etapa endotérmica: II → III
Etapas exotérmicas: I → II e III → IV
b) ΔH = -40Kj



1) Cinética química

Este ramo da físico química estuda a rapidez com que as reações químicas se processam. Existem reações que são muito rápidas, onde o reagente é transformado em produto quase instantaneamente e reações muito lentas, onde o reagente demora a virar produto.



2) Velocidade

A velocidade mede a rapidez com que as reações acontecem, reações rápidas tem alta velocidade. A velocidade pode ser dada em função de uma substância (reagente ou produto) ou em função da reação química como um todo.

$$V = \frac{\text{variação da substância}}{\text{variação do tempo}}$$

substância : mol, g, mol/L, g/L

tempo: s, min, h

A velocidade pode ser calculada com dados experimentais aplicando-se a fórmula acima, caso os dados da substância estejam em mol ou mol/l, a fórmula abaixo, que relaciona todas as substâncias da reação poderá também ser utilizada.

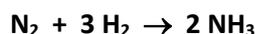


$$V_R = \frac{V_a}{\text{coef. } x} = \frac{V_b}{\text{coef. } y} = \frac{V_c}{\text{coef. } z}$$

Ex:

Na seguinte reação de síntese da amônia, observe a tabela:

Tempo	[N ₂]
0 s	20 mol/l
10 s	17 mol/l
20 s	10 mol/l



Calcule:

a) A velocidade média de consumo do N₂ para os primeiros 20 segundos;

b) A velocidade média de consumo do H₂ para os primeiros 20 segundos;

→ **Obs 1:** a velocidade dos reagentes tem sinal negativo, pois indica consumo e dos produtos positivo, pois indica formação;

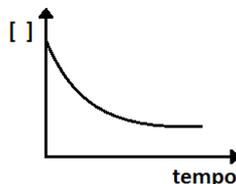
→ **Obs 2:** a velocidade em mol/tempo ou mol/L.tempo dos participantes de uma reação obedece a estequiometria.

2.1. Gráfico das velocidades das substâncias

2.1.a. Reagentes

A curva é descendente, pois indica o consumo das substâncias.

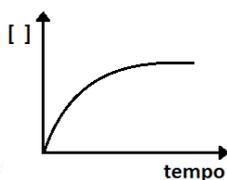
Ex:



2.1.b. Produtos

A curva é ascendente, pois indica a formação das substâncias.

Ex:



3) Teoria das colisões

A teoria das colisões busca explicar como acontecem as reações a nível atômico molecular. Do ponto de vista das ligações, uma reação química representa a quebra de ligações antigas nos reagentes e formação de novas ligações nos produtos, como as moléculas ficam em constante movimento, inevitavelmente elas colidem entre si e é assim que as moléculas reagem. A teoria das colisões prevê que a velocidade da reação depende de:

3.1. Da frequência dos choques entre as moléculas

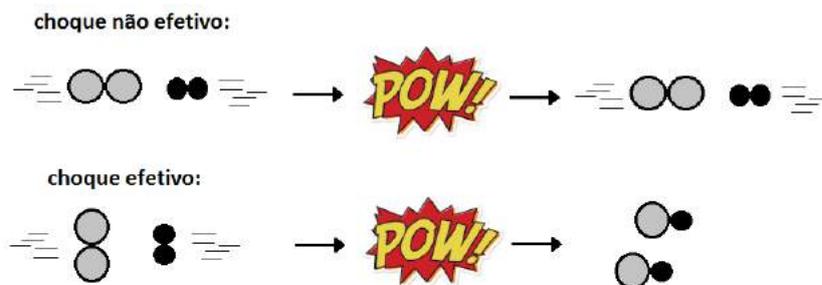
Quanto mais choques as moléculas tiverem, maiores são as chances de reagentes serem convertidos em produtos, desta forma, maior será a velocidade da reação.

3.2. Da energia dos choques

Para que uma ligação antiga seja quebrada nos reagentes é preciso que a colisão forneça a energia necessária para romper esta ligação (lembre-se que toda quebra de ligação é um processo endotérmico), esta quantidade de energia é chamada de **energia de ativação**, e ela é necessária para todas as reações.

3.3. Da orientação das moléculas nos choques

Não basta que uma reação possua a energia necessária, se quando ocorrer o choque, a orientação entre os reagentes seja desfavorável, ou seja, para que uma reação aconteça, é preciso que o choque seja efetivo, com orientação e energia adequados.



4) Etapas de uma reação

Para que uma reação aconteça, inicialmente é necessário que os reagentes tenham afinidades entre si, ou seja, que sejam termodinamicamente favoráveis. Podemos dividir uma reação em 3 etapas: início, meio e fim.

4.1. Início

Logo que os reagentes são misturados, as colisões se iniciam, nem todos os choques são efetivos, apenas aqueles com energia suficiente para romper as ligações antigas (energia de ativação) e com a orientação das moléculas que favoreça a formação do produto.

4.2. Meio

No momento em que a geometria e energia da colisão são favoráveis, é formado o complexo ativado, que é o exato momento que as ligações velhas estão sendo quebradas e as novas formadas. Este estado é muito instável, pois tem altíssimo conteúdo energético e por isso não pode ser isolado.

4.3. Final

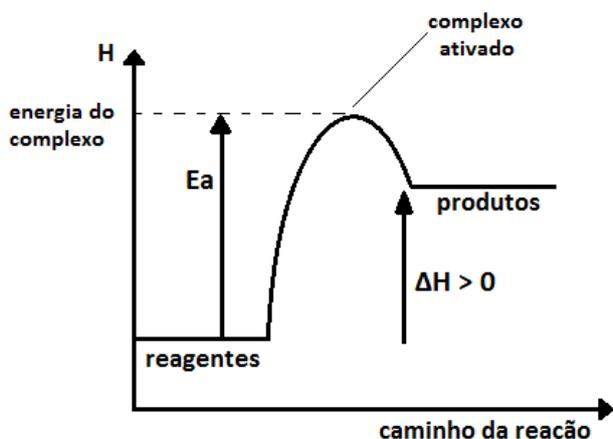
Neste momento o produto foi completamente formado.



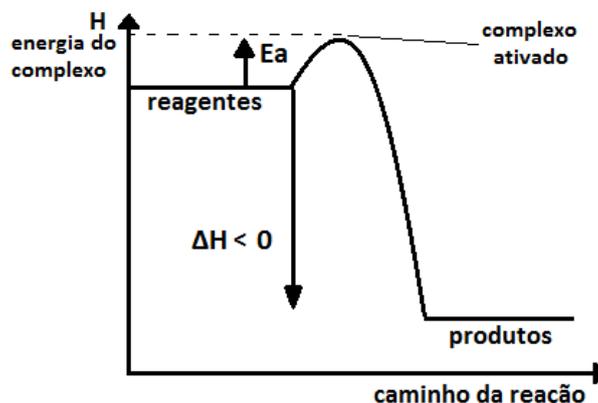
- **Obs 1:** se o processo é endo ou exotérmico, vai depender do balanço geral do conteúdo energético, ou seja, $\Delta H = H_p - H_r$;
- **Obs 2:** toda energia de ativação é endotérmica;
- **Obs 3:** quanto maior a energia de ativação, mais lenta será a reação.

6) Gráficos termoquímicos do processo

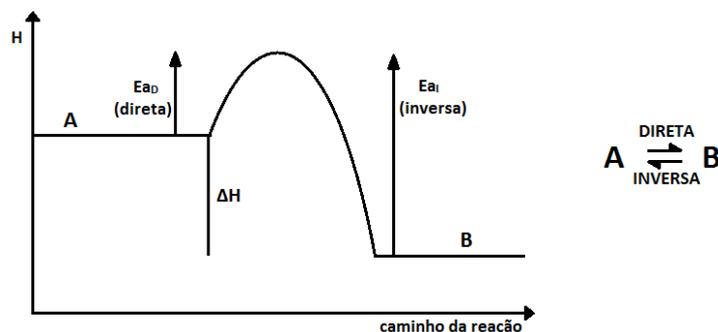
Endotérmico



Exotérmico



→ **Obs:** existem muitas reações que são reversíveis, então, elas conseguem converter reagentes em produtos e o inverso também, nesses casos existem duas energias de ativação, da reação direta ($R \rightarrow P$) e a inversa ($P \rightarrow R$).



5) Como alterar a velocidade das reações

Muitas variáveis podem alterar o número de colisões das moléculas, o que leva a uma alteração da velocidade da reação, essas variáveis são: temperatura, concentração, superfície de contato e pressão.

5.1. Temperatura

O aumento da temperatura aumenta a energia cinética das moléculas, fazendo com que as colisões aumentem e consequentemente a velocidade das reações, independentemente se a reação é endo ou exotérmica.

Ex: alimento no freezer dura mais.



Regra de Van't Hoff:

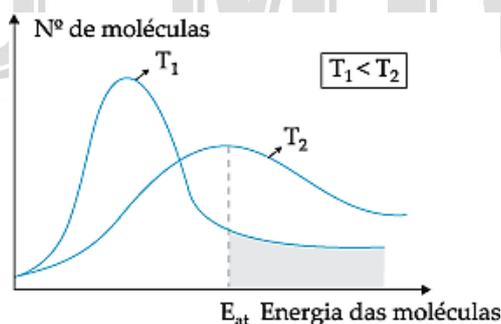
“Um aumento de 10 °C na temperatura duplica a velocidade de uma reação”.

Ex

A velocidade de uma reação é igual a V mols/min a 20 °C, calcule a sua velocidade a 50 °C.

→ **Obs 1:** regra de Van't Hoff é aproximada e limitada;

→ **Obs 2:** energia de ativação e a temperatura:



5.2. Concentração

O aumento da concentração faz com que se tenha mais moléculas da substância por volume, sendo assim, a chance de haver uma colisão efetiva aumenta, aumentando a velocidade da reação.

Ex: roupas manchadas são mais facilmente limpas com agentes concentrados.



5.3. Superfície de contato

Quanto maior a superfície de contato entre os reagentes, maior será a área superficial de choques entre as moléculas, conseqüentemente a velocidade da reação aumentará.

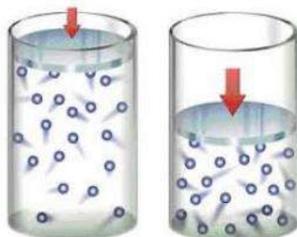
Ex: lascas de madeira pegam fogo mais rápido que grandes toras.



5.4. Pressão

A pressão altera apenas reações que contenham gases, pois como são muito compressíveis, o aumento da pressão, diminui o volume e isso aumenta a concentração. A concentração maior provoca um maior número de choques que aumenta a velocidade.

Ex: um cilindro sob uma alta pressão, tem a sua velocidade de reação aumentada.



5.5. Estado físico

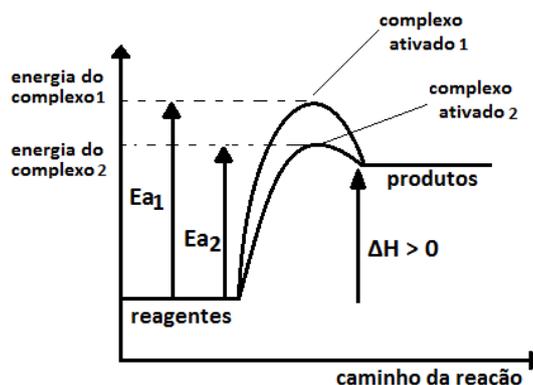
O estado físico pode influenciar na velocidade das reações, reações em estado gasoso ou líquido ocorrem mais rapidamente, pois os reagentes têm maior contato, caso a reação ocorra em estado sólido, quanto maior a superfície de contato, maior a velocidade.

Ex: medicamentos em solução tem um efeito mais rápido que em estado sólido.



5.6. Catalisador

Um catalisador é uma substância específica que acelera uma determinada reação, os catalisadores têm este efeito por que diminuem a energia de ativação, pois mudam o mecanismo da reação. Existem substâncias que melhoram o efeito do catalisador (promotores) e substâncias que prejudicam o efeito dele (veneno).

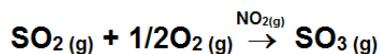


caminho 1: não catalisado
caminho 2: catalisado

5.6.a. Catálise homogênea

É uma reação em que os reagentes e o catalisador formam uma única fase.

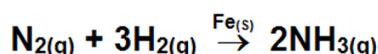
Ex:



5.6.b. Catálise heterogênea

É uma reação em que os reagentes e o catalisador formam mais de uma fase.

Ex:



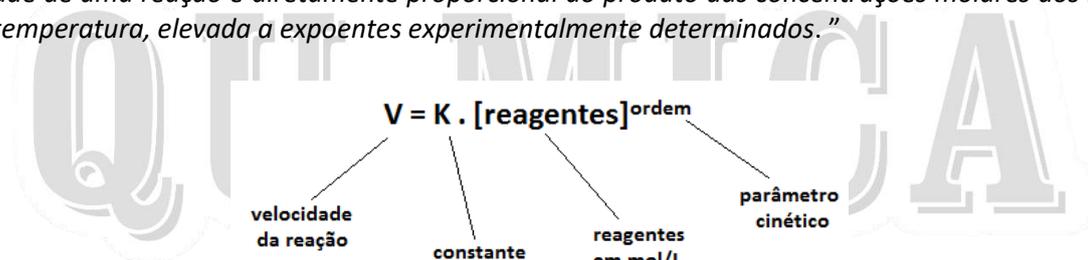
Muito importante, os catalisadores:

- não alteram o equilíbrio;
- não alteram o ΔH , ΔS , ΔG ;
- atuam num mecanismo “chave fechadura”;
- diminuem a energia de ativação tanto da reação direta como inversa (a diminuição é a mesma nos dois sentidos);
- não são consumidos na etapa global do processo;
- não fornecem energia à reação;
- existem outras substâncias que atuam como:
 - . ativador: aumenta a eficiência do catalisador;
 - . inibidor: diminui a velocidade da reação, mas ele é consumido;
 - . veneno: diminui o efeito do catalisador.

6) Lei da velocidade (Guldberg-Waage)

Esta lei mostra a relação entre a concentração dos reagentes e a velocidade, através desta expressão é possível dizer o quanto a velocidade será influenciada pelo aumento da concentração.

“A velocidade de uma reação é diretamente proporcional ao produto das concentrações molares dos reagentes, para cada temperatura, elevada a expoentes experimentalmente determinados.”



Esta fórmula mostra a influência de cada reagente sobre a velocidade da reação.

→ **Obs 1:** o K é variável em função da temperatura;

→ **Obs 2:** os reagentes devem ser aquosos ou gasosos;

6.1. Como encontrar a ordem

A ordem para cada reagente é fundamental para a determinação do efeito da concentração sobre a velocidade, existem 3 maneiras de se chegar neste valor: reações elementares, descrição das etapas e tabela experimental (mais correto).

6.1.a. Reação elementar

Quando a reação é elementar, ela ocorre em uma única etapa, caso nenhum dado experimental seja fornecido, podemos considerar os coeficientes do balanceamento como a ordem dos respectivos reagentes.

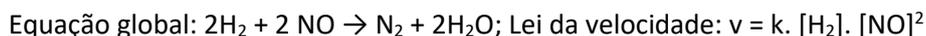
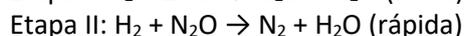
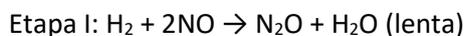
Ex:



6.1.b. Descrição das etapas

Quando a reação não é elementar, ela acontece em várias etapas, para o aspecto cinético, sempre a etapa mais lenta representa a parte determinante para a velocidade da reação, por isso que a lei da velocidade é extraída desta etapa.

Ex:



6.1.c. Tabela experimental

Esta é a maneira mais correta de se chegar na expressão da lei da velocidade, quando uma tabela experimental for dada, as outras técnicas são descartadas, pois esta é a mais correta. Através da tabela, é possível ver a influência das concentrações na velocidade, e desta forma, chegar na ordem para cada substância.

Ex:



Foi obtida experimentalmente a seguinte tabela:

Experiência	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	[C] (mol/L)	Velocidade (mol/L.s)
1	0,1	0,2	0,3	0,1
2	0,1	0,4	0,3	0,4
3	0,1	0,4	0,6	0,4
4	0,2	0,4	0,6	3,2

Qual a equação de velocidade do processo?

→ **Obs 1:** na verdade, esta técnica nada mais é do que a divisão da expressão de um experimento para o outro.

6.2. Ordem

A ordem pode ser dada em função de um reagente ou em função da reação como um todo. A ordem global vem da soma das ordens de cada reagente.

Ex:

A equação de velocidade é:

$$v = K \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]$$

Em relação ao NO, a reação é de 2ª ordem ou ordem 2.

Em relação ao H₂, a reação é de 1ª ordem ou ordem 1.

Em relação à reação, é 3ª ordem ou ordem 3 (soma dos expoentes na lei de velocidade).

A ordem representa a influência da concentração de um determinado reagente na velocidade da reação.

Ex:

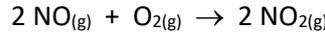
$$v = K \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{H}_2]$$

se a concentração de NO **dobrar**, a velocidade quadruplica (**2²**);

se a concentração de H₂ **triplicar**, a velocidade triplica (**3¹**).

Vamos praticar!

Dada a equação para a reação:



a) Qual a equação de velocidade para a reação?

V =

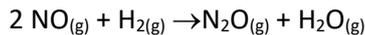
b) Como varia a velocidade quando a concentração de NO é dobrada?

c) Como varia a velocidade caso os dois reagentes sejam dobrados?

6.3. Molecularidade

A molecularidade representa o número mínimo de moléculas ou íons reagentes necessários para que ocorram colisões e a reação possa se processar em uma única etapa (elementar).

Ex:



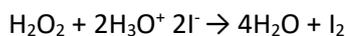
A molecularidade é igual a 3 (reação trimolecular)

Observações finais

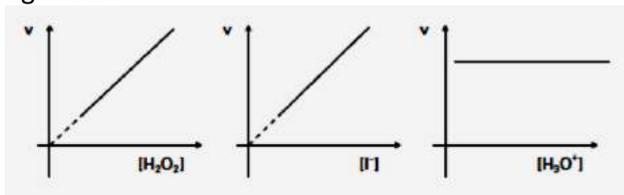
→ **Obs** : Para reações gasosas a equação de velocidade pode ser expressa em função das concentrações molares ou das pressões parciais.

Acerto miseravi

01) (UFRN) A água oxigenada é uma substância oxidante que, em meio ácido, permite a obtenção de iodo, a partir de iodetos existentes nas águas- mães das salinas, como mostra a reação escrita abaixo:



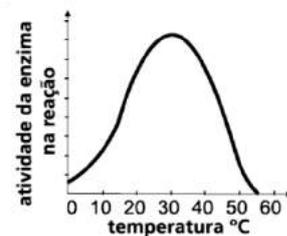
Quando se faz um estudo cinético dessa reação em solução aquosa e se examina, separadamente, a influência da concentração de cada reagente, na velocidade da reação (v), obtêm-se os gráficos seguintes:



A expressão da lei de velocidade da reação é:

- a) $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{I}^-]$
- b) $v = k \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$
- c) $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$
- d) $v = k \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{I}^-]$

02) (UFU MG) Considere o gráfico da atividade catalítica de uma enzima (proteínas) e o aumento progressivo da temperatura da reação.



Sobre esta reação, faça o que se pede:

- a) Indique a função da enzima nas reações bioquímicas.
- b) Analise o gráfico e explique o que ocorre com a atividade catalítica da enzima e com a velocidade da reação à medida que se aumenta a temperatura.

c) Explique o que ocorre com a enzima quando a reação é aquecida continuamente.

Manjando dos paranauê

01) (PUC-PR) A revelação de uma imagem fotográfica em um filme é um processo controlado pela cinética química da redução do halogeneto de prata por um revelador. A tabela a seguir mostra o tempo de revelação de um determinado filme, usando um revelador D-76.

Quantidade em mols do revelador	Tempo de revelação (min)
24	6
22	7
21	8
20	9
18	10

A velocidade média (V_m) de revelação, no intervalo de tempo de 7 min a 10 min, é:

- 3,14 mols de revelador/min
- 2,62 mols de revelador/min
- 1,80 mol de revelador/min
- 1,33 mol de revelador/min
- 0,70 mol de revelador/min

02) Com relação à energia nas reações químicas, analise as proporções abaixo:

- As reações exotérmicas liberam energia e, por isso, não precisam atingir a energia de ativação para terem início.
- Quanto menor a energia de ativação, maior a velocidade de reação e vice-versa.
- A reação química só ocorrerá se os reagentes atingirem a energia de ativação.
- A energia de ativação é sempre igual a ΔH da reação.

A alternativa, contendo afirmações verdadeiras, é:

- II e IV
- II e III
- III e IV
- I e IV
- I e III

03) (Vunesp) Sobre catalisadores, são feitas as quatro afirmações seguintes.

- São substâncias que aumentam a velocidade de uma reação.
 - Reduzem a energia de ativação da reação.
 - As reações nas quais atuam não ocorreriam nas suas ausências.
 - Enzimas são catalisadores biológicos.
- Dentre estas afirmações, estão corretas, apenas:
- I e II.
 - II e III.
 - I, II e III.
 - I, II e IV.
 - II, III e IV.

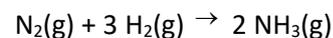
04) (PUCCamp-SP) Considere as duas fogueiras representadas abaixo, feitas, lado a lado, com o mesmo tipo e quantidade de lenha.



A rapidez da combustão da lenha será:

- maior na fogueira 1, pois a superfície de contato com o ar é maior.
- maior na fogueira 1, pois a lenha está mais compactada, o que evita a vaporização de componentes voláteis.
- igual nas duas fogueiras, uma vez que a quantidade de lenha é a mesma e estão no mesmo ambiente.
- maior na fogueira 2, pois a lenha está menos compactada, o que permite maior retenção de calor pela madeira.
- maior na fogueira 2, pois a superfície de contato com o ar é maior.

05) (PUC SP) Analise a reação de formação do gás amônia e assinale a alternativa correta.



- A velocidade de consumo do nitrogênio é a mesma que a velocidade de consumo do hidrogênio.
- A velocidade de consumo do nitrogênio é o dobro da velocidade de produção da amônia.
- A velocidade de consumo de hidrogênio é 1,5 vezes da velocidade de produção de amônia.
- A velocidade de produção de amônia é metade da velocidade de consumo de hidrogênio.

06) (PUC RS) O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é um composto utilizado em várias áreas (industrialização de alimentos e de medicamentos, tratamento de efluentes e controle ambiental). Apesar de sua grande reatividade, o peróxido de hidrogênio é um

metabólito natural em muitos organismos, participando de inúmeras reações biológicas. Quando decomposto, resulta em oxigênio molecular e água, segundo a equação química:



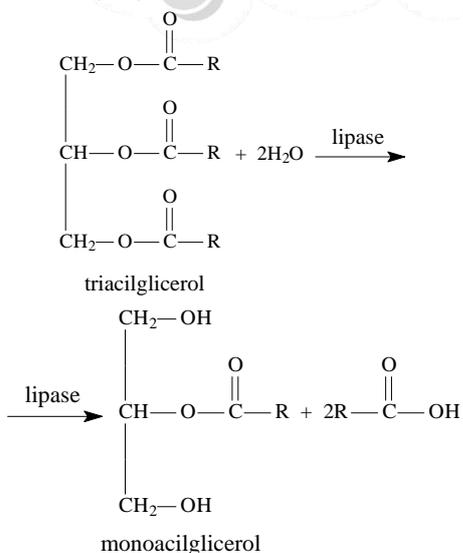
Ao monitorar-se a decomposição de uma solução de H_2O_2 em função do tempo, a 20°C, foram obtidos os seguintes dados:

Tempo (min)	Concentração H_2O_2 , mol L ⁻¹
0	0,100
200	0,096
400	0,093
600	0,090

Com base nos dados da tabela, podemos concluir que, nos 200 min iniciais de reação, a velocidade de desaparecimento de H_2O_2 (mol L⁻¹ min⁻¹) será de aproximadamente

- a) 0,004
- b) 0,096
- c) 1×10^{-5}
- d) 2×10^{-5}

07) (FAMECA SP) *Você ingere cerca de 100g de lipídios por dia, a maior parte na forma de triacilgliceróis. Eles passam praticamente inalterados pela boca e estômago. Sua presença no estômago, porém, diminui a velocidade com que ele se esvazia, fazendo com que você se sinta saciado. O principal sítio de digestão de lipídios é o intestino delgado, que contém uma lipase pancreática. A reação que representa a ação da lipase é indicada na equação:*



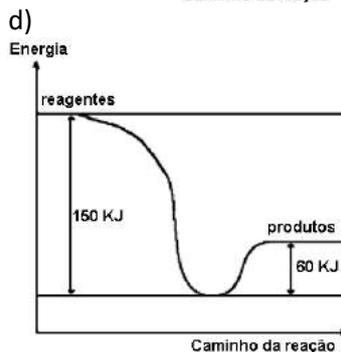
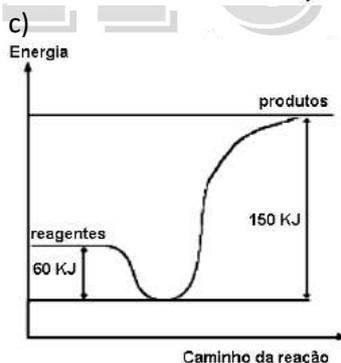
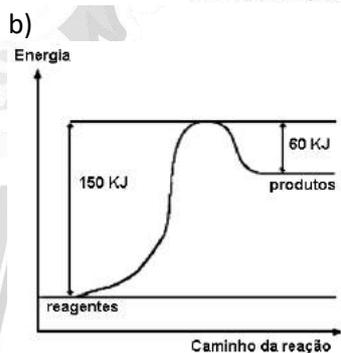
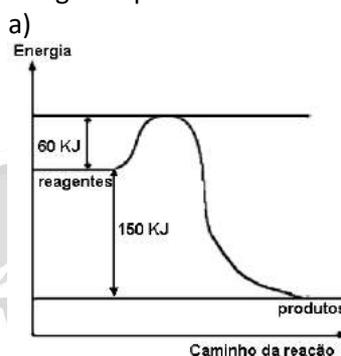
(David A. Ucko. *Química para ciências da saúde*, 1992. Adaptado.)

Na equação, a lipase refere-se a _____ que tem a função de _____ a energia de ativação, _____ a velocidade de reação.

As lacunas são, correta e respectivamente, preenchidas por

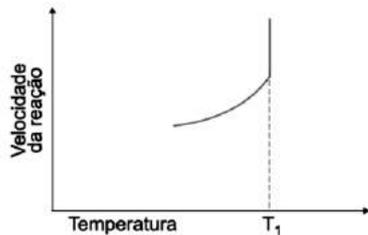
- a) uma enzima – aumentar – diminuindo.
- b) um glicídio – diminuir – aumentando.
- c) uma enzima – aumentar – aumentando.
- d) uma enzima – diminuir – aumentando.
- e) um glicídio – aumentar – diminuindo.

08) (PUC MG) Considere uma reação que possui uma energia de ativação de 60 kJ e uma variação de entalpia de – 150 kJ. Qual dos diagramas energéticos a seguir representa CORRETAMENTE essa reação?



Agora eu tô um nojo

01) (FUVEST-SP) O seguinte gráfico refere-se ao estudo cinético de uma reação química:



O exame deste gráfico sugere que, à temperatura T_1 , a reação em questão é:

- lenta.
- explosiva.
- reversível.
- endotérmica.
- de oxirredução.

02) (UFMG) Um palito de fósforo não se acende, espontaneamente, enquanto está guardado. Porém, basta um ligeiro atrito com uma superfície áspera para que ele imediatamente entre em combustão, com emissão de luz e calor.

Considerando-se essas observações, é correto afirmar que a reação:

- é endotérmica e tem energia de ativação maior que a energia fornecida pelo atrito.
- é endotérmica e tem energia de ativação menor que a energia fornecida pelo atrito.
- é exotérmica e tem energia de ativação maior que a energia fornecida pelo atrito.
- é exotérmica e tem energia de ativação menor que a energia fornecida pelo atrito.

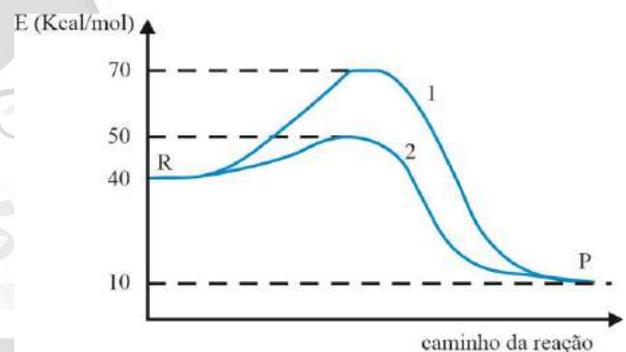
03) As reações químicas metabólicas são fortemente dependentes da temperatura do meio. Como consequência, os animais de sangue frio possuem metabolismo retardado, fazendo com que os mesmos se movimentem muito mais lentamente em climas frios. Isso os torna mais expostos aos predadores em regiões temperadas do que em regiões tropicais. Assinale a alternativa que justifica corretamente esse fenômeno.

- Um aumento na temperatura aumenta a energia de ativação das reações metabólicas, aumentando suas velocidades.
- Um aumento na temperatura aumenta a energia cinética média das moléculas reagentes, aumentando as velocidades das reações metabólicas.
- Em temperaturas elevadas, as moléculas se movem mais lentamente, aumentando a frequência dos choques e a velocidade das reações metabólicas.

d) Em baixas temperaturas, ocorre o aumento da energia de ativação das reações metabólicas, aumentando suas velocidades.

e) A frequência de choques entre as moléculas reagentes não depende da temperatura do meio, e a velocidade da reação não depende da energia de ativação.

04) (UnirG TO) As enzimas são proteínas catalíticas fundamentais para a realização de reações metabólicas no organismo humano. O gráfico para uma reação reversível em que X e Y são reagentes / W e Z são produtos, considerando o sentido direto está indicado a seguir. As curvas representam a mesma reação ocorrendo na presença e na ausência de enzima. Considere que os valores para Energia constantes nos itens estão todos em kcal/mol.



Julgue os itens.

- Na curva 1, o valor da energia de ativação é igual a 60.
- O valor para a Energia do complexo ativado da curva 2 é igual a 50.
- A reação representada é endotérmica, com valor de $\Delta H = -30$.
- A curva 2 representa a reação ocorrendo em ausência de enzima.

Assinale a única alternativa que contém a sequência correta para os itens de I a IV, respectivamente, de afirmações verdadeiras (V) ou falsas (F).

- V, F, F, V.
- V, V, F, V.
- F, V, F, F.
- F, F, F, V.

05) (IBMEC SP Insper) Foi proposto a um grupo de alunos um experimento sobre a reação da casca de ovos com soluções de ácido clorídrico (HCl), usando os materiais e as condições descritas na tabela.

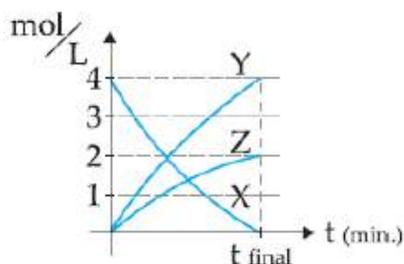
Casca de ovo Amostra 5,0 g	Soluções de HCl 100 mL
Casca de ovo <i>in natura</i>	0,5 mol/L em temperatura = 20 °C
	0,5 mol/L em temperatura = 60 °C
Casca de ovo pulverizado	1,5 mol/L em temperatura = 20 °C
	1,5 mol/L em temperatura = 60 °C.

O experimento consistia em medir o tempo da reação da solução ácida com a amostra de casca de ovo. Para a preparação do experimento, foi removida a película de material orgânico que compõe a casca de ovo, tanto para o seu uso *in natura* como para preparação da amostra em pó.

A combinação que apresentou o menor tempo de reação foi aquela que usou

- a casca do ovo em pó e o HCl 1,5 mol/L a 60 °C.
- a casca de ovo *in natura* e o HCl 0,5 mol/L a 20 °C.
- a casca de ovo *in natura* e o HCl 0,5 mol/L a 60 °C.
- a casca do ovo *in natura* e o HCl 1,5 mol/L a 20 °C.
- a casca do ovo em pó e o HCl 0,5 mol/L a 20 °C.

06) Dado o gráfico da concentração em mol/L de uma reação irreversível em função do tempo (minutos) das substâncias X, Y e Z.



A equação balanceada que representa a reação do gráfico é:

- $Y + Z \rightarrow 2X$
- $2X \rightarrow Y + Z$
- $X \rightarrow 2Y + 2Z$
- $2X \rightarrow 2Y + Z$
- $2Y + Z \rightarrow 2X$

07) (FAAP-SP) Ao fazer pão caseiro, deixa-se a massa “descansar” a fim de que o fermento atue. Algumas cozinheiras costumam colocar uma pequena bola de massa dentro de um copo com água. Após algum tempo, a bolinha, inicialmente no fundo do copo,

passa a flutuar na água. Isso indica que a massa está pronta para ir ao forno.

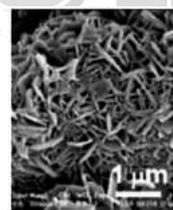
Com base no texto, podemos afirmar que:

- a densidade inicial da bolinha é maior que a da água.
- a atuação do fermento faz a bolinha flutuar porque a fermentação libera gás dentro da massa. Isso faz a bolinha aumentar de volume até ficar menos densa que a água e subir.
- em dias frios, a bolinha leva mais tempo para subir, porque a fermentação, como toda reação química, tem sua velocidade reduzida com a diminuição da temperatura.

Dessas afirmações:

- somente a afirmativa I é correta.
- somente a afirmativa II é correta.
- somente a afirmativa III é correta.
- somente a afirmativas I e II são corretas.
- as afirmativas I, II e III são corretas.

08) (UFPR) O níquel é empregado na indústria como catalisador de diversas reações, como na reação de reforma do etileno glicol, que produz hidrogênio a ser utilizado como combustível. O processo ocorre num tempo muito menor quando é utilizado 1 g de níquel em uma forma porosa desse material, em comparação à reação utilizando uma única peça cúbica de 1 g de níquel. Abaixo está esquematizada a equação de reforma do etileno glicol e em seguida uma imagem de microscopia eletrônica de uma amostra de níquel na forma porosa.



(Fonte da imagem: Zhu, L.-J. *et alii*. An environmentally benign and catalytically efficient non-pyrophoric Ni catalyst for aqueous-phase reforming of ethylene glycol. *Green Chem.*, 2008, 10, 1323-1330. Adaptado.)

Nas condições mencionadas, a reação de reforma ocorre num tempo menor quando usado o níquel poroso porque:

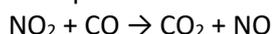
- a temperatura local é maior.
- outra via de reação é favorecida.
- a concentração dos reagentes é maior.
- a área superficial do catalisador é maior.
- a pressão parcial das espécies gasosas é maior.

09) (Mackenzie-SP) A reação $A(g) + B(g) \rightarrow C(g) + D(g)$ é de primeira ordem em relação a A e de primeira

ordem com relação a B. Comprimindo os gases a $\frac{1}{4}$ do volume original, à temperatura constante, a velocidade da reação:

- não se altera.
- diminui 4 vezes.
- diminui 16 vezes.
- aumenta 8 vezes.
- aumenta 16 vezes.

10) (FUVEST-SP) O estudo cinético, em fase gasosa, da reação representada por:

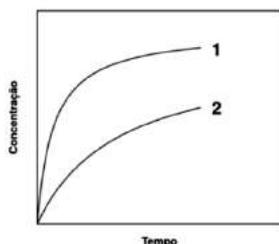


mostrou que a velocidade da reação não depende da concentração de CO, mas depende da concentração de NO_2 elevada ao quadrado.

Esse resultado permite afirmar que:

- o CO atua como catalisador.
- o CO é desnecessário para a conversão de NO_2 em NO.
- o NO_2 atua como catalisador.
- a reação deve ocorrer em mais de uma etapa.
- a velocidade da reação dobra se a concentração inicial de NO_2 for duplicada.

11) (UNICAMP SP) Recentemente, o FDA aprovou nos EUA a primeira terapia para o tratamento da fenilcetonúria, doença que pode ser identificada pelo teste do pezinho. Resumidamente, a doença leva ao acúmulo de fenilalanina no corpo, já que ela deixa de ser transformada em tirosina, em função da deficiência da enzima fenilalanina hidroxilase (PAH). As curvas do gráfico a seguir podem representar o processo metabólico da conversão de fenilalanina em tirosina em dois indivíduos: um normal e outro que apresenta a fenilcetonúria.



Considerando o gráfico e as características da doença, é correto afirmar que o eixo y corresponde à concentração de

- tirosina e a curva 1 pode ser correlacionada a um indivíduo que apresenta a fenilcetonúria.
- fenilalanina e a curva 1 pode ser correlacionada a um indivíduo que apresenta a fenilcetonúria.
- tirosina e a curva 2 pode ser correlacionada a um indivíduo que apresenta a fenilcetonúria.
- fenilalanina e a curva 2 pode ser correlacionada a um indivíduo que apresenta a fenilcetonúria.

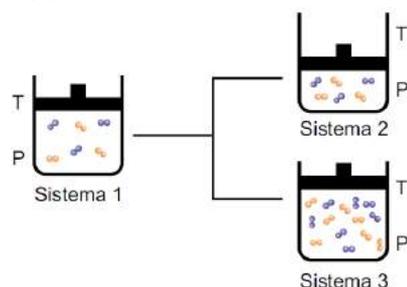
12) (Mackenzie SP) Em um ambiente laboratorial, um estudante de Química, de posse de um comprimido efervescente e água destilada, promoveu uma série de experimentos e obteve, como resultado, as informações da tabela abaixo, nas quais estão medidos os tempos, em segundos, até que toda a reação tenha sido finalizada:

	Comprimido efervescente inteiro	Comprimido efervescente partido ao meio	Comprimido efervescente triturado
100 mL de água destilada, a 20 °C	400 s	200 s	100 s
100 mL de água destilada, a 50 °C	200 s	100 s	50 s
100 mL de água destilada, a 80 °C	100 s	50 s	25 s

Após a leitura dos resultados, esse estudante fez as seguintes proposições:

- Quanto maior a superfície de contato entre os reagentes, maior será a velocidade da reação, independentemente da temperatura em que foi realizado experimento.
 - O aumento de 30 °C na temperatura da água faz com que a velocidade da reação seja duplicada para um comprimido em que não haja a variação na sua superfície de contato.
 - Quanto maior a temperatura da água destilada, maior será a velocidade da reação. Se a superfície de contato entre os reagentes também aumentar, a velocidade da reação também irá aumentar.
- É correto afirmar que
- apenas a proposição I está correta.
 - apenas as proposições I e III estão corretas.
 - apenas as proposições II e III estão corretas.
 - apenas as proposições I e II estão corretas.
 - todas as proposições estão corretas.

13) (Famerp SP) Segundo a teoria das colisões efetivas, para que uma reação ocorra é necessário que as moléculas dos reagentes colidam umas com as outras com orientação espacial adequada e energia mínima. Assim, qualquer alteração no meio reacional que interfira nesses dois fatores modifica a velocidade da reação. A figura mostra o sistema reacional gasoso 1 submetido a modificações que proporcionaram os sistemas 2 e 3.



Considerando que as moléculas existentes nesses sistemas reajam entre si, as relações entre as velocidades (V) das reações dos sistemas 1 e 2 e dos sistemas 1 e 3 são, respectivamente,

- $V_1 < V_2$ e $V_1 < V_3$
- $V_1 = V_2$ e $V_1 > V_3$
- $V_1 > V_2$ e $V_1 > V_3$
- $V_1 < V_2$ e $V_1 > V_3$
- $V_1 = V_2$ e $V_1 < V_3$

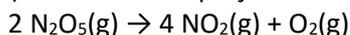
14) (UECE) Foi realizada uma experiência, denominada de “Vulcão de Dicromato”, cujo procedimento foi o seguinte:

- Adicionou-se uma porção de dicromato de amônio sólido em um erlenmeyer de capacidade de 2L, que foi tampado em seguida.
- Colocou-se o erlenmeyer contendo a porção de dicromato de amônio sólido para aquecer sobre uma chapa aquecedora.
- Observou-se que, no início do aquecimento, a cor laranja do dicromato se acentuou, ficando mais escuro, com formação de fagulhas luminosas e, em seguida, ocorreram mudança de coloração do sólido para verde e saída intensa de luz, caracterizando a decomposição, por calor, do dicromato de amônio.

Com relação a essa experiência, é correto dizer que

- a reação do dicromato de amônio é de simples troca, com formação do gás nitrogênio e óxido de crômio (III).
- para que essa reação comece, o dicromato precisa receber uma energia mínima, que é a energia de ativação.
- a reação do dicromato de amônio produz óxido de crômio (III) e gás oxigênio.
- é uma reação endotérmica, e isso permite que a reação continue ocorrendo.

15) (FESP–PE) Considere a equação:



Admita que a formação de O_2 tem uma velocidade média constante e igual a $0,05 \text{ mol/s}$. A massa de NO_2 formada em 1 min é:

(Massas atômicas: $\text{N} = 14 \text{ u}$; $\text{O} = 16 \text{ u}$)

- 96 g
- 55,2 g
- 12,0 g
- 552,0 g
- 5,52 g

16) (Acafe SC) Diversos processos químicos utilizam, atualmente, catalisadores com o objetivo de tornar o

processo mais vantajoso economicamente. Os catalisadores atuam em um processo químico sem serem consumidos.

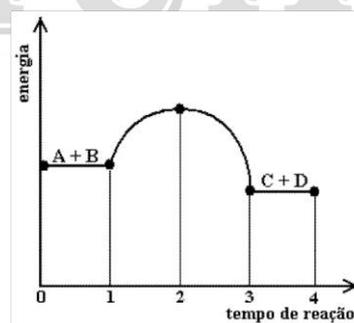
Em relação aos catalisadores, são feitas as seguintes afirmações:

- O catalisador aumenta ou diminui a velocidade de uma reação química, modificando o seu equilíbrio químico.
- A energia de ativação de uma reação química aumenta com a presença de um inibidor, diminuindo a velocidade da reação.
- A catálise homogênea ocorre quando o catalisador está na mesma fase dos reagentes em um processo químico.
- Em reações reversíveis, a velocidade da reação direta será aumentada pela presença do catalisador, enquanto que a velocidade da reação inversa não sofrerá alteração.
- A adição de um catalisador a uma reação química não altera a variação de entalpia do sistema.

Todas as afirmações **corretas** estão em:

- II - III - V
- I - III - V
- I - II - IV
- III - IV - V

17) (UEM PR) Considerando o gráfico abaixo, que é relacionado à reação $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$, ocorrendo somente no sentido indicado e não havendo equilíbrio químico, assinale a alternativa **incorreta**.

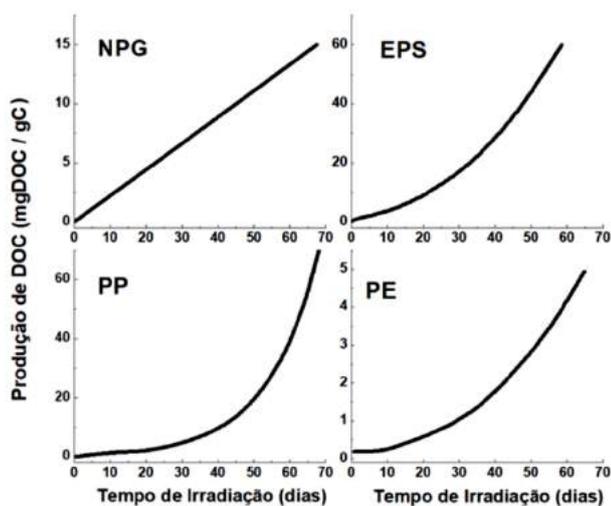


- No tempo $t = 0$, a interação entre os reagentes pode ser considerada nula.
- No tempo $1 < t < 2$, há uma forte interação entre os reagentes.
- No tempo $t = 2$, a interação entre os reagentes é máxima.
- No tempo $t = 3$, inicia-se uma interação entre os produtos.
- No tempo $t \geq 3$, os produtos estão energeticamente favorecidos.

18) (UNITAU SP) As enzimas são basicamente proteínas com atividade catalítica e denominadas genericamente de catalisadores biológicos. Já os catalisadores não biológicos apresentam natureza química diversa (ácidos, superfícies metálicas, etc). Dentre as várias diferenças entre esses dois tipos de catalisadores, é CORRETO afirmar:

- a) Os catalisadores biológicos são mais específicos do que os não biológicos.
- b) Apenas catalisadores não biológicos oferecem um segundo caminho, cuja energia de ativação é menor.
- c) Apenas os catalisadores biológicos não são consumidos na reação.
- d) Apenas os catalisadores não biológicos agem em soluções aquosas.
- e) Apenas as reações catalisadas por enzimas respondem ao aumento da temperatura.

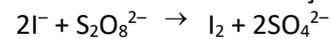
19) (Unicamp SP) Um estudo recente avaliou como determinados plásticos se degradam na água do mar quando expostos à luz ultravioleta. Os plásticos estudados foram: NPG (plásticos diversos do Giro do Pacífico Norte), EPS (poliestireno expandido), PP (polipropileno) e PE (polietileno). Considerando que somente 2% do plástico despejado no mar está à deriva, esse estudo tentou descobrir para onde vão os microplásticos no ambiente marinho. Um dos resultados do estudo é mostrado nos gráficos abaixo. Nesses gráficos, observam-se as produções de carbono orgânico dissolvido (DOC) por grama de carbono na amostra de plástico utilizado. O DOC foi identificado como o maior subproduto da fotodegradação de plásticos.



Os resultados mostram que

- a) para os quatro plásticos, a velocidade de degradação aumenta com o tempo de exposição; após 50 dias, a maior degradação foi a do PP.
- b) para três plásticos, a velocidade de degradação aumenta com o tempo de exposição; após 50 dias, a maior degradação foi a do EPS.
- c) para apenas um plástico, a velocidade de degradação não aumenta com o tempo de exposição; após 50 dias, a maior degradação foi a do PP.
- d) duas velocidades de degradação aumentam com o tempo e duas permanecem constantes; após 50 dias, a maior degradação foi a do EPS.

20) (Santa Casa SP) Considere a reação entre o íon iodeto e o íon persulfato e a tabela que apresenta dados do estudo de cinética dessa reação.



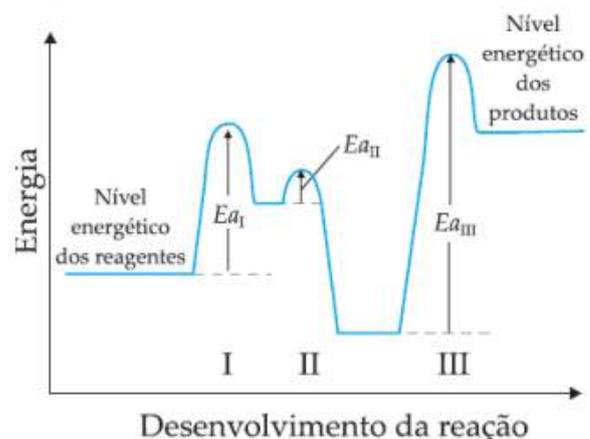
Experimento	[I ⁻] (mol/L)	[S ₂ O ₈ ²⁻] (mol/L)	Velocidade inicial (mol/L · s)
1	0,04	0,04	7,5 × 10 ⁻⁶
2	0,04	0,08	1,5 × 10 ⁻⁵
3	0,08	0,04	1,5 × 10 ⁻⁵

De acordo com os dados obtidos, verifica-se que se trata de uma reação

- a) não elementar e de ordem global 4.
- b) não elementar e de ordem global 3.
- c) elementar e de ordem global 3.
- d) não elementar e de ordem global 2.
- e) elementar e de ordem global 2.

Nazaré confusa

01) (UFTM-MG) O diagrama representa uma reação química que se processa em etapas à pressão constante.

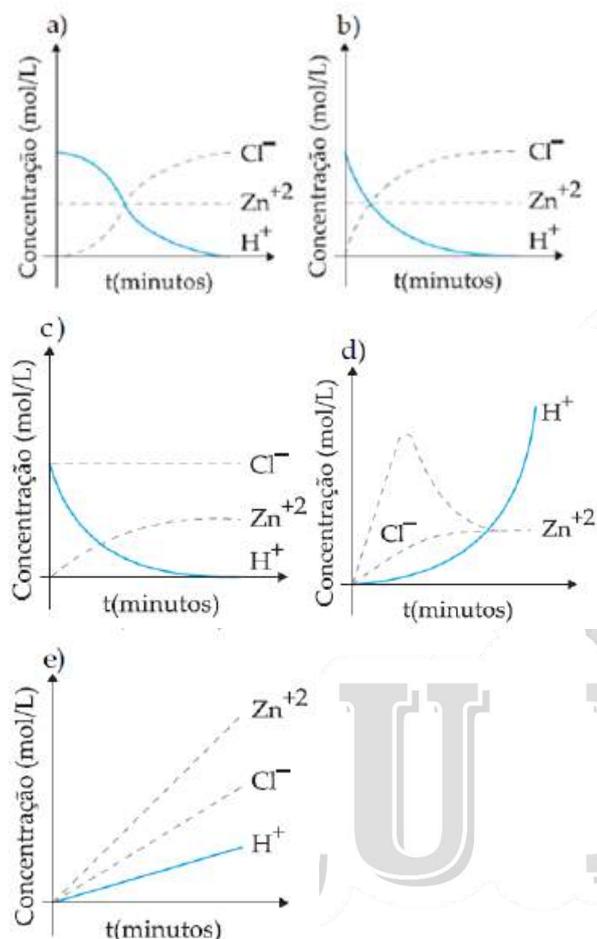


O exame do diagrama da figura permite concluir que:

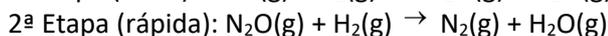
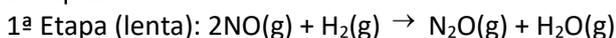
- a) a etapa I é a mais rápida.

- b) a etapa II é a mais lenta.
 c) a etapa III é a mais lenta.
 d) a etapa III é a mais rápida.
 e) a reação global é exotérmica.

02) (PUC-SP) Na reação de solução de ácido clorídrico com zinco metálico, o gráfico que melhor representa o comportamento das espécies em solução é:



03) (UEFS BA) O monóxido de nitrogênio ou óxido nítrico (NO) é um dos principais poluentes do ar atmosférico. As emissões desse gás, considerando a origem antropogênica, são resultados da queima, a altas temperaturas, de combustíveis fósseis em Indústrias e em veículos automotores. Uma alternativa para reduzir a emissão de NO para a atmosfera é a sua decomposição em um conversor catalítico. Uma reação de decomposição do NO é quando este reage com gás hidrogênio, produzindo gás nitrogênio e vapor de água conforme as etapas em destaque.



Ao realizar algumas vezes a reação do NO com H₂, alterando a concentração de um ou de ambos os

reagentes à temperatura constante, foram obtidos os seguintes dados:

[NO] mol/L	[H ₂] mol/L	Taxa de desenvolvimento (mol/L.h)
1·10 ⁻³	1·10 ⁻³	3·10 ⁻⁵
1·10 ⁻³	2·10 ⁻³	6·10 ⁻⁵
2·10 ⁻³	2·10 ⁻³	24·10 ⁻⁵

Com base nessas informações, é correto afirmar:

01. O valor da constante k para a reação global é igual a 300.
 02. A taxa de desenvolvimento da reação global depende de todas as etapas.
 03. Ao se duplicar a concentração de H₂ e reduzir à metade a concentração de NO, a taxa de desenvolvimento não se altera.
 04. Ao se duplicar a concentração de ambos os reagentes, NO e H₂, a taxa de desenvolvimento da reação torna-se quatro vezes maior.
 05. Quando ambas as concentrações de NO e de H₂ forem iguais a 3·10⁻³ mol/L, a taxa de desenvolvimento será igual a 81·10⁻⁵ mol/L.h.

04) (UNICAMP SP) De tempos em tempos, o mundo se choca com notícias sobre o uso de armas químicas em conflitos. O sarin é um composto organofosforado líquido, insípido, incolor e inodoro, altamente volátil, que se transforma em gás quando exposto ao ar, sendo um dos principais alvos dessas notícias. Em 1955, um projeto confidencial do exército americano estudou a eficiência de hipoclorito na eliminação de sarin em ambientes contaminados. A tabela a seguir mostra alguns resultados obtidos nesse estudo.

pH	[ClO] (milimol·L ⁻¹)	t _{1/2} (min)
5	2,8	96
6	2,8	11
7	0,4	13
8	0,04	33
9	0,04	18

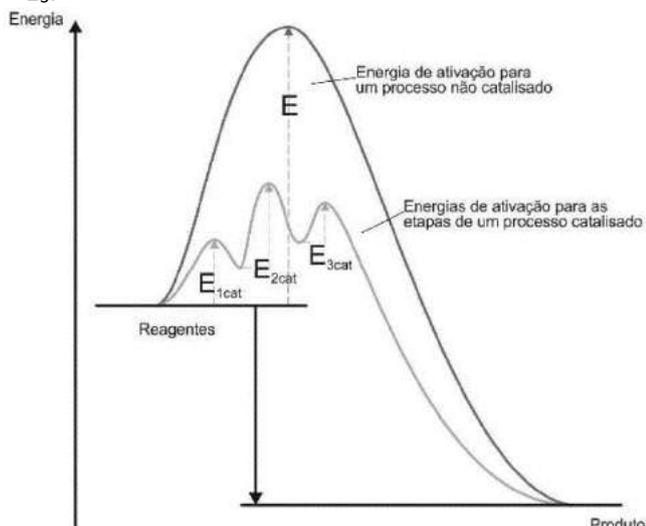
Sendo t_{1/2} o tempo para a concentração do sarin cair à metade, de acordo com a tabela a reação é mais rápida em

- a) maiores concentrações de hipoclorito, mas não há elementos suficientes para analisar a influência da acidez do meio reacional.
 b) menores concentrações de hipoclorito, mas não há elementos suficientes para analisar a influência da acidez do meio reacional.
 c) meios mais ácidos, mas não há elementos suficientes para analisar a influência da concentração do hipoclorito.
 d) meios menos ácidos, mas não há elementos suficientes para analisar a influência da concentração do hipoclorito.

05) (UnICESUMAR PR) O uso de catalisadores nos automóveis tem promovido a reação de conversão de monóxido de carbono em dióxido de carbono de forma mais rápida. Essa reação catalisada e não catalisada pode ser representada pelo esquema abaixo.

O esquema mostra que:

- I. Na reação catalisada, a etapa 2 é a mais lenta.
- II. A reação representada possui $\Delta H < 0$.
- III. A determinação de ΔH é dada pela soma de $E_1 + E_2 + E_3$.



Está correto o que consta APENAS em

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

06) (UFPE) Você está cozinhando batata e fazendo carne grelhada, tudo em fogo baixo, num fogão a gás. Se você passar as duas bocas do fogão para fogo alto, o que acontecerá com o tempo de preparo?

- a) Diminuirá para os dois alimentos.
- b) Diminuirá para a carne e aumentará para as batatas.
- c) Não será afetado.
- d) Diminuirá para as batatas e não será alterado para a carne.
- e) Diminuirá para a carne e permanecerá o mesmo para as batatas.

07) (Mackenzie SP) O estudo cinético da reação equacionada por $A(g) + B(g) + C(g) \rightarrow X(g)$ foi realizado de acordo com os dados coletados na tabela a seguir, a qual mostra experimentos realizados sempre sob as mesmas condições de temperatura:

Exp	Velocidade inicial ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)	$[A(g)]$ ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	$[B(g)]$ ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	$[C(g)]$ ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)
1	$1\cdot 10^{-5}$	$1\cdot 10^{-2}$	$1\cdot 10^{-2}$	$1\cdot 10^{-2}$
2	$2\cdot 10^{-5}$	$2\cdot 10^{-2}$	$1\cdot 10^{-2}$	$1\cdot 10^{-2}$
3	$4\cdot 10^{-5}$	$1\cdot 10^{-2}$	$2\cdot 10^{-2}$	$1\cdot 10^{-2}$
4	$2\cdot 10^{-5}$	$1\cdot 10^{-2}$	$1\cdot 10^{-2}$	$2\cdot 10^{-2}$

Assim, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A equação cinética da velocidade é expressa por $v = k \cdot [A(g)] \cdot [B(g)]^2 \cdot [C(g)]$
- II. A constante cinética da velocidade k , na temperatura do experimento, é igual a 1000.
- III. Se a concentração de todos os reagentes fosse igual a $2 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, a velocidade inicial do experimento seria da ordem de $1,6 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$.

A respeito dessas afirmações,

- a) todas estão corretas.
- b) são corretas apenas I e II.
- c) são corretas apenas I e III.
- d) são corretas apenas II e III.
- e) nenhuma é correta.

08) (UECE) Atente para as seguintes afirmações:

I. Café, quando embalado a vácuo, tem uma vida útil mais longa, porque é mantido na ausência de oxigênio, que participa de grande parte das reações de decomposição dos alimentos, além de ser essencial para o metabolismo dos microrganismos responsáveis por essas degradações.

II. A vida útil do coco verde exportado para a Europa se prolonga até 60 dias se ele é revestido com uma fina camada de parafina, porque a parafina serve de "embalagem" impermeável ao oxigênio do ar e à umidade atmosférica, impedindo que as substâncias do coco passíveis de sofrer degradação entrem em contato com esses agentes.

III. Uma simples camada de pintura de "zarcão" (basicamente um óxido de chumbo) protege o ferro da corrosão, porque a película formada por esse óxido sobre o ferro impede o contato entre esse metal e o oxigênio e a umidade do ar, evitando sua corrosão.

É correto o que se afirma em

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

09) (VUNESP-SP) Duas fitas idênticas de magnésio metálico são colocadas, separadamente, em dois recipientes. No primeiro recipiente adicionou-se

solução aquosa de HCl e, no segundo, solução aquosa de CH₃COOH, ambas de concentração 0,1 mol/L.

Foram feitas as seguintes afirmações:

I) As reações se completarão ao mesmo tempo nos dois recipientes, uma vez que os ácidos estão presentes na mesma concentração.

II) O magnésio metálico é o agente oxidante nos dois casos.

III) Um dos produtos formados em ambos os casos é o hidrogênio molecular.

IV) As velocidades das reações serão afetadas se as fitas de magnésio forem substituídas por igual quantidade deste metal finamente dividido.

São verdadeiras as afirmações:

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

10) (FCM PB) Os haletos orgânicos são aqueles compostos que derivam de hidrocarbonetos, pela substituição de um ou mais hidrogênios na molécula por átomos de halogênios. Esse grupo de compostos, principalmente os organoclorados, é muito comentado hoje em dia em razão dos problemas ambientais causados por seu uso indiscriminado, na maioria das vezes em inseticidas, como é o caso do DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano). Ele começou a ser utilizado na Segunda Guerra Mundial para eliminar insetos e combater as doenças, além de controlar pestes agrícolas. No entanto, antes disso, durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), os haletos orgânicos começaram a ser utilizados para outro fim mais destrutivo: em armas químicas. Considere a transformação de um haleto orgânico em meio básico formando um álcool, conforme dados mostrados na tabela a seguir:

Experimentos	Concentração inicial (mol/L)		Velocidade inicial de formação do álcool ρ / mol/L s
	Haleto	OH	
1	0,1	0,1	0,001
2	0,2	0,1	0,002
3	0,3	0,1	0,003
4	0,1	0,2	0,004
5	0,1	0,3	0,005

Através dos dados apresentados acima é permissivo inferir que a velocidade da reação:

- I. Depende da concentração de Base;
- II. Depende apenas da concentração do haleto;
- III. Depende da concentração de ambos os reagentes;
- IV. Independe da concentração dos reagentes.

Estão corretas as seguintes afirmativas?

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

11) (UEM PR) Assinale o que for correto.

01. A velocidade média de uma reação é igual ao módulo da velocidade de consumo de um dos reagentes (ou igual à velocidade de formação de um dos produtos), módulo este dividido pelo respectivo coeficiente estequiométrico da substância na equação da reação balanceada.

02. A velocidade instantânea de uma reação é igual ao módulo do limite da velocidade média de consumo de um dos reagentes (ou da velocidade de formação de um dos produtos), módulo este dividido pelo respectivo coeficiente da substância na equação da reação balanceada, quando o intervalo de tempo Δt tende a zero.

04. Energia de ativação é a quantidade mínima de energia necessária para que a colisão entre as partículas dos reagentes, em uma orientação favorável, seja efetiva e, portanto, resulte em reação.

08. Complexo ativado de uma reação é uma estrutura intermediária e instável entre os reagentes e os produtos.

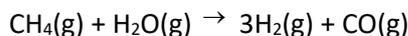
16. Quanto menor for a energia de ativação, menor será a velocidade da reação.

12) (Unicamp SP) “Hospital Municipal de Juruti (PA) recebe mais de 70 cilindros de oxigênio para tratar pacientes com Covid-19” (*site G1, 01/06/2020*). A oxigenoterapia é indicada para todos os pacientes graves, inicialmente variando de 5 a 10 L de O₂/min. Para uma vazão constante e máxima na faixa considerada, o cilindro de cada paciente deverá, necessariamente, ser trocado após aproximadamente

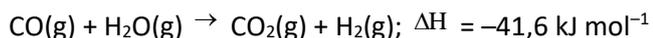
- a) 17 horas de uso, sendo o volume de gás restante no cilindro igual a 50 L e a pressão 1 atm.
- b) 33 horas de uso, sendo o volume de gás restante no cilindro igual a 50 L e a pressão 0 atm.
- c) 33 horas de uso, sendo o volume de gás restante no cilindro igual a 0 L e a pressão 0 atm.
- d) 17 horas de uso, sendo o volume de gás restante no cilindro igual a 0 L e a pressão 1 atm.

Dados: volume interno do cilindro = 50 L; volume aproximado do gás a 1 atm de pressão em cada cilindro = 10 m³; pressão inicial no cilindro = ~200 atm.

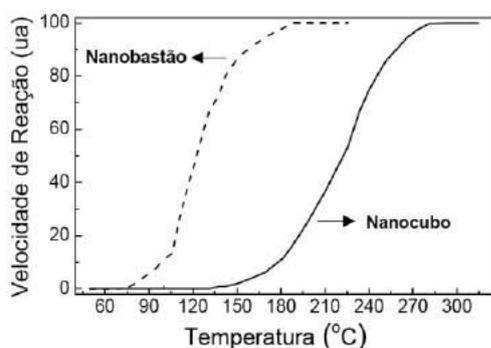
13) (UNICAMP SP) Um dos pilares da nanotecnologia é o fato de as propriedades dos materiais dependerem do seu tamanho e da sua morfologia. Exemplo: a maior parte do H_2 produzido industrialmente advém da reação de reforma de hidrocarbonetos:



Uma forma de promover a descontaminação do hidrogênio é reagir o CO com largo excesso de água:



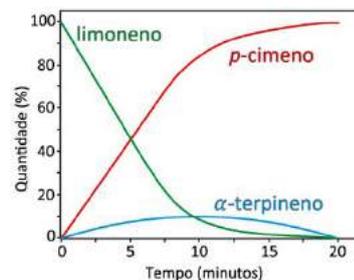
A figura abaixo mostra resultados da velocidade (em unidade arbitrária, ua) dessa conversão em função da temperatura, empregando-se um nanocatalisador com duas diferentes morfologias.



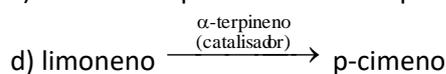
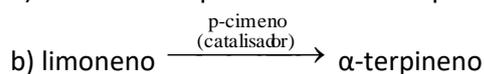
Considerando essas informações, é correto afirmar que, com essa tecnologia, a descontaminação do hidrogênio por CO é mais eficiente na presença do catalisador em forma de

- nanobastão, pois a transformação do CO ocorreria em temperaturas mais baixas, o que também favoreceria o equilíbrio da reação no sentido dos produtos, uma vez que a reação é exotérmica.
- nanobastão, pois a transformação do CO ocorreria em temperaturas mais baixas, o que também favoreceria o equilíbrio da reação no sentido dos produtos, uma vez que a reação é endotérmica.
- nanocubo, pois a transformação do CO ocorreria em temperaturas mais elevadas, o que também favoreceria o equilíbrio da reação no sentido dos produtos, uma vez que a reação é exotérmica.
- nanocubo, pois a transformação do CO ocorreria em temperaturas mais elevadas, o que também favoreceria o equilíbrio da reação no sentido dos produtos, uma vez que a reação é endotérmica.

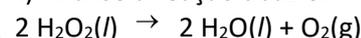
14) (FUVEST SP) Numa determinada condição experimental e com o catalisador adequado, ocorre uma reação, conforme representada no gráfico, que relaciona porcentagem do composto pelo tempo de reação.



Uma representação adequada para esse processo é:



15) (UEPG PR) Analise a reação abaixo:



Em certo intervalo de tempo, em relação ao consumo de água oxigenada, a velocidade média da reação é 8 mol s^{-1} . Sobre essas informações, assinale o que for correto.

- Em um mesmo intervalo de tempo, em relação à formação de oxigênio, a velocidade média da reação equivale ao dobro da velocidade média em relação ao consumo de água oxigenada.
- Em um mesmo intervalo de tempo, em relação à formação de oxigênio, a velocidade média da reação é igual a 4 mol s^{-1} .
- Em um mesmo intervalo de tempo, em relação à formação de água, a velocidade média da reação equivale a três vezes a velocidade média em relação ao consumo de água oxigenada.
- Em um mesmo intervalo de tempo, em relação à formação de água, a velocidade média da reação é igual à velocidade média da reação em relação ao consumo de água oxigenada.
- Em um mesmo intervalo de tempo, em relação à formação de água, a velocidade média da reação equivale à metade da velocidade média em relação ao consumo de água oxigenada.

16) (UFRGS RS) A reação do relógio de iodo é bastante comum em feiras de ciências e em demonstrações didáticas. Nela, a ocorrência de várias reações que envolvem iodo e compostos, contendo enxofre em diversos estados de oxidação, leva à formação de uma coloração azul súbita, dependente da concentração dos reagentes.

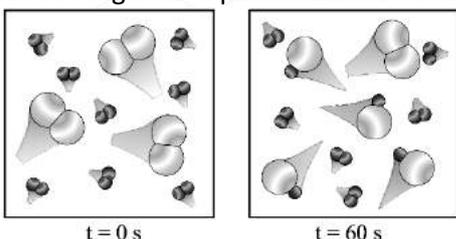
Uma possibilidade de realização dessa reação usa persulfato, tiosulfato e iodeto, e, nesse caso, uma das etapas é a reação entre o íon persulfato ($S_2O_8^{2-}$) e o íon iodeto (I^-), cuja velocidade de decomposição do persulfato foi determinada e encontra-se na tabela abaixo.

Experimento	Concentrações iniciais (mol L ⁻¹)		Velocidade inicial (mol L ⁻¹ s ⁻¹)
	$S_2O_8^{2-}$	I	
1	0,08	0,16	0,512
2	0,08	0,32	1,024
3	0,32	0,16	2,048
4	0,16	0,40	x

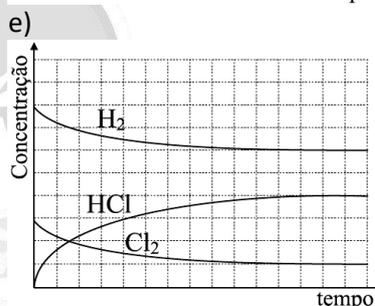
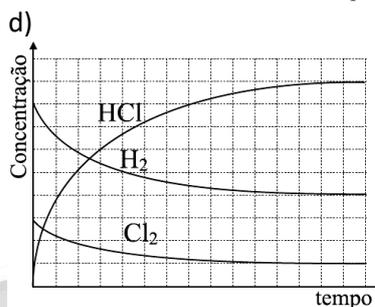
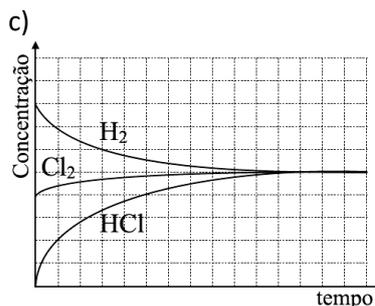
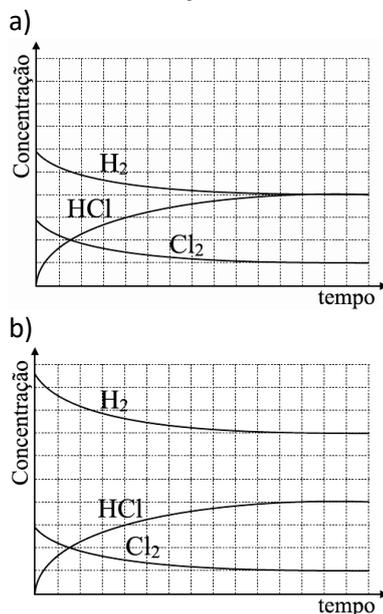
Assinale a alternativa que apresenta a velocidade inicial x do experimento 4, em mol L⁻¹ s⁻¹, tendo em vista as condições expressas acima.

- a) 0,512
- b) 2,048
- c) 2,560
- d) 6,400
- e) 8,120

17) (UNESP SP) As figuras representam esquematicamente dois tempos (t) da reação entre os gases H₂ e Cl₂. Nelas encontram-se representadas pictoricamente as relações entre as quantidades das moléculas de reagentes e produto envolvidas.



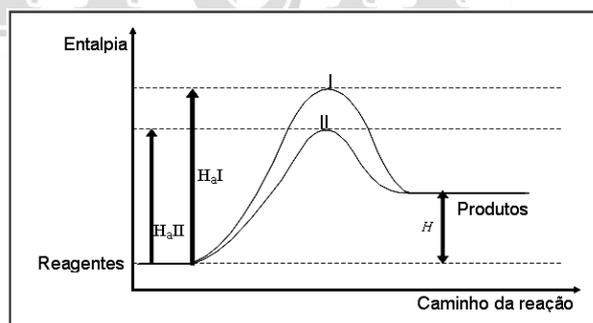
Assinale a alternativa cujo gráfico melhor descreve a cinética da reação.



18) (UFSC) O gráfico abaixo refere-se à reação representada pela equação



realizada sob pressão e temperatura constantes.



UTIMURA, Teruko Y e LINGUANOTO, Maria. Química. São Paulo: FTD, 1998. p. 252. v. único. [Adaptado]

Em relação a essa reação, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**.

- 01. Os reagentes N₂ e O₂ são consumidos com a mesma velocidade.
- 02. A reação representada pela curva II é mais rápida do que a representada pela curva I.
- 04. A presença de um catalisador reduzirá a energia de ativação da reação.
- 08. A entalpia de formação do NO_{2(g)} é 68 kJ.mol⁻¹.

16. A curva II refere-se à reação catalisada e a curva I refere-se à reação não catalisada.

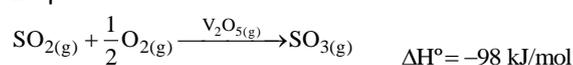
32. Um aumento de temperatura acarretaria uma diminuição na velocidade da reação acima representada.

19) (PUC RS) Até 2011, a produção nacional de ácido sulfúrico era de 7,5 milhões de toneladas/ano, e o Brasil ocupava a 8ª posição mundial. O processo atual de obtenção do ácido sulfúrico usa como matéria prima o enxofre. As reações a seguir mostram a obtenção do ácido sulfúrico a partir do enxofre.

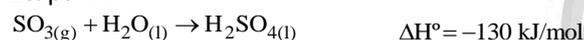
Etapa I:



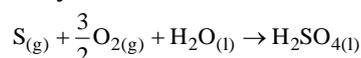
Etapa II:



Etapa III:



Reação Global:



Industrialmente, na etapa II é usado o óxido de vanádio(V) sólido que atua adsorvendo moléculas na sua superfície, facilitando a formação do complexo ativado.

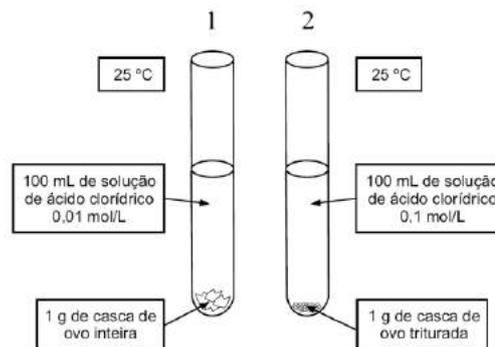
Com base nas informações acima, considere as afirmativas a seguir:

- I. A eficiência da reação de formação do trióxido de enxofre aumenta com o aumento de pressão.
- II. O uso de óxido de vanádio(V) aumenta a velocidade da reação de formação do SO_3 .
- III. A variação de entalpia da reação global seria menor se o óxido de vanádio(V) não fosse usado na reação de formação do $SO_{3(g)}$.

Está/Estão corretas(s) a(s) afirmativa(s)

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

20) (Univag MT) O esquema representa dois experimentos, 1 e 2, que demonstram fatores que podem influenciar na rapidez das reações, como temperatura, superfície de contato e concentração dos reagentes.



O principal componente da casca de ovo é o carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e, em ambos os experimentos, a casca foi totalmente consumida.

Com base nessas informações, é correto concluir que a) a reação no tubo 1 se completaria mais rapidamente se a temperatura diminuísse.

b) o volume de gás carbônico produzido nos tubos 1 e 2, ao final da reação, foi igual.

c) a casca de ovo contida no tubo 2 foi consumida mais lentamente.

d) a reação no tubo 1 seria mais rápida se a concentração do ácido fosse 0,001 mol/L.

e) as cascas de ovo foram consumidas com a mesma velocidade nos tubos 1 e 2.

21) (UEM PR) Um gráfico que representa a variação da energia *versus* o caminho de uma reação apresenta três patamares distintos, relativos à energia dos reagentes, do estado ativado e dos produtos. Em relação a esse gráfico e aos conceitos envolvidos na cinética das reações, assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

01. Em uma reação exotérmica, a energia dos reagentes é maior que a do estado ativado, sendo ambas maiores que a energia dos produtos.

02. Em uma reação endotérmica, a energia de ativação é menor que a energia absorvida na formação dos produtos a partir dos reagentes.

04. A velocidade de uma reação é inversamente proporcional à sua energia de ativação, ou seja, quanto menor a energia de ativação, mais rápida será a reação.

08. Em uma reação química, todas as colisões ocorridas entre reagentes levam à formação de produtos.

16. Um catalisador não altera a energia dos reagentes ou dos produtos, somente diminui a energia de ativação de uma reação.

22) (UFPR) Com o desenvolvimento da nanotecnologia, a busca de novos materiais e a pesquisa dos materiais já conhecidos, porém com

partículas na escala nanométrica, se tornaram alvos de interesse mundial. A diminuição na escala de tamanho das partículas provoca alterações nas propriedades dos materiais. Por exemplo, a redução em uma ordem de grandeza no diâmetro das partículas (de 100 nm para 10 nm) de um catalisador metálico provocará alterações no processo promovido. Considerando que o catalisador metálico em questão promove a conversão de um reagente A num produto B, avalie as seguintes afirmativas:

1. Com a redução de tamanho das partículas do catalisador, o processo de conversão poderá ocorrer em uma temperatura inferior.
2. Com a redução de tamanho das partículas do catalisador, a constante cinética da conversão de A em B será maior.
3. Com a redução de tamanho das partículas do catalisador, uma menor quantidade de massa de catalisador será necessária para que a conversão de A em B ocorra no mesmo intervalo de tempo.
4. Com a redução de tamanho das partículas do catalisador, o sistema alcançará o equilíbrio num menor intervalo de tempo.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 2, 3 e 4 são verdadeiras.
- e) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.

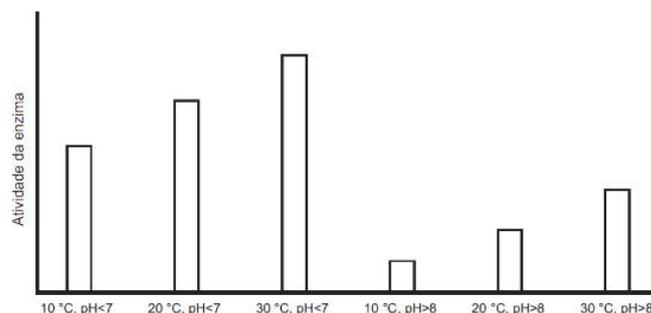
Vem ENEM

01) (ENEM-2011) As chamadas estruturas metal-orgânicas são cristais metálicos porosos e estáveis, capazes de absorver e comprimir gases em espaços ínfimos. Um grama deste material, se espalhado, ocuparia uma área de pelo menos 5 000 m². Os cientistas esperam que o uso de tais materiais contribua para a produção de energias mais limpas e de métodos para a captura de gases do efeito estufa. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2010 (adaptado).

A maior eficiência destes materiais em absorver gás carbônico é consequência

- a) da alta estabilidade dos cristais metálicos.
- b) da alta densidade apresentada pelos materiais.
- c) da capacidade de comprimir os gases ocupando grandes áreas.
- d) da grande superfície de contato entre os cristais porosos e o gás carbônico.
- e) do uso de grande quantidade de materiais para absorver grande quantidade de gás.

02) (ENEM-2017) Sabendo-se que as enzimas podem ter sua atividade regulada por diferentes condições de temperatura e pH, foi realizado um experimento para testar as condições ótimas para a atividade de uma determinada enzima. Os resultados estão apresentados no gráfico.



Em relação ao funcionamento da enzima, os resultados obtidos indicam que o(a)

- a) aumento do pH leva a uma atividade maior da enzima.
- b) temperatura baixa (10°C) é o principal inibidor da enzima.
- c) ambiente básico reduz a quantidade de enzima necessária na reação.
- d) ambiente básico reduz a quantidade de substrato metabolizado pela enzima.
- e) temperatura ótima de funcionamento da enzima é de 30°C, independentemente do pH.

03) (ENEM-2018) Companhias que fabricam jeans usam cloro para o clareamento, seguido de lavagem. Algumas estão substituindo o cloro por substâncias ambientalmente mais seguras como peróxidos, que podem ser degradados por enzimas chamadas peroxidases. Pensando nisso, pesquisadores inseriram genes codificadores de peroxidases em leveduras cultivadas nas condições de clareamento e lavagem dos jeans e selecionaram as sobreviventes para produção dessas enzimas. Nesse caso, o uso dessas leveduras modificadas objetiva

- a) reduzir a quantidade de resíduos tóxicos nos efluentes da lavagem.
- b) eliminar a necessidade de tratamento da água consumida.
- c) elevar a capacidade de clareamento dos jeans.
- d) aumentar a resistência do jeans a peróxidos.
- e) associar ação bactericida ao clareamento.

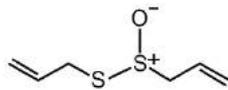
04) (ENEM-2018) O sulfeto de mercúrio(II) foi usado como pigmento vermelho para pinturas de quadros e murais. Esse pigmento, conhecido como *vermilion*, escurece com o passar dos anos, fenômeno cuja

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

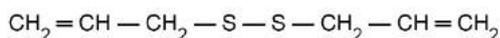
Segundo a hipótese proposta, o íon cloreto atua na decomposição fotoquímica do vermilion

- reagindo como agente oxidante.
- deslocando o equilíbrio químico.
- diminuindo a energia de ativação.
- precipitando cloreto de mercúrio.
- absorvendo a energia da luz visível.

05) (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.



Estrutura I



Estrutura II

Na conversão de I em II, o “sabonete” atuará como um

- ácido.
- reductor.
- eletrólito.
- tensoativo.
- catalisador.

06) (ENEM-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:

- 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.
- 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?

- Temperatura, superfície de contato e concentração.
- Concentração, superfície de contato e catalisadores.
- Temperatura, superfície de contato e catalisadores.
- Superfície de contato, temperatura e concentração.
- Temperatura, concentração e catalisadores.

07) (ENEM-2013) A hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), 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

- diminui a rapidez da reação.
- diminui a energia de ativação da reação.
- aumenta a variação da entalpia da reação.
- aumenta a quantidade de produtos formados.
- aumenta o tempo do processamento da reação.

08) (ENEM-2002) O milho verde recém-colhido tem um sabor adocicado. Já o milho verde comprado na feira, um ou dois dias depois de colhido, não é mais tão doce, pois cerca de 50% dos carboidratos responsáveis pelo sabor adocicado são convertidos em amido nas primeiras 24 horas.

Para preservar o sabor do milho verde pode-se usar o seguinte procedimento em três etapas:

- descascar e mergulhar as espigas em água fervente por alguns minutos;
- resfriá-las em água corrente;
- conservá-las na geladeira.

A preservação do sabor original do milho verde pelo procedimento descrito pode ser explicada pelo seguinte argumento:

- O choque térmico converte as proteínas do milho em amido até a saturação; este ocupa o lugar do amido que seria formado espontaneamente.
- A água fervente e o resfriamento impermeabilizam a casca dos grãos de milho, impedindo a difusão de oxigênio e a oxidação da glicose.
- As enzimas responsáveis pela conversão desses carboidratos em amido são desnaturadas pelo tratamento com água quente.

d) Microrganismos que, ao retirarem nutrientes dos grãos, convertem esses carboidratos em amido, são destruídos pelo aquecimento.

e) O aquecimento desidrata os grãos de milho, alterando o meio de dissolução onde ocorreria espontaneamente a transformação desses carboidratos em amido.

09) (ENEM-2015) A remoção de petróleo derramado em ecossistemas marinhos é complexa e muitas vezes envolve a adição de mais substâncias ao ambiente. Para facilitar o processo de recuperação dessas áreas, pesquisadores têm estudado a bioquímica de bactérias encontradas em locais sujeitos a esse tipo de impacto. Eles verificaram que algumas dessas espécies utilizam as moléculas de hidrocarbonetos como fonte energética, atuando como biorremediadores, removendo o óleo do ambiente.

KREPSKY, N.; SILVA SOBRINHO, F.; CRAPEZ, M. A. C. *Ciência Hoje*, n. 223, jan.-fev. 2006 (adaptado).

Para serem eficientes no processo de biorremediação citado, as espécies escolhidas devem possuir

- células flageladas, que capturem as partículas de óleo presentes na água.
- altas taxas de mutação, para se adaptarem ao ambiente impactado pelo óleo.
- enzimas, que catalisem reações de quebra das moléculas constituintes do óleo.
- parede celular espessa, que impossibilite que as bactérias se contaminem com o óleo.
- capacidade de fotossíntese, que possibilite a liberação de oxigênio para a renovação do ambiente poluído.

10) (ENEM-2017) Quando se abre uma garrafa de vinho, recomenda-se que seu consumo não demande muito tempo. À medida que os dias ou semanas se passam, o vinho pode se tornar azedo, pois o etanol presente sofre oxidação e se transforma em ácido acético

Para conservar as propriedades originais do vinho, depois de aberto, é recomendável

- colocar a garrafa ao abrigo de luz e umidade.
- aquecer a garrafa e guardá-la aberta na geladeira.
- verter o vinho para uma garrafa maior e esterilizada.
- fechar a garrafa, envolvê-la em papel alumínio e guardá-la na geladeira.
- transferir o vinho para uma garrafa menor, tampá-la e guardá-la na geladeira.

11) (ENEM-2013) A hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), 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

- diminui a rapidez da reação.
- diminui a energia de ativação da reação.
- aumenta a variação da entalpia da reação.
- aumenta a quantidade de produtos formados.
- aumenta o tempo do processamento da reação.

12) (ENEM-2010) Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento:

Colocou 200 ml de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na FIGURA 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades, conforme FIGURA 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 ml, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 ml.



Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pelas células das paredes internas do intestino é a de

- manter o volume de absorção.
- aumentar a superfície de absorção.
- diminuir a velocidade de absorção.
- aumentar o tempo da absorção.
- manter a seletividade na absorção.

13) (ENEM-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

- consumidas durante o processo.
- compostos orgânicos e biodegradáveis.
- inespecíficas para os substratos.

- d) estáveis em variações de temperatura.
e) substratos nas reações químicas.

14) (ENEM-2017) Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles. O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém

- cubo de batata em solução com pH = 9.
- pedaço de carne em solução com pH = 5.
- clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
- porção de macarrão em solução com pH = 5.
- bolinha de manteiga em solução com pH = 9.

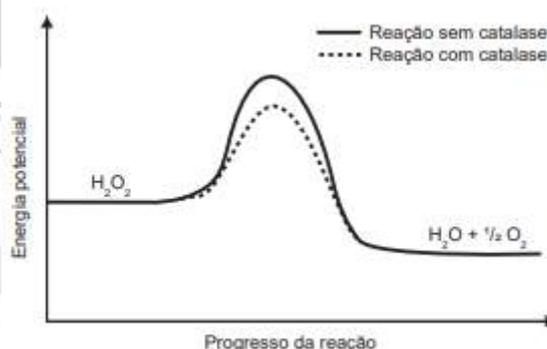
15) (ENEM-2020) A nanotecnologia pode ser caracterizada quando os compostos estão na ordem de milionésimos de milímetros, como na utilização de nanomateriais catalíticos nos processos industriais. O uso desses materiais aumenta a eficiência da produção, consome menos energia e gera menores quantidades 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

- alta pressão.
- alta temperatura.
- excesso de reagentes.
- maior superfície de contato.
- elevada energia de ativação.

16) (ENEM-2020) A fritura de alimentos é um processo térmico que ocorre a temperaturas altas, aproximadamente a 170 °C. Nessa condição, alimentos ricos em carboidratos e proteínas sofrem uma rápida desidratação em sua superfície, tornando-a crocante. Uma pessoa quer fritar todas as unidades de frango empanado congelado de uma caixa. Para tanto, ela adiciona todo o conteúdo de uma vez em uma panela com óleo vegetal a 170 °C, cujo volume é suficiente para cobrir todas as unidades. Mas, para sua frustração, ao final do processo elas se mostram

- encharcadas de óleo e sem crocância. As unidades ficaram fora da aparência desejada em razão da
- evaporação parcial do óleo.
 - diminuição da temperatura do óleo.
 - desidratação excessiva das unidades.
 - barreira térmica causada pelo empanamento.
 - ausência de proteínas e carboidratos nas unidades.

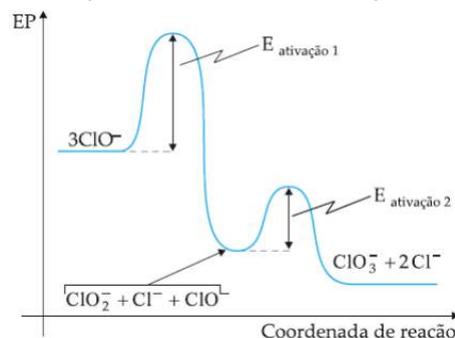
17) (ENEM- 2020) O peróxido de hidrogênio é um produto secundário do metabolismo celular e apresenta algumas funções úteis, mas, quando em excesso, é prejudicial, gerando radicais que são tóxicos para as células. Para se defender, o organismo vivo utiliza a enzima catalase, que decompõe H_2O_2 em H_2O e O_2 . A energia de reação de decomposição, quando na presença e ausência da catalase, está mostrada no gráfico.



- Na situação descrita, o organismo utiliza a catalase porque ela
- diminui a energia de ativação.
 - permite maior rendimento da reação.
 - diminui o valor da entalpia da reação.
 - consome rapidamente o oxigênio do reagente.
 - reage rapidamente com o peróxido de hidrogênio.

Abertas, lá vou eu

01) (IME-RJ) A reação $ClO^- \rightarrow ClO^- + Cl^-$ pode ser representada pelo seguinte diagrama de energia potencial (EP) pela coordenada de reação:



Pede-se:

RESPOSTAS

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) D	01) B	01) C	01) D
02) B	02) D	02) C	02) D
03) D	03) B	03) F,F,F,F,V	03) A
04) E	04) C	04) D	04) C
05) C	05) A	05) D	05) E
06) D	06) D	06) E	06) C
07) D	07) E	07) A	07) B
08) A	08) D	08) A	08) C
	09) E	09) D	09) C
	10) D	10) B	10) E
	11) C	11) 15	11) B
	12) E	12) A	12) B
	13) A	13) A	13) B
	14) B	14) E	14) B
	15) D	15) 10	15) D
	16) A	16) C	16) B
	17) D	17) E	17) A
	18) A	18) 22	
	19) B	19) B	
	20) D	20) B	
		21) 20	
		22) C	

Abertas, lá vou eu!

01)

a) Como a etapa lenta é que determina a velocidade da reação global, temos o possível mecanismo:

$3 \text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_2^- + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$ (etapa lenta): "maior Eat"

$\text{ClO}_2^- + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 2 \text{Cl}^-$ (etapa rápida): "menor Eat"

b) $3 \text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 2 \text{Cl}^-$

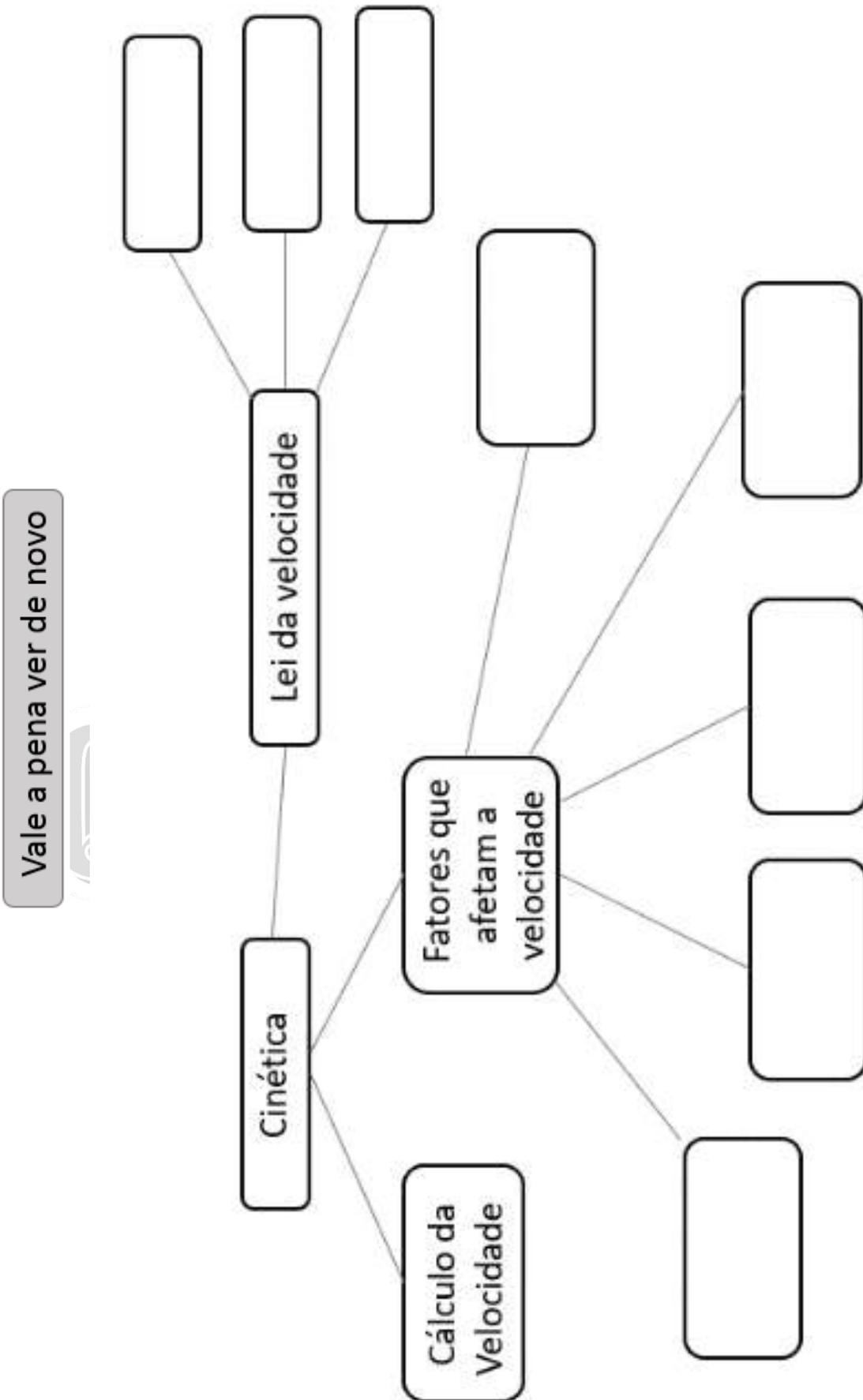
$V_{\text{global}} = V_{\text{etapa lenta}} \rightarrow V = k \cdot [\text{ClO}^-]^3$

02)

a) II, maior consumo em 8 horas.

b)

$$v_m \text{ (curva II)} = \frac{-\Delta m}{\Delta t} = \frac{-(2-4)}{4-2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ g/h}$$



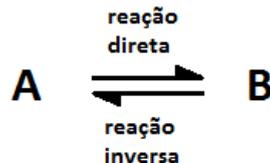
1) Equilíbrio químico

O equilíbrio químico representa o estado de maior estabilidade para uma reação, se possível, todas as reações preferem se encontrar desta maneira, que condiz com a situação de menor conteúdo energético para um dado sistema. Mas nem todas as reações podem atingir este estágio, apenas as reações reversíveis que estão em sistemas fechados, que não há saída ou entrada de matéria ou energia.

1.1. Reações reversíveis

São aquelas reações que caminham tanto no sentido direto como inverso, ou seja, são capazes de transformar reagentes em produtos, mas também produtos em reagentes.

Ex: reações da bateria de um celular.

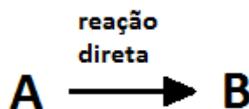


Este tipo de reação pode atingir o equilíbrio, desde que a velocidade da reação direta seja igual a velocidade da reação inversa.

1.2. Reações irreversíveis

São reações que ocorrem em um único sentido, ou seja, somente o reagente se transforma em produto e a “volta” não se faz mais possível. Essas reações não podem atingir o equilíbrio, pois todo o seu reagente é transformado em produto.

Ex: reações de neutralização.



→ **Obs:** cuidado! Cada tipo de seta reacional tem um significado

- (→) reação irreversível;
- (↔) ressonância;
- (⇌) reação reversível em equilíbrio.

2) Como uma reação atinge o equilíbrio

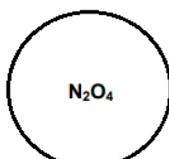
Nenhuma reação “nasce” no equilíbrio, ele é obtido gradualmente por um sistema fechado com reação reversível. Vamos tomar como exemplo a situação abaixo.

2.1. Visão a nível atômico molecular

Considere o equilíbrio:

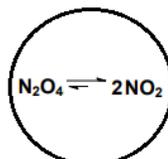


Situação inicial



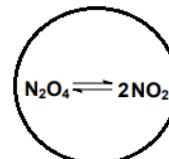
- no início, só existe reagente (reação direta)

Situação intermediária



- nesta etapa, o reagente formou produto, e este começa a formar reagente, mas isso não se processa com a mesma velocidade

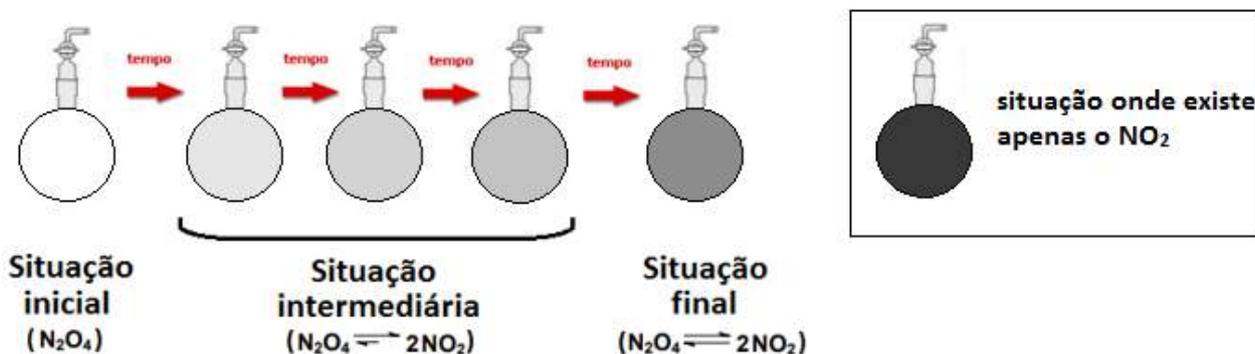
Situação final



- nesta etapa temos o equilíbrio, pois os reagentes formam os produtos com a mesma velocidade que os produtos formam os reagentes (vel. direta = vel. inversa)

2.2. Visão macroscópica

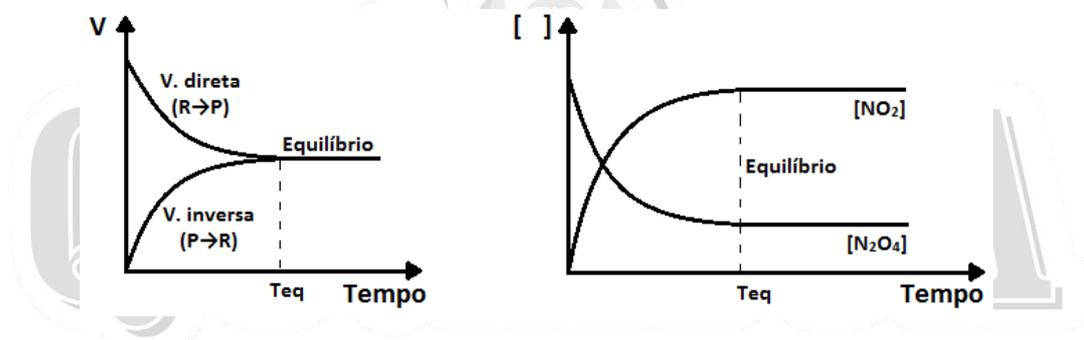
O gás N_2O_4 é incolor, já o NO_2 é castanho avermelhado.



Perceba que no equilíbrio, não há a completa conversão de reagente em produto, senão a coloração final seria totalmente castanha (indicando apenas NO_2), neste caso temos um castanho claro, evidenciando a coexistência de reagentes e produtos (N_2O_4 e NO_2) na situação de equilíbrio. A coloração final é permanente, e isso não indica o “fim” da reação, pois ela continua, isso mostra que a velocidade de conversão entre reagentes e produtos é a mesma, não provocando mais uma alteração nas concentrações.

2.3. Processo através dos gráficos e tabelas

2.3.a. Gráficos de velocidade e concentração (mol/L)



2.3.b. Tabela de concentrações (mol/L)

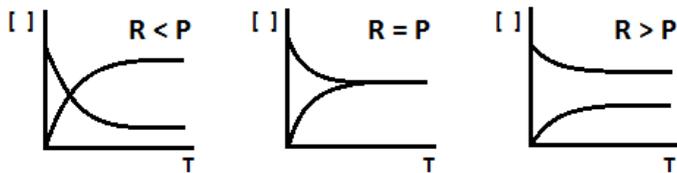
N_2O_4	NO_2	Tempo
10 mol/L	0 mol/L	0s
8 mol/L	4 mol/L	10s
6 mol/L	8 mol/L	20s
4 mol/L	12 mol/L	30s
4 mol/L	12 mol/L	40s
4 mol/L	12 mol/L	50s

} Equilíbrio

3) Características do equilíbrio

- no equilíbrio, a velocidade da reação direta = velocidade da reação inversa;
- o equilíbrio é dinâmico, pois a reação quando atinge o equilíbrio não para;
- macroscopicamente, nenhuma mudança é observada, mas a nível atômico molecular a reação continua;
- a concentração das substâncias participantes fica constante e NÃO necessariamente igual;
- existem equilíbrios em que a concentração dos reagentes é igual, maior ou menor que o produto, isso vai depender de cada caso;

Ex:



- as propriedades do equilíbrio não se alteram independentemente de onde a reação começou, no sentido direto ou indireto;

Ex: Para o equilíbrio $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

Supondo 3 experimentos distintos, onde em exp. 1 inicialmente se tem 0,1mol/L de N_2O_4 , exp. 2 inicialmente se tem 0,1mol/L de N_2O_4 e NO_2 , e exp. 3 inicialmente se tem 0,1mol/L de NO_2 . Perceba que independentemente do experimento, a relação entre produtos e reagentes no equilíbrio é a mesma.

Experimento	Concentrações iniciais (mol/L)		Concentrações no equilíbrio (mol/L)		Razão das concentrações no equilíbrio
	$[NO_2]$	$[N_2O_4]$	$[NO_2]$	$[N_2O_4]$	$[NO_2]^2 / [N_2O_4]$
1	0	0,100	0,120	0,040	0,360
2	0,100	0,100	0,160	0,070	0,366
3	0,100	0	0,071	0,014	0,360

- reações de alto rendimento são aquelas que conseguem converter boa parte dos reagentes em produtos.

4) Classificação do equilíbrio de acordo com a fase

Os equilíbrios podem ser classificados de acordo com o nº de fases.

4.1. Equilíbrio homogêneo

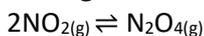
Equilíbrio em que reagentes e produtos formam uma única fase.

Ex:

- fase aquosa



- fase gasosa



4.2. Equilíbrio heterogêneo

Equilíbrio em que reagentes e produtos formam mais de uma fase.

Ex:



5) Constante de equilíbrio

A constante de equilíbrio K, é uma grandeza que permite verificar a extensão do equilíbrio, ou seja, a relação entre produtos e reagentes no equilíbrio.

$$K = \frac{\text{produtos}}{\text{reagentes}}$$

→ **Obs 1:** a única grandeza que altera o valor de K, para uma mesma reação, é a temperatura;

- **Obs 2:** a expressão e valor de K variam em função da equação;
 → **Obs 3:** o K não fornece informações sobre a velocidade da reação.
 Existem diversos tipos de K: Kc, Kp, Kh, Kps, Kw, Ki, Ka e Kb.

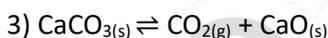
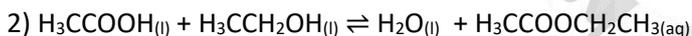
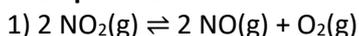
6) Constante de equilíbrio em função das concentrações em mol/L (Kc)

Essa constante é obtida através da relação entre a concentração dos produtos no equilíbrio (mol/L) pela concentração dos reagentes no equilíbrio (mol/L) elevado aos seus coeficientes.

$$K_c = \frac{[\text{produtos}]^{\text{coeficiente}}}{[\text{reagentes}]^{\text{coeficiente}}}$$

- **Obs 1:** só entram na expressão substâncias que estão na forma aquosa ou gasosa, pois elas podem variar a concentração;
 → **Obs 2:** em alguns casos quando há a formação de água líquida nos produtos, insere-se a mesma na expressão, como o caso da esterificação (ácido + álcool \rightleftharpoons éster + água).

Exemplos de sala



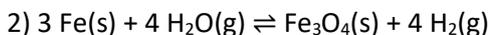
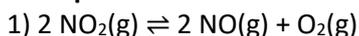
7) Constante de equilíbrio em função das pressões parciais (Kp)

Essa constante é obtida através da relação entre a pressão parcial dos produtos no equilíbrio (atm, mmHg) pela pressão parcial dos reagentes no equilíbrio (atm, mmHg) elevado aos seus coeficientes.

$$K_p = \frac{(p_{\text{produtos}})^{\text{coeficiente}}}{(p_{\text{reagentes}})^{\text{coeficiente}}}$$

- **Obs :** só entram na expressão substâncias que estão na forma gasosa, pois elas podem variar a concentração;

Exemplos de sala



8) Expressão de conversão

Existe uma expressão que converte o valor de Kp e Kc e vice e versa.

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n^\circ \text{ mol}}$$

variação de mols dos gases
temperatura
constante universal dos gases

- **Obs 1:** a variação do n° de mols representa os mols dos produtos – mols dos reagentes, para os gases apenas;
 → **Obs 2:** a unidade do K é variável em função de cada expressão, mas os vestibulares não costumam pedir isso.

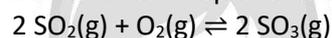
9) Como calcular o valor da constante?

9.1.a. Dados no equilíbrio

Como os valores já estão no equilíbrio, basta substituir os valores dentro da expressão.

Ex:

Um equilíbrio envolvido na formação da chuva ácida está representado pela equação:



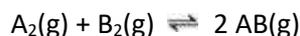
Em um recipiente de um litro, no equilíbrio, foram encontradas as concentrações de: $[\text{SO}_2] = 2$; $[\text{O}_2] = 1$; $[\text{SO}_3] = 8$. Calcule o valor de K_c .

9.1.b. Dados fora do equilíbrio

Como os valores não estão no equilíbrio, é necessário que se encontre a concentração final das substâncias, isso será feito através do "IRE".

Ex:

(Mackenzie) Em um balão de capacidade igual a 10 L, foram adicionados 1 mol da espécie $\text{A}_2(\text{g})$ e 2 mols da espécie $\text{B}_2(\text{g})$. Tais reagentes sofreram transformação de acordo com a equação a seguir:



Considerando-se que, no estado de equilíbrio químico, a concentração da espécie $\text{AB}(\text{g})$ seja de $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, a constante de equilíbrio (K_c), para esse processo, é aproximadamente igual a

- **Obs:** a porcentagem de reagente que reage para virar produto é chamada de grau de equilíbrio (α).

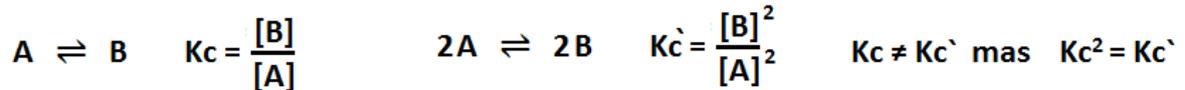
Informações importantes sobre o K

→ **Obs 1:** sobre o valor de K podemos tirar algumas conclusões muito importantes, como por exemplo:

- K muito alto, indica que existe muito mais produto que reagente no equilíbrio
- K muito baixo, indica que existe muito mais reagente que produto no equilíbrio
- K muito alto, indica que a reação é favorecida (mais espontânea) em relação a uma de K pequeno

→ **Obs 2:** quando se somam reações, o K final é uma multiplicação dos K's intermediários, já a subtração de reações, o K final é uma divisão dos K's intermediários;

→ **Obs 3:** como dito anteriormente, a expressão de K depende da equação, por exemplo:



10) Como saber se uma reação se encontra em equilíbrio?

Quando dados experimentais de uma reação são fornecidos, é possível saber se a reação está ou não em equilíbrio a partir do cálculo do quociente da reação. Sua expressão é idêntica ao K da reação, mas sua definição é diferente. Após o cálculo de Q, os possíveis resultados são:

$K_c = Q_c$, reação em equilíbrio

$K_c > Q_c$, reação fora de equilíbrio, é necessário a produção de mais produto para atingir o equilíbrio.

$K_c < Q_c$, reação fora de equilíbrio, é necessário a produção de mais reagente para atingir o equilíbrio.

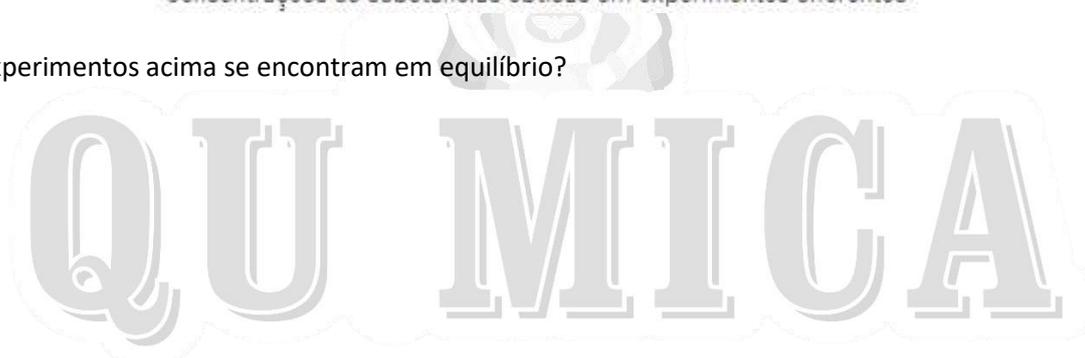
Exercício de sala



Substâncias:	[NO ₂]	[N ₂ O ₄]
Experimento I:	4 mol/L	4 mol/L
Experimento II:	0,2 mol/L	0,2 mol/L
Experimento III:	0,06 mol/L	0,06 mol/L

Concentrações de substâncias obtidas em experimentos diferentes

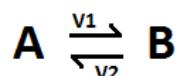
Qual dos experimentos acima se encontram em equilíbrio?



11) Deslocamento de equilíbrio

O equilíbrio representa uma alta estabilidade para o sistema (menor conteúdo energético), logo qualquer perturbação (variação de concentração, temperatura, etc..) feita no mesmo, ocasionará uma “resposta” que chamaremos de deslocamento de equilíbrio, que visa neutralizar a ação feita. O deslocamento nada mais é do que uma resposta da reação à perturbação feita, essa resposta pode ser produzindo mais reagente ou mais produto, isso dependerá de cada caso.

O deslocamento pode ser nos sentidos:



V₁ - Direita, produtos, reação direta, favorece a reação, aumenta rendimento...

V₂ - Esquerda, reagentes, reação inversa, desfavorece a reação, diminui rendimento...

Os estudos de deslocamento de equilíbrio foram desenvolvidos por Le Chatelier, que enunciou:

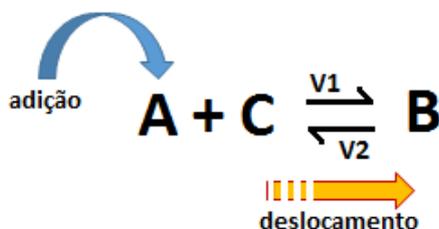
“Quando um fator externo age sobre um sistema em equilíbrio, este se desloca, procurando minimizar a ação do fator aplicado.”

11.1. Fatores que podem deslocar o equilíbrio

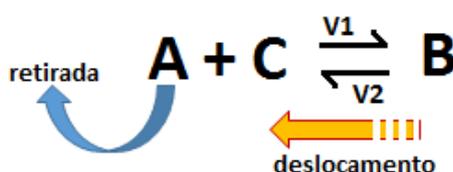
11.1.a. Concentração

A adição ou retirada de substância (aquosa ou gasosa) provocará um deslocamento de equilíbrio.

- Adição de substância



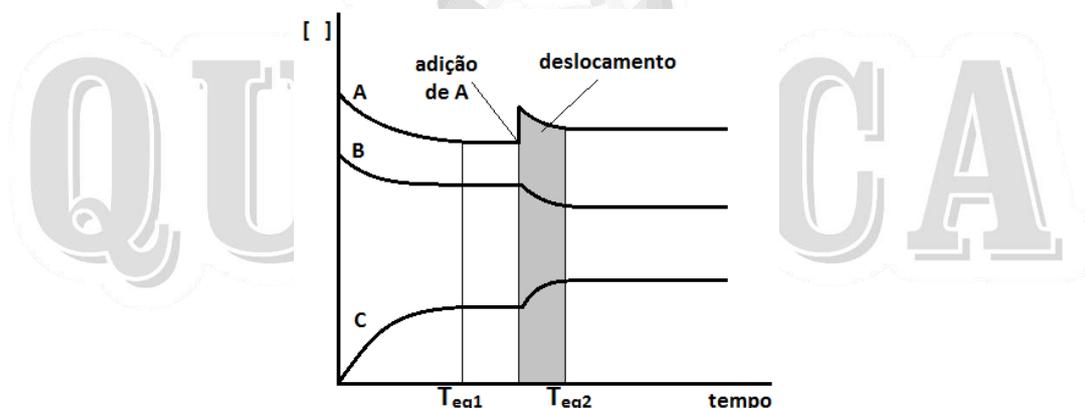
- Retirada de substância



Resumindo:

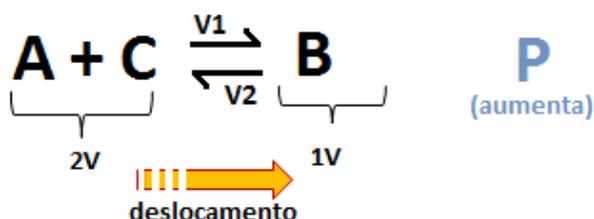
- coloca de um lado, desloca do outro;
- retira de um lado, desloca para o mesmo lado.

Adição de substância vista em um gráfico



11.1.b. Pressão

O aumento da pressão provoca uma contração no volume de sistemas gasosos, que desloca o equilíbrio no sentido do menor número de mols de gases.

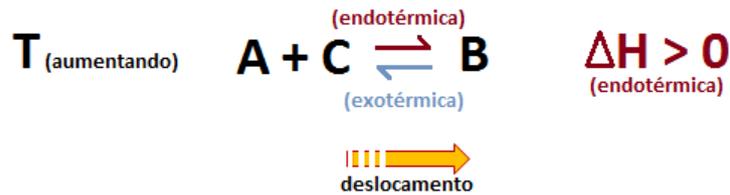


Resumindo:

- ↑ pressão, desloca para o menor n° de mols;
- ↓ pressão, desloca para o maior n° de mols;

11.1.c. Temperatura

O aumento da temperatura aumenta a velocidade dos dois sentidos, mas com maior intensidade as reações endotérmicas pois elas necessitam de calor.



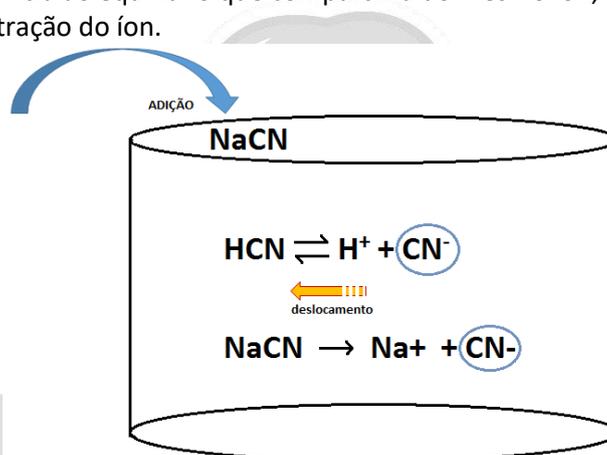
- As reações, que o aumento da temperatura provoca um aumento no K, são endotérmicas.

Resumindo:

- ↑ temperatura, desloca para o endotérmico;
- ↓ temperatura, desloca para o exotérmico.

11.1.d. Íon comum

Ocorre a adição de uma substância ao equilíbrio que compartilha do mesmo íon, sendo assim o efeito é o mesmo ao de um aumento na concentração do íon.

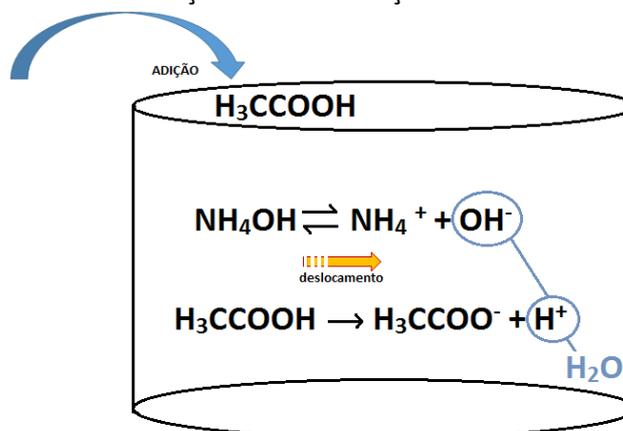


Resumindo:

- quando houver íon comum, a situação é equivalente ao aumento da concentração deste íon.

11.1.e. Íon não comum

Ocorre a adição de uma substância ao equilíbrio que possui um íon que reage com a espécie em equilíbrio, sendo assim o efeito é o mesmo ao de uma diminuição na concentração do íon.



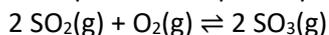
Resumindo:

- quando houver íon não comum (H^+ ou OH^-), a situação é equivalente a diminuição da concentração deste íon que reage.

→ **Obs:** somente a variação da temperatura irá alterar o valor de K, os demais deslocamentos não mexem com o valor de K.

Acerto miseravi

01) (PUC-RS) Um equilíbrio envolvido na formação da chuva ácida está representado pela equação:



Em um recipiente de um 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 de 4. O valor aproximado da constante de equilíbrio é

- a) 0,53
- b) 0,66
- c) 0,75
- d) 1,33
- e) 2,33

02) (FUVEST-SP) A reação reversível $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$, em fase gasosa, admite os seguintes valores para a constante de equilíbrio K:

t °C	225	425	625	825	995
K	0,007	0,109	0,455	1,08	1,76

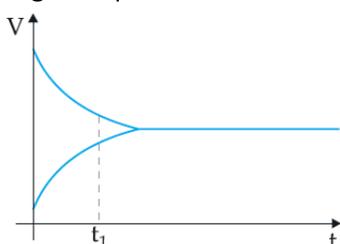
Partindo-se de uma mistura equimolar de CO e H₂O:

a) quais os compostos predominantes no equilíbrio, a 225°C?

b) em qual das temperaturas acima mencionadas as concentrações dos reagentes e dos produtos, no equilíbrio, são aproximadamente iguais?

Manjando dos paranauê

01) (UFRGS-RS) O gráfico a seguir representa a evolução de um sistema em que uma reação reversível ocorre até atingir o equilíbrio.



Sobre o ponto t₁, neste gráfico, pode-se afirmar que indica:

- a) uma situação anterior ao equilíbrio, pois as velocidades das reações direta e inversa são iguais.
- b) um instante no qual o sistema já alcançou equilíbrio.
- c) uma situação na qual as concentrações de reagentes e produtos são necessariamente iguais.
- d) uma situação anterior ao equilíbrio, pois a velocidade da reação direta está diminuindo e a velocidade da reação inversa está aumentando.
- e) um instante no qual o produto das concentrações dos reagentes é igual ao produto das concentrações dos produtos.

02) (UFRGS-RS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) as velocidades das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

03) (CEFET-PR) Com relação ao equilíbrio químico, afirma-se:

I. O equilíbrio químico só pode ser atingido em sistema fechado (onde não há troca de matéria com o meio ambiente).

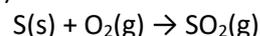
II. Num equilíbrio químico, as propriedades macroscópicas do sistema (concentração, densidade, massa e cor) permanecem constantes.

III. Num equilíbrio químico, as propriedades microscópicas do sistema (colisões entre as moléculas, formação de complexos ativados e transformações de umas substâncias em outras) permanecem em evolução, pois o equilíbrio é dinâmico.

É (são) correta(s) a(s) afirmação(ões):

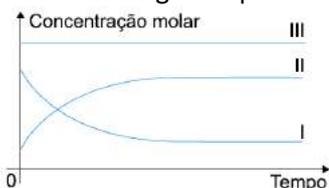
- a) Somente I e II.
- b) Somente I e III.
- c) Somente II e III.
- d) Somente I.
- e) I, II e III.

04) (VUNESP-SP) Estudou-se a cinética da reação:



realizada a partir de enxofre e oxigênio em um sistema fechado. Assim, as curvas I, II e III do gráfico abaixo representam as variações das concentrações dos

componentes com o tempo, desde o momento da mistura até o sistema atingir o equilíbrio.



As variações das concentrações de S, de O₂ e de SO₂ são representadas, respectivamente, pelas curvas:

- I, II e III
- II, III e I
- III, I e II
- I, III e II
- III, II e I

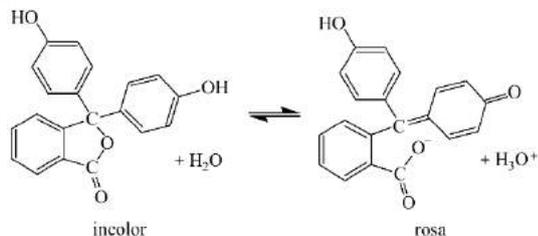
05) (Famerp SP) Considere as equações químicas:

- $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
- $CaO(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s)$
- $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$
- $Sn(s) + H_2(g) \rightleftharpoons Sn(s) + H_2O(g)$
- $4Al(s) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2Al_2O_3(s)$

Considerando x um dos compostos químicos presentes nas equações citadas, a expressão da constante de equilíbrio representada por $K_p = 1/p(x)$ descreve corretamente o equilíbrio representado na equação

- V.
- I.
- III.
- II.
- IV.

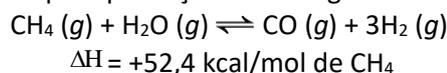
06) (FAMECA SP) A fenolftaleína é um indicador muito utilizado em laboratórios para diferenciar meios ácidos e básicos. A conversão entre as formas ionizada e não ionizada do indicador está representada a seguir.



De acordo com o Princípio de Le Chatelier, para que o indicador adquira coloração rosa, deve-se utilizar solução de

- NaCl.
- CH₃COOH.
- HCl.
- NH₄Cl.
- NH₄OH.

07) (Unesp SP) O equilíbrio químico representado a seguir se estabelece durante o processo de reforma do gás natural para produção de hidrogênio.

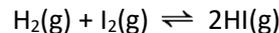


Considere os seguintes procedimentos:

- Aumento de pressão.
 - Aumento de temperatura.
 - Adição de catalisador.
 - Remoção de monóxido de carbono.
- Entre esses procedimentos, os que propiciam o aumento do rendimento de produção de hidrogênio no equilíbrio são
- 1 e 2.
 - 3 e 4.
 - 2 e 4.
 - 1 e 3.
 - 2 e 3.

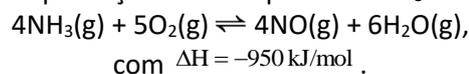
Agora eu tô um nojo

01) (UEM PR) Sabendo que o valor da constante de equilíbrio para a reação abaixo é 794 a 298K e 54 a 700K, assinale o que for **correto**.



- A formação de HI(g) é mais favorecida a uma temperatura mais baixa.
- A mudança na pressão exercida sobre o sistema não altera a composição no equilíbrio.
- A adição de H₂(g) ao sistema diminui a quantidade de I₂(g) no equilíbrio.
- A adição de um catalisador ao sistema aumenta a quantidade de HI(g) no equilíbrio.
- O aumento do volume do recipiente aumenta a quantidade de HI(g) no equilíbrio.

02) (UFT TO) As substâncias nitrogenadas desempenham importante papel em nossa sociedade. Dentre as de maior importância estão a amônia e o ácido nítrico, usadas na fabricação do náilon e do poliuretano. A conversão de NH₃ em NO com o uso de catalisador é o primeiro passo para a fabricação industrial do ácido nítrico e a rota industrial para a obtenção de substâncias oxigenadas do nitrogênio. A reação de produção de NO a partir de NH₃ é:



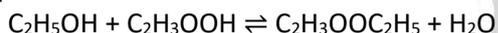
Quando a reação atinge o equilíbrio, uma maneira de aumentar a produção de NO(g) é aumentando a(o):

- a) volume do sistema.
- b) pressão sobre o sistema.
- c) concentração de água.
- d) temperatura do sistema.

03) (UFPB-PB) 3,0 mols de H_2 e 3,0 mols de I_2 são colocados em um recipiente fechado de V (litros) e atingem o equilíbrio gasoso a $500^\circ C$, com constante de equilíbrio igual a 49. A concentração em mol/L de HI neste equilíbrio é aproximadamente:

- a) 1,2
- b) 2,3
- c) 3,5
- d) 4,7
- e) 5,6

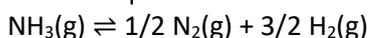
04) (UNIALFENAS-MG) O valor da constante de equilíbrio, em concentração, da reação de esterificação entre 1 mol de etanol e 1 mol de ácido acético, na temperatura T, é igual a 4. Dada a reação em equilíbrio:



o número de mols do éster obtido no equilíbrio, na temperatura T, é aproximadamente

- a) 3/4
- b) 2/3
- c) 1/3
- d) 1/4
- e) 1/2

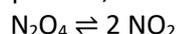
05) (UFMG-MG) Quando um mol de amônia é aquecido num sistema fechado, a uma determinada temperatura, 50% do composto se dissocia, estabelecendo-se o equilíbrio:



A soma das quantidades de matéria, em mol, das substâncias presentes na mistura em equilíbrio é:

- a) 3,0
- b) 2,5
- c) 2,0
- d) 1,5
- e) 1,0

06) (FUVEST-SP) N_2O_4 e NO_2 , gases poluentes do ar, encontram-se em equilíbrio, como indicado:

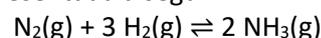


Em uma experiência, nas condições ambientes, introduziu-se 1,50 mol de N_2O_4 , em um reator de 2,0 litros. Estabelecido o equilíbrio, a concentração de

NO_2 foi de 0,060 mol/L. Qual o valor da constante K_c , em termos de concentração desse equilíbrio?

- a) $2,4 \cdot 10^{-3}$
- b) $4,8 \cdot 10^{-3}$
- c) $5,0 \cdot 10^{-3}$
- d) $5,2 \cdot 10^{-3}$
- e) $8,3 \cdot 10^{-2}$

07) (PUC-SP) O processo Haber-Bosch, para a síntese da amônia, foi desenvolvido no início desse século, sendo largamente utilizado hoje em dia. Nesse processo, a mistura de nitrogênio e hidrogênio gasosos é submetida a elevada pressão, na presença de catalisadores em temperatura de $500^\circ C$. A reação pode ser representada a seguir:

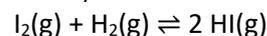


$$\Delta H = - 100 \text{ kJ}; P = 200 \text{ atm}$$

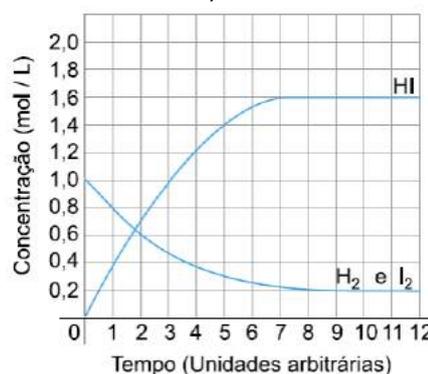
Com relação ao processo Haber-Bosch é incorreto afirmar que:

- a) a alta temperatura tem como objetivo aumentar a concentração de amônia obtida no equilíbrio.
- b) o uso do catalisador e a alta temperatura permitem que a reação ocorra em uma velocidade economicamente viável.
- c) a alta pressão desloca o equilíbrio no sentido de produzir mais amônia.
- d) o catalisador não influi na concentração final de amônia obtida após atingido o equilíbrio.
- e) para separar a amônia dos reagentes resfriam-se os gases, obtendo amônia líquida a $- 33^\circ C$, retornando o H_2 e o N_2 que não reagem para a câmara de reação.

08) (UFV-MG) Ao se misturar vapor de iodo (um gás violeta) com gás hidrogênio (incolor), ocorre uma reação química que resulta na formação do gás iodeto de hidrogênio (incolor).



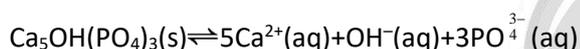
O gráfico a seguir mostra a variação das concentrações de reagentes e produtos durante um experimento em que foram utilizados 1,0 mol de I_2 e 1,0 mol de H_2 , a $400^\circ C$, em um frasco de 1,0 L.



Em relação a este experimento, assinale a afirmativa correta.

- Ao final do experimento, o sistema gasoso contido no recipiente se apresenta incolor.
- Ao final do experimento, a concentração de HI é $2,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- Ao final do experimento, as concentrações de H_2 e I_2 são iguais a zero.
- A constante de equilíbrio desta reação, a 400°C , é 64.
- A reação atinge o estado de equilíbrio no tempo 2.

09) (UEFS BA) O principal constituinte do esmalte dos dentes é a hidroxiapatita, $\text{Ca}_5\text{OH}(\text{PO}_4)_3(\text{s})$, que é praticamente insolúvel em água, mas, por estar em contato com a saliva, ocorre o seguinte equilíbrio de dissociação de seus íons:



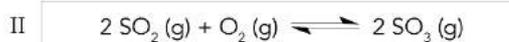
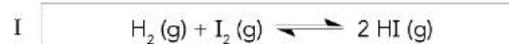
Sobre a equação de equilíbrio, analise as afirmativas e marque com V as verdadeiras e com F, as falsas.

- Ao consumir bebidas e/ou alimentos ácidos, a deterioração dos dentes é favorecida devido à fragilização do esmalte dos dentes, pois ocorre deslocamento do equilíbrio no sentido da dissociação da hidroxiapatita.
- Águas que contêm íons fluoreto, quando ingeridas, decrescem o pH da saliva, fazendo com que o equilíbrio se desloque no sentido da dissociação da hidroxiapatita e, com isso, favorece a formação de cáries.
- Se for adicionado hidróxido de magnésio ao creme dental, o equilíbrio será deslocado no sentido da formação da hidroxiapatita, ajudando a tornar os dentes mais resistentes.
- A hidroxiapatita é um sal ácido que tende a se dissolver em meio básico, produzindo íons fosfato, que contribuem para diminuir o pH do meio.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a

- V F V F
- V V F F
- V F F V
- F F V V
- F V V F

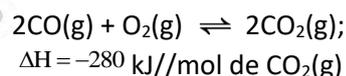
10) (UERJ) Considere as quatro reações químicas em equilíbrio apresentadas abaixo.



Após submetê-las a um aumento de pressão, o deslocamento do equilíbrio gerou aumento também na concentração dos produtos na seguinte reação:

- I
- II
- III
- IV

11) (PUC Campinas SP) O equilíbrio abaixo representa a conversão atmosférica do monóxido de carbono, um gás venenoso para os invertebrados, em dióxido de carbono.



As melhores condições para a conversão do monóxido de carbono são:

- grandes altitudes em dias quentes.
- grandes altitudes em dias frios.
- qualquer altitude em dias quentes.
- pequenas altitudes em dias frios.
- pequenas altitudes em dias quentes.

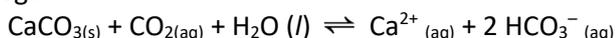
12) (ITA SP) A amônia, uma das principais matérias-primas da indústria de fertilizantes, é produzida em escala industrial pelo processo conhecido como Haber-Bosch. Neste, uma reação entre $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{N}_2(\text{g})$ é catalisada com ferro em um reator mantido a 200 atm e 450°C . Sobre essa reação exotérmica, sejam feitas as seguintes proposições:

- O aumento da pressão no reator, mediante adição de um gás inerte, aumenta o rendimento do processo.
- O uso de um catalisador mais efetivo aumenta o rendimento do processo.
- Uma vez atingido o equilíbrio, não ocorrem mais colisões efetivas entre moléculas de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{N}_2(\text{g})$.
- Considerando que ainda exista superação da energia de ativação, a redução da temperatura no reator diminui a velocidade da reação, mas favorece a formação de amônia.

Assinale a opção que apresenta a(s) afirmação(ões) CORRETA(S) sobre a reação de formação da amônia.

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

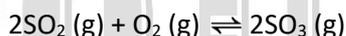
13) (UFTTO) O carbonato de cálcio pode ser dissolvido em água pela adição de gelo seco (dióxido de carbono sólido), o que produz o bicarbonato de cálcio em solução. O gás dissolvido pode ser removido por fervura da amostra. O processo de dissolução do carbonato de cálcio é representado pela equação a seguir.



Analise as afirmativas sobre o sistema no equilíbrio e marque a alternativa **CORRETA**.

- a) A fervura da solução causa a precipitação de carbonato de cálcio.
- b) A adição de água aumenta o valor da constante de equilíbrio.
- c) A adição de cloreto de cálcio à mistura eleva o pH.
- d) Se a concentração de bicarbonato triplicar, a constante de equilíbrio será seis vezes maior.

14) (Santa Casa SP) No processo de produção de ácido sulfúrico, uma das etapas envolve a reação dos gases dióxido de enxofre e oxigênio, formando o trióxido de enxofre, de acordo com a reação representada pela equação:



Dados da reação de formação do trióxido de enxofre são apresentados na tabela:

Temperatura (K)	Constante de equilíbrio
298	4×10^{24}
700	3×10^4

Trata-se de uma reação _____, favorecida _____ da temperatura. Nessa reação, a formação do gás SO_3 é favorecida _____ da pressão.

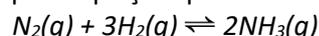
As lacunas são preenchidas, respectivamente, por:

- a) endotérmica; pela diminuição; pelo aumento.
- b) exotérmica; pela diminuição; pela diminuição.
- c) exotérmica; pelo aumento; pela diminuição.
- d) endotérmica; pelo aumento; pelo aumento.
- e) exotérmica; pela diminuição; pelo aumento.

Nazaré confusa

01) (UCB DF) Na história da química, um dos processos químicos mais conhecidos é o de Haber-Bosch. De

forma simplificada, o intuito do processo é a obtenção da amônia a partir do nitrogênio gasoso, que é abundante na atmosfera. Tal processo pode ser representado pela equação química a seguir.

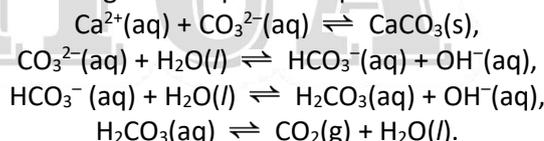


A constante de equilíbrio K_p , na temperatura de 300 K, é igual a $4,3 \cdot 10^{-3}$, e a reação é exotérmica. Com base nessas informações, assinale a alternativa correta.

- a) A variação da entalpia associada à reação tem valor positivo.
- b) A 300 K e a baixas pressões, a reação no equilíbrio tende a formar mais produtos que reagentes.
- c) O abaixamento da temperatura de reação desloca o equilíbrio para a formação da amônia, mas diminui a velocidade de reação.
- d) O abaixamento da temperatura de reação diminui a energia de ativação do fenômeno, tornando o processo mais lento.
- e) A mudança de pressão sobre o sistema faz com que haja deslocamento do equilíbrio, transformando o valor da constante de equilíbrio K_p .

02) (UNIRG TO) Geralmente no verão, as cascas dos ovos de galinha, cuja constituição química principal é carbonato de cálcio, tendem a ficar mais finas. Isso está relacionado à maior eliminação de gás carbônico, através da respiração, cuja frequência é aumentada para resfriar seu corpo, pois elas não transpiram.

A compreensão do fenômeno descrito pode ser feita a partir dos seguintes equilíbrios químicos:



Considerando-se essas informações, pode-se dizer que, para se evitar que as cascas dos ovos das galinhas diminuam de espessura no verão, é recomendado alimentar essas aves com:

- a) água enriquecida de gás carbônico;
- b) água com cloreto de sódio;
- c) ração com baixo teor de cálcio;
- d) água com vinagre.

03) (UFPE-PE) A constante de equilíbrio a 298 K para a reação $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(g)$, é igual a 1,0. Num recipiente fechado, a 298 K, foi preparada uma mistura dos gases N_2O_4 e NO_2 com pressões parciais iniciais de 2,0 e 1,0 bar, respectivamente. Com relação a esta mistura reacional a 298 K, pode-se afirmar que: () está em equilíbrio.

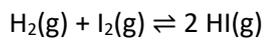
- () no equilíbrio, a pressão parcial do gás N_2O_4 será maior que sua pressão parcial inicial.
- () no equilíbrio, a pressão parcial do gás NO_2 será maior que sua pressão parcial inicial.
- () no equilíbrio, as pressões parciais do N_2O_4 e NO_2 serão as mesmas que as iniciais.
- () no equilíbrio, a velocidade da reação direta será igual à velocidade da reação inversa.

04) (UNICAP-PE) Suponha a síntese a seguir:
 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons AB(g)$

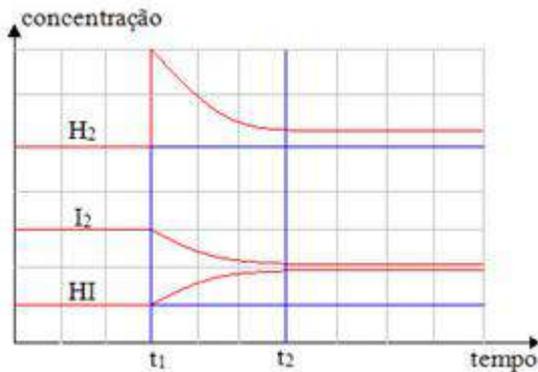
Se as pressões iniciais de A (g) e B (g) forem, respectivamente, 3 atm e 2 atm, a pressão total, no equilíbrio, será 4,2 atm. Nas condições indicadas, aponte as alternativas corretas:

- () A reação não pode atingir o equilíbrio;
- () A pressão de A (g), no equilíbrio, será 2,2 atm;
- () A pressão de AB (g), no equilíbrio será 2,2 atm.
- () O grau de dissociação será 40% em relação a B.
- () A pressão de B (g), no equilíbrio, será 0,8 atm.

05) (CESGRANRIO-RJ) O gráfico a seguir refere-se ao sistema químico:



ao qual se aplica o Princípio de Le Chatelier.

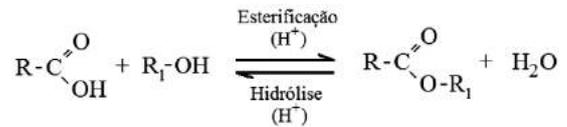


Analise-o e assinale a opção correta.

- a) A adição de $I_2(g)$ em t_1 aumentou a concentração de $HI(g)$.
- b) A adição de $H_2(g)$ em t_2 aumentou a concentração de $I_2(g)$.
- c) A adição de $H_2(g)$ em t_2 levou o sistema ao equilíbrio.
- d) A adição de $H_2(g)$ em t_1 aumentou a concentração de $HI(g)$.
- e) A adição de $HI(g)$ em t_2 alterou o equilíbrio do sistema.

06) (UNITAU SP) A reação química de esterificação consiste em uma reação reversível entre um ácido

carboxílico e álcool, com eliminação de água, e a reação inversa é a hidrólise.



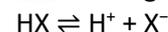
Com base na reação química esquematizada acima, analise os itens I a IV apresentados abaixo.

- I. Variando a proporção ácido/álcool, isto é, adotando excesso de um dos reagentes, é possível deslocar o equilíbrio da reação química.
- II. Os fatores que influenciam a reação química de esterificação são o excesso de um dos reagentes e o uso de catalisadores, como o H_2SO_4 e HCl .
- III. Os catalisadores provocam a diminuição do rendimento na reação de esterificação.
- IV. A utilização de ácidos minerais como catalisadores é uma desvantagem, pois têm potencial para provocar a corrosão de equipamentos metálicos.

Após ler os itens acima, classifique-os em verdadeiro (V) ou falso (F) e assinale a alternativa que apresenta a sequência de CORRETA.

- a) V, V, V e F
- b) F, V, V e F
- c) F, F, V e F
- d) V, V, F e V
- e) V, F, F e V

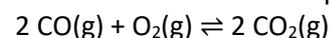
07) (UFPI-PI) Um determinado indicador HX , em solução aquosa, apresenta o seguinte equilíbrio:



onde HX possui cor azul e X^- , cor amarela. Para tornar a solução azulada, deveríamos adicionar:

- a) NH_3
- b) HCl
- c) $NaOH$
- d) H_2O
- e) $NaCl$

08) (CESGRANRIO-RJ) O decréscimo da massa do monóxido de carbono no sistema em equilíbrio:

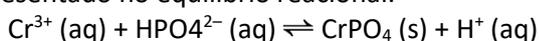


pode ser obtido através da seguinte modificação imposta ao sistema:

- a) decréscimo na pressão total, à temperatura constante.

- b) aquecimento da mistura gasosa, à pressão constante.
- c) adição de um catalisador sólido.
- d) adição de hidróxido de sódio sólido.
- e) adição de dióxido de carbono gasoso.

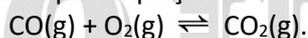
09) (Santa Casa SP) Os resíduos químicos produzidos em laboratórios de ensino e pesquisa devem ser tratados adequadamente antes de serem descartados. A remoção de íons crômio(III) de soluções descartadas é feita pela adição de solução de hidrogenofosfato de sódio (Na_2HPO_4), com a formação do composto insolúvel fosfato de crômio(III) (CrPO_4) representado no equilíbrio reacional:



A formação do fosfato de crômio(III) é favorecida ao se adicionar ao equilíbrio reacional uma solução aquosa contendo íons

- a) Na^+
- b) NO_3^-
- c) OH^-
- d) H^+
- e) Cl^-

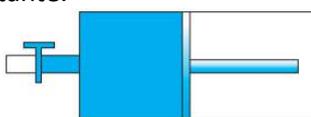
10) (UECE) O dióxido de carbono pode ser formado a partir da reação do monóxido de enxofre com o oxigênio expressa pela equação não balanceada



Assinale a opção que representa corretamente o efeito provocado pela retirada de dióxido de carbono.

- a) A concentração de $\text{CO}(\text{g})$ aumenta mais do que a concentração de $\text{O}_2(\text{g})$.
- b) A concentração de $\text{CO}(\text{g})$ diminui mais do que a concentração de $\text{O}_2(\text{g})$.
- c) As concentrações de $\text{CO}(\text{g})$ e de $\text{O}_2(\text{g})$ não se alteram.
- d) As concentrações de $\text{CO}(\text{g})$ e de $\text{O}_2(\text{g})$ diminuem igualmente.

11) (UCB-DF) Num cilindro com pistão móvel, provido de torneira, conforme a figura, estabeleceu-se o equilíbrio abaixo, sendo que a temperatura foi mantida constante.

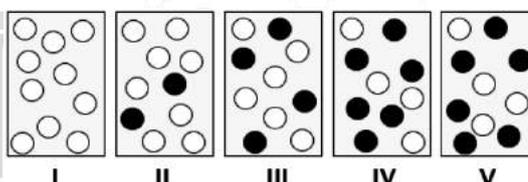


De acordo com os dados apresentados e seus conhecimentos sobre equilíbrio químico, assinale V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas.

- 1- () Reduzir o volume, por deslocamento do pistão, acarretará maior produção de $\text{NO}_2(\text{g})$ dentro do cilindro.
- 2- () Introduzir mais $\text{NO}_2(\text{g})$ pela torneira, o pistão permanecendo fixo, acarretará maior produção de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ dentro do cilindro.
- 3- () Introduzir mais $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ pela torneira, o pistão permanecendo fixo, acarretará um deslocamento do equilíbrio no sentido direto, de formação de $\text{NO}_2(\text{g})$, até o mesmo ser restabelecido.
- 4- () Aumentar o volume, por deslocamento do pistão, acarretará um deslocamento do equilíbrio para a esquerda, havendo maior produção de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$.
- 5- () Introduzir ar pela torneira, o pistão permanecendo fixo, não desloca o equilíbrio porque nenhum de seus componentes participa da reação.

12) (FCM MG) A figura abaixo ilustra uma reação hipotética de $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g})$ $\Delta H > 0$. Na figura, as bolinhas em I correspondem ao reagente A e a sequência da esquerda para a direita indica o sistema à medida que o tempo passa.

Sendo os processos elementares com constantes de velocidade $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ para a reação direta e $1,5 \cdot 10^{-1} \text{ s}^{-1}$ para a reação inversa, assinale a alternativa CORRETA.



(BROWN, LeMay, BURSTEN. Química Central. 9a Edição. PEARSON: SP, 2005, p. 558. Adaptado.)

- a) O valor da constante de equilíbrio para a reação $\text{A}(\text{g}) = \text{B}(\text{g})$ é $2,8 \cdot 10^{-4}$.
- b) A temperatura, ao ser aumentada, diminui o número de bolas escuras.
- c) A pressão parcial de A, no equilíbrio, é igual à pressão parcial de B.
- d) O sistema $\text{A}(\text{g}) = \text{B}(\text{g})$ atinge um estado de equilíbrio químico em IV.

13) (UEM PR) Em um cilindro de volume 1 L são adicionados 1 mol do reagente $\text{H}_2(\text{g})$ e 1 mol do reagente $\text{Cl}_2(\text{g})$. Eles reagem entre si e, após um dado tempo, atingem o equilíbrio, formando 1,6 mol de $\text{HCl}(\text{g})$. Sobre o assunto, assinale o que for correto.

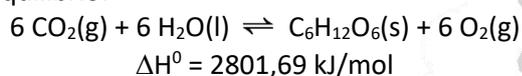
- 01. Mantida a temperatura constante, uma alteração de volume do cilindro deslocará o equilíbrio da reação.
- 02. A constante de equilíbrio da reação descrita no comando da questão (caput) é 64.

04. Ao se colocarem 2 mols de HCl(g) em um cilindro inicialmente evacuado de 1 L que se encontra na mesma temperatura do cilindro descrito no caput, após se atingir o equilíbrio, será obtido 0,2 mol de H₂(g).

08. Na reação descrita no comando da questão (caput), a substituição de 1 mol do cloro gasoso no meio reacional por 1 mol de iodo sólido, obtendo-se no equilíbrio 1,6 mol de HI(g), fará que o valor numérico da constante de equilíbrio seja o mesmo da reação com o cloro.

16. Um catalisador deve ser adicionado ao cilindro para que a quantidade de HCl obtida, no equilíbrio, seja maior que 1,6 mol.

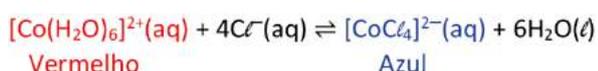
14) (UDESC SC) Fotossíntese é o processo físico-químico pelo qual plantas, algas e algumas espécies de bactérias convertem energia luminosa em energia química, pela absorção de dióxido de carbono e água do ambiente ao seu redor transformando-os em compostos orgânicos (carboidratos) e, paralelamente, gerando gás oxigênio. O processo da fotossíntese pode ser quimicamente descrito pela reação química em equilíbrio:



Com base nestes dados, assinale a alternativa **correta**.

- Caso um catalisador atue neste processo químico haverá um aumento na produção de O₂ e carboidrato, uma vez que a velocidade da reação aumentará.
- O aumento da pressão no sistema acima acarretará uma maior produção de gás oxigênio e de carboidrato.
- Se, por alguma razão, a concentração de C₆H₁₂O₆ for reduzida, o equilíbrio químico será deslocado no sentido de formação dos reagentes, segundo o princípio de Le Chatelier.
- Baseado na reação acima, o processo da fotossíntese pode contribuir para o desequilíbrio climático, fruto do aquecimento global, pois o dióxido de carbono é um dos gases responsáveis pelo chamado efeito estufa.
- O aumento da temperatura deslocará o equilíbrio químico, em questão, no sentido de formação dos produtos, pois a reação é endotérmica.

15) (Fuvest SP) Para estudar equilíbrio químico de íons Co²⁺ em solução, uma turma de estudantes realizou uma série de experimentos explorando a seguinte reação:



Nesse equilíbrio, o composto de cobalto com água, [Co(H₂O)₆]²⁺(aq), apresenta coloração vermelha, enquanto o composto com cloretos, [CoCl₄]²⁻(aq), possui coloração azul.

Para verificar o efeito de ânions de diferentes sais nessa mudança de cor, 7 ensaios diferentes foram realizados. Aos tubos contendo apenas alguns mL de uma solução de nitrato de cobalto II, de coloração vermelha, foram adicionadas pequenas quantidades de diferentes sais em cada tubo, como apresentado na tabela, com exceção do ensaio 1, no qual nenhum sal foi adicionado.

Após agitação, os tubos foram deixados em repouso por um tempo, e a cor final foi observada.

Ensaio	Sal adicionado	Cor inicial	Cor final
1	Nenhum	Vermelha	Vermelha
2	KCl	Vermelha	Azul
3	Na ₂ SO ₄	Vermelha	Vermelha
4	CuCl	Vermelha	Vermelha
5	K ₂ SO ₄	Vermelha	?
6	AgCl	Vermelha	?
7	NaCl	Vermelha	?

A alternativa que representa a cor final observada nos ensaios 5, 6 e 7, respectivamente, é:

	Cor final obtida no:		
	Ensaio 5 Adição de K ₂ SO ₄	Ensaio 6 Adição de AgCl	Ensaio 7 Adição de NaCl
a)	Azul	Azul	Vermelha
b)	Azul	Vermelha	Azul
c)	Vermelha	Azul	Azul
d)	Vermelha	Vermelha	Azul
e)	Vermelha	Azul	Vermelha

Note e adote:

Solubilidade dos sais em g/100 mL de água a 20°C

AgCl	1,9×10 ⁻⁴	NaCl	35,9
CuCl	9,9×10 ⁻³	Na ₂ SO ₄	13,9
KCl	34,2	K ₂ SO ₄	11,1

Vem ENEM

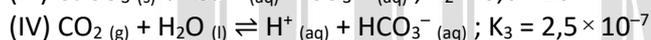
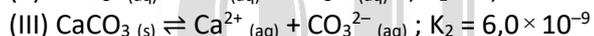
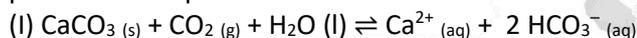
01) (ENEM-2016) Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentre os gases gerados na combustão completa da borracha vulcanizada, alguns são poluentes e provocam a chuva ácida. Para evitar que escapem para a atmosfera, esses gases podem ser borbulhados em uma 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	$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$	$1,3 \times 10^{-10}$
Piridina	$C_5H_5N + H_2O \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$	$1,7 \times 10^{-9}$
Metilamina	$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$	$4,4 \times 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$	$2,8 \times 10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$	$3,1 \times 10^{-2}$

Dentre as substâncias listadas no quadro, aquela capaz de remover com maior eficiência os gases poluentes é o(a)

- fenol.
- piridina.
- metilamina.
- hidrogenofosfato de potássio.
- hidrogenosulfato de potássio.

02) (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:



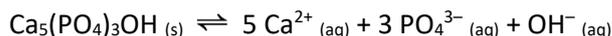
Com base nos valores das constantes de equilíbrio das reações II, III e IV a 25 °C, qual é o valor numérico da constante de equilíbrio da reação I?

- $4,5 \times 10^{-26}$
- $5,0 \times 10^{-5}$
- $0,8 \times 10^{-9}$
- $0,2 \times 10^5$
- $2,2 \times 10^{26}$

03) (ENEM-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

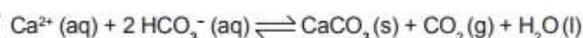
O esmalte dos dentes é constituído de hidroxiapatita ($Ca_5(PO_4)_3OH$), um mineral que sofre desmineralização em meio ácido, de acordo com a equação química:



Das bebidas listadas na tabela, aquela com menor potencial de desmineralização dos dentes é o

- chá.
- café.
- vinho.
- refrigerante.
- suco de limão.

04) (ENEM-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.

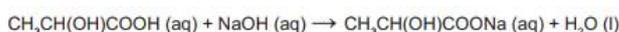


$$\Delta H = +40,94 \text{ kJ/mol}$$

Considerando o equilíbrio que ocorre na segunda etapa, a formação de carbonato será favorecida pelo(a):

- diminuição da concentração de íons OH^- no meio.
- aumento da pressão do ar no interior da caverna.
- diminuição da concentração de HCO_3^- no meio.
- aumenta da temperatura no interior da caverna.
- aumento da concentração de CO_2 dissolvido.

05) (ENEM-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 láctico, encontra-se na faixa permitida pela legislação, o leite adulterado passa a ser comercializado. A reação entre o hidróxido de sódio e o ácido láctico pode ser representada pela equação química:

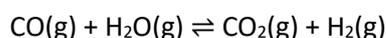


A consequência dessa adulteração é o(a)

- aumento do pH do leite.
- diluição significativa do leite.
- precipitação do lactado de sódio.
- diminuição da concentração de sais.
- aumento na concentração de íons H^+ .

Nomeie a geometria da molécula de amônia e aponte, de acordo com a teoria de Lewis, a característica responsável pelo caráter básico dessa substância. Indique, também, as alterações na pressão e na temperatura do sistema necessárias para aumentar a produção de amônia.

02) (FUVEST) Considere o equilíbrio, em fase gasosa,



cuja constante K, à temperatura de 430°C, é igual a 4. Em um frasco de 1,0 L, mantido a 430°C, foram misturados 1,0 mol de CO, 1,0 mol de H₂O, 3,0 mol de CO₂ e 3,0 mol de H₂. Esperou-se até o equilíbrio ser atingido.

a) Em qual sentido, no de formar mais CO ou de consumi-lo, a rapidez da reação é maior, até se igualar no equilíbrio? Justifique.

b) Calcule as concentrações de equilíbrio de cada uma das espécies envolvidas (Lembrete: $4 = 2^2$).

RESPOSTAS

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) D	01) 7	01) C	01) D
02) B	02) A	02) A	02) B
03) E	03) D	03) F, F, V, F, V	03) A
04) C	04) B	04) F, V, F, V, F	04) D
05) D	05) D	05) D	05) A
06) E	06) C	06) D	06) A
07) C	07) A	07) B	07) B
	08) D	08) D	08) D
	09) 01	09) C	09) D
	10) B	10) B	
	11) D	11) F, V, V, F, V	
	12) E	12) D	
	13) A	13) 06	
	14) C	14) E	
		15) D	

Abertas, lá vou eu!

01)

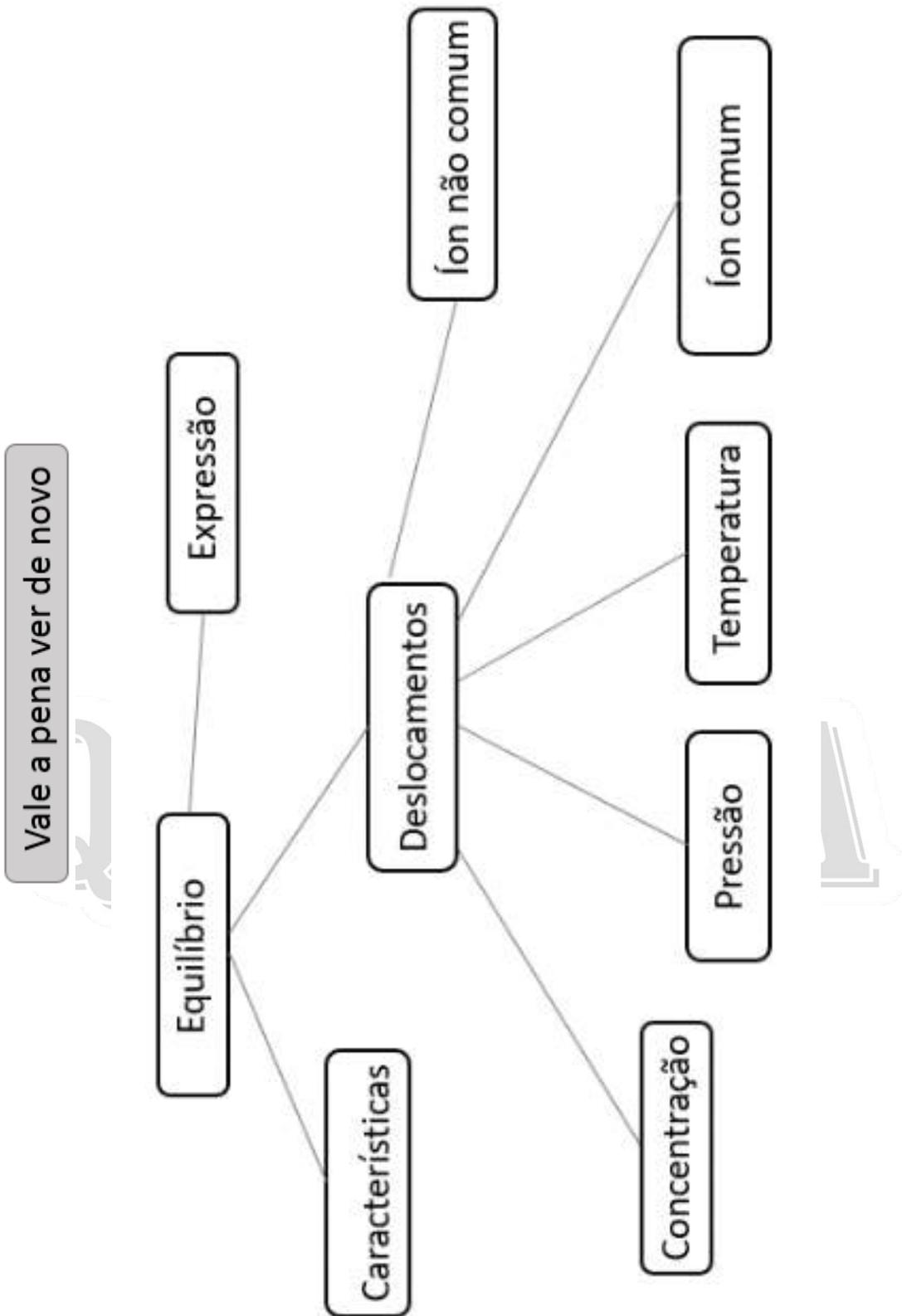
Geometria: piramidal.

Característica: par de elétrons não ligante disponível.

Alterações: aumentar a pressão e diminuir a temperatura.

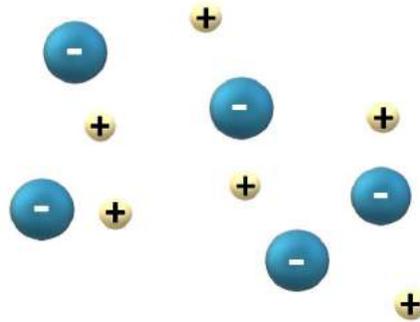
02)

a) formação de CO b) $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 4/3 \text{ mol/L}$ e $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 8/3 \text{ mol/L}$



1) Equilíbrio iônico I

Este tipo de equilíbrio ocorre em ambiente aquoso com íons, são muito importantes em meios biológicos. O equilíbrio iônico pode ser dividido em equilíbrio: ácido, básico, da água e de hidrólise.

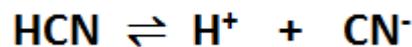


2) Equilíbrio iônico dos ácidos (Ka)

Os ácidos em solução aquosa liberam íons por meio da ionização, uns em maior grau (forte) e outros menor (fraco), por isso essas soluções aquosas conduzem corrente. A extensão desta ionização pode ser medida através do grau de ionização (α) que pode ser calculado por:

$$\alpha = \frac{\text{n}^\circ \text{ moléculas ionizadas}}{\text{n}^\circ \text{ moléculas totais}} \cdot 100$$

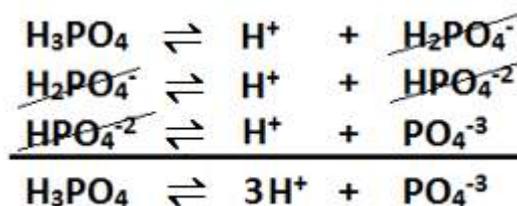
A ionização dos ácidos ocorre da seguinte forma:



Para poliácidos, temos a ionização parcial de cada H^+



A equação global do processo consiste na somatória destas três etapas

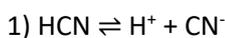


2.1. Expressão da constante de equilíbrio ácida

A expressão para a constante de equilíbrio ácida é a mesma para os outros K 's, ou seja, produto por reagente.

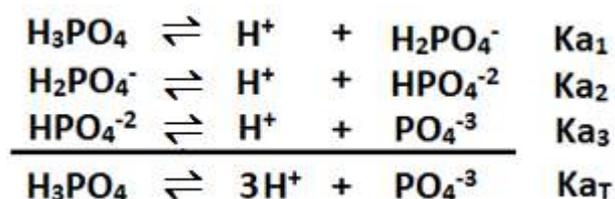
$$K_a = \frac{[\text{produto}]^{\text{coeficiente}}}{[\text{reagente}]^{\text{coeficiente}}}$$

Ex:



2.1.a. Constante de equilíbrio para poliacidos

Para poliacidos, cada etapa de ionização possui uma expressão e valor de K_a .



Expressões de:

K_{a1}

K_{a2}

K_{a3}

K_{aT}

Os valores de K 's das etapas de ionização são diferentes, porem relacionáveis.

$$K_{a1} > K_{a2} > K_{a3} \dots$$

O valor do K_{aT} pode ser calculado desta maneira:

$$K_{aT} = K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot K_{a3}$$

Isso é proveniente das somas das expressões, que acarretam na multiplicação dos K 's.

2.2. Força de um ácido

Ácidos fortes liberam muitos H^+ , e conseqüentemente terão valores de K_a muito elevados. Muitas vezes o valor do K_a é expresso em função de "p" (-log), aí lê-se $\text{p}K_a$, que quanto mais forte for o ácido, mais baixo será este valor.

Ex:

Determine o ácido mais fraco e mais forte da tabela abaixo.

Ácido	Fórmula	K_a	$\text{p}K_a$
Acético	H_3CCOOH	$1,8 \times 10^{-5}$	4,74
Fluorídrico	HF	$7,0 \times 10^{-4}$	3,15
Fórmico	HCOOH	$1,8 \times 10^{-4}$	3,74

3) Equilíbrio iônico das bases (K_b)

As bases em solução aquosa liberam íons por meio da dissociação, uns em maior grau (forte) e outros menor (fraco), por isso essas soluções aquosas conduzem corrente. A extensão desta dissociação pode ser medida através do grau de dissociação (α) que pode ser calculado por:

$$\alpha = \frac{\text{n}^\circ \text{ moléculas dissociadas}}{\text{n}^\circ \text{ moléculas totais}} \cdot 100$$

A dissociação das bases ocorre da seguinte forma:

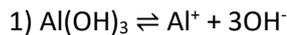


3.1. Expressão da constante de equilíbrio básica

A expressão para a constante de equilíbrio básica é a mesma para os outros K's, ou seja, produto por reagente.

$$K_b = \frac{[\text{produto}]^{\text{coeficiente}}}{[\text{reagente}]^{\text{coeficiente}}}$$

Ex:



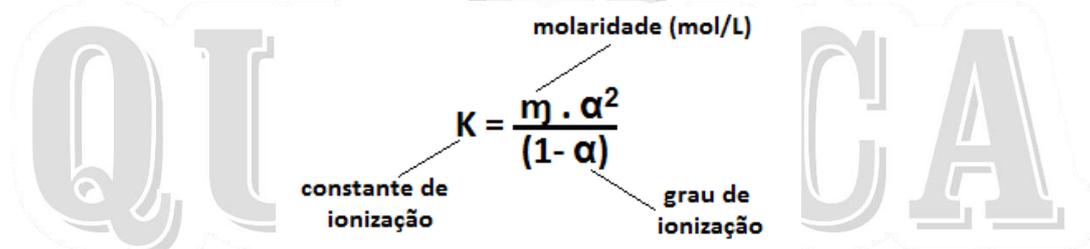
→ **Obs 1:** as dissociações também podem ser parciais e a linha de raciocínio dos ácidos é usada da mesma maneira;

→ **Obs 2:** a força da base pode ser mensurada da mesma maneira, quanto maior o K_b , maior a força da base e quanto menor o pK_b , maior a força da base.

4) Efeito da diluição nas soluções ácidas ou básicas

A diluição representa a adição de solvente a uma dada solução, quando isso acontece, a disponibilidade de moléculas de água para dissociar/ionizar aumenta, assim o grau de ionização (α) será aumentado, mas a constante ácida/básica (K) não, pois ela só varia com a temperatura.

4.1. Expressão da Lei da diluição (Lei de Ostwald)



$$K = \frac{m \cdot \alpha^2}{(1 - \alpha)}$$

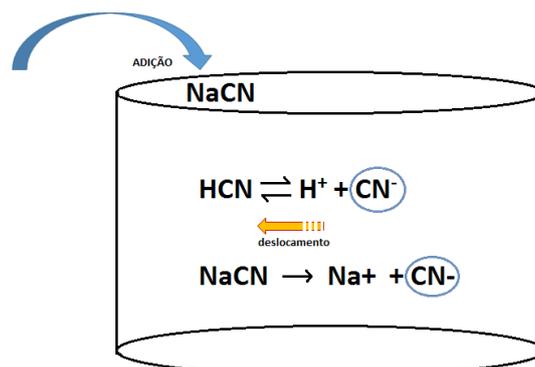
Labels: m is molaridade (mol/L); K is constante de ionização; α is grau de ionização.

→ **Obs:** para eletrólitos fracos, o termo $(1 - \alpha)$ pode ser substituído por 1.

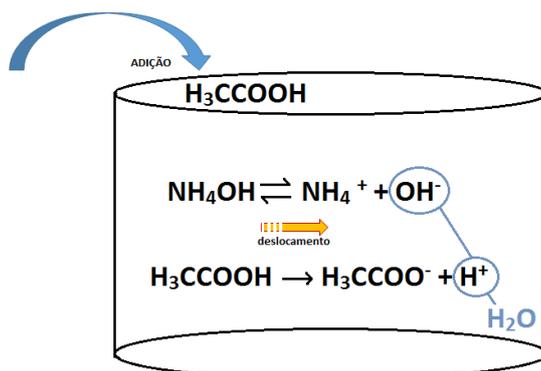
5) Deslocamento de equilíbrio para soluções aquosas

O deslocamento de equilíbrio de soluções aquosas é o mesmo visto anteriormente. Lembrando que ele busca compensar uma perturbação externa feita no equilíbrio.

5.1. Efeito do íon comum

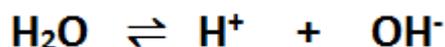


5.2. Efeito do íon não comum



6) Equilíbrio iônico da água

A água pura, praticamente não contém íons, mas este “praticamente” não significa nenhum íon, por mais que sejam pouquíssimos íons em solução, eles existem. Os pouquíssimos íons presentes na água pura são originados através da auto ionização da água.



6.1. Expressão do equilíbrio da auto ionização da água (Kw)

Como todo equilíbrio químico a expressão é dada por produto sobre reagente.

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

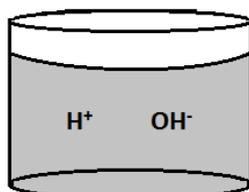
Como dito anteriormente, esta ionização é muito baixa, e a 25°C ela tem um valor de 1.10^{-14}

6.2. Concentração dos íons e meio

A relação entre as concentrações de H^+ e OH^- vão fornecer um caráter ácido, básico ou neutro para o meio.

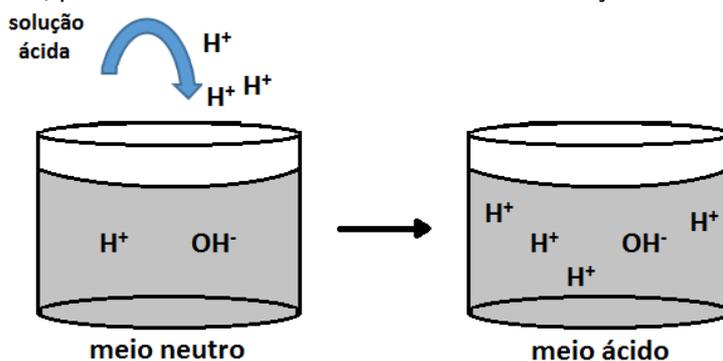
Meio neutro

Neste meio, o nº de $\text{H}^+ = \text{OH}^-$, já que esses íons são originários apenas da auto ionização da água.



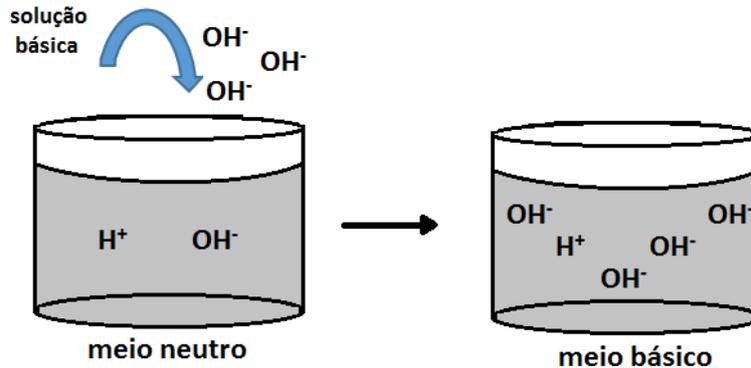
Meio ácido

Neste meio, o nº de $\text{H}^+ > \text{OH}^-$, pois foi adicionado mais íons H^+ de uma solução ácida.



Meio básico

Neste meio, o nº de $H^+ < OH^-$, pois foi adicionado mais íons OH^- de uma solução básica.



Conclusão

Meio ácido: $[H^+] > [OH^-]$, para 25°C $[H^+] > 10^{-7}$ e $[OH^-] < 10^{-7}$

Meio neutro: $[H^+] = [OH^-]$, para 25°C $[H^+] = 10^{-7}$ e $[OH^-] = 10^{-7}$

Meio básico: $[H^+] < [OH^-]$, para 25°C $[H^+] < 10^{-7}$ e $[OH^-] > 10^{-7}$

6.3. A concentração em função do logaritmo

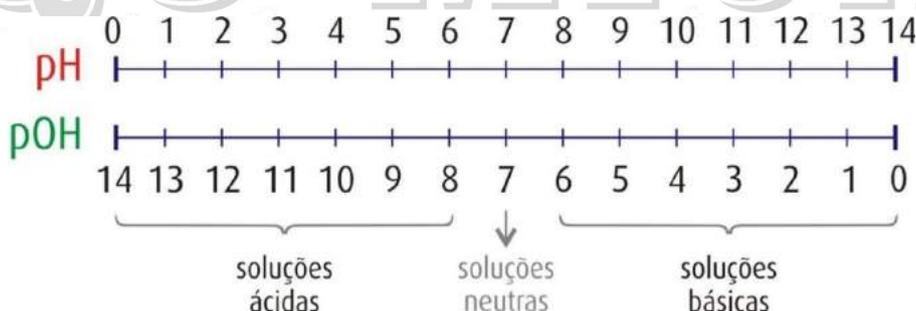
Como as soluções representadas por essa notação são sempre muito diluídas, os valores de concentração são sempre muito baixos, por isso costuma-se usar uma notação de logaritmo para que o valor seja mais conveniente.

$$pK_w = pH + pOH \quad pH = -\log [H^+] \quad pOH = -\log [OH^-]$$

$$pK_w = pH + pOH$$

$$\text{a } 25^\circ\text{C } 14 = pH + pOH$$

Escala de pH e pOH a 25°C



→ **Obs:** observe que as escalas de pH e pOH são complementares e a 25° C as duas devem somar 14.

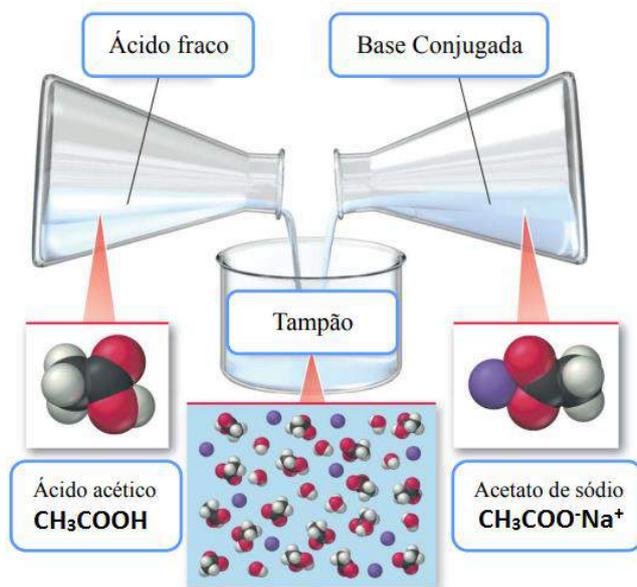
Ex:

1) Calcule o pH e pOH de uma solução de 0,001 mol/L de HCl

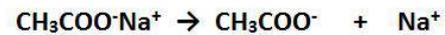
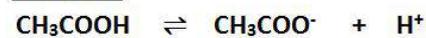
2) Calcule o pH e pOH de uma solução de 0,0002 mol/L de NaOH. (log 2 = 0,3)

7.1. Mecanismo de um tampão

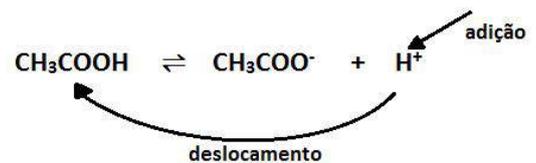
O segredo de funcionamento de uma solução tampão, é que ela contém íons capazes de reagir tanto com o íon H^+ quanto com o íon OH^- .



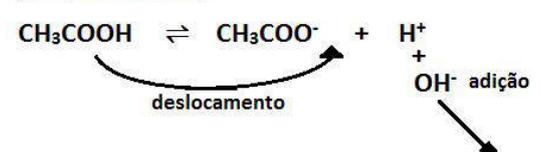
Tampão



Adição de ácido



Adição de base



Observe que tanto o íon H^+ quanto o OH^- são consumidos pelos íons da solução tampão. É claro que o tampão não é infinito, no momento em que ele "estoura", significa que os íons já foram todos consumidos.

7.2. Tampões importantes

Praticamente todos os sistemas biológicos são tamponados, pois eles não podem sofrer grandes variações de pH, com risco de perder a ação de enzimas e consequentemente o não funcionamento do corpo.

Ex:

- tampão fosfato no citoplasma das células;
- tampão bicarbonato no sangue;
- tampão de proteínas.

Tampão bicarbonato

O tampão bicarbonato/ácido carbônico ($pK_a = 6,1$) mantém o pH do sangue numa "faixa segura" compreendida entre 7,35 e 7,45, resistindo às variações de pH para cima ou para baixo desses valores. Esse é o principal tampão sanguíneo. De forma geral, quando um indivíduo tem o pH sanguíneo abaixado para níveis inferiores a 7,35 diz-se que ele está com acidose, acima deste valor alcalose.

Acidose:

- batimento cardíaco acelerado;
- dor de cabeça;
- confusão mental;
- fraqueza e cansaço;
- náusea e vômito;
- hálito cetônico.

Alcalose:

- náuseas;
- torpor;
- espasmos musculares prolongados;
- tremor nas mãos;
- contração muscular.

7.2. Calculando o pH do tampão

Para se calcular o pH de um tampão, pode-se usar da fórmula de Henderson Hasselbach (abaixo) ou mesmo usar a expressão de K_a ou K_b correspondente.

$$pH = pK_a + \log \frac{[sal]}{[ácido]}$$

ou

$$pOH = pK_b + \log \frac{[sal]}{[base]}$$

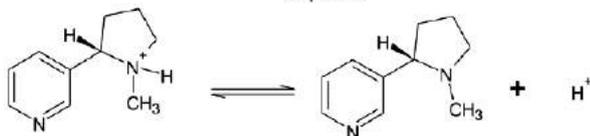
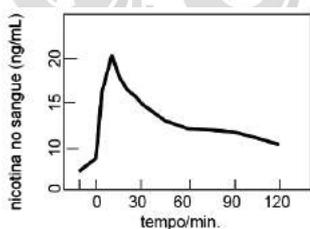
→ **Obs:** $pK_a = pH$ que provoca 50% de dissociação do ácido $[HA] = [A^-]$

Ex:

O pH de uma solução-tampão formada pela mistura de solução com $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de ácido acético e solução com $0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de acetato de sódio é: **Dados:** K_a do ácido acético = $1,8 \cdot 10^{-5}$; $\log 1,8 = 0,25$ e $\log 5 = 0,7$.

Acerto miseravi

01) (UNICAMP SP) O sangue que circula por todo o nosso corpo é muito resistente a alterações, mas acaba sendo o depósito de muitos resíduos provenientes da ingestão de alguma substância. No caso dos fumantes, o contato com a nicotina após o consumo de um cigarro leva à variação de concentração de nicotina no sangue ao longo do tempo, como mostra o gráfico abaixo.



A constante de equilíbrio da equação acima é 10^{-8} . Qual das formas da nicotina estará em maior concentração no sangue: a forma protonada ou a desprotonada? Justifique sua resposta.

Dados: MM da nicotina = $162,2 \text{ g/mol}$, $\log 4 = 0,6$

02) (UFSM-RS) As substâncias genéricas A, B e C, em solução aquosa, apresentam as concentrações mostradas no quadro:

Substância	Concentração
A	$[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-4}$
B	$[OH^-] = 1,0 \cdot 10^{-5}$
C	$[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-8}$

Pode-se afirmar que a ordem decrescente de acidez dessas substâncias a 25°C é:

- $B > C > A$
- $C > A > B$
- $A > C > B$
- $C > B > A$
- $A > B > C$

03) (MACKENZIE-SP) A análise feita, durante um ano, da chuva da cidade de São Paulo forneceu um valor médio de pH igual a 5. Comparando-se esse valor com o do pH da água pura, percebe-se que o $[H^+]$ na água da chuva é, em média:

- 2 vezes menor.
- 5 vezes maior.
- 100 vezes menor.
- 2 vezes maior.
- 100 vezes maior.

Manjando dos paranauê

01) (PUC-MG) A concentração hidrogeniônica do suco de limão puro é 10^{-2} mol/L. O pH de um refresco preparado com 30 mL de suco de limão e água suficiente para completar 300 mL é igual a:

- 2
- 3
- 4
- 6
- 11

02) (PUC-MG) A seguir, estão tabeladas as constantes de ionização (K_a) em solução aquosa a 25°C.

Ácido	$K_a(25\text{ }^\circ\text{C})$
HBrO	$2,0 \cdot 10^{-9}$
HCN	$4,8 \cdot 10^{-10}$
HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$
HClO	$3,5 \cdot 10^{-8}$
HClO ₂	$4,9 \cdot 10^{-3}$

A ordem decrescente de acidez está corretamente representada em:

- $\text{HClO}_2 > \text{HCOOH} > \text{HClO} > \text{HBrO} > \text{HCN}$.
- $\text{HCN} > \text{HBrO} > \text{HClO} > \text{HCOOH} > \text{HClO}_2$.
- $\text{HClO}_2 > \text{HClO} > \text{HCOOH} > \text{HCN} > \text{HBrO}$.
- $\text{HCOOH} > \text{HClO} > \text{HClO}_2 > \text{HBrO} > \text{HCN}$.
- $\text{HClO}_2 > \text{HBrO} > \text{HClO} > \text{HCOOH} > \text{HCN}$.

03) (Fac. de Medicina de Petrópolis RJ) Em química, pH é uma escala numérica adimensional utilizada para especificar a acidez ou a basicidade de uma solução aquosa. A rigor, o pH refere-se à concentração molar de cátions hidrônio (H^+ ou H_3O^+) presentes no meio e indica se esse meio, ou mistura, é ácido, básico ou neutro. A Tabela mostra alguns exemplos do pH de substâncias usadas em nosso cotidiano.

Substâncias	pH
Água potável	5 a 8
Água pura	7
Amoníaco (doméstico)	12
Suco de limão	2

A $[\text{OH}^-]$ do amoníaco de uso doméstico é

- 10^{-2}
- 10^{-8}
- 10^{-12}
- 10^{-7}
- 10^{-9}

04) (PUC Campinas SP) A curcumina, substância presente no açafrão, pode ser utilizada como um

indicador de pH, pois apresenta uma coloração amarela em solução ácida ($\text{pH} < 7,4$) e uma coloração vermelha em solução básica ($\text{pH} > 8,6$). Considere o quadro abaixo:

Material	Concentração de íons H^+ (mol/L)
limão	10^{-2}
tomate	10^{-4}
água de torneira	10^{-7}
sabonete líquido	10^{-10}
água de cal	10^{-12}

Apresentarão cor vermelha com esse indicador, dentre os materiais do quadro, APENAS

- limão e tomate.
- água de torneira e água de cal.
- sabonete líquido e água de cal.
- limão, tomate e água de torneira.
- água de torneira, sabonete líquido e água de cal.

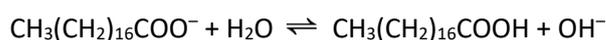
05) (FUVEST-SP) Entre os líquidos da tabela adiante

Líquido	$[\text{H}^+]$	$[\text{OH}^-]$
Leite	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Água do mar	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$
Coca-cola	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$
Café preparado	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$
Lágrima	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Água sanitária	$1,0 \cdot 10^{-12}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$

Tem caráter ácido apenas:

- o leite e a lágrima.
- a água de lavadeira.
- o café preparado e a Coca-Cola.
- a água do mar e a água de lavadeira.
- a Coca-Cola.

06) (FCM PB) Uma dermatologista foi procurada por uma paciente para tratar de manchas na pele devido ao uso de drogas durante a juventude. A dermatologista usou da técnica do peeling químico um tratamento estético onde são aplicados sais de ácidos sobre a pele, que ajudam a retirar as camadas danificadas por meio da descamação e a promover o crescimento de uma camada lisa, mais elástica, suave e fresca, por meio da renovação celular. Durante o processo foi usado um sal de ácido carboxílico: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^- \text{Na}^+$. Na pele, os ânions do sabão hidrolisam a água da pele, desse modo, forma o ácido carboxílico correspondente. Para o estearato de sódio usado, foi estabelecido o seguinte equilíbrio:



Ao se formar o ácido esteárico com pouca solubilidade em água, a técnica se torna pouco eficiente na remoção da pele morta e manchada, para controlar a eficiência da técnica faz-se necessário que a dermatologista controle o pH da solução.

Com base nessa informação, é correto concluir que o sabão atua de maneira

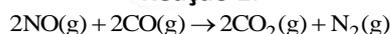
- eficiente em qualquer faixa de pH
- mais eficiente em pH ácido
- mais eficiente em pH neutro para ácido
- mais eficiente em pH neutro
- mais eficiente em pH básico

07) (Univag MT) No rótulo de uma garrafa de água mineral sem gás consta a informação de que a 25 °C o pH da água é igual a 6. Pode-se afirmar que, a essa temperatura, essa água mineral tem caráter

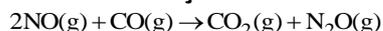
- ácido e a concentração de íons H^+ é menor que a de íons OH^- .
- básico e a concentração de íons H^+ é maior que a de íons OH^- .
- neutro e as concentrações de íons H^+ e OH^- são iguais.
- básico e a concentração de íons H^+ é menor que a de íons OH^- .
- ácido e a concentração de íons H^+ é maior que a de íons OH^- .

08) (Santa Casa SP) Dependendo das condições reacionais, monóxido de nitrogênio e monóxido de carbono reagem para formar dióxido de carbono e gás nitrogênio, ou monóxido de dinitrogênio, conforme representado nas equações a seguir.

Reação 1:



Reação 2:



Dentre os gases representados nas reações 1 e 2, aqueles que, ao serem borbulhados separadamente em água destilada, resultam em uma solução com pH próximo de 4 e em uma solução neutra são, respectivamente, os gases

- monóxido de dinitrogênio e monóxido de carbono.
- dióxido de carbono e monóxido de nitrogênio.
- monóxido de nitrogênio e nitrogênio.
- monóxido de nitrogênio e monóxido de dinitrogênio.
- monóxido de nitrogênio e monóxido de carbono.

09) (UEFS BA) Acidose e alcalose são estados anormais resultantes de excesso de ácidos ou de bases no

sangue. Acidose é um excesso de ácido no sangue, com pH abaixo de 7,35, e alcalose é um excesso de base no sangue, com pH acima de 7,45. Muitos distúrbios e doenças podem interferir no controle do pH sanguíneo, causando acidose ou alcalose.

(www.labtestsonline.org.br. Adaptado.)

Os equilíbrios químicos simultâneos envolvidos na acidose respiratória estão representados a seguir:



O risco de morte pela variação do pH sanguíneo acontece quando o valor do pH chega próximo a 6,8, no caso de acidose, e a 7,8, no caso de alcalose. A variação da concentração dos íons H^+ no intervalo de pH de 6,8 a 7,8 corresponde a

- 10 vezes.
- 20 vezes.
- 200 vezes.
- 100 vezes.
- 50 vezes.

Agora eu tô um nojo

01) (UFMT-MT) Uma solução 0,2 molar de hidróxido de amônio apresenta grau de ionização igual a 0,015. A constante de ionização desse soluto é igual a:

- $3,4 \cdot 10^{-4}$
- $2,4 \cdot 10^{-11}$
- $1,8 \cdot 10^{-7}$
- $1,8 \cdot 10^{-5}$
- $4,5 \cdot 10^{-5}$

02) (FATEC-SP) Qual o pH de uma solução em que a concentração de íons H^+ é igual a $2,0 \cdot 10^{-4}$ mol/litro? (Dado: $\log_{10} 2 = 0,30$)

- 2,4
- 3,0
- 3,7
- 4,0
- 4,3

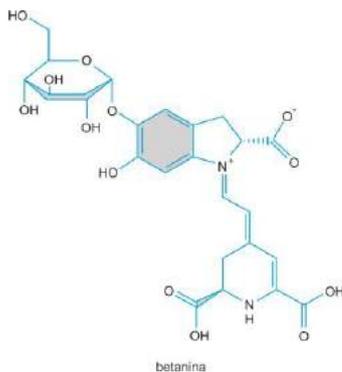
03) (FMABC SP) As betalaínas são pigmentos que apresentam uma coloração amarelo-alaranjado ou vermelho-violeta, encontrados num número limitado de espécies vegetais. Mais de setenta betalaínas de ocorrência natural já foram identificadas e estão divididas em dois grupos, as betacianinas (apresentando cor vermelho-violeta) e as betaxantinas (de cor amarela).

As betalaínas ocorrem principalmente na bunganvília, na beterraba, na pitaia, na acelga e no figo-da-Índia.

A betacianina mais comum é a betanina, o principal pigmento das beterrabas vermelhas.

Relativamente aos valores de pH, quando compreendidos no intervalo entre 3 e 7, não afetam a cor das betacianinas, de uma forma geral. Abaixo do pH 3, a cor da betanina se altera para violeta e acima de pH 7 a cor passa para azul. Acima de pH 10, a betanina é degradada, originando um produto amarelo e um produto incolor.

A fórmula estrutural da betanina está representada a seguir.



Considere duas soluções aquosas preparadas da seguinte maneira:

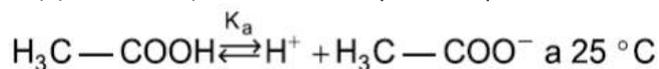
Solução 1 – preparada pela diluição de 1,0 mL de HCl 1,0 mol/L em água destilada até completar o volume de 100 mL.

Solução 2 – preparada pela diluição de 1,0 mL de NaOH 0,01 mol/L em água destilada até completar o volume de 1,0 L.

Considerando que tanto o ácido quanto a base estejam 100% ionizados, pode-se afirmar que a betanina, em presença das soluções 1 e 2, apresentará, respectivamente, as cores

- violeta e azul.
- azul e amarela.
- azul e violeta.
- violeta e violeta.
- violeta e amarela.

04) (UEMA-MA) Considere o equilíbrio químico:



e assinale o que for correto.

- A adição de etanoato de sódio (acetato de sódio) aumentará a quantidade de íon H^+
- A adição de etanoato de sódio aumentará o grau de ionização do ácido etanóico.
- A adição de HCl provocará um deslocamento do equilíbrio para a esquerda.
- A adição de hidróxido de sódio não influenciará no equilíbrio.

(16) K_a é a constante de ionização do ácido etanóico e não varia com a temperatura.

(32) O ácido etanóico (ácido acético) é um ácido forte.

05) (PUC Campinas SP) A solução de concentração $1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ que apresenta melhor condução de eletricidade e maior pH, à temperatura de 25°C , é a de:

- HF ($K_a = 6,7 \times 10^{-4}$)
- HCN ($K_a = 4,8 \times 10^{-10}$)
- CH_3COOH ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$)
- NH_4OH ($K_b = 1,8 \times 10^{-5}$)
- LiOH ($K_b = 6,7 \times 10^{-1}$)

06) (FEI-SP) Uma solução 0,01 mol/L de um monoácido está 4,0% ionizada. A constante de ionização desse ácido é:

- $6,66 \cdot 10^{-3}$
- $1,60 \cdot 10^{-5}$
- $3,32 \cdot 10^{-5}$
- $4,00 \cdot 10^{-5}$
- $3,00 \cdot 10^{-6}$

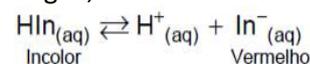
07) (UEL-PR) O produto iônico da água a 50°C é cerca de $5 \cdot 10^{-14}$. Logo, a concentração de íons H^+ (aq) na água pura a essa temperatura é:

- $\sqrt{5} \cdot 10^{-14}$
- $\sqrt{5} \cdot 10^{-7}$
- $2,5 \cdot 10^{-14}$
- $2,5 \cdot 10^{-7}$
- $5 \cdot 10^{-7}$

08) (FATEC-SP) A concentração de íons H^+ (aq) de uma certa solução aquosa é $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$. Sendo assim, nessa mesma solução a concentração de íons OH^- (aq), em mol/L, deve ser: Dado: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$ a 25°C

- $5,0 \cdot 10^{-10}$
- $2,0 \cdot 10^{-10}$
- $5,0 \cdot 10^{-9}$
- $5,0 \cdot 10^{-8}$
- $2,0 \cdot 10^9$

09) (UFMT-MT) Quando o indicador ácido-base HIn é acrescentado à água, estabelece-se o equilíbrio:



A intensidade da cor da solução será aumentada se borbulharmos:

- CO
- CO₂
- CH₄
- NH₃
- H₂S

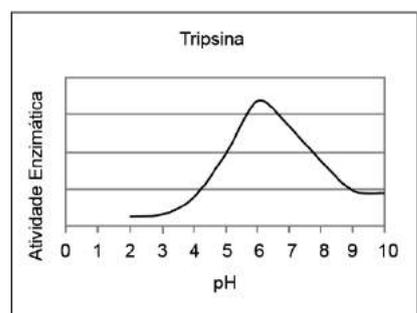
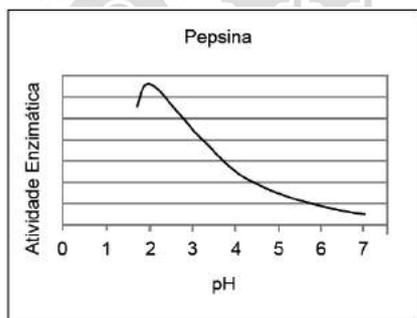
10) (VUNESP-SP) As leis de proteção ao meio ambiente proíbem que as indústrias lancem nos rios efluentes com pH menor que 5 ou superior a 8. Os efluentes das indústrias I, II e III apresentam as seguintes concentrações (em mol/L) de H^+ ou OH^- .

Indústria	Concentração no efluente (mol/L)
I	$[H^+] = 10^{-3}$
II	$[OH^-] = 10^{-5}$
III	$[OH^-] = 10^{-8}$

Considerando apenas a restrição referente ao pH, podem ser lançados em rios, sem tratamento prévio, os efluentes

- da indústria I, somente.
- da indústria II, somente.
- da indústria III, somente.
- das indústrias I e II, somente.
- das indústrias I, II e III.

11) (PUC RS) Macromoléculas biológicas que participam do metabolismo animal, tais como as enzimas, têm suas atividades afetadas quando o pH é alterado. Os gráficos abaixo apresentam a variação na atividade enzimática em função do pH das enzimas pepsina e tripsina, encontradas, respectivamente, no estômago e no intestino.



Com base na análise dos gráficos, podemos concluir que as atividades das enzimas pepsina e tripsina serão máximas quando as concentrações de íons hidrônio (H^+) no meio, em mol L^{-1} , forem, aproximadamente e respectivamente,

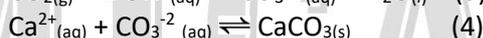
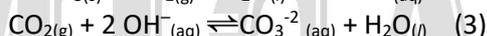
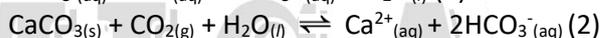
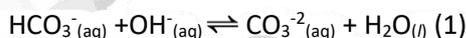
- 10^{-2} e 10^{-6}

- 10^{-3} e 10^{-7}
- 10^{-6} e 10^{-9}
- 10^{-7} e 10^{-10}

12) (UnirG TO) Em uma atividade prática, um estudante preparou uma solução saturada de hidróxido de cálcio transferindo 15 mL dessa solução para um tubo de ensaio. O estudante adicionou a esse sistema 2 gotas de solução de fenolftaleína, que tornou o sistema róseo. Na sequência da atividade, com o auxílio de um canudinho de plástico, o estudante assoprou na solução contida no tubo de ensaio até o aparecimento de uma turvação branca. O que chamou a atenção desse estudante foi o fato de que, ao borbulhar por mais de 5 minutos no tubo de ensaio, essa turvação desapareceu, assim como a cor que antes era rosa. Por fim, o estudante adicionou mais água de cal ao sistema, o que deslocou o equilíbrio no sentido dos reagentes, fato favorecido também pela reação entre os íons hidroxila da água de cal e o bicarbonato.

(SILVA, J.L.; STRADIOTTO, N.R. Soprando na água de cal, Química Nova na Escola, n. 10, novembro 1999).

As equações a seguir descrevem os fatos citados, embora não estejam na ordem sequencial em que ocorreram:



O desaparecimento da turvação, no experimento descrito, é representado pela equação:

- 3
- 2
- 1
- 4

13) (UEG GO) Uma solução aquosa de ácido clorídrico, contendo 0,09125 g de HCl, foi diluída com água para 250 mL, em um balão volumétrico.

Dado: $MM(HCl) = 36,5$ g/mol.

O pH dessa solução será igual a:

- 2
- 1
- 0,1
- 0,2
- 9

14) (UNESP SP) As antocianinas existem em plantas superiores e são responsáveis pelas tonalidades vermelhas e azuis das flores e frutos. Esses corantes

naturais apresentam estruturas diferentes conforme o pH do meio, o que resulta em cores diferentes.

O cátion flavílio, por exemplo, é uma antocianina que apresenta cor vermelha e é estável em $\text{pH} \approx 1$. Se juntarmos uma solução dessa antocianina a uma base, de modo a ter pH por volta de 5, veremos, durante a mistura, uma bonita cor azul, que não é estável e logo desaparece. Verificou-se que a adição de base a uma solução do cátion flavílio com $\text{pH} \approx 1$ dá origem a uma cinética com 3 etapas de tempos muito diferentes. A primeira etapa consiste na observação da cor azul, que ocorre durante o tempo de mistura da base. A seguir, na escala de minutos, ocorre outra reação, correspondendo ao desaparecimento da cor azul e, finalmente, uma terceira que, em horas, dá origem a pequenas variações no espectro de absorção, principalmente na zona do ultravioleta.

(Paulo J. F. Cameira dos Santos *et al.* "Sobre a cor dos vinhos: o estudo das antocianinas e compostos análogos não parou nos anos 80 do século passado". www.inia.vpt, 2018. Adaptado.)

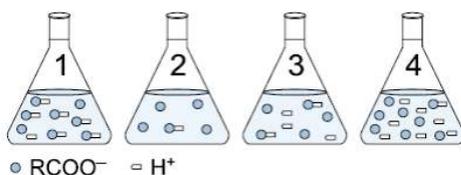
A variação de pH de ≈ 1 para ≈ 5 significa que a concentração de íons H^+ (aq) na solução _____, aproximadamente, _____ vezes. Entre as etapas cinéticas citadas no texto, a que deve ter maior energia de ativação e, portanto, ser a etapa determinante da rapidez do processo como um todo é a _____.

As lacunas do texto são preenchidas, respectivamente, por:

- aumentou ; 10 000 ; primeira.
- aumentou ; 10 000 ; terceira.
- diminuiu ; 10 000 ; terceira.
- aumentou ; 5 ; terceira.
- diminuiu ; 5 ; primeira.

15) (UFSM-RS) Considere a tabela e o quadro esquemático:

Solução	Composto	Concentração	Acidez (K_a)
A	Ácido acético	3mol/L	$1,7 \cdot 10^{-5}$
B	Ácido tricloroacético	0,01mol/L	$2 \cdot 10^{-1}$



Os frascos que melhor representam as soluções A e B são, respectivamente:

- 1 e 2
- 1 e 3
- 2 e 4
- 3 e 2
- 4 e 1

16) (ITA SP) A um béquer contendo 100 mL de ácido acético 0,10 mol/L, a 25°C, foram adicionados 100 mL de água destilada. Considere que a respeito deste sistema sejam feitas as seguintes afirmações:

- O número total de íons diminui.
- O número total de íons aumenta.
- A condutividade elétrica do meio diminui.
- A condutividade elétrica do meio aumenta.
- O número de íons H^+ e H_3CCOO^- por cm^3 diminui.
- O número de íons H^+ e H_3CCOO^- por cm^3 aumenta.

Qual das opções abaixo se refere a todas as afirmações CORRETAS?

- I e V
- II e VI
- III e V
- II, III e V
- I, IV e VI.

17) (Santa Casa SP) Considere as informações das substâncias.

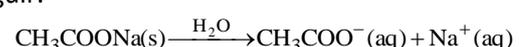
Solução aquosa 0,1 mol/L	Substância	Fórmula molecular	Característica	Constante de ionização
I	Ácido bórico	H_3BO_3	Ácido monoprótico	$K_a \sim 10^{-9}$
II	Procaina	$\text{C}_5\text{H}_{15}\text{NO}$	Amina monobásica	$K_b \sim 10^{-5}$
III	Piridina	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	Amina monobásica	$K_b \sim 10^{-9}$

Devido aos baixos valores de suas constantes de ionização, nas soluções aquosas, as concentrações dos seus produtos de ionização são muito menores do que 0,1 mol/L.

Comparando-se os valores de pH das soluções aquosas 0,1 mol/L dessas substâncias, medidos sob as mesmas condições de temperatura, tem-se

- $\text{pH I} > \text{pH II} > \text{pH III}$.
- $\text{pH I} < \text{pH II} < \text{pH III}$.
- $\text{pH I} > \text{pH II} < \text{pH III}$.
- $\text{pH I} < \text{pH II} = \text{pH III}$.
- $\text{pH I} < \text{pH II} > \text{pH III}$.

18) (Unimontes MG) Uma solução tampão é constituída por um ácido fraco e o sal correspondente. Como exemplo, tem-se o tampão formado pelo sal CH_3COONa e o ácido CH_3COOH . Nesse sistema, ocorrem a dissociação do sal e o equilíbrio de ionização do ácido fraco, como mostram as equações a seguir.

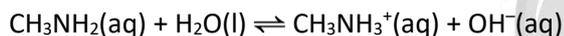


Quanto ao funcionamento do tampão, a adição de íons H^+ até uma determinada concentração não alterará, de modo significativo, o valor de pH porque

- ocorre diminuição da concentração de CH_3COOH .
- ocorre aumento da concentração de CH_3COO^- .
- a concentração de íons Na^+ não sofre alteração.
- a base presente no meio consome os íons H^+ .

Nazaré confusa

01) (ACAFE SC) O seriado televisivo “*Breaking Bad*” conta a história de um professor de química que, ao ser diagnosticado com uma grave doença, resolve entrar no mundo do crime sintetizando droga (metanfetamina) com a intenção inicial de deixar recursos financeiros para sua família após sua morte. No seriado ele utilizava uma metodologia na qual usava metilamina como um dos reagentes para síntese da metanfetamina.



Dados: constante de basicidade (K_b) da metilamina a $25^\circ C$: $3,6 \times 10^{-4}$; $\log 6 = 0,78$.

O valor do pH de uma solução aquosa de metilamina na concentração inicial de $0,1 \text{ mol/L}$ sob temperatura de $25^\circ C$ é:

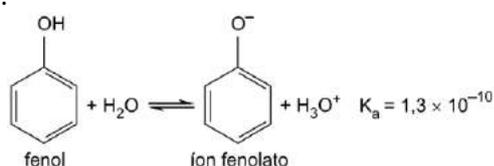
- 2,22
- 11,78
- 7,8
- 8,6

02) (UEL-PR) Sobre uma solução aquosa ácida, a $25^\circ C$, são formuladas as proposições:

- Tem $[H^+] > [OH^-]$.
 - $[OH^-] > 10^{-7} \text{ mol/L}$.
 - Não contém íons OH^- .
 - Apresenta $[H^+] > 10^{-7} \text{ mol/L}$.
 - É condutora da corrente elétrica.
- Quantas proposições são corretas?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

03) (Famerp SP) O fenol é uma substância de caráter ácido, que sofre ionização de acordo com a equação a seguir.



Com base nessas informações, pode-se afirmar que:

- o íon fenolato é um ácido conjugado.
- a reação inversa é mais rápida que a reação direta.
- o equilíbrio é fortemente deslocado para a esquerda.
- a adição de uma base forte aumenta o valor da constante K_a .
- no equilíbrio, predominam as espécies ionizadas.

04) (FUVEST-SP) A auto ionização da água é uma reação endotérmica. Um estudante mediu o pH da água recém destilada, isenta de CO_2 e a $50^\circ C$, encontrando o valor 6,6. Desconfiado de que o aparelho de medida estivesse com defeito, pois esperava o valor 7,0, consultou um colega que fez as seguintes afirmações:

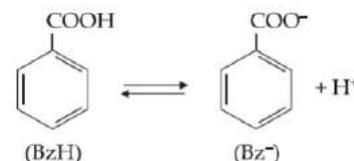
- seu valor (6,6) pode estar correto, pois 7,0 é o pH da água pura, porém a $25^\circ C$;
- a aplicação do princípio de Le Chatelier ao equilíbrio da ionização da água justifica que, com o aumento da temperatura, aumente a concentração de H^+ ;
- na água, o pH é tanto menor quanto maior a concentração de H^+ .

Está correto o que se afirma

- somente em I.
- somente em II.
- somente em III.
- somente em I e II.
- em I, II e III.

05) (VUNESP-SP) Para evitar o desenvolvimento de bactérias em alimentos, utiliza-se ácido benzóico como conservante.

Sabe-se que:



- Em solução aquosa, ocorre o equilíbrio:
- A ação bactericida é devida, exclusivamente, à forma não dissociada do ácido (BzH).
- Quando $[BzH] = [Bz^-]$, o pH da solução é 4,2.

Com base nessas informações, e considerando a tabela seguinte,

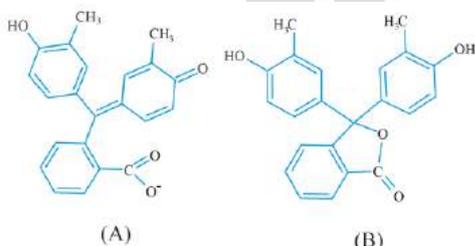
Alimento	pH
Refrigerante	3,0
Picles	3,2
Leite	6,5

pode-se afirmar que é possível utilizar ácido benzóico como conservante do

- refrigerante, apenas.
- leite, apenas.
- refrigerante e pickles apenas.
- refrigerante e leite, apenas.
- pickles e leite, apenas.

06) (Unicamp SP) Resíduos de papel contribuem para que o clima mude mais do que a maioria das pessoas pensam. A Blue Planet Ink anunciou que sua tinta de impressora autoapagável Paper Saver® agora está disponível em cartuchos remanufaturados para uso em impressoras de uma determinada marca. A tinta autoapagável (economizadora de papel) é uma tinta roxa de base aquosa, que pode ser impressa em papel sulfite normal. Um cartucho rende a impressão de até 4000 folhas. Com a exposição ao ar, ao absorver dióxido de carbono e vapor de água, o componente ativo (corante) da tinta perde sua cor, a impressão torna-se não visível e o papel fica branco, tornando possível sua reutilização.

Sabe-se que o componente ativo da tinta Paper Saver® é o indicador o-cresolftaleína. As formas estruturais A e B, a seguir, representam o componente ativo quando se mostra incolor e quando se mostra roxo, não necessariamente nessa sequência.



Dessa forma, pode-se afirmar que na mudança da cor roxa para incolor ocorreu um

- abaixamento do pH, e a maioria das moléculas do indicador que estava no cartucho mudou da forma B para a forma A.
- aumento do pH, e a maioria das moléculas do indicador que estava no cartucho mudou da forma B para a forma A.
- abaixamento do pH, e a maioria das moléculas do indicador que estava no cartucho mudou da forma A para a forma B.
- aumento do pH, e a maioria das moléculas do indicador que estava no cartucho mudou da forma A para a forma B.

07) (Unioeste PR) O ácido fórmico é o ácido metanoico, utilizado em vários produtos de limpeza e controle de pH, entre outros. Sabendo que o valor de

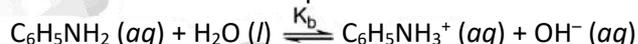
K_a para este ácido é de 1×10^{-4} . Assinale a alternativa CORRETA.

- Uma solução equimolar do ácido e seu sal fornecerão pH 7.
- Uma solução equimolar do ácido e seu sal resultam em pOH 4.
- O pK_a deste ácido é 1.
- Uma solução de $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ deste ácido dissocia e fornece concentração de H^+ de, aproximadamente, $0,01 \text{ mol L}^{-1}$.
- Ele é considerado um ácido forte.

08) (PUC-SP) O hidróxido de magnésio $\text{Mg}(\text{OH})_2$ é um antiácido largamente utilizado. Assinale a alternativa que indica a massa de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ que deve ser adicionada a 1 L de solução para aumentar o seu pH de 1 para 2, admitindo que essa adição não acarreta uma variação do volume da solução.

- 0,1 g
- 2,6 g
- 5,8 g
- 12,0 g
- 5,2 g

09) (Unesp SP) A solução aquosa de anilina é básica devido à ocorrência do equilíbrio:



Sabe-se que $K_b \approx 4 \times 10^{-10}$ 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 K_w nessa temperatura é igual a 1×10^{-14} , a concentração aproximada da solução saturada de anilina a 25°C é

- 0,02 mol/L.
- 0,5 mol/L.
- 0,1 mol/L.
- 0,3 mol/L.
- 0,8 mol/L.

10) (UEM PR) Um laboratorista dispõe das seguintes soluções estoque:

- ácido acético $0,1 \text{ mol/L}$; $pK_a = 4,74$
- acetato de sódio $0,1 \text{ mol/L}$
- NaOH $0,1 \text{ mol/L}$
- HCl $0,1 \text{ mol/L}$

Assinale a(s) alternativa(s) que apresenta(m) uma correta descrição do pH ou das características de tamponamento dessas soluções ou de suas misturas.

01) Para se obter uma solução-tampão, pode-se preparar uma solução entre I e II.

02) A mistura das soluções III e IV formará uma solução-tampão de pH variável, que é dependente da proporção de NaOH e HCl utilizados.

04) Uma solução-tampão preparada pela adição de volumes iguais das soluções I e II terá pH = 4,74.

08) Uma solução-tampão preparada com 300mL da solução I e 100mL da solução III apresentará pH > 4,74.

16) Utilizando-se quantidades apropriadas das quatro soluções é possível preparar uma solução-tampão de pH > 9.

11) (FUVEST SP) Para exemplificar probabilidade, um grupo de estudantes fez uma atividade envolvendo química, conforme o procedimento descrito.

Cada estudante recebeu um recipiente contendo 800 mL de água destilada com algumas gotas do indicador de pH alaranjado de metila e soluções de HCl e NaOH em diversas concentrações.

Cada estudante deveria jogar apenas uma vez dois dados, um amarelo e um vermelho, ambos contendo os números de 1 a 6.

- Ao jogar o dado vermelho, o estudante deveria adicionar ao recipiente 100 mL de solução do ácido clorídrico na concentração 10^{-n} mol/L, sendo n o número marcado no dado (por exemplo, se saísse o número 1 no dado, a solução seria de 10^{-1} mol/L; se saísse 6, a solução seria de 10^{-6} mol/L).
- Ao jogar o dado amarelo, o estudante deveria executar o mesmo procedimento, mas substituindo o ácido por NaOH, totalizando assim 1,0 L de solução.
- O estudante deveria observar a cor da solução ao final do experimento.

A professora mostrou a tabela com alguns valores de pH resultantes conforme os números tirados nos dados. Ela pediu, então, aos estudantes que utilizassem seus conhecimentos e a tabela para prever em quais combinações de dados a cor final do indicador seria vermelha.

Número tirado nos dados	Dado amarelo (adição de base)						
	1	2	3	4	5	6	
Dado vermelho (adição de ácido)	1	7,0	2,1				2,0
	2			3,1			
	3			7,0			4,1
	4				7,0		
	5	11,9			8,9		
	6					7,9	7,0

A probabilidade de, após realizar o procedimento descrito, a solução final preparada por um estudante ser vermelha é de:

- a) 1/12

- b) 1/6

- c) 1/4

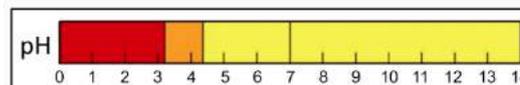
- d) 11/36

- e) 5/12

Note e adote:

Considere a seguinte relação entre pH do meio e coloração do indicador alaranjado de metila:

Menor que 3,3	3,3 a 4,4	Maior que 4,4
Vermelho	Laranja	Amarelo



12) (Mackenzie SP) Uma amostra desconhecida de uma substância incolor foi submetida a testes de laboratório com indicadores ácido-base, apresentando o seguinte resultado.

Indicador	Coloração obtida	Faixa de viragem (pH)	
		1	2
Fenolftaleína	Incolor	Incolor < 8,2	Rosa > 10,0
Azul de bromotimol	Amarelo-esverdeado	Amarelo < 6,0	Azul > 7,6
Vermelho de metila	Amarelo-alaranjado	Vermelho < 4,4	Amarelo > 6,2

De acordo com o resultado obtido experimentalmente, pode-se seguramente afirmar que a faixa de pOH da amostra desconhecida, de acordo com a coloração obtida, encontra-se entre

- a) 7,8 e 8,0

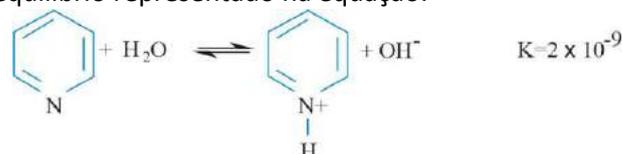
- b) 6,0 e 6,2

- c) 7,2 e 7,6

- d) 6,4 e 6,8

- e) 7,0 e 7,4

13) (Santa Casa SP) A piridina (C_5H_5N) é uma substância empregada na síntese de fármacos. Sua interação com a água ocorre de acordo com o equilíbrio representado na equação:



A concentração de íons OH^- e o pH de uma solução aquosa de piridina 5×10^{-2} mol/L são

- a) 1×10^{-10} mol/L e 9.

- b) 1×10^{-5} mol/L e 9.

- c) 1×10^{-5} mol/L e 2.

- d) 1×10^{-5} mol/L e 5.

- e) 1×10^{-10} mol/L e 5.

14) (Uniderp MS)

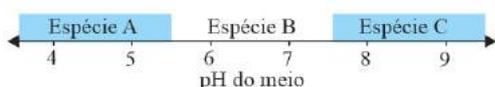
Oxiácido halogenado	Constante de ionização do ácido, K_a , 25°C
HClO(aq)	$3,0 \cdot 10^{-8}$
HBrO(aq)	$2,5 \cdot 10^{-9}$

A reação de ionização de ácidos fracos, como o ácido hipocloroso, HClO(aq), e o ácido hipobromoso, HBrO(aq), em água, é reversível e, na solução aquosa, coexistem moléculas do ácido e dos íons formados na ionização. Os valores da constante de ionização dos ácidos, K_a , medidos experimentalmente e tabelados, indicam a força relativa desses ácidos.

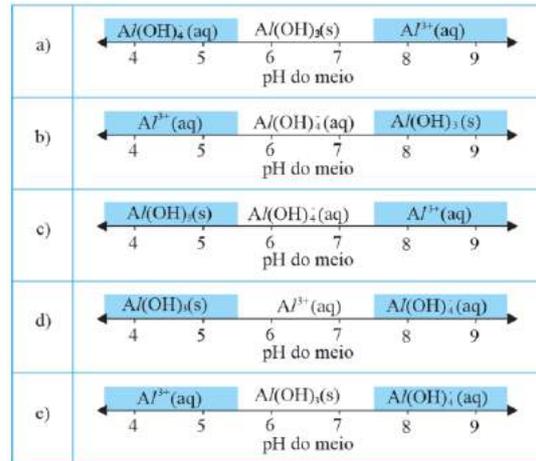
Com base na análise das informações apresentadas e nos conhecimentos sobre equilíbrio químico ácido-base, é correto afirmar:

- A base conjugada do ácido hipobromoso é mais forte do que a base conjugada do ácido hipocloroso.
- A ionização dos oxiácidos é possível porque o átomo de hidrogênio está ligado diretamente ao átomo do halogênio.
- A formação de íons H_3O^+ na ionização do ácido hipocloroso é mais difícil do que na ionização do ácido hipobromoso.
- O íon H_3O^+ (aq) atua como uma base de Bronsted-Lowry na reação inversa à reação de ionização do ácido hipobromoso.
- O valor da constante do HClO(aq), K_a , indica que a concentração molar dos íons formados é maior do que a de moléculas do ácido.

15) (Fuvest SP) O hidróxido de alumínio $Al(OH)_3$, ao precipitar em solução aquosa, forma um sólido gelatinoso que pode ser usado como agente floculante no tratamento de água. Essa precipitação pode ocorrer pela adição de um hidróxido solúvel a uma solução aquosa ácida contendo um sal de alumínio solúvel, como o $AlCl_3$. Entretanto, adicionando-se excesso de hidróxido ao meio, há a formação de íons $Al(OH)_4^-$, espécie solúvel em água, e o precipitado se solubiliza novamente. Dessa forma, dependendo do pH do meio, uma dentre as espécies $Al(OH)_4^-(aq)$, $Al(OH)_3(s)$ e $Al^{3+}(aq)$ estará presente na solução em quantidade maior que as demais, como exemplificado no esquema.



A alternativa que mostra corretamente qual das espécies estará em quantidade maior que as duas outras em cada faixa de pH é:



16) (Unicesumar PR) Dentre os pares de substâncias presentes nas seguintes alternativas, qual constitui um sistema tampão em meio aquoso (solução-tampão)?

- Na_2CO_3 e $NaHCO_3$.
- HCl e H_3PO_4 .
- NaOH e NaCl.
- HCl e KBr.
- NH_3 e NaOH.

17) (Unesp SP) Uma amostra de água mineral natural a 25 °C foi testada com três indicadores ácido-base. Os resultados desse teste estão indicados na última coluna da tabela.

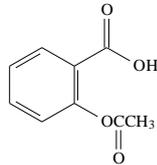
Indicador	Viragem de cor do indicador	Intervalo de pH de viragem de cor	Cor apresentada pela amostra de água mineral
Vermelho neutro	Vermelho-azulado para amarelo-alaranjado	6,8 a 8,0	Amarelo-alaranjado
Amarelo de alizarina	Amarelo-claro para amarelo-acastanhado	10,0 a 12,1	Amarelo-claro
Púrpura de m-cresol	Amarelo para púrpura	7,4 a 9,0	Púrpura

Analisando as informações da tabela e sabendo que o produto iônico da água a 25 °C, K_w , é igual a 1×10^{-14} , a concentração de íons OH^- (aq) nessa água mineral, em mol/L, está entre

- 1×10^{-9} e 1×10^{-8} .
- 1×10^{-10} e 1×10^{-9} .
- 1×10^{-5} e 1×10^{-4} .
- 1×10^{-6} e 1×10^{-5} .
- 1×10^{-12} e 1×10^{-10} .

18) (UNITAU SP) A aspirina (figura abaixo) é utilizada como analgésico e como meio de controlar a

coagulação do sangue, mais especificamente a agregação das plaquetas. O nome genérico da aspirina é ácido acetilsalicílico. Esse medicamento tem pKa de 3,49.



Assinale a alternativa INCORRETA em relação ao ácido acetilsalicílico.

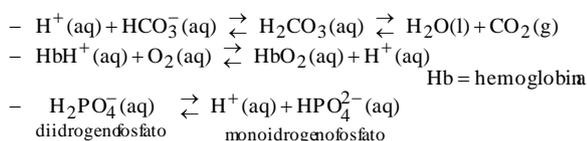
- a) Está na forma desprotonada no estômago, cujo pH é 2.
- b) Está na forma desprotonada no intestino, cujo pH é 6,6.
- c) Está na forma desprotonada no sangue, cujo pH é 7,4.
- d) Está na forma desprotonada na urina, cujo pH é 6.
- e) Está na forma desprotonada no ducto biliar, cujo pH é 8.

- 19) (PUC Camp SP) Um suco feito com *tomates* possui pH = 4,0. Para a completa neutralização de 100 mL desse suco seria necessário um volume, em mL, de solução 0,1 mol/L de NaOH de
- a) 2,0.
 - b) 1,0.
 - c) 0,1.
 - d) 5,0.
 - e) 10,0.

- 20) (Famerp SP) A mistura de 100 mL de uma solução de HCl, de concentração 2×10^{-2} mol/L, com 400 mL de uma solução de NaOH, de concentração $6,25 \times 10^{-3}$ mol/L, gera uma solução de caráter
- a) ácido, com pH = 3.
 - b) básico, com pH = 10.
 - c) básico, com pH = 11.
 - d) ácido, com pH = 2.
 - e) neutro, com pH = 7.

21) (UNIFOR CE) Soluções aquosas, que resistem a uma mudança de pH pela adição de ácidos ou bases, são denominadas soluções-tampão.

O sangue humano é uma solução complexa, cujo pH é tamponado a cerca de 7,4. O sangue contém tampões para controlar esse pH. São exemplos:



No sangue,

- I. a remoção de $\text{CO}_2(\text{g})$ deve aumentar o pH.
 - II. uma maior formação de oxiemoglobina (HbO_2) deve diminuir o pH.
 - III. o aumento ou diminuição aleatória da concentração de qualquer dos fosfatos não altera o pH.
- Está correto o que se afirma SOMENTE em
- a) I.
 - b) II.
 - c) III.
 - d) I e II.
 - e) II e III.

22) (PUC RS) Na temperatura de 25 °C, misturaram-se 100 mL de solução de hidróxido de bário $3,90 \text{ mol L}^{-1}$ e 100 mL de ácido clorídrico $5,80 \text{ mol L}^{-1}$. O pH da mistura final é de aproximadamente

- a) 0,0
- b) 1,0
- c) 13
- d) 14

23) (Acafe SC) DUREZA DA ÁGUA

Dureza da água é a propriedade relacionada com a concentração de íons de determinados minerais, principalmente sais de Cálcio e Magnésio, dissolvidos na água. No Brasil, a portaria nº 2.914 de 14 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde estabelece o VMP (Valor Máximo Permitido) de 500 mg/L de concentração total de Cálcio e Magnésio para que a água seja admitida como potável. Uma água é considerada muito dura quando apresenta uma concentração em CaCO_3 superior a 180 ppm, dura entre 120 e 180 ppm, moderadamente dura entre 60 e 120 ppm e macia quando é menor do que 60 ppm (Organização Mundial de Saúde).

Para abrandar (eliminar ou diminuir) uma água considerada dura, um dos métodos utilizados é a desmineralização, onde são removidos os sais da água mediante troca iônica. O processo utiliza resinas sintéticas permutadoras de íons, onde os íons catiônicos da água são substituídos por íons sódio ou hidrogênio, formando sais solúveis ou ácidos como produtos do processo.

(Adaptado de: pt.wikipedia.org/wiki/Dureza_da_água e Organização Mundial de Saúde).

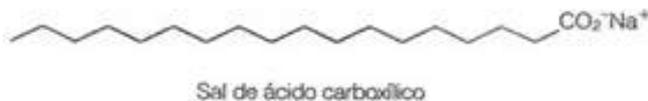
A análise de uma água industrial indicou a presença de 0,010 mol/L de CaSO_4 e 0,005 mol/L de Na_2SO_4 à temperatura de 25 °C. Para eliminar os cátions Ca^{2+} e Na^+ , desta água, foi utilizada uma resina de troca iônica, em que os cátions são substituídos por H^+ na proporção 1:1.

Qual será o pOH desta água após o processo de troca iônica? (Dado: $\log 2 = 0,30$)

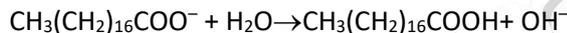
- a) 1,7
- b) 12,3
- c) 2,3
- d) 11,7

Vem ENEM

01) (ENEM-2009) 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:

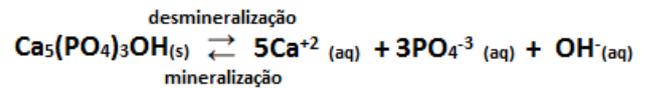


Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita. Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira

- 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.

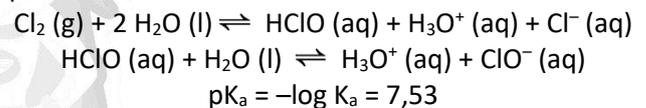
02) (ENEM-2011) Os refrigerantes têm-se tornado cada vez mais o alvo de políticas públicas de saúde. Os de cola apresentam ácido-fosfórico, substância prejudicial à fixação de cálcio, o mineral que é o principal componente da matriz dos dentes. A cárie é um processo dinâmico de desequilíbrio do processo 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:



- 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.

03) (ENEM-2013) Uma das etapas do tratamento da água é a desinfecção, sendo a cloração o método mais empregado. Esse método consiste na dissolução do gás cloro numa solução sob pressão e sua aplicação na água a ser desinfetada. As equações das reações químicas envolvidas são:



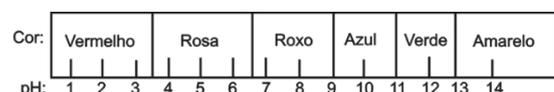
A ação desinfetante é controlada pelo ácido hipocloroso, que possui um potencial de desinfecção cerca de 80 vezes superior ao ânion hipoclorito. O pH do meio é importante, porque influencia na extensão com que o ácido hipocloroso se ioniza.

Para que a desinfecção seja mais efetiva, o pH da água a ser tratada deve estar mais próximo de

- a) 0.
- b) 5.
- c) 7.
- d) 9.
- e) 14.

04) (ENEM-2000) O suco extraído do repolho roxo pode ser utilizado como indicador do caráter ácido (pH entre 0 e 7) ou básico (pH entre 7 e 14) de diferentes soluções.

Misturando-se um pouco de suco de repolho e da solução, a mistura passa a apresentar diferentes cores, segundo sua natureza ácida ou básica, de acordo com a escala abaixo.



Algumas soluções foram testadas com esse indicador, produzindo os seguintes resultados:

Material	Cor
I Amoníaco	Verde
II Leite de magnésia	Azul
III Vinagre	Vermelho
IV Leite de vaca	Rosa

Utilizando-se o indicador citado em sucos de abacaxi e de limão, pode-se esperar como resultado as cores:

- rosa ou amarelo.
- vermelho ou roxo.
- verde ou vermelho.
- rosa ou vermelho.
- roxo ou azul.

05) (ENEM-1999) As informações abaixo foram extraídas do rótulo da água mineral de determinada fonte.

ÁGUA MINERAL NATURAL	
<u>Composição química provável em mg/L</u>	
Sulfato de estrôncio	0,04
Sulfato de cálcio	2,29
Sulfato de potássio	2,16
Sulfato de sódio	65,71
Carbonato de sódio	143,68
Bicarbonato de sódio	42,20
Cloreto de sódio	4,07
Fluoreto de sódio	1,24
Vanádio	0,07
<u>Características físico-químicas</u>	
pH a 25°C	10,00
Temperatura da água na fonte	24°C
Condutividade elétrica	4,40x10 ⁻⁴ ohms/cm
Resíduo de evaporação a 180°C	288,00 mg/L
<u>CLASSIFICAÇÃO:</u>	
“ALCALINO-BICARBONATADA, FLUORETADA, VANÁDICA”	

Indicadores ácido base são substâncias que em solução aquosa apresentam cores diferentes conforme o pH da solução. O quadro abaixo fornece as cores que alguns indicadores apresentam à temperatura de 25°C

Indicador	Cores conforme o pH
Azul de bromotimol	amarelo em pH ≤ 6,0; azul em pH ≥ 7,6
Vermelho de metila	vermelho em pH ≤ 4,8; amarelo em pH ≥ 6,0
Fenolftaleína	incolor em pH ≤ 8,2; vermelho em pH ≥ 10,0
Alaranjado de metila	vermelho em pH ≤ 3,2; amarelo em pH ≥ 4,4

Suponha que uma pessoa inescrupulosa guardou garrafas vazias dessa água mineral, enchendo-as com água de torneira (pH entre 6,5 e 7,5) para serem vendidas como água mineral. Tal fraude pode ser facilmente comprovada pingando-se na “água mineral fraudada”, à temperatura de 25°C, gotas de

- azul de bromotimol ou fenolftaleína.
- alaranjado de metila ou fenolftaleína.
- alaranjado de metila ou azul de bromotimol.
- vermelho de metila ou azul de bromotimol.
- vermelho de metila ou alaranjado de metila.

06) (ENEM-2012) Uma dona de casa acidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas e que esses compostos se comportam como bases. Na tabela são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

Material	Concentração de H ₃ O ⁺ (mol/L)
Suco de limão	10 ⁻²
Leite	10 ⁻⁶
Vinagre	10 ⁻³
Álcool	10 ⁻⁸
Sabão	10 ⁻¹²
Carbonato de sódio/barrilha	10 ⁻¹²

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- Álcool ou sabão.
- Suco de limão ou álcool.
- Suco de limão ou vinagre.
- Suco de limão, leite ou sabão.
- Sabão ou carbonato de sódio/barrilha.

07) (ENEM-2015) Cinco indústrias de ramos diferentes foram instaladas ao longo do curso de um rio. O descarte dos efluentes dessas indústrias acarreta impacto na qualidade de suas águas. O pH foi determinado em diferentes pontos desse rio, a 25 °C, e os resultados são apresentados no quadro.

Pontos de coleta	Valor do pH
Antes da primeira indústria	5,5
Entre a primeira e a segunda indústria	5,5
Entre a segunda e a terceira indústria	7,5
Entre a terceira e a quarta indústria	7,0
Entre a quarta e a quinta indústria	7,0
Após a quinta indústria	6,5

A indústria que descarta um efluente com características básicas é a

- primeira.
- segunda.
- terceira.
- quarta.
- quinta.

08) (ENEM-2018) O suco de repolho-roxo pode ser utilizado como indicador ácido-base em diferentes soluções. Para isso, basta misturar um pouco desse suco à solução desejada e comparar a coloração final com a escala indicadora de pH, com valores de 1 a 14, mostrada a seguir.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vermelho		Rosa		Roxo		Azul		Verde		Amarelo			

Utilizando-se o indicador ácido-base e a escala para determinar o pH da saliva humana e do suco gástrico, têm-se, respectivamente, as cores

- vermelha e vermelha.
- vermelha e azul.
- rosa e roxa.
- roxa e amarela.
- roxa e vermelha.

09) (ENEM-2018) O aproveitamento integral e racional das matérias-primas lignocelulósicas poderá revolucionar uma série de segmentos industriais, tais como o de combustíveis, mediante a produção de bioetanol de segunda geração. Este processo requer um tratamento prévio da biomassa, destacando-se o uso de ácidos minerais diluídos. No pré-tratamento de material lignocelulósico por via ácida, empregou-se uma solução de ácido sulfúrico, que foi preparada diluindo-se 2.000 vezes uma solução de ácido sulfúrico de concentração igual a 98g/L, ocorrendo dissociação total do ácido na solução diluída. O quadro apresenta os valores aproximados de logaritmos decimais.

Número	2	3	4	5	6	7	8	9	10
log	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95	1

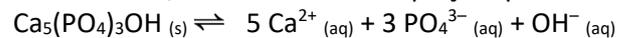
Sabendo-se que as massas molares em g/mol dos elementos H, O e S são, respectivamente, iguais a 1; 16 e 32, qual o pH da solução diluída de ácido sulfúrico preparada conforme descrito.

- 2,6
- 3,0
- 3,2
- 3,3
- 3,6

10) (ENEM-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 ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$), um mineral que sofre desmineralização em meio ácido, de acordo com a equação química:



Das bebidas listadas na tabela, aquela com menor potencial de desmineralização dos dentes é o

- chá.
- café.
- vinho.
- refrigerante.
- suco de limão.

11) (ENEM-2014) Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.

O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém

- cubo de batata em solução com pH = 9.
- pedaço de carne em solução com pH = 5.
- clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
- porção de macarrão em solução com pH = 5.
- bolinha de manteiga em solução com pH = 9.

12) (ENEM-2014) As antocianinas (componente natural de frutas roxas, como uva e açaí) são moléculas interessantes para a produção de embalagens inteligentes, pois têm capacidade de mudar de cor, conforme muda o pH. Em soluções com pH abaixo de 3,0, essas moléculas apresentam uma coloração do laranja ao vermelho mais intenso. Com o aumento do pH para a faixa de 4,0 a 5,0, a coloração vermelha tende a desaparecer. E aumentos adicionais de pH levam as antocianinas a apresentarem uma coloração entre o verde e o azul.

Disponível em: www.biotecnologia.com.br. Acesso em: 25 nov. 2011 (adaptado).

Estas embalagens são capazes de identificar quando o alimento está em decomposição, pois se tornam

- vermelho claro, pela formação de uma solução neutra.
- verde e azul, devido à presença de substâncias básicas.
- laranja e vermelho, pela liberação de hidroxilas no alimento.

- d) laranja e vermelho intenso, pela produção de ácidos orgânicos.
 e) verde e azul, devido ao aumento de íons de hidrogênio no alimento.

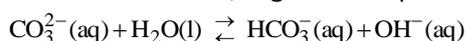
13) (ENEM-2010) O rótulo de uma garrafa de água mineral natural contém as seguintes informações:

Características físico-químicas	Valor	Composição química	mg/L
pH a 25 °C	7,54	bicarbonato	93,84
		cálcio	15,13
		sódio	14,24
condutividade elétrica a 25 °C	151 (µS/cm)	magnésio	3,62
		carbonatos	3,09
		sulfatos	2,30
resíduo da evaporação a 180 °C	126,71 (mg/L)	potássio	1,24
		fosfatos	0,20
		fluoretos	0,20

As informações químicas presentes no rótulo de vários produtos permitem classificar o produto de várias formas, de acordo com seu gosto, seu cheiro, sua aparência, sua função, entre outras. As informações da tabela permitem concluir que essa água é

- a) gasosa.
 b) insípida.
 c) levemente azeda.
 d) um pouco alcalina.
 e) radioativa na fonte.

14) (ENEM-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 (Na₂CO₃), torna-se básico devido à reação de hidrólise do íon carbonato, segundo o equilíbrio:



Esses tipos de solos 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.

15) (ENEM-2010) Decisão de asfaltamento da rodovia MG-010, acompanhada da introdução de espécies exóticas, e a prática de incêndios criminosos ameaçam o sofisticado ecossistema do campo rupestre da reserva da Serra do Espinhaço. As plantas nativas desta região, altamente adaptadas a uma alta concentração de alumínio, que inibe o crescimento das raízes e dificulta a absorção de nutrientes e água, estão sendo substituídas por espécies invasoras que não teriam naturalmente adaptação para este ambiente; no entanto, elas estão dominando as margens da rodovia, equivocadamente chamada de “estrada ecológica”. Possivelmente, a entrada de espécies de plantas exóticas neste ambiente foi provocada pelo uso, neste empreendimento, de um tipo de asfalto (cimento-solo) que possui uma mistura rica em cálcio, que causou modificações químicas aos solos adjacentes à rodovia MG-010.

Scientific American Brasil. Ano 7, n° 79, 2008 (adaptado).

Essa afirmação baseia-se no uso de cimento-solo, mistura rica em cálcio que

- a) inibe a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
 b) inibe a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
 c) aumenta a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
 d) aumenta a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
 e) neutraliza a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.

16) (ENEM-2016) As águas dos oceanos apresentam uma alta concentração de íons e pH entre 8,0 e 8,3. Dentre esses íons estão em equilíbrio as espécies

carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), representado pela equação química:

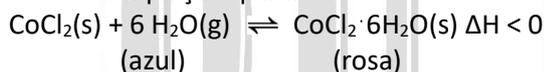


As águas dos rios, ao contrário, apresentam concentrações muito baixas de íons e substâncias básicas, com um pH em torno de 6. A alteração significativa do pH das águas dos rios e oceanos pode mudar suas composições químicas, por precipitação de espécies dissolvidas ou redissolução de espécies presentes nos sólidos suspensos ou nos sedimentos.

A composição dos oceanos é menos afetada pelo lançamento de efluentes ácidos, pois os oceanos

- contêm grande quantidade de cloreto de sódio.
- contêm um volume de água pura menor que o dos rios.
- possuem pH ácido, não sendo afetados pela adição de outros ácidos.
- têm a formação dos íons carbonato favorecida pela adição de ácido.
- apresentam um equilíbrio entre os íons carbonato e bicarbonato, que atuam como sistema-tampão.

17) (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:



Como você procederia para reutilizar, num curto intervalo de tempo, um cartão que já estivesse com a coloração rosa?

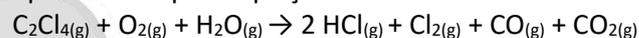
- Resfriaria no congelador.
- Borrifaria com *spray* de água.
- Envolveria com papel alumínio.
- Aqueceria com secador de cabelos.
- Embrulharia em guardanapo de papel.

18) (ENEM-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?

- Azul
- Verde
- Violeta
- Branco
- Amarelo

19) (ENEM-2021) O solvente tetracloroetano ou percloroetileno é largamente utilizado na indústria de lavagem a seco e em diversas outras indústrias, tais como a de fabricação de gases refrigerantes. Os vapores desse solvente, quando expostos à elevada temperatura na presença de oxigênio e água, sofrem degradação produzindo gases poluentes, conforme representado pela equação:



Os produtos dessa degradação, quando lançados no meio ambiente, contribuem para a

- elevação do pH do solo.
- formação de chuva ácida.
- eutrofização de mananciais.
- elevação dos níveis de ozônio na atmosfera.
- formação de óxidos de enxofre na atmosfera.

20) (ENEM-2021) No cultivo por hidroponia, são utilizadas soluções nutritivas contendo macronutrientes e micronutrientes essenciais. Além dos nutrientes, o pH é um parâmetro de extrema importância, uma vez que ele afeta a preparação da solução nutritiva e a absorção dos nutrientes pelas plantas. Para o cultivo de alface, valores de pH entre 5,5 e 6,5 são ideais para o seu desenvolvimento. As correções de pH são feitas pela adição de compostos ácidos ou básicos, mas não devem introduzir elementos nocivos às plantas. Na tabela, são apresentados alguns dados da composição da solução nutritiva de referência para esse cultivo. Também é apresentada a composição de uma solução preparada por um produtor de cultivo hidropônico.

Espécies químicas	Concentração, mmol/L		
	Composição de referência (5,5 < pH < 6,5)	Solução nutritiva preparada (pH = 4,3)	
Macronutrientes	N (NH_4^+)	1,0	0,8
	P (H_2PO_4^-)	1,0	1,0
	K ⁺	6,0	3,5
	Ca ²⁺	4,0	3,0
Micronutrientes	SO ₄ ²⁻	2,0	1,0
	Fe ²⁺	90 × 10 ⁻³	70 × 10 ⁻³
	Cl ⁻	-	4,5 × 10 ⁻³

Para correção do pH da solução nutritiva preparada, esse produtor pode empregar uma solução de

- a) ácido fosfórico, H_3PO_4 .
- b) sulfato de cálcio, $CaSO_4$.
- c) óxido de alumínio, Al_2O_3 .
- d) cloreto de ferro(II), $FeCl_2$.
- e) hidróxido de potássio, KOH .

Abertas, lá vou eu

01) (UFSC) O desenvolvimento da Tabela Periódica culminou na disposição sistemática dos elementos em grupos de acordo com características químicas similares entre si. Os elementos metálicos pertencentes ao Grupo 1 incluem rubídio (Rb), lítio (Li), frâncio (Fr), potássio (K), sódio (Na) e célio (Cs), os quais exibem diferentes reatividades. Quando pequena quantidade de cada elemento do Grupo 1 é adicionada a um frasco contendo água pura, ocorre uma reação química cuja velocidade e liberação de calor são proporcionais à reatividade dos referidos metais. Baseado nas propriedades químicas desses elementos metálicos, responda aos itens a seguir.

a) Disponha todos os elementos do Grupo 1 em ordem decrescente de reatividade e explique a sequência.

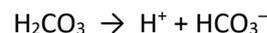
b) Sabe-se que a adição de elementos metálicos do Grupo 1 promove alteração do pH da água pura. Essa alteração pode ser comprovada mediante o uso de indicadores ácido-base.

O quadro a seguir apresenta alguns indicadores ácido-base com suas respectivas faixas de viragem, em função do pH.

Indicadores ácido-base	Mudança de cor	Faixas de viragem (pH)
Alaranjado de metila	Vermelho para amarelo	3,1 – 4,4
Azul de timol	Amarelo para azul	1,2 – 2,8
Fenolftaleína	Incolor para rosa	8,3 – 10,0
Roxo de bromocresol	Amarelo para roxo	5,2 – 6,8

Desconsiderando a possível reação do indicador ácido-base no meio com produtos da reação, indique, entre os indicadores ácido-base relacionados no quadro, qual deles permite comprovar a mudança de pH após a adição de elementos do Grupo 1 em água pura. Justifique sua resposta.

02) (Famerp SP) O pH é um dos parâmetros de controle de efluentes industriais. A presença de compostos como soda cáustica (hidróxido de sódio) e cal virgem (óxido de cálcio) conferem alta alcalinidade à água desses efluentes, exigindo neutralização antes do descarte no meio ambiente. Um método alternativo ao uso de ácidos minerais na neutralização de efluentes consiste no borbulhamento de CO_2 , gás que reage com a água produzindo ácido carbônico (H_2CO_3). As equações mostram a formação do ácido carbônico e sua primeira ionização.



a) Escreva a fórmula da soda cáustica. Por que a cal virgem, em contato com a água, produz um efluente alcalino?

b) Um volume de 200 litros de um efluente de pH = 12 foi neutralizado pelo borbulhamento de CO_2 . Considere que o volume molar dos gases seja igual a 25 L/mol nas condições da reação; que a neutralização ocorra pela reação $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$, com o H^+ fornecido pela primeira ionização do ácido carbônico; e que a constante do produto iônico da água (K_w) seja 10^{-14} . Calcule o volume de CO_2 consumido nessa reação de neutralização.

Respostas

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) B	01) E	01) B	01) A
02) A	02) C	02) C	02) B
03) A	03) A	03) C	03) B
04) C	04) 4	04) E	04) D
05) C	05) E	05) C	05) A
06) E	06) B	06) C	06) C
07) E	07) B	07) D	07) B
08) B	08) A	08) B	08) E
09) A	09) D	09) D	09) B
	10) C	10) 05	10) A
	11) A	11) C	11) B
	12) B	12) A	12) D
	13) A	13) B	13) D
	14) C	14) A	14) D
	15) B	15) E	15) A
	16) D	16) A	16) E
	17) E	17) C	17) D
	18) D	18) A	18) C
		19) C	19) B
		20) C	20) E
		21) D	
		22) D	
		23) B	

Abertas, lá vou eu!

01)

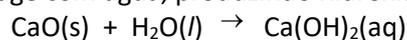
a) A ordem decrescente de reatividade é $Fr > Cs > Rb > K > Na > Li$

Os metais do Grupo 1 possuem a seguinte configuração eletrônica na camada de valência: ns^1 , sendo n o número quântico principal. A reatividade está relacionada com a energia de ionização do elemento, sendo definida como a energia necessária para o elétron mais fracamente atraído pelo núcleo (portanto, do mais alto nível energético) de um átomo no estado gasoso isolado. Portanto, como o frâncio (Fr) está no sétimo período ($n = 7$) do Grupo 1, o único elétron da camada de valência ($7s^1$) está mais fracamente atraído pelo núcleo, necessitando de menor energia para a sua remoção e, conseqüentemente, exibindo a maior reatividade em relação aos demais. À medida que o valor de n diminui, o elétron se torna cada vez mais próximo do núcleo, resultando assim em maior atração núcleo-elétron. Desta forma, será necessária maior quantidade de energia para remover o elétron da camada de valência, justificando, assim, a menor reatividade dos elementos nos períodos anteriores.

b) O indicador ácido-base indicado para comprovar a alteração de pH é a fenolftaleína. A equação química global que representa a reação entre o metal do Grupo (M) e a água pura é dada por: $M(s) + H_2O(l) \rightarrow MOH(aq) + H_2(g)$. Como a reação ocorre com liberação de base (MOH), apenas a viragem da fenolftaleína (pH variando de 8,3 a 10,0) está acima do valor de pH da água pura (7,0), sendo possível verificar a alteração de cor de incolor (antes da adição do elemento metálico) para rosa (após a adição do metal). Para os demais indicadores ácido-base, a mudança de cor da água pura com a adição do metal não será observada, pois as faixas de pH de viragem estão abaixo do pH 7,0.

02)

a) A fórmula da soda cáustica (hidróxido de sódio) é NaOH. A cal virgem (CaO) é um óxido básico, que reage com água, produzindo hidróxido de cálcio:



cal virgem hidróxido de cálcio
(óxido básico) (base)

b) Um efluente de pH = 12, possui concentração de íons $H^+ = 10^{-12}$ mol/L

Como $K_w = 10^{-14}$, temos a concentração de íons $[OH^-]$:

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-]$$

$$10^{-14} = 10^{-12} \cdot [OH^-]$$

$$[OH^-] = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

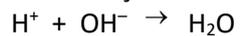
Cálculo da quantidade em mols de OH^- do efluente:

$$M = \frac{n}{V}$$

$$10^{-2} \text{ mol/L} = \frac{n}{200L}$$

$$n = 2 \text{ mol}$$

A neutralização ocorre pela reação:

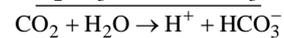
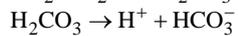
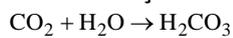


$$1 \text{ mol} \text{ --- } 1 \text{ mol}$$

$$x \text{ --- } 2 \text{ mol}$$

$$x = 2 \text{ mol de íons } H^+$$

Cálculo do volume de CO_2 consumido nessa reação de neutralização:



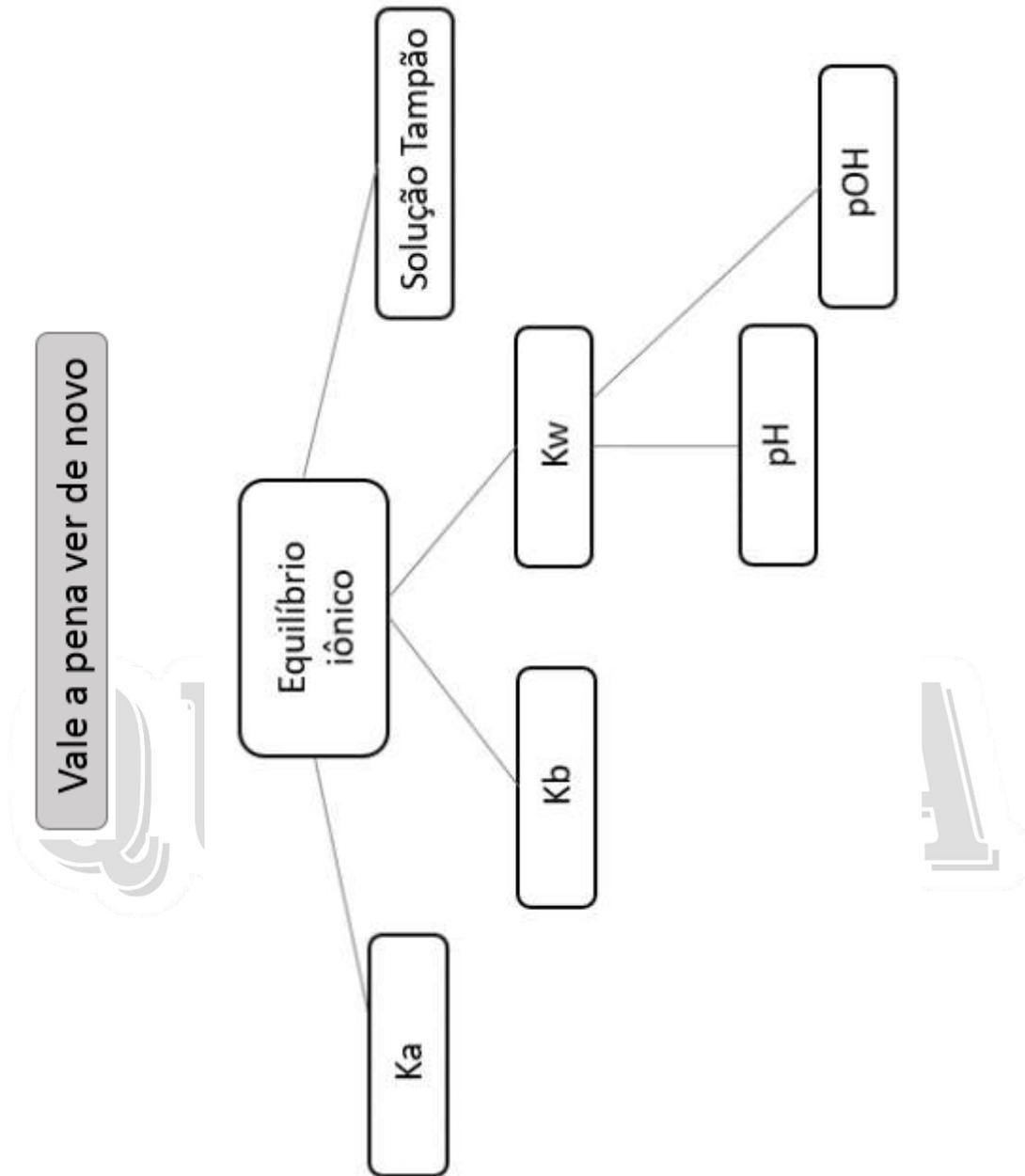
$$25 \text{ L} \text{ --- } 1 \text{ mol}$$

$$y \text{ --- } 2 \text{ mol}$$

$$y = 50L \text{ de } CO_2$$



QUÍMICA



1) Equilíbrio iônico II

Continuaremos a estudar o equilíbrio de soluções aquosas que contenham íons, na aula passada vimos o equilíbrio de ácidos e bases, nesta aula veremos o equilíbrio de sais que reagem com a água (hidrólise) e de soluções com corpo de fundo/ precipitado (produto da solubilidade).



2) Hidrólise de sais (Kh)

Quando os sais se dissolvem em água, seu retículo cristalino é “desmanchado” e os seus íons são liberados num processo chamado dissociação, esses íons livres ainda podem reagir com a água presente no meio, caso isso aconteça, dizemos que o sal sofreu hidrólise. Não são todos os íons capazes de sofrer hidrólise, mas caso sofram, eles podem fornecer um meio de pH ácido, básico ou neutro, o que é crucial para muitos sistemas biológicos. As hidrólises são divididas de acordo com a “origem” do sal:

2.1. Sal ácido forte + Base fraca

Neste tipo de sistema, o íon derivado da base fraca reage com a água e fornece um meio com $\text{pH} < 7$ (ácido).

Ex: NH_4Cl

QUÍMICA

* isso pode ser facilmente explicado em função do conceito de força, como o íon derivado do ácido é forte, ele tem preferência por ficar na forma de íon livre ($\text{H}^+ + \text{Cl}^-$, com o íon H^+ livre, o meio será ácido), já o íon derivado de base fraca, prefere ficar na forma combinada (NH_4OH).

2.2. Sal ácido fraco + Base forte

Neste tipo de sistema, o íon derivado do ácido fraco reage com a água e fornece um meio com $\text{pH} > 7$ (básico).

Ex: CaCO_3

* isso pode ser facilmente explicado em função do conceito de força, como o íon derivado da base é forte, ele tem preferência por ficar na forma de íon livre ($\text{Ca}^{+2} + \text{OH}^-$, com o íon OH^- livre, o meio será básico), já o íon derivado do ácido fraco, prefere ficar na forma combinada (H_2CO_3).

2.3. Sal ácido fraco + Base fraca

Neste tipo de sistema, ambos os íons fracos reagem com a água, produzindo um pH = 7 (neutro).

Ex: NH₄CN

* isso pode ser facilmente explicado em função do conceito de força, como o íon derivado da base é fraco, ele tem preferência por ficar na forma combinada (NH₄OH), assim como o íon derivado de ácido fraco (HCN), como não há H⁺ ou OH⁻ livres, o meio é neutro.

→ **Obs:** caso valores de Ka e Kb sejam fornecidos, considere:

- Ka > Kb: meio ligeiramente ácido
- Ka < Kb: meio ligeiramente básico
- Ka = Kb: meio neutro

2.4. Sal ácido forte + Base forte

Neste tipo de sistema, os íons são apenas dissociados, mas não reagem com a água, portanto, não ocorre hidrólise, por isso o meio tem pH = 7 (neutro).

Ex: NaCl

* isso pode ser facilmente explicado em função do conceito de força, como os dois íons são derivados de espécies fortes, eles têm preferência por ficarem na forma de íon livre (Na⁺ + Cl⁻), como não há H⁺ ou OH⁻ livre, o meio se torna neutro.

3) Análise quantitativa da hidrólise

A maior parte dos exercícios cobra uma análise mais qualitativa da hidrólise, ou seja, pergunta apenas quais são os meios obtidos quando se dissolve um determinado sal em água, já uma parte pequena das bancas de prova, acaba cobrando uma análise quantitativa, ou seja, ele irá perguntar qual o valor do pH final obtido ou a constante de hidrólise (Kh).

3.1. Constante de hidrólise

Como todo equilíbrio, ele pode ser representado através da expressão produto por reagente em mol/L.

$$K_h = \frac{[\text{produto}]^{\text{coeficiente}}}{[\text{reagente}]^{\text{coeficiente}}}$$

Ex:

Sal: NH₄Cl

Hidrólise: NH₄⁺ + H₂O ⇌ H⁺ + NH₄OH

Expressão:

$$K_h = \frac{[H^+][NH_4OH]}{[NH_4^+]}$$

→ **Obs:** como a água está líquida, ela não entra na expressão.

Agora vamos aplicar este raciocínio e determinar a expressão para as equações dos tópicos 2.2 e 2.3

2.2

Sal:

Hidrólise:

Expressão:

2.3

Sal:

Hidrólise:

Expressão:

3.2. Constante de hidrólise em função de Ka e Kb

Como a hidrólise depende diretamente de Kw, Ka e Kb, existe uma expressão que relaciona estas constantes.

$$K_h = \frac{K_w}{K_{(\text{espécie fraca})}}$$

Possíveis expressões

Ácido forte + Base fraca

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

Ácido fraco + Base forte

$$K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

Ácido fraco + Base fraca

$$K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b}$$

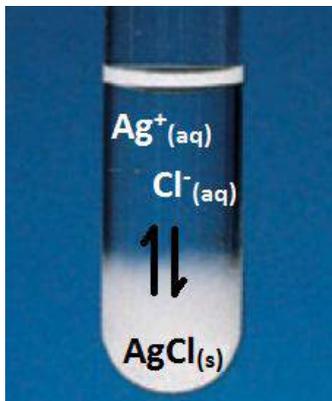
Exemplo quantitativo de Kh

Ex: (FMTM-MG) Uma solução aquosa de NH_4Cl a 0,1 mol/L, cujo sal está 100% dissociado, apresenta pH igual a? (Dados: $K_b = 10^{-5}$ e $K_w = 10^{-14}$)

4) Produto de solubilidade (Kps)

Quando temos uma solução saturada com corpo de fundo, existe neste sistema um equilíbrio entre uma fase sólida (precipitado) e a fase aquosa (íons dissolvidos).

Ex: $\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$



4.1. Expressão de equilíbrio

A expressão é obtida com as concentrações do produto em **mol/L**, neste caso não adotaremos o reagente, pois ele está no estado sólido. O quanto cada íon dissolve chamamos de “solubilidade” e a constante chamamos de “produto das solubilidades”.

$$\text{Kps} = [\text{produtos}]^{\text{coeficiente}}$$

Determine a expressão do Kps para os casos a seguir e também os relacione com a solubilidade.

a) AgCl

b) $\text{Mg}(\text{OH})_2$

c) $\text{Al}(\text{OH})_3$

d) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

→**Obs:** não confunda solubilidade com produto de solubilidade. Solubilidade é a máxima quantidade de soluto que conseguimos dissolver de forma estável numa quantidade de solvente (em mol/L). Já o produto de solubilidade é a denominação de uma constante de equilíbrio.

4.2. Relação entre a saturação e o Kps

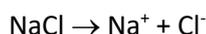
Dependendo da quantidade de íons dissolvidos no meio, a saturação pode ser alterada, em função do Kps.

Para $BA \rightleftharpoons B^+ + A^-$

- $[B^+][A^-] < Kps$ (solução insaturada)
- $[B^+][A^-] = Kps$ (solução saturada)
- $[B^+][A^-] > Kps$ (ocorre precipitação)

4.3. Efeito do íon comum

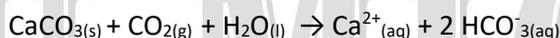
Qualquer íon comum força a precipitação do eletrólito, em função do deslocamento de equilíbrio.



4.4 Curiosidades

- Estalactites X estalagmites

A água subterrânea está submetida a altas pressões, por isso ela contém grandes quantidades de gás carbônico ($CO_{2(g)}$) dissolvido nela. Ao passar por solos que contêm calcário ($CaCO_{3(s)}$), ocorre a dissolução deste carbonato e as cavernas são formadas, segundo a reação abaixo:



No entanto, os íons carbonato e cálcio podem reagir, voltando a se precipitar como carbonato de cálcio. Isso é demonstrado pela reação:



Conforme você deve ter percebido, uma reação é exatamente o inverso da outra: os reagentes se transformam nos produtos e os produtos nos reagentes. Assim, nós podemos representar essa reação em equilíbrio da seguinte maneira:



As disposições lentas e contínuas de carbonato das gotas mineralizadas do teto das cavernas escorrem, sua água evapora e há liberação de CO_2 . De modo que o equilíbrio químico é deslocado no sentido inverso (de formação dos reagentes), por isso o $CaCO_{3(s)}$ é formado, ou seja, formam-se as estalactites no teto das cavernas. Ao cair, a gota ainda possui dissolvido o carbonato, que é depositado no solo da caverna, formando as estalagmites.



- Acidente com contraste de bário

Junho de 2003. Um erro em uma indústria farmacêutica provoca intoxicação em dezenas de pessoas. Há uma morte confirmada e outras 15 suspeitas. A causa: um veneno chamado carbonato de bário (BaCO_3). O Celobar - medicamento que causou a tragédia - deveria conter somente sulfato de bário (BaSO_4). Pacientes tomam sulfato de bário para que os órgãos de seu sistema digestório fiquem visíveis nas radiografias. É o chamado contraste. O problema é que os íons Ba^{2+} são muito tóxicos. O BaSO_4 praticamente não se dissolve na água. Sua solubilidade é de apenas 10^{-5} mol/L. O que os pacientes ingerem é uma suspensão aquosa desse sal em que a maior parte dele não está dissolvida. Sem dissolução, não há, praticamente, dissociação do sal. É por isso que os íons Ba^{2+} não são liberados para serem absorvidos pelo organismo. Não há perigo. Ainda assim, só para garantir, essa suspensão costuma ser preparada em uma solução de sulfato de potássio (K_2SO_4), um sal bastante solúvel em água. A função desse sal é aumentar a concentração de íons SO_4^{2-} . Desse modo, o equilíbrio da dissociação do sal é bem deslocado para a esquerda, diminuindo ainda mais a presença de $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$ na suspensão. Com o BaCO_3 é diferente. Apesar de pouco solúvel em água, ele reage com o ácido clorídrico do nosso estômago - o que não acontece com o BaSO_4 - formando um sal solúvel, o cloreto de bário. Ao se dissolver, esse sal se dissocia, liberando íons bário para o organismo. O corpo absorve esses íons, e a intoxicação acontece. Triste é saber que uma simples gota de HCl, misturada ao Celobar, teria evitado a tragédia. Como você pode perceber pela reação acima, essa gota produziria bolhas de gás carbônico (CO_2), o que evidenciaria a presença do veneno no medicamento. (Folha de São Paulo)

Acerto miseravi

01) (UFSC-SC) Para uma única solução aquosa, na qual está dissolvida igual quantidade em mols dos seguintes minerais, cujos produtos de solubilidade são

	Sal	Kps (mol/L) ²
01	BaCO_3	$5,3 \cdot 10^{-9}$
02	CaCO_3	$4,7 \cdot 10^{-9}$
04	FeCO_3	$2,0 \cdot 10^{-11}$
08	PbCO_3	$1,0 \cdot 10^{-13}$
16	MgCO_3	$4,0 \cdot 10^{-5}$
32	CdCO_3	$5,2 \cdot 10^{-12}$
64	CoCO_3	$8,0 \cdot 10^{-13}$

Adiciona-se Na_2CO_3 , gota a gota, à solução. Qual dos sais precipitará em primeiro lugar? E qual em segundo lugar?

02) (FUVEST SP) O experimento conhecido como "chuva de ouro" consiste na recristalização, à temperatura ambiente, de iodeto de chumbo (PbI_2). A formação desse sal pode ocorrer a partir da mistura entre nitrato de chumbo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) e iodeto de potássio (KI). Outro produto dessa reação é o nitrato de potássio (KNO_3) em solução aquosa.

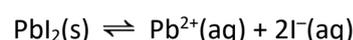
Tanto o $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ quanto o KI são sais brancos solúveis em água à temperatura ambiente, enquanto o PbI_2 é um sal amarelo intenso e pouco solúvel nessa temperatura, precipitando como uma chuva dourada. Em um laboratório, o mesmo experimento foi realizado em dois frascos. Em ambos, 100 mL de solução $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ e 100 mL de solução $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ de KI foram misturados. Ao primeiro frasco foi também adicionado 20 mL de água destilada, enquanto ao segundo frasco foi adicionado 20 mL de solução $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ de iodeto de sódio (NaI).



A tabela a seguir apresenta os dados de solubilidade dos produtos da reação em diferentes temperaturas.

	Massa molar (g.mol ⁻¹)	Solubilidade em água em diferentes temperaturas (g.L ⁻¹)		
		4 °C	32 °C	80 °C
PbI_2	461,0	0,410	0,922	3,151
KNO_3	101,1	135	315	1700

Responda aos itens a seguir considerando os dados do enunciado e o equilíbrio químico de solubilidade do iodeto de chumbo:



a) Indique se o procedimento do segundo frasco favorece ou inibe a formação de mais sólido amarelo.

- d) $3,2 \cdot 10^{-5}$
e) $8,0 \cdot 10^{-6}$

b) Encontre a constante do produto de solubilidade (K_{ps}) do iodeto de chumbo a 32 °C.

04) (FGV-SP) A 25°C, qual dos sais é o mais solúvel em água?

Sal	Produtos de solubilidade (25 °C)
Sulfeto de cobre (II)	$4 \cdot 10^{-38}$
Sulfeto de ferro (II)	$1 \cdot 10^{-19}$
Carbonato de bário	$2 \cdot 10^{-9}$
Carbonato de cálcio	$5 \cdot 10^{-9}$
Cloreto de cobre (I)	$3 \cdot 10^{-7}$

Manjando dos paranauê

01) (IBMEC SP Insper) 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) NaCl.
b) P_4O_{10} .
c) KNO_3 .
d) NH_4Cl .
e) CaO.

02) (Acafe SC) 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 K_{ps} **corretamente**:

- a) $CaCl_2 \rightarrow K_{ps} = 4S^5$
b) $CaCO_3 \rightarrow K_{ps} = 2S_2$
c) $Ag_2CrO_4 \rightarrow K_{ps} = 4S^3$
d) $Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow K_{ps} = 36S^5$

03) (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 (K_{ps}) desse sal à mesma temperatura é:

- a) $4,0 \cdot 10^{-4}$
b) $8,0 \cdot 10^{-4}$
c) $6,4 \cdot 10^{-5}$

- a) CuS
b) FeS
c) $BaCO_3$
d) $CuCl_2$
e) $CaCO_3$

05) (PUC-RS) O quadro abaixo apresenta compostos, nomes comuns e valores de pH, que podem ou não estar corretamente associados.

	Composto	Nome comum	pH
I	$Ca(OH)_2$	Soda cáustica	>7,0
II	$CaCO_3$	Cal virgem	<7,0
III	NH_4Cl	Sal amoníaco	<7,0
IV	NH_4OH	Amoníaco	>7,0
V	HCOOH	Ácido acético	<7,0

A alternativa que contém as associações corretas é

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

06) (FMTM-MG) Cloreto de potássio, ácido acético e bicarbonato de sódio foram, separadamente, dissolvidos em água. Cada uma das soluções resultantes foi colocada em um tubo de ensaio, e o pH de cada uma delas foi medido, encontrando-se os seguintes valores:

Tubo	pH
A	3,0
B	8,0
C	7,0

Baseados nos valores de pH encontrados, pode-se afirmar que os tubos A, B e C contêm, respectivamente,

- a) cloreto de potássio, bicarbonato de sódio e ácido acético.
 b) bicarbonato de sódio, cloreto de potássio e ácido acético.
 c) ácido acético, bicarbonato de sódio e cloreto de potássio.
 d) bicarbonato de sódio, ácido acético e cloreto de potássio.
 e) ácido acético, cloreto de potássio e bicarbonato de sódio.

07) (FUVEST-SP) A redução da acidez de solos impróprios para algumas culturas pode ser feita, tratando-os com:

- a) gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$).
 b) salitre (NaNO_3).
 c) calcário (CaCO_3)
 d) sal marinho (NaCl).
 e) sílica (SiO_2).

08) (UNIFOR CE) Soluções alcalinas, em geral, não devem ser armazenadas em frascos de vidro, uma vez que a substância pode reagir com o SiO_2 (principal constituinte do vidro), que é um óxido ácido. Sabendo disto, assinale a alternativa que traz uma substância que poderia ser armazenada, na forma de solução saturada, em frascos de vidro, sem causar problemas.

- a) NaOH
 b) NH_3
 c) KOH
 d) KCl
 e) $\text{Ba}(\text{OH})_2$

09) (UFPI-PI) A solubilidade do fluoreto de cálcio, a 18°C , é $2 \cdot 10^{-5}$ mol/litro. O produto de solubilidade desta substância na mesma temperatura é:

- a) $8,0 \times 10^{-15}$
 b) $3,2 \times 10^{-14}$
 c) 4×10^{-14}
 d) 2×10^{-5}
 e) 4×10^{-5}

10) (UNIFESP SP) No passado, alguns refrigerantes à base de soda continham citrato de lítio e os seus fabricantes anunciavam que o lítio proporcionava efeitos benéficos, como energia, entusiasmo e aparência saudável. A partir da década de 1950, o lítio foi retirado da composição daqueles refrigerantes, devido à descoberta de sua ação antipsicótica. Atualmente, o lítio é administrado oralmente, na forma de carbonato de lítio, na terapia de pacientes depressivos. A fórmula química do carbonato de lítio e

as características ácido-base de suas soluções aquosas são, respectivamente,

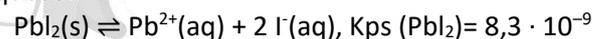
- a) Li_2CO_3 e ácidas.
 b) Li_2CO_3 e básicas.
 c) Li_2CO_4 e neutras.
 d) LiCO_4 e ácidas.
 e) LiCO_3 e básicas.

Agora eu tô um nojo

01) (ESAM-RN) Em qual dos compostos a seguir o produto de solubilidade (K_{ps}) é calculado pela equação $K_{ps} = [\text{cátion}]^2 \cdot [\text{ânion}]^3$

- a) Sulfeto de Fe (III)
 b) Sulfeto de Fe (II)
 c) Hidróxido de Fe (III)
 d) Hidróxido de Fe (II)
 e) Fosfato de Fe (III)

02) (UFF-RJ) O seguinte equilíbrio ocorre em meio aquoso:



Pode-se afirmar que:

- a) se $[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^{-}]^2 = K_{ps}$, então a solução é insaturada.
 b) se $[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^{-}]^2 > K_{ps}$, então a solução é saturada.
 c) se $[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^{-}]^2 < K_{ps}$, então a solução é supersaturada.
 d) se $[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^{-}]^2 = K_{ps}$, então a solução é saturada.
 e) se $[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^{-}]^2 > K_{ps}$, então a solução é insaturada.

03) (UFGD MS) Um técnico de química encontra em um laboratório quatro frascos sem nenhuma indicação sobre seus respectivos conteúdos. Ele os rotula individualmente com a identificação A, B, C e D. O mesmo técnico ao analisar a lista dos reagentes que se encontra no referido laboratório identifica que não foram encontrados quatro frascos correspondentes às seguintes substâncias: HCl , AgNO_3 , Glicose e KOH . Logo, para determinar o conteúdo de cada frasco, o técnico realiza alguns experimentos cujos dados estão apresentados a seguir.

Frasco	Condutibilidade Elétrica	Coloração da Solução após a Adição de Fenolftaleína	Reação com NaCl
A	Não conduz	Incolor	Não reage
B	Conduz	Incolor	Forma precipitado
C	Conduz	Incolor	Não reage
D	Conduz	Rosa	Não reage

Sabendo que a fenolftaleína é um indicador que se adicionado a soluções com pH maiores que 8,5 as torna rosas e em soluções com pH menores que 8,5 estas permanecem incolores, e com a análise dos

dados da tabela, o técnico determinou os frascos A, B, C e D como sendo, respectivamente:

- Glicose, HCl, KOH, AgNO₃.
- AgNO₃, glicose, KOH, HCl.
- Glicose, AgNO₃, HCl, KOH.
- Glicose, HCl, AgNO₃, KOH.
- AgNO₃, glicose, HCl, KOH.

04) (MACKENZIE-SP) O produto de solubilidade do carbonato de cálcio (CaCO₃), que apresenta solubilidade de 0,013 g/L a 20°C, é:

- $1,69 \times 10^{-4}$
- $1,69 \times 10^{-8}$
- $1,30 \times 10^{-2}$
- $1,30 \times 10^{-8}$
- $1,69 \times 10^{-2}$

05) (UCMG-MG) Considere uma solução do eletrólito abaixo, assinale verdadeiro (V) ou falso (F).



- () Quanto menor o Kps do eletrólito, menos solúvel será esse eletrólito.
 () Se $[By^+]^x \cdot [Ax^-]^y > Kps$, haverá precipitação.
 () Se $[By^+]^x \cdot [Ax^-]^y < Kps$, haverá dissolução do precipitado.
 () Se $[By^+]^x \cdot [Ax^-]^y = Kps$, a solução é saturada.
 () Um aumento do eletrólito sólido na solução saturada não altera o Kps.

06) (PUCCAMP-SP) 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 Fe³⁺, em mol/L, necessária para provocar a precipitação da base, numa solução que contém $1,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L íons OH⁻?

Dado: Produto de solubilidade do Fe(OH)₃ = $6,0 \cdot 10^{-38}$

- $2,0 \times 10^{-41}$
- $2,0 \times 10^{-38}$
- $2,0 \times 10^{-35}$
- $6,0 \times 10^{-35}$
- $6,0 \times 10^{-29}$

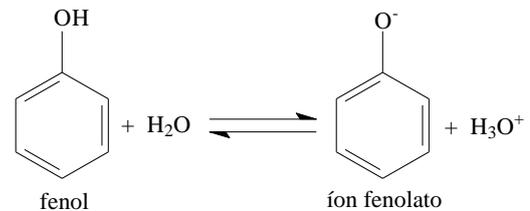
07) (VUNESP-SP) Considere 100 mililitros de solução saturada de cloreto de prata a 25°C. Qual a massa de sal nela contida?

Dados: Kps AgCl = $1 \cdot 10^{-10}$; Ag = 108 u ; Cl = 35,5u

- $1,43 \cdot 10^{-4}$ gramas.
- $1,43 \cdot 10^{-5}$ gramas.
- $1,43 \cdot 10^{-6}$ gramas.

- $1,43 \cdot 10^{-7}$ gramas.
- $1,43 \cdot 10^{-8}$ gramas

08) (FGV SP) O fenol é um composto químico altamente tóxico encontrado em efluentes (resíduos aquosos de processos químicos) de variadas indústrias como a farmacêutica, de tintas e de papel e celulose. O fenol se ioniza em água de acordo com o equilíbrio



A concentração máxima permitida para fenóis em águas não cloradas é de 0,1 mg/L. Contudo, em águas cloradas, a concentração máxima permitida para fenóis pela resolução nº 357 do CONAMA é de 0,003 mg/L.

Os químicos do laboratório de análises de uma indústria de tintas prepararam cinco amostras, cada uma com 1 000 mL de efluente do processo, contendo fenol. A quatro delas, adicionaram – a cada uma separadamente – 0,1 mol das seguintes substâncias: KBr, NaCl, NaOH, HCl. A quinta amostra foi mantida apenas com o efluente. Após esse procedimento, fizeram análises da concentração de fenolato, C₆H₅O⁻, por instrumento de medida, em cada uma das cinco amostras.

Ao final dessa pesquisa, os químicos concluíram corretamente que a amostra que apresentou maior concentração de íon fenolato, dentre as cinco, foi aquela contendo

- KBr, porque ela tem o pH mais alto.
- NaCl, porque ela tem o pH mais baixo.
- NaOH, porque ela tem o pH mais alto.
- HCl, porque ela tem o pH mais baixo.
- efluente sem reagentes, porque o pH era neutro.

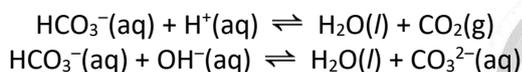
09) (UFTM-MG) Os cálculos renais, popularmente conhecidos como “pedra nos rins”, surgem pela deposição lenta de material insolúvel. Os responsáveis mais frequentes são o oxalato de cálcio (CaC₂O₄) e o fosfato de cálcio (Ca₃(PO₄)₂), substâncias muito pouco solúveis. Considerando que a concentração de íons Ca²⁺ excretados na urina de uma pessoa seja $5,2 \cdot 10^{-2}$ mol/L, a concentração máxima, em mol/L, de íons oxalato (C₂O₄²⁻) que deve estar presente na urina, para que não haja formação de pedras, é, aproximadamente:

Dado: produto de solubilidade de CaC₂O₄ = $2,6 \cdot 10^{-9}$

- $1,0 \cdot 10^{-4}$

- b) $1,0 \cdot 10^{-6}$
 c) $2,0 \cdot 10^{-8}$
 d) $5,0 \cdot 10^{-8}$
 e) $5,0 \cdot 10^{-11}$

10) (UFPR) Os principais parâmetros que definem a qualidade da água de uma piscina são o pH e a alcalinidade. Para a água ser considerada própria, o pH deve ser mantido próximo de 7,0, para garantir o conforto do banhista e a eficácia dos agentes bactericidas. Já a alcalinidade, expressa em concentração de íon bicarbonato, deve ser em torno de 100 g m^{-3} . A propriedade anfotérica desse íon garante que qualquer substância ácida ou básica introduzida seja prontamente neutralizada, conforme mostram as equações químicas abaixo:



Ao adicionar carbonato de sódio na água de uma piscina, que está em condições consideradas adequadas para o banho, ocorrerá:

- a) pequena diminuição do pH e da alcalinidade.
 b) pequena diminuição do pH e pequeno aumento da alcalinidade.
 c) pequeno aumento do pH e da alcalinidade.
 d) pequeno aumento do pH e pequena diminuição da alcalinidade.
 e) pequena diminuição do pH e nenhuma variação da alcalinidade.

11) (UFU-MG) A água sanitária, utilizada no branqueamento de roupas, como bactericida e em muitas outras aplicações, é uma solução aquosa de hipoclorito de sódio. Essa solução deve

- a) ser má condutora de eletricidade, pois a maior parte do composto se encontra como moléculas não dissociadas.
 b) apresentar $\text{pH} = 7,0$, pois trata-se de um sal derivado do HClO e NaOH .
 c) apresentar $\text{pH} < 7,0$, porque há formação de HClO que, sendo ácido fraco, ioniza parcialmente na água, formando H^+ .
 d) apresentar $\text{pH} > 7,0$, porque o ânion sofre hidrólise em água. Dados: HClO é ácido fraco, $K_a = 3,5 \cdot 10^{-8}$

12) (FUVEST-SP) Deseja-se distinguir, de maneira simples, as substâncias de cada um dos pares abaixo, utilizando-se os testes sugeridos do lado direito da tabela.

Par de substâncias	Teste
I) Nitrato de sódio e bicarbonato de sódio	X) Dissolução em água
II) Cloreto de sódio e glicose	Y) pH de suas soluções aquosas
III) Naftaleno e sacarose	Z) Condutibilidade elétrica de suas soluções aquosas

As substâncias dos pares I, II e III podem ser distinguidas, utilizando-se, respectivamente, os testes:

- a) X, Y e Z
 b) X, Z e Y
 c) Z, X e Y
 d) Y, X e Z
 e) Y, Z e X

13) (Mackenzie SP) A aragonita e a dolomita são minerais que possuem composição química muito semelhante, pois ambas compostas por carbonatos. A aragonita é composta de carbonato de cálcio (CaCO_3); enquanto a dolomita, de carbonato de cálcio e magnésio ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Assim, ao fazer a análise da qualidade da água mineral de uma fonte que está localizada numa região, cujo solo possui elevada composição de dolomita e aragonita, um químico fez as seguintes afirmações:

- I. trata-se de uma água alcalina.
 II. há elevada concentração de íons trivalentes, devido à presença do cálcio.
 III. trata-se de uma água dura, devido ao excesso de íons cálcio e magnésio.

Das afirmações acima, somente

- a) a afirmação I é verdadeira.
 b) a afirmação II é verdadeira.
 c) as afirmações II e III são verdadeiras.
 d) as afirmações I e II são verdadeiras.
 e) as afirmações I e III são verdadeiras.

14) (UEPG-PR) Considere os seguintes sais: NH_4Br , CH_3COONa , Na_2CO_3 , K_2SO_4 e NaCN , cujas soluções aquosas de mesma concentração têm diferentes valores de pH. No que se refere a essas soluções, assinale o que for correto.

- 01) A solução de K_2SO_4 é neutra, pois não apresenta hidrólise.
 02) A reação de hidrólise do CH_3COONa é a seguinte:
 $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 04) A ordem crescente de pH das soluções de NH_4Br , K_2SO_4 e NaCN é, $\text{pH NH}_4\text{Br} < \text{pH K}_2\text{SO}_4 < \text{pH NaCN}$.

08) A constante de hidrólise para o NaCN pode ser escrita da seguinte maneira:

$$K_h = \frac{[\text{Na}^+][\text{CN}^-]}{[\text{NaCN}]}$$

16) A solução de Na₂CO₃ é ácida, pois um dos produtos da hidrólise é o H₂CO₃

15) (UFPE) Embora o sulfato de cálcio se dissolva em água, isto se dá somente em pequenas quantidades. Assim, acerca de uma solução saturada deste sulfato, é correto afirmar que:

00. as espécies Ca²⁺ SO₄²⁻ estarão presentes em solução.

01. por filtração, é possível se recuperar o sal não dissolvido.

02. o sulfato de cálcio puro é uma substância simples.

03. se o íon sulfato for um ânion de um ácido forte, e o cálcio, um cátion de uma base fraca, o pH da solução acima será ácido.

04. a adição de sulfato de sódio, um sal bastante solúvel à solução, não interfere na solubilidade do sulfato de cálcio.

16) (Fuvest SP) Cálculos renais, conhecidos popularmente por “pedras nos rins”, consistem principalmente em oxalato de cálcio, CaC₂O₄, espécie cuja constante de solubilidade (K_{ps}) é de aproximadamente 2 × 10⁻⁹. Os íons oxalato, presentes em muitos vegetais, reagem com os íons cálcio para formar oxalato de cálcio, que pode gradualmente se acumular nos rins. Supondo que a concentração de íons cálcio no plasma sanguíneo seja de cerca de 5 × 10⁻³ mol/L, qual seria a concentração mínima, em mol/L, de íons oxalato para que CaC₂O₄ precipitasse

- 4 × 10⁻¹³
- 10 × 10⁻¹²
- 4 × 10⁻⁷
- 2,5 × 10⁻⁶
- 1 × 10⁻⁵

17) (UEPG PR) Para realizar exames de estômago por meio da técnica de raios-X, os pacientes devem ingerir uma suspensão de sulfato de bário (BaSO₄), que é pouco solúvel em H₂O. No que diz respeito à solubilidade do BaSO₄, considerando que a sua constante de produto de solubilidade (K_{ps}) a 25°C é igual a 1,6 × 10⁻⁹, assinale o que for correto.

01. Se for adicionado BaSO₄ a uma solução de K₂SO₄ (que é bastante solúvel), a presença dos íons SO₄²⁻ deslocará o equilíbrio de solubilidade para a esquerda, diminuindo a concentração dos íons Ba²⁺ em solução.

02. A constante de produto de solubilidade (K_{ps}) para o BaSO₄ é dada por: K_{ps} = [Ba²⁺] [SO₄²⁻]

04. A concentração dos íons bário dissolvidos numa suspensão de BaSO₄ em água é de 4,0 × 10⁻⁵ mol/l.

08. A reação de equilíbrio entre o BaSO₄ e seus íons em solução é: BaSO₄ (s) ⇌ Ba²⁺ (aq) + SO₄²⁻ (aq)

18) (UEPB) O *Vibrio cholerae* é uma bactéria, classificada como vibrião por aparentar-se como uma vírgula, e é encontrado em águas contaminadas por fezes humanas. A doença cólera é caracterizada por uma diarreia profusa e bastante líquida. Uma forma de combater o vibrião é adicionar um material popularmente conhecido por “cloro líquido”, isto é, hipoclorito de sódio a 20% (m/v), mantendo o pH próximo de 7,0 e com uma concentração de 5000 ppm (m/v) de cloro na água que se quer tratada.

O hipoclorito de sódio, quando adicionado em água, produz a(s) espécie(s) química(s)

- íons sódio, hipoclorito e ácido cloroso.
- cloro líquido.
- cátion sódio, ânion hipoclorito e ácido hipocloroso.
- íon hipoclorito e ácido hipocloroso.
- íons sódio e hipoclorito, exclusivamente.

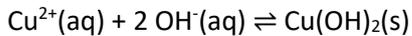
19) (FUVEST SP) O vírus da febre aftosa não sobrevive em pH < 6 ou pH > 9, condições essas que provocam a reação de hidrólise das ligações peptídicas de sua camada protéica. Para evitar a proliferação dessa febre, pessoas que deixam zonas infectadas mergulham, por instantes, as solas de seus sapatos em uma solução aquosa de desinfetante, que pode ser o carbonato de sódio. Neste caso, considere que a velocidade da reação de hidrólise aumenta com o aumento da concentração de íons hidroxila (OH⁻). Em uma zona afetada, foi utilizada uma solução aquosa de carbonato de sódio, mantida à temperatura ambiente, mas que se mostrou pouco eficiente. Para tornar este procedimento mais eficaz, bastaria

- utilizar a mesma solução, porém a uma temperatura mais baixa.
- preparar uma nova solução utilizando água dura (rica em íons Ca²⁺).
- preparar uma nova solução mais concentrada.
- adicionar água destilada à mesma solução.
- utilizar a mesma solução, porém com menor tempo de contacto.

Nazaré confusa

01) (UEL-PR) Uma forma de identificar a presença de íons Cu²⁺ em solução aquosa, mesmo em baixas

concentrações, é acrescentar amônia. Forma-se um íon complexo que confere à solução uma cor azul intensa. Dessa forma, quando a amônia é acrescentada a um sistema químico no qual ocorre o equilíbrio de solubilidade



o mesmo:

- mantém-se inalterado, mas a solução sobrenadante torna-se ácida.
- mantém-se inalterado, mas a solução sobrenadante fica mais básica.
- sofre perturbação e estabelece-se outro estado de equilíbrio no qual a quantidade de precipitado é maior.
- sofre perturbação e estabelece-se outro estado de equilíbrio no qual a quantidade de precipitado é menor ou inexistente.
- sofre perturbação e estabelece-se outro estado de equilíbrio no qual a concentração de íons OH^{-} (aq) é menor ou inexistente.

02) (UEM-PR) Assinale a(s) alternativa(s) correta(s).

- Uma reação química atinge o equilíbrio quando a velocidade da reação inversa for máxima e a velocidade da reação direta for mínima.
 - Dada a reação em equilíbrio $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ $\Delta H = +57 \text{ kJ/mol}$, um aumento na temperatura do sistema deslocará o equilíbrio na direção da formação de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$.
 - Um aumento de pressão desloca o equilíbrio químico da reação $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$.
 - Se o pH de uma solução é igual a 14, a concentração de OH^{-} nessa solução é 1,0 mol/L.
 - A uma mesma temperatura e em um mesmo solvente, o valor do Kps do AgCl é igual a $0,6 \cdot 10^{-10}$ e o do AgI é igual a $1,0 \cdot 10^{-16}$, portanto o AgI é mais solúvel que o AgCl , nessas condições.
- Some os números dos itens corretos.

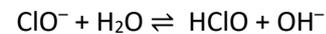
03) (UFSC) Não faça xixi na piscina!

Uma em cada cinco pessoas fará o impensável neste verão: urinar na piscina. Este ato resulta na formação de compostos químicos tóxicos, mesmo que em quantidades muito pequenas. Existe a percepção de que fazer xixi na piscina é aceitável devido à presença de cloro; entretanto, a função do cloro na piscina é eliminar bactérias, e não agir de acordo com nossas necessidades corporais. Os compostos clorados presentes na água da piscina reagem prontamente com o ácido úrico presente na urina e no suor. Os compostos resultantes incluem cloreto de cianogênio

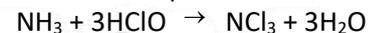
(CNCl) e tricloroamina (NCl_3), que são potencialmente tóxicos. Um estudo da Agência de Proteção Ambiental dos EUA revelou que os níveis destes compostos aumentam por um fator de quatro após o uso da piscina. Outros estudos associaram a exposição frequente à tricloroamina e ao cloreto de cianogênio em piscinas – como ocorre com nadadores e salva-vidas – ao aumento no risco de contrair asma e outros problemas respiratórios. Logo, se o fator higiênico já não é suficiente, por favor, não faça xixi na piscina!

Disponível em: <<http://www.scientificamerican.com/article/don-t-put-the-pee-in-pool/>>. [Adaptado]. Acesso em: 27 ago. 2015.

A desinfecção de águas de piscina costuma ser realizada com soluções contendo compostos clorados, como o hipoclorito de sódio. Em água, o íon hipoclorito encontra-se em equilíbrio com o ácido hipocloroso (HClO), de acordo com a reação:



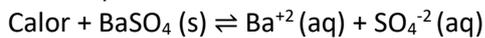
Em contato com ácido úrico e outros compostos nitrogenados, o íon hipoclorito e o ácido hipocloroso podem reagir para formar cloroaminas orgânicas e inorgânicas, que são irritantes de mucosas e do trato respiratório e conferem o odor característico associado às piscinas. De maneira simplificada, a reação pode ser descrita por:



Com base nestas informações, é CORRETO afirmar que:

- a proporção relativa de íons hipoclorito (ClO^{-}) e ácido hipocloroso (HClO) em uma piscina depende do pH da água.
 - se um indivíduo que produz urina ácida optar por urinar na piscina, a proporção relativa de íons ClO^{-} em relação a HClO aumentará no local.
 - na reação que resulta na produção de cloroaminas, há conversão de um composto iônico (HClO) em um composto covalente (NCl_3).
 - o ácido úrico, presente na urina e precursor de cloroaminas, tem caráter ácido por doar íons OH^{-} ligados ao átomo de carbono na presença de água.
 - a concentração de tricloroamina produzida em uma piscina é influenciada pela quantidade de íons hipoclorito adicionada no tratamento da água.
 - a molécula de tricloroamina é apolar e, portanto, pouco solúvel na água da piscina, que é um solvente polar.
- 04) (UFOP MG) O sulfato de bário é usado como contraste para raios-X no diagnóstico de doenças no trato digestivo. Embora o bário seja tóxico para o ser

humano, o BaSO_4 pode ser utilizado para tal fim, uma vez que essa substância é muito pouco solúvel em água ($K_{ps} = 1 \cdot 10^{-10}$). Um radiologista adicionou sulfato de bário sólido à água, a fim de obter uma solução saturada, mas gostaria de reduzir substancialmente a concentração de íons bário antes da ingestão pelo paciente. O que deve fazer o radiologista, considerando que:



- Adicionar sulfato de sódio suficiente para que $[\text{Na}^+] = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Adicionar ácido sulfúrico até que o pH seja igual a 5.
- Remover um pouco da solução saturada.
- Aquecer a mistura.

05) (UEM PR) A 20°C e em água, a solubilidade do AgCl é $0,0016 \text{ g/L}$, enquanto a solubilidade do Ag_2CrO_4 é $0,025 \text{ g/L}$. Sobre o assunto, assinale o que for **correto**.

01. Como a solubilidade do cloreto de prata é menor do que a do cromato de prata, o produto de solubilidade do cloreto de prata também é menor.

02. Ao se adicionarem $0,0015 \text{ g}$ de AgCl e $0,024 \text{ g}$ de Ag_2CrO_4 em um frasco contendo 1L de água, haverá a formação de dispersão homogênea.

04. Para o Ag_2CrO_4 , $K_s = 1,7 \cdot 10^{-12} (\text{mol/L})^3$.

08. O AgNO_3 é solúvel em água, portanto a adição de ácido nítrico a uma solução saturada de AgCl fará que a solubilidade desse sal aumente.

16. Uma solução com concentração de cromato de prata maior que $0,0001 \text{ mol/L}$, a 20°C , será saturada.

06) (PUC RS) Os hidretos iônicos ou salinos constituem um importante grupo de compostos binários formados por hidrogênio e metais alcalinos ou alcalinos terrosos. O hidrogênio, ao estabelecer ligação química com esses metais, apresenta comportamento similar ao dos halogênios. O composto resultante é agente redutor forte, tem caráter básico forte e apresenta algumas propriedades dos compostos iônicos típicos. Contudo, não é possível preparar uma solução aquosa de um hidreto iônico, pois ele reage com a água, em uma reação de oxidação-redução, formando novos compostos. Usando como exemplo o hidreto de sódio, podemos concluir que a equação química que melhor representa o comportamento desse hidreto iônico quando misturado à água é

- $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
- $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_3\text{O}^+$
- $2 \text{Na}_2\text{H} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O} + 3 \text{H}_2$
- $\text{NaH} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

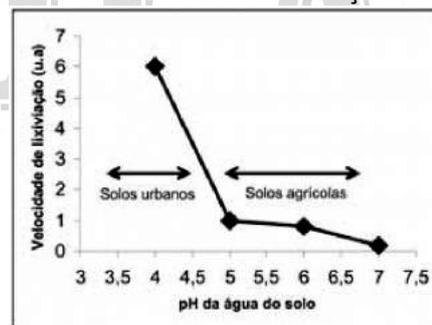
07) (UEL-PR) Considere a tabela de constantes de ionização K_a representada a seguir e responda:

Ácidos	K_a (25°C)
Fluorídrico, HF	$6,5 \cdot 10^{-4}$
Nitroso, HNO_2	$4,5 \cdot 10^{-4}$
Benzóico, $\text{C}_6\text{H}_5\text{—COOH}$	$6,5 \cdot 10^{-5}$
Acético, $\text{CH}_3\text{—COOH}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Propiônico, $\text{C}_2\text{H}_5\text{—COOH}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$
Hipocloroso, HOCl	$3,1 \cdot 10^{-6}$
Cianídrico, HCN	$4,9 \cdot 10^{-10}$

- nitrito
 - hipoclorito
 - benzoato
 - acetato
 - fluoreto
- Qual apresenta maior constante de hidrólise, K_h ?

- I
- II
- III
- IV
- V

08) (UEL PR) A contaminação de ecossistemas em função do crescimento populacional e da industrialização tem sido cada vez maior ao longo dos anos, mesmo com o advento de tecnologias voltadas à descontaminação ambiental. Um dos efeitos deletérios ao ambiente é a elevada acidez da chuva e de solos. A figura a seguir mostra o efeito que a acidez da solo causa na velocidade de lixiviação de íons Cd^{2+} .



Dados: K_{ps} para $\text{Cd}(\text{OH})_2(s) = 2,5 \times 10^{-14}$

Quanto maior a velocidade de lixiviação, maior o transporte de Cd^{2+} para os lagos por meio da corrente superficial ou subsuperficial, transferido para os aquíferos ou absorvido pela vegetação, com efeitos tóxicos.

Com base na figura e nos conhecimentos sobre solubilidade de metais e equilíbrio químico, é correto afirmar que a lixiviação de cádmio

- em solos agrícolas é menor porque a concentração de íons H^+ na água do solo é maior se comparada à água do solo urbano.

b) em solos urbanos é maior porque o solo retém mais cádmio na forma de Cd^{2+} e porque a concentração de H^+ na água do solo é baixa se comparada ao solo agrícola.

c) em solos urbanos é maior porque a concentração de cádmio na forma $\text{Cd}(\text{OH})_2(\text{s})$ é elevada se comparada ao solo agrícola.

d) em solos agrícolas é menor porque usualmente esses solos são tratados com ureia (fertilizante com caráter básico), o que pode reduzir o pH da água do solo e, por consequência, tornar os íons Cd^{2+} mais móveis na água do solo.

e) em solos agrícolas é menor porque usualmente esses solos são tratados com CaCO_3 , o que pode elevar o pH da água do solo e, por consequência, precipitar os íons Cd^{2+} na forma de $\text{Cd}(\text{OH})_2(\text{s})$, tornando-os menos móveis.

09) (UFTM-MG) Uma solução aquosa de NH_4Cl a 0,1 mol/L, cujo sal está 100% dissociado, apresenta pH igual a :

$$\left(\text{Dados: } \text{pH} = -\log[\text{H}^+]; K_w = 10^{-14}; K_b = 10^{-5}; K_h = \frac{K_w}{K_b} \right)$$

- a) 9
- b) 7
- c) 5
- d) 4
- e) 2

10) (UNCISAL) O uso de água sanitária é muito comum no nosso cotidiano e seu princípio ativo está baseado nas propriedades oxidantes do ânion do ácido hipocloroso, que é um ácido fraco. O hipoclorito de sódio é obtido pela eletrólise de uma solução de cloreto de sódio, onde são produzidos também gás hidrogênio e gás cloro.

Química Nova na Escola. v. 30, p. 66-69, 2008.

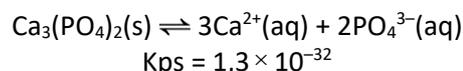
Com respeito à água sanitária e com base nas informações apresentadas, que alternativa traduz a condição real quanto ao seu pH e do meio em que se forma?

- a) A água sanitária exibe diversas faixas de pH, podendo variar desde ácido, neutro ou básico, dependendo de como ela foi obtida.
- b) No processo de obtenção da água sanitária, o meio na qual ela se forma estará ácido devido à formação de gás cloro e hidrogênio.
- c) A água sanitária, além de ser oxidante, também possui características ácidas, visto que seu princípio ativo é derivado de um ácido.

d) A água sanitária apresenta propriedades oxidantes e seu pH deve ser neutro, visto que em solução aquosa o meio é neutro, não variando.

e) A água sanitária apresenta propriedades básicas porque a hidrólise prevalece e como resultado teremos uma solução com pH acima de 7,0.

11) (UEPG PR) Os cálculos renais, popularmente conhecidos como pedra nos rins, são compostos por alguns sais pouco solúveis, dentre eles o fosfato de cálcio, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, cujo equilíbrio entre seus íons e sua respectiva constante de produto de solubilidade, K_{ps} , estão representados abaixo. Sobre o assunto, assinale o que for correto.



01. A constante de produto de solubilidade do fosfato de cálcio pode ser representada como $K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2$.

02. O aumento na pressão pode favorecer a formação de pedra nos rins.

04. Se a concentração de íons $[\text{Ca}^{2+}] = 1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ e de íons $[\text{PO}_4^{3-}] = 1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, haverá a precipitação do $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$.

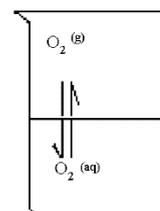
08. A formação de pedra nos rins é favorecida por uma alta concentração de íons cálcio no sangue.

16. A formação de pedra nos rins é favorecida por uma baixa concentração de íons fosfato no sangue.

12) (IME RJ) Quanto à precipitação do hidróxido férrico ($K_{ps} = 1,0 \times 10^{-36}$) em uma solução 0,001 molar de Fe^{3+} , é correto afirmar que

- a) independe do pH.
- b) ocorre somente na faixa de pH alcalino.
- c) ocorre somente na faixa de pH ácido.
- d) não ocorre para $\text{pH} < 3$
- e) ocorre somente para $\text{pH} \geq 12$.

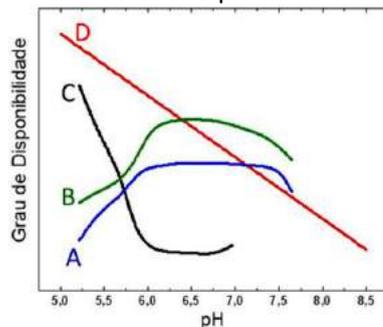
13) (EFOA MG) A solubilização do oxigênio em água pode ser representada pela equação mostrada a seguir, cuja constante de equilíbrio a 25 °C é $1,3 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$.



Considerando que a pressão parcial do oxigênio no ar seco é igual a 0,20 atm, a concentração do oxigênio dissolvido na água, expressa em mol L⁻¹, é:

- $1,5 \times 10^2$
- $6,5 \times 10^{-3}$
- $2,6 \times 10^{-4}$
- 2,6
- 6,5

14) (Unicamp SP) A calagem é uma prática de manejo do solo que consiste na utilização de calcário para proporcionar às plantas um ambiente de crescimento radicular adequado. Isso diminui a atividade de elementos potencialmente tóxicos em elevadas concentrações (Al e Mn) e favorece a disponibilidade de elementos essenciais (N, P e K) no solo. O gráfico a seguir apresenta o grau de disponibilidade de diversos elementos de acordo com o pH do solo.



Considerando essas informações e os conhecimentos de química, é correto afirmar que a calagem atua em solos

- ácidos, aumentando o seu pH; a curva D corresponderia a um elemento essencial.
- básicos, diminuindo o seu pH; a curva A corresponderia a um elemento tóxico.
- básicos, diminuindo o seu pH; a curva C corresponderia a um elemento tóxico.
- ácidos, aumentando o seu pH; a curva B corresponderia a um elemento essencial.

15) (UFU MG) Em Uberlândia, o Centro de Controle de Zoonoses continua com as ações de rotina para eliminar os focos dos mosquitos da dengue. A última pesquisa realizada em março deste ano apontou o índice de infestação em Uberlândia de 3,1%. Segundo o coordenador do Programa Municipal de Combate à Dengue, José Humberto Arruda, até o momento, 60 casos de dengue foram confirmados, número considerado baixo. Os bairros onde foram encontrados mais focos são: São José (33,3%), Chácaras Tubalina (13,7%), Lagoinha (13,4%), Taiamã (8,9%) e Morada da Colina (8,6%) Nesses bairros, os agentes da Zoonose intensificaram as ações de

retirada de objetos que acumulam água parada e o tratamento com larvicida à base de hipoclorito de sódio – substância que, em grandes quantidades na água de consumo humano, causam danos à saúde

ADAPTADO DE: SECRETARIA MUNICIPAL DE COMUNICAÇÃO DE UBERLÂNDIA, 19/05/2009.

Na luta contra o mosquito da dengue, a orientação das Secretarias de Saúde dos municípios é que se coloque uma colher de sopa de água sanitária (15 mL) por litro de água. Um litro de água sanitária contém cerca de 0,34 mol de hipoclorito de sódio, NaClO.

Sobre a solução de hipoclorito de sódio e a prevenção contra a dengue, assinale a alternativa CORRETA.

- A concentração de uma solução, após adição de uma colher de sopa de água sanitária a um litro de água, é aproximadamente $5,1 \times 10^{-2}$ mol/L.
- A acidez da solução de hipoclorito de sódio é responsável pela morte das larvas do mosquito da dengue.
- A larvicida, à base de hipoclorito de sódio, tem caráter básico devido à formação de íons hidroxila em solução aquosa.
- Grandes quantidades de hipoclorito de sódio devem ser adicionados no Rio Uberabinha - manancial de abastecimento público de Uberlândia –, para evitar a proliferação do mosquito da dengue.

16) (FGV SP) Em hospitais, roupas, banheiros, pisos, etc., podem ser desinfetados com soluções aquosas de hipoclorito de sódio. Considerando que a constante de hidrólise do íon ClO⁻, a 25 °C, é 2×10^{-7} , uma solução aquosa de NaClO com pH = 10 nessa mesma temperatura tem concentração de íon hipoclorito igual a

- 0,01 mol/L.
- 0,02 mol/L.
- 0,05 mol/L.
- 0,10 mol/L.
- 0,20 mol/L.

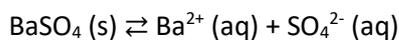
Vem ENEM

01) (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 $1,0 \times 10^{-10}$ mol/L. Para atender a legislação, um químico separou as seguintes substâncias, disponibilizadas no almoxarifado da empresa: CH₃COOH, Na₂SO₄, CH₃OH, K₂CO₃ e NH₄Cl. Para que o resíduo possa ser lançado

diretamente no corpo receptor, qual substância poderia ser empregada no ajuste do pH?

- CH₃COOH
- Na₂SO₄
- CH₃OH
- K₂CO₃
- NH₄Cl

02) (ENEM-2018) O sulfato de bário (BaSO₄) é mundialmente utilizado na forma de suspensão como contraste em radiografias de esôfago, estômago e intestino. Por se tratar de um sal pouco solúvel, quando em meio aquoso estabelece o seguinte equilíbrio:



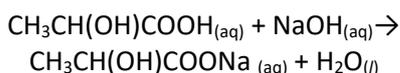
Por causa da toxicidade do bário (Ba²⁺), é desejado que o contraste não seja absorvido, sendo totalmente eliminado nas fezes. A eventual absorção de íons Ba²⁺, porém, pode levar a reações adversas ainda nas primeiras horas após sua administração, como vômito, cólicas, diarreia, tremores, crises convulsivas e até mesmo a morte.

PEREIRA, L. F. Entenda o caso da intoxicação por Celobar®. Disponível em: www.unifesp.br. Acesso em: 20 nov. 2013 (adaptado).

Para garantir a segurança do paciente que fizer uso do contraste, deve-se preparar essa suspensão em

- água destilada.
- soro fisiológico.
- solução de cloreto de bário, BaCl₂.
- solução de sulfato de bário, BaSO₄.
- solução de sulfato de potássio, K₂SO₄.

03) (ENEM-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 láctico, encontra-se na faixa permitida pela legislação, o leite adulterado passa a ser comercializado. A reação entre o hidróxido de sódio e o ácido láctico pode ser representada pela equação química:



A consequência dessa adulteração é o(a)

- aumento do pH do leite.
- diluição significativa do leite.
- precipitação do lactato de sódio.
- diminuição da concentração de sais.
- aumento da concentração dos íons H⁺.

04) (ENEM-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 (CaCO₃) e carbonato de magnésio (MgCO₃). 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

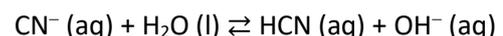
- são óxidos inorgânicos.
- são fontes de oxigênio.
- o ânion reage com a água.
- são substâncias anfóteras.
- os cátions reagem com a água.

05) (ENEM-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 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

- HCl
- CaCO₃
- NH₄Cl
- Na₂SO₄
- Ba(NO₃)₂

06) (ENEM-2014) O cianeto de sódio, NaCN, é um poderoso agente complexante, usado em laboratórios químicos e em indústrias de extração de ouro. Quando uma indústria lança NaCN sólido nas águas de um rio, ocorre o seguinte equilíbrio químico:



Esse equilíbrio químico é decorrente de uma reação de

- síntese.
- hidrólise.
- oxirredução.
- precipitação.
- decomposição.

07) (ENEM/2014) A elevada acidez dos solos é um dos fatores responsáveis por reduzir sua capacidade de

troca de cátions, intensificando a perda de sais minerais por arraste. Como consequência, os solos ficam deficientes em nutrientes e com baixo potencial produtivo. Uma estratégia usada no controle dessa acidez é aplicar óxidos capazes de formar bases pouco solúveis em meio aquoso. Inicialmente, para uma determinada aplicação, são apresentados os seguintes óxidos: NO, CO₂, SO₂, CaO e Na₂O. Para essa aplicação, o óxido adequado para minimizar o efeito de arraste é o

- NO.
- CO₂.
- SO₂.
- CaO.
- Na₂O.

08) (ENEM-2014) Fertilizantes químicos misto, denominados NPK, são utilizados para aumentar a produtividade agrícola, por fornecerem os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, necessários para o desenvolvimento das plantas. A quantidade de cada nutriente varia de acordo com a finalidade do adubo. Um determinado adubo NPK possui, em sua composição, as seguintes substâncias: nitrato de amônio (NH₄NO₃), ureia (CO(NH₂)₂), nitrato de potássio (KNO₃), fosfato de sódio (Na₃PO₄) e cloreto de potássio (KCl). A adição do adubo descrito provocou diminuição no pH de um solo. Considerando o caráter ácido/básico das substâncias constituintes desse adubo, a diminuição do pH do solo deve ser atribuída à presença, no adubo, de uma quantidade significativa de

- ureia.
- fosfato de sódio.
- nitrato de amônio.
- nitrato de potássio.
- cloreto de potássio.

09) (ENEM/2016) A água consumida na maioria das cidades brasileiras é obtida pelo tratamento da água de mananciais. A parte inicial do tratamento consiste no peneiramento e sedimentação de partículas maiores. Na etapa seguinte, dissolvem-se na água carbonato de sódio e, em seguida, sulfato de alumínio. O resultado é a precipitação de hidróxido de alumínio, que é pouco solúvel em água, o qual leva consigo as partículas poluentes menores. Posteriormente, a água passa por um processo de desinfecção e, finalmente, é disponibilizada para o consumo.

No processo descrito, a precipitação de hidróxido de alumínio é viabilizada porque

- a dissolução do alumínio resfria a solução.

- o excesso de sódio impossibilita sua solubilização.
- a oxidação provocada pelo sulfato produz hidroxilas.
- as partículas contaminantes menores atraem essa substância.
- o equilíbrio químico do carbonato em água torna o meio alcalino.

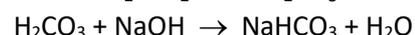
10) (ENEM-2018) O manejo adequado do solo possibilita a manutenção de sua fertilidade à medida que as trocas de nutrientes entre matéria orgânica, água, solo e o ar são mantidas para garantir a produção. Algumas espécies iônicas de alumínio são tóxicas, não só para a planta, mas para muitos organismos como as bactérias responsáveis pelas transformações no ciclo do nitrogênio. O alumínio danifica as membranas das células das raízes e restringe a expansão de suas paredes, com isso, a planta não cresce adequadamente. Para promover benefícios para a produção agrícola, é recomendada a remediação do solo utilizando calcário (CaCO₃).

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Porto Alegre: Bookman, 2013 (adaptado).

Essa remediação promove no solo o(a)

- diminuição do pH, deixando-o fértil.
- solubilização do alumínio, ocorrendo sua lixiviação pela chuva.
- interação do íon cálcio com o íon alumínio, produzindo uma liga metálica.
- reação do carbonato de cálcio com os íons alumínio, formando alumínio metálico.
- aumento da sua alcalinidade, tornando os íons alumínio menos disponíveis.

11) (ENEM-2013) À medida que se expira sobre uma solução de azul de bromotimol e hidróxido de sódio (NaOH), sua coloração azul característica vai se alterando. O azul de bromotimol é um indicador ácido-base que adquire cor azul em pH básico, verde em pH neutro e amarela em pH ácido. O gás carbônico (CO₂) expirado reage com a água presente na solução (H₂O), produzindo ácido carbônico (H₂CO₃). Este pode reagir com o NaOH da solução inicial, produzindo bicarbonato de sódio (NaHCO₃):



ARROIO, A. et al. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 29, 2006.

O que a pessoa irá observar à medida que expira no recipiente contendo essa solução?

- A solução mudará de cor, de azul para verde, e, em seguida, de verde para amarelo. Com o acréscimo de ácido carbônico, o pH da solução irá reduzir até tornar-se neutro. Em seguida, um excesso de ácido carbônico tornará o pH da solução ácido.

b) A solução somente terá sua cor alterada de azul para amarelo, pois será formado um excesso de ácido carbônico no recipiente, o que reduzirá bruscamente o pH da solução.

c) A cor da solução não será alterada com o acréscimo de ácido carbônico. Isso porque o meio é inicialmente neutro e a presença de ácido carbônico não produzirá nenhuma mudança no pH da solução.

d) A solução mudará de azul para verde e, em seguida, de verde para azul. Isso ocorrerá em função da neutralização de um meio inicialmente básico acompanhado de um aumento de pH na solução, à medida que ácido carbônico é adicionado ao meio.

e) A cor da solução alterará de azul para amarelo e, em seguida, de amarelo para verde. Esse comportamento é justificado pelo fato de o ácido carbônico reduzir bruscamente o pH da solução e depois ser neutralizado pelo restante de NaOH presente no meio.

12) (ENEM-2017) Diversos produtos naturais podem ser obtidos de plantas por processo de extração. O lapachol é da classe das naftoquinonas. Sua estrutura apresenta uma hidroxila enólica ($pK_a = 6,0$) que permite que este composto seja isolado da serragem dos ipês por extração com solução adequada, seguida de filtração simples. Considere que $pK_a = -\log K_a$, em que K_a é a constante ácida da reação de ionização do lapachol.



Qual solução deve ser usada para extração do lapachol da serragem do ipê com maior eficiência?

- Solução de Na_2CO_3 para formar um sal de lapachol.
- Solução-tampão ácido acético/acetato de sódio ($pH = 4,5$).
- Solução de NaCl a fim de aumentar a força iônica do meio.
- Solução de Na_2SO_4 para formar um par iônico com lapachol.
- Solução de HCl a fim de extraí-lo por meio de reação ácido-base.

13) (ENEM-2010) Decisão de asfaltamento da rodovia MG-010, acompanhada da introdução de espécies exóticas, e a prática de incêndios criminosos, ameaçam o sofisticado ecossistema do campo rupestre da reserva da Serra do Espinhaço. As plantas nativas desta região, altamente adaptadas a uma alta

concentração de alumínio, que inibe o crescimento das raízes e dificultam a absorção de nutrientes e água, estão sendo substituídas por espécies invasoras que não teriam naturalmente adaptação para este ambiente, no entanto elas estão dominando as margens da rodovia, equivocadamente chamada de "estrada ecológica". Possivelmente a entrada de espécies de plantas exóticas neste ambiente foi provocada pelo uso, neste empreendimento, de um tipo de asfalto (cimento-solo), que possui uma mistura rica em cálcio, que causou modificações químicas aos solos adjacentes à rodovia MG-010.

Essa afirmação baseia-se no uso de cimento-solo, mistura rica em cálcio que

- inibe a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- inibe a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- aumenta a toxicidade do alumínio, elevando o pH dessas áreas.
- aumenta a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.
- neutraliza a toxicidade do alumínio, reduzindo o pH dessas áreas.

14) (ENEM-2010) O rótulo de uma garrafa de água mineral natural contém as seguintes informações:

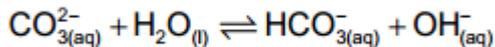
Características físico-químicas	Valor	Composição química	
			mg/L
pH a 25 °C	7,54	bicarbonato	93,84
		cálcio	15,13
		sódio	14,24
condutividade elétrica a 25 °C	151 ($\mu S/cm$)	magnésio	3,62
		carbonatos	3,09
		sulfatos	2,30
resíduo da evaporação a 180 °C	126,71 (mg/L)	potássio	1,24
		fosfatos	0,20
		fluoretos	0,20

As informações químicas presentes no rótulo de vários produtos permitem classificar o produto de várias formas, de acordo com seu gosto, seu cheiro, sua aparência, sua função, entre outras. As informações da tabela permitem concluir que essa água é

- gasosa.
- insípida.
- levemente azeda.
- um pouco alcalina.
- radioativa na fonte.

15) (ENEM-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:



Esses tipos de solos são alcalinos demais para fins agrícolas e devem ser remediados pela utilização de aditivos químicos. Suponha que, para remediar uma amostra desse tipo de solo, um técnico tenha utilizado como aditivo a cal virgem (CaO). Nesse caso, a remediação

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

16) (ENEM-2019) Laboratórios de química geram como subprodutos substâncias ou misturas que, quando não têm mais utilidade nesses locais, são consideradas resíduos químicos. Para o descarte na rede de esgoto, o resíduo deve ser neutro, livre de solventes inflamáveis e elementos tóxicos como Pb, Cr e Hg. Uma possibilidade é fazer uma mistura de dois resíduos para obter um material que apresente as características necessárias para o descarte. Considere que um laboratório disponha de frascos de volumes iguais cheios dos resíduos, listados no quadro.

Tipos de resíduos
I - Solução de H_2CrO_4 $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
II - Solução de NaOH $0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
III - Solução de HCl $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
IV - Solução de H_2SO_4 $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
V - Solução de CH_3COOH $0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
VI - Solução de NaHCO_3 $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

Qual combinação de resíduos poderá ser descartada na rede de esgotos?

- I e II
- II e III
- II e IV
- V e VI
- IV e VI

17) (ENEM-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

- CH_3COONa .
- NH_4Cl .
- NaBr .
- NaOH .
- KCl .

18) (ENEM-2020) Quando as pilhas, que contêm metais pesados, são descartadas no lixo comum, pode ocorrer o rompimento de sua blindagem e a liberação de seu conteúdo para o meio ambiente. Ao atingir o solo, um metal pesado pode ficar retido nas camadas superiores por três processos: reação com moléculas orgânicas que possuam oxigênio ou nitrogênio em sua estrutura, adsorção em argilas e minerais e reação com grupamento hidroxila, sulfeto ou metil, formando precipitado insolúvel. Com bases nas informações apresentadas, são suscetíveis de serem formados no solo os compostos:

- CdS e $\text{Zn}(\text{OH})_2$
- $\text{Pb}(\text{OH})_2$ e Na_2S
- $\text{Ni}(\text{OH})_2$ e $\text{Cr}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
- CdSO_4 e $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$
- $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$ e $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$

19) (ENEM-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.

20) (ENEM-2021) Uma transformação química que acontece durante o cozimento de verduras e vegetais, quando o meio está ácido, é conhecida como feofitinação, na qual a molécula de clorofila (cor verde) se transforma em feofitina (cor amarela). Foi realizado um experimento para demonstrar essa reação e a consequente mudança de cor, no qual os reagentes indicados no quadro foram aquecidos por 20 minutos.

Béquer	Reagentes utilizados
1	Uma folha de couve picada e 150 mL de água.
2	Uma folha de couve picada, 150 mL de água e suco de um limão.
3	Uma folha de couve picada, 150 mL de água e 1 g de bicarbonato de sódio.

Finalizado o experimento, a cor da couve, nos béqueres 1, 2 e 3, respectivamente, será

- a) verde, verde e verde.
 b) amarela, verde e verde.
 c) verde, amarela e verde.
 d) amarela, amarela e verde.
 e) verde, amarela e amarela.

Abertas, lá vou eu

01) (FM Petrópolis RJ) Grande parte dos pacientes com hiperparatiroidismo brando exibe poucos sinais de doença óssea e raras anormalidades inespecíficas, em consequência da elevação do nível do cálcio, mas apresenta tendência extrema à formação de cálculos renais. Isso se deve ao fato de que o excesso de cálcio e fosfato absorvidos pelos intestinos ou mobilizados dos ossos no hiperparatiroidismo será finalmente excretado pelos rins, ocasionando aumento proporcional nas concentrações dessas substâncias na urina. Em decorrência disso, os cristais de oxalato tendem a se precipitar nos rins, dando origem a cálculos com essa composição.

a) O produto de solubilidade do oxalato de cálcio (CaC_2O_4) a 25 °C é $2,6 \times 10^{-9}$.

Determine a concentração de íons $C_2O_4^{2-}$ eliminados pela urina, sabendo-se que a concentração dos íons cálcio presente no exame EAS (Elementos Anormais e Sedimentos) é de $4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ e que, nesse caso, a urina apresenta uma solução saturada de oxalato de cálcio.

b) A reação de hidrólise do oxalato de cálcio está abaixo representada.



Se um paciente tem uma dieta rica em alimentos cítricos como, por exemplo, brócolis, repolho, fígado, couve-flor, couve, espinafre, tomate, etc., bem como rica em frutas como limão, morango, acerola e laranja dificultará a formação dos cristais de oxalato encontrados na urina. Justifique essa dieta como tratamento alimentar com base no Princípio de Le Chatelier.

02) (UFG GO) A figura a seguir apresenta quatro tubos de ensaio contendo diferentes soluções e informações sobre as constantes do produto de solubilidade.

1	2	3	4
AgCl (aq) Kps = 2×10^{-10}	Mg(OH) ₂ (aq) Kps = 8×10^{-12}	AgNO ₃ (aq) solúvel	NaI (aq) solúvel

Dados:

Kps para o AgI = 8×10^{-17}

$$\sqrt{2} = 1,42$$

$$\sqrt[3]{2} = 1,26$$

Considerando o exposto,

a) determine qual das substâncias presentes nos tubos 1 e 2 possui menor solubilidade. Justifique sua resposta utilizando o cálculo da solubilidade, em mol.L^{-1} ;

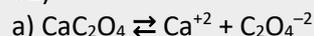
b) determine se haverá formação de precipitado após a mistura de alíquotas das soluções presentes nos tubos 3 e 4. Considere que, após a mistura, as concentrações dos íons Ag^+ e I^- sejam iguais a $1 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

RESPOSTAS

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) E	01) A	01) D	01) D
02) C	02) D	02) 8	02) E
03) D	03) C	03) 17	03) A
04) D	04) B	04) A	04) C
05) C	05) V,V,V,V,V	05) 20	05) B
06) C	06) E	06) A	06) B
07) C	07) A	07) B	07) D
08) D	08) C	08) E	08) C
09) B	09) D	09) C	09) E
10) B	10) C	10) E	10) E
	11) D	11) 13	11) A
	12) E	12) D	12) A
	13) E	13) C	13) A
	14) 07	14) D	14) D
	15) VVFFF	15) C	15) D
	16) C	16) C	16) C
	17) 15		17) B
	18) C		18) A
	19) C		19) E
			20) C

Abertas, lá vou eu!

01)



$$K_{ps} = [\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{-2}]$$

$$2,6 \times 10^{-9} = 4 \times 10^{-3} \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{-2}]$$

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{-2}] = 6,5 \times 10^{-7}$$

b) A ingestão de alimentos ácidos (H^+) irá consumir (diminuir) a concentração de íons OH^- , fazendo com que o equilíbrio da reação se desloque para a direita, minimizando a formação de oxalato de cálcio.

02)

a) Cálculo do K_{ps} para o AgCl

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$$

$$K_{ps} = (S) \cdot (S)$$

$$2 \times 10^{-10} = (S)^2$$

$$S = 1,42 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

Cálculo do K_{ps} para o Mg(OH)_2

$$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$$

$$K_{ps} = (S) \cdot (2S)^2$$

$$8 \times 10^{-12} = 4 S^3$$

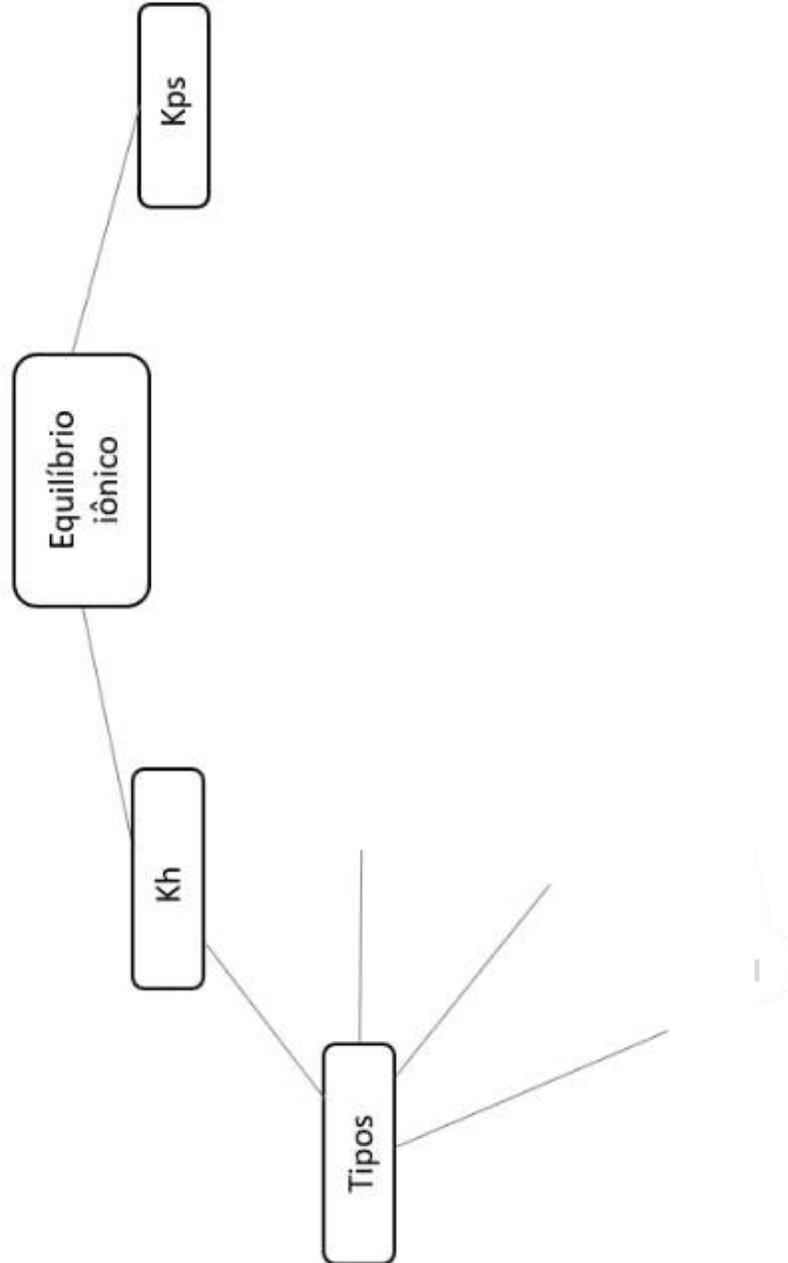
$$S = 1,26 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

Portanto, a solubilidade do AgCl é menor que do Mg(OH)_2 .

b) Levando-se em consideração as concentrações dos íons, tem-se que o valor da constante Q é igual a $(1,0 \times 10^{-4})^2 = 1,0 \times 10^{-8}$. Como o valor encontrado é maior que o K_{ps} , haverá formação de precipitado.

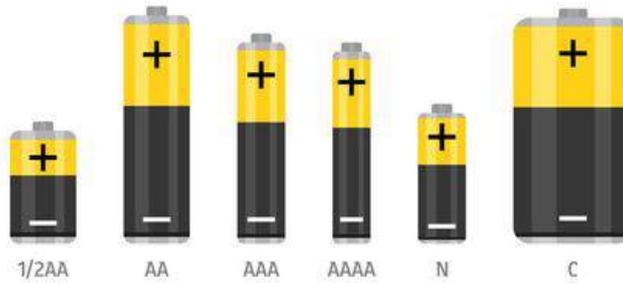
Vale a pena ver de novo

QUÍMICA



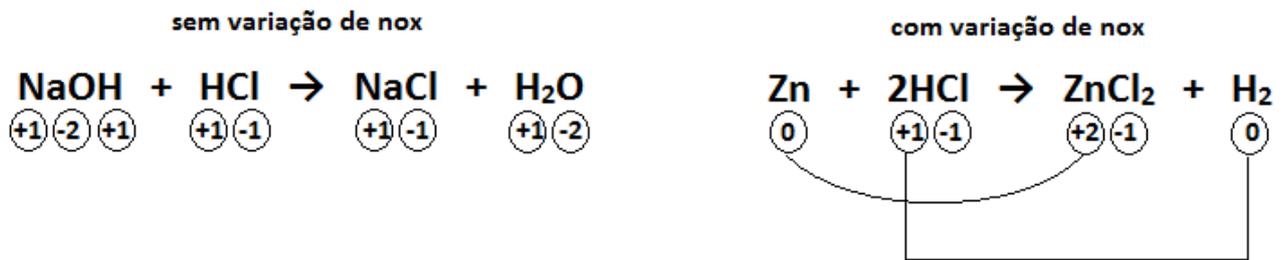
1) Eletroquímica

É a parte da química que estuda as reações que ocorrem com troca de elétrons na interconversão de energia química em energia elétrica.



As reações que ocorrem com troca de elétrons podem ser evidenciadas pela variação do nox, reações que variam o nox são chamadas de redox ou de oxidorredução. (Caso você tenha esquecido como de calcular nox, veja a aula 16, ap. 2)

Ex:



Como vimos anteriormente, reações que tem variação de nox, possuem troca de elétrons, onde uma espécie está doando elétrons (sofrendo oxidação) e outra está recebendo (sofrendo redução).

↑ nox	oxida	dá e-	ag. redutor
↓ nox	reduz	recebe e-	ag. oxidante

Em nosso dia a dia, percebemos que metais sofrem oxidação, mas diferentes metais sofrem graus diferentes de oxidação. Para conseguirmos medir esta grandeza de oxidação (facilidade em doar elétrons) ou redução (facilidade em receber elétrons), usaremos o potencial de oxidação (E_o) ou potencial de redução (E_r) que quantifica esta facilidade para trocar elétrons em unidades Volt.

Os valores de potenciais podem ser obtidos através de uma equação chamada equação de Nernst, nela é possível calcular qualquer valor de potencial em qualquer condição, mas usaremos na maioria das vezes o estado padrão (25°C e 1 atm).

1.1. Equação de Nernst

$$E = E^\circ - \frac{0,05916}{n} \log \frac{[\text{oxida}]}{[\text{reduz}]}$$

mols de e-
Keq

* é a equação de Nernst que permite calcular a diferença de potencial das redes neurais e assim explicar a condução de impulsos nervosos.

2) Potencial de oxidação (E_o)

Mede a facilidade com que um determinado material tem para oxidar, ou seja, perder elétrons. Quanto **maior** o potencial de oxidação, **maior** será a facilidade para sofrer oxidação (perder elétrons).

Semirreação	Potencial padrão de oxidação (E_o)
$\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + 1e^-$	+3,05 V
$\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + 1e^-$	+2,93 V
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{+2} + 2e^-$	+2,36 V
$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{+3} + 3e^-$	+1,66 V
$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{+2} + 2e^-$	+0,76 V
$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{+2} + 2e^-$	-0,34 V

→ **Obs:** observe que toda semirreação de oxidação, os elétrons se encontram nos produtos.

3) Potencial de redução (E_r)

Mede a facilidade com que um determinado material tem para reduzir, ou seja, receber elétrons. Quanto **maior** o potencial de redução, **maior** será a facilidade para sofrer redução (receber elétrons).

Semirreação	Potencial padrão de redução (E_r)
$\text{Li}^+ + 1e^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05 V
$\text{K}^+ + 1e^- \rightarrow \text{K}$	-2,93 V
$\text{Mg}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36 V
$\text{Al}^{+3} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66 V
$\text{Zn}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76 V
$\text{Cu}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34 V

→ **Obs 1:** observe que toda semirreação de redução, os elétrons se encontram nos reagentes;

→ **Obs 2:** as semirreações de oxidação são o contrário da redução, assim como os valores de potencial;

→ **Obs 3:** metais na forma iônica são aquosos, metais com nox 0 são metálicos (sólidos);

→ **Obs 4:** os exercícios costumam usar o potencial de redução com uma frequência maior que o potencial de oxidação;

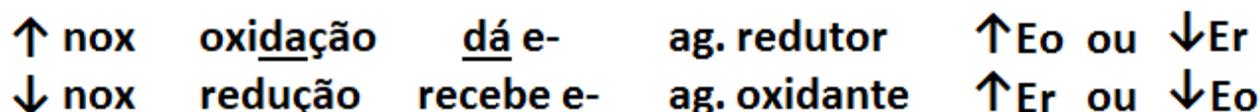
→ **Obs 5:** os potenciais de redução/oxidação sofrem alteração de valor com a mudança da concentração em solução (mol/L) e temperatura, mas não são alterados quando a amostra sofre aumento de massa,

Ex:



4) Análises possíveis com potenciais

Os potenciais permitem descrever e prever várias situações do cotidiano, como veremos a seguir, antes disso, vamos resumir as principais análises do potencial com as reações.



4.1. Oxidação e Redução

Através dos potenciais podemos prever se uma espécie sofre oxidação ou redução, espontaneamente, para isso basta verificar o potencial de redução: o maior potencial de redução ($\uparrow E_{red}$) é a espécie que sofre redução.

Ex1: tabela com potenciais de redução

Semirreação	Potencial padrão de redução (E_r)
$\text{Li}^+ + 1e^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05 V
$\text{K}^+ + 1e^- \rightarrow \text{K}$	-2,93 V
$\text{Mg}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36 V
$\text{Al}^{+3} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66 V
$\text{Zn}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76 V
$\text{Cu}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34 V

Perceba que a espécie que mais sofre redução ($\uparrow E_{\text{red}}$) é a espécie que recebe e^- . Neste caso é o Cu^{+2} é a espécie que mais sofre redução, isso porque ele possui o maior potencial de redução.

→**Obs 1:** observe a semirreação do íon cobre, perceba que a espécie que sofre redução é o Cu^{+2} (reagente) e não o Cu (produto).

Ex. 2: tabela com potenciais de oxidação

Semirreação	Potencial padrão de oxidação (E_o)
$\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + 1e^-$	+3,05 V
$\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + 1e^-$	+2,93 V
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{+2} + 2e^-$	+2,36 V
$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{+3} + 3e^-$	+1,66 V
$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{+2} + 2e^-$	+0,76 V
$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{+2} + 2e^-$	-0,34 V

Perceba que a espécie que mais sofre oxidação ($\uparrow E_{\text{oxi}}$) é a espécie que doa e^- . Neste caso é o **Li** é a espécie que mais sofre oxidação, isso porque ele possui o maior potencial de oxidação.

→**Obs 1:** observe a semirreação do lítio, perceba que a espécie que sofre oxidação é o Li (reagente) e não o Li^+ (produto).

4.2. Melhor redutor e melhor oxidante

A análise da tabela de potenciais permite dizer qual espécie é melhor redutora ou melhor oxidante. Lembre-se que o melhor agente redutor é aquele que mais sofre oxidação ($\uparrow E_{\text{oxi}}$), já o melhor agente oxidante, é aquele que mais sofre redução ($\uparrow E_{\text{red}}$).

Nas tabelas de potenciais de redução e oxidação acima, podemos concluir que:

- o Cu^{+2} é a espécie que mais sofre redução e também ele é o **melhor agente oxidante**, isso porque ele possui o maior potencial de redução ($\uparrow E_{\text{red}}$).
- o **Li** é a espécie que mais sofre oxidação e também ele é o **melhor agente redutor**, isso porque ele possui o maior potencial de oxidação ($\uparrow E_{\text{oxi}}$).

4.3. Reações espontâneas

Reações espontâneas são aquelas que ocorrem sem o fornecimento constante de energia, pensando em potenciais, este tipo de reação possui $\Delta E > 0$, ou seja, valores positivos.

Essa variação é calculada como:

$$\Delta E = E_{\text{red}} + E_{\text{oxi}}$$

ou

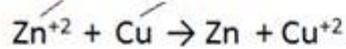
$$\Delta E = \uparrow E_{\text{red}} - \downarrow E_{\text{red}}$$

Se:
 $\Delta E > 0$, espontâneo
 $\Delta E < 0$, não espontâneo

Ex:

Dados: Zn^{2+}/Zn , $E_r = -0,76 \text{ V}$
 Cu^{2+}/Cu , $E_r = +0,34 \text{ V}$

redução oxidação



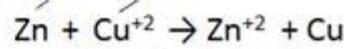
$$\Delta E = E_{\text{red}} + E_{\text{oxi}}$$

$$\Delta E = -0,76 + (-0,34)$$

$$\Delta E = -1,1 \text{ V}$$

(não espontânea)

oxidação redução



$$\Delta E = E_{\text{red}} + E_{\text{oxi}}$$

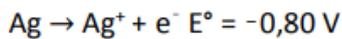
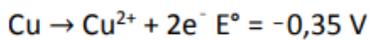
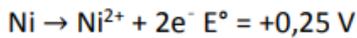
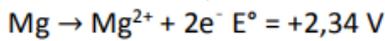
$$\Delta E = +0,34 + (+0,76)$$

$$\Delta E = +1,1 \text{ V}$$

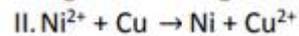
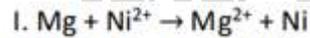
(espontânea)

Vejamos alguns exemplos sobre espontaneidade.

1) (UFU-MG- adaptada) São dadas as seguintes semi-reações com os respectivos potenciais de eletrodos:

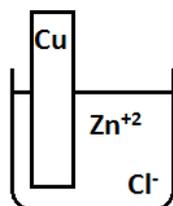
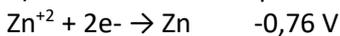


Considere agora as seguintes reações:

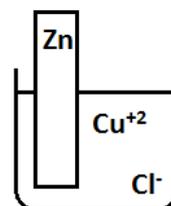


Qual(is) das reações a seguir é(são) espontânea(s)?

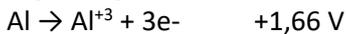
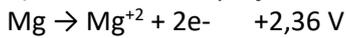
2) De acordo com os potenciais, determine qual das reações é a espontânea.



ou



3) Determine a equação da reação espontânea entre:



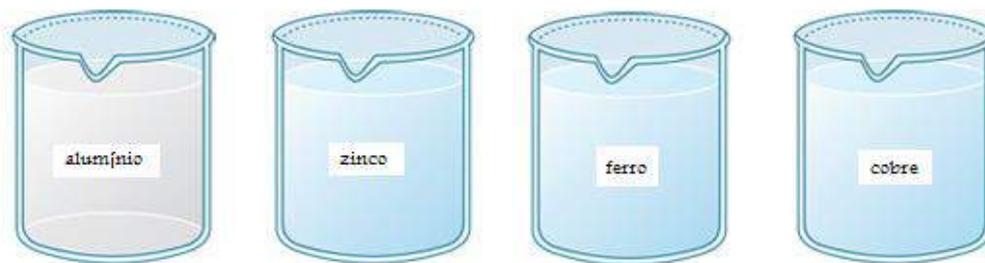
* lembre-se que o n° de elétrons trocados deve sempre ser o mesmo.

4.4. Armazenamento de soluções

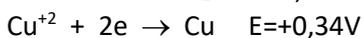
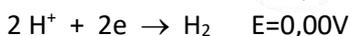
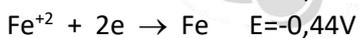
Para que uma solução possa ser armazenada em um recipiente, este não pode reagir com a solução, ou seja o metal do recipiente não pode sofrer oxidação, pois se isso acontecer, ele irá “furar” e toda a solução vai escapar. Pensando nisso, como o recipiente não pode oxidar, **o recipiente deve ter potencial de redução maior que o íon da solução**, assim o recipiente não “fura” e nenhuma reação acontece.

Ex:

Qual o recipiente mais adequado para armazenar uma solução ácida?

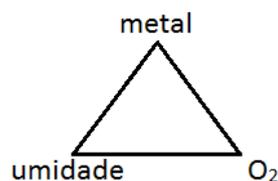


Dados os potenciais:



4.5. Proteção de metais

Para que um metal seja oxidado nas condições comuns em que vivemos, precisamos de 3 coisas:



Podemos evitar a oxidação eliminando pelo menos um dos itens do “triângulo da oxidação”, e isso pode ser conseguido de várias maneiras.

4.5.a. Pinturas

Quando pintamos um objeto, o isolamos do contato com a umidade e O_2 , e isso faz com que o processo de oxidação seja diminuído.

Ex:



* o zarcão é uma tinta à base de Pb_3O_4 muito utilizada para esse processo.

4.5.b. Graxas

Um pedaço de metal engraxado também tem sua oxidação reduzida, pois a camada oleosa repele a água em função de sua polaridade.

Ex:



4.5.c. Revestimento com outros metais

Um outro metal pode servir como proteção para outro, essa técnica de revestimento, banho ou galvanização pode ser de dois tipos:

Metais nobres:

Neste caso, os metais nobres (geralmente ouro e prata) são colocados sob a superfície de metais mais baratos. Esta técnica visa o adorno, mas também a proteção do metal, pois o metal nobre tem dificuldade para sofrer oxidação e “isola” o material revestido.

Ex:

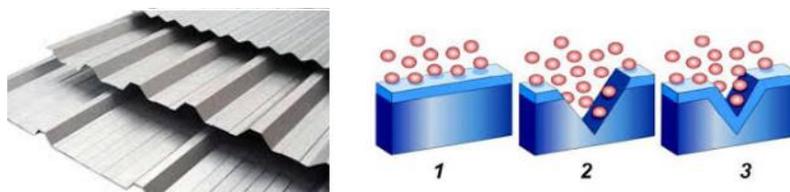


* a folha de flandres é um tipo de material usado para fazer latas de conserva, consiste em uma camada de aço revestida com estanho, que protege o metal da oxidação.

Metais de camada passiva:

Alguns metais podem ser usados para revestimentos, como Al, Zn e Cr, como eles possuem potencial de oxidação maior que o ferro, por exemplo, eles tendem a sofrer oxidação, gerando óxidos insolúveis em água, essa camada extra de proteção é chamada de camada passiva. O elemento alumínio também tem essa propriedade, por isso as panelas de alumínio nunca parecem oxidadas, pois sua camada passiva protege o restante do metal.

Ex:



4.5.d. Metal de sacrifício

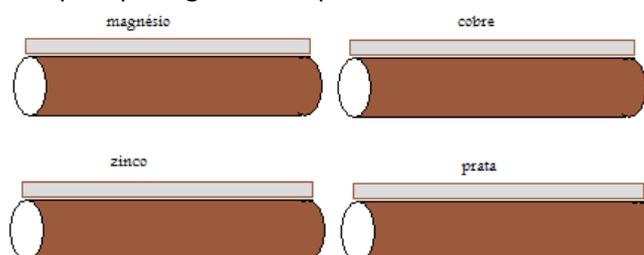
Esta técnica baseia-se na conexão de um metal de mais baixo valor a um material que deseja ser protegido, o metal de mais baixo valor tende a sofrer oxidação com muito mais facilidade ($\downarrow E_{red}$), sendo assim “sacrificado” no lugar da estrutura. Ou seja, para um metal ser de sacrifício, seu **potencial de redução deve ser menor que o do metal a ser protegido.**

Ex:

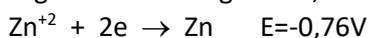
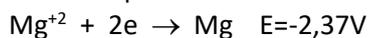


Exercício

Qual o melhor metal de sacrifício para proteger uma superfície de ferro?



Dados os potenciais:



Observações finais

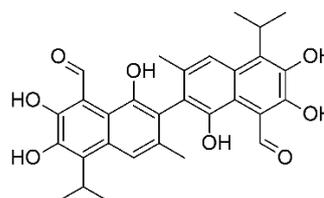
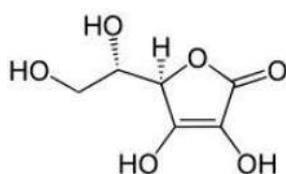
- A estátua da liberdade originalmente era acobreada, pois sua estrutura é de aço com chapas de cobre sobre sua superfície, com o passar dos anos, o ambiente úmido e marinho, fez com que ela fosse oxidada e o cobre na forma de óxido adquiriu um tom azul-esverdeado.

Ex:



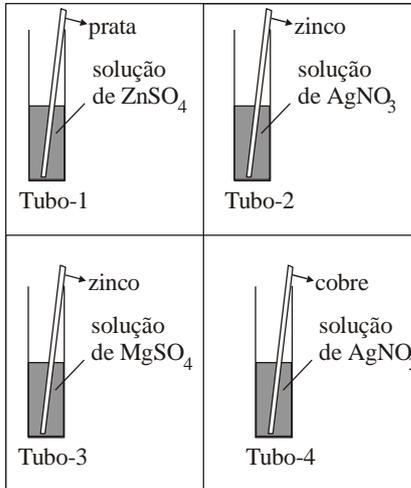
- os antioxidantes funcionam como uma substância de sacrifício para aquelas que não se desejam a oxidação.

Ex: vitamina C

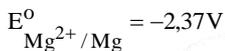
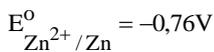
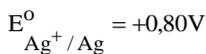
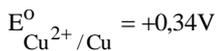


Acerto miseravi

01) (Fatec SP) A ilustração refere-se a um experimento em que lâminas metálicas são imersas em soluções de solutos iônicos.



Analisando-se os valores dos E° de redução:



pode-se concluir que não serão observados sinais de transformação química

- a) no tubo 1.
- b) nos tubos 2 e 3.
- c) no tubo 2.
- d) nos tubos 1 e 3.
- e) no tubo 4.

02) (UFC CE) As estátuas de metal, em geral confeccionadas em cobre metálico, apresentam coloração típica. Com o passar do tempo, todavia, observa-se o aparecimento de uma coloração verde que é atribuída ao produto da reação de oxidação do cobre pelo ar. Considerando que tintas protetoras contendo metal podem funcionar como ânodo de sacrifício e conhecendo-se o valor do potencial padrão de redução da reação:

$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}; \quad E^{\circ} = +0,34 \text{ V}$, analise a tabela abaixo.

Tinta	Metal presente na tinta	Semi-reação de redução	Potencial-padrão de redução, E° (V)
I	Pb	$\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pb}^{2+}$	+ 1,67
II	Zn	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}$	- 0,76
III	Sn	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Sn}$	- 0,14
IV	Fe	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}$	- 0,44
V	Ti	$\text{Ti}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ti}$	- 1,63

Considerando somente as informações contidas na questão, assinale a alternativa que apresenta a tinta mais eficaz na proteção de uma estátua de cobre.

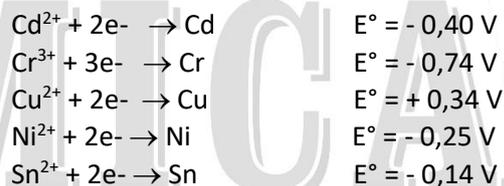
- a) Tinta I
- b) Tinta II
- c) Tinta III
- d) Tinta IV
- e) Tinta V

Manjando dos paranauê

01) (FMU-SP) Para retardar a corrosão do ferro ($E^{\circ} \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0,44 \text{ V}$) dos cascos de navios e canalizações subterrâneas, costuma-se aplicar a eles blocos de um metal que funciona como “metal de sacrifício”. Dadas as seguintes semi-reações, com os respectivos potenciais de redução, qual será o melhor “metal de sacrifício” para o ferro?

- a) $\text{Ag}^{+} + 1\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag} \quad E^{\circ} = 0,80 \text{ volts}$
- b) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu} \quad E^{\circ} = 0,34 \text{ volts}$
- c) $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn} \quad E^{\circ} = -0,76 \text{ volts}$
- d) $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg} \quad E^{\circ} = -2,38 \text{ volts}$
- e) Não existe “metal de sacrifício”.

02) (Unimep SP) São dados os seguintes potenciais-padrão de redução:



Dentre as espécies dadas, a que apresenta maior força redutora é:

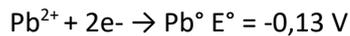
- a) Ni
- b) Cr
- c) Cu^{2+}
- d) Sn^{2+}
- e) Cd.

03) Baseado na lista de potenciais padrões de redução abaixo, responda qual espécie química entre os íons indicados nas alternativas é o melhor agente oxidante:

$\text{Li}^{+} + \text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Li}^{\circ}$	$E^{\circ} = -3,0 \text{ V}$
$\text{Na}^{+} + \text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Na}^{\circ}$	$E^{\circ} = -2,7 \text{ V}$
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Zn}^{\circ}$	$E^{\circ} = 0,76 \text{ V}$
$2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{H}_2$	$E^{\circ} = 0$
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Cu}^{\circ}$	$E^{\circ} = +0,34 \text{ V}$
$\text{I}_2 + \text{e}^{-} \leftrightarrow 2\text{I}$	$E^{\circ} = +0,53 \text{ V}$

- a) Li^0
- b) Na^+
- c) Zn^{2+}
- d) Cu^{2+}
- e) I_2

04) Dadas as seguintes semi-reações e seus respectivos potenciais-padrão de redução:



podemos afirmar que:

- a) O Al é o melhor agente oxidante.
- b) O Pb é o melhor agente redutor.
- c) O Pb reduzirá o Al^{3+} .
- d) O Ag^+ é o melhor agente oxidante.
- e) A Ag reduzirá o Al^{3+} .

05) (PUC MG) A proteção eletroquímica é uma forma de proteger um metal contra a corrosão. Ela consiste na utilização de um outro metal menos nobre que formará uma pilha com o metal a ser protegido. O metal mais nobre atuará como catodo da pilha e não será oxidado. Conhecendo-se os potenciais padrões de redução,



é **CORRETO** afirmar que o zinco pode ser protegido da corrosão utilizando:

- a) Cobre.
- b) Ferro.
- c) Chumbo.
- d) Magnésio.

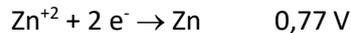
06) Uma indústria dispõe de dois tanques para estocar uma solução de sulfato de níquel II, de concentração 1 mol/L. Um deles é construído em ferro e outro tem um revestimento interno de chumbo. Relativamente à contaminação da solução a estocar, por parte do material de construção do tanque, podemos concluir que:

$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^0$	$E^\circ = -0,13 \text{ V}$
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}^0$	$E^\circ = -0,25 \text{ V}$
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^0$	$E^\circ = -0,44 \text{ V}$

- a) em qualquer dos recipientes ocorre contaminação.
- b) haverá contaminação por parte do chumbo.
- c) não haverá contaminação por parte do ferro.

- d) não haverá contaminação por parte do chumbo.
- e) é impossível concluir sobre a referida contaminação

07) (UFPE) A tabela abaixo apresenta os potenciais-padrão de redução de alguns elementos.



Qual destes elementos é mais facilmente oxidado?

- a) Li
- b) Al
- c) Zn
- d) Fe
- e) Cu

08) Um grave problema para a economia mundial é a corrosão do ferro. Um dos processos que tentam minorá-la é a proteção catódica por eletrodos de sacrifício, que consiste em se ligar ao ferro um outro metal que funcionará como “metal de sacrifício”, protegendo-o. São dados a seguir os potenciais-padrão de redução (E°):

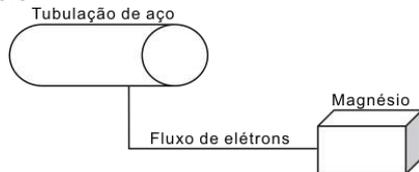
	E° (volt)
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,38
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0,44
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0,25
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0,80

Os metais listados que poderão ser usados como “metais de sacrifício”, no processo de proteção catódica do ferro, são:

- a) Cu e Ag.
- b) Ni e Cu.
- c) Ni e Mg.
- d) Mg e Ag.
- e) Mg e Zn.

09) (UFPB) Gigantes reservas de petróleo foram encontradas recentemente no Brasil. Essas reservas situam-se em regiões de grandes profundidades em águas oceânicas e abaixo de uma camada de sal, por isso, denominadas de pré-sal. Com a exploração dessas reservas, o Brasil aumentará significativamente a produção de petróleo. Após a extração, o petróleo é transportado até as refinarias, onde passará por uma série de processos de purificação denominada de refino, em que o petróleo entra na fornalha, é aquecido e segue para a torre de destilação, onde serão separadas as diversas frações.

A corrosão é uma preocupação nos projetos envolvendo transporte de petróleo via oleodutos (tubulações de aço). Uma forma de prevenir a corrosão dessas tubulações é conectar a elas uma barra de metal que se oxida mais facilmente que o aço, a qual funciona como eletrodo de sacrifício. No esquema a seguir, o metal do eletrodo de sacrifício é o magnésio.



Considerando essas informações, é correto afirmar:

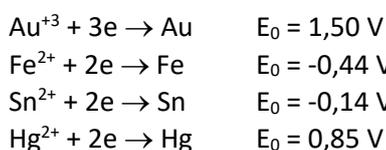
- O magnésio é o anodo, que recebe o fluxo de elétrons.
- O magnésio é o anodo, de onde sai o fluxo de elétrons.
- O magnésio é o catodo, de onde sai o fluxo de elétrons.
- A tubulação de aço é o anodo, que recebe o fluxo de elétrons.
- A tubulação de aço é o catodo, de onde sai o fluxo de elétrons

10) (UFJF MG) Ouro, prata, cobre, platina e paládio são metais que podem ser usados para confecção de joias. Quando uma joia escurece, significa que sua superfície foi oxidada. Com base nos potenciais de redução apresentados abaixo, assinale a alternativa que apresenta o metal mais resistente a esse tipo de ação.

Semirreações	E° (V)
$\text{Au}^{+3} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	1,42
$\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	0,80
$\text{Cu}^{+2} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34
$\text{Pt}^{+2} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}$	1,20
$\text{Pd}^{+2} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pd}$	0,95

- platina
- ouro
- cobre
- prata
- paládio

11) (PUC RJ) Dados os potenciais normais de redução abaixo



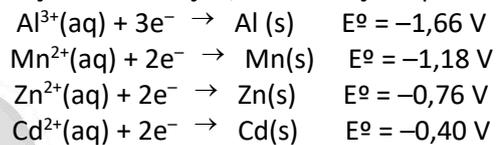
observe as equações que também referem-se às condições normais:

- $2\text{Au} + 3\text{Fe}^{2+} \rightarrow 3\text{Fe} + 2\text{Au}^{3+}$
- $\text{Sn} + \text{Hg}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Hg}$
- $2\text{Au}^{3+} + 3\text{Hg} \rightarrow 3\text{Hg}^{2+} + 2\text{Au}$
- $\text{Sn} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe} + \text{Sn}^{2+}$

pode-se afirmar que aquelas que estão representando reações no sentido espontâneo são

- I e IV
- II e III
- I e II
- III e IV
- II e IV

12) (UniCesumar PR) Considere as seguintes semirreações de redução, nas condições-padrão.



A reação global da pilha que, nas condições-padrão, apresenta maior diferença de potencial e o valor correto dessa diferença são representados por:

- $2\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 3\text{Al}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Mn}(\text{s}) + 3\text{Al}^{3+}(\text{aq}); \Delta E = 2,84 \text{ V}$
- $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cd}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) + \text{Cd}^{2+}(\text{aq}); \Delta E = +0,36 \text{ V}$
- $2\text{Al}(\text{s}) + 3\text{Cd}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Cd}(\text{s}); \Delta E = +1,26 \text{ V}$
- $\text{Mn}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}); \Delta E = -1,94 \text{ V}$
- $\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cd}(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}(\text{s}) + \text{Cd}^{2+}(\text{aq}); \Delta E = +1,58 \text{ V}$

Agora eu tô um nojo

01) (UFMG-MG) Um fio de ferro e um fio de prata foram imersos em um mesmo recipiente contendo uma solução de sulfato de cobre (II), de cor azul. Após algum tempo, observou-se que o fio de ferro ficou coberto por uma camada de cobre metálico, o de prata permaneceu inalterado e a solução adquiriu uma coloração amarelada.

Com relação a essas observações, é correto afirmar que:

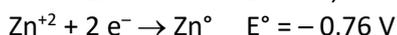
- a oxidação do ferro metálico é mais fácil que a do cobre metálico.
- a solução ficou amarelada devido à presença dos íons Cu^{2+}
- a substituição do sulfato de cobre (II) pelo cloreto de cobre (II) não levaria às mesmas observações.
- o cobre metálico se depositou sobre o ferro por este ser menos reativo que a prata.

02) (UECE) A corrosão do ferro é um fenômeno eletroquímico no qual as reações que ocorrem são as seguintes: o ferro metálico é oxidado a

- Fe^{3+} e a água é reduzida a O_2^{2-} .
- Fe^{2+} e H_2O é reduzido O^{2-} .

c) Fe^{2+} e o oxigênio dissolvido na água é reduzido a O^{2-}
 d) Fe^{2+} e H_2O é reduzido a O_2 .

03) (FGV SP) Para que uma lata de ferro não sofra corrosão, esta pode ser recoberta por uma camada de um metal, que forma uma cobertura protetora, evitando a formação de ferrugem. Considerando somente os valores dos potenciais padrão de redução dos metais



e do ferro,



quais desses poderiam ser utilizados para prevenir a corrosão do ferro?

- Ag e Cu, apenas.
- Ag e Zn, apenas.
- Cu e Zn, apenas.
- Cu e Mg, apenas.
- Zn e Mg, apenas.

04) (ESCS DF) Uma maneira de proteger estruturas metálicas da corrosão em ambientes úmidos é ligá-las eletricamente a metais com potenciais de oxidação maiores do que o do metal da estrutura. O metal com maior potencial de oxidação oxida-se preferencialmente (ânodo de sacrifício) ao metal da estrutura, protegendo-a da corrosão (proteção catódica). Para testar quais metais protegem o ferro, em cada um de três tubos de ensaio contendo água, foi colocado um prego de ferro com um fio metálico enrolado em torno de si de acordo com o esquema:

- tubo 1 - fio de cobre,
 tubo 2 - fio de chumbo,
 tubo 3 - fio de zinco.

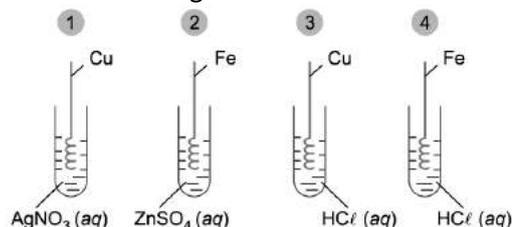
Os potenciais padrões de redução dos metais envolvidos são:



Podemos prever que ocorrerá proteção do ferro:

- apenas no tubo 1;
- apenas no tubo 2;
- apenas no tubo 3;
- nos tubos 1 e 2;
- nos tubos 2 e 3.

05) (UEA AM) Em quatro tubos de ensaio contendo diferentes soluções aquosas, todas de concentração 1,0 mol/L e a 25 °C, foram introduzidos fios de diferentes metais, retorcidos, formando espirais, conforme mostra a figura.



É correto afirmar que houve depósito metálico e formação de bolhas de gás na superfície dos fios, respectivamente, nos tubos

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

06) (UniRV GO) A combinação de elementos químicos pode ocorrer de forma natural, baseando-se nas reações de oxidorredução. Na tabela a seguir, são apresentados alguns valores de potencial normal padrão.

Semirreação	Potencial padrão (V)
$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 1\text{e}^-$	-0,77
$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^+ + 1\text{e}^-$	-0,15
$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$	+0,24
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	+1,18

Baseando-se nas semirreações da tabela, assinale V (verdadeiro) para as alternativas com reações espontâneas ou F (falso) para as alternativas com reações não espontâneas.

- $\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cu}$
- $\text{Ni} + 2\text{Fe}^{3+} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Ni}^{2+}$
- $2\text{Cu}^+ + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Mg} + 2\text{Cu}$
- $\text{Mg} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Ni}$

07) (Mackenzie SP) Um estudante de química colocou, separadamente, barras de chumbo, níquel, ferro e cobre no interior de 4 béqueres, que continham solução aquosa de nitrato de estanho II de concentração 1 mol.L⁻¹ a 25 °C. As quatro possíveis reações de oxirredução, que ocorreriam espontaneamente, nos béqueres I, II, III e IV foram escritas abaixo:

- $\text{Pb}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{Sn}(\text{s})$
- $\text{Ni}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + \text{Sn}(\text{s})$
- $\text{Fe}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Sn}(\text{s})$
- $\text{Cu}(\text{s}) + \text{Sn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Sn}(\text{s})$

Dados:

$$E^{\circ}(\text{Pb}^{2+}(\text{aq})/\text{Pb}(\text{s})) = -0,13 \text{ V}$$

$$E^{\circ}(\text{Sn}^{2+}(\text{aq})/\text{Sn}(\text{s})) = -0,14 \text{ V}$$

$$E^{\circ}(\text{Ni}^{2+}(\text{aq})/\text{Ni}(\text{s})) = -0,23 \text{ V}$$

$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})) = -0,44 \text{ V}$$

$$E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu}(\text{s})) = +0,34 \text{ V}$$

De acordo com as informações acima, os béqueres em que ocorreram, espontaneamente, as reações de oxirredução foram

- I, II e IV, apenas.
- II e III, apenas.
- I, II e III, apenas.
- I e II, apenas.
- I e IV, apenas.

08) (UFSC) Dados os potenciais de redução E° (em volts, em solução aquosa 1M, a 25°C e 1atm.) das semi-reações:

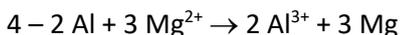
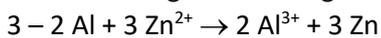
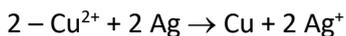
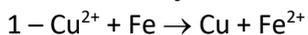
Semi-reação	E°_{red}
$2e^{-} + \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ca}^{\circ}$	-2,87V
$2e^{-} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{\circ}$	-0,23V
$2e^{-} + \text{Zn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{\circ}$	-0,76V

assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**.

- O Ca^{2+} recebe mais facilmente elétrons.
- O Ni° perde mais facilmente elétrons.
- O Zn^{2+} perde mais facilmente elétrons.
- O Ni^{2+} recebe mais facilmente elétrons.
- O Ca° perde mais facilmente elétrons.
- O Zn^{2+} é o melhor agente redutor.
- O Ni^{2+} é o melhor agente oxidante.

09) (UEPB) As reações de oxi-redução que ocorrem na descarga de uma pilha são sempre espontâneas porque os elétrons saem da semi-reação com menor E_{red} e entram na semi-reação com maior E_{red} .

Analisar as reações abaixo e responda:



Dados:

$$\text{Cu}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu} \quad E^{\circ} = +0,34 \text{ V}$$

$$\text{Fe}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Fe} \quad E^{\circ} = -0,44 \text{ V}$$

$$\text{Al}^{3+} + 3e^{-} \rightarrow \text{Al} \quad E^{\circ} = -1,66 \text{ V}$$

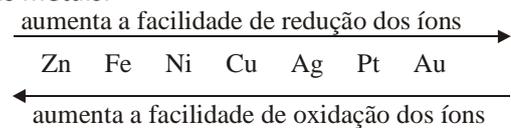
$$\text{Zn}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Zn} \quad E^{\circ} = -0,76 \text{ V}$$

$$\text{Mg}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Mg} \quad E^{\circ} = -2,37 \text{ V}$$

$$\text{Ag}^{+} + e^{-} \rightarrow \text{Ag} \quad E^{\circ} = +0,80 \text{ V}$$

- As reações 2 e 4 são espontâneas.
- As reações 1 e 2 são espontâneas.
- As reações 2 e 3 são espontâneas.
- As reações 1 e 3 são espontâneas.
- Todas as reações são espontâneas.

10) (UFMG) Os metais possuem diferentes tendências de sofrer corrosão, um processo natural de oxidação. A corrosão pode ser relacionada com a facilidade de obter os metais a partir de seus minérios. Essas informações estão representadas no diagrama, para alguns metais.



Com relação ao exposto, assinale a afirmativa **FALSA**:

- A maior facilidade de um metal sofrer corrosão corresponde a uma maior dificuldade para obtê-lo a partir de seu minério.
- A prata, a platina e o ouro são considerados metais nobres pela sua dificuldade de oxidar-se.
- Os metais com maior facilidade de oxidação são encontrados na natureza na forma de substâncias simples.
- O zinco metálico é o mais reativo entre os metais listados.

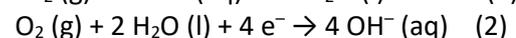
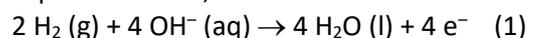
11) (Uni-Rio RJ) Observe as seguintes semi-reações:



Assinale a opção que contém a afirmativa correta:

- O eletrodo de zinco é o agente redutor.
- O eletrodo de ferro sofrerá corrosão.
- Os elétrons migrarão do eletrodo de ferro.
- O eletrodo de zinco terá a sua massa aumentada.
- A solução da semicélula de ferro terá excesso de íons ferro.

12) (Unioeste PR) As células combustíveis geram energia elétrica a partir de reações químicas que consomem reagentes continuamente. Em uma destas células, as reações que ocorrem no anodo e no catodo são, respectivamente,



Com base nestas informações, assinale a alternativa **INCORRETA**.

- A reação global da célula gera somente água.
- O eletrólito utilizado é uma base.
- A reação (1) é uma redução.

- d) A reação (1) e uma oxidação.
 e) A célula combustível tem alto custo devido ao uso de gás hidrogênio.

13) (Unifor CE) 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)
$\text{Mg}^{+2}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2,37
$\text{Zn}^{+2}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Fe}^{+2}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0,44
$\text{Ni}^{+2}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	+0,26
$\text{Cu}^{+2}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+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.

14) (PUC Campinas SP) *Esferas minúsculas podem se tornar uma arma contra a leishmaniose visceral, doença causada pelo protozoário Leishmania chagasi que, sem tratamento, é fatal em 90% dos casos. A principal terapia disponível emprega antimônio, um metal bastante tóxico para o paciente. Agora um grupo coordenado pelo farmacologista André Gustavo Tampone, do Instituto Adolfo Lutz, testou com sucesso a furazolidona, um medicamento usado contra a giardíase, uma parasitose intestinal, e contra a Helicobacter pylori, bactéria causadora da úlcera gástrica.* (Revista Pesquisa Fapesp, junho de 2010, p. 42)

Um metal pode sofrer corrosão quando em soluções aquosas que contêm íons de outro metal. Exemplos de metais que sofrem corrosão em presença de uma solução contendo íons Ni^{2+} , nas condições-padrão, são:

Dados:

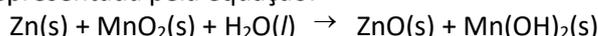
Potenciais padrão de eletrodo (V)

$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0,44
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0,25
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0,14
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0,80

- a) magnésio e prata.
 b) magnésio e ferro.
 c) cobre e prata.
 d) magnésio, ferro e estanho.
 e) estanho, cobre e prata.

Nazaré confusa

01) (Fac. Santo Agostinho BA) Em uma bateria alcalina padrão, ocorre uma reação química importante representada pela equação:



Sobre a bateria e a reação, é CORRETO afirmar que ocorre

- a) conversão da energia elétrica em energia química.
 b) redução do zinco, agente oxidante, pelo manganês.
 c) transferência de dois elétrons do Zn para o Mn.
 d) transferência de elétrons para o agente oxidante, Zn.

02) (Unimontes MG) Pilhas de combustão geram energia elétrica por meio da reação (global) entre o hidrogênio e o oxigênio: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{energia}$. Sendo a semi-reação que ocorre no anodo descrita pela equação $2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$, a semi-reação que ocorre no cátodo se encontra **CORRETAMENTE** representada em

- a) $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}^+ + 3\text{O}^{2-}$
 b) $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{O}^-$
 c) $\frac{1}{2}\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$
 d) $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

03) (Uni-Rio RJ) Dispondo de soluções aquosas de CuSO_4 , MgCl_2 e $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ e também de placas dos metais cobre, magnésio e chumbo, um estudante fez algumas experiências colocando as placas metálicas em recipientes contendo essas soluções. Com os resultados, ele montou a seguinte tabela:

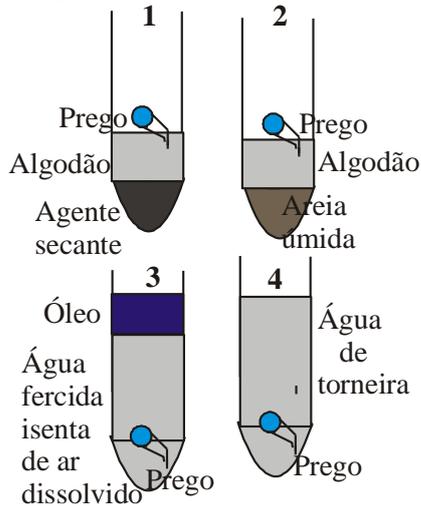
	PLACAS METÁLICAS		
	Cu	Mg	Pb
$\text{CuSO}_4(\text{aq})$	-----	reage	não reage
$\text{MgCl}_2(\text{aq})$	não reage	-----	não reage
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	não reage	reage	-----

Com base nas suas observações, o estudante chegou à conclusão de que a ordem decrescente de reatividade entre esses metais é:

- a) $\text{Mg} > \text{Pb} > \text{Cu}$
 b) $\text{Mg} > \text{Cu} > \text{Pb}$

- c) $\text{Cu} > \text{Pb} > \text{Mg}$
 d) $\text{Cu} > \text{Mg} > \text{Pb}$
 e) $\text{Pb} > \text{Cu} > \text{Mg}$

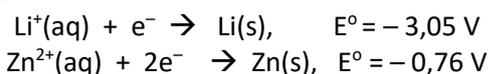
04) (Fatec SP) Para investigar os agentes de corrosão do ferro e surgimento de ferrugem, pregos limpos e polidos foram sujeitos a diferentes condições, como ilustrado a seguir.



Após um período de mais ou menos 8 dias, observou-se surgimento de ferrugem apenas

- a) nos tubos 1 e 3.
 b) nos tubos 2 e 3.
 c) nos tubos 2 e 4.
 d) no tubo 1.
 e) no tubo 3.

05) (UFC CE) Frequentemente, os avanços tecnológicos são originados de descobertas científicas básicas. Por exemplo, a descoberta da bateria de lítio viabilizou o uso dos marca-passos cardíacos, possibilitando, assim, o prolongamento da vida humana sem, entretanto, ter sido concebida para tal. Dentre as vantagens das baterias de lítio, incluem-se sua pequena dimensão, baixo peso e elevado conteúdo energético. Considerando as semi-reações abaixo, para fins comparativos, assinale a alternativa correta.



- a) O zinco metálico é oxidado espontaneamente na presença do íon lítio.
 b) O lítio metálico é um agente redutor mais forte do que o zinco metálico.
 c) O íon lítio e o zinco metálico, em solução eletrolítica, formam uma célula galvânica.

- d) O potencial padrão da redução de dois mols de íons Li^+ , é $-6,10 \text{ V}$.
 e) Dentre os metais alcalinos, o lítio possui a mais elevada energia de ionização.

06) (PUC RS) INSTRUÇÃO: Responda à questão considerando as propriedades dos metais Mg, Ag, Cu e Zn.

- I. Somente Mg e Zn reagem com $\text{HCl} 1,0\text{M}$ formando $\text{H}_2 (\text{g})$.
 II. Quando o Mg é adicionado a soluções dos íons dos outros metais, há formação de Zn, Cu e Ag metálicos.
 III. O metal Cu reduz o íon Ag^{+1} para dar o metal Ag^0 e os íons Cu^{+2} .

Com base nessas informações, é correto afirmar que:

- a) o metal Zn é maior agente redutor que os metais Mg, Cu e Ag.
 b) o metal Ag é maior agente oxidante que os metais Mg, Zn e Cu.
 c) os metais têm a mesma capacidade redutora.
 d) os metais Cu e Ag apresentam uma capacidade redutora maior que os metais Zn e Mg.
 e) os metais que reagem com HCl são poderosos agentes oxidantes.

07) (UFG GO) Na produção industrial dos comercialmente chamados leites “sem lactose”, o leite integral é aquecido a altas temperaturas. Após o resfriamento, adiciona-se ao leite a enzima lactase. Com esse processo, o produto gera menos desconforto aos intolerantes à lactose, que é o carboidrato presente no leite integral.

O texto, a seguir, foi adaptado da “Folha de São Paulo”:

“Corrosão ataca base da ponte Rio-Niterói – A corrosão ataca parte dos blocos de concreto que sustentam os pilares da ponte Rio-Niterói, por onde trafegam, em média, 120 mil veículos por dia.”

Sobre a corrosão dos blocos de concreto e sobre corrosão eletroquímica, julgue os itens:

- 1-() o “ataque dos blocos de concreto” é um exemplo de corrosão eletroquímica.
 2-() a utilização de um metal de sacrifício impedirá a “corrosão dos blocos de concreto”.
 3-() um exemplo de corrosão eletroquímica é a transformação dos íons Fe^{3+} em íons Fe^{2+} .
 4-() ocorrem em presença de ar e água.

08) (UEL PR) Considere a tabela de potencial padrão de redução a seguir.

Semi-reação	$E^0_{(red)} / V$
$Al^{3+} + 3 e^- \rightarrow Al$	-1,66
$Zn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Zn$	-0,76
$Fe^{2+} + 2 e^- \rightarrow Fe$	-0,44
$Sn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Sn$	-0,14
$Cu^{2+} + 2 e^- \rightarrow Cu$	+0,34
$Ag^+ + 1 e^- \rightarrow Ag$	+0,80

Um agricultor, para tratar suas parreiras de uva que estavam com fungos, preparou uma solução aquosa de $CuSO_4$ 1 mol/L e quer guardá-la a 25°C. Ele dispõe de recipientes de:

- I. ferro;
- II. ferro galvanizado (ferro revestido com zinco);
- III. lata comum (ferro revestido com estanho); e
- IV. cobre.

Essa solução de $CuSO_4$ pode ser guardada, sem reagir com o material do recipiente, apenas em:

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

09) (UEPG PR) Uma placa de certo metal M é imersa numa solução aquosa de $CuSO_4$. Após determinado tempo, observa-se a deposição de cobre metálico sobre ela, e ainda, que a solução, inicialmente azul, vai perdendo sua coloração. Sobre este experimento, assinale o que for correto.

01. O metal M perde elétrons e forma cátions, que permanecem em solução.
02. O metal M é mais nobre que o cobre.
04. O metal M sofre oxidação, cedendo elétrons para os cátions cobre (Cu^{2+}) da solução.
08. O cobre metálico age como oxidante na reação.
16. Os cátions cobre (Cu^{2+}) reduzem o metal M da placa.

10) (IFMT) Na Venezuela, a inflação corrói os salários e desvaloriza o dinheiro, e a falta de empregos fez surgir uma nova atividade em Caracas: “o garimpo de esgoto”. Centenas de pessoas passam o dia no rio Guaire, que corta Caracas, tentando encontrar os restos de joias que caem nos banheiros das casas das famílias mais ricas do local. É para esse rio que se direciona quase todo o esgoto *in natura* da cidade, e, quase sempre, pequenos pedaços de ouro (Au), prata (Ag) e cobre (Cu) podem ser encontrados no seu leito, o que garante a esses venezuelanos a sua sobrevivência.

Dado: Ered Au:+1,50V; Ered Ag:+0,80V; Ered Cu:+0,34V

Dos metais citados, podemos afirmar que:

- a) o cobre é o primeiro que sofreria oxidação no esgoto.
- b) o ouro tem a menor tendência para sofrer redução no esgoto.
- c) o ouro é mais valioso que a prata por ter maior potencial de oxidação.
- d) os três metais pertencem ao mesmo Período da Tabela Periódica.
- e) por pertencerem à mesma Família da Tabela Periódica, possuem a mesma massa nuclear.

11) (Fac. Direito de São Bernardo do Campo SP) Quatro metais designados por D, G, X e Z foram analisados quanto à sua reatividade. Foi observado que apenas os metais G e Z reagem com solução aquosa de ácido clorídrico de concentração $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ formando gás hidrogênio. O metal G não reage com solução contendo cátions Z^{n+} . O metal X não reage com nenhuma das soluções dos cátions dos outros metais. A afirmativa que apresenta corretamente os metais em ordem crescente de caráter redutor é

- a) X, D, G e Z.
- b) X, D, Z e G.
- c) G, Z, D e X.
- d) G, X, Z e D.

12) (UEL PR) Considere a tabela de potencial padrão de redução a seguir.

Semi-reação	$E^0_{(red)} / V$
$Al^{3+} + 3 e^- \rightarrow Al$	-1,66
$Zn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Zn$	-0,76
$Fe^{2+} + 2 e^- \rightarrow Fe$	-0,44
$Sn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Sn$	-0,14
$Cu^{2+} + 2 e^- \rightarrow Cu$	+0,34
$Ag^+ + 1 e^- \rightarrow Ag$	+0,80

Os cascos de navios, normalmente feitos de ferro, são protegidos da corrosão mediante a colocação de “metais de sacrifício”, ou seja, metais que sofrem preferencialmente a corrosão.

Com base no exposto acima, é correto afirmar:

- a) A corrosão ocorre porque o oxigênio é oxidado e o ferro se transforma em $Fe(OH)_3$.
- b) O “metal de sacrifício” deve ter um potencial padrão de redução menor que o do metal que se deseja proteger.
- c) O “metal de sacrifício” deve ser um redutor mais fraco que o ferro.
- d) O “metal de sacrifício” atua doando elétrons como se fosse o cátodo de uma pilha.
- e) Da tabela, pode-se concluir que o melhor “metal de sacrifício” é a prata.

13) (Unemat MT) Não seria um sonho utilizar bactérias para produzir ouro? A tecnologia está sendo desenvolvida por pesquisadores da Universidade de Michigan, Estados Unidos. A maioria das bactérias é sensível ao ouro, que degrada a superfície desses organismos. A *Cupriavidus*, usada na tecnologia, utiliza cloreto de ouro, composto comum na água do mar, em seu metabolismo. Para não sofrer os efeitos bactericidas do ouro, elas separam esse metal antes da absorção do cloreto. Infelizmente o processo não é economicamente viável, porque a extração do cloreto de ouro da água do mar custa mais caro que o ouro metálico que a bactéria produz.

De acordo com o caso relatado acima, marque a alternativa correta:

- O ouro é chamado de metal nobre por ter um alto potencial de redução ($\text{Au}^+ - E^0 = +1,69 \text{ V}$; $\text{Au}^{3+} - E^0 = +1,40 \text{ V}$), sendo dificilmente oxidado pelos agentes oxidantes comuns no meio ambiente.
- O ouro afeta a célula bacteriana porque sobre a membrana celular não existe nenhuma proteção extra.
- Na mineração tradicional do ouro, a extração é feita adicionando-se mercúrio, que forma um amálgama com o ouro, separando-o de outros materiais. O amálgama trata-se de uma mistura heterogênea.
- Por possuir baixa resistividade elétrica, a extração do cloreto de ouro necessita de grande quantidade de energia elétrica.
- Esse seria um raro caso de uma bactéria economicamente benéfica, já que as bactérias conhecidas até hoje só trazem prejuízo aos humanos.

14) (Unimontes MG) O estudo dos valores de potenciais é essencial para o controle de operações industriais e escolha de materiais que evitem problemas de corrosão de ferro. A corrosão pode ser minimizada ou evitada por associação do ferro com outros metais. São dados os seguintes potenciais das semirreações:

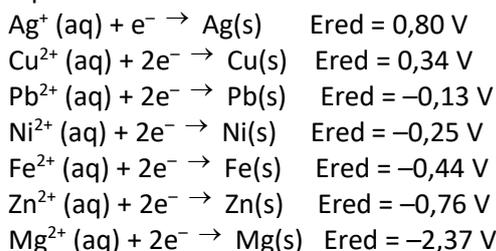
Semirreação	E^0
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	- 0,44 V
$1/2 \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{OH}^-(\text{aq})$	+ 0,41 V
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	- 2,37 V
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+ 0,36 V

Em relação à oxidação do ferro, é INCORRETO o que se afirma em

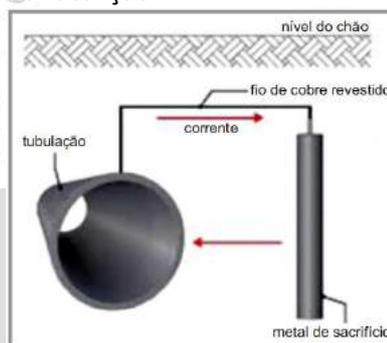
- A utilização de magnésio pode impedir a corrosão do ferro.
- O oxigênio, entre as espécies apresentadas, é o oxidante mais efetivo.

- Em meio aquoso, a associação do ferro com o oxigênio constitui uma pilha.
- A associação com materiais de cobre retarda a corrosão do ferro.

15) (Fac. Israelita de C. da Saúde Albert Einstein SP) Dados: Potencial de redução padrão em solução aquosa:



Tubulações metálicas são largamente utilizadas para o transporte de líquidos e gases, principalmente água, combustíveis e esgoto. Esses encanamentos sofrem corrosão em contato com agentes oxidantes como o oxigênio e a água, causando vazamentos e elevados custos de manutenção.



Uma das maneiras de prevenir a oxidação dos encanamentos é conectá-los a um metal de sacrifício, método conhecido como proteção catódica. Nesse caso, o metal de sacrifício sofre a corrosão, preservando a tubulação.

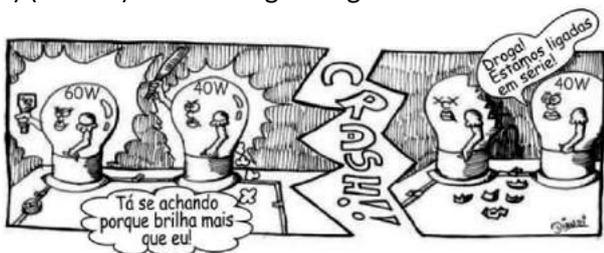
Considerando os metais relacionados na tabela de potencial de redução padrão, é possível estabelecer os metais apropriados para a proteção catódica de tubulações de aço (liga constituída principalmente por ferro) ou de chumbo.

Caso a tubulação fosse de aço, os metais adequados para atuarem como metais de sacrifício seriam X e, caso a tubulação fosse de chumbo, os metais adequados para atuarem como proteção seriam Y.

Assinale a alternativa que apresenta todos os metais correspondentes às condições X e Y.

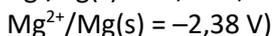
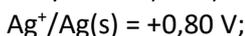
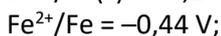
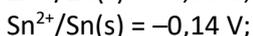
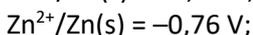
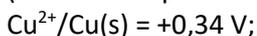
- | X | Y |
|------------|-----------------|
| a) Ag e Cu | Ni e Fe |
| b) Ag e Cu | Ni, Fe, Zn e Mg |
| c) Zn e Mg | Ni, Fe, Zn e Mg |
| d) Zn e Mg | Ag e Cu |

16) (UEL PR) Leia a charge a seguir.



As lâmpadas incandescentes, como as presentes na charge, foram progressivamente substituídas por outros tipos de menor consumo de energia elétrica. Com base nos conhecimentos sobre reações de oxidação e redução e considerando que a rosca dessa lâmpada seja confeccionada em ferro (Fe(s)) e que esteja sendo utilizada em um ambiente úmido, assinale a alternativa correta.

(Valores dos potenciais padrão de redução:



a) A Ag(s) possui maior tendência a sofrer oxidação que o Fe(s). Portanto, o emprego de Ag(s) é adequado como ânodo de sacrifício se a rosca for revestida com esse metal.

b) Como o Cu(s) possui maior potencial padrão de oxidação que o Fe(s), sofre corrosão com maior intensidade, sendo inadequado para a confecção da rosca.

c) Por possuir menor potencial padrão de oxidação que o Fe(s), o Mg(s) atua como protetor catódico quando lascas desse metal revestem parte da rosca.

d) O Sn(s), por apresentar maior tendência a sofrer oxidação que o Fe(s), pode atuar como ânodo de sacrifício se a rosca for revestida com esse metal.

e) O Zn(s) tem maior tendência a sofrer oxidação que o Fe(s), podendo proteger a rosca da ferrugem quando ela for revestida com esse metal.

17) (UEM PR) Considere uma célula eletroquímica montada com os elementos a seguir, com seus respectivos potenciais-padrão de redução (em Volts) e assinale a(s) alternativa(s) correta(s).



01. O elemento G₂ é o agente oxidante.

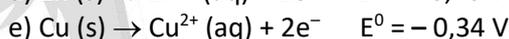
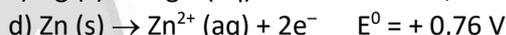
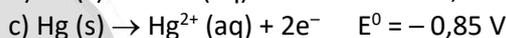
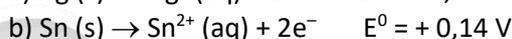
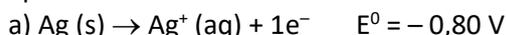
02. O elemento J é o que sofrerá oxidação.

04. A diferença de potencial de uma pilha (ΔE_0) montada com os elementos acima é igual a +2,43 V.

08. O elemento J se oxida espontaneamente na presença do elemento G₂.

16. O potencial-padrão de oxidação do elemento J é igual a +0,44 V.

18) (Unesp SP) Nas obturações dentárias, os dentistas não podem colocar em seus pacientes obturações de ouro e de amálgama muito próximas, porque os metais que constituem a amálgama (uma liga de prata, zinco, estanho, cobre e mercúrio) são todos mais eletropositivos que o ouro e acabariam transferindo elétrons para esse metal através da saliva, podendo levar à necrose da polpa dentária. Das semi-reações dos metais que constituem a amálgama, a que apresenta o metal mais reativo é:



19) (Unicamp SP) Para ser usado em um implante dentário, um metal ou liga precisa apresentar excelente compatibilidade com o organismo, alta resistência mecânica e boa flexibilidade, entre outros atributos. Imagine que dois metais, A e B, tenham sido testados quanto à sua aplicação em um implante, e o metal A foi considerado a melhor opção.

Metal	Formato em que o metal está disponível	Massa	E_{red}°
A	Cubo com aresta de comprimento 5 cm.	500 g	-1,63 V
B	Esfera com diâmetro de comprimento 5 cm.	500 g	-0,44 V

Esse resultado é compatível com o fato de que o metal A tem

a) menor densidade, embora seja menos resistente à corrosão.

b) menor densidade e é mais resistente à corrosão.

c) maior densidade, embora seja menos resistente à corrosão.

d) maior densidade e é mais resistente à corrosão.

Vem ENEM

01) (ENEM-2009) Para que apresente condutividade elétrica adequada a muitas aplicações, o cobre bruto obtido por métodos térmicos é purificado eletroliticamente. Nesse processo, o cobre bruto impuro constitui o ânodo da célula, que está imerso em uma solução de CuSO₄. À medida que o cobre impuro é oxidado no ânodo, íons Cu²⁺ da solução são depositados na forma pura no cátodo. Quanto às

impurezas metálicas, algumas são oxidadas, passando à solução, enquanto outras simplesmente se desprendem do ânodo e se sedimentam abaixo dele. As impurezas sedimentadas são posteriormente processadas, e sua comercialização gera receita que ajuda a cobrir os custos do processo. A série eletroquímica a seguir lista o cobre e alguns metais presentes como impurezas no cobre bruto de acordo com suas forças redutoras relativas.



Entre as impurezas metálicas que constam na série apresentada, as que se sedimentam abaixo do ânodo de cobre são

- Au, Pt, Ag, Zn, Ni e Pb.
- Au, Pt e Ag.
- Zn, Ni e Pb.
- Au e Zn.
- Ag e Pb.

02) (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:

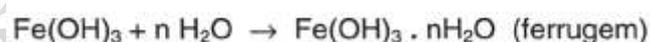
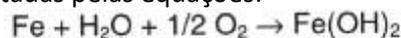
Semirreação	Potencial Padrão de Redução (V)
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2,93
$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-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

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?

- Somente o lítio, pois ele possui o menor potencial de redução.
- Somente o cobre, pois ele possui o maior potencial de redução.
- Somente o potássio, pois ele possui potencial de redução mais próximo do magnésio.
- Somente o cobre e o zinco, pois eles sofrem oxidação mais facilmente que o alumínio.
- Somente o lítio e o potássio, pois seus potenciais de redução são menores do que o do alumínio.

03) (ENEM-2004) Ferramentas de aço podem sofrer corrosão e enferrujar. As etapas químicas que correspondem a esses processos podem ser representadas pelas equações:



Uma forma de tornar mais lento esse processo de corrosão e formação de ferrugem é engraxar as ferramentas. Isso se justifica porque a graxa proporciona

- lubrificação, evitando o contato entre as ferramentas.
- impermeabilização, diminuindo seu contato com o ar úmido.
- isolamento térmico, protegendo-as do calor ambiente.
- galvanização, criando superfícies metálicas imunes.
- polimento, evitando ranhuras nas superfícies.

04) (ENEM-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

- reduz o ferro.
- oxida o carbono.
- dissolve a pintura do carro.
- torna a água mais condutora.
- diminui a dissolução do oxigênio na água.

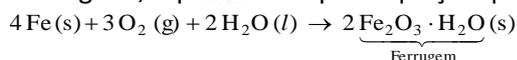
05) (ENEM-2014) A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$. Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

Semirreação de redução	E^0 (V)
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	+0,02
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	+1,20
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é

- Cu (s).
- Pt (s).
- $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$.
- Sn (s).
- $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$.

06) (ENEM-2016) 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:



Uma forma de impedir o processo corrosivo nesses utensílios é

- renovar sua superfície, polindo-a semanalmente.
- evitar o contato do utensílio com o calor, isolando-o termicamente.
- impermeabilizar a superfície, isolando-a de seu contato com o ar úmido.
- esterilizar frequentemente os utensílios, impedindo a proliferação de bactérias.
- guardar os utensílios em embalagens, isolando-os do contato com outros objetos.

07) (ENEM-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^0 (V)
$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0,44
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0,25
$\text{Cd}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$	-0,40
$\text{Hg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$	+0,86

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

- zinco.
- cobre.
- níquel.
- cádmio.
- mercúrio.

08) (ENEM-2021) O emprego de células de combustível a hidrogênio pode ser uma tecnologia adequada ao transporte automotivo. O quadro apresenta características de cinco tecnologias mais proeminentes de células de combustível.

Tipo de célula de combustível	Temperatura operacional (°C)	Eletrólito	Semirreações nos eletrodos
AFC	90 - 100	Hidróxido de potássio aquoso	$\text{H}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$ $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{OH}^-$
MSFC	600 - 1000	Carbonatos de lítio, sódio e/ou potássio fundidos	$\text{H}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2 \text{e}^-$ $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{CO}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-}$
PEM	60 - 100	Ácido poliperfluorossulfônico sólido	$\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$ $\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
PAFC	175 - 200	Ácido fosfórico líquido	
SOFC	600 - 1000	Óxido de zircônio(IV) sólido	

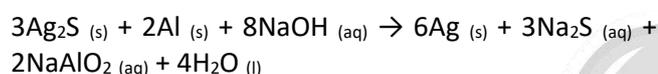
Testes operacionais com esses tipos de células têm indicado que as melhores alternativas para veículos são as que operam em baixos níveis de energia térmica, são formadas por membranas de eletrólitos poliméricos e ocorrem em meio ácido.

THOMAS, S; ZALBOWITZ, M. Full cells: green power. Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM. 1999 (adaptado).

A tecnologia testada mais adequada para o emprego em veículos automotivos é a célula de combustível

- a) AFC.
- b) MSFC.
- c) PEM.
- d) PAFC.
- e) SOFC.

09) (ENEM-2020) Os objetos de prata tendem a escurecer com o tempo, em contato com compostos de enxofre, por causa da formação de uma película superficial de sulfeto de prata (Ag_2S), que é escuro. Um método muito simples para restaurar a superfície original desses objetos é mergulhá-los em uma solução diluída aquecida de hidróxido de sódio (NaOH), contida em uma panela comum de alumínio. A equação química que ilustra esse processo é:



A restauração do objeto de prata ocorre por causa do(a)

- a) prata, que reduz o enxofre.
- b) íon sulfeto, que sofre oxidação.
- c) íon hidróxido, que atua como agente oxidante.
- d) alumínio, que atua como agente redutor no processo.
- e) variação do pH do meio reacional, que aumenta durante a reação.

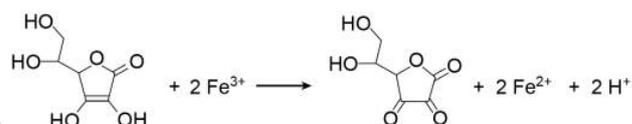
10) (ENEM-2015) A calda bordalesa é uma alternativa empregada no combate a doenças que afetam folhas de plantas. Sua produção consiste na mistura de uma solução aquosa de sulfato de cobre(II), CuSO_4 , com óxido de cálcio, CaO , e sua aplicação só deve ser realizada se estiver levemente básica. A avaliação rudimentar da basicidade dessa solução é realizada pela adição de três gotas sobre uma faca de ferro limpa. Após três minutos, caso surja uma mancha avermelhada no local da aplicação, afirma-se que a calda bordalesa ainda não está com a basicidade necessária. O quadro apresenta os valores de potenciais padrão de redução (E°) para algumas semirreações de redução.

Semirreação de redução	E° (V)
$\text{Ca}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Ca}$	-2,87
$\text{Fe}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{Fe}$	-0,04
$\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$\text{Cu}^+ + e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,52
$\text{Fe}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,77

A equação química que representa a reação de formação da mancha avermelhada é:

- a) $\text{Ca}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{Cu}^+ \text{ (aq)} \rightarrow \text{Ca (s)} + 2 \text{Cu}^{2+} \text{ (aq)}$.
- b) $\text{Ca}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{Fe}^{2+} \text{ (aq)} \rightarrow \text{Ca (s)} + 2 \text{Fe}^{3+} \text{ (aq)}$.
- c) $\text{Cu}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{Fe}^{2+} \text{ (aq)} \rightarrow \text{Cu (s)} + 2 \text{Fe}^{3+} \text{ (aq)}$.
- d) $3 \text{Ca}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{Fe (s)} \rightarrow 3 \text{Ca (s)} + 2 \text{Fe}^{3+} \text{ (aq)}$.
- e) $3 \text{Cu}^{2+} \text{ (aq)} + 2 \text{Fe (s)} \rightarrow 3 \text{Cu (s)} + 2 \text{Fe}^{3+} \text{ (aq)}$.

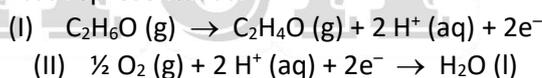
11) (ENEM-2020) O elemento ferro é essencial em nossa alimentação, pois ajuda a prevenir doenças como a anemia. Normalmente, na alimentação é ingerido na forma de Fe^{3+} , sendo necessário o uso de agentes auxiliares de absorção, como o ácido ascórbico (vitamina C), cuja ação pode ser representada pelo esquema reacional a seguir.



A ação do ácido ascórbico ocorre por meio de uma reação de

- a) eliminação.
- b) substituição.
- c) oxirredução.
- d) neutralização.
- e) hidrogenação.

12) (ENEM-2014) Os bafômetros (etilômetros) indicam a quantidade de álcool, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (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:



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 produtos.
- c) apenas o oxigênio do ar como reagente; apenas os elétrons como produto.
- d) apenas o álcool expirado como reagente; água, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ e H^+ como produtos.
- e) o oxigênio do ar e o álcool expirado como reagentes; água e $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ como produtos.

13) (ENEM-2013) Após o desmonte da bateria automotiva, é obtida uma pasta residual de 6 kg, em que 19%, em massa, é dióxido de chumbo(IV), 60%,

sulfato de chumbo(II) e 21%, chumbo metálico. O processo pirometalúrgico é o mais comum na obtenção do chumbo metálico, porém, devido à alta concentração de sulfato de chumbo(II), ocorre grande produção de dióxido de enxofre (SO₂), causador de problemas ambientais. Para eliminar a produção de dióxido de enxofre, utiliza-se o processo hidrometalúrgico, constituído de três etapas, no qual o sulfato de chumbo(II) reage com carbonato de sódio a 1,0 mol/L a 45 °C, obtendo-se um sal insolúvel (etapa 1), que, tratado com ácido nítrico, produz um sal de chumbo solúvel (etapa 2) e, por eletrólise, obtém-se o chumbo metálico com alto grau de pureza (etapa 3).

ARAÚJO, R. V. V. et al. Reciclagem de chumbo de bateria automotiva: estudodecaso. Disponível em: www.iqsc.usp.br. Acesso em: 17 abr. 2010 (adaptado).

Considerando a obtenção de chumbo metálico a partir de sulfato de chumbo(II) na pasta residual, pelo processo hidrometalúrgico, as etapas 1, 2 e 3 objetivam, respectivamente,

- lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb²⁺ em Pb⁰.
- lixiviação ácida e dessulfuração; a lixiviação básica e solubilização; a redução do Pb⁴⁺ em Pb⁰.
- lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb⁰ em Pb²⁺.
- lixiviação ácida e dessulfuração; a lixiviação básica e solubilização; a redução do Pb²⁺ em Pb⁰.
- lixiviação básica e dessulfuração; a lixiviação ácida e solubilização; a redução do Pb⁴⁺ em Pb⁰.

14) (ENEM-2019) Para realizar o desentupimento de tubulações de esgotos residenciais, é utilizada uma mistura sólida comercial que contém hidróxido de sódio (NaOH) e outra espécie química pulverizada. Quando é adicionada água a essa mistura, ocorre uma reação que libera gás hidrogênio e energia na forma de calor, aumentando a eficiência do processo de desentupimento. Considere os potenciais padrão de redução (E°) da água e de outras espécies em meio básico, expressos no quadro.

Semirreação de redução	E° (V)
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Co} + 2 \text{OH}^-$	-0,73
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu} + 2 \text{OH}^-$	-0,22
$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + 2 \text{OH}^-$	-0,58
$\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al} + 4 \text{OH}^-$	-2,33
$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe} + 2 \text{OH}^-$	-0,88

Qual é a outra espécie que está presente na composição da mistura sólida comercial para aumentar sua eficiência?

- Al
- Co
- Cu(OH)₂
- Fe(OH)₂
- Pb

15) (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

- alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento.
- romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.
- prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não afetar as propriedades do alimento.
- romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.
- desprender camadas de verniz, que se dissolverão no meio aquoso, contaminando o alimento.

16) (ENEM-2011) Estudos mostram que a prática de esportes pode aumentar a produção de radicais livres, um subproduto da nossa respiração que está ligado ao processo de envelhecimento celular e ao surgimento de doenças como o câncer. Para neutralizar essas moléculas nas células, quem faz esporte deve dar atenção especial aos antioxidantes. As vitaminas C, E e o selênio fazem parte desse grupo.

SÁ, V. Exercícios bem nutridos. Disponível em: <http://saude.abril.com.br>. Acesso em: 29 abr. 2010.(adaptado).

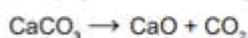
A ação antioxidante das vitaminas C e E e do selênio deve-se às suas capacidades de

- reagir com os radicais livres gerados no metabolismo celular através do processo de oxidação.
- diminuir a produção de oxigênio no organismo e o processo de combustão que gera radicais livres.

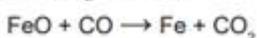
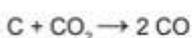
- c) aderir à membrana das mitocôndrias, interferindo no mecanismo de formação desses radicais livres.
 d) inibir as reações em cadeia utilizadas no metabolismo celular para geração dos radicais.
 e) induzir a adaptação do organismo em resposta à geração desses radicais.

17) (ENEM-2017) O ferro metálico é obtido em altos-fornos pela mistura do minério hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) contendo impurezas, coque (C) e calcário (CaCO_3), sendo estes mantidos sob um fluxo de ar quente que leva à queima do coque, com a temperatura no alto-forno chegando próximo a 2 000 °C. As etapas caracterizam o processo em função da temperatura.

Entre 200 °C e 700 °C:



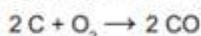
Entre 700 °C e 1 200 °C:



Entre 1 200 °C e 2 000 °C:

Ferro impuro se funde

Formação de escória fundida (CaSiO_3)



BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. Química: a ciência central. São Paulo: Pearson Education, 2005 (adaptado).

No processo de redução desse metal, o agente redutor é o

- a) C.
 b) CO.
 c) CO_2 .
 d) CaO.
 e) CaCO_3 .

18) (ENEM-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 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, 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.

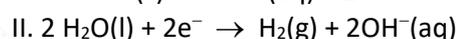
A propriedade que o metal associado ao cobre deve apresentar para impedir a formação de zinabre nas moedas é, em relação ao cobre,

- a) maior caráter ácido.

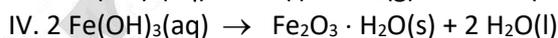
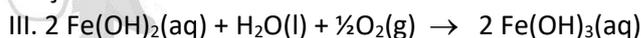
- b) maior número de oxidação.
 c) menor potencial de redução.
 d) menor capacidade de reação.
 e) menor número de elétrons na camada de valência.

Abertas, lá vou eu

01) (UFJF MG) A corrosão eletroquímica é um processo passível de ocorrer quando o metal está em contato com um eletrólito, onde acontecem, simultaneamente, as reações anódicas e catódicas. Um processo de corrosão acontece segundo as semirreações descritas a seguir, originando, assim, a formação de hidróxido ferroso.



Em meio de alto teor de oxigênio, o hidróxido ferroso sofre a seguinte transformação, através das duas reações descritas abaixo:



Acerca do processo de corrosão e das reações apresentadas, responda aos itens a seguir.

- a) Equacione a reação global das reações I e II descritas acima.

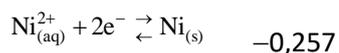
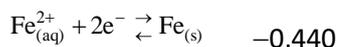
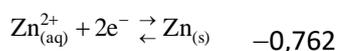
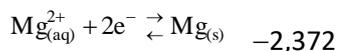
- b) Identifique quais são os agentes oxidante e redutor da reação global do item a.

- c) Considerando as equações III e IV, escreva a reação de formação do óxido férrico monoidratado a partir do hidróxido ferroso.

- d) Segundo a tabela de potenciais de redução, escolha um metal que pode ser utilizado como metal de sacrifício, protegendo o ferro de uma tubulação. Justifique.

RESPOSTAS

POTENCIAIS PADRÃO DE REDUÇÃO, E° / V

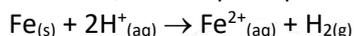


02) (Unesp SP) A água oxigenada é utilizada industrialmente como componente que tira manchas de tecidos e também para branqueamento de polpa da celulose utilizada na fabricação de papel. Para essas finalidades, a concentração utilizada é superior a 30%. Mas soluções aquosas, com concentração de 3%, são utilizadas como antissépticos e para descoloração de pelos e cabelos.

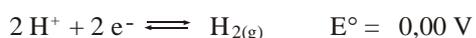
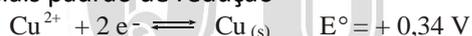
A decomposição da água oxigenada ocorre de acordo com a equação abaixo:



Encanamentos de ferro mergulhados em água sofrem corrosão, devido principalmente à reação:



Para proteger encanamentos nessas condições, costuma-se ligá-los a barras de outros metais, que são corroídos ao invés dos canos de ferro. Conhecendo os potenciais padrão de redução



e dispendo-se de barras de magnésio e cobre, propõe-se:

a) Qual metal deve ser utilizado para proteger o encanamento? Justifique.

b) Escreva as reações que ocorrem na associação do cano de ferro com a barra metálica escolhida, indicando o agente oxidante e o agente redutor.

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) D	01) A	01) C	01) B
02) B	02) C	02) D	02) E
03) E	03) A	03) A	03) B
04) D	04) C	04) C	04) D
05) D	05) B	05) B	05) D
06) D	06) FV FV	06) B	06) C
07) A	07) B	07) EEEEC	07) A
08) E	08) 88	08) E	08) C
09) B	09) D	09) 13	09) D
10) B	10) C	10) A	10) E
11) B	11) A	11) A	11) C
12) C	12) C	12) B	12) E
	13) D	13) A	13) A
	14) B	14) D	14) A
		15) C	15) B
		16) E	16) A
		17) 27	17) B
		18) D	18) C
		19) A	

Abertas, lá vou eu!

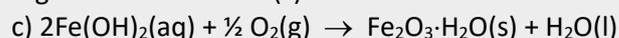
01)



b)

Agente oxidante $\rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$

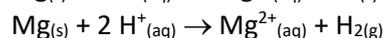
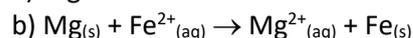
Agente redutor $\rightarrow \text{Fe}_{(s)}$

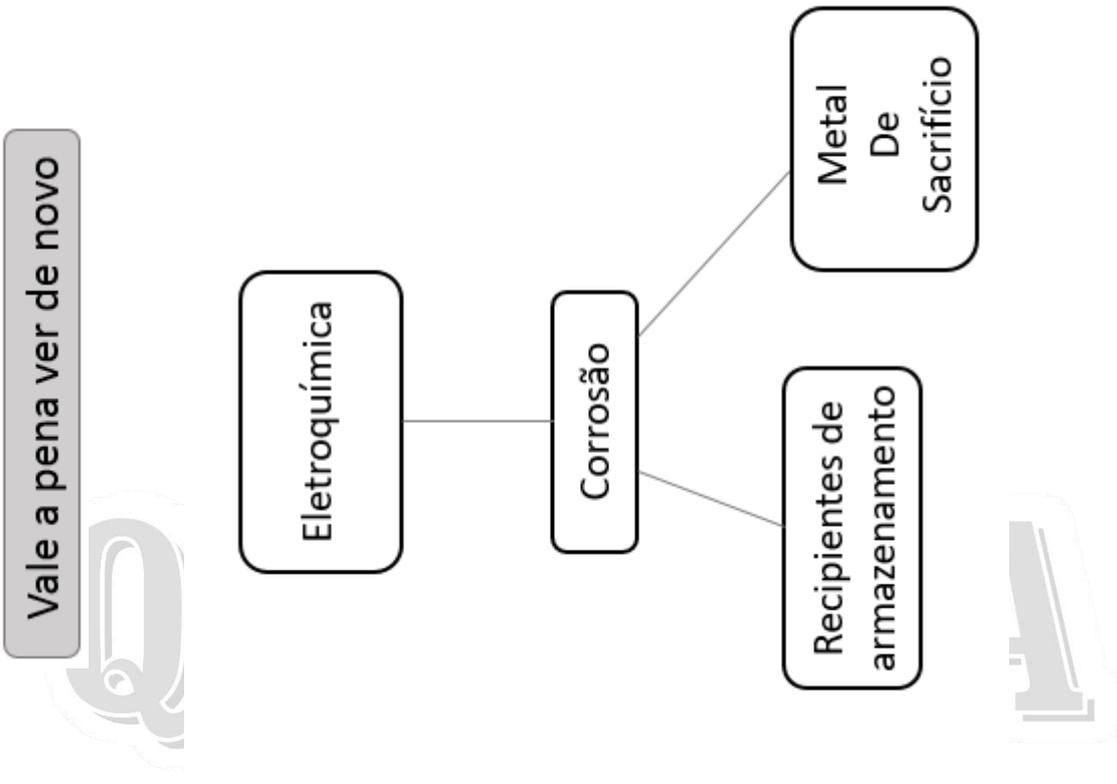


d) Mg ou Zn

02)

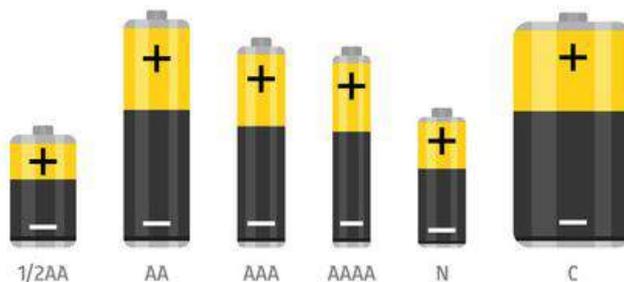
a) Mg





1) Eletroquímica

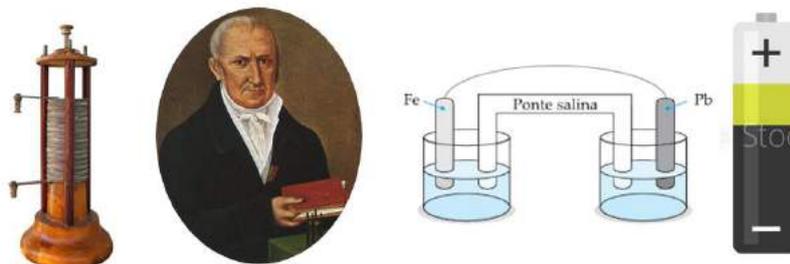
É a parte da química que estuda as reações que ocorrem com troca de elétrons na interconversão de energia química em energia elétrica.



2) Pilhas, células voltaicas, células galvânicas

Dispositivo **espontâneo**, que converte **energia química** → **energia elétrica**. Baseia-se em reações redox e produz uma corrente contínua que deve ser guiada através de um circuito externo.

Ex:



Existem diversos tipos de pilhas, mas a pilha mais didática é a de Daniell, que veremos a seguir.

2.1. Pilha de Daniell

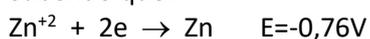
É uma pilha que possui como componentes cobre metálico e sua solução, assim como zinco e sua solução.

2.1.a. Componentes

- meia célula/ semicela: recipiente da solução eletrolítica;
- eletrodos: componentes condutores de corrente (cátodo/ânodo);
- ponte salina/placa porosa: componente responsável pela troca iônica;
- fio condutor: ele organiza e direciona o fluxo de elétrons gerados na reação redox.

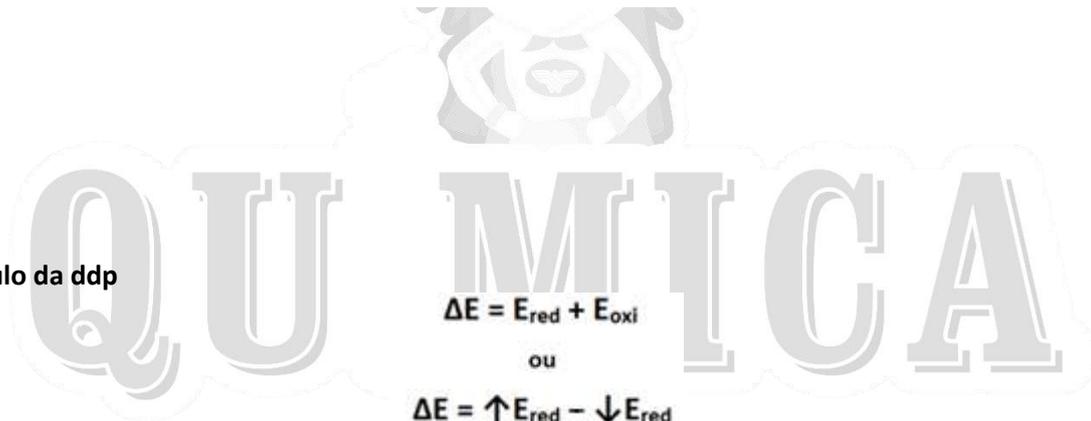
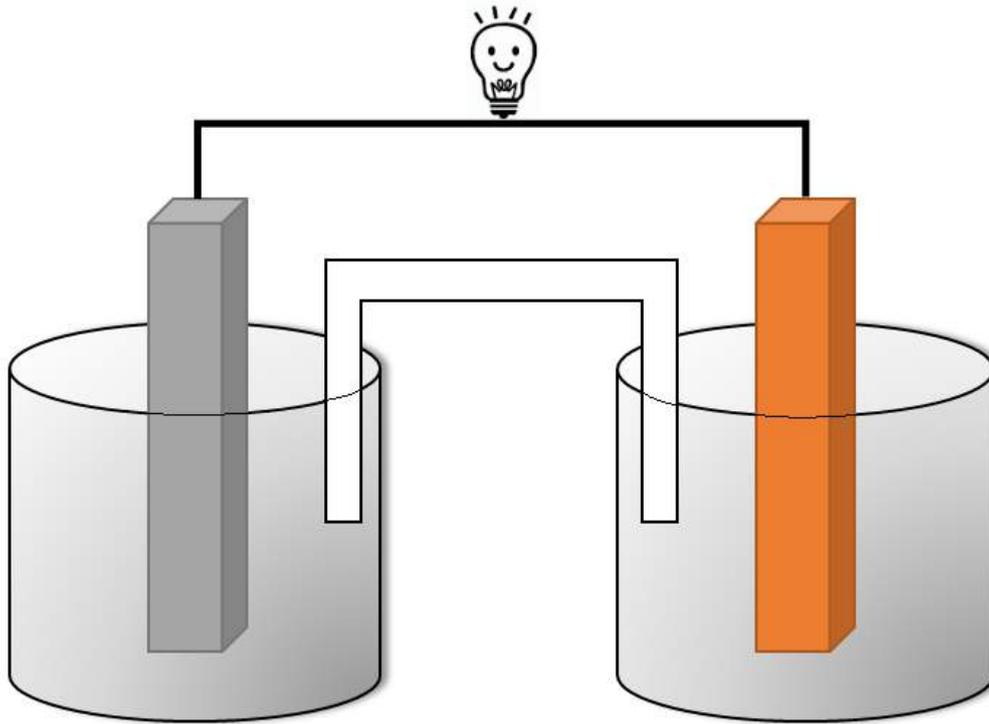
2.1.b. A reação

Sabendo que:



A reação espontânea será:

2.1.c. A pilha de Daniell



5.1.d. Cálculo da ddp

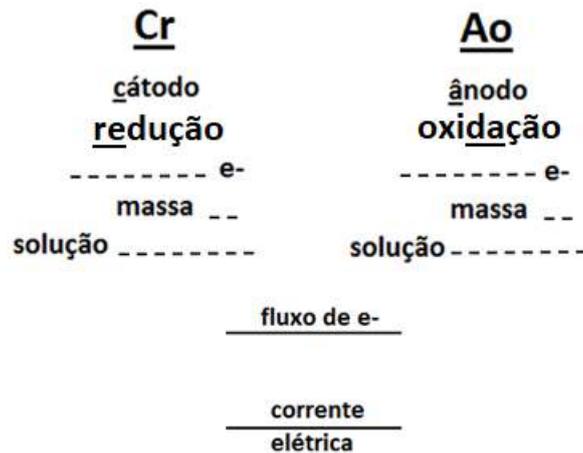
$$\Delta E = E_{\text{red}} + E_{\text{oxi}}$$

ou

$$\Delta E = \uparrow E_{\text{red}} - \downarrow E_{\text{red}}$$

ddp =

Resumo da pilha de Daniell



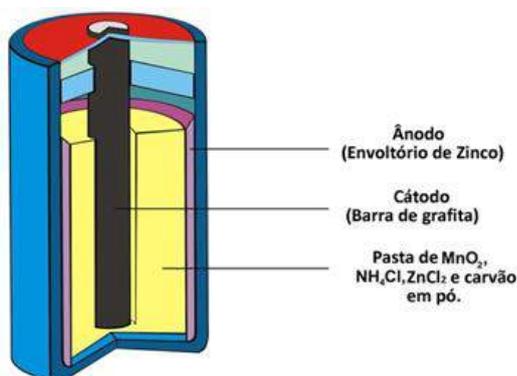
- Obs 1: solução de Cu^{+2} tem cor azul;
- Obs 2: pilhas ligadas em série, tem sua ddp somada;
- Obs 3: pilhas ligadas em paralelo, tem sua ddp constante;
- Obs 4: quando uma pilha para, sua ddp = 0, pois ela se encontra em equilíbrio.

5.2. Pilhas em nosso cotidiano

A pilha de Daniell é muito didática, mas ela não reflete as pilhas que usamos no dia a dia, abaixo estão alguns exemplos:

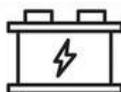
- Pilha seca de Leclanché (Zn , C e MnO_2)

* usadas no dia a dia.



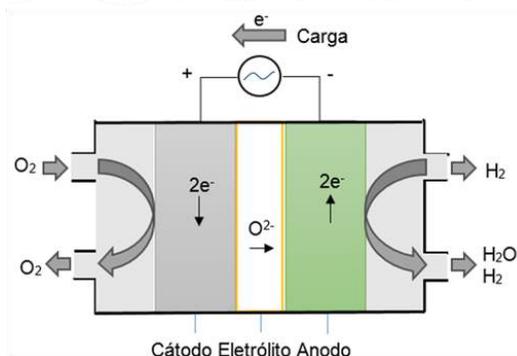
- Bateria de carro (Pb , PbO_2 e H_2SO_4)

* a densidade da solução vai diminuindo à medida que a bateria vai se desgastando.



- Célula à combustível (geralmente H_2 e O_2)

* meio não poluente de adquirir energia, é uma fonte muito promissora.



- Pilhas alcalinas (pilhas com pasta alcalina)

* o meio condutor aumenta a eficiência da pilha.



- Pilhas botão (Zn, HgO em meio alcalino)

* são bem compactas, por isso são usadas em relógios.



- Pilhas Ni-Cd (Cd e óxido de níquel)

* eram usadas em baterias de celular, mas apresentavam o problema do “vício”.



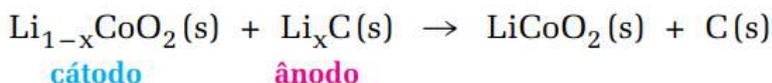
- Pilhas de lítio (lítio e iodo)

* são usadas em marca-passos.



- Pilhas de íon lítio (lítio e iodo)

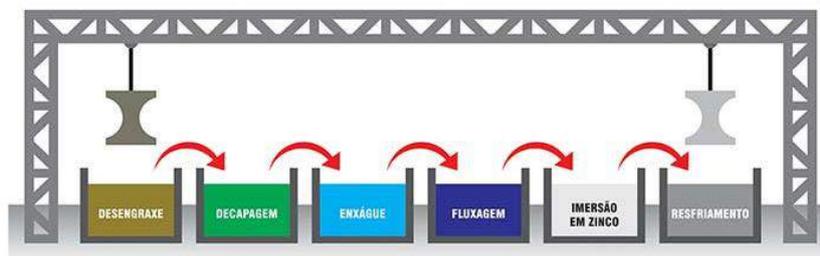
* são usadas em baterias de celular.



6) Eletrólise

Reação **não espontânea**, que converte **energia elétrica → energia química**. Baseia-se em reações redox e funciona apenas com corrente contínua. Exemplos bem corriqueiros desta técnica são os processos de purificação de metais e galvanização (banhos).

Ex:



Para uma substância ser eletrolisada, é necessário que ela tenha íons em solução aquosa ou em estado fundido. O princípio básico de qualquer eletrólise é que:

íon cátion → eletrodo cátodo → polo - → ocorre redução

íon ânion → eletrodo ânodo → polo + → ocorre oxidação

A eletrólise ainda pode ser dividida em eletrólise ígnea e aquosa.

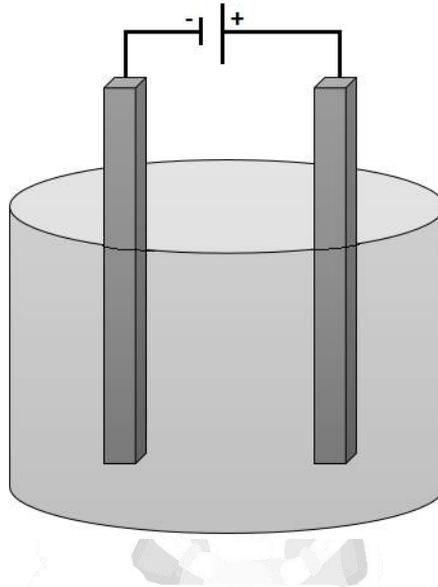
6.1. Eletrólise ígnea

Neste tipo de eletrólise, os íons são formados por fusão, ou seja, o material está fundido.

Ex: eletrólise ígnea do NaCl

6.1.a. Reação

6.1.b. Esquema



→Obs: não esqueça do “7NHO”

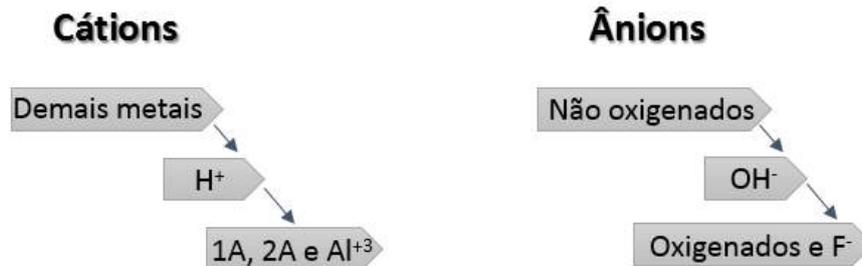
6.2. Eletrólise aquosa

Neste tipo de eletrólise, os íons são formados por dissociação/ionização, ou seja, o material está em solução aquosa.

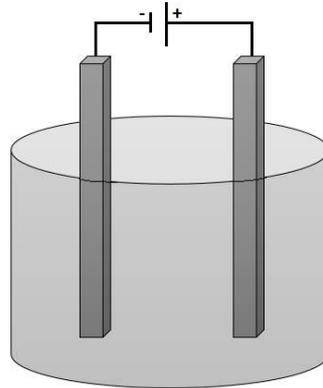
Ex: eletrólise aquosa do NaCl

6.2.a. Reação

Competição entre os íons



6.2.b. Esquema



- Obs 1:** caso a solução tenha fenolftaleína, um dos polos terá cor rosácea;
- Obs 2:** este tipo de eletrólise é o utilizado para a galvanização de peças, neste caso, ela sempre deve estar conectada ao cátodo;
- Obs 3:** todas as eletrólises vistas até agora, o eletrodo é inativo;
- Obs 4:** quando as cubas são ligadas em série, a corrente é a mesma por todo o circuito;
- Obs 5:** para que uma eletrólise aconteça, a ddp fornecida deve ser superior ao processo espontâneo;
- Obs 6:** $2\text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2$

6.3. Eletrólise em nosso dia a dia

- produção industrial de vários metais (Al, Na, Mg), porém é uma técnica muito cara;
- purificação de cobre com eletrodo ativo;
- galvanização com metais (Au, Ag, Cr, Ni).

6.4. Eletrólise quantitativa – Leis de Faraday

É a parte da estequiometria dentro da eletrólise. Essa análise quantitativa é bastante importante para determinar qual a massa que deve ser depositada do metal e também o tempo de eletrodeposição, lembrando que quanto maior a carga em coulombs, maior a massa depositada.

$$1 \text{ mol e}^- = 1 \text{ Faraday} = 96500 \text{ C}$$

E a fórmula que relaciona o tempo em função da corrente elétrica é:

$$Q = i \cdot t$$

carga (C)
tempo (s)
corrente (A)



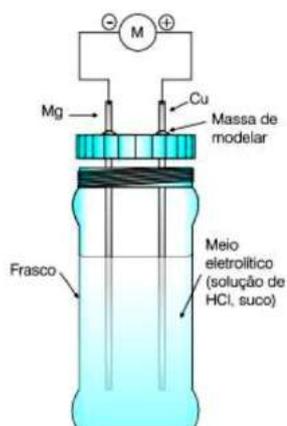
Ex:

(UFS-SE) Numa célula eletrolítica contendo solução aquosa de nitrato de prata flui uma corrente elétrica de 5,0 A durante 9.650 s. Nessa experiência, quantos gramas de prata metálica são obtidos? $\text{Ag} = 108 \text{ u}$.

- a) 108
- b) 100
- c) 54,0
- d) 50,0
- e) 10,0

Acerto miseravi

01) (UFU MG)



HIOKA, N. et al. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. *Revista Química Nova na Escola*. N. 11. Maio, 2000.

O esquema ilustra uma pilha construída com materiais de fácil obtenção e cuja correta montagem permite o funcionamento de um pequeno aparelho, representado pela letra M. Quando ativada, a pilha produz gás hidrogênio a partir da água e íons magnésio, resultantes da reação do magnésio.

Sobre essa pilha, responda ao que se pede.

a) Escreva as semirreações que ocorrem no sistema.

b) Discorra sobre os cuidados que devem ser tomados com o uso do ácido clorídrico e com a produção do gás hidrogênio pelo dispositivo.

02) (PUC SP) Observe a representação da pilha de Daniell:



Sobre essa representação é correto afirmar que

- I. $\text{Zn(s)} \mid \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ é o pólo positivo.
- II. $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}$ é o ânodo.
- III. O fluxo de elétrons ocorre da semicela da direita para a semicela da esquerda.

Assinale a alternativa correta.

- a) Todas as afirmativas estão corretas.
- b) Todas as afirmativas estão incorretas.
- c) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- d) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.

Manjando dos paranauê

01) (PUC Campinas SP) Considere a seguir o esquema de uma pilha lítio-iodo, usada em marcapasso.



Como a reação de I ocorre no compartimento 1 e a de II no compartimento 2, o fluxo dos elétrons nesse sistema segue do compartimento III para o IV. A proporção, em mol, do Li (lítio) e do I₂ (iodo) nessa reação é de V.

Completam as lacunas I, II, III, IV e V, correta e respectivamente:

- a) redução – oxidação – 1 – 2 – 2:1
- b) redução – oxidação – 2 – 1 – 1:2
- c) oxidação – redução – 1 – 2 – 2:1
- d) oxidação – redução – 2 – 1 – 2:1
- e) oxidação – redução – 1 – 2 – 1:2

02) Um alquimista maluco descobriu que o chumbo metálico pode ceder elétrons espontaneamente em soluções de AuCl₃, e construiu a seguinte pilha:



Para esta pilha, é correto afirmar:

- a) o Au⁰ se reduz e o Au³⁺ se oxida.
- b) o alquimista transformou chumbo em ouro.
- c) o cátodo é o Au³⁺ e o ânodo é o Pb⁰.
- d) a solução de Pb²⁺ ficará mais diluída.
- e) a solução de Au³⁺ ficará mais concentrada.

03) (UFMS) O alumínio já foi o metal mais caro do mundo. Por isso, Napoleão disponibilizava talheres e pratos de alumínio para convidados especiais nos banquetes, enquanto os menos favorecidos usavam de ouro. Em 1855, o norte-americano Charles Martin Hall e o francês Paul Louis Toussaint Héroult descobriram e patentearam quase simultaneamente um processo de obtenção de alumínio a partir do minério bauxita, rico em óxido de alumínio.

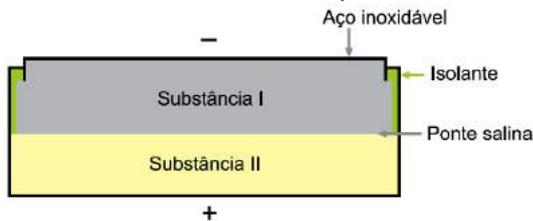
KEAN, Sam. A colher que desaparece: Editora Zahar, 2011 (adaptado).

O processo ficou conhecido como Hall-Heroult e permitiu o estabelecimento da indústria global do alumínio, cuja obtenção ocorre por meio de:

- a) eletrometalurgia.
- b) hidrometalurgia.

- c) pirometalurgia.
- d) calcinação.
- e) ustulação.

04) (FGV SP) Certas pilhas em formato de moeda ou botão, que são usadas em relógios de pulso e em pequenos aparelhos eletrônicos, empregam os metais zinco e prata em seu interior. Uma delas é representada no esquema da figura a seguir, e os potenciais padrão de redução são fornecidos para reações envolvendo os seus componentes.



Considerando-se a pilha representada no esquema, a substância I, o potencial padrão teórico e os produtos da reação global são, respectivamente:

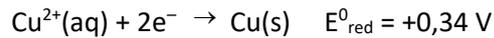
- a) zinco metálico; + 0,04 V; prata metálica e hidróxido de zinco.
- b) zinco metálico; + 1,56 V; prata metálica e hidróxido de zinco.
- c) zinco metálico; + 1,56 V; óxido de prata e hidróxido de zinco.
- d) prata metálica; + 0,04 V; óxido de prata e zinco metálico.
- e) prata metálica; + 1,56 V; óxido de prata e zinco metálico.

05) (UFRGS-RS) Pessoas que apresentam dentes com restaurações metálicas podem sentir um pequeno choque ao colocarem na boca pedaços de metal, como, por exemplo, o papel alumínio de um chocolate. O alumínio, com meio ácido da boca, provoca a transferência de elétrons para o metal da restauração, causando esse choque. Com base no fenômeno descrito, pode-se afirmar que o alumínio

- a) sofre redução, funcionando com cátodo.
- b) provoca a oxidação do metal da restauração.
- c) é o agente oxidante, pois sofre redução.
- d) é o agente redutor, pois sofre redução.
- e) sofre oxidação, funcionando como ânodo.

06) (PUC SP) Considerando uma pilha formada pelos eletrodos de alumínio e cobre, qual será o valor de ΔE da pilha?

Dados:



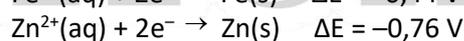
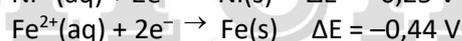
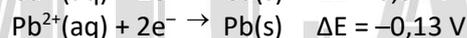
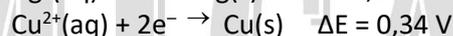
- a) + 4,38 V
- b) + 2,02 V
- c) - 2,36 V
- d) - 1,34 V

07) (UEG GO) Uma pilha de Daniel é um dispositivo capaz de transformar energia química em energia elétrica, e como exemplo tem-se uma formada por eletrodos de ferro ($\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) \quad E = -0,036 \text{ V}$) e estanho ($\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s}) \quad E = -0,136 \text{ V}$).

Nesse caso, constata-se que

- a) no recipiente contendo o eletrodo de estanho diminuirá a concentração de íons em solução.
- b) a direção do fluxo de elétrons ocorrerá do eletrodo de ferro para o de estanho.
- c) no eletrodo de ferro haverá uma diminuição da sua massa.
- d) o eletrodo de estanho sofrerá um processo de redução.
- e) haverá uma corrosão do eletrodo de estanho.

08) (FMABC SP) Dados: Potencial de redução padrão em solução aquosa ΔE :



É comum em laboratórios didáticos a construção de pilhas utilizando-se de duas semicélulas eletroquímicas, cada uma contendo uma lâmina de um metal imersa em uma solução de concentração $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ de cátions do próprio metal. Essas duas semicélulas são conectadas com um fio condutor (em geral de cobre) unindo as lâminas metálicas e uma ponte salina (em geral contendo solução aquosa de nitrato de potássio) que permite a passagem de íons entre as soluções. Em um laboratório foram encontradas as seguintes semicélulas eletroquímicas: $\text{Ag}^{+} / \text{Ag}$, $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$, $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$, $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$, $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$, $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$, possibilitando a montagem de diversas pilhas. A pilha que apresenta a menor ddp entre essas opções tem

- a) o metal Pb no polo negativo e o metal Cu no polo positivo.

- b) o metal Ag no polo negativo e o metal Zn no polo positivo.
- c) o metal Ni no polo negativo e o metal Pb no polo positivo.
- d) o metal Cu no polo negativo e o metal Ag no polo positivo.

09) (Mackenzie SP) A cromagem é um tipo de tratamento superficial em que um metal de menor nobreza é recoberto com uma fina camada de cromo, sob condições eletrolíticas adequadas, com o propósito decorativo ou anticorrosivo. Uma empresa fez a cromagem de dez peças metálicas idênticas, utilizando uma solução de nitrato de cromo III em um processo de eletrólise em meio aquoso. Cada peça foi submetida a uma corrente elétrica de 3,86 A, durante 41 minutos e 40 segundos, assim a massa total de cromo consumida foi de, aproximadamente,

Dados:

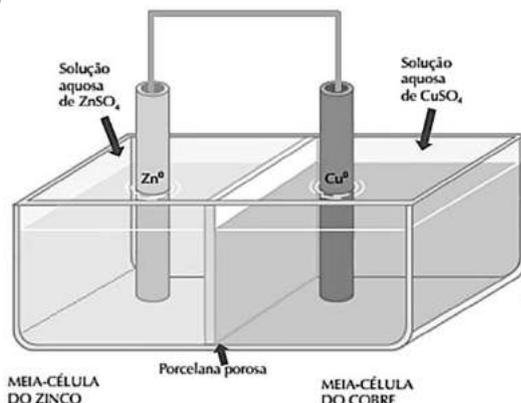
Constante de Faraday = 96500 C

Massa molar do cromo em (g·mol⁻¹) = 52

- a) 1,73 g
- b) 5,20 g
- c) 17,30 g
- d) 52,00 g
- e) 173,00 g

Agora eu tô um nojo

01) (Udesc SC) A figura abaixo representa uma pilha formada por uma placa de zinco e outra de cobre, mergulhadas em soluções de seus respectivos sulfatos, conectadas por um fio metálico. Além disso, existe uma membrana porosa que separa os compartimentos das duas meias-células.



Sabendo que o potencial padrão de redução a 25°C, em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio, é de +0,34 V para a semirreação $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$, e de -0,76 V para a semirreação $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$, assinale a alternativa **incorreta**.

- a) Após certo tempo de funcionamento da pilha, haverá espessamento da placa de cobre e diminuição da massa da placa de zinco.
- b) No cátodo ocorrerá o processo de redução e no ânodo a oxidação.
- c) Haverá oxidação na meia-célula do zinco e redução na meia-célula do cobre.
- d) Durante o processo de oxirredução haverá mobilidade de íons por meio da porcelana porosa.
- e) Durante o processo de oxirredução haverá fluxo de elétrons da placa de zinco para a placa de cobre por meio da porcelana porosa.

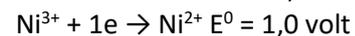
02) (FPS PE) A tabela abaixo mostra os valores de potencial padrão de algumas semirreações.

Semirreação	E° (V)
$\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0,80
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0,13
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76

Considerando apenas as informações da tabela, indique a alternativa correta.

- a) A pilha de maior potencial padrão possui ânodo de prata e cátodo de zinco.
- b) Dentre os metais apresentados, o zinco é o melhor agente redutor.
- c) A pilha formada por eletrodos de cobre (Cu/Cu^{2+}) e chumbo (Pb/Pb^{2+}) possui potencial-padrão igual a 0,21V.
- d) O íon Zn^{2+} recebe elétrons mais facilmente que o íon Pb^{2+} .
- e) A reação $\text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s})$ é espontânea.

03) (UFSC) Uma pilha “recarregável” alcalina de uso comercial é formada pelos elementos químicos níquel e cádmio. Participam também o hidróxido de níquel (III) e o hidróxido de potássio. Os potenciais-padrão de redução das semi-reações envolvidas são os seguintes:



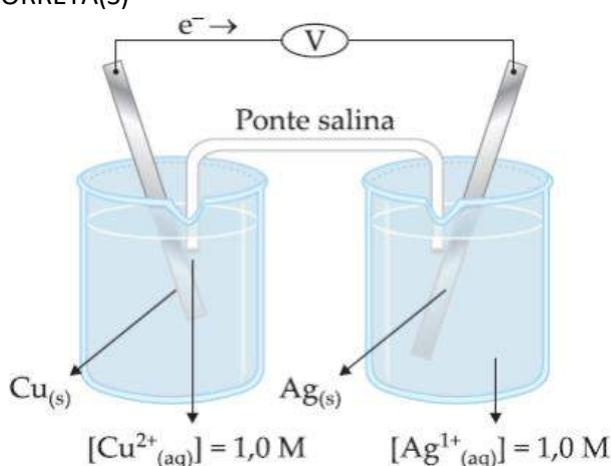
- Considerando os dados acima, é correto afirmar que:
- 01. A diferença de potencial da pilha Ni-Cd vale 0,6 volt.
 - 02. O fluxo de elétrons, no circuito externo, vai do eletrodo de cádmio para o eletrodo de hidróxido de níquel (III).
 - 04. Na pilha Ni-Cd o metal cádmio é o agente redutor dos íons Ni^{2+} .

08. Durante a descarga da pilha os íons Ni^{3+} sofrem oxidação.

16. A pilha cessará seu funcionamento quando o potencial de redução do Cd^0 for igual ao potencial de redução do Ni^{3+} .

32. A reação global da pilha é: $\text{Cd}^0 + 2\text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2\text{Ni}^{3+}$.

04) (UFSC-SC) Na pilha esquematizada a seguir, é fornecido o sentido do fluxo de elétrons. Dados os valores dos potenciais-padrão de redução (a 25°C e 1 atm) do eletrodo de cobre ($E_{\text{red}} = 0,34 \text{ V}$) e do eletrodo de prata ($E_{\text{red}} = 0,80 \text{ V}$), indique a(s) proposição(ões) CORRETA(S)

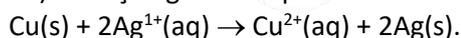


01) No eletrodo de cobre ocorre a redução.

02) Os elétrons fluem do eletrodo de cobre para o eletrodo de prata.

04) O cobre é o agente redutor.

08) A reação global da pilha é:



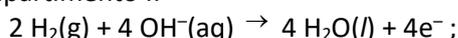
16) A diferença de potencial da pilha é 0,46 V, nas condições indicadas.

32) A representação correta da pilha é:

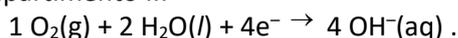


05) (UNIRG TO) Pilhas a combustível, usadas em missões espaciais, devem ser leves, eficientes e capazes de operar em temperaturas elevadas de até 140°C , e produzirem voltagem de aproximadamente 0,9 volts. Nessas células, as semirreações que ocorrem são as seguintes:

No compartimento I:



No compartimento II:



Sobre esse assunto, assinale a única alternativa correta:

a) Nessas pilhas, o hidrogênio atua como agente oxidante;

b) Nessas pilhas, os elétrons fluem do cátodo para o ânodo;

c) O compartimento I corresponde ao ânodo dessas pilhas;

d) A utilização de pilhas a combustível gera emissões poluentes.

06) (FATEC-SP) Marcapasso é um dispositivo de emergência para estimular o coração. A pilha utilizada nesse dispositivo é constituída por eletrodos de lítio e iodo. A partir dos valores dos potenciais de redução padrão, afirma-se:

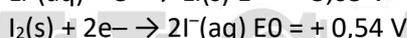
I. O fluxo eletrônico da pilha irá do lítio para o iodo, pois o lítio tem o menor potencial de redução.

II. A semi-reação de oxidação pode ser representada pela equação: $2\text{Li} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Li}$

III. A diferença de potencial da pilha é de $-3,05 \text{ V}$.

IV. O iodo, por ter maior potencial de redução que o Li, tende a sofrer redução, formando o polo positivo da pilha.

Dados:



Quanto a essas afirmações, deve-se dizer que apenas:

a) I, II e III são verdadeiras.

b) I, II e IV são verdadeiras.

c) I e III são verdadeiras.

d) II é verdadeira.

e) I e IV são verdadeiras

07) (UFES) Tem-se uma solução aquosa de sulfato de sódio 1,0 M. À medida que se vai processando a eletrólise:

a) a solução vai se diluindo.

b) a solução vai se concentrando.

c) não haverá alteração na concentração da solução.

d) haverá depósito de sódio num dos eletrodos.

e) haverá formação de ácido sulfúrico.

08) (UEPG PR) A eletrólise de uma solução aquosa saturada de cloreto de sódio produz hidróxido de sódio, gás hidrogênio e gás cloro. Diante do exposto, assinale o que for correto.

01. O gás cloro é produzido no ânodo.

02. O processo de redução produz o gás hidrogênio.

04. A reação global do processo de eletrólise é



08. O ânodo é o polo negativo do processo.

16. No cátodo ocorre a produção do hidróxido de sódio.

09) (UEL-PR) Na obtenção de prata por eletrólise de solução aquosa de nitrato de prata, o metal se forma no:

- cátodo, por redução de íons Ag^+ .
- cátodo, por oxidação de íons Ag^+ .
- cátodo, por redução de átomos Ag .
- ânodo, por redução de íons Ag^+ .
- ânodo, por oxidação de átomos Ag .

10) (FM Petrópolis RJ) 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.

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

- $\text{Ni}^{+2} \rightarrow \text{Ni}^0 + 2 \text{e}^-$
- $\text{Ni}^0 \rightarrow \text{Ni}^{+3} + 3 \text{e}^-$
- $\text{Ni}^0 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}^{2+}$
- $\text{Ni}^0 \rightarrow \text{Ni}^{+2} + 2 \text{e}^-$
- $\text{Ni}^{+2} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}^0$

11) (FCM MG) Leia o texto abaixo.

Os químicos só descobriram o alumínio nos anos 1820, mas separar o metal de seu minério era extremamente difícil e custoso. Durante décadas, o alumínio era muito mais caro do que o ouro. Nos anos 1860, o imperador Napoleão III da França encomendou talheres de alumínio para seus convidados mais ilustres. Os visitantes menos importantes tinham de se virar com facas e garfos de ouro. Mas, no fim do século XIX, os químicos descobriram uma maneira de extrair enormes quantidades de alumínio barato, e hoje a produção global fica em torno de 30 milhões de toneladas por ano. "Napoleão III ficaria surpreso de saber que os descendentes de seus súditos usam papel-alumínio descartável para embrulhar seus sanduíches e jogam as sobras no lixo."

Analisando o texto e utilizando seus conhecimentos, é CORRETO afirmar:

- O alumínio era mais caro do que o ouro porque apresentava um caráter metálico maior do que o ouro.
- O uso de papel alumínio descartável para embrulhar sanduíches se deve ao fato de o metal ser do grupo 13 da tabela periódica.
- Talheres de alumínio eram utilizados por ser o alumínio um metal representativo com muitos elétrons livres e desemparelhados.
- Não existem minas de alumínio por ser baixo seu potencial de redução, mas a eletrólise favoreceu sua obtenção a partir da bauxita.

12) (UFT TO) A cromação é uma das técnicas utilizadas pelas indústrias de galvanoplastia que consiste na cobertura de peças metálicas pelo cromo com o objetivo de proteger e decorar a peça. Nesse processo, a peça metálica a ser cromada e que funciona como um dos eletrodos, é colocada em uma cuba eletrolítica contendo uma solução de Cr^{3+} e submetida à passagem de uma corrente elétrica durante certo tempo, até a peça adquirir uma fina camada de cromo na espessura desejada.

(Dados: massa molar do cromo = $52,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ e constante de Faraday = 96500 C/mol).

Com relação a esse processo assinale a alternativa INCORRETA.

- A peça a ser cromada representa o anodo na cuba eletrolítica.
- Para a deposição de um mol de cromo é necessário três mols de elétrons.
- A massa de cromo depositada pela passagem de uma corrente de 30 A, durante 965 segundos, é de 5,2 g.
- A quantidade de massa de cromo depositada é proporcional à passagem de carga através da solução na célula eletrolítica.

13) (UFPR) Num laboratório, um grupo de alunos possui quatro semicélulas montadas, todas em condição padrão de concentração e temperatura, correspondentes às semirreações mostradas no quadro abaixo:

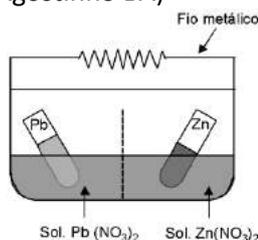
Semicélula	Semirreação de redução	E° / V
I	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,23
II	$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$	0,54
III	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34
IV	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76

Numa dada combinação para montar uma pilha eletroquímica, o valor de diferença de potencial (ΔE)

da pilha, no instante em que se ligaram os contatos, foi de 0,69 V. A combinação utilizada nessa pilha foi entre as semicélulas:

- I e II.
- I e III.
- I e IV.
- II e III.
- III e IV.

14) (Fac. Santo Agostinho BA)



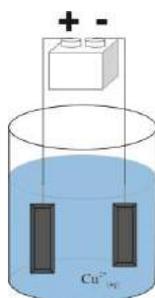
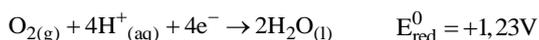
Considerando-se o esquema, que representa uma pilha formada por lâminas de chumbo e de zinco, e sabendo-se que os potenciais-padrão de redução desses metais são respectivamente, $-0,13\text{V}$ e $-0,76\text{V}$, é correto afirmar:

- O cátodo da pilha é a lâmina de zinco.
- A diferença de potencial da pilha é $-0,63\text{V}$.
- O zinco perde massa quando a pilha funciona.
- O chumbo oxida-se mais facilmente do que o zinco.

Nazaré confusa

01) (PUC RS) A galvanoplastia usa a eletrólise com eletrodos ativos (não inertes) para depositar uma fina camada de metal em outro. Os objetivos desse processo são refinamento de metais ou de melhorar o aspecto final ou a resistência à corrosão do metal a ser galvanizado. A figura abaixo representa uma célula eletrolítica com eletrodos ativos de cobre e uma solução aquosa de sulfato de cobre (II). A solução aquosa de íons de Cu^{2+} é de cor azul.

Dados: Potencial padrão de redução



Com base na figura, são feitas as seguintes afirmações:

- No caso de eletrodeposição de cobre, a peça a ser galvanizada deverá estar conectada no cátodo.
- Após algum tempo de aplicação da eletrólise, a cor azul da solução de Cu^{2+} fica menos intensa.
- No caso de refinamento do cobre impuro, a barra com impurezas deverá estar conectada no polo negativo da célula eletrolítica.

Está/Estão correta(s) a(s) afirmativa(s)

- I, apenas.
- I e II, apenas.
- II e III, apenas.
- I, II e III.

02) (UNCISAL) O cobre refinado por meio de processos convencionais possui pureza em torno de 99%. Para que apresente condutividade elétrica adequada para aplicação em sistemas elétricos, o cobre refinado deve passar por uma etapa de purificação eletrolítica em que sejam atingidos níveis de pureza muito próximos de 100%. Nesse processo, o cobre refinado é colocado como o ânodo de uma célula eletrolítica e, a partir desse ponto, o cobre puro é depositado no cátodo; no ânodo, algumas impurezas metálicas presentes no cobre impuro são oxidadas e dissolvidas na solução, enquanto outras simplesmente se desprendem, à medida que o ânodo é consumido, e se depositam no fundo da célula eletrolítica, formando o que se chama de "lama de ânodo".

O entendimento dos diferentes comportamentos dos metais se dá a partir de seus potenciais elétricos de redução/oxidação. A tabela a seguir mostra potenciais padrões de redução (E°) correspondentes à semirreação de alguns metais.

semirreação	E° (V)
$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pt}$	1,20
$\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}$	0,80
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$	0,34
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ni}$	-0,23
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Co}$	-0,28

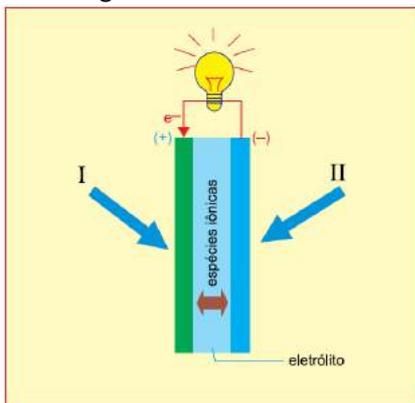
Na referida etapa de purificação eletrolítica do cobre, as impurezas que apresentam potencial de oxidação

- maior que o do cobre, como a prata e a platina, são depositadas como "lama de ânodo".
- menor que o do cobre, como a prata e a platina, são depositadas como "lama de ânodo".
- maior que o do cobre, como o cobalto e o níquel, são depositadas como "lama de ânodo".
- menor que o do cobre, como o cobalto e o níquel, são dissolvidas na solução.
- maior que o do cobre, como a prata e a platina, são dissolvidas na solução.

03) (Fuvest-SP) Água, contendo Na_2SO_4 apenas para tornar o meio condutor e o indicador fenolftaleína, é eletrolisada com eletrodos inertes. Neste processo, observa-se desprendimento de gás:

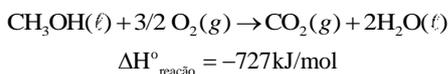
- de ambos os eletrodos e aparecimento de cor vermelha somente ao redor do eletrodo negativo.
- de ambos os eletrodos e aparecimento de cor vermelha somente ao redor do eletrodo positivo.
- somente do eletrodo negativo e aparecimento de cor vermelha ao redor do eletrodo positivo.
- somente do eletrodo positivo e aparecimento de cor vermelha ao redor do eletrodo negativo.
- de ambos os eletrodos e aparecimento de cor vermelha ao redor de ambos os eletrodos.

04) (Santa Casa SP) Um dispositivo que converte energia química em energia elétrica e opera com alimentação contínua dos reagentes que participam das reações no ânodo e no cátodo é denominado célula a combustível. Um esquema desse dispositivo é apresentado na figura.



(S. Giddey *et al.* "A comprehensive review of direct carbon fuel cell technology". In: *Progress in Energy and Combustion Science*, 2012. Adaptado.)

Utilizando-se metanol e oxigênio do ar atmosférico na alimentação desse dispositivo, a reação global que se processa é:



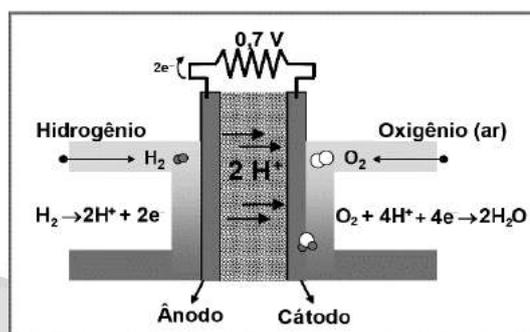
O reagente I que participa da reação que ocorre no eletrodo positivo e a quantidade de elétrons envolvidos na formação de 1 mol de CO_2 são

- O_2 e 6 mol.
- O_2 e 2 mol.
- CH_3OH e 3 mol.
- CH_3OH e 6 mol.
- O_2 e 3 mol.

05) (UFSC) Uma célula combustível é um dispositivo eletroquímico constituído por dois eletrodos, denominados de cátodo e ânodo, sendo capaz de

gerar eletricidade a partir de um combustível e de um comburente, segundo a reação global: $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$. Igualmente, todas as células têm um eletrólito, onde ocorre o transporte dos íons produzidos, e uma fina camada de catalisador normalmente de platina ou de níquel que recobre o eletrodo.

O diagrama a seguir representa uma célula combustível de hidrogênio.



Assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**.

- Em uma célula de combustível de hidrogênio, o hidrogênio sofre redução e o oxigênio oxidação.
- No ânodo, polo positivo, ocorre redução do hidrogênio.
- O potencial gerado por uma célula combustível é negativo, assim podemos considerar que ocorre uma reação espontânea.
- Para gerar uma maior ddp (diferença de potencial), seria necessário construir uma bateria contendo células combustíveis arranjadas em série.
- Na célula combustível, os elétrons fluem do polo negativo para o polo positivo.
- O catalisador acelera as reações químicas entre o oxigênio e o hidrogênio.
- O hidrogênio é o comburente e necessita estar armazenado; o oxigênio é o combustível e vem do ar atmosférico.

06) (PUC-SP) Estudando a deposição eletrolítica em série dos íons A^{x+} , B^{y+} e C^{z+} , foi verificado que a passagem de 4 mols de elétrons pelo circuito provocava a deposição de 4 mols de A, 1 mol de B e 2 mols de C. Os valores de x, y e z são, respectivamente:

- 4, 2 e 4
- 2, 4 e 1
- 1, 4 e 2
- 1, 2 e 4
- 4, 1 e 2

07) (ETEC SP) John Goodenough, Stanley Whittingham e Akira Yoshino são os vencedores do Prêmio Nobel 2019 de Química pelo desenvolvimento de baterias de

íons de lítio. Atualmente, celulares, notebooks e carros elétricos saem de fábrica com esse tipo de bateria.

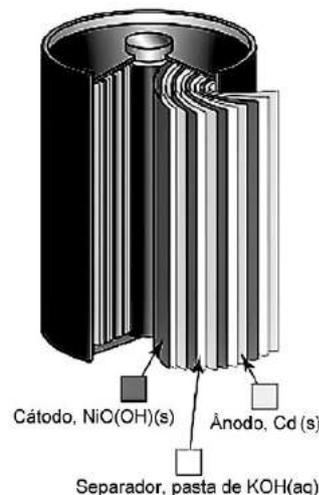
Com essa descoberta, é possível armazenar uma grande quantidade de energia em baterias pequenas e leves. Se fôssemos utilizar outros tipos de bateria, como por exemplo, bateria de hidreto de níquel ou bateria de níquel cádmio, para armazenarmos a mesma quantidade de energia, teríamos baterias com o tamanho e massa duas ou até mesmo três vezes maiores que as baterias de íons de lítio. Outra vantagem desse tipo de bateria é o fato de não possuírem o efeito memória, conhecido popularmente como o vício da bateria. Devido a essa característica que facilita a vida do usuário, ela não requer tanta atenção nos processos de carga e descarga.

Contudo, com todos os avanços, as baterias continuam extremamente sensíveis à temperatura. Quando expostas ao calor, podem perder parte de sua capacidade total e se decompor mais rápido que o normal.

De acordo com o texto, é correto afirmar que

- os carros elétricos, fabricados atualmente, usam baterias do tipo níquel cádmio.
- as baterias de íons de lítio são maiores e mais pesadas que as baterias de hidreto de níquel.
- as baterias de lítio apresentam efeito memória e, por isso devemos recarregá-las por completo.
- aparelhos eletrônicos, fabricados atualmente, usam baterias menores e mais leves as quais não requerem tanta preocupação com sua carga e descarga.
- as baterias atuais podem ficar expostas a altas temperaturas sem perderem sua capacidade de recarga e nem sofrerem decomposição.

08) (UEFS BA) A bateria de Ni-Cd (níquel-cádmio), em verdade, é uma única célula galvânica e foi uma das primeiras baterias recarregáveis a ser desenvolvida. O descarregamento dessa bateria constitui o processo espontâneo de produção de eletricidade, enquanto o carregamento é o processo eletrolítico inverso. Apesar de ser possível recarregá-la até quatro mil vezes, as baterias Ni-Cd vêm sendo substituídas pelas baterias de íon lítio, devido à alta toxicidade do cádmio, cujo descarte é muito nocivo ao meio ambiente, se não for feito de forma adequada. Analisando-se o esquema da célula galvânica de Ni-Cd, vê-se que os componentes estão dispostos em camadas, de modo a permitir maior superfície de contato entre os eletrodos.



Pela observação aprofundada da representação da bateria Ni-Cd, chega-se à correta conclusão de que

- $Cd(s) + 2NiO(OH)(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Ni(OH)_2(s) + Cd(OH)_2(s)$ representa a equação química total balanceada durante o carregamento da bateria.
- $2NiO(OH)(s) + 2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2Ni(OH)_2(s) + 2OH^-(aq)$ representa a semirreação de oxidação do níquel que ocorre no ânodo, durante o descarregamento da bateria.
- $Cd(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Cd(OH)_2(s)$ representa a semirreação de oxidação do cádmio que ocorre no ânodo, durante o carregamento da bateria.
- a pasta de eletrólitos à base de água constituída por hidróxido de potássio atua como ponte salina entre os eletrodos, permitindo o fluxo de cargas durante o carregamento e o descarregamento da bateria.
- uma grande diferença de potencial entre os eletrodos implica menor energia gerada, durante a transferência de elétrons, no descarregamento da bateria.

09) (UFT TO) A formação da ferrugem (corrosão do ferro) é uma reação de oxirredução entre o ferro metálico e o oxigênio do ar. Uma forma de evitar a corrosão é proteger o ferro por meio da galvanização, isto é, recobrir a superfície da peça metálica com uma película de zinco. A camada de zinco impede a oxidação do ferro porque evita que ele entre em contato com a umidade do ar. Se a peça galvanizada for riscada, o ferro tende a oxidar nesse local, mas, imediatamente, ocorre a oxidação do zinco e o ferro é reduzido novamente a ferro metálico, fazendo assim a proteção.

De acordo com o texto, assinale a alternativa INCORRETA.

- Os processos de formação da ferrugem e proteção pela galvanização funcionam como uma pilha.

- b) Tanto na reação de formação da ferrugem quanto na reação de proteção à corrosão ocorrem transferências de elétrons.
- c) O potencial padrão de redução do ferro é menor do que do oxigênio e o potencial padrão de redução do zinco é menor do que do ferro.
- d) Na formação de ferrugem, o ferro atua como catodo e o oxigênio como anodo e na proteção do ferro galvanizado, o ferro atua como anodo e o zinco como catodo.

10) (UEM PR) Um estudante pretende fazer um experimento de eletrólise da água. Como sabe que a água pura tem baixa condutividade de eletricidade, ele adiciona diferentes sais e uma base. Assinale a(s) alternativa(s) que apresenta(m) correta descrição dos resultados obtidos pelo estudante.

01. Ao adicionar NaCl ele obtém hidrogênio e oxigênio na eletrólise.
02. Ao adicionar CuSO_4 ele obtém hidrogênio e oxigênio na eletrólise.
04. Ao adicionar NaOH ele obtém hidrogênio e oxigênio na eletrólise.
08. Ao adicionar Na_2SO_4 ele obtém hidrogênio e oxigênio na eletrólise.
16. No ânodo e no cátodo ele obtém, respectivamente, hidrogênio e oxigênio na eletrólise.

11) (UEL PR) No Museu do Louvre, estão exibidos objetos metálicos usados por sociedades antigas. No passado, alguns desses metais eram encontrados praticamente em seu estado puro. Com o advento da metalurgia, puderam ser obtidos a partir de minerais submetidos a reações químicas.

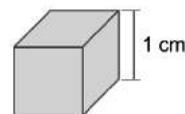
Em relação aos processos de obtenção de metais a partir de minerais, e com base nos conhecimentos sobre reações de oxidorredução, considere as afirmativas a seguir.

- I. $\text{Al}^0(\text{s})$ pode ser obtido a partir de bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) por meio de um método eletrolítico, o qual é baseado num processo não espontâneo onde Al^{3+} é reduzido a $\text{Al}^0(\text{s})$.
- II. $\text{Cu}^0(\text{s})$ pode ser obtido a partir da queima de sulfeto de cobre, conforme reação $\text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cu}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$, onde o número de oxidação do cobre muda de (1+) para (0).
- III. $\text{Fe}^0(\text{s})$ pode ser obtido a partir de reações de redução de óxidos de ferro conforme transformações químicas: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow \text{FeO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}^0(\text{s})$.
- IV. $\text{Mn}^0(\text{s})$ pode ser obtido a partir da reação $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ em que o átomo de oxigênio em $\text{MnO}_2(\text{s})$ é o redutor e o carbono (C) é o oxidante.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- b) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

12) (UNESP SP) Considere um cubo de aço inoxidável cujas arestas medem 1 cm.



Deseja-se recobrir as faces desse cubo com uma camada uniforme de cobre de 1×10^{-2} cm de espessura. Para isso, o cubo pode ser utilizado como cátodo de uma cuba eletrolítica contendo íons $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$. Admita que a eletrólise se realize sob corrente elétrica de 200 mA, que a constante de Faraday seja igual a 1×10^5 C/mol e que a densidade do cobre seja 9 g/cm^3 . Assim, estima-se que o tempo de eletrólise necessário para que se deposite no cubo a camada de cobre desejada será próximo de

- a) 17 000 s.
- b) 2 200 s.
- c) 8 500 s.
- d) 4 300 s.
- e) 3 600 s.

13) (FMABC SP) O metal lítio pode ser obtido pela eletrólise ígnea de uma mistura eutética de cloreto de lítio e cloreto de potássio, composta por 45% em massa de LiCl e 55% em massa de KCl. Uma das aplicações do lítio é a produção artificial de trítio, em reatores nucleares, pelo bombardeio do isótopo ${}^6\text{Li}$ com nêutrons. O trítio, isótopo radioativo do hidrogênio, é um emissor de partículas β^- , empregado como traçador para estimar a recarga de aquíferos.

Sabendo que a constante de Faraday é igual a 96 500 C/mol, estima-se que o tempo necessário para que 85 g de cloreto de lítio sejam completamente transformados em lítio metálico e cloro gasoso por eletrólise, realizada sob corrente elétrica de 7 A, seja próximo de

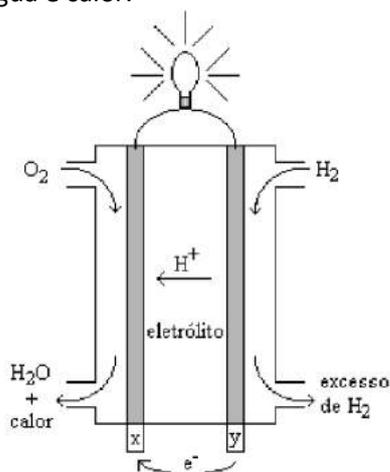
- a) 12 horas.
- b) 5 horas.
- c) 10 horas.
- d) 8 horas.
- e) 3 horas.

14) (UFMS) “Um carro com bom desempenho, conforto e que não emite nenhum poluente. Esse é o

FCX Clarity, lançamento da Honda. Será o primeiro automóvel dotado de célula a combustível – equipamento instalado no lugar do motor a combustão que transforma hidrogênio em energia elétrica.... O Clarity possui um tanque que acomoda 4,1 quilos de hidrogênio comprimido, suficiente para rodar 460 quilômetros e atingir uma velocidade máxima de 160 quilômetros por hora”.

(Fonte: Revista FAPESP, 2008).

O esquema, a seguir, mostra a utilização do hidrogênio em uma pilha eletroquímica, fornecendo energia elétrica, água e calor.



Sobre o funcionamento da célula a combustível, analise as afirmações abaixo e assinale a(s) correta(s).

01. O gás oxigênio sofre redução no cátodo.
02. O eletrodo y é positivo, pois doa elétrons.
04. A semi-reação que ocorre no compartimento onde há a oxidação (ânodo) da célula de combustível é a seguinte: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$.
08. O fluxo de elétrons é do ânodo para o cátodo, então, nesse caso, será do compartimento que contém hidrogênio (H_2) para o compartimento que contém oxigênio (O_2).
16. A célula a combustível é denominada célula eletrolítica, pois nela uma reação química espontânea gera energia.

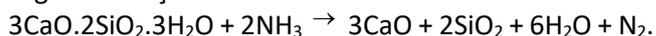
15) (UECE) Quando se fala em corrosão, é comum vir à mente a corrosão de metais, principalmente a do ferro, que gera a ferrugem. Porém, outros materiais podem sofrer corrosão, tais como os polímeros e as estruturas feitas de concreto armado. Tal processo representa para a sociedade uma grande perda econômica, pois todo tipo de corrosão está relacionado à diminuição do tempo de vida de um material. No que diz respeito a esse assunto, assinale a afirmação verdadeira.

a) A ferrugem é um exemplo de corrosão eletroquímica. Nesse processo, o ferro é oxidado

facilmente quando exposto ao ar úmido (O_2) e água (H_2O). Essa oxidação gera o cátion Fe^{2+} , formando o polo positivo (que perde elétrons) da pilha.

b) Enquanto os cátions Fe^{2+} migram para o polo positivo (ânodo), os ânions OH^- migram para o polo negativo (cátodo) e ocorre a formação do hidróxido ferroso ($Fe(OH)_2$).

c) Concreto armado de construções pode sofrer corrosão. Em sua estrutura existem constituintes que são decompostos por ácidos, como mostrado na seguinte reação:

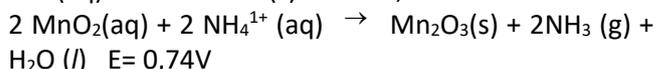
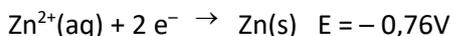


d) Na presença de oxigênio, o $Fe(OH)_2$ é oxidado a hidróxido de ferro III ($Fe(OH)_3$), que depois perde água e se transforma no óxido de ferro (III) mono-hidratado ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$), de coloração castanho-avermelhada, isto é, a ferrugem que conhecemos.

16) (UNIFOR CE) A pilha seca ácida foi desenvolvida em 1866, pelo químico francês George Leclanché (1839-1882). Ela é a pilha mais comum hoje em dia, pois é a mais barata e a mais usada em lanternas, rádios, equipamentos portáteis e aparelhos elétricos, entre outros.



Dados:

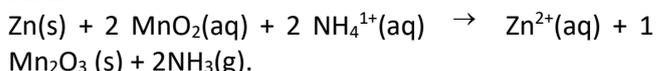


Sobre a pilha de LeClanché, podemos afirmar que a) essa pilha na verdade é seca, pois dentro dela não existe umidade.

b) a reação em seu cátodo é: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

c) a equação balanceada da reação no anodo é: $2MnO_2(aq) + 2NH_4^{1+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mn_2O_3(s) + 2NH_3(g) + H_2O(l)$.

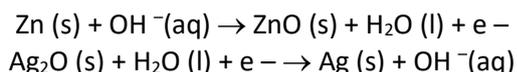
d) a equação global de funcionamento desta pilha será:



e) seu funcionamento cessa definitivamente quando todo o zinco metálico se acumula.

Vem ENEM

01)(ENEM-2009) 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.



Pode-se afirmar que esta pilha

- É uma pilha ácida.
- Apresenta o óxido de prata como o ânodo.
- Apresenta o zinco como agente oxidante.
- Tem como reação de célula a seguinte reação: $\text{Zn (s)} + \text{Ag}_2\text{O (s)} \rightarrow \text{ZnO (s)} + 2 \text{Ag (s)}$.
- Apresenta fluxo de elétrons na pilha do eletrodo de Ag_2O para o Zn.

02) (ENEM-2016) A obtenção do alumínio dá-se a partir da bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), que é purificada e eletrolisada numa temperatura de 1 000 °C. Na célula eletrolítica, o ânodo é formado por barras de grafita ou carvão, que são consumidas no processo de eletrólise, com formação de gás carbônico, e o cátodo é uma caixa de aço coberta de grafita.

A etapa de obtenção do alumínio ocorre no

- ânodo, com formação de gás carbônico.
- cátodo, com redução do carvão na caixa de aço.
- cátodo, com oxidação do alumínio na caixa de aço.
- ânodo, com depósito de alumínio nas barras de grafita.
- cátodo, com fluxo de elétrons das barras de grafita para a caixa de aço.

03) (ENEM-2016) A bauxita é o minério utilizado na fabricação do alumínio, a qual apresenta Al_2O_3 (alumina) em sua composição. Após o trituração e lavagem para reduzir o teor de impurezas, o minério é misturado a uma solução aquosa de NaOH (etapa A). A parte sólida dessa mistura é rejeitada e a solução resultante recebe pequenos cristais de alumina, de onde sedimenta um sólido (etapa B). Esse sólido é aquecido até a obtenção de um pó branco, isento de água e constituído unicamente por alumina. Finalmente, esse pó é aquecido até sua fusão e submetido a uma eletrólise, cujos produtos são o metal puro fundido (Al) e o gás carbônico (CO_2).

SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M. C. M.; DA MOTTA, M. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. Revista Matéria, n. 2, 2007.

Nesse processo, as funções das etapas A e B são, respectivamente,

- oxidar a alumina e outras substâncias e reduzir seletivamente a alumina.
- solubilizar a alumina e outras substâncias e induzir a precipitação da alumina.
- solidificar as impurezas alcalinas e deslocar o equilíbrio no sentido da alumina.
- neutralizar o solo ácido do minério e catalisar a reação de produção da alumina.
- romper as ligações químicas da alumina e diminuir o calor de formação do alumínio.

04) (ENEM-2016)

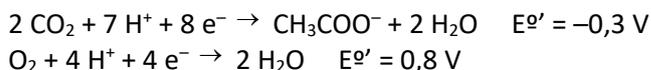
TEXTO I

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.

AQUINONETO, S. Preparação e caracterização de bioanodos para biocélula a combustíveis 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:



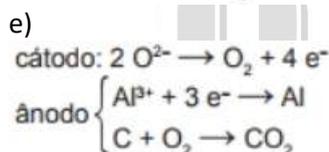
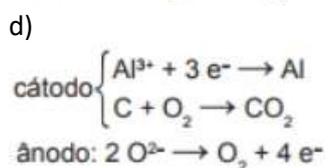
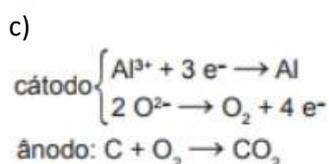
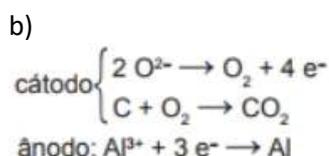
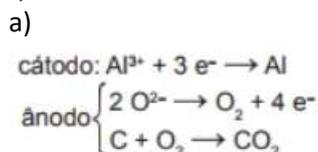
SCOTT, K.; YU, E. H. Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications. Woodhead Publishing Series in Energy, n. 88, 2016 (adaptado).

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?

- 3
- 4
- 6
- 9
- 15

05) (ENEM-2015) O alumínio é um metal bastante versátil, pois, a partir dele, podem-se confeccionar materiais amplamente utilizados pela sociedade. A obtenção do alumínio ocorre a partir da bauxita, que

é purificada e dissolvida em criolita fundida (Na_3AlF_6) e eletrolisada a cerca de $1\ 000\ ^\circ\text{C}$. Há liberação do gás dióxido de carbono (CO_2), formado a partir da reação de um dos produtos da eletrólise com o material presente nos eletrodos. O ânodo é formado por barras de grafita submergidas na mistura fundida. O cátodo é uma caixa de ferro coberta de grafita. A reação global do processo é: $2\ \text{Al}_2\text{O}_3\ (\text{l}) + 3\ \text{C}\ (\text{s}) \rightarrow 4\ \text{Al}\ (\text{l}) + 3\ \text{CO}_2\ (\text{g})$ Na etapa de obtenção do alumínio líquido, as reações que ocorrem no cátodo e ânodo são:



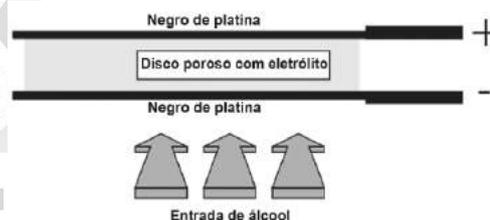
06) (ENEM-2013) Se dermos uma mordida em um pedaço de papel alumínio colocado em cima de uma obturação de amálgama (combinação do mercúrio metálico com metais e/ou ligas metálicas), sentiremos uma dor causada por uma corrente que pode chegar até $30\ \mu\text{A}$.

SILVA, R. R. et al. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 13, maio 2001 (adaptado).

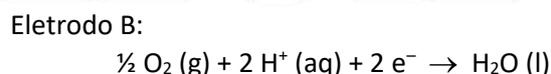
O contato dos materiais metálicos citados produz

- uma pilha, cujo fluxo de elétrons é espontâneo.
- uma eletrólise, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.
- uma solução eletrolítica, cujo fluxo de elétrons é espontâneo.
- um sistema galvânico, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.
- um sistema eletrolítico, cujo fluxo de elétrons não é espontâneo.

07) (ENEM-2011) 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:



BRAATHEN, P. C. Hálito culpado: o princípio químico do bafômetro. Química nova na escola. São Paulo, nº 5, maio 1997 (adaptado).

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

- eletrodo A como cátodo.
- etanol como agente oxidante.
- eletrodo B como polo positivo.
- gás oxigênio como agente redutor.
- fluxo de elétrons do eletrodo B para o eletrodo A.

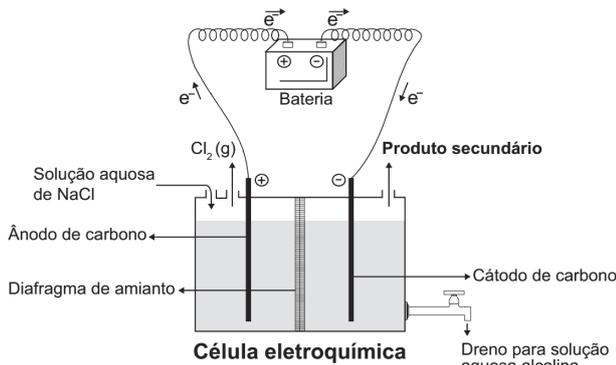
08) (ENEM-2013) O Instituto Luiz Coimbra (UF RJ) lançou o primeiro ônibus urbano movido a hidrogênio do Hemisfério Sul, com tecnologia inteiramente

nacional. Sua tração provém de três fontes de energia, sendo uma delas a pilha de combustível, na qual o hidrogênio, gerado por um processo eletroquímico, reage com o oxigênio do ar, formando água.

A transformação de energia que ocorre na pilha de combustível responsável pelo movimento do ônibus decorre da energia cinética oriunda do(a)

- calor absorvido na produção de água.
- expansão gasosa causada pela produção de água.
- calor liberado pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio.
- contração gasosa causada pela reação entre o hidrogênio e o oxigênio.
- eletricidade gerada pela reação de oxirredução do hidrogênio com o oxigênio.

09) (ENEM-2017) A eletrólise é um processo não espontâneo de grande importância para a indústria química. Uma de suas aplicações é a obtenção do gás cloro e do hidróxido de sódio, a partir de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Nesse procedimento, utiliza-se uma célula eletroquímica, como ilustrado.



SHREVE, R. N.; BRINK Jr., J. A. *Indústrias de processos químicos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997 (adaptado).

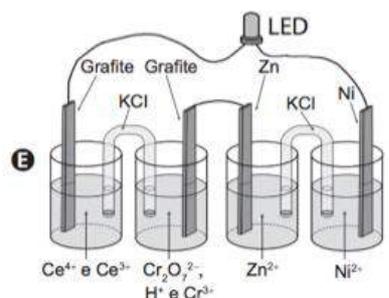
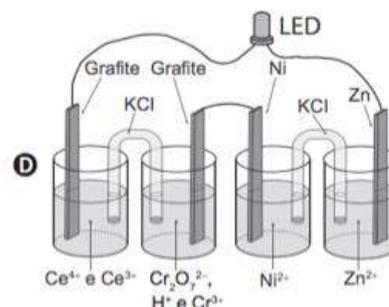
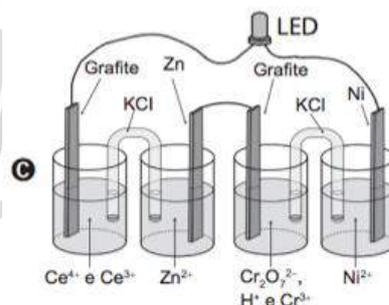
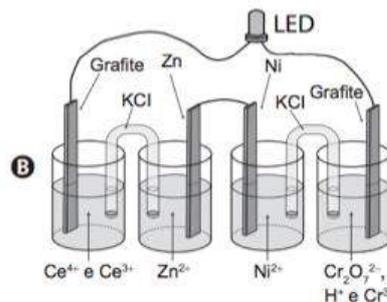
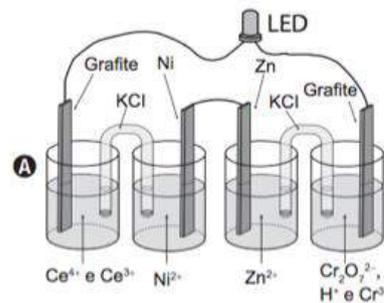
No processo eletrolítico ilustrado, o produto secundário obtido é o

- vapor de água.
- oxigênio molecular.
- hipoclorito de sódio.
- hidrogênio molecular.
- cloreto de hidrogênio.

10) (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^\ominus (V)
$\text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}(\text{aq})$	+1,61
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14 \text{H}^+(\text{aq}) + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,33
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0,25
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

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



11) (ENEM-2017) O conselho nacional do meio ambiente 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.

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é

- direcionar as pilhas e baterias para compostagem.
- colocar as pilhas e baterias em um coletor de lixo seletivo.
- enviar as pilhas e baterias usadas para firmas de recarga.
- acumular as pilhas e baterias em armazéns de estocagem.
- destinar as pilhas e baterias à reutilização de seus componentes.

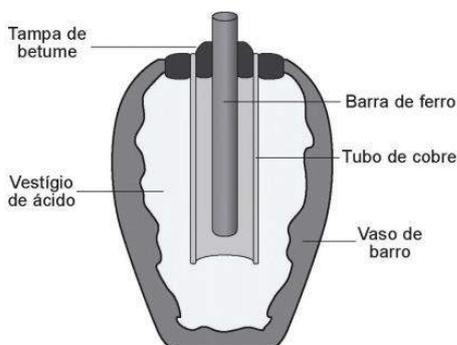
12) (ENEM-2018) Em 1938 o arqueólogo alemão Wilhelm Konlg, diretor do Museu Nacional do Iraque, encontrou um objeto estranho na coleção da Instituição, que poderia ter sido usado como uma pilha, similar às utilizadas em nossos dias. A suposta pilha, datada de cerca de 200 a.C., é constituída de um pequeno 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:

$$E(\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}) = -0,44\text{V};$$

$$E(\text{H}^+|\text{H}_2) = 0,00\text{V};$$

$$E(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}) = +0,34\text{V}.$$

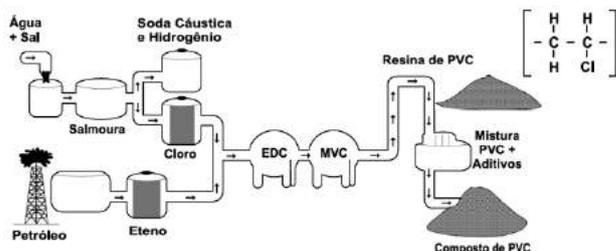


Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?

- A tampa de betume.
- O vestígio de ácido.
- A barra de ferro.
- O tubo de cobre.
- O vaso de barro.

13) (ENEM-2011) A matéria-prima básica para a fabricação de calçados plásticos é a resina de PVC. A seguir é apresentado o fluxograma de fabricação do PVC e sua fórmula química.

Siglas: PVC - policloreto de vinila; EDC - dicloro etano; MVC - monocloreto de vinila



Para a produção do PVC, a obtenção do cloro é proveniente do processo de

- destilação.
- eletrólise.
- fução ígnea.
- filtração a vácuo.
- precipitação fracionada.

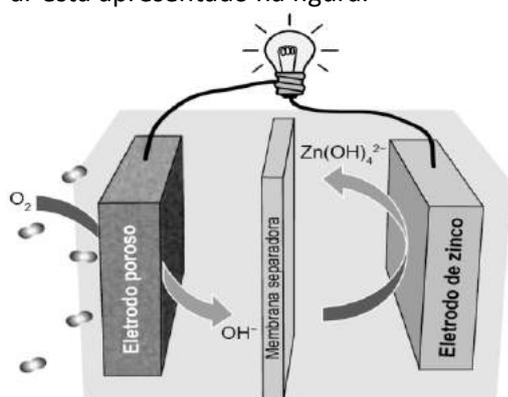
14) (ENEM-2013) Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para ovos quentes, vendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, a água. SACKS, O. Tio Tungstênio: memórias de uma infância química. São Paulo: Cia das Letras, 2002.

O fragmento do romance de Oliver Sacks relata a separação dos elementos que compõem a água. O princípio do método apresentado é utilizado industrialmente na

- obtenção de ouro a partir de pepitas.
- obtenção de calcário a partir de rochas.
- obtenção de alumínio a partir de bauxita.
- obtenção de ferro a partir de seus óxidos.
- obtenção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio.

15) (ENEM-2019) Grupos de pesquisa em todo o mundo vêm buscando soluções inovadoras, visando a produção de dispositivos para a geração de energia elétrica. Dentre eles, pode-se destacar as baterias de zinco-ar, que combinam o oxigênio atmosférico e o metal zinco em um eletrólito aquoso de caráter

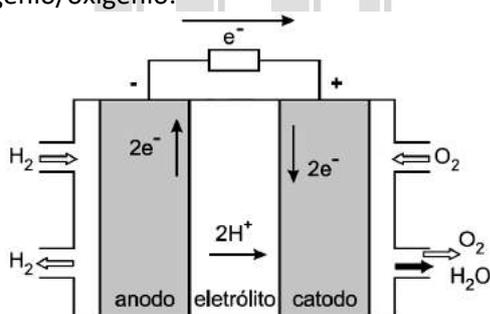
alcalino. O esquema de funcionamento da bateria zinco-ar está apresentado na figura.



No funcionamento da bateria, a espécie química formada no ânodo é

- a) H₂ (g).
- b) O₂ (g).
- c) H₂O (l).
- d) OH⁻ (aq).
- e) Zn(OH)₄²⁻ (aq).

16) (ENEM-2010) 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. N.º 15, maio 2002.

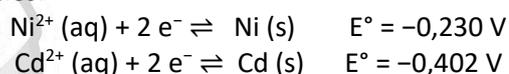
Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque

- 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.

17) (ENEM-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:



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

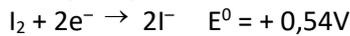
- a) 0,086.
- b) 0,172.
- c) 0,316.
- d) 0,632.
- e) 1,264.

18) (ENEM-2021) O quadro lista alguns dispositivos eletrônicos que estão presentes no dia a dia, bem como a faixa de força eletromotriz necessária ao seu funcionamento.

Dispositivo eletrônico		Faixa de força eletromotriz (V)
I	Relógio de parede	1,2 a 1,5
II	Celular	3,5 a 3,8
III	Câmera digital	7,5 a 7,8
IV	Carrinho de controle remoto	10,5 a 10,9
V	Notebook/Laptop	19,5 a 20,0

Considere que uma bateria é construída pela associação em série de três pilhas de lítio-iodo, nas

condições padrão, conforme as semiequações de redução apresentadas.



Essa bateria é adequada para o funcionamento de qual dispositivo eletrônico?

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

19) (ENEM-2021) Um produto, obtido industrialmente da eletrólise de solução aquosa de cloreto de sódio, tem sido amplamente empregado na indústria, por exemplo, na fabricação de papéis, tecidos e sabões. Normalmente, esse produto é usado na desobstrução de encanamentos e sumidouros, pois é capaz de reagir com gorduras. No entanto, a sua manipulação exige cuidados, pois é altamente corrosivo, podendo, em contato com a pele, provocar vermelhidão, irritação ou “queimaduras” de tecidos vivos. Além disso, se o frasco do produto for abandonado aberto por um longo período de tempo, ele pode absorver CO_2 , convertendo-se em um sal.

Esse produto industrial é o

- a) cloro molecular, Cl_2 .
- b) ácido clorídrico, HCl .
- c) ácido sulfúrico, H_2SO_4 .
- d) hidróxido de sódio, $NaOH$.
- e) carbonato de sódio, Na_2CO_3 .

Abertas, lá vou eu

01) (Famema SP) Para verificar a presença de íons chumbo(II) em uma solução, pode-se mergulhar um fio de aço galvanizado (revestido com zinco) na solução em questão. O metal do revestimento reage com os íons chumbo(II), evidenciando, assim, sua presença. A tabela apresenta os potenciais de redução dos íons chumbo(II) e zinco.

Semirreação	Potencial-padrão de redução (V)
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0,13
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0,76

Considere que, para a realização do teste, utilizou-se uma solução contendo 5×10^{-3} mol/L de íons chumbo(II) e que, para a remoção dos íons chumbo(II) dissolvidos, foi realizada uma eletrólise aquosa com eletrodos inertes.

a) Explique, com base nos potenciais de redução apresentados, por que ocorre a reação entre o íon chumbo(II) e o zinco.

Escreva a equação que representa a reação que ocorreu durante o teste.

b) Considerando a constante de Faraday igual a 96 500 C/mol e que tenha sido utilizada uma fonte de corrente contínua que forneceu uma corrente elétrica de intensidade 0,2 A, calcule o tempo necessário para a remoção de todo o chumbo dissolvido em 200 mL da solução utilizada para o teste.

02) (FAMERP SP) Eletrofloculação é uma técnica de tratamento de água que consiste em gerar um agente floculante submetendo à corrente elétrica um eletrodo metálico imerso em água. Quando o eletrodo usado é o ferro, formam-se íons Fe^{2+} , que hidrolisam, produzindo um hidróxido insolúvel capaz de aglutinar partículas menores de impurezas, que podem ser facilmente removidas por decantação ou flotação.

a) Qual o nome dado ao eletrodo que sofre corrosão na eletrólise? Equacione a semirreação de corrosão do ferro metálico, produzindo o íon Fe^{2+} .

b) Equacione a reação de hidrólise do íon Fe^{2+} . Indique o caráter (ácido, básico ou neutro) da solução após essa hidrólise.

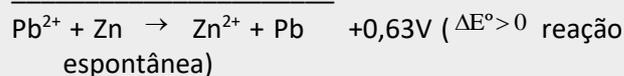
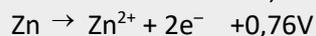
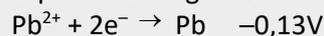
RESPOSTAS

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) C	01) E	01) A	01) D
02) C	02) B	02) B	02) E
03) A	03) 02, 16	03) A	03) B
04) B	04) 2 + 4 + 8 + 16	04) A	04) B
05) E	05) C	05) 56	05) A
06) B	06) E	06) C	06) A
07) E	07) B	07) D	07) C
08) C	08) 07	08) 04	08) E
09) C	09) A	09) D	09) D
	10) E	10) 12	10) C
	11) D	11) A	11) E
	12) A	12) C	12) D
	13) A	13) D	13) B
	14) C	14) 13	14) C
		15) D	15) E
		16) D	16) A
			17) B
			18) D
			19) D

Abertas, lá vou eu!

01)

a) A reação entre os íons chumbo (II) e o zinco metálico é espontânea, pois o Pb^{2+} tem maior tendência em reduzir-se e o zinco em oxidar-se. A evidência para isso encontra-se na análise dos respectivos potenciais-padrão de redução apresentados. O potencial de redução do Pb^{2+} é maior que o do Zn^{2+} . Assim, tem-se a oxidorredução espontânea seguinte:



b)

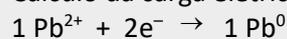
Cálculo da quantidade de matéria, em mols, dos íons chumbo da solução de 200 mL:

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \text{ ————— } 1 \text{ L}$$

$$x \text{ mol} \text{ ————— } 0,2 \text{ L}$$

$$x = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol de } Pb^{2+}$$

Cálculo da carga elétrica que circulou pelo sistema:



$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 2 \cdot 96500C$$

$$1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \text{ ————— } x C$$

$$x = 193C$$

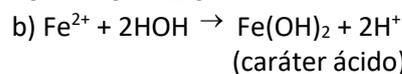
Cálculo do tempo necessário para a remoção de todo o chumbo:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow 0,2 \frac{C}{s} = \frac{193C}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 965s$$

02)

a) Eletrodo: ânodo (a corrosão de um metal consiste na oxidação dele).



1) Radioatividade

A radioatividade é um fenômeno em que núcleos instáveis emitem radiação ou partículas. Essa instabilidade é ocasionada por núcleos grandes, seja por prótons ou por nêutrons.

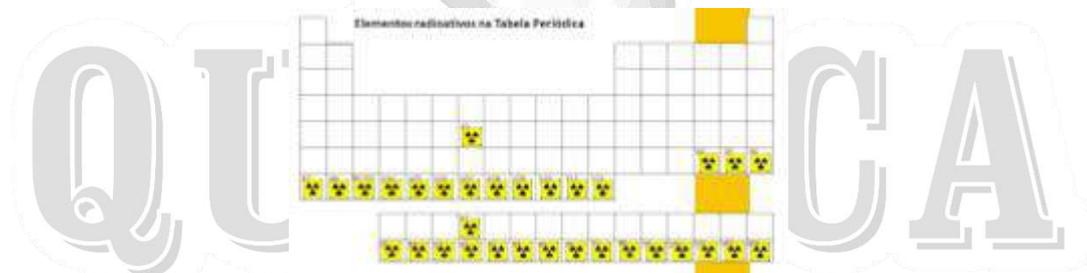
A radioatividade foi descoberta por Henri Becquerel, em 1896, ele deixou uma amostra de minério de urânio guardada sobre uma chapa fotográfica, que após alguns dias foi marcada com sinais de radiação. Apesar de Becquerel ter inicialmente descoberto os fenômenos radioativos, quem massivamente o estudou foi o casal Curie, Marie e Pierre, eles descobriram dois elementos radioativos, polônio e rádio e também que a intensidade da radiação é proporcional a quantidade de material radioativo.

A radioatividade possibilitou um novo mundo de descobertas, como as radiografias de raio-X, e a datação de fósseis.



2) Elementos radioativos

Praticamente todos os elementos possuem isótopos radioativos, geralmente os mais pesados, como o caso do C^{14} . Mas para que um elemento seja considerado como radioativo, todos os seus isótopos precisam emitir radiação, e isso vai acontecer com átomos de núcleo grande, mas exatamente, todos que possuírem n° atômico igual ou superior a 84 (polônio).



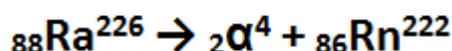
3) Emissões radioativas

O núcleo, na tentativa de “aliviar” o excesso de energia, que o torna instável, emite radiação e é este fenômeno que chamamos de radioatividade. A emissão radioativa pode ser de partículas (α e β) ou onda eletromagnética (γ).

3.1. Emissão alfa

Essa emissão é formada por 2 prótons e 2 nêutrons, é uma emissão de alta massa e positiva, a partícula alfa também pode ser chamada de núcleo de hélio. Um átomo que emite uma partícula alfa tem diminuída a sua massa em 4 unidades e o número atômico em 2 unidades, transformando-se num novo elemento.

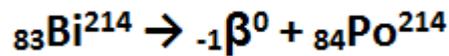
Ex:



3.2. Emissão beta

Essa emissão é formada por 1 elétron, é uma emissão de baixa massa e negativa, a partícula beta também pode ser chamada de elétron. A partícula beta vem da desintegração de um nêutron, que produz: próton + antineutrino + elétron, como o elétron e o neutrino são leves, eles são emitidos pelo núcleo, já o próton que é pesado, fica no núcleo. É por esse motivo que um átomo que emite uma partícula beta tem o seu número atômico aumentado em uma unidade, transformando-se em outro elemento.

Ex:



3.3. Emissão gama

Essa emissão é uma onda eletromagnética e que por isso, não tem massa nem carga. Átomos que emitem radiação gama não se transformam em outros elementos, mas ficam estáveis pois perdem energia.

Ex:



4) Partículas

Existem várias partículas envolvidas nos fenômenos radioativos, listaremos as principais.

Ex:

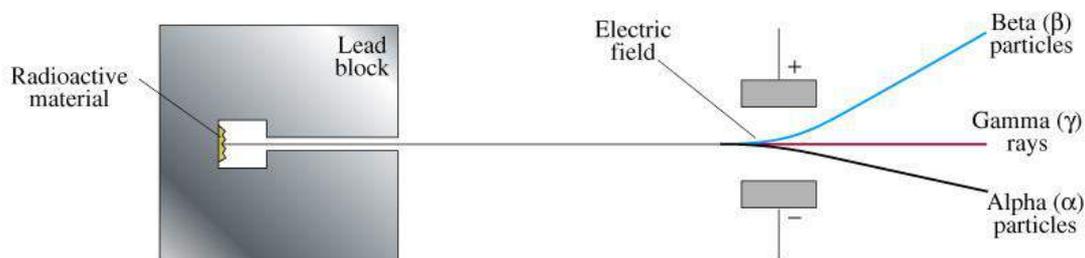
Emissão	Representação	Natureza	Carga	Nº de massa
α	${}_2\alpha^4$	Partícula	+2	4
β	${}_{-1}\beta^0$	Partícula	-1	0
γ	${}_0\gamma^0$	Onda	0	0
Neutrino	${}_0n^0$	Partícula	0	0
Pósitron (beta positivo)	${}_{+1}e^0$	Partícula	+1	0
Nêutron	${}_0n^1$	Partícula	0	1

→**Obs:** toda partícula tem a sua antipartícula, que teria carga oposta à partícula, quando elas se encontram ocorre a aniquilação, onde a matéria é convertida em energia, com isso muita energia é liberada no processo.

5) Características das radiações

Essas emissões possuem características muito próprias que podem ser analisadas pelo experimento abaixo.

Ex:



→**Obs 1:** a radiação mais penetrante é a gama, isso por que ela não tem carga e nem massa, logo é mais rápida e não é repelida pelos objetos em que penetra;

→**Obs 2:** a radiação alfa é a mais ionizante, pois ela tem caráter positivo e por onde atravessa ela “rouba” elétrons para se tornar o gás hélio;

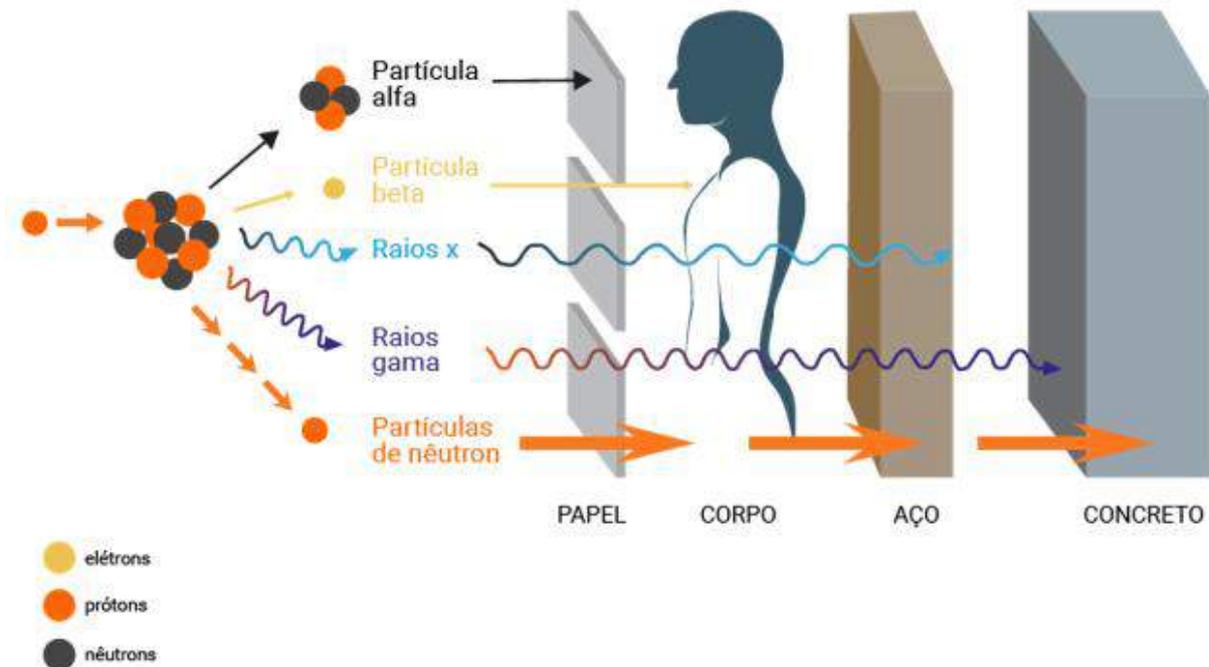
→**Obs 3:** a ordem crescente de penetração é: $\alpha < \beta < \gamma$

→**Obs 4:** geralmente um elemento emite as três radiações (alfa, beta e gama) simultaneamente;

→**Obs 5:** metais que possuem alta densidade e grande nuvem eletrônica são ideais para barrar a radiação, um dos metais mais viáveis para isso é o chumbo;

→**Obs 6:** o raio-X é uma onda eletromagnética de alta energia (da eletrosfera), descoberto por Roentgen em 1895.

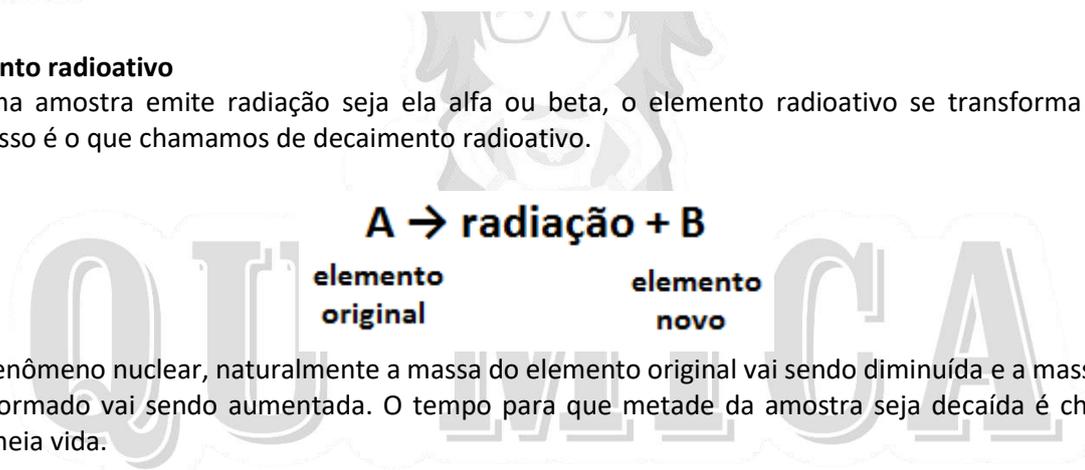
Penetração das partículas nos materiais



6) Decaimento radioativo

Quando uma amostra emite radiação seja ela alfa ou beta, o elemento radioativo se transforma em outro elemento, isso é o que chamamos de decaimento radioativo.

Ex:



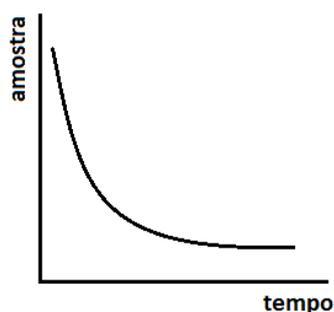
Com esse fenômeno nuclear, naturalmente a massa do elemento original vai sendo diminuída e a massa do novo elemento formado vai sendo aumentada. O tempo para que metade da amostra seja decaída é chamado de tempo de meia vida.

→Obs: a massa total será sempre conservada.

6.1. Tempo de meia vida

O tempo de meia vida é definido como o tempo necessário para que metade da amostra original seja metabolizada ou decaída. Esse conceito não é restrito à radioatividade, ele é muito aplicado também na farmacologia, pois é assim que sabemos de quanto em quanto tempo devemos tomar um medicamento. O tempo de meia vida é único de cada isótopo, existem elementos que tem segundos e outros que tem milhões de anos de meia vida.

Ex:



Radioisótopo	Meia vida
Urânio-235	7,1.10 ⁸ anos
Actínio-227	21,6 anos
Frâncio-223	22 minutos
Tálio-207	4,78 minutos
Bismuto-211	2,15 minutos
Polônio-211	0,52 segundos
Astato-215	10 ⁻⁴ segundos

O tempo de meia vida pode ser calculado em massa, átomos, velocidade de decaimento (emissões/min), % ou mesmo fração, o importante é lembrar que a meia vida é dada pelo tempo que leva para que metade da amostra sofra decaimento.

Fórmulas

$$2^n = \frac{\text{massa inicial}}{\text{massa final}} \quad \text{tempo total} = n \cdot 1/2 \text{ vida}$$

$$* n = \text{n}^\circ \text{ de } 1/2 \text{ vida}$$

Para intervalos pequenos, o raciocínio pode ser feito pela lógica, sem precisar recorrer à fórmula.

Ex:

(UNI-RIO) O ^{201}Tl é um isótopo radioativo usado na forma de TlCl_3 (cloreto de tálio) para diagnóstico do funcionamento do coração. Sua meia-vida é de 73h (≈ 3 dias). Certo hospital possui 20 g deste isótopo. Sua massa, em gramas, após 9 dias, será igual a:

6.2. Datação

Muitos materiais são datados através das emissões radioativas, diversos elementos podem ser usados para essa determinação, o tipo vai depender da amostra e do tempo dela. Abaixo estão listadas algumas datações importantes.

Carbono-14

Do que se trata: quantificação de elementos químicos instáveis

Uso: papel, madeira, couro, tecido e ossos (algo que foi vivo)

Alcance: 60 mil anos

Como funciona: o elemento carbono-14 é raro. Ele é formado quando um nêutron colide com um átomo de nitrogênio-14. O N-14 vira C-14 e passa a integrar moléculas de gás carbônico. Enquanto vivem, plantas e animais absorvem gás carbônico da atmosfera. Quando morrem, os seres deixam de repor C-14 nos corpos. Porém, o C-14 é instável e volta a ser N-14. A queda ocorre a uma taxa constante: metade do C-14 vira N-14 em 5 600 anos; a metade do que sobra, em mais 5 600, e por aí vai. A diferença entre a quantidade de C-14 de um fóssil e a normal serve para calcular há quanto tempo o animal ou planta morreu

Potássio-argônio

Do que se trata: átomos transmorfos permitem datar ancestrais humanos

Uso: rochas vulcânicas

Alcance: 100 mil a 4,3 bilhões de anos

Como funciona: devido a reações no núcleo, átomos de potássio-40 viram argônio-40 sempre a uma mesma velocidade. Essa velocidade é conhecida com precisão. Por causa dessa reação, se uma rocha possui P-40, ela terá A-40. Quando um vulcão entra em erupção, todo o A-40 contido na rocha evapora – sobra apenas P-40. A rocha é zerada. Quando ela esfria, volta a produzir A-40. A proporção entre esses átomos numa rocha pode dizer exatamente quando ela se formou. Datando-se as camadas vulcânicas acima e abaixo de um fóssil, é possível determinar quando o dono daqueles ossos morreu. *(Revista superinteressante)*

Ex:

Um pedaço de madeira muito antigo foi encontrado na Grécia por Fernanda, para fazer a sua datação, ela percebeu que a amostra continha 25% de carbono-14. Determine seu ano de morte, supondo que estamos nos anos 2000 e ainda ouvíamos Britney.

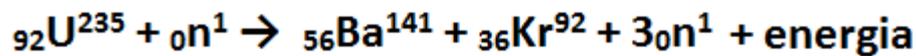
7) Reações nucleares

As reações nucleares podem ser de fissão ou fusão nuclear.

7.1. Fissão

A fissão nuclear é o fenômeno em que um núcleo instável, geralmente bombardeado com um nêutron, é “quebrado” dando origem a dois ou mais átomos, neste fenômeno ainda podem ocorrer a emissão de outras partículas menores. Esse fenômeno libera uma grande quantidade de energia.

Ex:



7.1.a. Usos da fissão

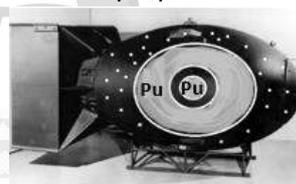
Bombas atômicas

As bombas atômicas lançadas sobre o Japão na 2ª guerra mundial foram frutos do projeto Manhattan, essas bombas tinham um poder de destruição incrivelmente maior quando comparadas a uma bomba comum de explosivos, cerca de 1 milhão de vezes maior.

- Hiroshima (little boy) - urânio
06/08/1945



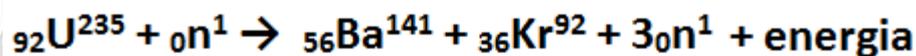
- Nagasaki (fat man) – plutônio
09/08/1945



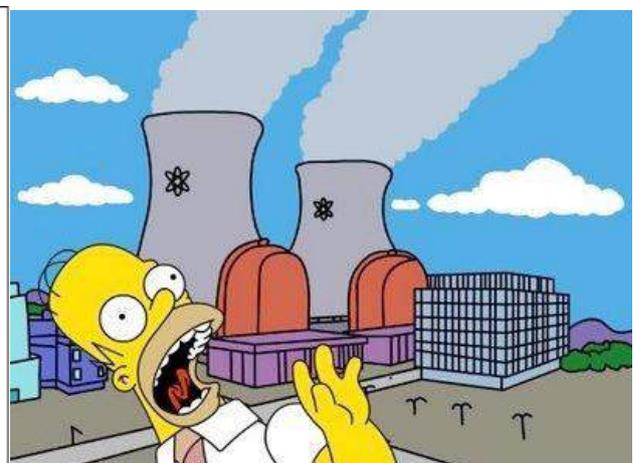
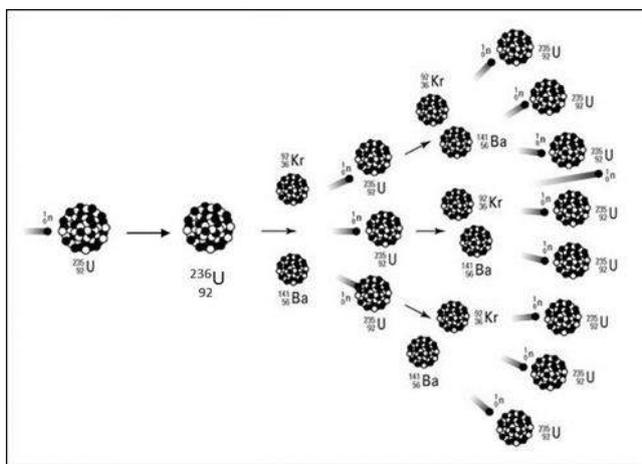
Usinas nucleares

As usinas nucleares usam reações de fissão para gerar energia. As usinas usam como combustível físsil o urânio enriquecido, que possui o isótopo 235, pois ele é o único que sustenta a reação em cadeia.

Ex:



A reação em cadeia



- Enriquecimento de urânio

Ele recebe o adjetivo porque o urânio encontrado na natureza é bastante “pobre”: 99,27% do metal é formado por urânio-238, que não serve para as usinas nucleares. Energeticamente falando, o que interessa mesmo é o urânio-235 (U-235), que compõe menos que 1% da massa total do urânio extraído nas minas. O produto

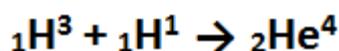
enriquecido nada mais é que o metal bruto com uma porcentagem de U-235 aumentada artificialmente. Quando essa quantidade chega a 2% ou 3%, o produto já é capaz de gerar energia nas usinas. *(Mundo estranho)*

Vantagens	Desvantagens
- produz muita energia	- lixo nuclear
- ocupa pouco espaço	- acidentes nucleares
- é limpa, pois não emite gases poluentes	- alto custo para instalação

7.2. Fusão

A fusão nuclear acontece quando dois ou mais átomos são “fundidos” e se tornam um único átomo, com liberação de altíssima energia, pode ocorrer emissão de pequenas subpartículas. A energia liberada é superior a fissão nuclear.

Ex:



Essa reação acontece no centro das estrelas, é ela que formou e forma todos os elementos do universo e também é ela que gera o calor do sol.

Ex:



7.2.a. Usos da fusão

Bomba H

A bomba de hidrogênio é a bomba com maior poder de destruição, pois ela funciona com base numa fusão nuclear. A sua ignição se dá por uma fissão nuclear, de certa forma ela recria a reação que ocorre no interior do sol.

Ex:



8) Diferença entre as reações químicas e nucleares

- a reação química se passa na eletrosfera, já a nuclear no núcleo
- a velocidade da reação química sofre com efeitos externos como temperatura e pressão, já a nuclear não
- não depende do composto químico, depende apenas da quantidade de radioisótopo.

9) Outras aplicações da radioatividade

a) Alimentícia

A radiação é usada para aumentar a vida útil dos alimentos, ou mesmo evitar a germinação precoce.

Ex:



b) Radioterapia

Técnica em que é incidida a radiação para eliminar células cancerígenas.

Ex:



c) Contrastes

Muitos medicamentos com isótopos radioativos são injetados em pacientes para evidenciar um tecido ou função de um determinado órgão.

Ex:



d) Novos elementos

Aceleradores de partículas usam de fenômenos nucleares para a produção de novos elementos.

Ex:



e) Esterilização

A radiação pode ser usada para esterilizar materiais médicos que não podem passar por uma autoclave, como o caso de seringas descartáveis.

Ex:

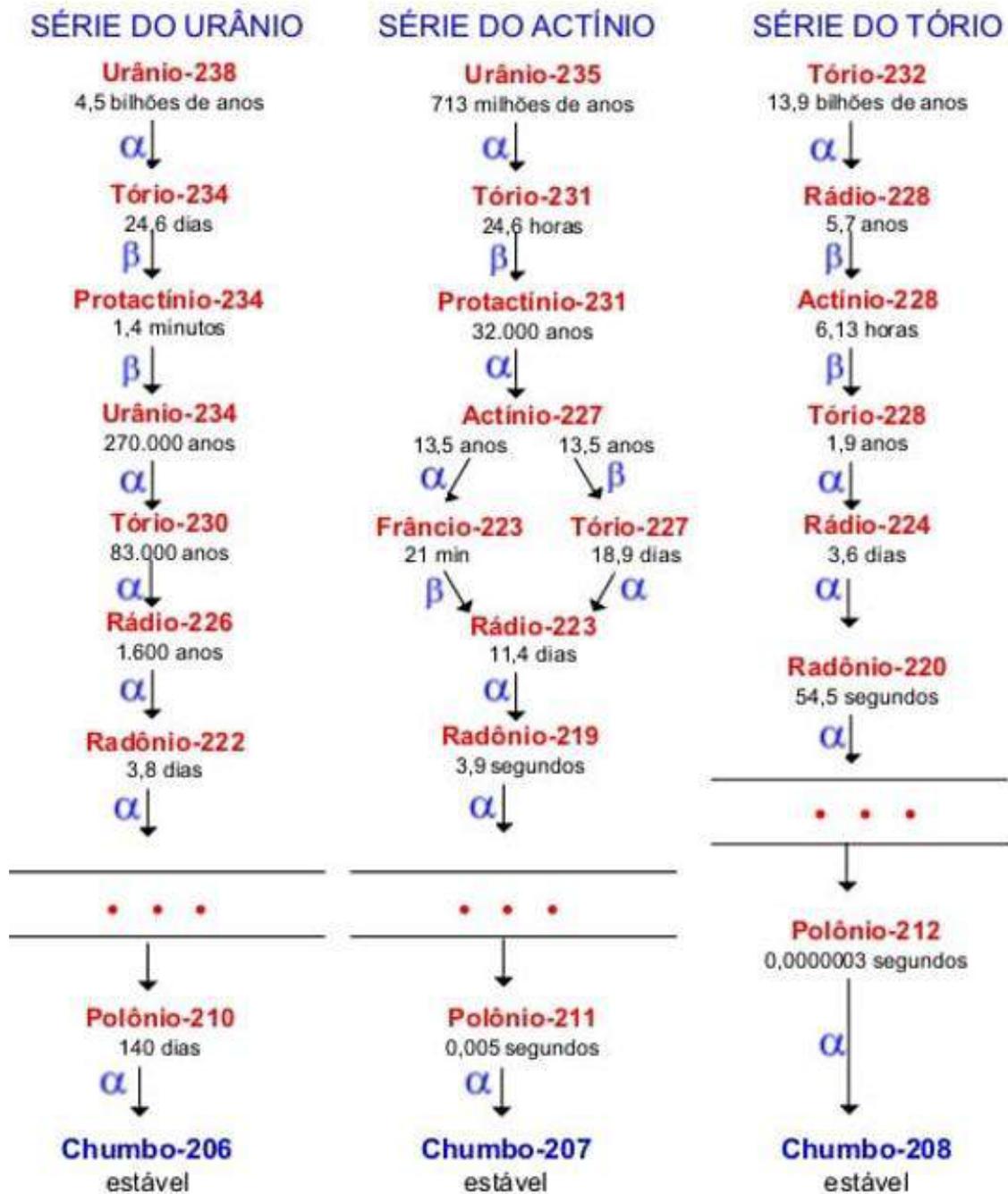


10) Observações finais

- um corpo não guarda radiação, a radiação passa por ele, podendo provocar mudanças no código genético, e depois as emissões são dissipadas;
- um objeto que esteja contaminado com material radioativo emissor de radiação confere risco à saúde;

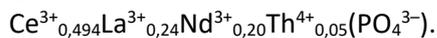
- todos os seres emitem uma pequena taxa de radiação, e isso é normal, a radiação só pode dar problema quando a dose é muito alta;
- o descobridor das partículas alfa e beta é Rutherford;
- os maiores acidentes nucleares da história são: Chernobyl, césio de Goiânia, Fukushima;
- o raio-X funciona com base nas diferentes absorções da radiação pelos tecidos;
- para saber mais: leia mais sobre as mulheres dos relógios de rádio;
- existem séries radioativas naturais:

SÉRIES RADIOATIVAS NATURAIS



Acerto miseravi

01) (UNESP SP) Parte das areias das praias do litoral sul do Espírito Santo é conhecida pelos depósitos minerais contendo radioisótopos na estrutura cristalina. A inspeção visual, por meio de lupa, de amostras dessas areias revela serem constituídas basicamente de misturas de duas frações: uma, em maior quantidade, com grãos irregulares variando de amarelo escuro a translúcido, que podem ser atribuídos à ocorrência de quartzo, silicatos agregados e monazitas; e outra, com grãos bem mais escuros, facilmente atraídos por um ímã, contendo óxidos de ferro magnéticos associados a minerais não magnéticos. As fórmulas químicas das monazitas presentes nessas areias foram estimadas a partir dos teores elementares de terras raras e tório e são compatíveis com a fórmula



(Flávia dos Santos Coelho et al. "Óxidos de ferro e monazita de areias de praias do Espírito Santo". *Química Nova*, vol. 28, nº 2, março/abril de 2005. Adaptado.)

a) Qual o nome do processo de separação de misturas utilizado para separar as partes escuras das claras da areia monazítica? Com base na fórmula química apresentada, demonstre que a monazita é eletricamente neutra.

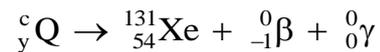
b) O principal responsável pela radioatividade da areia monazítica é o tório-232, um emissor de partículas alfa. Escreva a equação que representa essa emissão e calcule o número de nêutrons do nuclídeo formado.

02) (Efoa-MG) Têm-se 40g do isótopo Na^{24} . Sabendo-se que a meia-vida deste isótopo é igual a 15 horas, depois de 75 horas, qual o percentual de massa radioativa restante?

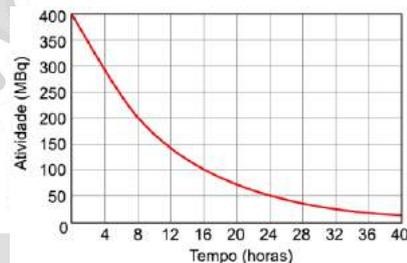
- a) 1,25%
- b) 12,5%
- c) 0,3125%
- d) 31,25%
- e) 3,125%

Manjando dos paranauê

01) (IBMEC SP Insuper) Algumas categorias de câncer de tireoide podem ser tratadas por meio de um tipo de radioterapia em que o radioisótopo é disponibilizado no interior do organismo do paciente. Dessa forma, a radiação é emitida diretamente no órgão a ser tratado e os efeitos colaterais são diminuídos. O radioisótopo usado nesse tipo de radioterapia decai de acordo com a equação.



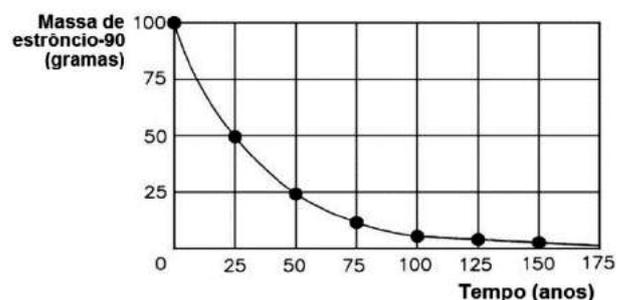
O radioisótopo ${}^c_y\text{Q}$ é inserido em cápsulas. Para realizar a radioterapia, o paciente é isolado em instalação hospitalar adequada onde ingere uma dessas cápsulas e permanece internado até que a atividade do radioisótopo atinja valores considerados seguros, o que ocorre após o tempo mínimo correspondente a 3 meias-vidas do radioisótopo. A figura apresenta a curva de decaimento radioativo para ${}^c_y\text{Q}$.



O radioisótopo ${}^c_y\text{Q}$ e o tempo mínimo que o paciente deve permanecer internado e isolado quando é submetido a esse tipo de radioterapia são, respectivamente,

- a) ${}_{53}\text{I}^{131}$ e 12 horas.
- b) ${}_{53}\text{I}^{131}$ e 72 horas.
- c) ${}_{53}\text{I}^{131}$ e 24 horas.
- d) ${}_{55}\text{Cs}^{131}$ e 24 horas.
- e) ${}_{55}\text{Cs}^{131}$ e 12 horas.

02) (FPS PE) O estrôncio-90 é um isótopo radioativo formado a partir de fissão nuclear, com aplicações na medicina e na indústria. O gráfico abaixo mostra como a massa deste isótopo em uma amostra varia em função do tempo.



Quantos anos são necessários para que, em uma amostra, a massa de estrôncio-90 reduza de 24,0 g para 0,75 g?

- a) 5
- b) 125
- c) 100
- d) 25
- e) 50

03) (Ceub-DF) A partir de um átomo radioativo (X), chega-se ao elemento ${}_{86}\text{Rn}^{220}$ por meio de duas emissões alfa (α) e duas emissões (β). Os números atômico e de massa do átomo radioativo são, respectivamente:

- a) 92 e 224.
- b) 92 e 228.
- c) 88 e 228.
- d) 88 e 224.
- e) 90 e 226.

04) (Unirio-RJ)

“Na usina coreana de Wolsung, cerca de 50 litros de água pesada vazaram (...), e puderam ser recuperados sem maiores danos logo após o incidente.” (JB, 06/10/99)
A água pesada (D_2O) é constituída por deutério e oxigênio, e é um subproduto das usinas nucleares, sendo obtida através do bombardeamento do núcleo de hidrogênio.



De acordo com a reação acima, X é um(a):

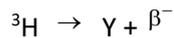
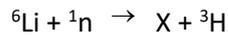
- a) elétron.
- b) nêutron.
- c) partícula α .
- d) partícula β .
- e) partícula γ .

05) (FPS PE) O tálio-201, na forma de cloreto de tálio, é um radioisótopo usado em medicina nuclear para diagnosticar doenças coronárias e para a detecção de tumores. Sabendo que o tempo de meia-vida deste isótopo é, aproximadamente 3 dias, qual fração da concentração inicial de tálio permanece após 21 dias?

- a) 1/8
- b) 1/16
- c) 1/32
- d) 1/64
- e) 1/128

06) (FMABC SP) O metal lítio pode ser obtido pela eletrólise ígnea de uma mistura eutética de cloreto de lítio e cloreto de potássio, composta por 45% em massa de LiCl e 55% em massa de KCl . Uma das

aplicações do lítio é a produção artificial de trítio, em reatores nucleares, pelo bombardeio do isótopo ${}^6\text{Li}$ com nêutrons. O trítio, isótopo radioativo do hidrogênio, é um emissor de partículas β , empregado como traçador para estimar a recarga de aquíferos. As transformações nucleares citadas no texto são representadas pelas equações:



Nessas equações, X e Y correspondem, respectivamente, a

- a) ${}^4\text{He}$ e ${}^3\text{He}$.
- b) ${}^4\text{He}$ e ${}^2\text{H}$.
- c) ${}^4\text{He}$ e ${}^4\text{He}$.
- d) ${}^2\text{H}$ e ${}^3\text{He}$.
- e) ${}^3\text{He}$ e ${}^3\text{He}$.

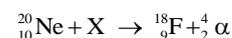
07) (PUC-PR) Um certo isótopo radioativo apresenta um período de semidesintegração de 5 horas. Partindo de uma massa inicial de 400 g, após quantas horas a mesma ficará reduzida a 6,125 g?

- a) 5 horas
- b) 25 horas
- c) 15 horas
- d) 30 horas
- e) 10 horas

08) (PUC-Campinas) Um ambiente foi contaminado com fósforo radioativo, ${}_{15}\text{P}^{32}$. A meia-vida desse radioisótopo é de 14 dias. A radioatividade por ele emitida deve cair a 12,5% de seu valor original após:

- a) 7 dias
- b) 14 dias
- c) 42 dias
- d) 51 dias
- e) 125 dias

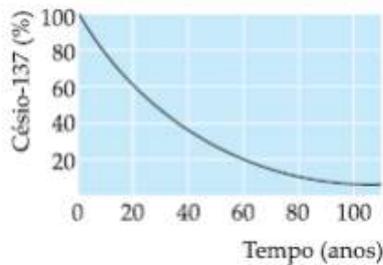
09) (Famerp SP) O flúor-18 (${}^{18}\text{F}$) é um radioisótopo utilizado em diagnósticos de câncer, com meia-vida igual a 110 minutos, produzido a partir da reação entre núcleos de neônio (${}^{20}\text{Ne}$) e o isótopo X, conforme a equação a seguir:



O isótopo X e a porcentagem de ${}^{18}\text{F}$ que resta após 5,5 horas de sua produção são, respectivamente,

- a) deutério e 6,25%.
- b) trítio e 6,25%.
- c) trítio e 12,5%.
- d) deutério e 12,5%.
- e) prótio e 12,5%.

10) (FMTM - MG) O decaimento radioativo de uma amostra de céσιο - 137 está representado no gráfico a seguir.



Tendo-se uma amostra com 80g de Cs-137, restarão apenas 5g desse radioisótopo após, aproximadamente:

- 16 anos
- 30 anos
- 40 anos
- 80 anos
- 120 anos

Agora eu tô um nojo

01) (FM Petrópolis RJ) Para se determinar a idade de um fóssil, costuma-se usar carbono-14, com meia-vida de 5.730 anos, que emite radiação perdendo dois nêutrons. O C-14, assim como o C-12, é absorvido pelas plantas por meio da fotossíntese, e os animais, ao se alimentarem das plantas, fazem com que o C-14 entre na cadeia alimentar.

A proporção entre o carbono-12 e o carbono-14 nos seres vivos permanece constante durante toda sua vida, porém com a morte, não ocorre mais absorção do ¹⁴C, diminuindo sua concentração no organismo devido ao seu decaimento radioativo.

O aparelho que detecta a massa atômica exata de cada elemento químico encontrado no fóssil é o espectrômetro de massa. Considere que, a partir de um caixote de fragmentos de arqueologia fóssil, foram utilizados, no início do experimento, 320 g do carbono-14. Ao final do experimento, verificou-se que foram reduzidos de 310 g.

A idade estimada desse fóssil e a reação de decaimento radioativo do ¹⁴C correspondem, respectivamente, a:

- 28.650 anos; ${}_6\text{C}^{14} \rightarrow 2{}_0\text{n}^1 + {}_6\text{C}^{12}$
- 28.650 anos; ${}_6\text{C}^{14} + 2{}_0\text{n}^1 \rightarrow {}_6\text{C}^{16}$
- 5.730 anos; ${}_6\text{C}^{14} \rightarrow 2{}_1\text{n}^0 + {}_8\text{O}^{14}$
- 5.730 anos; ${}_6\text{C}^{14} \rightarrow 2{}_1\text{n}^0 + {}_8\text{C}^{14}$
- 5.730 anos; ${}_6\text{C}^{14} + 2{}_1\text{n}^0 \rightarrow {}_8\text{O}^{14}$

02) (Mackenzie SP) Suponha 20 g do isótopo radioativo do elemento tório, representado por ²²⁸Th,

o qual apresenta tempo de meia-vida igual a 1,9 anos, após decorrido 7,6 anos desde a medida da massa inicial. Considere também o fato de que esse radionuclídeo emite partículas do tipo alfa em uma série de decaimentos até formar o isótopo 212 do elemento chumbo, representado por ²¹²Pb. Dessa forma, são realizadas algumas ponderações:

I. A partir do ²²⁸Th até a formação do ²¹²Pb são emitidas 4 partículas do tipo alfa.

II. A massa residual do ²²⁸Th, após 7,6 anos é de 1,25 g.

III. Um dos radionuclídeos presentes nessa série de decaimentos é o ²²⁰Po.

Dados: números atômicos Pb = 82, Po = 84, Th = 90.

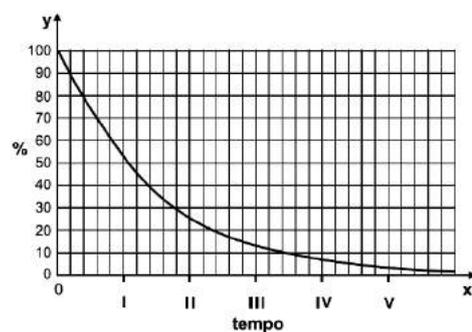
A respeito dessas ponderações, podemos afirmar que

- todas estão corretas.
- são corretas apenas I e II.
- são corretas apenas I e III.
- são corretas apenas II e III.
- nenhuma é correta.

03) (IBMEC SP Insper) Os geólogos empregam a radioatividade para determinar as idades de rochas. A idade isotópica de uma rocha é avaliada em função do tempo de meia-vida de elementos radioativos de sua composição e de suas proporções em relação aos elementos resultantes de seu decaimento nuclear. Rochas contendo minerais de urânio e potássio são datadas por este procedimento.

Isótopo	Tempo de meia-vida em anos	Mineral
Potássio-40	1,3 bilhão	Ortoclásio
Urânio-238	0,7 bilhão	Apatita

O decaimento radioativo é um processo que ocorre em função do tempo de acordo com a curva da figura:



Considerando-se tempo = 0 o instante em que a rocha apresentou 100% do isótopo radioativo, se o gráfico for aplicado para uma rocha contendo ortoclásio e outra contendo apatita, os respectivos valores da escala do gráfico no ponto marcado como III no eixo x serão, em bilhões de anos, as idades de aproximadamente

- 6,5 e 3,5.
- 3,9 e 2,1.

- c) 1,3 e 0,7.
d) 2,6 e 1,4.
e) 5,2 e 2,8.

04) O físico brasileiro César Lattes desenvolveu importantes pesquisas com emulsões nucleares contendo átomos de boro (${}_{5}\text{B}^{10}$) bombardeados por nêutrons. Quando um nêutron, em grande velocidade, atinge o núcleo de um átomo de (${}_{5}\text{B}^{10}$), e é por ele absorvido, dá origem a dois átomos de um certo elemento químico (X) e a um átomo de trítio (${}_{1}\text{H}^3$). O número atômico e o número de massa do elemento X são, respectivamente:

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

05) (UEPG-PR) Uma série radioativa consiste em um conjunto de radioisótopos que são formados a partir de um radioisótopo inicial, pela sucessiva emissão de partículas alfa e beta. Na série radioativa que se inicia com o ${}_{93}\text{Np}^{237}$ e termina com o ${}_{83}\text{Bi}^{209}$, o número de partículas α e β emitidas é de, respectivamente:

- a) 3 e 5
b) 7 e 4
c) 6 e 3
d) 5 e 2
e) 8 e 6

06) (UEL-PR) Os raios gama oriundos do cobalto 60 ou do cézio 137 podem ser usados na radiação em alimentos. Sobre a radiação gama, considere as afirmativas.

- I. O átomo de cobalto ou de cézio, ao emitir radiação gama, resulta em um novo elemento químico não radioativo.
II. A radiação gama é uma radiação eletromagnética.
III. A radiação gama não apresenta massa nem carga elétrica.
IV. O poder de penetração da radiação gama é muito pequeno.

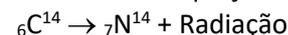
Assinale a alternativa CORRETA.

- a) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
b) Somente as afirmativas II e III são corretas.
c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
e) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.

07) (UFG-GO) Uma fonte radioativa, como o cézio 137, que resultou num acidente em Goiânia, em 1987, é prejudicial à saúde humana porque

- a) a intensidade da energia emitida não depende da distância do organismo à fonte.
b) a energia eletromagnética liberada pela fonte radioativa interage com as células, rompendo ligações químicas.
c) o sal solúvel desse elemento apresenta alta pressão de vapor, causando danos ao organismo.
d) a energia liberada violentamente sobre o organismo decorre do tempo de meia-vida, que é de alguns segundos.
e) a radiação eletromagnética liberada permanece no organismo por um período de meia-vida completo.

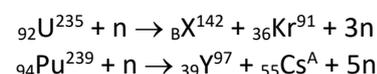
08) A datação de material orgânico envolve um dos isótopos do carbono, o carbono 14. As plantas e os animais incorporam o isótopo C-14 pelo CO_2 , da atmosfera ou através da cadeia alimentar. Quando morrem, a quantidade de C-14 decai e ele se desintegra de acordo com a equação a seguir:



Com base no texto acima e nos conceitos relacionados à radioatividade, é CORRETO afirmar que:

- a) a radiação emitida na reação possui menor poder de penetração que as ondas eletromagnéticas
b) o processo de datação de fóssil, pergaminho e de documentos antigos é feito pela determinação da quantidade total de carbono presente nas amostras
c) todas as radiações são necessárias e essenciais à manutenção da vida
d) a transformação de carbono em nitrogênio indica que esses átomos são isótonos
e) as ondas eletromagnéticas são formadas por radiações Beta

09) (UNIFESP-SP) 60 anos após as explosões das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, oito nações, pelo menos, possuem armas nucleares. Esse fato, associado a ações terroristas, representa uma ameaça ao mundo. Na cidade de Hiroshima foi lançada uma bomba de urânio-235 e em Nagasaki uma de plutônio-239, resultando em mais de cem mil mortes imediatas e outras milhares como conseqüência da radioatividade. As possíveis reações nucleares que ocorreram nas explosões de cada bomba são representadas nas equações:



Nas equações, B, X, A e o tipo de reação nuclear são, respectivamente:

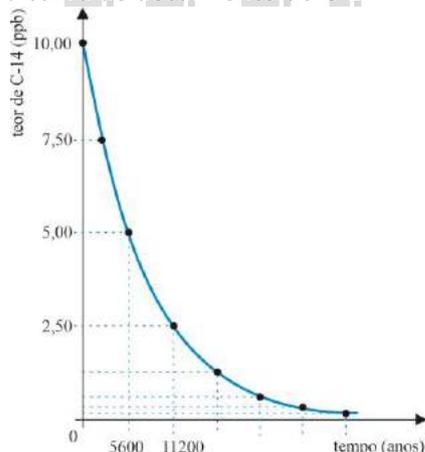
- 52, Te, 140 e fissão nuclear.
- 54, Xe, 140 e fissão nuclear.
- 56, Ba, 140 e fusão nuclear.
- 56, Ba, 138 e fissão nuclear.
- 56, Ba, 138 e fusão nuclear.

10) (PUC Campinas SP) Um fertilizante poderoso *Plantas e grãos encontrados nos registros arqueológicos sugerem que a agricultura praticada na região norte do Chile sustentou por séculos grandes assentamentos humanos, antes mesmo do Império Inca. Estranhamente, essa região é dominada pelo deserto do Atacama. Porém, a resposta está na análise química da composição de amostras de 12 alimentos com idade entre 3 mil e 550 mil anos em sítios arqueológicos da região de Tarapacá, que mostrou um aumento na concentração de nitrogênio a partir do ano 900. Essa mudança na composição dos alimentos é atribuída à adubação das plantações com guano, excremento das aves marinhas, um dos fertilizantes naturais mais ricos em nitrogênio. A hipótese é de que o guano seria retirado de depósitos no litoral do Chile e do Peru e transportado em caravanas de lhamas por dezenas de quilômetros.*

(Revista Pesquisa Fapesp, abril de 2021, p. 15. Adaptado)

Considere o gráfico abaixo.

Gráfico da curva de decaimento do C-14



Utilizando a datação por carbono-14, cuja meia-vida é de 5600 anos, o teor desse isótopo na amostra de alimento mais recente é, aproximadamente, de:

- 10 ppb
- 7 ppb
- 5 ppb
- 3 ppb
- 1 ppb

11) (UEPG PR) Com relação aos fenômenos de fissão e fusão nuclear, assinale o que for correto.

01. Na fissão nuclear é liberada uma maior quantidade de energia do que na fusão.
02. Fusão nuclear é a junção de núcleos atômicos pequenos formando núcleos maiores, liberando uma grande quantidade de energia.
04. O processo de fissão nuclear é aproveitado pelo homem para a geração de energia elétrica.
08. O processo de fusão nuclear ocorre naturalmente no Sol e em outras estrelas.
16. Fissão nuclear é o processo de quebra de núcleos atômicos grandes em núcleos menores, liberando uma grande quantidade de energia.

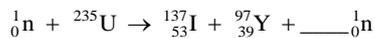
12) (UFPR) Recentemente, foi divulgada a descoberta de um fóssil de um lobo gigante, pertencente ao período Pleistoceno. A idade do fóssil foi determinada por meio de datação por carbono-14. A quantidade desse isótopo presente no animal vivo corresponde à sua abundância natural. Após a morte, a quantidade desse isótopo decresce em função da sua taxa de decaimento, cujo tempo de meia-vida é de 5.730 anos. A idade do fóssil foi determinada em 32.000 anos. A fração da quantidade de matéria de carbono-14 presente nesse fóssil em relação à sua abundância natural está entre:

- $1/4$ e $1/2$.
- $1/8$ e $1/4$.
- $1/16$ e $1/8$.
- $1/32$ e $1/16$.
- $1/64$ e $1/32$.

13) (UECE) A revista Superinteressante, número 406, de agosto de 2019, traz uma matéria importante sobre um desastre nuclear em reatores do Complexo Mayak na antiga União Soviética no ano de 1957. Nesse acidente, o protagonista é o plutônio-238 que tem uma meia vida de 88 anos e estava sendo produzido nos reatores do local. Considerando as características e propriedades do plutônio, utilizado na bomba nuclear *Fat Man*, de Nagasaki, é correto afirmar que

- o plutônio 239 é obtido artificialmente por decaimento beta pelo urânio 239 e neptúnio 239.
- esse elemento não apresenta isótopos nem alótropos.
- se trata de um elemento de transição, cuja distribuição eletrônica é semelhante à de um metal alcalino.
- 88 anos é o tempo médio que isótopo de plutônio-238 leva para se desintegrar.

14) (Univag MT) Utilizada em usinas nucleares, a _____ nuclear é um processo que libera grande quantidade de energia. Ao bombardear núcleos de urânio-235 com nêutrons, pode ocorrer formação de iodo-137 e _____ -97, além de nêutrons, de acordo com a reação a seguir.



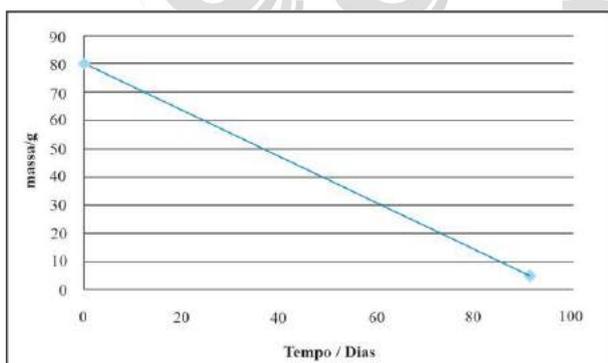
As lacunas do texto e a da reação são preenchidas, respectivamente, por:

- fissão; ítrio; 2.
- fissão; tálio; 3.
- fusão; tálio; 2.
- fusão; ítrio; 2.
- fissão; ítrio; 3.

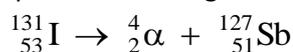
Nazaré confusa

01) (UniRV GO) Um elemento radioativo que sofre uma desintegração radioativa apresenta uma constante de radioatividade igual a $1/250 \text{ dias}^{-1}$ e num experimento 80,0 g foram reduzidas a 5,0 g após 91 dias, liberando um total de 87360 kcal de energia. Assinale V (verdadeiro) ou F (falso) para as alternativas.

- A vida média é igual a 250 dias.
- O tempo de meia-vida é igual a 22 dias e 18 horas.
- 1,0 g deste elemento libera 0,5 kcal/hora.
- O gráfico do decaimento radioativo deste elemento é



02) (UEPG PR) O iodo-131, variedade radioativa do iodo, tem meia vida de 8 dias e sua reação de decaimento é apresentada a seguir.



Diante do exposto, assinale o que for correto.

- O número atômico do iodo é 53.
- O decaimento do iodo-131 ocorre por emissão de partículas alfa.

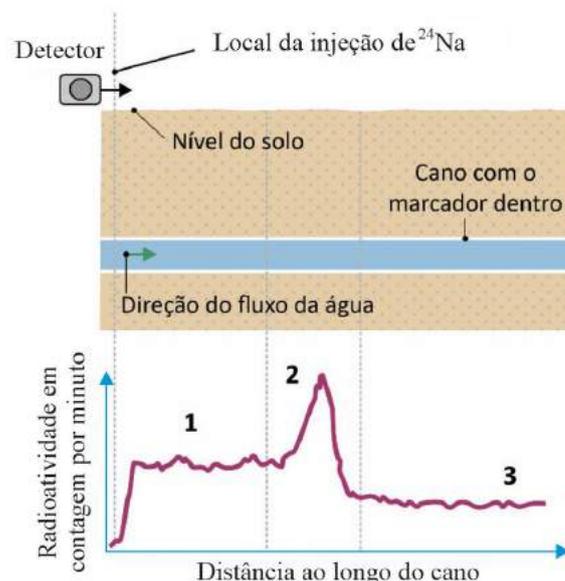
04. Após 24 dias, uma massa de 100 g de iodo-131 vai ser reduzida a 12,5 g.

08. O elemento formado na reação de decaimento apresentada é o antimônio-127.

03) (Unioeste PR) A radioatividade existe naturalmente na natureza devido à composição química da matéria. Exemplo disto são alimentos como a castanha do Brasil e a banana, que possuem radioatividade devido à presença dos radioisótopos do rádio (${}^{226}_{88}\text{Ra}$) e do potássio (${}^{39}_{19}\text{K}$), respectivamente. A respeito destes processos, é CORRETO afirmar.

- A radioatividade dos radioisótopos dos elementos citados acima ocorre porque eles fazem parte dos metais alcalinos e alcalinos terrosos, os quais são altamente reativos.
- Um dos radioisótopos do potássio possui massa 40 g mol^{-1} e número atômico 18.
- O radioisótopo do potássio, que possui massa 40 g mol^{-1} , formaria o Cálcio (40 g mol^{-1}) por emissão β .
- O radioisótopo rádio, cuja massa é de 223 g mol^{-1} , emite uma partícula β e forma o radônio cuja massa é de 219 g mol^{-1} .
- A emissão β presente no radioisótopo do rádio é uma emissão de pósitron que reduz o número atômico do elemento.

04) (Fuvest SP) Um marcador radioativo (${}^{24}\text{Na}$) foi injetado em um ponto de um cano de água subterrâneo e, na sequência, com um detector sobre o solo, foi medida a radioatividade ao longo do percurso do cano. A figura a seguir esquematiza o local de injeção do marcador e o perfil da radioatividade detectada ao longo do cano.



Assinale a alternativa que melhor explica o perfil da radioatividade.

- No trecho 2 o cano está completamente entupido, por isso a radioatividade diminui no trecho 3.
- No trecho 2 há uma fissura no cano, o que resulta em acúmulo de marcador nesse trecho do solo.
- O marcador radioativo flui no sentido contrário ao fluxo da água, acumulando-se no meio do cano.
- No trecho 3 a radioatividade é menor porque foi consumida por reações químicas ao longo do trecho 2.
- No trecho 2 a radioatividade diminui devido ao fato de a meia-vida do marcador ser curta.

Note e adote:

Tempo de meia-vida do ^{24}Na = 15 horas.

05) (Fuvest-SP) Considere os seguintes materiais:

- Artefato de bronze (confeccionado pela civilização inca).
 - Mangueira centenária (que ainda produz frutos nas ruas de Belém do Pará).
 - Corpo humano mumificado (encontrado em tumbas do Egito antigo).
- O processo de datação, por carbono -14, é adequado para estimar a idade apenas:
- do material I.
 - do material II.
 - do material III.
 - dos materiais I e II.
 - do material II e III.

06) (UEM PR) Sobre radioatividade e emissão de partículas radioativas, assinale o que for correto.

- Os fenômenos radioativos são originados de mudanças de energia da eletrosfera dos átomos radioativos.
- Quando um átomo radioativo emite uma partícula alfa, ele se torna um outro isótopo desse mesmo átomo.
- Partículas alfa e beta e radiação gama emitidas por núcleos radioativos têm velocidade igual à velocidade da luz.
- O poder de penetração na matéria da radiação gama é maior que o poder das partículas beta, que, por sua vez, é maior que o das partículas alfa.
- Radiação gama não é desviada de sua direção de propagação por um campo magnético, mas partículas alfa e beta são desviadas em direções opostas entre si quando expostas a um campo magnético.

07) (UFSC) De acordo com uma pesquisa da BBC sobre mulheres que mudaram o mundo, Marie Sklodowska Curie é a mulher mais influente de todos os tempos. A

cientista, ainda durante o seu doutorado, mostrou que a radiação, que ela chamou de radioatividade, era emitida pelo urânio, independentemente do composto em que ele estava. Assim, concluiu que os átomos de urânio eram a fonte de radiação. Posteriormente, junto com seu marido, Pierre, ela mostrou que o tório, o rádio e o polônio também eram radioativos. A cientista francesa nascida na Polônia se tornou a primeira pessoa a ganhar dois prêmios Nobel – um de física e outro de química.



Sobre o assunto e com base nas informações acima, é correto afirmar que:

- a reação entre nitrogênio gasoso e hidrogênio gasoso que resulta na formação de amônia caracteriza uma reação nuclear.
- emissões do tipo alfa e beta são associadas a decaimentos radioativos e correspondem a partículas de carga +2 e -1, respectivamente.
- o decaimento radioativo do isótopo $_{84}\text{Po}^{212}$ para formar $_{82}\text{Pb}^{208}$ resultará na emissão de uma partícula alfa.
- a radiação gama (ou raios gama) consiste em fótons de alta energia, ou seja, radiação eletromagnética com comprimentos de onda superiores aos de fótons na região visível.
- a fissão nuclear é o processo pelo qual dois núcleos leves são fundidos, formando núcleos mais pesados.
- o rádio é um metal alcalino terroso, o polônio é um halogênio e o tório é classificado como metal.

08) (UFPI-PI) A análise de uma amostra de um meteorito indicou que este contém 3 átomos de chumbo $_{82}\text{Pb}^{206}$ para cada átomo de urânio $_{92}\text{U}^{238}$. Considerando que nenhum $_{82}\text{Pb}^{206}$ estaria presente na formação do meteorito e que ele é formado pelo decaimento radioativo do $_{92}\text{U}^{238}$, cuja meia-vida é $4,5 \cdot 10^9$ anos, marque a alternativa correta para a idade do meteorito.

- $4,5 \cdot 10^9$ anos
- $9,0 \cdot 10^9$ anos
- $13,5 \cdot 10^9$ anos
- $18,0 \cdot 10^9$ anos
- $22,3 \cdot 10^9$ anos

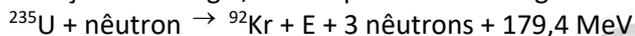
09) Uma certa massa inicial do radioisótopo trítio reduz-se a 200g em 36 anos. A mesma massa inicial leva 60 anos para se reduzir a 50g.

A meia-vida do trítio é igual a:

- a) 60 anos
- b) 36 anos
- c) 30 anos
- d) 18 anos
- e) 12 anos

10) (FM Petrópolis RJ) A minissérie Chernobyl relata a verdadeira história de uma das piores catástrofes provocadas pelo homem, a do devastador desastre da usina nuclear, que ocorreu na Ucrânia, em abril de 1986.

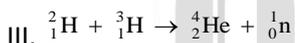
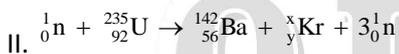
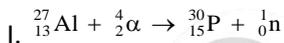
Nos reatores nucleares, o urânio-235 absorve um nêutron, sofrendo fissão nuclear. O núcleo pesado se divide em núcleos mais leves, que são elementos químicos menores, três nêutrons livres e grande liberação de energia, como apresentado a seguir.



O elemento químico acima representado pela letra E é

- a) bário
- b) zircônio
- c) chumbo
- d) germânio
- e) frâncio

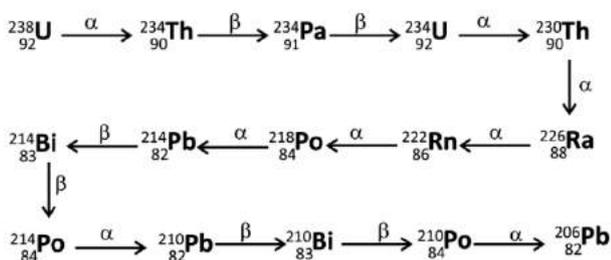
11) (IME RJ) A respeito das reações abaixo:



Assinale a alternativa **INCORRETA**.

- a) A reação I é uma reação de transmutação artificial.
- b) A reação II é uma reação de fissão nuclear.
- c) A reação III é uma reação de fusão nuclear.
- d) O número de nêutrons do criptônio da reação II é 55.
- e) A massa atômica do criptônio da reação II é 93.

12) (FUVEST SP) O gás hélio disponível comercialmente pode ser gerado pelo decaimento radioativo, sobretudo do urânio, conforme esquematizado pela série de decaimento. Desde a formação da Terra, há 4,5 bilhões de anos, apenas metade do ${}^{238}\text{U}$ decaiu para a formação de He.



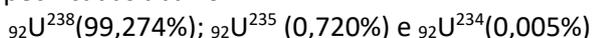
Com base nessas informações e em seus conhecimentos, é correto afirmar:

- a) O decaimento de um átomo de ${}^{238}\text{U}$ produz, ao final da série de decaimento, apenas um átomo de He.
- b) O decaimento do ${}^{238}\text{U}$ para ${}^{234}\text{U}$ gera a mesma quantidade de He que o decaimento do ${}^{234}\text{U}$ para ${}^{230}\text{Th}$.
- c) Daqui a 4,5 bilhões de anos, a quantidade de He no planeta Terra será o dobro da atual.
- d) O decaimento do ${}^{238}\text{U}$ para ${}^{234}\text{U}$ gera a mesma quantidade de He que o decaimento do ${}^{214}\text{Pb}$ para ${}^{214}\text{Po}$.
- e) A produção de He ocorre pela sequência de decaimento a partir do ${}^{206}\text{Pb}$.

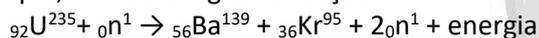
13) (UNICAMP SP) A catástrofe de Tchernóbil (1986) foi o mais grave desastre tecnológico do século XX. As explosões lançaram na atmosfera diversos elementos radioativos. Hoje, uma em cada cinco pessoas nas fronteiras da Bielorrússia vive em território contaminado. Em consequência da ação constante de pequenas doses de radiação, a cada ano, cresce no país o número de doentes de câncer, de deficientes mentais, de pessoas com disfunções neuropsicológicas e com mutações genéticas. A partir do documento acima e de seus conhecimentos, assinale a alternativa correta.

- a) A construção da Central Elétrica Atômica de Tchernóbil ocorreu em um momento de embate da URSS com o mundo ocidental capitalista. Tendo em vista que os elementos lançados ao ambiente têm tempos de meia-vida curtos, novas tecnologias químicas conseguiram sanar os danos ambientais e humanos gerados pelo acidente.
- b) O acidente de Tchernóbil é um marco do desmantelamento da URSS. O acidente gerou danos ambientais e humanos que não foram solucionados até hoje, uma vez que os elementos lançados ao ambiente têm tempos de meia-vida longos.
- c) O acidente de Tchernóbil é um marco do fortalecimento da URSS. Ele gerou danos ambientais e humanos que não foram solucionados até hoje, uma vez que os elementos lançados ao ambiente têm tempos de meia-vida longos.
- d) A construção da Central Elétrica Atômica de Tchernóbil ocorreu em um contexto de expansão das relações da URSS com a Coreia do Norte e a China. Tendo em vista que os elementos lançados ao ambiente têm tempos de meia-vida curtos, novas tecnologias químicas conseguiram sanar os danos ambientais e humanos gerados pelo acidente.

14) (UFSC) Recentemente a Rússia lançou um polêmico reator nuclear flutuante com o objetivo de levar calor e energia para regiões remotas do país, além de apoiar atividades de mineração. Esse fato ocorre em meio a preocupações de ambientalistas devido ao potencial risco de acidentes. O navio Akademik Lomonosov, construído para suportar colisões com *icebergs* e o impacto de ondas de sete metros, transporta dois reatores nucleares que fazem uso de urânio com baixo enriquecimento. Esses reatores, quando combinados, são capazes de produzir 70 MW de eletricidade. As três principais formas isotópicas do urânio encontradas na natureza e suas respectivas abundâncias naturais são especificadas abaixo:



O isótopo ${}_{92}\text{U}^{235}$ sofre fissão nuclear, uma reação que ocorre de diferentes maneiras, com a geração de pares de núcleos diferentes e de nêutrons (n). Como exemplo, tem-se a seguinte reação:



Sobre o assunto e considerando as informações acima, é correto afirmar que:

01. além do risco de acidentes, uma das principais limitações do uso de reatores nucleares consiste na produção de resíduos radioativos.

02. na reação ${}_{92}\text{U}^{235} + {}_0\text{n}^1 \rightarrow {}_{35}\text{Br}^{87} + {}_{57}\text{La}^x + 3{}_0\text{n}^1 + \text{energia}$, o lantânio formado tem número atômico igual a 57 e número de massa igual a 146.

04. considerando os isótopos de urânio, pode-se afirmar que o átomo de ${}_{92}\text{U}^{238}$ possui 92 prótons, 146 nêutrons e 92 elétrons.

08. a massa atômica do urânio é igual à massa atômica de seu isótopo de menor abundância natural.

16. conforme o exemplo, a fissão nuclear do ${}_{92}\text{U}^{235}$ produz átomos de bário e criptônio, os quais são isótopos do urânio.

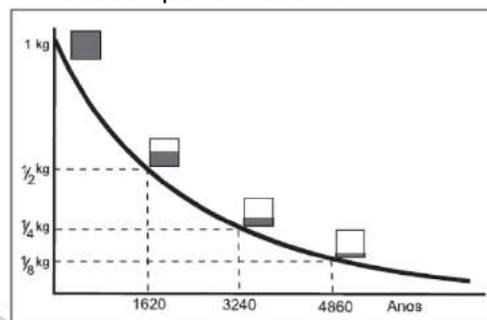
32. A fissão nuclear de átomos de hidrogênio pode ser ilustrada por ${}_1\text{H}^2 + {}_1\text{H}^3 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_0\text{n}^1 + \text{energia}$.

64. na fusão nuclear, dois ou mais núcleos leves se dividem, originando outros núcleos menores.

Vem ENEM

01) (ENEM-2009) O lixo radioativo ou nuclear é resultado da manipulação de materiais radioativos, utilizados hoje na agricultura, na indústria, na medicina, em pesquisas científicas, na produção de energia, etc. Embora a radioatividade se reduza com o tempo, o processo de decaimento radioativo de alguns materiais pode levar milhões de anos. Por isso, existe a necessidade de se fazer um descarte

adequado e controlado de resíduos dessa natureza. A taxa de decaimento radioativo é medida em termos de um tempo necessário para que uma amostra perca metade de sua radioatividade original. O gráfico seguinte representa a taxa de decaimento radioativo do rádio – 226, elemento químico pertencente à família dos metais alcalinos terrosos e que foi utilizado durante muito tempo na medicina.



As informações fornecidas mostram que

a) Quanto maior a meia-vida de uma substância mais rápido ela se desintegra.

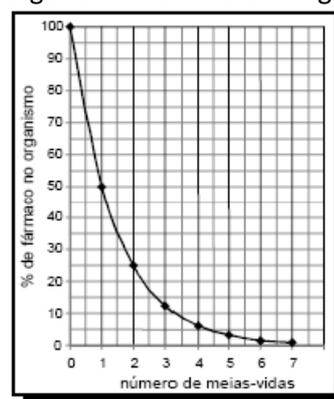
b) Apenas 1/8 de uma amostra de rádio – 226 terá decaído ao final de 4860 anos.

c) Metade da quantidade original de rádio – 226, ao final de 3240 anos, ainda estará por decair.

d) Restará menos de 1% de rádio – 226 em qualquer amostra dessa substância após decorridas 3 meias-vidas.

e) A amostra de rádio – 226 diminui a sua quantidade pela metade a cada intervalo de 1620 anos devido à desintegração radioativa.

02)(ENEM-2007) A duração do efeito de alguns fármacos está relacionada à sua meia-vida, tempo necessário para que a quantidade original do fármaco no organismo se reduza à metade. A cada intervalo de tempo correspondente a uma meia-vida, a quantidade de fármaco existente no organismo no final do intervalo é igual a 50% da quantidade no início desse intervalo. O gráfico ao lado representa, de forma genérica, o que acontece com a quantidade de fármaco no organismo humano ao longo do tempo.



A meia-vida do antibiótico amoxicilina é de 1 hora. Assim, se uma dose desse antibiótico for injetada às 12 h em um paciente, o percentual dessa dose que restará em seu organismo às 13 h 30 min será aproximadamente de:

- a) 10%.
- b) 15%.
- c) 25%.
- d) 35%.
- e) 50%.

03) (ENEM-2011) Os materiais radioativos emitem diferentes tipos de radiação. A radiação gama, por exemplo, por sua alta energia e penetração, consegue remover elétrons dos átomos dos tecidos internos e romper ligações químicas por ionização, podendo causar mutação no DNA. Já as partículas beta têm o mesmo efeito ionizante, mas atuam sobre as células da pele. RODRIGUES JR., A. A. O que é radiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer. Física na Escola. V. 8, nº 2, 2007. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física (adaptado).

Segundo o texto, um indivíduo irradiado por uma fonte radioativa é exposto ao risco de

- a) transformar-se em um corpo radioativo.
- b) absorver a radiação e armazená-la.
- c) emitir radiação e contaminar outras pessoas.
- d) sofrer alterações gênicas e desenvolver câncer.
- e) transportar a radiação e contaminar outros ambientes.

04) (ENEM-2016) Pesquisadores recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmada pela técnica do carbono-14

FAPESP. DNA de mamute é revelado. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 13 ago. 2012 (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido à

- a) proporção conhecida entre carbono-14 e carbono-12 na atmosfera ao longo dos anos.
- b) decomposição de todo o carbono-12 presente no organismo após a morte.
- c) fixação maior do carbono-14 nos tecidos de organismos após a morte.
- d) emissão de carbono-12 pelos tecidos de organismos após a morte.
- e) transformação do carbono-12 em carbono-14 ao longo dos anos.

05) (ENEM-2015)

A bomba reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação em cadeia

ANDRADE, C. D. Poesia completa e prosa. Rio de Janeiro: Aguilar, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na

- a) fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- b) fissão de ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{238}U , enriquecendo-o em mais ^{235}U .
- c) fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- d) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
- e) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.

06) (ENEM-2014) Partículas beta, ao atravessarem a matéria viva, colidem com uma pequena porcentagem de moléculas e deixam atrás de si um rastro aleatoriamente pontilhado de radicais livres e íons quimicamente ativos. Essas espécies podem romper ainda outras ligações moleculares, causando danos celulares.

HEWITT, P. G. Física conceitual. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

A capacidade de gerar os efeitos descritos dá-se porque tal partícula é um

- a) elétron e, por possuir massa relativa desprezível, tem elevada energia cinética translacional.
- b) nêutron e, por não possuir carga elétrica, tem alta capacidade de produzir reações nucleares.
- c) núcleo do átomo de hélio (He) e, por possuir massa elevada, tem grande poder de penetração.
- d) fóton e, por não possuir massa, tem grande facilidade de induzir a formação de radicais livres.
- e) núcleo do átomo de hidrogênio (H) e, por possuir carga positiva, tem alta reatividade química.

07) (ENEM-2011) Radioisótopos são frequentemente utilizados em diagnósticos por imagem. Um exemplo é aplicação de iodo-131 para detectar possíveis problemas associados à glândula tireoide. Para o exame, o paciente incorpora o isótopo radioativo pela ingestão de iodeto de potássio, o qual se concentrará na região a ser analisada. Um detector de radiação varre a região e um computador constrói a imagem que irá auxiliar no diagnóstico. O radioisótopo em questão apresenta um tempo de meia-vida igual a 8 minutos e emite radiação gama e partículas beta em seu decaimento radioativo.

Química nuclear na medicina. Disponível em: www.qmc.ufsc.br. Acesso em: 28 jul. 2010 (adaptado).

- No decaimento radioativo do iodo-131, tem-se a
- produção de uma partícula subatômica com carga positiva.
 - possibilidade de sua aplicação na datação de fósseis.
 - formação de um elemento químico com diferente número de massa.
 - emissão de radiação que necessita de um meio material para se propagar.
 - redução de sua massa a um quarto da massa inicial em menos de meia hora.

08) (ENEM-2017) O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer. A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- Beta.
- Alfa.
- Gama.
- Raios X.
- Ultravioleta.

09) (ENEM-2017) A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/(min g). Após a morte, a quantidade de ^{14}C se reduz pela metade a cada 5 730 anos. A prova do carbono 14. Disponível em: <http://noticias.terra.com.br>. Acesso em: 9 nov. 2013 (adaptado).

Considere que um fragmento fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6 750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos, é

- 450
- 1433
- 11460
- 17190
- 27000

10) (ENEM-2018) O elemento radioativo tório (Th) pode substituir os combustíveis fósseis e baterias. Pequenas quantidades desse elemento seriam suficientes para gerar grande quantidade de energia. A partícula liberada em seu decaimento poderia ser bloqueada utilizando-se uma caixa de aço inoxidável. A equação nuclear para o decaimento do $^{230}_{90}\text{Th}$ é:



Considerando a equação de decaimento nuclear, a partícula que fica bloqueada na caixa de aço inoxidável é o(a)

- alfa.
- beta.
- próton.
- nêutron.
- pósitron.

11) (ENEM-2018) O terremoto e o tsunami ocorridos no Japão em 11 de março de 2011 romperam as paredes de isolamento de alguns reatores da usina nuclear de Fukushima, o que ocasionou a liberação de substâncias radioativas. Entre elas está o iodo-131, cuja presença na natureza está limitada por sua meia-vida de oito dias. O tempo estimado para que esse material se desintegre até atingir 1/16 da sua massa inicial é de

- 8 dias.
- 16 dias.
- 24 dias.
- 32 dias.
- 128 dias.

12) (ENEM-2012) Observe atentamente a charge.



Além do risco de acidentes, como o referenciado na charge, o principal problema enfrentado pelos países que dominam a tecnologia associada às usinas termonucleares é

- a escassez de recursos minerais destinados à produção do combustível nuclear.
- a produção dos equipamentos relacionados às diversas etapas do ciclo nuclear.
- o destino final dos subprodutos das fissões ocorridas no núcleo do reator.
- a formação de recursos humanos voltados para o trabalho nas usinas.
- o rigoroso controle da Agência Internacional de Energia Atômica.

13) (ENEM-2014) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do

oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meio artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- Fissão do material radioativo.
- Condensação do vapor-d'água no final do processo.
- Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- Aquecimento da água líquida para gerar vapor-d'água.
- Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

14) (ENEM-2016) A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do ^{235}U é muito superior quando comparada à combustão da gasolina. O calor liberado na fissão do ^{235}U é $8 \cdot 10^{10}$ J/g e na combustão da gasolina é $5 \cdot 10^4$ J/g. A massa de gasolina necessária para obter a mesma energia na fissão de 1 kg de ^{235}U é da ordem de

- 10^3 g.
- 10^4 g.
- 10^5 g.
- 10^6 g.
- 10^9 g.

15) (ENEM-2020) Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulado discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada.

Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?

- Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
- Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
- Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
- Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
- Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.

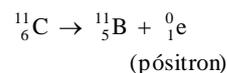
16) (ENEM-2020) Com a descoberta de emissões de energia do rádio-226, por Marie Curie e Pierre Curie, o

fenômeno foi denominado radiação α (alfa) ou emissão α . Posteriormente, verificou-se que a emissão α na verdade são partículas correspondentes a núcleos de hélio formados por dois prótons e dois nêutrons. Assim, no decaimento α , um núcleo instável emite partículas α , tornando-se um núcleo mais estável (núcleo filho).

Se um núcleo de rádio-226 emitir duas partículas α , o número de massa do núcleo filho será

- 226.
- 224.
- 222.
- 220.
- 218.

17) (ENEM-2013) Glicose marcada com nuclídeos de carbono-11 é utilizada na medicina para se obter imagens tridimensionais do cérebro, por meio de tomografia de emissão de pósitrons. A desintegração do carbono-11 gera um pósitron, com tempo de meia-vida de 20,4 min, de acordo com a equação da reação nuclear:



A partir da injeção de glicose marcada com esse nuclídeo, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é de cinco meias-vidas. Considerando que o medicamento contém 1,00 g do carbono-11, a massa, em miligramas, do nuclídeo restante, após a aquisição da imagem, é mais próxima de

- 0,200.
- 0,969.
- 9,80.
- 31,3.
- 200.

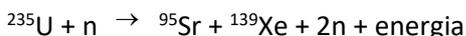
18) (ENEM-2012) A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir. "Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação."

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois

- o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- A utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microorganismos.

d) o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.
 e) o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

19) (ENEM-2016) A energia nuclear é uma alternativa aos combustíveis fósseis que, se não gerenciada de forma correta, pode causar impactos ambientais graves. O princípio da geração dessa energia pode se basear na reação de fissão controlada do urânio por bombardeio de nêutrons, como ilustrado:



Um grande risco decorre da geração do chamado lixo atômico, que exige condições muito rígidas de tratamento e armazenamento para evitar vazamentos para o meio ambiente.

Esse lixo é prejudicial, pois

- a) favorece a proliferação de microrganismos termófilos.
- b) produz nêutrons livres que ionizam o ar, tornando-o condutor.
- c) libera gases que alteram a composição da atmosfera terrestre.
- d) acentua o efeito estufa decorrente do calor produzido na fissão.
- e) emite radiação capaz de provocar danos à saúde dos seres vivos.

20) (ENEM-2021) Os pesticidas organoclorados foram amplamente empregados na agricultura, contudo, em razão das suas elevadas toxicidades e persistências no meio ambiente, eles foram banidos. Considere a aplicação de 500 g de um pesticida organoclorado em uma cultura e que, em certas condições, o tempo de meia-vida do pesticida no solo seja de 5 anos.

A massa do pesticida no decorrer de 35 anos será mais próxima de

- a) 3,9 g.
- b) 31,2 g.
- c) 62,5 g.
- d) 125,0 g.
- e) 250,0 g.

21) (ENEM-2021) As radiações ionizantes são caracterizadas por terem energia suficiente para arrancar elétrons de um átomo. Ao interagirem com os tecidos do corpo humano, dão origem a diversos efeitos, que podem levar à morte de células. Os principais tipos de radiação ionizante são as radiações

gama (originadas em transições nucleares), raios X (originados em transições eletrônicas), alfa (núcleos de hélio), elétrons e nêutrons. O quadro apresenta algumas propriedades para esses diferentes tipos de radiação.

Tipo de radiação	Massa (u.m.a)	Carga
Gama	0	0
Raios X	0	0
Alfa	4	+2
Elétrons	1/2 000	-1
Nêutrons	1	0

Para uma mesma intensidade de radiação, a que tem o menor poder de penetração em tecidos é a radiação Alternativas

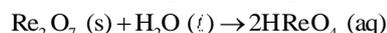
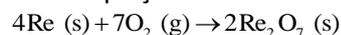
- a) alfa.
- b) gama.
- c) raios X.
- d) elétrons.
- e) nêutrons.

Abertas, lá vou eu

01) (Santa Casa SP) As preparações radiofarmacêuticas são empregadas na prática de medicina nuclear, em exames de diagnóstico e em terapêutica. Os radionuclídeos que emitem partículas ionizantes são indicados para o tratamento de tumores. Um exemplo é o radioisótopo renio-186, que sofre decaimento radioativo com a emissão de partículas β .

Esse radioisótopo é obtido em reator nuclear por meio da irradiação do rênio metálico natural. Após a etapa de irradiação, obtém-se no laboratório o seu óxido (Re_2O_7), que, por meio de reação de hidrólise, forma o ácido perrênico (HReO_4).

As reações de obtenção do ácido perrênico são representadas nas equações:



O composto empregado na preparação radiofarmacêutica é o perrenato de sódio que é obtido por meio da reação do óxido (Re_2O_7) com uma solução aquosa do hidróxido de sódio (NaOH).

Na tabela, é apresentada a variação da atividade radioativa de uma amostra do radiofármaco contendo o radioisótopo ${}^{186}\text{Re}$ com o tempo.

Tempo (dias)	Atividade radioativa do ${}^{186}\text{Re}$ (MBq)
0	500
6	176,9
12	62,5

a) Apresente a equação do processo de decaimento radioativo do isótopo ^{186}Re descrito no texto. Forneça o tempo de meia-vida, em dias, do radioisótopo ^{186}Re .

b) Calcule a quantidade máxima, em mols, de ácido perrênico que pode ser formada a partir de 930 mg de rênio metálico.

02) (UERJ) Pesquisas recentes visando à obtenção do elemento químico ununênio (Uun), de número atômico 119, baseiam-se no princípio da formação de um átomo a partir da fusão entre átomos menores. Considere um experimento de fusão completa, em um acelerador de partículas, entre átomos do titânio-48 e de outro elemento químico, resultando no Uun como único produto.

Indique o número atômico e o símbolo do outro elemento utilizado no experimento de fusão completa com o titânio.

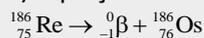
Em seguida, determine a quantidade de nêutrons do titânio-48 e escreva o símbolo do elemento de maior raio atômico pertencente ao mesmo grupo do titânio na tabela de classificação periódica.

RESPOSTAS

Manjando dos paranauê	Agora eu tô um nojo!	Nazaré confusa	Vem ENEM
01) C	01) A	01) VVVF	01) E
02) B	02) B	02) 15	02) D
03) C	03) B	03) C	03) D
04) B	04) E	04) B	04) A
05) E	05) B	05) C	05) C
06) A	06) B	06) 24	06) A
07) D	07) B	07) 06	07) E
08) C	08) A	08) B	08) C
09) D	09) D	09) E	09) C
10) E	10) B	10) A	10) A
	11) 30	11) E	11) D
	12) E	12) B	12) C
	13) A	13) B	13) B
	14) A	14) 07	14) E
			15) A
			16) E
			17) D
			18) A
			19) E
			20) A
			21) A

Abertas, lá vou eu!

01)

 a) Equação do decaimento do ^{186}Re :


Meia vida: tempo que demora para metade da amostra radioativa se desintegrar ($t_{1/2}$)

$$500 \text{ MBq} \xrightarrow{t_{1/2}} 250 \text{ MBq} \xrightarrow{t_{1/2}} 125 \text{ MBq} \xrightarrow{t_{1/2}} 62,5 \text{ MBq}$$



Após 12 dias, a amostra passou a ter atividade radioativa igual a 62,5 MBq (num total de 3 meias vidas)

$$t_{1/2} = 4 \text{ dias}$$

b)

$$930 \text{ mg} = 0,930 \text{ g}$$

$$x = 0,005 \text{ mol de HReO}_4$$

02)

Número atômico: 97.

Símbolo: Bk.

 Número de nêutrons: $48 - 22 = 26$.

Elemento de maior raio atômico: Rf.

