



Semipresencial

Supletivo - EJA

Química



Autor

Vanessa de Souza Nogueira

4^o. Unidade

FEDERAÇÃO DE ESCOLAS
SIMONSEN

FACULDADES E COLÉGIOS
CONDIÇÕES PARA ESTUDAR

www.simonsen.br Tel.: (0XX21) 2406-6444



4º Unidade

Capítulo XIII

Equilíbrio Químico	3
Questões de Enem e Vestibulares	12

Capítulo XIV

Eletroquímica	14
Questões de Enem e Vestibulares	20

Capítulo XV

Radioatividade	22
Questões de Enem e Vestibulares	26

Capítulo XVI

Reações Orgânicas (Química Orgânica)	28
Questões de Enem e Vestibulares	32

“Palavras amáveis não custam nada e conseguem muito.”
(Blaise Pascal)

Organização:

Apoio:





Capítulo XIII

Equilíbrio Químico

Estudo Geral dos Equilíbrios Químicos

Estado de Equilíbrio, o que é?

Bem, você pode imaginar uma situação real e que acontece no seu dia-a-dia.

Imagine uma garrafa de cerveja, quando a colocamos em um congelador ou freezer e esquecemos de retirá-la após um determinado tempo, possivelmente a garrafa teria estourado, mas muitas vezes isso não ocorre, ocorrendo um fenômeno que é denominado de supercongelamento, isto é, quando o líquido, no caso a cerveja, "esquece" de congelar, pois o processo de resfriamento foi muito rápido e as moléculas do líquido estão em um estado de equilíbrio. No entanto, quando retiramos a garrafa do congelador e a abrimos, ela estoura, pois diminuimos a pressão no interior da garrafa, ou seja, diminuimos a pressão dentro do sistema, o que provoca uma perturbação no estado de equilíbrio que se estabelecia dentro da garrafa.

Estados de Equilíbrio estão muito presentes no nosso dia-a-dia, seja em fenômenos físicos, biológicos e até mesmo fenômenos químicos.

Uma reação química é composta de duas partes separadas por uma flecha, a qual indica o sentido da reação. As espécies químicas denominadas como reagentes ficam à esquerda da flecha e, à direita, ficam os produtos, ou resultado da reação química.

Reagentes → Produtos



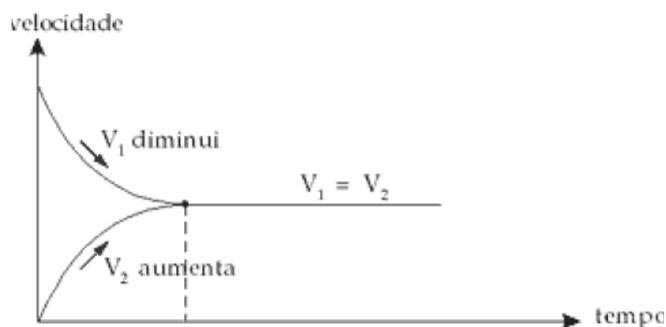
Quando a reação não se completa e os reagentes e produtos mantêm-se em equilíbrio, utilizam-se duas setas em sentidos contrários ou uma seta dupla para separar as duas partes da reação química. O equilíbrio químico é dinâmico, o qual indica que a reação que se processa em um sentido (dos reagentes para os produtos, sentido direto) tem a mesma taxa de desenvolvimento que a reação que se processa no sentido inverso (dos produtos para os reagentes)

Reagentes \rightleftharpoons Produtos

A + B \rightleftharpoons C + D

Exemplo

$aA + bB \leftrightarrow cC + dD$. V_1 expressa a velocidade da reação direta e V_2 a velocidade da reação inversa. Essas velocidades após certo tempo se igualam, e quando isso acontecer, teremos um **equilíbrio** e podemos escrever.

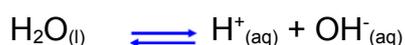


A existência de um equilíbrio químico dinâmico significa que a reação química nem sempre caminha para um final; ao invés disto, alguns reagentes e produtos coexistem no sistema. Este equilíbrio dinâmico é um estado em que parece que nada está ocorrendo, porém é um estado no qual reações químicas estão ocorrendo e frequentemente em velocidades rápidas.

Conforme o sentido da reação, as mesmas podem ser classificadas em **irreversíveis** (ou **reversíveis**). Nas reações irreversíveis as substâncias que atuam como reagentes se transformam em produtos da reação e entre os mesmos não existe nenhuma afinidade, e a reação não tem retorno, nem um equilíbrio é estabelecido, isto é, não é reversível.

Uma espécie química sempre vai existir em equilíbrio com outras formas de si mesma. As outras formas podem existir em quantidades não detectáveis porém elas sempre estarão presente. Estas outras formas originam devido a desordem natural da natureza que nós chamamos de entropia (é impossível ser perfeito).

Como exemplo, água pura consiste de compostos moleculares e íons dissociados que coexistem no equilíbrio:



O subscrito (l) se refere ao estado líquido, e o subscrito (aq) se refere aos íons em solução aquosa.

Constante de Equilíbrio

Se no gráfico acima V1 e V2 se igualam num determinado tempo (t) podemos escrever a constante de equilíbrio em termos de concentrações molares (Kc) ou pressões parciais (Kp). Escrevemos então:

$$K_c = \frac{[A]^a [B]^b}{[C]^c [D]^d}$$

$$K_p = \frac{P_A^a \cdot P_B^b}{P_C^c \cdot P_D^d}$$



1. Substâncias em solução aquosa e gases aparecem na expressão da constante de equilíbrio (Kc).
2. Substâncias gasosas aparecem na expressão da constante de equilíbrio em termos de pressões parciais (Kp).
3. Substâncias sólidas e líquidas (solventes) não aparecem na expressão da constante de equilíbrio.
4. **Kc** não varia com a concentração nem com a pressão, mas varia com a temperatura.
5. Quanto maior o **Kc**, maiores são as concentrações dos produtos em relação às dos reagentes, no equilíbrio.

Características gerais de um sistema em equilíbrio:

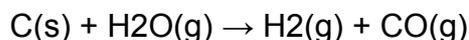
1. A velocidade da reação direta tem que ser igual à velocidade da reação inversa.
2. O equilíbrio é dinâmico e não estático como aparenta ser.
3. Após atingir o equilíbrio químico, as concentrações de cada participante no equilíbrio não mais se alteram.

Classificação do Equilíbrio Químico

- Quanto ao tipo de sistema:
 - a. **Equilíbrio homogêneo** – Trata-se de um equilíbrio constituído de uma única fase (monofásico).

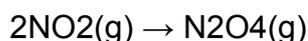


b. **Equilíbrio heterogêneo** – Trata-se de um sistema em equilíbrio constituído por mais de uma fase.

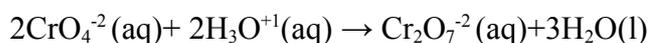


• Quanto à natureza das partículas em equilíbrio:

a. **Equilíbrio molecular** – Trata-se de um sistema em equilíbrio constituído somente por moléculas.



b. **Equilíbrio iônico** – Trata-se de um sistema em equilíbrio, em que há pelo menos um íon.



Fatores que Influenciam no Equilíbrio

Às vezes certas circunstâncias indicam que é necessário o conhecimento dos fatores que podem influenciar no equilíbrio de uma reação química, a fim de favorecer a formação de mais produtos de interesse.

Equilíbrio químico, sendo dinâmico, são passíveis de responder às mudanças nas condições sob as quais ocorrem as reações.

Se uma reação química está em equilíbrio ela vai tender a permanecer no equilíbrio e se ela não estiver em equilíbrio ela vai tender a alcançar o equilíbrio.

Se uma mudança nas condições da reação aumenta a taxa na qual os reagentes se transformam em produtos, então, a composição do equilíbrio se ajusta até que a taxa da reação inversa aumente para igualar com a nova taxa no sentido direto.

Se a mudança reduz a taxa da reação no sentido direto, então os produtos se decompõem em reagentes até que as duas taxas se igualem novamente. Devido ao efeito catalítico, as taxas de ambas as reações no sentido direto e inverso se igualam, não tem nenhum efeito na composição da mistura em equilíbrio.

Estas situações são explicadas pelo princípio de Le Chatelier, o qual, porém não fornece uma explicação nem tão pouco produz um valor numérico.

Efeito da Adição de Reagentes

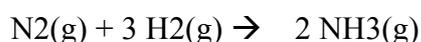
O efeito da adição de reagentes a uma reação química em equilíbrio é para aumentar a concentração ou pressão parcial dos produtos. O efeito da adição de produtos a uma reação

química é o inverso da adição de reagentes, ou seja, vai ocorrer o aumento da regeneração da concentração ou pressão parcial dos reagentes.

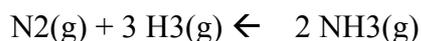
Supondo que nós adicionamos hidrogênio a uma mistura em equilíbrio na reação de síntese de Haber para produção de amônia, cuja reação é:



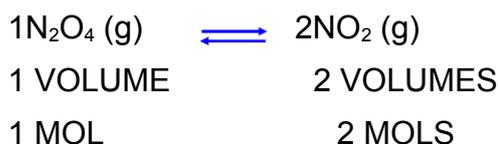
De acordo com o princípio de Le Chatelier, o equilíbrio vai tender a se ajustar para minimizar o aumento no número de moléculas de hidrogênio. Este ajuste é encontrado quando a reação produz amônia adicional, com conseqüente diminuição nas concentrações de N_2 e H_2 :



Inversamente, se adicionarmos amônia, o equilíbrio então vai se ajustar para minimizar o efeito da adição de amônia e então a composição do equilíbrio será deslocada em direção aos reagentes:



Efeito da Pressão



a. Com o aumento da pressão ocorrerá uma diminuição do volume, logo o deslocamento acontecerá no sentido em que houver redução da quantidade de mols.

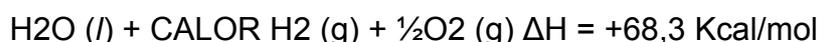
b. Se diminuirmos a pressão, ocorrerá um aumento do volume, logo o deslocamento acontecerá no sentido em que houver um aumento do número de mols.



Isto porque o princípio de Le Chatelier indica que quando uma pressão é aplicada em uma reação em equilíbrio, a composição tende a se deslocar na direção que corresponda a um menor número de moléculas na fase gasosa.



Efeito da Temperatura



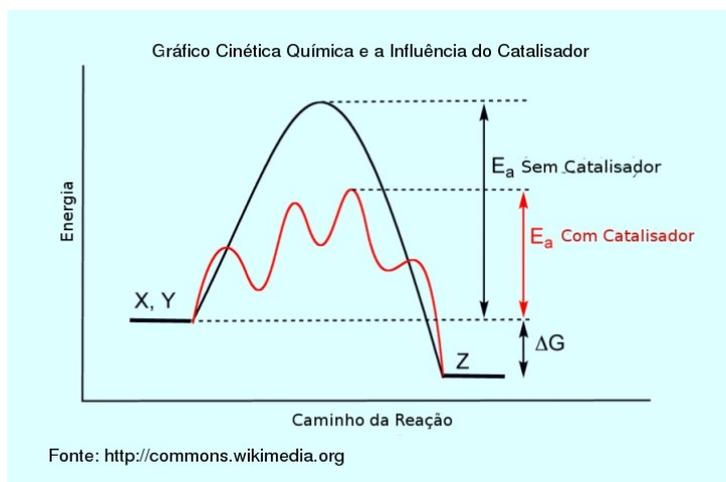
- a. O aumento da temperatura de uma reação desloca o equilíbrio no sentido da reação endotérmica
- b. A diminuição da temperatura desloca o equilíbrio no sentido da reação exotérmica.

Reação Endotérmica KC aumenta com a temperatura

Reação Exotérmica KC diminui com a temperatura.

Efeito do Catalisador

A adição de um **catalisador** direciona a reação para um novo mecanismo, o qual é mais rápido do que o sem a **catálise**. Contudo, o catalisador não afeta o valor da constante de equilíbrio, ele apenas faz com que o equilíbrio seja atingido em um tempo menor, conforme mostrado na figura a seguir:



Equilíbrio Iônico

É caso particular de equilíbrio químico que aparece íons.



Como acontece em qualquer equilíbrio, aqui também serão definidos α e K , que são:

α = grau de ionização ou grau de dissociação iônica

K = constante de ionização

O grau de ionização segue a definição geral:

$$\alpha = \frac{\text{número de moléculas ionizadas}}{\text{número de moléculas inicialmente dissolvidas}}$$



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$$

Quanto maiores forem o α e K , mais ionizado (mais forte) será o eletrólito. E ao contrário, quanto menores forem α e K , menos ionizado (mais fraco) será o eletrólito.

Equilíbrio Iônico da Água

Na água líquida ocorre o seguinte processo, conhecido como equilíbrio de auto-ionização da água. Essa constante é chamada de **produto iônico da água** e simbolizada por **K_w** :



$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] \text{ Expressão do produto iônico da água}$$

Assim, podemos dizer que, quanto maior for $[\text{H}^+]$ em uma solução, menor será $[\text{OH}^-]$ e vice versa. Dentro desse contexto, definem-se:

Meio neutro: $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$

Meio ácido: $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$

Meio básico: $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$

As Escalas de pH e pOH

A partir de agora sempre nos referiremos ao equilíbrio de auto-ionização da água a 25°C, salvo menção em contrário. Nessa temperatura, o produto de $[\text{H}^+]$ e $[\text{OH}^-]$ (vale $1,0 \cdot 10^{-14}$).

$$[\text{H}^+].[\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ (25°C)}$$

Potencial hidrogeniôco (pH) de uma solução:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Potencial hidroxiliônico (pOH) de uma solução:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

Meio neutro: $[\text{H}^+] = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$ $\text{pH} = 7$

$$[\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \quad \text{pOH} = 7$$

Meio ácido: $[\text{H}^+] > 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$ $\text{pH} < 7$

$$[\text{OH}^-] < 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \quad \text{pOH} > 7$$

Meio básico: $[\text{H}^+] < 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$ $\text{pH} > 7$

$$[\text{OH}^-] > 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \quad \text{pOH} < 7$$

Ao estudante, contudo, é particularmente útil perceber que, como consequência da definição $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, decorre que a concentração hidrogeniônica (isto é, concentração de íons hidrogênio, $[\text{H}^+]$) é igual a $10^{-\text{pH}}$ mol/L.

Para entender, acompanhe os exemplos:

- Água pura possui $\text{pH}=7$, portanto, $[\text{H}^+]=10^{-7}$ mol/L.
- Um vinagre com $\text{pH}=3$ apresenta $[\text{H}^+]=10^{-3}$ mol/L.
- Um produto de limpeza com $\text{pH}=12$ tem $[\text{H}^+]=10^{-12}$ mol/L.
- Um suco de limão de $\text{pH}=2,2$ possui $[\text{H}^+]=10^{-2,2}$ mol/L.

Acidez ou basicidade de uma solução depende do predomínio do íon H^+ ou OH^- . Uma maneira bastante prática de expressar a acidez ou basicidade de uma solução é a chamada escala de pH. Esta varia de 0 a 14. O ponto médio, $\text{pH} = 7$, representa o meio neutro ($[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$). Para os valores menores que 7, temos o intervalo das soluções ácidas. Nele quanto mais próximo de zero, mais elevado o caráter ácido da solução ($[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$). Para os valores maiores que 7, temos o intervalo das soluções básicas. Nele quanto mais próximo de 14, mais elevado o caráter básico da solução ($[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$).



O pH de uma solução pode ser definido a partir da concentração molar de íons H_3O^{1+} ou

H^{1+}

$$[\text{H}^{1+}] = 10^{-\text{pH}}$$

soluções ácidas	soluções neutras	soluções básicas
$\text{pH} < 7$ $[\text{H}_3\text{O}^{1+}] > 10^{-7} \text{ mol/L}$ $[\text{OH}^{1-}] < 10^{-7} \text{ mol/L}$	$\text{pH} = 7$ $[\text{H}_3\text{O}^{1+}] = 10^{-7} \text{ mol/L}$ $[\text{OH}^{1-}] = 10^{-7} \text{ mol/L}$	$\text{pH} > 7$ $[\text{H}_3\text{O}^{1+}] < 10^{-7} \text{ mol/L}$ $[\text{OH}^{1-}] > 10^{-7} \text{ mol/L}$

Indicadores de pH

Com auxílio de chamados indicadores ácido-base, que são substâncias que mudam de cor em certa faixa de pH, chamado então viragem do indicador. Por exemplo:

Alguns indicadores ácido-base



Valores de pH de algumas "Substâncias"

Substância	Valores de pH
Suco gástrico (suco digestivo do estômago)	1,2-3,0
Suco de limão	2,2-2,4
Suco de uva, vinagre, vinho	3,0
Refrigerantes carbonatados	3,0-3,5
Fluido vaginal*	3,5-4,5
Suco de abacaxi, suco de laranja	3,5
Suco de tomate	4,2
Café	5,0
Urina*	4,6-8,0
Saliva*	6,35-6,85
Leite	6,6-6,9
Água destilada (pura)	7,0
Sangue*	7,35-7,60
Sêmen (fluido que contém espermatozoides)*	7,20-7,60
Líquido cerebrospinal (fluido associado ao sistema nervoso)*	7,4
Suco pancreático (suco do pâncreas)*	7,1-8,2
Ovos	7,6-8,0
Bile (secreção do fígado que auxilia na digestão das gorduras)*	7,6-8,6
Leite de magnésia	10,0-11,0
Detergente	14,0
**Substâncias* no corpo humano	

QUESTÕES DO ENEM E VESTIBULARES

1

Nas condições ambientes, é exemplo de sistema em estado de equilíbrio uma:

- A) xícara de café bem quente;
- B) garrafa de água mineral gasosa fechada;
- C) chama uniforme de bico de Bunsen;
- D) porção de água fervendo em temperatura constante
- E) tigela de feijão cozido

2

Com relação às reações reversíveis, ao conceito de equilíbrio químico e aos fatores que o afetam, é correto afirmar:

- A) Para o equilíbrio $\text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{5(g)}$ uma redução no volume do recipiente desloca o equilíbrio no sentido da reação direta (formação do $\text{PCl}_{5(g)}$).
- B) Uma reação química cessa após o estabelecimento do equilíbrio, pois as concentrações molares de reagentes e produtos permanecem constantes.
- C) Para o equilíbrio $\text{H}_{2(g)} + \text{CO}_{2(g)} = \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{CO}_{(g)}$ $H = +41\text{KJ}$ um aumento da temperatura provocará um aumento da concentração de $\text{H}_{2(g)}$ e $\text{CO}_{2(g)}$.
- D) Uma reação atinge o equilíbrio quando a velocidade de formação dos produtos é maior que a velocidade da reação inversa.
- E) Os reagentes se transformam totalmente em produtos quando uma reação atinge o equilíbrio.
- F) Se a constante de equilíbrio para a reação: $\text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(g)}$ a 100°C é $K_c = 4,6 \times 10^9$ (mol/L), após o equilíbrio ser estabelecido, em um sistema fechado, as concentrações de $\text{Cl}_{2(g)}$ e de $\text{CO}_{(g)}$ serão muito pequenas.

3

Um proprietário de terras resolveu construir tanques de pesca. Escavou a terra, encheu o tanque de água e colocou algumas espécies de peixes. Após algum tempo, observou a contragosto que alguns peixes morreram. Levando uma amostra da água para análise, foi constatado que a água estava muito ácida e a concentração de íons H_3O^{1+} era igual a 10^5 mol/L. Dado o pH de sobrevivência de algumas espécies de peixe (abaixo desse pH os peixes morrem), responda quais espécies poderão sobreviver neste tanque.

peixe	pH de sobrevivência
trutas	5,2
carpas	5,4
piabas	4,5

**4**

Ao tomar dois copos de água, uma pessoa diluiu seu suco gástrico (solução contendo ácido clorídrico), de $\text{pH} = 1$, de 50 para 500mL. Qual será o pH da solução resultante logo após a ingestão da água?

- A) 0
- B) 2
- C) 4
- D) 6
- E) 10

5

A bile, segregada pelo fígado, é um líquido amargo, esverdeado e muito importante na digestão. Sabendo que a concentração de íons H_3O^+ na bile é $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$, determine o pH da bile, dizendo se é ácida, básica ou neutra.

- A) $\text{pH} = 8,00$, solução básica
- B) $\text{pH} = 9,00$, solução ácida
- C) $\text{pH} = 7,00$, solução neutra
- D) $\text{pH} = 3,00$, solução ácida
- E) Impossível determinar o pH dessa solução

6

A análise de uma amostra de sabão revelou um $\text{pH} = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$. Determine o valor de pOH da amostra.

- A) $\text{pOH} = 8,00$
- B) $\text{pOH} = 10,00$
- C) $\text{pOH} = 4,00$
- D) $\text{pOH} = 3,00$
- E) Impossível determinar o pOH dessa solução



Capítulo XIV

Eletroquímica

História da Eletricidade começa na Antiguidade, a partir da Grécia Antiga. Segundo Tales de Mileto, ao se esfregar um pedaço de âmbar com pele de carneiro, era possível observar que pedaços de palha eram atraídos pelo âmbar. A palavra *eléktron* (ἤλεκτρον) significa âmbar em grego. Em relação ao seu desenvolvimento no Oriente, especula-se que objetos encontrados no Iraque, datados de 250 a.C., seriam utilizados como um tipo de bateria.

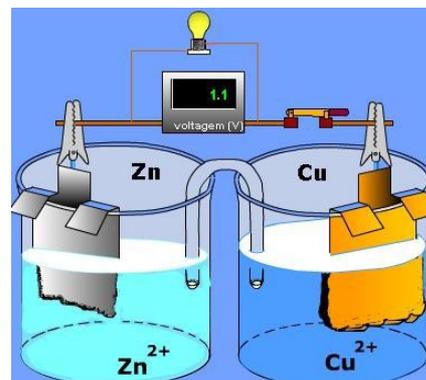
A eletroquímica abrange todos os processos químicos que envolvem transferência de elétrons. Quando um processo químico ocorre, produzindo transferência de elétrons, é chamado de **pilha**, ou bateria, mas quando o processo químico é provocado por uma corrente elétrica (variação da quantidade de elétrons no tempo), este processo é denominado de eletrólise. (Resumindo: pilha e bateria são processos químicos que ocorrem espontaneamente e gera corrente elétrica, já **eletrólise** é um processo químico (reação química) que ocorre de forma não espontânea, ou seja, ocorre na presença de uma corrente elétrica).

Pilhas e baterias são usadas por todos nós no cotidiano em diferentes aparelhos, como por exemplo, controle remoto, celular, entre outros.

Pilhas

Podemos definir pilha como, qualquer dispositivo no qual uma reação de oxidação espontânea produz corrente elétrica. Esse fenômeno transforma a energia química em energia elétrica. As pilhas são formadas por um conjunto de metais mergulhados em uma solução salina eletrolítica de íon comum, esse conjunto é denominado eletrodo e nele ocorre a transferência eletrônica necessária para gerar energia elétrica.

Observando o sistema acima, observamos o eletrodo de Zinco ligado externamente ao eletrodo de Cobre através de um fio condutor pelo qual os elétrons migram de um pólo a



outro da pilha, e suas soluções entram em contato através de uma ponte salina que permite o fluxo iônico das soluções eletrolíticas.

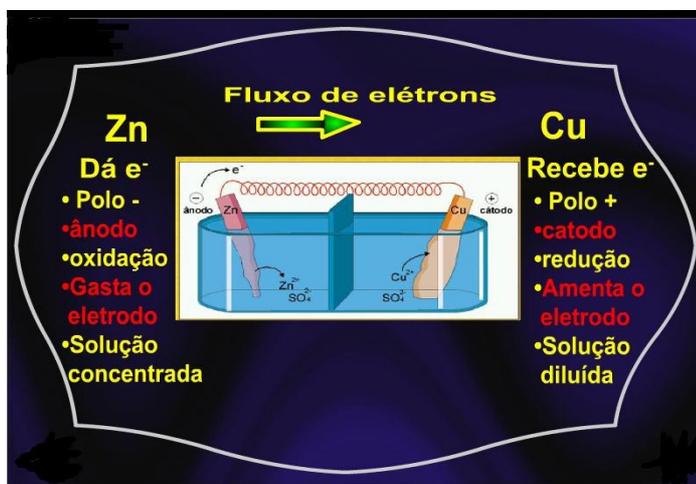
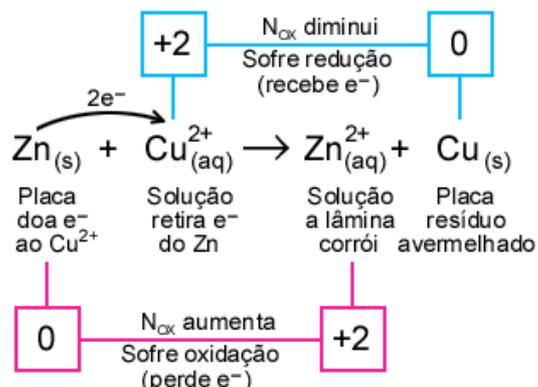
A equação a seguir descreve a pilha esquematizada a cima que é conhecida como pilha de Daniell, pode-se perceber pelas equações que os elétrons partem do zinco em direção ao cobre, ou seja, o eletrodo de zinco oxida, doando elétrons ao eletrodo de cobre o qual é reduzido:

$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$,
representando os fenômenos em separado, teremos:

Semi – reação de oxidação: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

Semi – reação de redução: $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

Observe que o $Zn(s)$ doa elétrons e tem seu nox aumentado, fazendo assim o processo de oxidação. O $Cu^{2+}(aq)$ recebe elétrons do zinco e tem seu nox diminuído, fazendo o processo de redução. Dessa forma podemos concluir que o $Zn(s)$ é o agente redutor e o $Cu^{2+}(aq)$ é o agente oxidante. O eletrodo que sofre oxidação é chamado de **anodo**, dele os elétrons partem em direção ao eletrodo que sofre redução chamado de **catodo**. O eletrodo que recebe os elétrons (catodo) é dito pólo positivo da pilha e o eletrodo da onde partem os elétrons é dito pólo negativo da pilha. Esquematizando temos:



Potenciais de Eletrodo (E°)

Como podemos saber quem oxida e quem reduz em um sistema de pilha?

Cada eletrodo tem sua característica bem definida, ou seja, existem eletrodos com maior tendência a reduzir e outros a oxidar. A medida dessa característica é observada

experimentalmente pelos Potenciais de Eletrodo. A medida de potenciais de eletrodo se baseia em um padrão que é o eletrodo de $H_2/2H^+$, ao qual é atribuído $E^\circ = 0,0V$.



Quanto maior for o E° red, mais fácil será sua redução e mais forte será o oxidante.

Quanto menor for o E° red, mais fácil será sua oxidação e mais forte será o redutor.

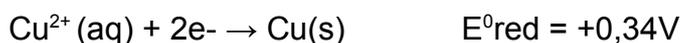
Observe a tabela a seguir dos Potenciais de Eletrodo:

POTENCIAIS-PADRÃO DE ELETRODO (em volts)				
Potenciais de redução				Potenciais de oxidação
-3,045	Li	⇌	Li ¹⁺ + 1e ⁻	+ 3,045
-2,925	Rb	⇌	Rb ¹⁺ + 1e ⁻	+ 2,925
-2,924	K	⇌	K ¹⁺ + 1e ⁻	+ 2,924
-2,923	Cs	⇌	Cs ¹⁺ + 1e ⁻	+ 2,923
-2,92	Ra	⇌	Ra ²⁺ + 2e ⁻	+ 2,92
-2,90	Ba	⇌	Ba ²⁺ + 2e ⁻	+ 2,90
-2,89	Sr	⇌	Sr ²⁺ + 2e ⁻	+ 2,89
-2,87	Ca	⇌	Ca ²⁺ + 2e ⁻	+ 2,87
-2,71	Na	⇌	Na ¹⁺ + 1e ⁻	+ 2,71
-2,375	Mg	⇌	Mg ²⁺ + 2e ⁻	+ 2,375
-1,87	Be	⇌	Be ²⁺ + 2e ⁻	+ 1,87
-1,66	Al	⇌	Al ³⁺ + 3e ⁻	+ 1,66
-1,18	Mn	⇌	Mn ²⁺ + 2e ⁻	+ 1,18
-0,76	Zn	⇌	Zn ²⁺ + 2e ⁻	+ 0,76
-0,74	Cr	⇌	Cr ³⁺ + 3e ⁻	+ 0,74
-0,48	S ²⁻	⇌	S + 2e ⁻	+ 0,48
-0,44	Fe	⇌	Fe ²⁺ + 2e ⁻	+ 0,44
-0,403	Cd	⇌	Cd ²⁺ + 2e ⁻	+ 0,403
-0,28	Co	⇌	Co ²⁺ + 2e ⁻	+ 0,28
-0,24	Ni	⇌	Ni ²⁺ + 2e ⁻	+ 0,24
-0,14	Sn	⇌	Sn ²⁺ + 2e ⁻	+ 0,14
-0,13	Pb	⇌	Pb ²⁺ + 2e ⁻	+ 0,13
-0,036	Fe	⇌	Fe ³⁺ + 3e ⁻	+ 0,036
-0,000	H _{2(g)}	⇌	2H ₃ O ¹⁺ + 2e ⁻	0,000
+ 0,15	Cu	⇌	Cu ²⁺ + 1e ⁻	-0,15
+ 0,15	Sn ²⁺	⇌	Sn ⁴⁺ + 2e ⁻	-0,15
+ 0,337	Cu	⇌	Cu ²⁺ + 2e ⁻	-0,337
+ 0,40	2OH ¹⁻	⇌	$\frac{1}{2}$ O ₂ + H ₂ O + 2e ⁻	-0,40
+ 0,54	2I ¹⁻	⇌	I ₂ + 2e ⁻	-0,54
+ 0,77	Fe ²⁺	⇌	Fe ³⁺ + 1e ⁻	-0,77
+ 0,80	Ag	⇌	Ag ¹⁺ + 1e ⁻	-0,80
+ 0,85	Hg	⇌	Hg ²⁺ + 2e ⁻	-0,85
+ 0,88	2OH ¹⁻	⇌	H ₂ O ₂ + 2e ⁻	-0,88
+ 1,07	2Br ¹⁻	⇌	Br ₂ + 2e ⁻	-1,07
+ 1,36	2Cl ¹⁻	⇌	Cl ₂ + 2e ⁻	-1,36
+ 1,41	Au ¹⁺	⇌	Au ³⁺ + 2e ⁻	-1,41
+ 1,50	Au	⇌	Au ³⁺ + 3e ⁻	-1,50
+ 1,84	Co ²⁺	⇌	Co ³⁺ + 1e ⁻	-1,84
+ 2,87	2F ¹⁻	⇌	F ₂ + 2e ⁻	-2,87

Total pilha grada uma determinada diferença de potencial (DDP) a qual vem expressa na unidade de volts em sua embalagem. Para calcular a DDP de uma pilha basta aplicarmos a relação a seguir:

$$\Delta E^0 = E^0_{\text{catodo}} - E^0_{\text{anodo}}$$

Exemplificando para a pilha de Daniell, estudada anteriormente:



$$\Delta E^0 = E^0_{\text{maior}} - E^0_{\text{menor}}$$

$$\Delta E^0 = +0,34 - (-0,76)$$

$$\Delta E^0 = +1,10\text{V}$$

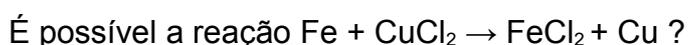


Podemos proteger superfícies metálicas da corrosão através do uso de eletrodos ou metais de sacrifício. Basta recobrimos a superfície metálica a proteger totalmente ou parcialmente com um metal de menor potencial de redução, ou seja, mais sensível a oxidação. Dessa forma esse metal é oxidado ou “corroído”, protegendo o outro metal que fica no estado reduzido.

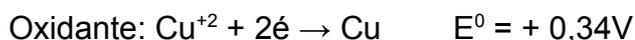
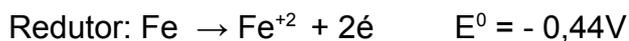
Exemplos: Ferro galvanizado (ferro revestido de zinco), Lata (ferro revestido de estanho), Ferro com plaquetas de Zn ou Mg presas na superfície e que funcionam como eletrodo de sacrifício.

Previsão de Espontaneidade das Reações de Oxi-Redução

Todo elemento ou substância que está mais acima da tabela age como redutor (e, portanto, sofre oxidação) em relação aos “de baixo” (que age então como oxidantes, sofrendo reduções). Por exemplo:



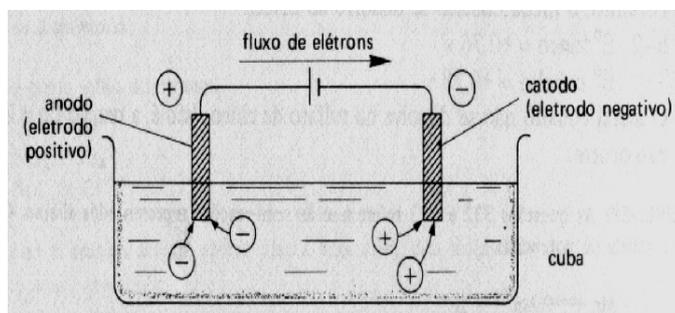
Essa reação equivale, ionicamente, a: $\text{Fe} + \text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^{+2} + \text{Cu}$. Da tabela, tiramos os seguintes valores:



Sendo $\Delta E^0 > 0$, concluímos que essa reação é possível.

Eletrólise

Ao contrário das pilhas, a eletrólise é um processo não espontâneo. Na pilha ocorre uma reação de oxidação-redução espontânea que gera corrente elétrica detectável num circuito externo. Na eletrólise ocorre uma reação de oxidação-redução não espontânea que consome corrente elétrica de uma bateria ligada ao sistema.



A **bateria** garante o fluxo de elétrons do pólo positivo para o negativo. O **ânodo** é o pólo positivo, os íons negativos da solução ou sal fundido (no caso da eletrólise ígnea) são atraídos para ele e nele se descarregam. Os elétrons fornecidos ao eletrodo positivo são enviados pela bateria para o **cátodo** (ou eletrodo negativo). No eletrodo negativo os íons positivos da solução são reduzidos através do recebimento de elétrons. O fluxo de íons através da solução permite o fechamento do circuito.

Resumindo:

Ânodo - eletrodo de onde se originam os elétrons, é onde ocorre a oxidação.

Cátodo - eletrodo para onde se dirigem os elétrons, é onde ocorre a redução.

AB => A⁺ + B⁻ (ionização ou dissociação)



Os íons formados durante o processo de ionização ou dissociação são bastante estáveis. Fazê-los passar ao estado de substância simples demanda uma energia que é fornecida pela corrente elétrica.

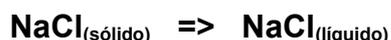
Para que ocorra a eletrólise, os íons devem apresentar mobilidade para que possam se dirigir para os eletrodos. Essa mobilidade é conseguida através da fusão de uma substância iônica ou dissolução da mesma em água.

Eletrólise Ígnea

O termo ígnea vem do latim igneu: **ardente**.

A eletrólise ígnea exige eletrodos inertes que possuam elevado ponto de fusão. Geralmente são usados a platina ou grafita.

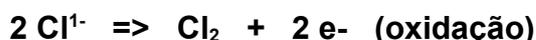
A eletrólise do NaCl é um processo economicamente importante. O NaCl se funde à temperatura de 808 °C.



Através de dissociação:



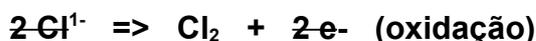
Os íons Cl^{1-} se dirigem para o ânodo (pólo positivo), perdem seus elétrons e são transformados em gás cloro, Cl_2 .



Os íons Na^{1+} se dirigem para o cátodo (pólo negativo), recebem um elétron e são transformados em sódio metálico (Na^0). A equação foi multiplicada por 2 para igualar o número de elétrons na redução e na oxidação.



A equação global da eletrólise é dada pela soma das reações de dissociação do sal e das reações que ocorrem nos eletrodos.



QUESTÕES DO ENEM E VESTIBULARES

1

Uma pilha a combustível é um dispositivo eletroquímico no qual a reação de um combustível com oxigênio produz energia elétrica. Esse tipo de pilha tem por base as semi-reações apresentadas na tabela a seguir. A outra figura mostra o esquema de uma pilha a combustível.

De acordo com as informações do enunciado e da figura acima, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

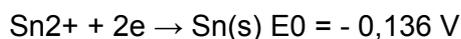
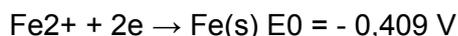
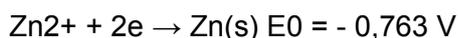
- A) () O gás hidrogênio atua na pilha como agente oxidante.
 B) () A diferença de potencial elétrico padrão da pilha é + 1,23 V.
 C) () O oxigênio sofre redução.
 D) () A obtenção de energia elétrica neste dispositivo é um processo espontâneo.
 E) () A equação global da pilha no estado padrão é $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{liq})$.
 F) () A diferença de potencial elétrico padrão da pilha é + 0,43 V.

2

A corrosão de ferro metálico envolve a formação de íons Fe^{2+} . Para evitá-la, chapas de ferro são recobertas por uma camada de outro metal. Em latas de alimentos a camada é de estanho metálico e em canos d'água, de zinco metálico. Explique por que:

- A) a camada de zinco evita a corrosão de canos d'água;
 B) quando a camada de estanho é danificada, expondo a camada do ferro, a corrosão acontece mais rapidamente do que quando a referida camada está ausente.

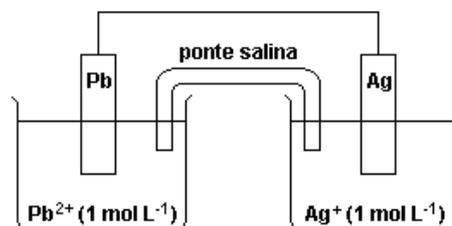
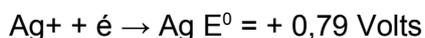
Dados: Potenciais padrões de redução a 25°C.



3

A seguir são feitas algumas afirmativas sobre a célula galvânica representada abaixo:

Potenciais padrão de redução (E°):

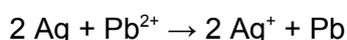


I - O potencial teórico da pilha (E°) é 0,92 Volts.

II - O eletrodo de prata será o ânodo nesta célula.

III - Ocorre passagem espontânea de elétrons do eletrodo de chumbo para o de prata.

IV - A reação total para esta célula pode ser representada por:

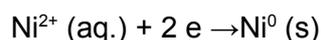


São afirmativas CORRETAS:

- A) I, II e IV.
- B) I e III.
- C) II e III.
- D) II e IV.
- E) I e IV.

4

Nas semi-reações:



O ΔE da pilha, o cátodo e o ânodo são, respectivamente:

Dados: $E^\circ \text{ red. Ag} = + 0,80\text{V}$; $E^\circ \text{ red. Ni} = - 0,24\text{V}$

(a 25°C e 1 atm.)

- A) + 1,04 V, prata, níquel.
- B) + 1,04 V, níquel, prata.
- C) - 0,56 V, prata, níquel.
- D) - 1,04 V, níquel, prata.
- E) + 0,56 V, prata, níquel.



Capítulo XV

Radioatividade

Ser atingido por radiação é algo sutil e impossível de ser percebido imediatamente, já que no momento do impacto não ocorre dor ou lesão visível. Bem diferente de ser atingido por uma bala de revólver, por exemplo, cujo efeito destrutivo é sentido e contatado na hora.

A radiação ataca as células do corpo individualmente, fazendo com que os átomos que compõem as células sofram alterações em sua estrutura. As ligações químicas podem ser alteradas, afetando o funcionamento das células. Isso, por sua vez, provoca com o tempo conseqüências biológicas no funcionamento do organismo como um todo; algumas conseqüências podem ser percebidas a curto prazo, outras a longo prazo.; às vezes vão apresentar problemas somente os descendentes (filhos, netos) da pessoa que sofreu alguma alteração genética induzida pela radioatividade.

Radioatividade - Existem na Natureza alguns elementos fisicamente instáveis, cujos átomos, ao se desintegrarem, emitem energia sob forma de radiação. Dá-se o nome **radioatividade** justamente a essa propriedade que tais átomos têm de emitir radiação.

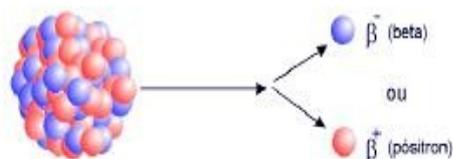
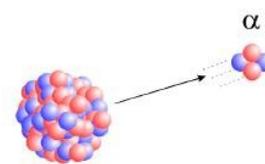
O urânio-235, o cézio-137, o cobalto-60, o tório-232 são exemplos de elementos fisicamente instáveis ou *radioativos*. Eles estão em constante e lenta desintegração, liberando energia através de ondas eletromagnéticas (raios gamas) ou partículas subatômicas com altas velocidades (partículas alfa, beta e nêutrons). Esses elementos, portanto, emitem radiação constantemente.

A radioatividade foi descoberta pelos cientistas no final do século passado. Até aquela época predominava a idéia de que os átomos eram as menores partículas de qualquer matéria e semelhantes a esferas sólidas. A descoberta da radiação revelou a existência de partículas menores que o átomo: os prótons e os nêutrons, que compõem o núcleo do átomo, e os elétrons, que giram em torno do núcleo.

Emissões Radioativas

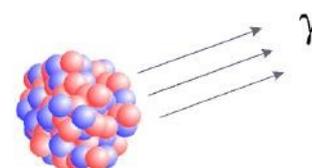
Existem vários tipos de radiação; alguns exemplos: partículas alfa, partículas beta, nêutrons, raios X e raios gama. As partículas alfa, por terem massa e carga elétrica relativamente maior que as outras citadas, podem ser facilmente detidas, até mesmo por uma

folha de papel; elas em geral não conseguem ultrapassar as camadas externas de células mortas da pele de uma pessoa, sendo assim praticamente inofensivas. Entretanto, podem ocasionalmente penetrar no organismo através de um ferimento ou por aspiração, provocando lesões graves. Sua constituição é de núcleos de Hélio, dois prótons e dois nêutrons, podendo ser representadas por ${}^4_2\alpha$



Já as partículas beta são capazes de penetrar cerca de um centímetro nos tecidos, ocasionalmente danos à pele, mas não aos órgãos internos, a não ser que sejam engolidas ou aspiradas. As partículas beta são semelhantes aos elétrons, possuem massa desprezível e carga elétrica (relativa) igual a -1. São portanto, representados por ${}^0_{-1}b$

Os raios gama e os raios X são extremamente penetrantes, podendo atravessar o corpo humano, sendo detidos somente por uma parede grossa de concreto ou metal. As radiações gama são semelhantes ao Raios X. Não possuem massa e nem carga elétrica, são portanto representados por ${}^0_0\gamma$



Reações Transmutação

São reações que, quando há o bombardeamento de núcleos estáveis com partículas alfa, próton, nêutron, etc. originam novos elementos. Esse tipo de reação é conhecida como transmutação artificial. Existe também a transmutação natural.

Rutherford realizou a primeira transmutação artificial, após bombardear o nitrogênio com partículas α , obteve oxigênio artificial.



Veja ao lado as principais partículas e radiações envolvidas nas reações de transmutação:

Alfa: 2 prótons + 2 nêutrons ${}^4_2\alpha$

Beta: 1 elétron ${}^0_{-1}\beta$

Gama: ondas eletromagnéticas pequenas ${}^0_0\gamma$

Neutrino: partícula neutra de massa desprezível; surge na desintegração de um próton ou nêutron ${}^0_0\nu$

Próton: núcleo de hidrogênio ${}^1_1\text{p}$

Nêutron: partícula neutra de massa quase igual à do próton ${}^1_0\text{n}$



Dêuteron: núcleo de deutério (isótopo de hidrogênio) = 1 próton + 1 nêutron 2_1d

Pósitron: partícula positiva da massa igual à do elétron ${}^0_{+1}\beta$

Meia-vida

Cada elemento radioativo, seja natural ou obtido artificialmente, se transmuta (se desintegra ou decai) a uma velocidade que lhe é característica.

Para se acompanhar a duração (ou a vida) de um elemento radioativo foi preciso estabelecer uma forma de comparação.

Por exemplo, quanto tempo leva para um elemento radioativo ter sua atividade reduzida à metade da atividade inicial? Esse tempo foi denominado meia-vida do elemento.



Meia-vida, portanto, é o tempo necessário para a atividade de um elemento radioativo ser reduzida à metade da atividade inicial.

Isso significa que, para cada meia-vida que passa, a atividade vai sendo reduzida à metade da anterior, até atingir um valor insignificante, que não permite mais distinguir suas radiações das do meio ambiente. Por exemplo:

${}_{86}\text{Rn}^{220}$ – 55 s

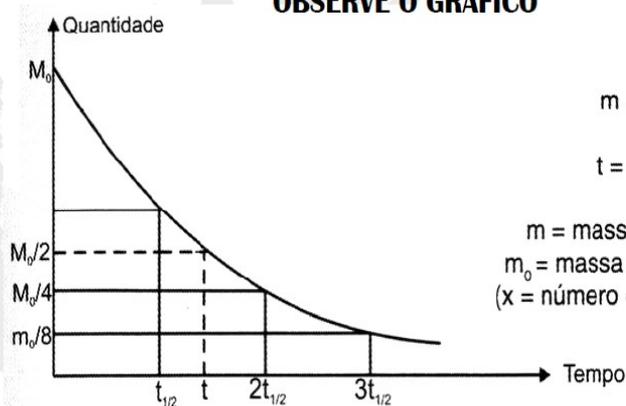
${}_{92}\text{U}^{239}$ – 55 min

${}_{92}\text{U}^{237}$ – 7 dias

${}_{27}\text{Co}^{60}$ – 5 anos

Massa	m_0	$\frac{m_0}{2^2}$	$\frac{m_0}{2^1}$	$\frac{m_0}{2^3}$...	$\frac{m_0}{2^x}$
Tempo	0	$1 \cdot t_{1/2}$	$2 \cdot t_{1/2}$	$3 \cdot t_{1/2}$...	$x \cdot t_{1/2}$

OBSERVE O GRÁFICO



$$m = \frac{m_0}{2^x}$$

$$t = x \cdot t_{1/2}$$

m = massa no tempo t
 m_0 = massa no tempo zero
 x = número de meias-vidas

Fissão e Fusão Nuclear

Durante a segunda Guerra Mundial, a humanidade se deparou com uma arma que chocou o mundo. A destruição das cidades de Hiroshima e Nagasaki, em 1945, mostrou ao mundo o grande poder de destruição da fissão nuclear.

Fissão nuclear é o processo em que se “bombardeia” o núcleo de um elemento radioativo, com um nêutron. Essa colisão resulta na criação de um isótopo do átomo, totalmente instável, que se quebra formando dois novos elementos e liberando grandes quantidades de energia.

A fusão nuclear ocorre quando dois ou mais núcleos de um mesmo elemento se fundem e formam outro elemento, liberando energia. Um exemplo de fusão nuclear é o que acontece no interior das estrelas, quando quatro núcleos de hidrogênio se fundem para formar um átomo de hélio. Esse processo libera uma quantidade de energia muito maior do que a liberada no processo de fissão nuclear.

Em 1952, foi criada a bomba H (bomba de hidrogênio), que tinha como reator nuclear a fusão do hidrogênio. Essa incrível arma de destruição gerou, em seu primeiro experimento, uma energia cerca de mil vezes maior do que a bomba A (bomba atômica) de fissão nuclear. A principal diferença entre o reator de uma bomba atômica e o reator de uma usina nuclear, é que nessa a reação de fusão é controlada, e acontece sempre em quantidades suficientes para aquecer a água, que irá evaporar e girar as turbinas da usina. Na bomba atômica essa reação não é controlada.

Atualmente, a produção de energia nuclear tem se destinado à obtenção de energia elétrica, chamadas de usinas termonucleares. Esse nome se dá em razão do aquecimento dos nêutrons, usados para a fissão do núcleo de átomos como o urânio (^{235}U), que gera um alto grau de agitação, fazendo do nêutron um excelente projétil para quebra do núcleo.





QUESTÕES DO ENEM E VESTIBULARES

1

O isótopo do iodo $^{53}_{131}\text{I}$ produzido artificialmente é usado no diagnóstico do câncer na tireóide. Quando se ingere iodo, ele fica acumulado na tireóide. Em estado normal, a glândula absorve pouco o iodo radioativo, mas, afetada pelo câncer, absorve-o em maior quantidade, podendo ser destacado por meio de detectores de radioatividade. Sabendo-se que o tempo de meia-vida do isótopo $^{53}_{131}\text{I}$ é de 8 dias, e que, após 40 dias, encontra-se uma massa de 0,5g, qual a massa inicial do isótopo, em gramas?

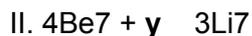
2

Quanto mais cedo o paciente usar altas doses de radiações beta, maior será a possibilidade de atrasar ou até mesmo de frear o avanço da esclerose múltipla, segundo pesquisa publicada no *New England Journal of Medicine*, em setembro de 2000. Sendo assim podemos imaginar o Bi-210 como uma possível alternativa para o tratamento da esclerose múltipla. Se, após 1 hora, a radiação do Bi-210 diminui para 12,5% do valor inicial, a sua meia-vida é de:

- A) 20 minutos
- B) 30 minutos
- C) 40 minutos
- D) 50 minutos
- E) 60 minutos

3

Considere as seguintes equações relativas a processos nucleares:



Ao completar as equações dadas, as partículas **x**, **y**, **z** e **w** são, respectivamente:

- A) pósitron, alfa, elétron e elétron.
 B) elétron, alfa, elétron e pósitron.
 C) alfa, elétron, elétron e pósitron.
 D) elétron, elétron, pósitron e elétron.
 E) elétron, elétron, pósitron e nêutron.
-

4

Considere as seguintes desintegrações:



As partículas X, Y, T e Z emitidas são, respectivamente:

- A) 1 alfa, 1 próton, 1 beta, 2 nêutrons.
 B) 4 nêutrons, 1 nêutron, 1 alfa, 2 beta.
 C) 2 alfa, 1 hélio, 1 nêutron, 2 nêutrons.
 D) 4 prótons, 2 nêutrons, 1 próton, 1 alfa.
 E) 4 hélios, 1 próton, 1 beta, 2 prótons.



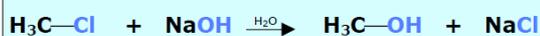
Capítulo XV

Reações Orgânicas

Tipos de Reações

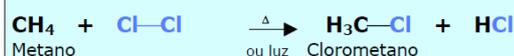
Reações de Substituição

São aquelas onde um átomo ou radical da molécula orgânica é substituído por um átomo ou radical. Por exemplo:

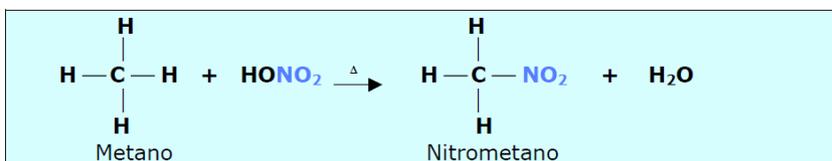


- **Substituição de Alcanos**

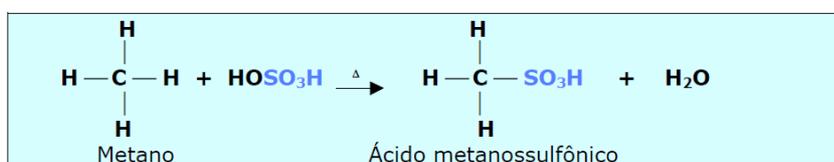
1. Halogenação (Cl_2 ou Br_2)



2. Nitração ($\text{HNO}_3 = \text{HONO}_2$)

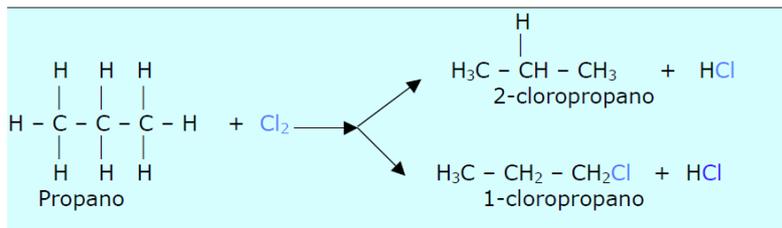


3. Sulfonação (H_2SO_4 ou HOSO_3H)



Em alcanos mais complexos a ordem de reatividade dos hidrogênios é:

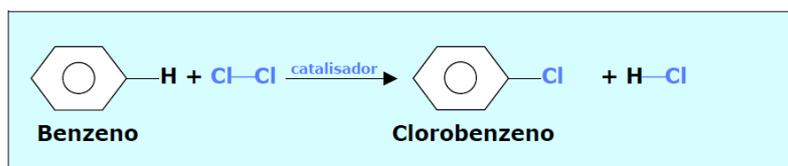
H ligado a C terciário > H ligado a C secundário > H ligado a C primário



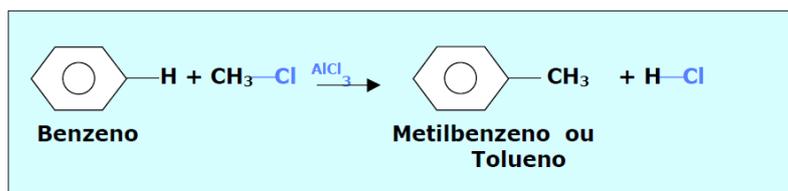
Obs.: Na reação acima forma-se maior quantidade de 2-cloropropano do que 1-cloropropano.

• Substituição em Aromáticos

1. Halogenação (Cl₂ ou Br₂)

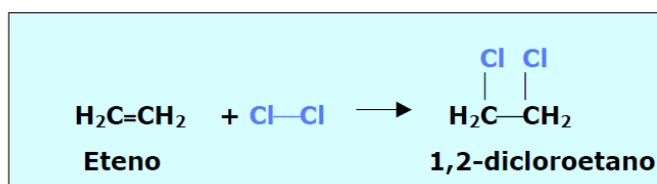


2. Alquilação de Friedel-Crafts



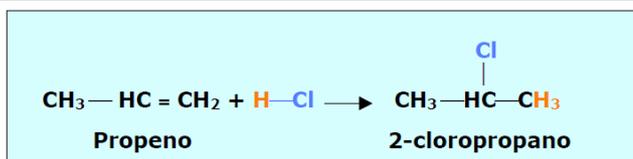
Reações de Adição

Na reação de adição, há um aumento no numero de grupos ligados ao carbono. A molécula torna-se mais saturada. Por exemplo:



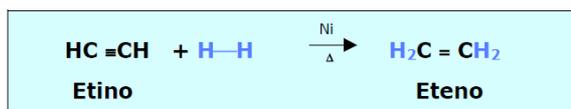
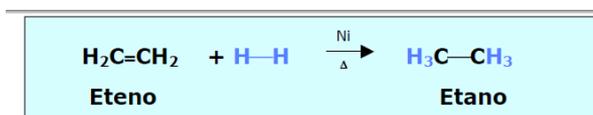
Regra de Markovnikov - Esta regra é aplicada geralmente quando o reagente é HX (HCl, HBr, HI) e H₂O.

O hidrogênio adiciona-se ao carbono da dupla, ou tripla, mais hidrogenado. Por exemplo:

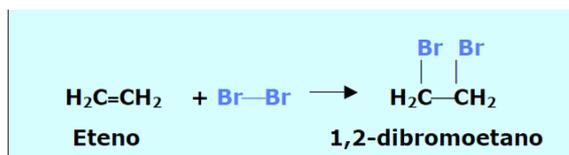


• **Reações de Adição Mais Usuais**

1. Hidrogenação Catalítica (Adição de H₂)



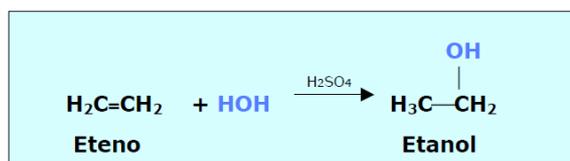
2. Halogenação (Adição de Cl₂ ou Br₂)



3. Adição de HX (HCl, HBr, HI)

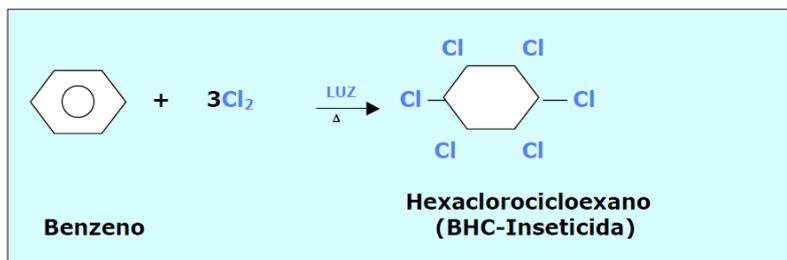


4. Hidratação (Adição de H₂O)

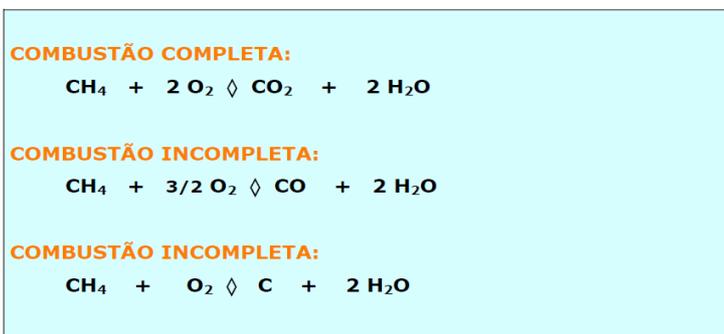




5. Adição em Aromáticos



Reações de Combustão



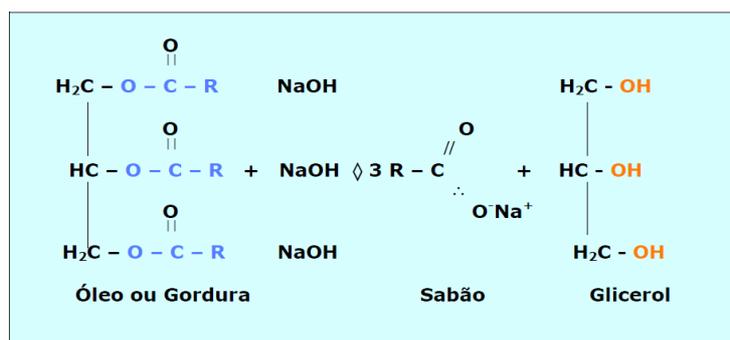
Reação de Esterificação



• Saponificação



Por exemplo:





QUESTÕES DO ENEM E VESTIBULARES

1

No Brasil, adiciona-se álcool etílico anidro à gasolina, para reduzir a combustão incompleta nos motores. Em agosto de 2000, o Ministério da Agricultura anunciou:

"Mistura de álcool anidro na gasolina será reduzida de 24% para 20%. O objetivo é economizar 450 milhões de litros de álcool este ano".

Em consequência desta medida, os motores dos veículos movidos a gasolina aumentarão a emissão no ar do poluente:

- A) acetona.
- B) etanal.
- C) dióxido de carbono.
- D) álcool metílico.
- E) monóxido de carbono.

2

O etino, sob o ponto de vista industrial, constitui uma das mais importantes matérias-primas. A partir dele pode-se obter o cloro-eteno ou cloreto de vinila, precursor para a fabricação de canos e tubulações de plástico, cortinas para box, couro artificial, etc. A preparação do cloro-eteno a partir do etino e do ácido clorídrico é uma reação de:

- A) adição.
- B) eliminação.
- C) oxidação.
- D) sulfonação.
- E) saponificação.