

INSTITUTO SÃO CARLOS BORROMEU

ENSINO MÉDIO

– 3º ANO –

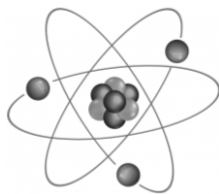
QUÍMICA

VOLUME ÚNICO

Apostila do 3º ano do Ensino Médio, escrita pelo Instituto São Carlos Borromeu. O conteúdo é indicado para estudo individual domiciliar, apoio escolar ou como material didático escolar.



QUÍMICA



Aula 03

COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

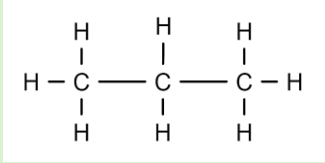
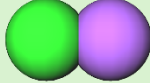


s compostos orgânicos são aqueles em que os principais elementos, além do carbono, têm presença é obrigatória, são: o hidrogênio, o oxigênio, o nitrogênio, o enxofre e os halogênios. Para entender melhor as estruturas dos compostos orgânicos, é conveniente lembrar as ligações covalentes que cada um desses elementos costuma efetuar.

Elemento	Possibilidade de ligações			
Carbono	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \\ C= \\ \diagdown \end{array}$	$-C\equiv$	$=C=$
Hidrogênio	$H-$			
Oxigênio e enxofre	$-O-$	$=O$	$-S-$	$S=$
Nitrogênio e fósforo	$\begin{array}{c} -N- \\ \end{array}$	$-N=$	$N\equiv$	
Halogênios	$F-$	$Cl-$	$Br-$	$I-$

Usualmente, as moléculas orgânicas são apolares e as interações intermoleculares são fracas, o que explica o fato de os compostos orgânicos terem temperaturas de fusão e ebulição baixas, inferiores às dos compostos inorgânicos.

A tabela a seguir mostra algumas características de dois compostos, um orgânico e um inorgânico, que permitem entender melhor as diferenças entre eles.

Propriedades	Composto orgânico	Composto inorgânico
	Propano	Cloreto de Sódio
Elementos	C e H	Na e Cl
Menor partícula	molécula: C ₃ H ₈ 	íons: [Na ⁺] e [Cl ⁻] 
Ligação	covalente	iônica
Polaridade	apolar	polar
Temperatura de fusão	-188 °C	801 °C
Temperatura de ebulição	-42 °C	1431°C
Combustibilidade	queima vigorosamente	não queima
Solubilidade em água	insolúvel	solúvel

Analisando estas informações podemos perceber algumas tendências cujas causas estão na natureza das ligações e dos compostos e no fato de ser ou não um composto orgânico. Assim, percebe-se que:

- O composto orgânico, propano, é formado por carbono e hidrogênio (elementos característicos de compostos orgânicos) e o composto inorgânico, cloreto de sódio, é formado por um metal e um não metal.

- A menor partícula do composto propano é sua própria molécula. Já a menor partícula do cloreto de sódio são seus íons, que se separam no processo de ionização ou dissociação iônica.

- Como no propano há apenas não metais ligados entre si, a ligação entre os átomos é covalente, e a ligação entre os átomos do cloreto de sódio é iônica, pois é a ligação entre um metal e um não metal, onde o metal doa definitivamente elétrons formando um cátion, e o não metal recebe definitivamente elétrons formando um ânion.

- Já que o propano além de apresentar ligações covalentes, possui simetria e não possui nenhum outro átomo com maior eletronegatividade, esta molécula não forma nenhum dipolo elétrico resultante, sendo apolar. No cloreto de sódio, por sua natureza iônica, há uma grande diferença de eletronegatividade entre o cloro e o sódio, formando um dipolo elétrico resultante, sendo uma substância polar.

- Uma vez que as ligações entre as moléculas de propano são covalentes, a energia associada a elas é menor e a molécula sendo apolar não apresentará ligações intermoleculares fortes, tendo assim, um baixo ponto de fusão e ebulição. Uma vez que as estruturas cristalinas do cloreto de sódio são iônicas e, conseqüentemente, polares, há uma grande atração eletrostática entre os íons, ou seja, é preciso uma grande quantidade de energia para separá-

los e alterar seu estado físico. Desta forma, o cloreto de sódio apresenta alto ponto de fusão e ebulição.

- Os compostos orgânicos, de forma geral, são combustíveis, por isso o propano queima vigorosamente, enquanto o cloreto de sódio não é um combustível.

- A partir da regra empírica “semelhante dissolve semelhante”, temos que o propano, sendo apolar não dissolve na água que é polar e o cloreto de sódio, sendo polar é dissolvido na água.

Essas diferenças são genéricas e não valem necessariamente para todos os compostos orgânicos e inorgânicos. Existem compostos orgânicos que são solúveis em água, como também existem compostos inorgânicos que não são solúveis em água. Existem compostos orgânicos que têm ligações iônicas, assim como existem compostos inorgânicos com ligações covalentes.



Uma característica importante dos compostos orgânicos é a sua combustibilidade, isto é, queimam com facilidade, liberando muita energia.



Os componentes orgânicos são praticamente insolúveis em água, como por exemplo o óleo e a água.

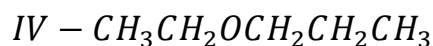
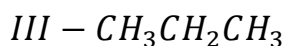
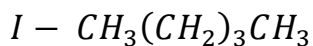


O propano (C_3H_8) é um dos componentes do gás engarrafado, usado em residências.

ATIVIDADES

1. Como podemos distinguir se um composto é orgânico ou inorgânico? Quais são suas principais diferenças?

2. Considere as substâncias:



Coloque as substâncias em ordem crescente de temperatura de ebulição.

3. Sobre os compostos butano (C_4H_{10}), 1-butanol ($C_4H_{10}O$) e ácido butanoico ($C_4H_8O_2$), foram feitas as seguintes afirmações:

(I) A solubilidade em água do butano é maior do que a do 1-butanol.

(II) O ponto de ebulição do ácido butanoico é maior do que o do 1-butanol.

(III) O ponto de fusão do butano é maior do que o ácido butanoico.

Quais afirmações estão corretas?

4. Analise os dois compostos abaixo:

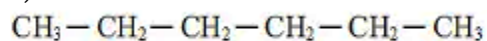
butano	metilpropano
C_4H_{10}	C_4H_{10}
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$\begin{array}{c} H_3C-CH_2-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$
Ponto de fusão: $-138\text{ }^\circ\text{C}$	Ponto de fusão: $-159\text{ }^\circ\text{C}$
Ponto de ebulição: $-0,5\text{ }^\circ\text{C}$	Ponto de ebulição: $-12\text{ }^\circ\text{C}$

Apesar de possuírem a mesma fórmula molecular, por que apresentam pontos de fusão e ebulição diferentes?

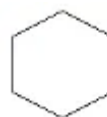
5. Dentre as substâncias abaixo, qual é a mais solúvel? Justifique.

a) Br_2

c)



e)



b) CO_2

d) CH_3-CH_2-OH

6. Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem. Qual característica desses compostos é responsável pelo processo descrito no texto?

7. Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de para-dodecil-benzenossulfonato de sódio, um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente. Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque

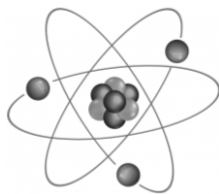
a) promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.

b) a hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.

c) a mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.

d) a solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.

e) o reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.



AULA 08

INTRODUÇÃO ÀS FUNÇÕES ORGÂNICAS



o estudo da Química Inorgânica, as substâncias com comportamento químico semelhantes são agrupadas da seguinte maneira: ácidos, bases, sais e óxidos.

Na Química Orgânica também ocorre esse agrupamento de compostos orgânicos com propriedades químicas semelhantes, em consequência de características estruturais comuns. Cada função é caracterizada por um grupo

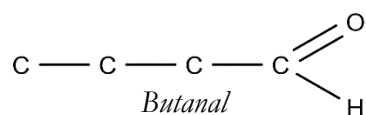
funcional.



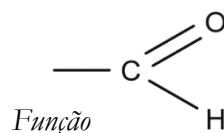
O butano é o principal componente do gás de isqueiro. Ele pertence à função hidrocarboneto. Hidrocarbonetos são compostos formados somente por carbono e hidrogênio e possuem alta combustibilidade.



O cheiro de peixe “podre” é devido à várias substâncias da função amina, entre elas a metilamina ($\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$).



O butanal é uma das substâncias que atribui à margarina e a outros alimentos o sabor de manteiga. Ele pertence à função aldeído.



O rápido desenvolvimento da Química Orgânica levou ao estabelecimento de regras para a nomenclatura dos compostos orgânicos considerando suas funções orgânicas, visando, desta forma, a um uso comum em todos os países. Essa nomenclatura, criada para evitar confusões, vem sendo desenvolvida pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) e é considerada a nomenclatura oficial.

No entanto, algumas substâncias ainda são identificadas por nomes consagrados pelo uso comum, e serão apresentadas no decorrer deste curso. A nomenclatura e as estruturas passarão a fazer parte do seu vocabulário químico gradualmente.

NOMENCLATURA IUPAC

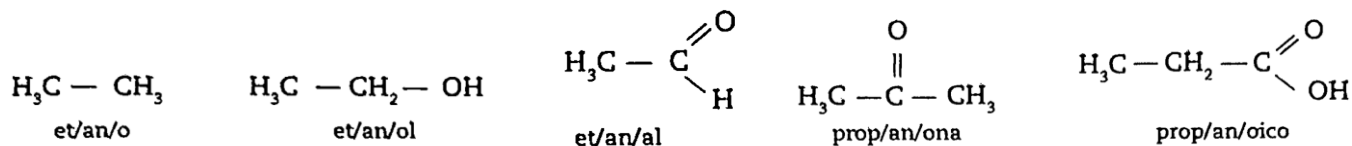
A nomenclatura oficial dos compostos orgânicos considera o número de carbonos que os compõem, os tipos de ligações entre eles e a função a que pertencem. Assim, o nome de uma cadeia aberta normal, por exemplo, é constituído de três partes: um **prefixo**, uma **partícula intermediária** e um **sufixo**.

O **prefixo** indica o número de átomos de carbono na cadeia. A **partícula intermediária** indica o tipo de ligação entre os carbonos. O **sufixo** indica a função a que pertence o composto orgânico.

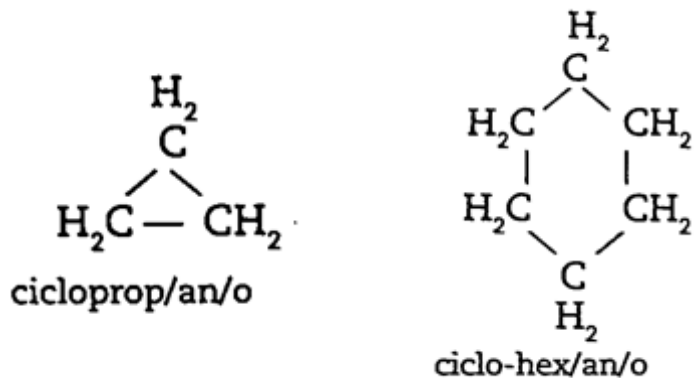
Vejamos, resumidamente, os componentes básicos da nomenclatura de um composto orgânico:

Nome				
Prefixo	Intermediário		Sufixo	
Nº de carbonos	Saturação da cadeia		Função	Grupo funcional
1 C → MET	saturadas → AN		hidrocarbonetos O	C, H
2 C → ET	insaturadas			
3 C → PROP		1 dupla → EN	álcool OL	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array} OH$
4 C → BUT		2 duplas → DIEN		
5 C → PENT		3 duplas → TRIEN	aldeído AL	$\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ H \end{array}$
6 C → HEX				
7 C → HEPT	1 tripla → IN			
8 C → OCT	2 triplas → DIIN		cetona ONA	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \text{secundário} \end{array}$
9 C → NON	3 triplas → TRIIN			
10 C → DEC				
11 C → UNDEC	1 dupla e 1 tripla → ENIN		ácido carboxílico ÓICO	$\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ OH \end{array}$

Observe alguns exemplos:



Nos compostos alicíclicos, usa-se o prenome **ciclo**.



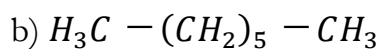
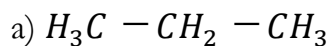
O termo ciclo deve preceder ao prefixo que indica o número de carbonos, sendo escrito com um hífen quando esse prefixo começar pela letra **H**.

ATIVIDADES

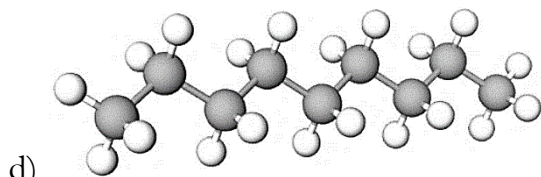
1. Desenhe em seu caderno as fórmulas estruturais e a fórmula molecular dos seguintes compostos:

- | | |
|------------|-----------|
| a) Pentano | c) Octano |
| b) Heptano | d) Butano |

2. Dê o nome aos seguintes compostos:

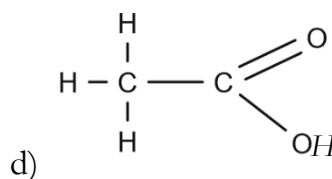
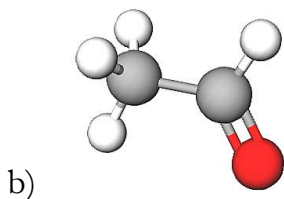
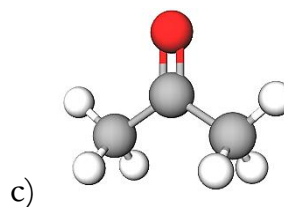
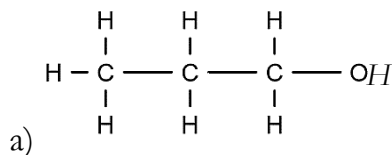


c)



d)

3. Utilizando a tabela acima, indique qual a função dos compostos a seguir:

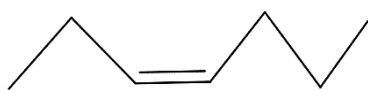


4. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e moleculares dos seguintes alquenos:

- a) propeno
- b) pent-1-eno
- c) hex-2-eno
- d) hex-3-eno

5. Dê o nome dos alquenos representados por suas fórmulas estruturais:

- a) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- b) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
- c) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- d)



6. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e moleculares dos seguintes alquinos:

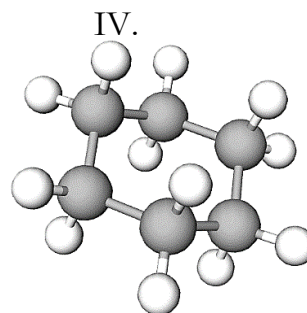
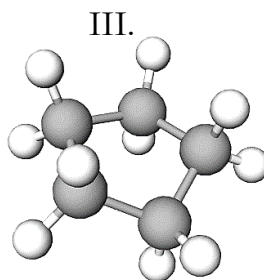
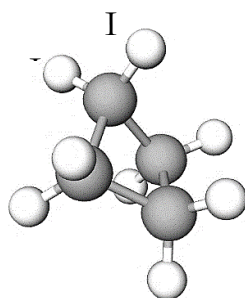
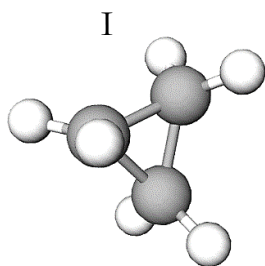
- a) pent-1-ino
- b) pent-2-ino
- c) hex-3-ino

7. Dê o nome dos alquinos representados por suas fórmulas estruturais:

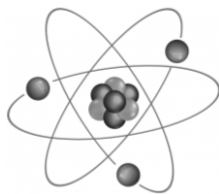
- a) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$
- b) $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_6 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
- c) $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_2 - \text{C} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$



8. Observe as moléculas e responda às questões:



- a) Dê o nome dos compostos.
- b) Escreva suas fórmulas estruturais planas.
- c) Escreva suas fórmulas moleculares.



AULA 11

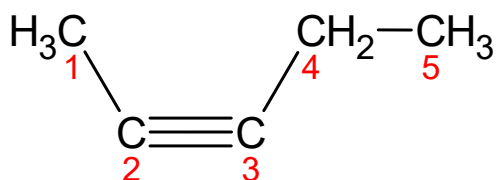
HIDROCARBONETOS

ALQUINOS OU ALCINOS



ão hidrocarbonetos alifáticos insaturados por uma tripla ligação. As regras para estabelecer a nomenclatura dos alquinos são as mesmas utilizadas para os alquenos.

Vejam os exemplos.

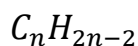


Prefixo	Posição da insaturação	Intermediário	Sufixo
nº de carbonos		ligações	função
5	entre C_2 e C_3	1 tripla	hidrocarboneto
pent	2	in	o
Nome: pent-2-ino			

A partir do exemplo, pode-se deduzir a fórmula geral dos alquinos.

Nome	Fórmula molecular	nº de C	nº de H
Pent-2-ino	C_5H_8	5	8

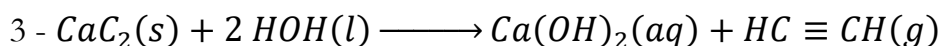
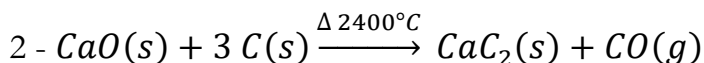
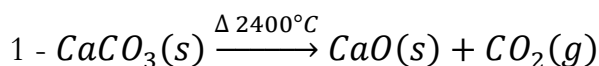
Note que o número de hidrogênios é sempre igual ao dobro do número de carbonos diminuído de duas unidades, ou seja, para n carbonos, o número de hidrogênio será $2n - 2$. Assim, a fórmula geral dos alquinos é dada por:



UM ALQUINO MUITO IMPORTANTE: O ACETILENO

Acetileno é o nome usualmente empregado para designar o menor e mais importante dos alquinos: o etino ($HC \equiv CH$), um gás muito pouco solúvel em água e bastante solúvel em solventes orgânicos, como todos os hidrocarbonetos.

Esse gás é obtido, por meio das seguintes reações:



O acetileno tem, como propriedade característica, a capacidade de liberar grandes quantidades de calor durante sua combustão, isto é, durante a reação com o oxigênio (O_2).

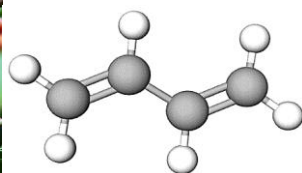
Por esse motivo, o acetileno é muito usado em processos de solda de metais que exigem temperaturas elevadas.



Quando, nos maçaricos de oxiacetileno, o acetileno reage com o oxigênio puro produzindo dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), a chama obtida pode alcançar a temperatura de $2800^\circ C$.

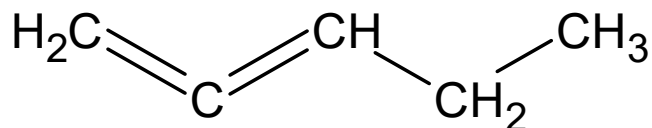
ALCADIENOS OU DIENOS

São hidrocarbonetos alifáticos insaturados com duas ligações duplas. A nomenclatura dos alcadienos segue as mesmas regras vistas para os outros hidrocarbonetos insaturados. Nesse caso, como existem duas ligações duplas na cadeia, suas posições devem ser indicadas por dois algarismos que precedem o termo intermediário -dien-.

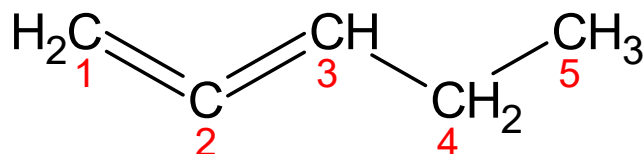


No café, encontramos um alcadieno, o buta-1,3-dieno.

Vamos nomear o butadieno a seguir:



Numerando os carbonos de forma que os números dos carbonos com dupla ligação fiquem com os menores números possíveis, temos:



Seguindo os mesmos critérios de nomenclatura:

Prefixo	Posição da insaturação	Intermediário	Sufixo
nº de carbonos		ligações	função
4	entre C_1 e C_2 e C_2 e C_3	2 duplas	hidrocarboneto
but	1 e 2; 2 e 3	en	o
Nome: buta-1,2-dieno			

ATIVIDADES

1. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e moleculares dos seguintes alquinos:

- a) pent-1-ino b) pent-2-ino c) hex-3-ino

2. Dê o nome dos alquinos representados por suas fórmulas estruturais:

- a) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$
b) $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_6 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
c) $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_2 - \text{C} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$

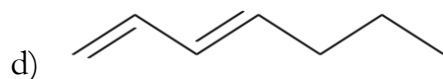


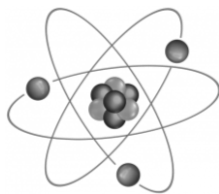
3. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais e moleculares dos seguintes alcadienos:

- a) buta-1,2-dieno b) penta-1,2-dieno c) penta-1,3- dieno

4. Dê o nome dos dienos representados por suas fórmulas estruturais:

- a) $\text{H}_2\text{C} = \text{C} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$
b) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$
c) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$





AULA 15

PRINCIPAIS FONTES E USOS DOS HIDROCARBONETOS



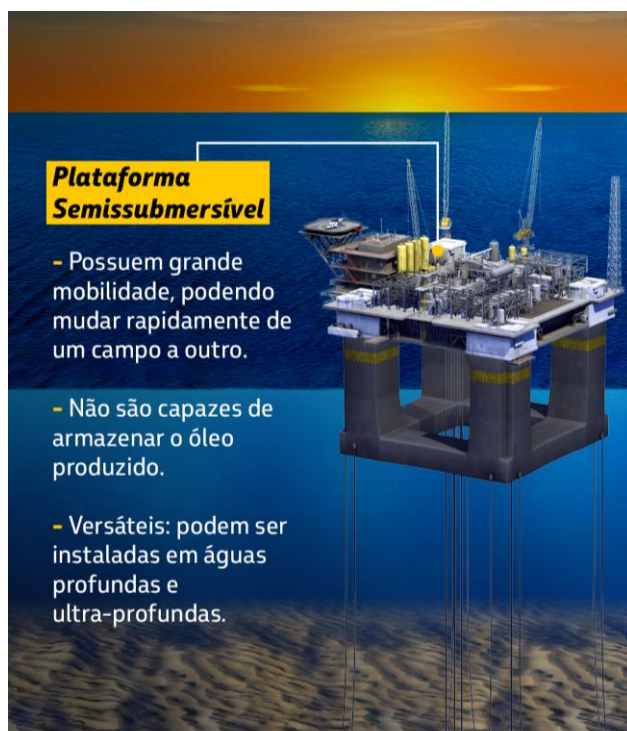
este caminho de identificar e nomear os compostos orgânicos, já pudemos perceber a importância dos hidrocarbonetos. As principais fontes de hidrocarbonetos são os combustíveis fósseis, tais como petróleo, gás natural e o carvão na forma de hulha e xisto. Nesta aula iremos estudar um pouco sobre estas substâncias e sua importância.

Petróleo: A principal fonte de hidrocarbonetos é o petróleo, uma substância natural composta por uma complexa mistura de hidrocarbonetos. Ele é extraído do subsolo e refinado para obter diversos produtos, como gasolina, diesel, querosene e plásticos.

O petróleo disponível no Brasil se encontra nas bacias sedimentares e depressões geológicas. No final de 2007, a Petrobras anunciou a descoberta de um grande campo de petróleo que se estende ao longo de 800 km no litoral, entre os estados do Espírito Santo e de Santa Catarina. O petróleo encontrado nessa área está localizado abaixo de uma camada de sal, em uma profundidade média de 6.000 metros. Para extrair o petróleo presente embaixo do substrato dos oceanos existem as plataformas.

As plataformas podem ser de perfuração, de produção (com capacidade de extração de petróleo e separação óleo, água e gás) ou uma combinação das duas funções. O início da atuação, em qualquer campo, começa pela análise das condições do ambiente para definir qual o tipo de plataforma mais adequado.

Independentemente do tipo, as plataformas são o ambiente de trabalho de milhares de profissionais, como engenheiros, mergulhadores, técnicos de várias especialidades e profissionais de hotelaria, enfermagem e segurança, entre outras áreas.



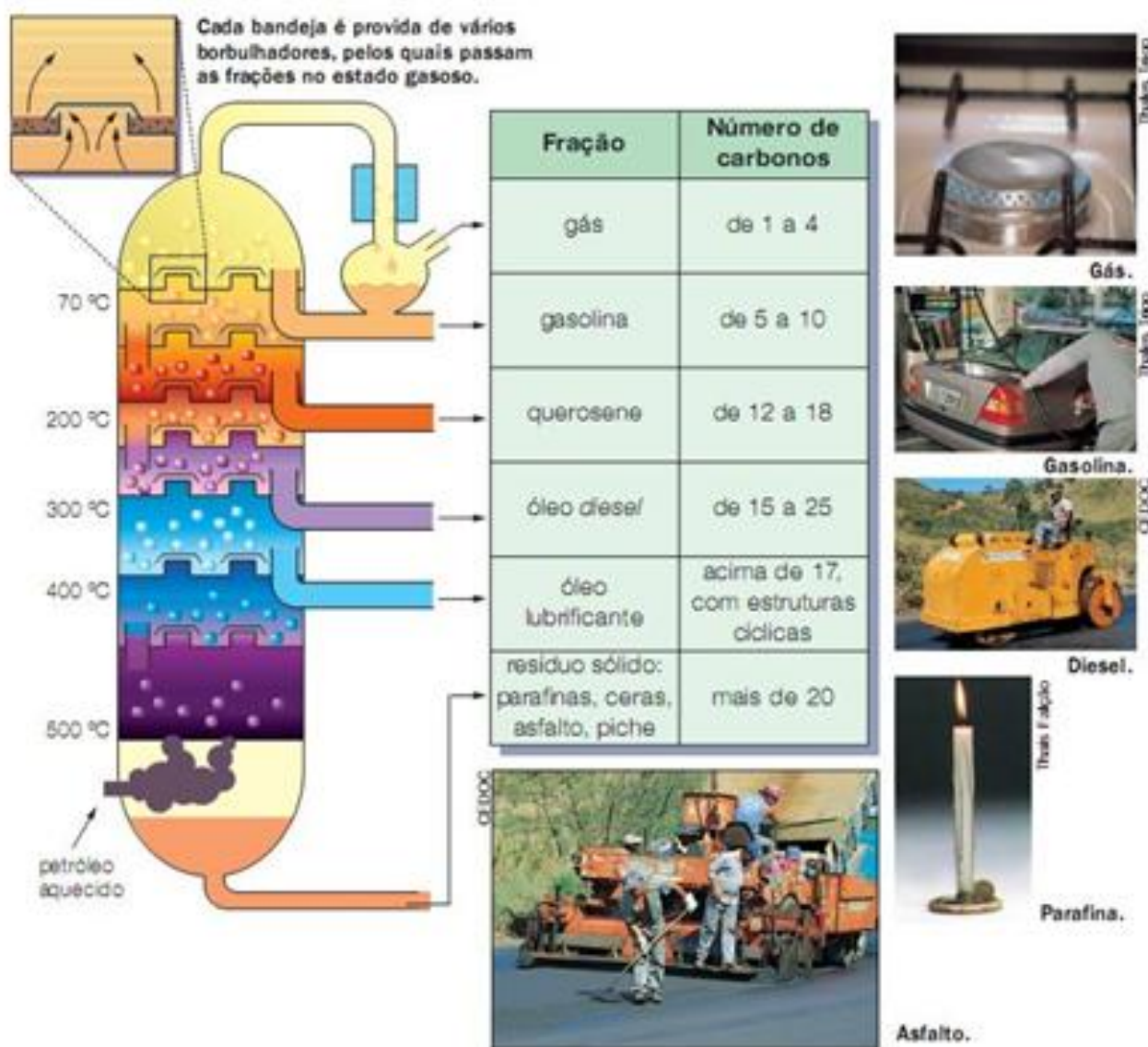
Plataforma Semissubmersível

- Possuem grande mobilidade, podendo mudar rapidamente de um campo a outro.
- Não são capazes de armazenar o óleo produzido.
- Versáteis: podem ser instaladas em águas profundas e ultra-profundas.

Imagem ilustrativa de uma plataforma de extração de petróleo

Após sua extração, o petróleo é encaminhado para as refinarias, onde seus componentes são separados por meio de processos como a destilação fracionada.

Inicialmente, o petróleo é aquecido em um forno, sendo parcialmente vaporizado e direcionado para uma coluna de fracionamento provida de várias bandejas. A temperatura da coluna varia com a altura, sendo que no topo se encontra a menor temperatura.



À medida que a mistura sobe na coluna, ela se resfria gradualmente com a altitude. Os hidrocarbonetos mais leves, com pontos de ebulição mais baixos, vaporizam primeiro. Conforme sobem, encontram bandejas mais frias e se condensam em líquido. Esses líquidos são coletados em diferentes bandejas, cada uma representando uma fração específica.

Conforme a mistura continua subindo, vai ocorrendo a separação em diversas frações:

Gases Leves: No topo da coluna, encontramos gases como metano e etano.

Nafta: Logo abaixo dos gases, temos a nafta, utilizada na produção de gasolina e produtos químicos.

Querosene: Em uma posição intermediária, encontramos o querosene, importante para combustíveis de aviação.

Diesel: Abaixo do querosene, o diesel é coletado.

Óleo Lubrificante: Nas partes mais baixas da coluna, os óleos mais pesados, como o óleo lubrificante, são extraídos.

Para garantir a eficácia do processo, a coluna de fracionamento frequentemente possui sistemas de resfriamento, garantindo que os vapores condensem nas bandejas apropriadas.

As diferentes frações coletadas em cada bandeja são direcionadas para tanques de armazenamento separados, onde passarão por processos adicionais de purificação e tratamento.



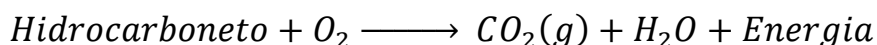
Fotografia de uma refinaria de petróleo. Estas grandes chaminés são as colunas de fracionamento.

Ao final desse processo, temos uma ampla variedade de produtos refinados, cada um com suas aplicações específicas, todos derivados do petróleo bruto através da eficiente separação por meio da coluna de fracionamento. Este é um exemplo essencial de como a destilação fracionada é utilizada na indústria para aproveitar as substâncias disponíveis na natureza para o benefício de toda a sociedade.

COMBUSTÃO

Uma das principais aplicações dos derivados de petróleo é a produção de energia, que é feita por meio de uma reação de combustão.

A combustão é a reação química entre um hidrocarboneto e o oxigênio do ar, liberando energia na forma de calor e luz. A equação geral de combustão para um hidrocarboneto é:



Na queima completa, os principais produtos são dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). No entanto, se a combustão não for completa, podem ser formados subprodutos indesejados, como monóxido de carbono (CO), um gás tóxico.

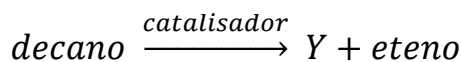
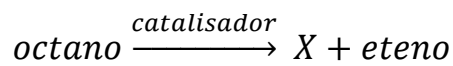
A energia liberada durante a combustão dos hidrocarbonetos é utilizada para diversas finalidades, como propulsão de veículos, geração de eletricidade, aquecimento doméstico e industrial, entre outros.

ATIVIDADES

1. O petróleo é uma substância pura ou uma mistura?
2. Quando ocorre um vazamento de petróleo no mar, forma-se uma mancha escura sobre a superfície do mar. O que podemos concluir sobre sua densidade e miscibilidade em relação à água?
3. Qual o nome do processo utilizado para separação dos derivados de petróleo.
4. Cite cinco derivados de petróleo.
5. Dentre os derivados do petróleo, temos: querosene, gasolina e óleo lubrificante. Esses derivados são substâncias puras ou misturas?
6. O *cracking* é um processo que permite obter frações menores:



O eteno (etileno) é o composto orgânico mais utilizado no mundo e pode ser obtido pelo seguinte processo:

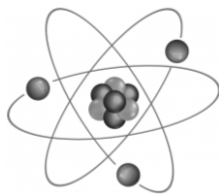


Escreva as equações que representam as reações utilizando as fórmulas moleculares.

7. A combustão completa de 1 mol de 2,2,3-trimetileptano produz qual quantidade em mol de H_2O ?
8. Determinou-se o calor de combustão de um alcano obtendo-se o valor de 3886 kJ/mol de alcano.

Alcano	Fórmula	Calor de combustão (kJ/mol de alcano)
Etano	C_2H_6	1428
Propano	C_3H_8	2044
Butano	C_4H_{10}	2658

Utilizando os dados da tabela acima, qual deve ser esse alcano?



AULA 18

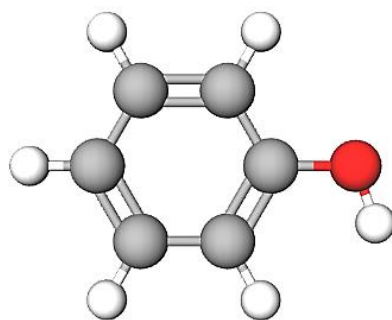
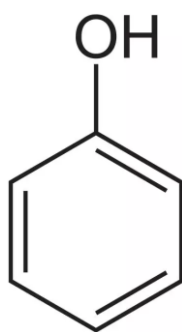
FENÓIS



s fenóis são compostos que apresentam o grupo hidroxila ($-OH$) ligado diretamente a um átomo de carbono do anel aromático. Os fenóis podem ser considerados compostos derivados dos hidrocarbonetos aromáticos pela substituição de um ou mais hidrogênios por grupamentos hidroxila.

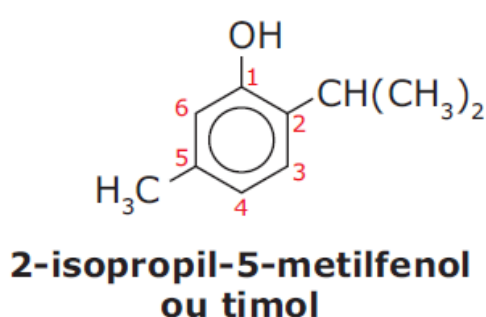
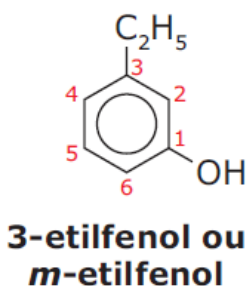
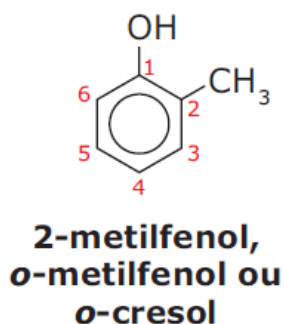
O caráter ácido dos fenóis é menos acentuado do que o dos ácidos carboxílicos, porém maior que o dos álcoois.

O fenol mais simples é o hidroxibenzeno, que pode ser chamado, simplesmente, de fenol.

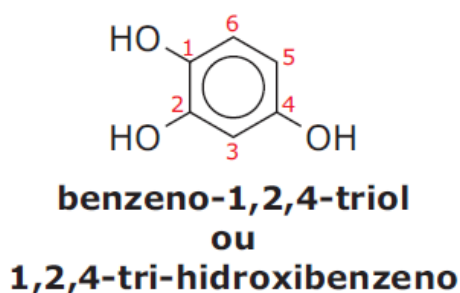
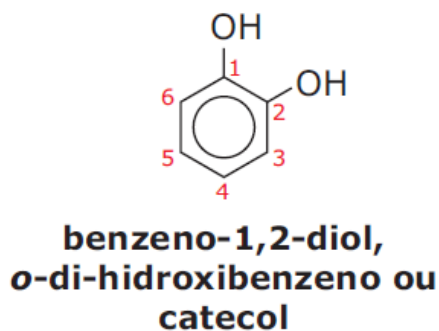


Hidroxibenzeno ou fenol

Muitos outros fenóis podem ser nomeados usando-se a palavra **fenol** como nome base, precedido pelos nomes dos substituintes.



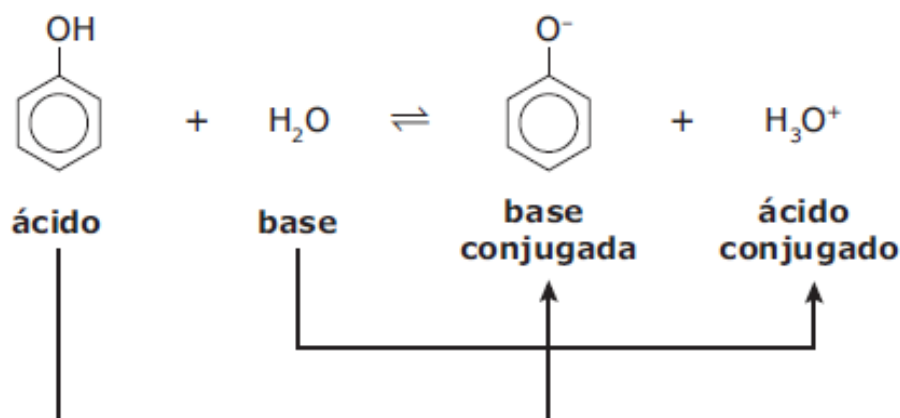
No caso de polifenóis, podemos utilizar um sistema de nomenclatura muito semelhante ao dos álcoois, ou então o prefixo **hidroxi-**.



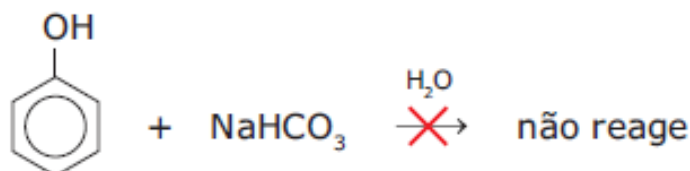
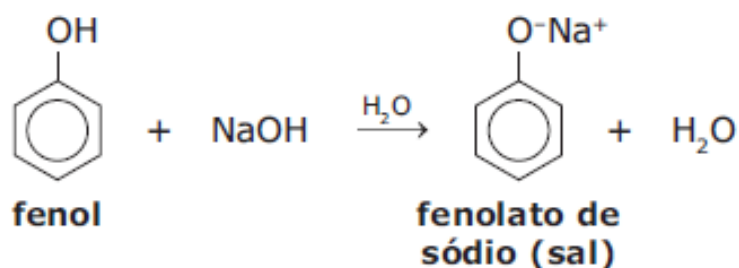
PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS FENÓIS

Os fenóis apresentam propriedades físicas comuns, como ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade e solubilidade, parecidas com as de álcoois correspondentes. Por exemplo, o fenol comum é pouco solúvel em água, como seria de se esperar também para um monoálcool com seis carbonos.

Os fenóis são ácidos de Brönsted-Lowry e se ionizam em solução aquosa, originando soluções ligeiramente ácidas, já que são ácidos fracos.



Um fenol é capaz de reagir com bases inorgânicas fortes, como o NaOH , originando sal e água. No entanto, os fenóis não reagem com solução de bicarbonato de sódio, como fazem outros ácidos.



Os fenóis são compostos que possuem uma gama enorme de aplicações. Entre as mais importantes, podemos citar a fabricação de resinas, de corantes e de explosivos. Devido à propriedade de coagularem as proteínas das bactérias, são utilizados também como antissépticos (poderosos bactericidas).

ATIVIDADES

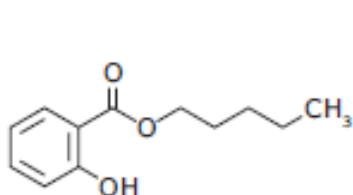
1. Pessoas que trabalham com hidrocarbonetos aromáticos, como o benzeno, podem sofrer intoxicação devido à inalação de seus vapores. Isso pode ser verificado pela presença de traços de fenol na urina. Esse processo ocorre no organismo por meio de uma reação de substituição. Indique qual elemento químico presente no benzeno foi substituído e qual o grupo substituinte.

2. Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais dos compostos:

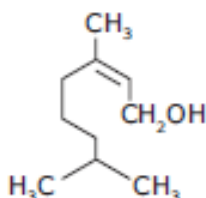
I – orto-etilfenol;

II – para-etilfenol.

3. As estruturas a seguir representam substâncias que são usadas em perfumaria por apresentarem odores de flores:



estrutura I

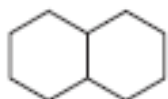


estrutura II

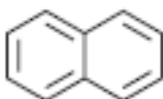
Com relação às estruturas I e II, assinale a alternativa **CORRETA**.

- A) I e II apresentam a função álcool.
- B) A substância I apresenta maior acidez que a substância II.
- C) A massa molar de I é menor que a massa molar de II.
- D) I e II representam substâncias saturadas.
- E) I e II representam substâncias classificadas como compostos aromáticos.

4. Considere as estruturas moleculares do naftaleno e da decalina, representadas pelas fórmulas a seguir:



decalina

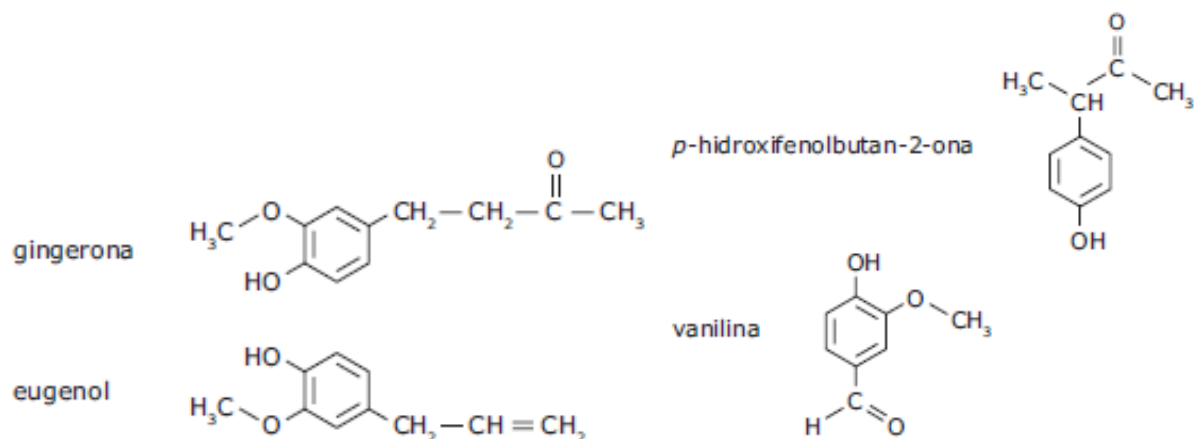


naftaleno

Substituindo em ambas as moléculas um átomo de hidrogênio por um grupo hidroxila ($-OH$), obtêm-se dois compostos que pertencem, respectivamente, às funções

- A) álcool e fenol.
- B) fenol e álcool.
- C) álcool e álcool.
- D) fenol e fenol.

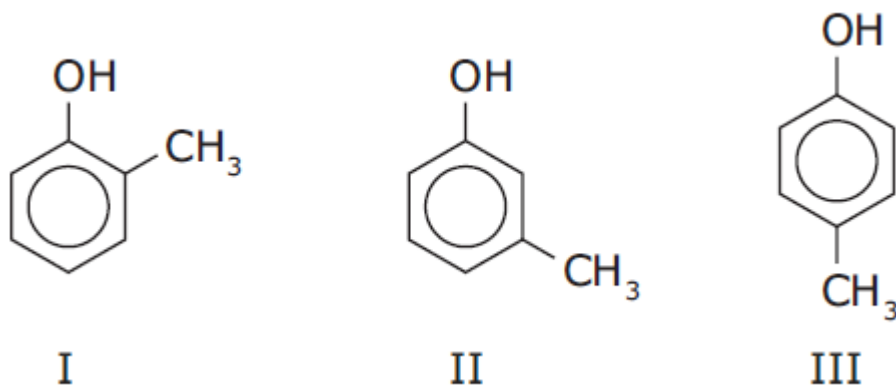
5. Os aromas e sabores dos alimentos são essenciais para nossa cultura, na escolha, no preparo e na degustação dos alimentos. A seguir, estão representadas algumas das substâncias responsáveis pelas sensações características do gengibre, da framboesa, do cravo e da baunilha.



A função química presente nas quatro estruturas representadas é:

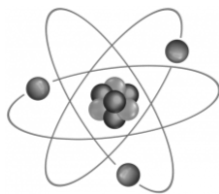
A) éster. B) álcool. C) cetona. D) aldeído. E) fenol.

6. A creolina, usada como desinfetante, consiste na mistura dos três compostos isômeros a seguir, neutralizada por NaOH .



O nome oficial do composto II (segundo a IUPAC) e a respectiva função química são:

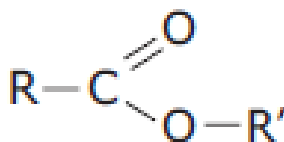
- A) 1-metil-3-hidroxibenzeno – álcool.
- B) *m*-metil-hidróxido de benzila – álcool.
- C) *o*-metilfenol – fenol.
- D) 1-hidróxi-3-metilbenzeno – fenol.
- E) *p*-hidroxitolueno – fenol.



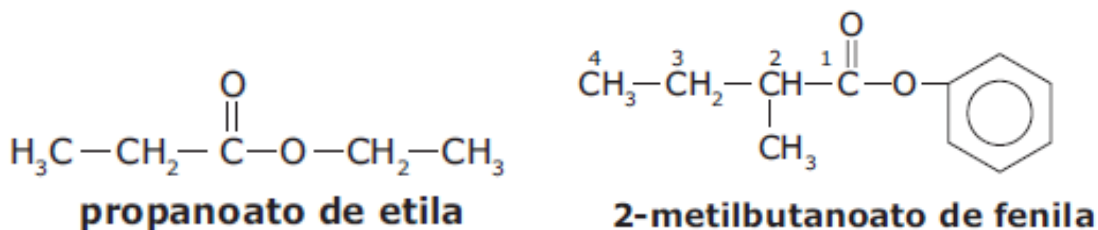
AULA 22

ÉSTERES ORGÂNICOS

São compostos derivados dos ácidos carboxílicos obtidos pela substituição do hidrogênio da carboxila por um radical carbônico. A reação entre um ácido carboxílico e um álcool (reação de esterificação) é uma das mais importantes para a obtenção dos ésteres. Tais compostos possuem o grupamento funcional carboxi.



A nomenclatura de um éster é derivada da nomenclatura dos ácidos carboxílicos. Deve-se apenas substituir a terminação **-ico** do ácido carboxílico pela terminação **-ato**, seguida da preposição **de** e do **nome do radical ligado ao oxigênio**. Para numerar a cadeia principal de um éster, deve-se começar pelo carbono do grupamento carboxi.

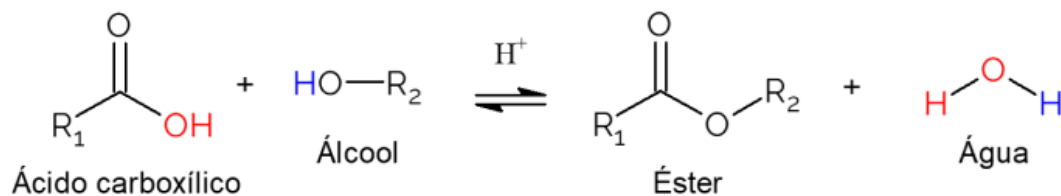


REAÇÃO DE ESTERIFICAÇÃO

Um dos principais métodos de síntese de ésteres, é a reação de esterificação direta ou esterificação de Fischer. Essa reação consiste em uma desidratação intermolecular entre uma molécula de ácido carboxílico e uma molécula de álcool, catalisada por ácidos inorgânicos fortes e concentrados, como *HCl* e *H₂SO₄*.

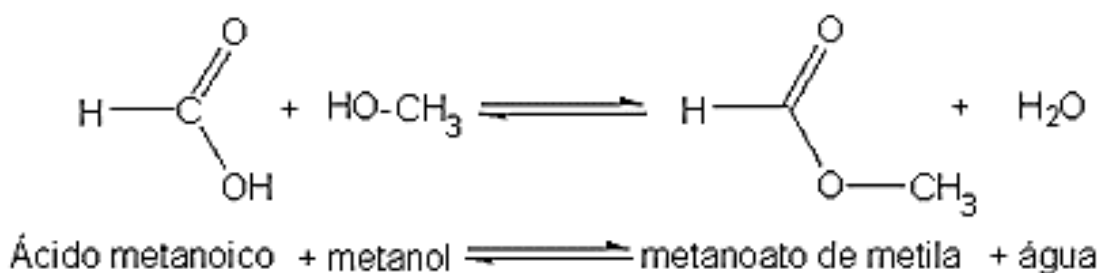
Essa reação é reversível e, à temperatura ambiente, apresenta um rendimento da ordem de 60%. Para aumentar o rendimento da reação, ou seja, deslocar o equilíbrio no sentido dos produtos, deve-se, à medida que a água se forma, eliminá-la do sistema. Isso pode ser feito pela adição de *CaO* que, ao reagir com a água, produz *Ca(OH)₂(s)*.

A equação genérica que representa a esterificação é a seguinte:



R_1 e R_2 = cadeias carbônicas

Exemplo:



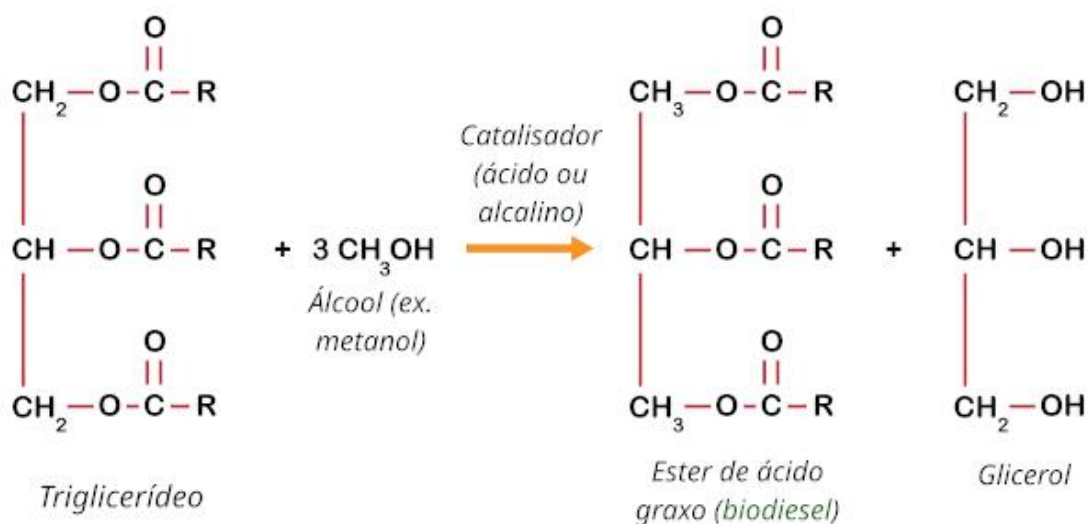
A reação de esterificação no sentido inverso é denominada hidrólise.

REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO

Atualmente, um tipo de reação de produção de ésteres tem recebido bastante destaque na mídia, a transesterificação. Por meio dessa reação, é possível obter o biodiesel.

A reação de transesterificação consiste na reação entre um éster e um álcool catalisada por ácidos ou bases fortes, que origina um novo éster e um novo álcool.

A equação genérica que representa a transesterificação é a seguinte:



O biodiesel é um combustível renovável (biocombustível) e biodegradável, obtido, comumente, a partir da reação de transesterificação entre um triacilglicerol, de origem animal ou vegetal, e um álcool, na presença de um catalisador ácido ou básico.

APLICAÇÕES DOS ÉSTERES

Os ésteres são utilizados como flavorizantes na indústria alimentícia para a fabricação de doces, balas e refrigerantes; na indústria farmacêutica, para a fabricação de xaropes e pastilhas, já que imitam o sabor e o odor de frutas. Os ésteres de cadeia longa são utilizados na fabricação de sabão.

Os ésteres são encontrados na natureza em essências de frutas, em óleos e gorduras animais e vegetais, nas ceras (de abelha, carnaúba) e nos fosfatídeos (lecitina do ovo e cefalina do cérebro).

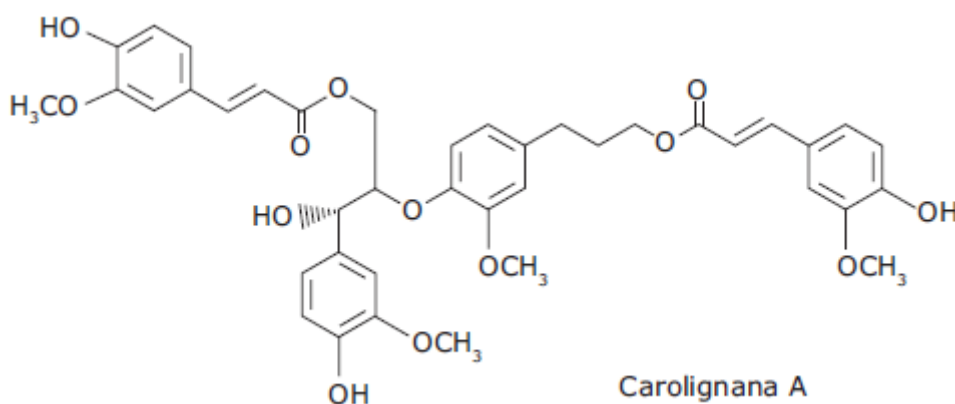
ATIVIDADES

1. A maioria dos ésteres de pequena massa molar é constituída de líquidos de cheiro agradável. As essências das frutas e das flores são geralmente consequência da presença de ésteres voláteis, embora outros compostos orgânicos também possam participar. Alguns ésteres comuns, de odores caraterísticos, são fornecidos abaixo:

Essência	Éster presente
Rum	Formiato de etila
Laranja	Acetato de octila
Maçã verde	Acetato de etila
Abacaxi	Butanoato de etila

Escreva em seu caderno as fórmulas estruturais desses ésteres orgânicos.

2. O composto denominado Carolignana A, cuja fórmula está representada a seguir, foi isolado no Departamento de Química da UFV a partir da planta *Ochroma lagopus*, popularmente conhecida como balsa, devido à baixa densidade de sua madeira, que é utilizada para o fabrico de caixões e jangadas.

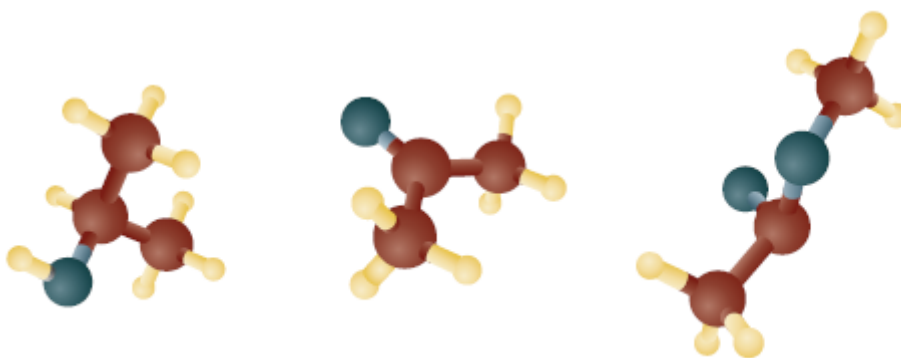


Os grupos funcionais presentes na estrutura da Carolignana A, a partir da fórmula representada, são:

A) fenol, éter, éster, alqueno, anidrido.

- B) alqueno, fenol, anidrido, éster, cetona.
- C) fenol, aldeído, éster, éter, alqueno.
- D) amina, éter, éster, alqueno, álcool.
- E) fenol, éter, éster, alqueno, álcool.

3. As figuras a seguir representam moléculas constituídas de carbono, hidrogênio e oxigênio.

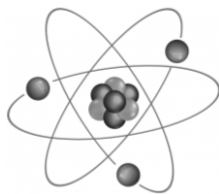


Elas são, respectivamente,

- A) etanoato de metila, propanona e 2-propanol.
- B) 2-propanol, propanona e etanoato de metila.
- C) 2-propanol, etanoato de metila e propanona.
- D) propanona, etanoato de metila e 2-propanol.
- E) propanona, 2-propanol e etanoato de metila.

4. O cheiro característico de damasco deve-se principalmente ao butanoato de pentila. Esse composto pode ser sintetizado em laboratório, por meio da reação entre um ácido e um álcool. A esse respeito, ESCREVA:

- A) A função química a que pertence o butanoato de pentila.
- B) A fórmula estrutural plana do butanoato de pentila.
- C) As fórmulas estruturais, indicando a nomenclatura, segundo a IUPAC, do ácido e do álcool, que devem ser usados como matéria-prima na síntese do butanoato de pentila.



AULA 28

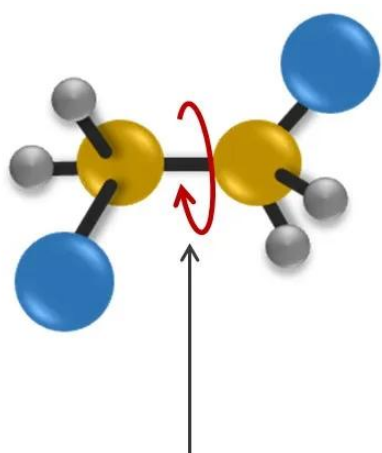
ISOMERIA ESPACIAL



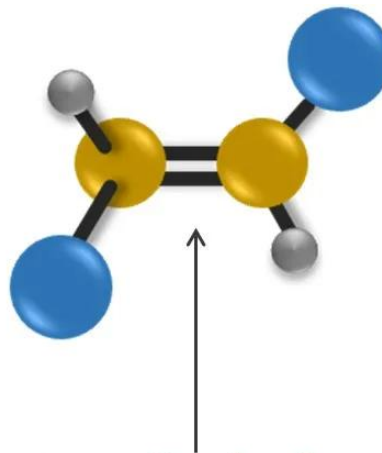
esse tipo de isomeria, a diferença entre os isômeros só é perceptível pela análise da fórmula estrutural espacial. Existem dois tipos de isomeria espacial: geométrica (cis-trans ou Z-E) e óptica. Nesta aula, estudaremos a isomeria geométrica e suas duas formas de nomenclatura e, na próxima, a isomeria óptica.

ISOMERIA GEOMÉTRICA

A isomeria geométrica, ou isomeria cis-trans, ocorre em [moléculas](#) que possuem a mesma fórmula molecular, inclusive com a mesma sequência de átomos ligados, mas que diferem entre si pela posição que tais átomos ocupam no espaço. A condição para que a isomeria geométrica aconteça, é a existência de duplas ligações entre carbonos ou de cadeias carbônicas fechadas (cíclicas).



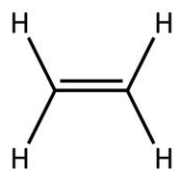
Ligação simples
Rotação livre



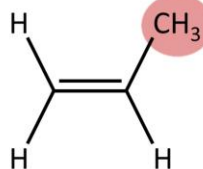
Ligação dupla
Sem rotação

A isomeria geométrica é **classificada em dois sistemas diferentes**, dependendo do número de substituintes dos carbonos da insaturação ou da estrutura fechada.

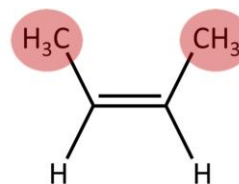
A imagem a seguir indica o grau de substituição dos carbonos.



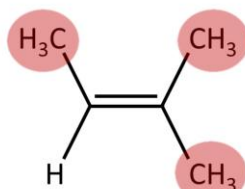
Não substituído



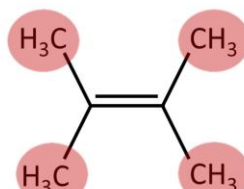
Monossustituído



Dissustituído



Trissustituído

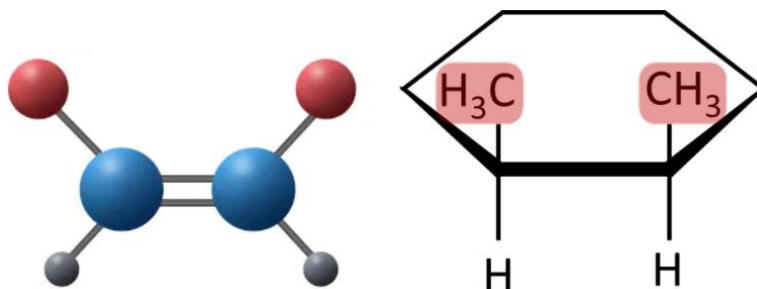


Tetrassustituído

ISOMERIA GEOMÉTRICA CIS-TRANS

A isomeria cis-trans é uma forma de ocorrência da isomeria geométrica aplicada a moléculas com carbonos dissustituídos.

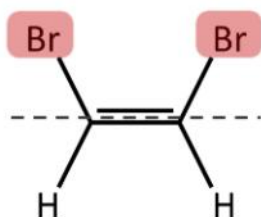
Nos isômeros cis, os substituintes estão localizados em um mesmo lado da ligação dupla ou do mesmo lado da estrutura em anel. Esse termo vem do vocabulário em latim, em que *cis* tem sentido de “próximo a”.



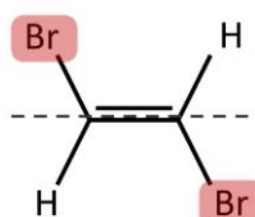
Nos isômeros trans, os grupos substituintes ocupam posições opostas da dupla ligação ou estão em lados diferentes de um cicloalcano. A palavra *trans* deriva do latim e significa “através de”.

A nomenclatura dos isômeros geométricos é simples, bastando indicar o termo cis ou trans antes de escrever o nome do composto, de acordo com as orientações de nomenclatura da Iupac.

Cis-1,2-dibromo-eteno



Trans-1,2-dibromo-eteno



ISOMERIA GEOMÉTRICA E-Z

A isomeria E-Z é uma forma de ocorrência da isomeria geométrica aplicada em moléculas com carbonos trissubstituídos e tetrassubstituídos, ou seja, que possuem três ou quatro ligantes diferentes.

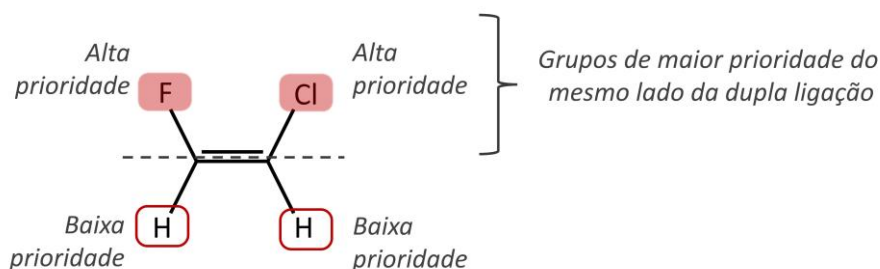
Nesse sistema são analisados os grupos substituintes ligados a cada átomo de carbono da insaturação, e a cada um deles é atribuído uma ordem de prioridade. A denominação E ou Z é definida de acordo com a orientação espacial dos dois grupos de maior prioridade. Átomos de maior número atômico têm maior prioridade:



Se houver empate entre os grupos substituintes na primeira ligação, aplicam-se os mesmos critérios de prioridade à ligação seguinte.

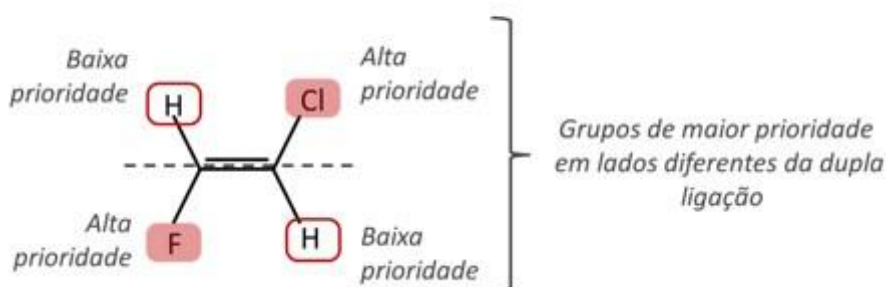
Se os grupos de maior prioridade estiverem no mesmo lado do plano imaginário que passa pelos carbonos da dupla ligação, os isômeros são denominados Z. Essa letra faz referência ao termo alemão *Zusammen*, que possui sentido de “juntos”.

ISÔMERO Z



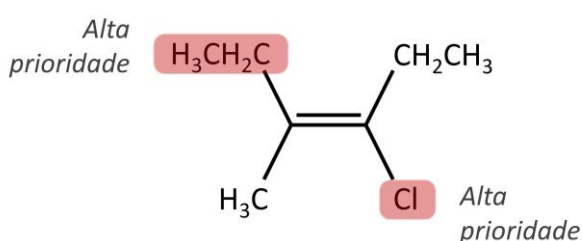
Quando os grupos de maior prioridade se apresentam em lados opostos da ligação dupla, a isomeria da molécula é definida como E. Essa letra faz referência ao termo alemão *Entgegen*, que possui sentido de “opostos”.

ISÔMERO E

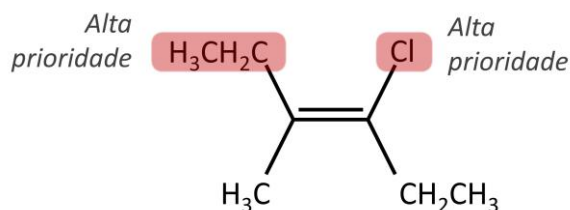


O sistema E-Z também se aplica a moléculas com dois ligantes. A notação cis-trans é, ainda, a mais usual para carbonos dissustituídos, mas é importante reconhecer que o sistema de ordem de prioridade também é aplicável a esses casos.

A identificação de isômeros Z ou E é feita na escrita dos nomes das moléculas apenas pela indicação do tipo de isomeria (E ou Z) na frente do nome oficial, cuja construção segue as normas da Iupac.



(E)-3-cloro-4-metil-3-hexeno

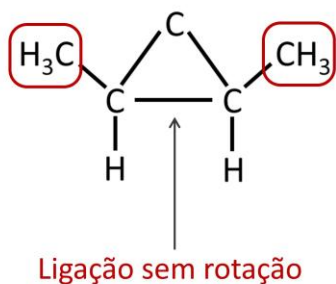


(Z)-3-cloro-4-metil-3-hexeno

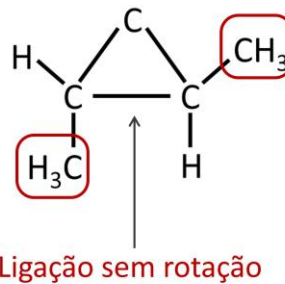
ISOMERIA GEOMÉTRICA EM COMPOSTOS CÍCLICOS

Em cadeias fechadas, em razão da própria existência do anel, há impedimento da rotação livre em torno de ligações carbono-carbono. Dessa forma, quando houver dois ligantes ou substituintes diferentes em dois carbonos vizinhos no ciclo, ocorre a isomeria geométrica ou cis-trans.

Cis-1,2-dimetil-ciclopropano



Trans-1,2-dimetil-ciclopropano



O nome cis-trans e Z-E

“Cis” (latim) significa “próximo a”. “Trans” (latim) significa “através de”.

“Z” vem de “zusammen” (alemão), que significa “juntos”. “E” vem de “entgegen” (alemão), que significa “opostos”.

ATIVIDADES

1. Quantos isômeros estruturais e geométricos, considerando também os cíclicos, são previstos com a fórmula molecular C_3H_5Cl ?

2. Apresenta isomeria geométrica:

a) pent-2-eno

c) propeno

e) 1,2-dimetil benzeno

b) but-1,2-dieno

d) tetrabromo etileno

3. Qual(is) das seguintes substâncias apresenta isomerismo geométrico?

I) $(CH_3)_2C = CH_2$

III) $CH_3BrC = CCH_3Cl$

II) $CH_3CH = C(CH_3)_2$

IV) $CH_3CH = CHC_2H_5$

4. Qual é o hidrocarboneto acíclico mais simples, que apresenta isomeria geométrica?

5. Apresentar a fórmula estrutural de todos os isômeros planos e espaciais de cadeia aberta que têm a fórmula $C_3H_4Cl_2$.

6. Considere o but-2-eno.

a) Que tipo de isomeria o composto apresenta?

b) Escreva as fórmulas estruturais e os nomes dos isômeros.

7. Apresenta isomeria cis-trans:

a) but-1-eno.

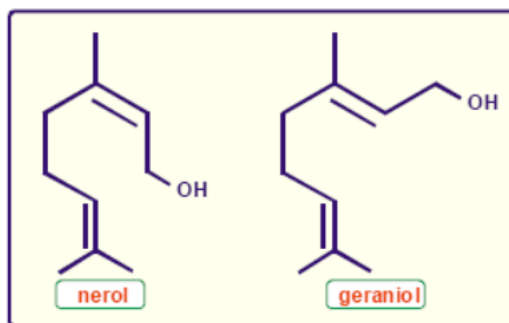
d) 1,1-dimetil – ciclobutano.

b) 2-metil but-2-eno.

e) 1,2-dimetil - ciclobutano.

c) 2,3-dimetil but-2-eno.

8. O aroma dos perfumes, geralmente, resulta de misturas de compostos químicos. Moléculas com estruturas químicas semelhantes não possuem necessariamente aromas similares. Nerol e geraniol representadas abaixo, são constituintes de perfumes e exalam diferentes aromas.



Com relação às moléculas acima representadas, é correto afirmar que nerol e geraniol são isômeros:

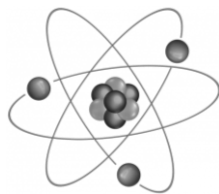
a) ópticos.

b) de posição.

c) de compensação.

d) geométricos.

e) de função.



AULA 29

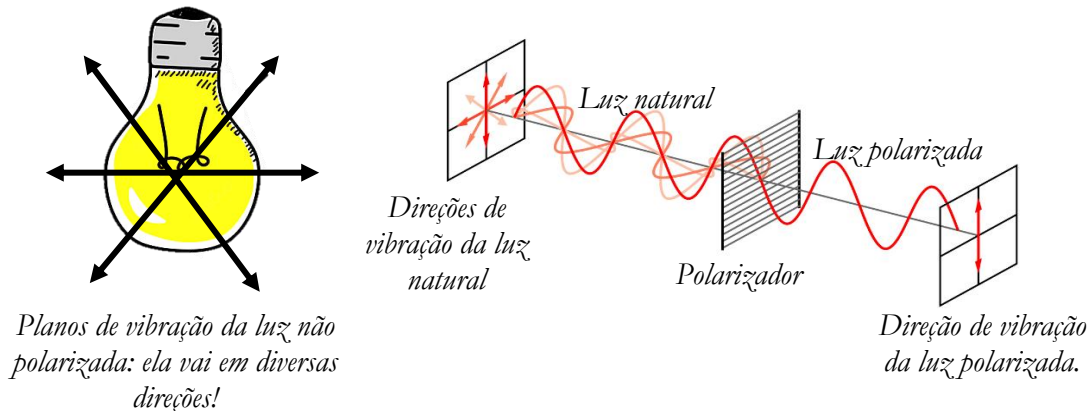
ISOMERIA ÓPTICA



isomeria óptica está associada ao comportamento das substâncias submetidas a um feixe de luz polarizada (um só plano de vibração), obtido quando a luz natural, não polarizada (infinitos planos de vibração), atravessa um polarizador.

A luz polarizada é um conjunto de ondas eletromagnéticas que vibram ao longo de um único plano, denominado plano de polarização. Esse tipo de luz foi descoberto em 1808, pelo físico francês Malus quando ele fez incidir um feixe de luz natural sobre um cristal transparente de uma variedade do carbonato de cálcio (espato da Islândia).

Essa propriedade é característica de várias substâncias, tanto naturais quanto sintéticas, que são denominadas polarizadores. Abaixo um esquema ilustrando esta característica.



Algumas substâncias têm a propriedade de desviar o plano de vibração da luz polarizada e são denominadas opticamente ativas.

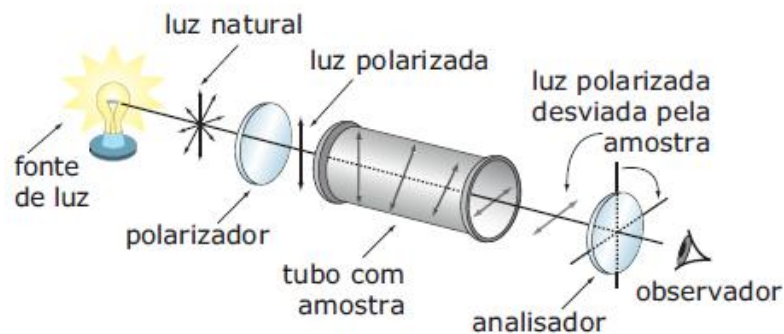
Abaixo observe a representação da luz natural e de como esta é polarizada (lembre-se que a luz natural nada mais é que uma onda eletromagnética):

Essa propriedade caracteriza os compostos que apresentam isomeria óptica.

O desvio do plano de vibração pode ocorrer em dois sentidos:

- Desvio para o lado direito → isômero dextrogiro (d).
- Desvio para o lado esquerdo → isômero levogiro (l).

Esse desvio é medido experimentalmente (em laboratório) por um aparelho chamado polarímetro.

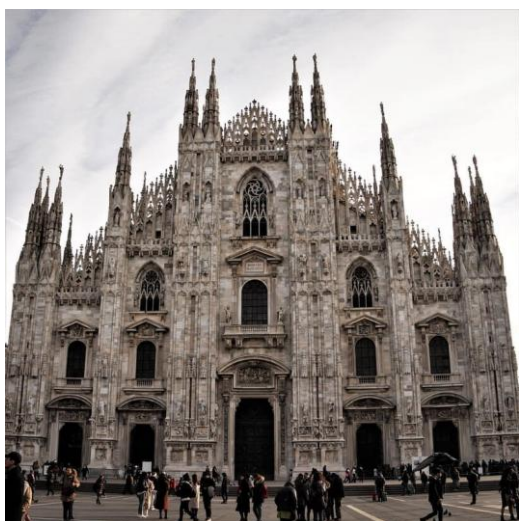


Quando a luz atravessa a solução sem sofrer desvio, a substância é opticamente inativa. Quando a luz atravessa a solução e sofre desvio, a substância é opticamente ativa e apresenta isometria óptica. Se o desvio foi à direita, o isômero é chamado de dextrogiro; se o desvio foi à esquerda, o isômero é chamado de levogiro.

CONCEITO DE SIMETRIA

Dizemos que uma estrutura é simétrica quando ela apresenta pelo menos um plano de simetria, isto é, quando pode ser dividida em duas metades idênticas.

Uma estrutura simétrica, quando colocada diante de um espelho plano, produz uma imagem idêntica a ela.



A arquitetura gótica das catedrais nos dá uma noção muito clara do que é a simetria.

Estruturas que não admitem nenhum plano de simetria são denominadas assimétricas.

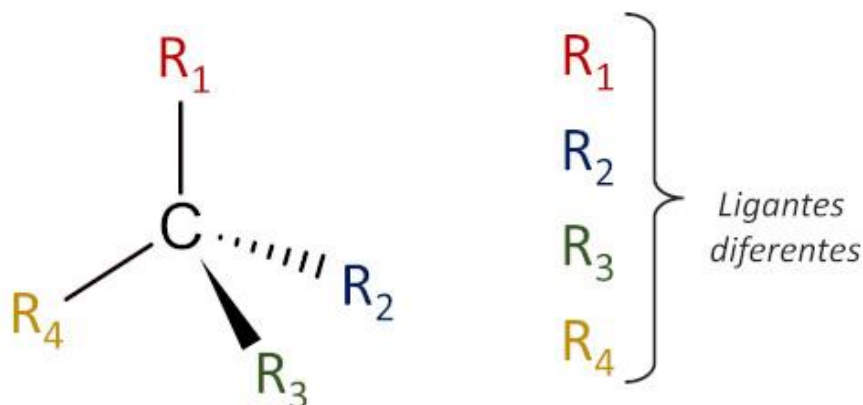
Quando colocadas diante de um espelho plano, as estruturas assimétricas produzem imagens diferentes de si próprias. Uma característica importante dessas estruturas é que elas não são sobreponíveis.



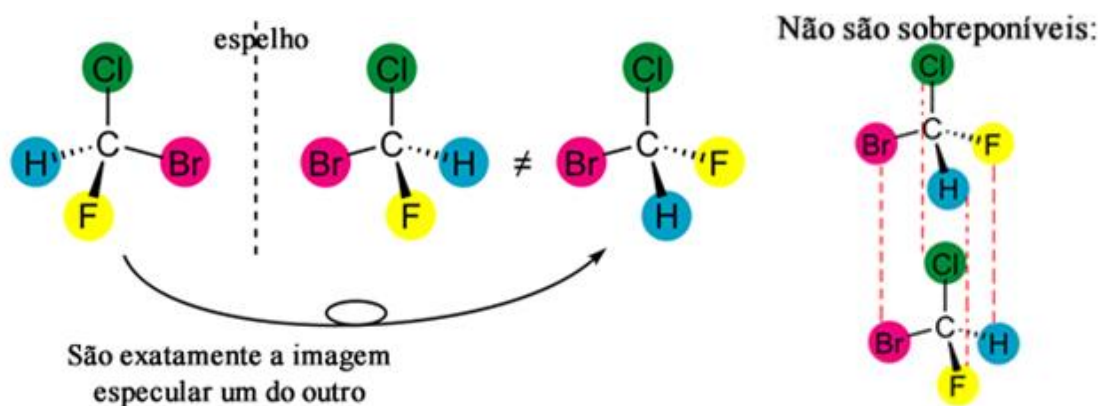
A condição necessária para a ocorrência de isomeria óptica é que a substância seja formada por moléculas assimétricas.

CARBONO QUIRAL

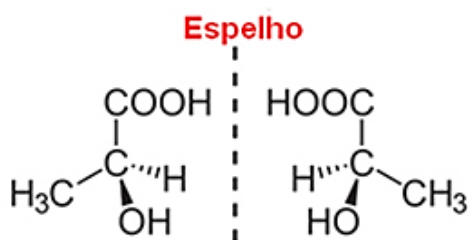
O caso mais importante de assimetria molecular ocorre quando existir, na estrutura da molécula, pelo menos um carbono assimétrico ou quiral (do grego *cheir* = mão). Para que um átomo de carbono seja simétrico deve apresentar quatro grupos ligantes diferentes entre si. Na fórmula estrutural, o carbono quiral é indicado por um asterisco (*).



Vejamos alguns exemplos. Observe que o carbono central é quiral porque possui todos os seus ligantes diferentes, originando dois isômeros ópticos que são a imagem especular um do outro, mas não são sobreponíveis:



Isso acontece com o ácido láctico, cuja estrutura é mostrada a seguir. Visto que possui um carbono assimétrico em sua molécula, ele possui dois enantiômeros. Um deles desvia o plano de luz polarizada para a direita (dextrogiro), sendo chamado de ácido d-lático, e é obtido pela ação de bactérias no extrato de carne. O outro desvia o plano de luz polarizada para a esquerda (levogiro), sendo denominado de ácido l-lático, e é obtido a partir da fermentação da sacarose pelo *Bacillus acidi levoluti*.



Moléculas isômeras do ácido láctico.

Esses isômeros são química e fisicamente iguais, mas apresentam diferenças em suas propriedades fisiológicas, o que foi verificado experimentalmente por Pasteur. Ao trabalhar com uma mistura de dois isômeros ópticos do ácido láctico, ele verificou que em apenas um deles ocorria o crescimento de mofo, o qual, aparentemente, não conseguia metabolizar um desses isômeros.

A única maneira de saber se um isômero óptico é dextrogiro (d) ou levogiro (l) consiste em utilizar um polarímetro. É impossível obter tal informação pela simples análise da fórmula estrutural do isômero.

	PF	Densidade	Cte. Ionização	Ângulo de desvio
Ácido láctico (d)	52 °C	1,25 g/cm ³	$1,4 \cdot 10^{-4}$	+ 2,6 °
Ácido láctico (l)	52 °C	1,25 g/cm ³	$1,4 \cdot 10^{-4}$	- 2,6 °

Dois isômeros opticamente ativos [(d) e (l)], que apresentam o mesmo ângulo de desvio, são denominados antípodas ópticos ou enantiomorfos e sua mistura em quantidades equimolares resulta em uma mistura opticamente inativa, denominada mistura racêmica, conhecida também por isômero racêmico [(dl) ou (r)].

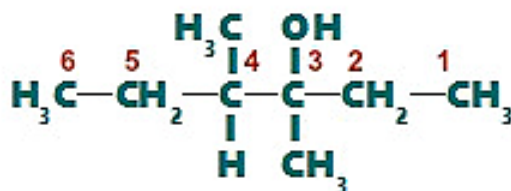
IDENTIFICAÇÃO DE CARBONO QUIRAL EM UMA CADEIA CARBÔNICA

CARBONO QUIRAL EM UMA CADEIA ABERTA

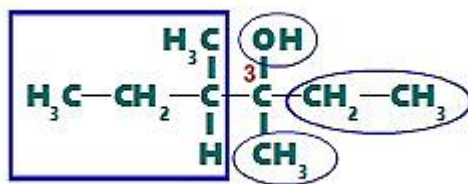
Quando estiver tentando identificar um ou mais carbonos quirais em uma cadeia aberta, os casos propostos a seguir podem ser desconsiderados prontamente, já que não podem apresentar quatro ligantes diferentes:

- Carbono insaturado (contém uma ligação dupla ou uma ligação tripla).
- Carbono com mais de um átomo de hidrogênio, como é o caso dos grupos CH₃ e CH₂.

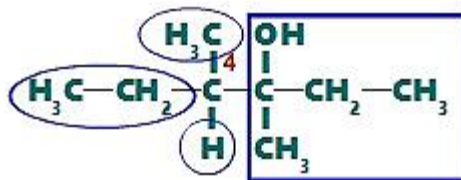
Veja um exemplo:



Perceba que os carbonos 1, 2, 5 e 6 possuem mais de um hidrogênio, logo, não podem ser carbonos quirais. Os carbonos 3 e 4 são quirais, pois apresentam quatro ligantes diferentes, como podemos observar nas representações a seguir:



Demarcação de cada um dos ligantes do carbono 3 da cadeia

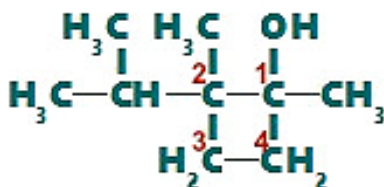


Demarcação de cada um dos ligantes do carbono 4 da cadeia.

Nas demarcações realizadas no exemplo, fica evidente que levamos em consideração todos os átomos que estão ligados ao carbono, como o caso do ligante $\text{CH}_2\text{-CH}_3$ no carbono 3. Assim, não dizemos que no carbono 3 temos apenas um carbono ligado a ele, mas, sim, o grupo etil ($\text{CH}_2\text{-CH}_3$).

CARBONO QUIRAL EM UMA CADEIA FECHADA

Quando a cadeia carbônica é fechada, para identificar um carbono quiral, podemos manter os mesmos critérios utilizados para a cadeia aberta, mas com um pouco mais de atenção. Veja um exemplo:



Podemos afirmar que nessa estrutura existem dois carbonos quirais porque:

- **Carbono 1:** é quiral porque está ligado ao grupo OH, ao CH_3 , ao CH_2 e a um carbono sem hidrogênio.
- **Carbono 2:** é quiral porque está ligado ao grupo CH, ao CH_3 , ao CH_2 e a um carbono sem hidrogênio.

Ao determinar a quantidade de carbonos quirais em uma estrutura orgânica, podemos calcular a quantidade de isômeros ópticos formados pelo composto orgânico estudado.

Os isômeros ópticos ativos e inativos podem ser calculados a partir do número de carbonos quirais. Para tal, devemos utilizar as expressões propostas pelo químico Van't Hoff para cada um desses casos:

Para isômeros ópticos ativos (IOA):

$$\text{IOA} = 2^n$$

*n é a quantidade de carbonos quirais existentes na cadeia.

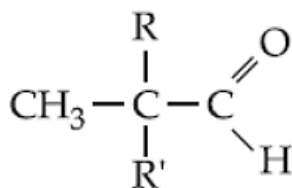
Para isômeros ópticos inativos (IOI):

$$IOI = \frac{2^n}{2}$$

O número de isômeros ópticos inativos é sempre igual à metade do número de isômeros ópticos ativos.

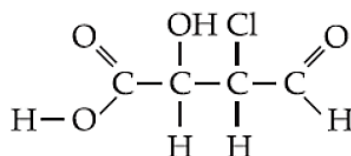
ATIVIDADES

- Qual é o número de aminas primárias de fórmula $C_4H_{11}N$, opticamente ativas?
- O propano (C_3H_8) é um gás inflamável. A molécula $C_3H_6Cl_2$ pode ser considerada derivada do propano, com a substituição de dois átomos de H por dois de Cl.
 - Desenhe os isômeros estruturais do $C_3H_6Cl_2$.
 - Dê os nomes IUPAC de cada um deles.
 - Indique com um asterisco, caso haja, carbonos quirais.
- Para que a estrutura abaixo indique um composto que tenha atividade ótica, devemos substituir os grupos R e R' por:

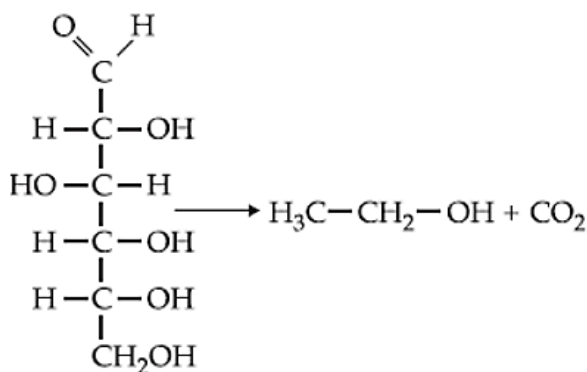


- metil, etil.
- etil, propil.
- hidroxila, metil.
- metil, metil.
- metil, hidrogênio.

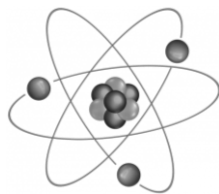
- Quantos isômeros opticamente ativos podem existir correspondendo à fórmula abaixo?



- A fermentação da glicose envolve a seguinte reação, representada na forma não balanceada:



Copie a fórmula estrutural da glicose em seu caderno de respostas, assinale com asteriscos os átomos de carbono quirais e indique o tipo de isomeria a eles associado.



AULA 36

REAÇÕES CARACTERÍSTICAS DOS AROMÁTICOS

HALOGENAÇÃO DO BENZENO

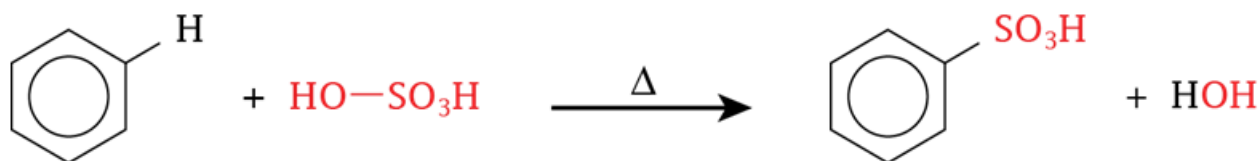
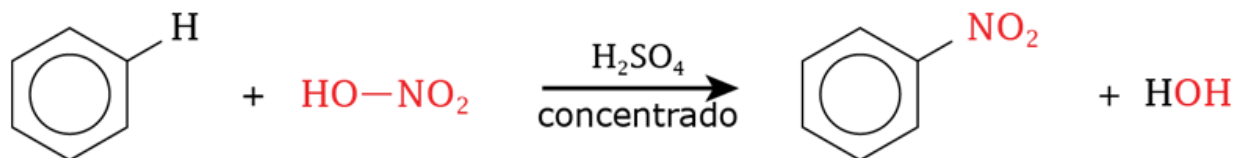


Halogenação (AlCl₃, FeCl₃ ou FeBr₃ são catalisadores)

Nessa reação, como todos os carbonos são secundários, a substituição de qualquer hidrogênio originará sempre no mesmo produto.

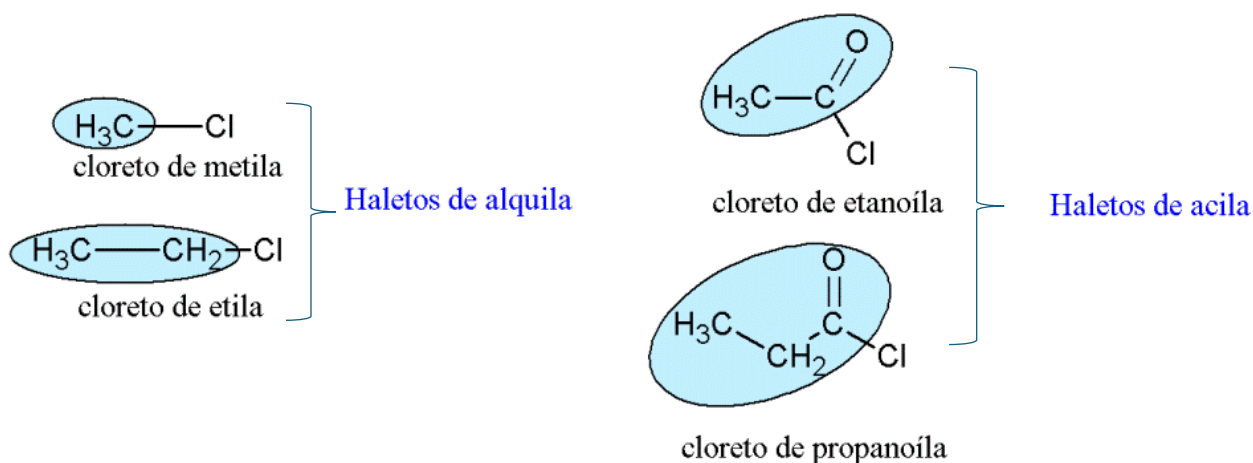
NITRAÇÃO E SULFONAÇÃO

A reação entre um anel aromático e o HNO₃ é denominada **nitração**. Trata-se de um processo no qual um hidrogênio do anel é substituído por um grupo nitro, -NO₂. E a reação entre um anel aromático e o H₂SO₄ é chamada de **sulfonação**. Nela, um átomo de hidrogênio é substituído por um grupo ácido sulfônico, -SO₃H.

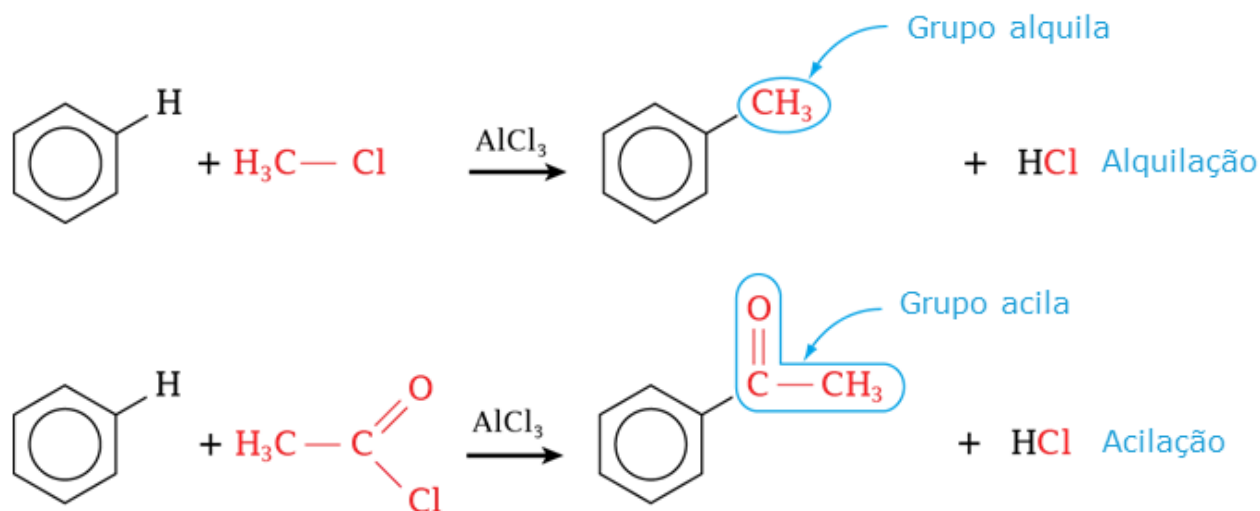


ALQUILAÇÃO E ACILAÇÃO DE FRIEDEL-CRAFTS

Um grupo de átomos provenientes de um hidrocarboneto pela retirada de um hidrogênio de um carbono saturado, é chamado de **grupo alquila**. Se um grupo provém de um ácido carboxílico pela retirada da hidroxila (OH), é chamado de **grupo acila**. Os haletos orgânicos podem ser dos tipos **haletos de alquila** ou **haletos de acila**, dependendo do grupo que esteja ligado ao hidrogênio.



Sob catálise apropriada, haletos de alquila ou de acila e anéis aromáticos participam de reações de substituição. As duas equações químicas a seguir ilustram a reação de um haleto de alquila com um anel aromático e de um haleto de acila com um anel aromático.

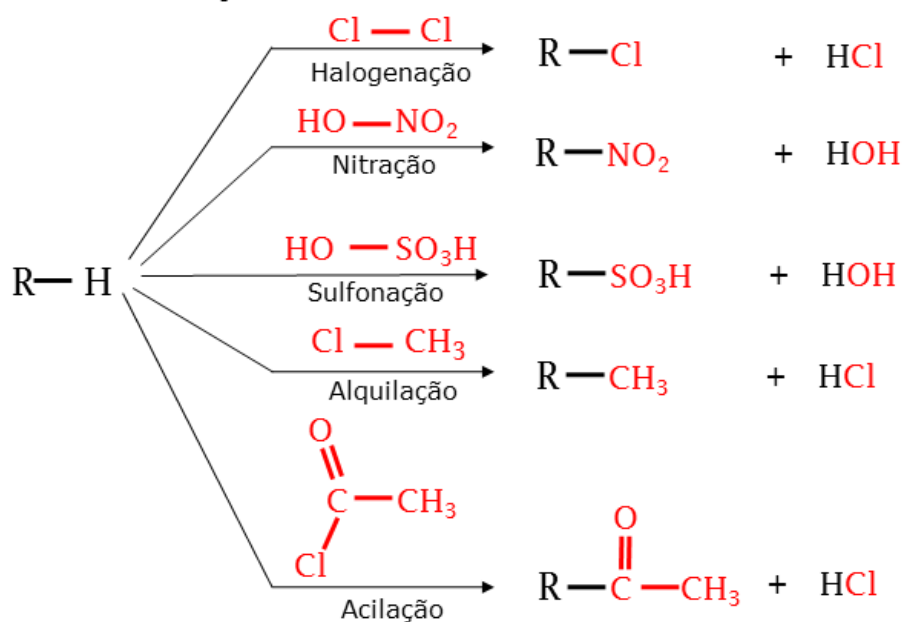


Essas reações foram descobertas em 1877 pelo francês Charles Friedel e pelo americano James Crafts, daí o nome de reações de Friedel-Crafts.

Alquilação: É a substituição de um ou mais hidrogênios do anel aromático por um ou mais grupos derivados de alcanos.

Acilação: é a substituição de um ou mais hidrogênios de um anel aromático por um ou mais grupos derivados de ácidos carboxílicos.

Substituição em hidrocarbonetos aromáticos

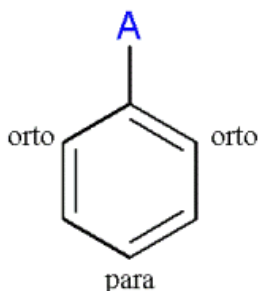


DIRIGÊNCIA EM AROMÁTICOS

O primeiro substituinte (átomo ou grupo de átomos) de um hidrogênio do anel benzênico orientará a posição na qual irá ocorrer, preferencialmente, a segunda substituição.

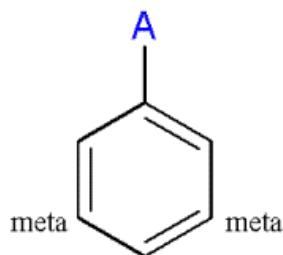
Esse primeiro substituinte será denominado **grupo dirigente** e poderá ser de dois tipos.

ortoparadirigentes



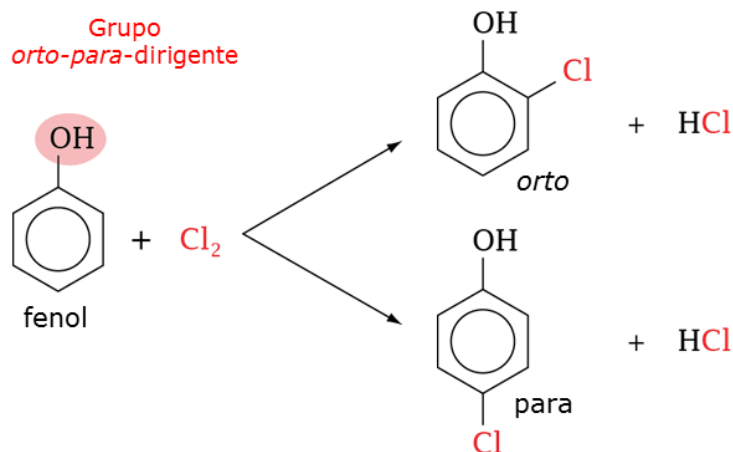
Neste caso teremos a formação de **dois produtos**: um em **orto** e outro em **para**.

metadirigentes



Neste caso teremos a formação de **um produto** na posição **meta**.

MONOBROMAÇÃO DO FENOL



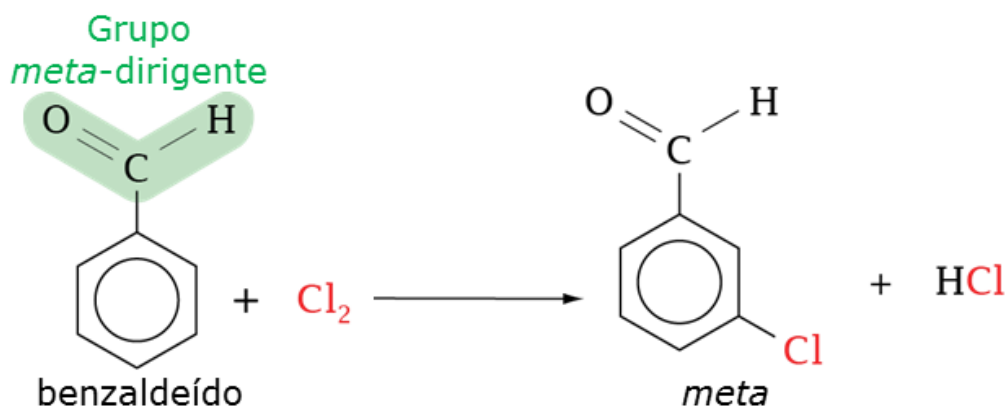
Exemplos de grupos
orto-para-dirigentes

- F - Cl - Br - I

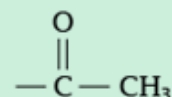
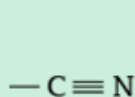
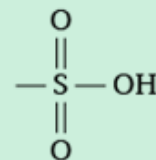
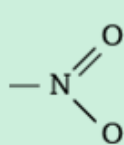
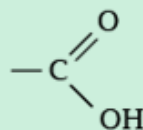
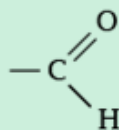
- OH - NH₂

- CH₃ - CH₂-CH₃

MONOCLORAÇÃO DO ÁCIDO BENZOICO



Exemplos de grupos
meta-dirigentes

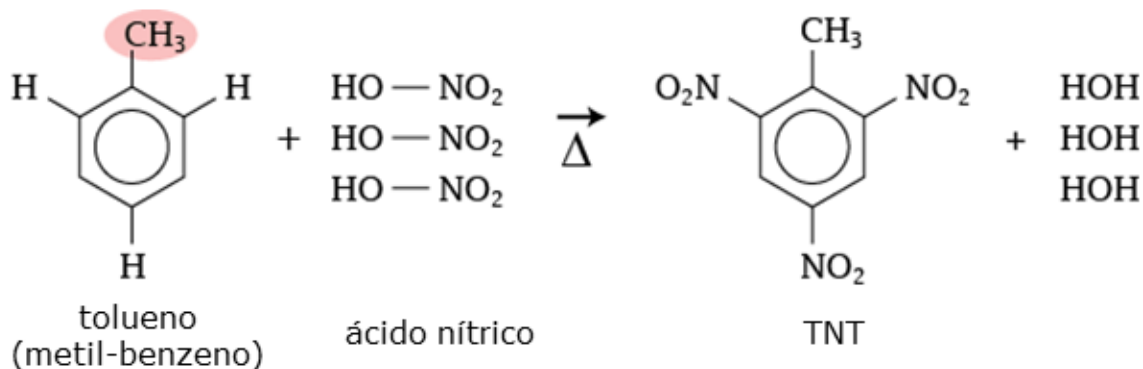


NITRAÇÃO TOTAL DO TOLUENO

Os grupos *ortoparadirigentes* permitem no máximo três substituições no núcleo benzênico: **duas** em **orto** e **uma** em **para**.

O **trinitrotolueno** (TNT ou, melhor, 2,4,6-trinitro-tolueno) é um sólido cristalino amarelo, de ponto de fusão 82 °C, altamente explosivo, com utilidades práticas e pacíficas, tais como a exploração de jazidas minerais. Sofre decomposição muito rápida, liberando gases e calor. A rápida e violenta expansão dos gases aquecidos, produzidos nessa reação, provoca uma onda de choque capaz de causar considerável destruição. O TNT é uma substância que pode ser obtida pela **nitração total do tolueno**.

Grupo
orto-para-dirigente



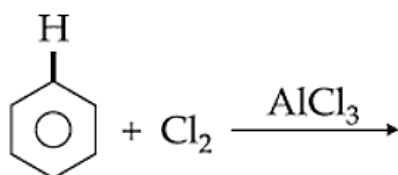
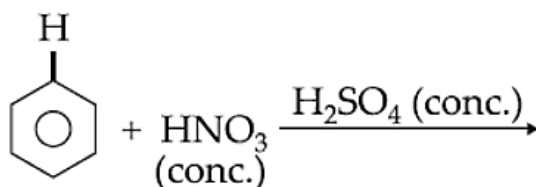
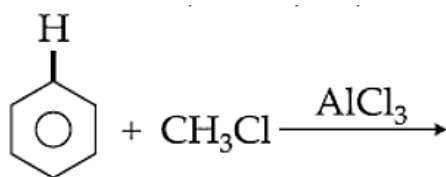
ATIVIDADES

1. Um dos átomos de hidrogênio do anel benzênico pode ser substituído por CH_3 , OH , Cl ou $COOH$.

a) Escreva as fórmulas e os nomes dos derivados benzênicos obtidos por meio dessas substituições.

b) Quais desses derivados têm propriedades ácidas?

2. Os produtos principais das reações são, respectivamente:



a) tolueno, nitrobenzeno e clorobenzeno.

b) 1,3-diclorobenzeno, ácido benzenossulfônico e hexaclorobenzeno.

c) 1,3-dimetilbenzeno, 1,4-dinitrobenzeno e 1,3-diclorobenzeno.

d) 1,3,5-trimetilbenzeno, nitrobenzeno e 1,3,5-triclorobenzeno.

e) clorobenzeno, nitrobenzeno e hexaclorobenzeno.

3. Complete as reações de substituição do benzeno com os seguintes compostos, na presença de cloreto de alumínio como catalisador:

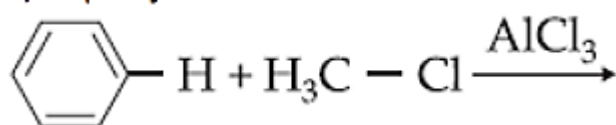
a) cloreto de propila.

b) brometo de etila.

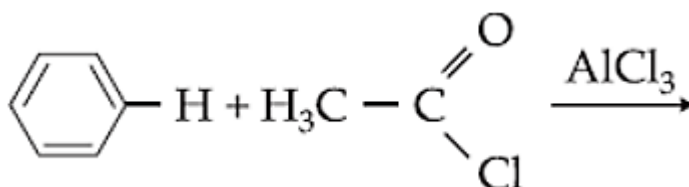
c) cloreto de etanoíla.

4. Complete as reações

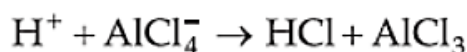
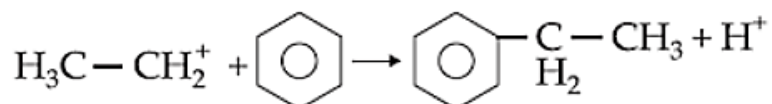
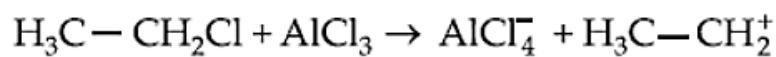
a) Alquilação de Friedel-Crafts



b) Acilação de Friedel-Crafts



5. Examinando a sequência de reações a seguir



conclui-se que a espécie química catalisadora é:

a) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$

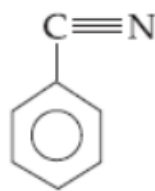
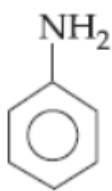
b) AlCl_3

c) AlCl_4^-

d) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2^+$

e) H^+

6. Em relação aos compostos abaixo



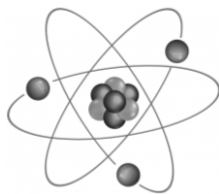
Pode-se afirmar que:

a) o $-\text{NH}_2$ para reações de substituição eletrofílica é orto-para-dirigente.

b) o $-\text{NH}_2$ para reações de substituição eletrofílica é meta-dirigente.

c) o $-\text{CN}$ para reações de substituição eletrofílica é orto-para-dirigente.

d) o $-\text{CN}$ para reações de substituição eletrofílica é meta ou para-dirigente.

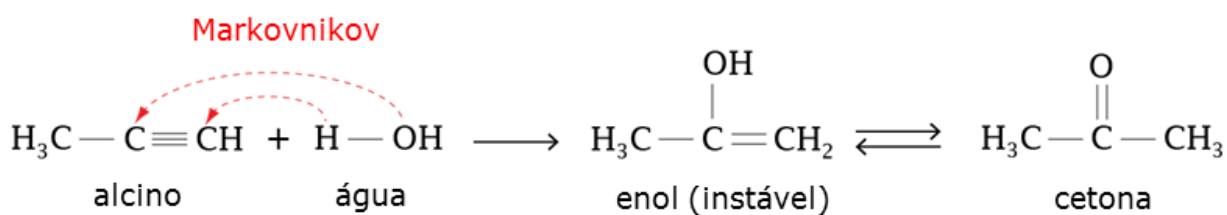
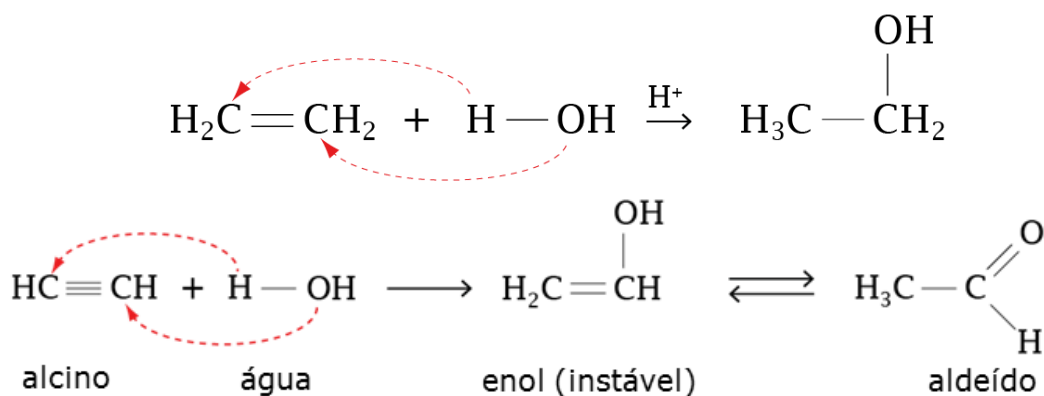


AULA 38

REAÇÕES DE ADIÇÃO – PARTE 2

REAÇÕES DE HIDRATAÇÃO DE ALQUENOS E ALQUINOS

Essas reações consistem na adição de água (H_2O ou HOH), na presença de catalisadores e em meio ácido, aos hidrocarbonetos alquenos e alquinos, e também obedecem à regra de Markovnikov, ou seja, o H se liga ao carbono mais hidrogenado da insaturação.



Se o grupo **OH** presente no enol estiver situado em carbono secundário, haverá a formação de uma **cetona**; entretanto, se o grupo **OH** estiver situado em carbono primário, irá formar-se um **aldeído**.

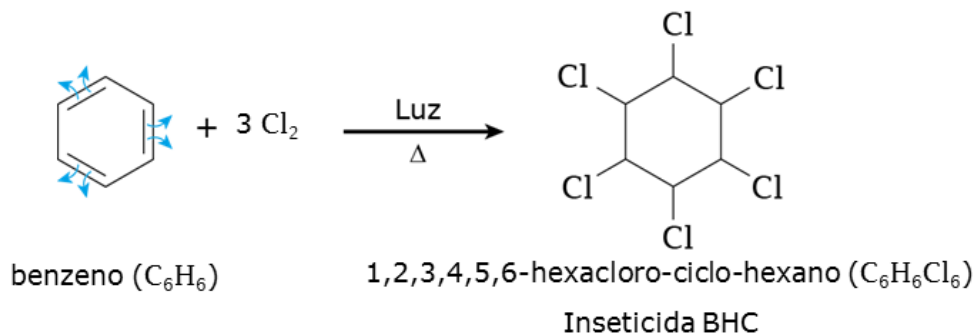
ADIÇÃO EM AROMÁTICOS

Os aromáticos, devido à ressonância, normalmente sofrem reações de substituição; porém, em condições enérgicas ou em condições especiais, podem sofrer reações de adição. Veja os exemplos:

a) **Hidrogenação total do benzeno**



b) **Cloração total do benzeno**

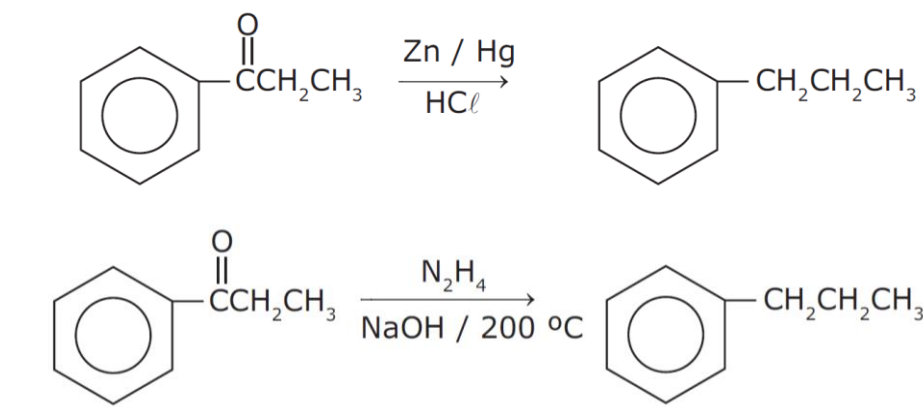


REAÇÕES ENVOLVENDO A CARBONILA

Aldeídos e cetonas podem ser convertidos em uma grande variedade de classes de compostos. A reação mais característica é a adição à dupla-ligação carbono-oxigênio. No entanto, algumas reações que envolvem a redução do carbono da carbonila, também são de grande importância.

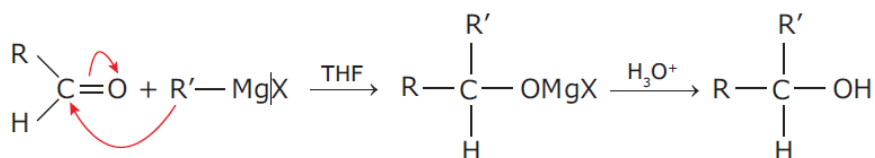
REDUÇÃO DE WOLFF-KISHNER E CLEMMENSEN

O grupo carbonila pode ser completamente convertido em CH_2 . De forma simplificada, os métodos consistem em tratar o composto com zinco em mercúrio (método de Clemmensen) ou com hidrazina em meio básico (método de Wolff-Kishner).



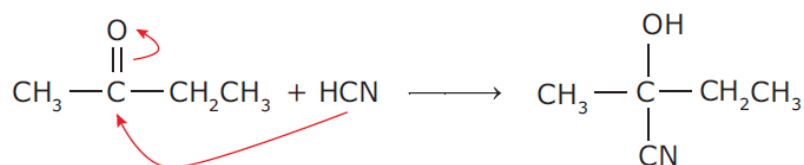
PREPARAÇÃO DE ÁLCOOIS POR ADIÇÃO DE REAGENTES DE GRIGNARD

O reagente ($R - MgX$) é preparado tratando-se um haleto de alquila ($R - X$) com magnésio em solvente anidro. Os solventes mais usuais são éter dietílico e tetraidrofurano (THF). O radical alquila do reagente de Grignard que apresenta carga parcialmente negativa – pois está ligado ao magnésio, que é mais eletropositivo – se liga ao carbono da carbonila:



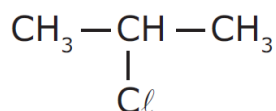
ADIÇÃO DE CIANETO DE HIDROGÊNIO

A adição de cianeto de hidrogênio possibilita a introdução de um átomo de carbono à molécula orgânica. O produto formado pode reagir em etapas posteriores, formando compostos de grande interesse químico. No entanto, essas etapas subsequentes fogem do objetivo desse estudo.



ATIVIDADES

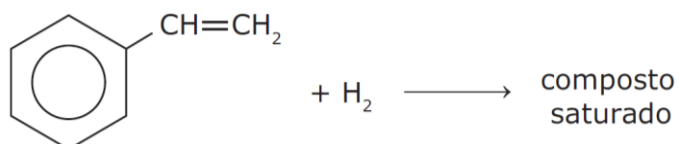
1. Em uma reação de adição de HCl ao $CH_3 - CH = CH_2$, obtém-se como produto principal:



A explicação para esse resultado é que o átomo de carbono secundário é

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| a) menos hidrogenado e mais positivo. | c) mais hidrogenado e mais positivo. |
| b) menos hidrogenado e mais negativo. | d) mais hidrogenado e mais negativo. |

2. Os alquenos reagem com o gás hidrogênio (H_2) para formar compostos saturados. Os compostos aromáticos também podem sofrer tal transformação, porém, em condições mais drásticas, como mostra a equação a seguir:



De acordo com a equação, o composto saturado formado nessa reação é o:

- a) etilbenzeno.
- b) etilcicloexano.
- c) vinilbenzeno.
- d) vinilcicloexano.

3. Óleos vegetais apresentam insaturações, as quais podem ser detectadas pela adição de Br_2 ou I_2 .

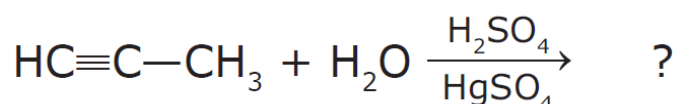
Utilizando-se I_2 dissolvido em CCl_4 , a reação é evidenciada por:

- a) aparecimento de precipitado.
- b) desaparecimento de cor.
- c) desprendimento de gás.
- d) dissolução do produto em água.
- e) formação de mistura heterogênea.

4. A presença de ligações carbono-carbono duplas ou triplas nos hidrocarbonetos, aumenta consideravelmente a reatividade deles. As reações mais características de alcenos e alcinos são as reações de adição. A adição de HCl ao composto X forma o 2-cloropropano. Qual é o composto X?

- a) Propano
- b) Propino
- c) Ciclopropano
- d) Propeno

5. A respeito da reação orgânica e do(s) produto(s) obtido(s), são feitas as seguintes afirmações:



I. Trata-se de uma reação de adição, com a formação de um álcool.

II. Há ocorrência de tautomeria no produto formado.

III. O produto possui isômeros ópticos.

IV. Essa reação pode ser utilizada para obtenção da propanona.

Estão **CORRETAS** as afirmações

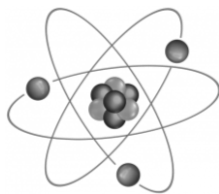
- a) I e IV, somente.
- b) I e II, somente.
- c) II e IV, somente.
- d) II, III e IV, somente.
- e) I, II e III, somente.

6. **JULGUE** os itens a seguir.

() As reações de adição são características de compostos saturados.

() Em uma reação de adição, a ligação a ser rompida é do tipo pi (π).

() Em uma reação de adição, normalmente, o produto principal é obtido seguindo-se a Regra de Markovnikov.



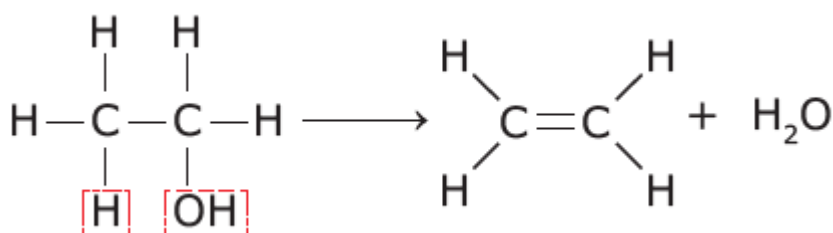
AULA 42

REAÇÃO DE ELIMINAÇÃO



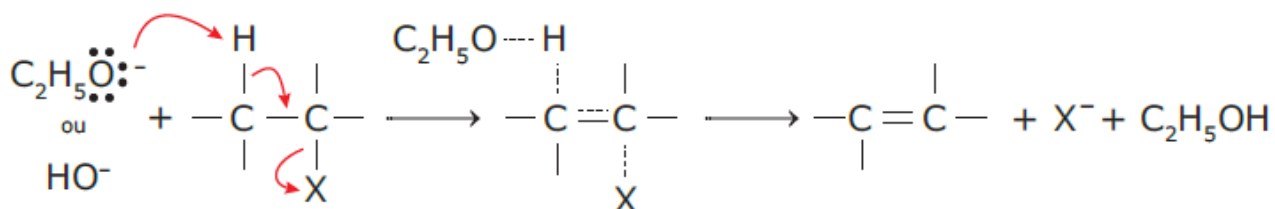
s reações de eliminação constituem outro importante grupo de reações orgânicas. Envolvem a remoção de átomos ou grupos de átomos de uma molécula sem que sejam substituídos por outros. Na maioria dos casos, os átomos ou grupos são removidos de carbonos adjacentes, resultando na formação de uma ligação múltipla.

Exemplo: Desidratação intramolecular do etanol



DESIDROALOGENAÇÃO DE HALETOS DE ALQUILA

A desidroalogenação constitui um bom método na síntese de alquenos. A reação consiste em remover um átomo de hidrogênio e um átomo de halogênio ligados a carbonos adjacentes. Para tal, utiliza-se um solvente adequado, entre eles o hidróxido de potássio dissolvido em etanol (denominado potassa alcoólica).

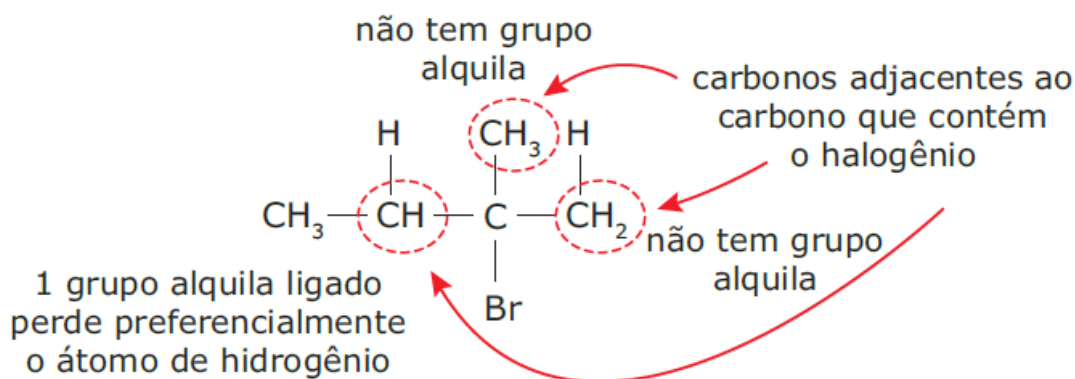


No entanto, o 2-metilbut-2-eno é o produto principal da reação.

Sabe-se que os alquenos serão tanto mais estáveis quanto mais substituídos forem. Assim, a formação do 2-metilbut-2-eno é favorecida, pois este constitui o alqueno mais estável.

Esse comportamento foi observado pela primeira vez pelo químico russo Alexander Saytzeff, em 1875. Sem conhecer o mecanismo reacional, ele formulou a seguinte regra, conhecida hoje como Regra de Saytzeff:

Na desidroalogenação, o produto da reação que se forma, preferencialmente, é o alqueno que tiver o maior número de grupos alquila ligados aos átomos de carbono da ligação dupla.



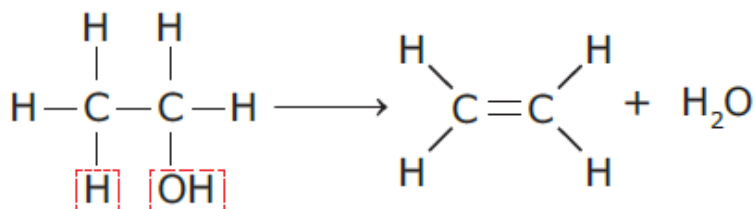
DESIDRATAÇÃO DE ÁLCOOIS

A desidratação de um álcool consiste na eliminação do grupo hidroxila de um carbono e um hidrogênio de outro átomo de carbono (ou outro grupo reagente) com formação de uma molécula de água.

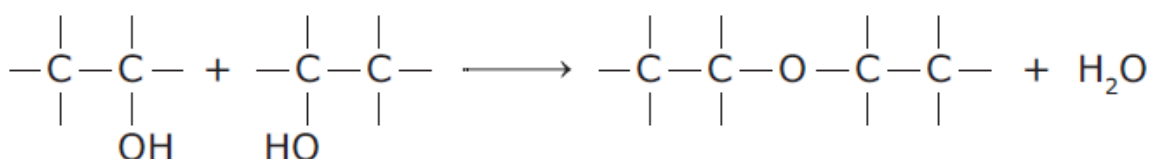
A reação, que naturalmente seria excessivamente lenta, precisa ser catalisada por ácidos e aquecida. Os ácidos geralmente empregados são os ácidos sulfúrico ou fosfórico concentrados. A alta concentração desses ácidos é importante, visto que as desidratações são reversíveis e isso possibilita um baixo percentual de água na mistura reacional, favorecendo, dessa forma, a reação direta.

Há duas possíveis formas de desidratações:

1. O grupo hidroxila e o átomo de hidrogênio são eliminados de carbonos adjacentes.

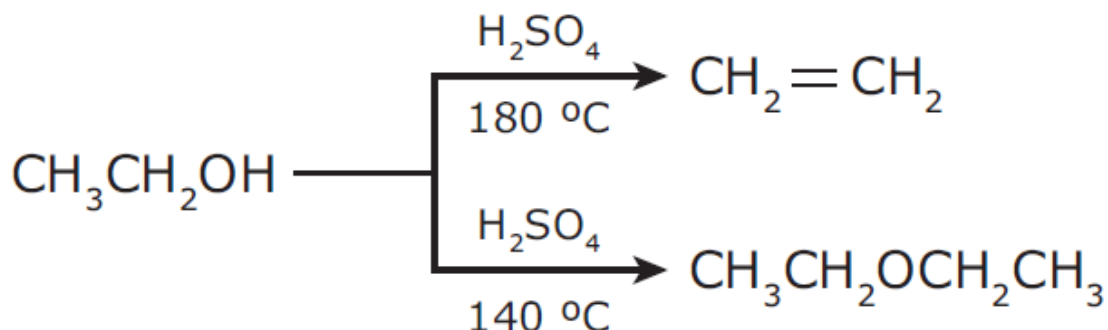


2. O átomo de hidrogênio que se liga ao grupo hidroxila pertence a outro grupo hidroxila.



No primeiro caso, os grupos eliminados pertencem à mesma molécula, sendo a reação denominada desidratação intramolecular, e, como produto, tem-se um alqueno. Já no segundo caso, o hidrogênio e a hidroxila são eliminados de moléculas diferentes, sendo a desidratação intermolecular, e, como produto, tem-se um éter.

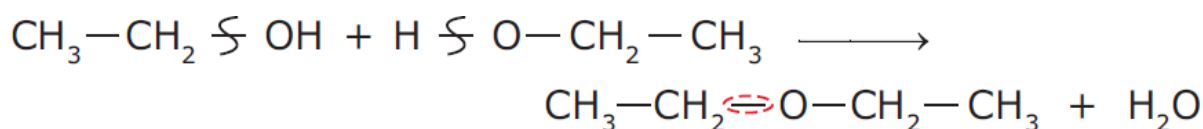
No caso da desidratação intermolecular, a reação ocorre em condições mais brandas de temperatura, por exemplo:



Entretanto, esse método tem utilização limitada, visto que álcoois secundários e terciários sofrem desidratação intramolecular mais facilmente. Lembre-se de que a desidratação leva à formação de carbocátions e que carbocátions primários apresentam baixa estabilidade quando comparados aos secundários ou terciários. Para álcoois terciários, em geral, o produto é exclusivamente o alqueno mais substituído, ou seja, não se produz éteres partindo-se de álcoois terciários.

As reações de desidratação intermoleculares em álcoois podem ser classificadas como reações de eliminação, considerando-se o seguinte critério: essas reações, a partir de reagentes orgânicos, originam um produto orgânico e outro inorgânico. Tal classificação não leva em consideração o mecanismo do processo, ou seja, as etapas que conduzem à formação de produtos nesse tipo de reação. Também são exemplos dessa abordagem as reações de descarboxilação e as reações de desidratação intermoleculares em ácidos carboxílicos.

No exemplo a seguir, o etanol sofre ruptura de uma ligação sigma e formação de outra ligação sigma no processo reacional, ou seja, um grupo foi substituído por outro. Considerando-se o mecanismo do processo, essa reação deveria ser classificada como uma reação de substituição.

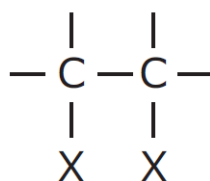


Legenda: --- Ligação rompida --- Ligação formada

Entretanto, como a partir de uma substância orgânica (etanol) houve a formação de uma outra substância orgânica (éter etílico) e uma inorgânica (água), essa reação de desidratação pode ser classificada como uma reação de eliminação.

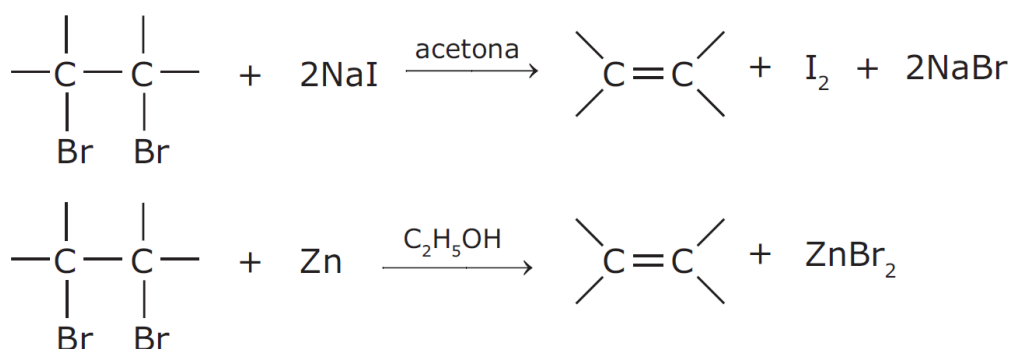
ELIMINAÇÃO DE HALETOS VICINAIS

Os dialetos vicinais são compostos dialogenados que têm os halogênios ligados a átomos de carbonos adjacentes.



haleto vicinal

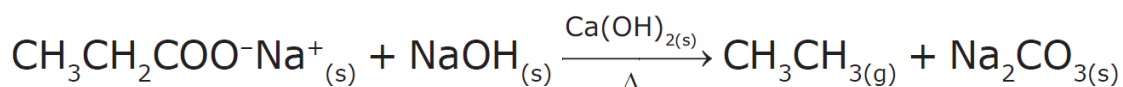
Os dibrometos vicinais podem sofrer desbromação quando tratados com iodeto de sódio dissolvido em acetona, ou por uma mistura de pó de zinco dissolvido em etanol.



MÉTODO DE DUMAS

Esse processo consiste na eliminação do grupo carboxilato dos sais de ácidos monocarboxílicos saturados a partir do contato com uma mistura denominada cal sodada ($NaOH + Ca(OH)_2$) a seco e a altas temperaturas.

Exemplo:

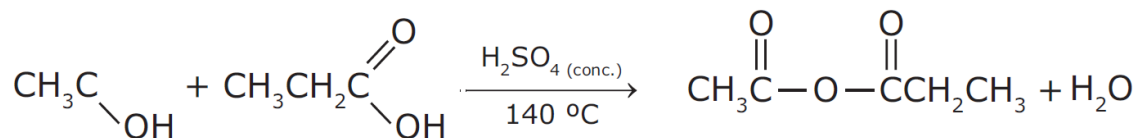
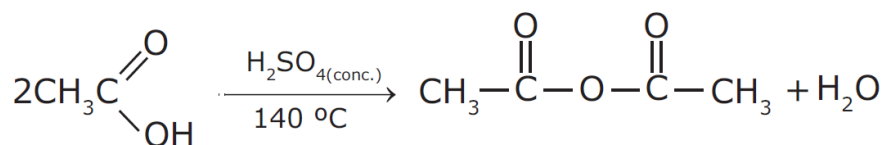


Nesse processo, o alceno formado apresenta um carbono a menos do que o sal que o originou, uma vez que esse carbono formará o produto carbonato de sódio (Na_2CO_3).

DESIDRATAÇÃO INTERMOLECULAR DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

Esse processo é semelhante ao processo de desidratação intermolecular entre álcoois. Os principais agentes desidratantes são H_2SO_4 (conc.), P_2O_5 ou H_3PO_4 (conc.), todos sob aquecimento.

Exemplos:



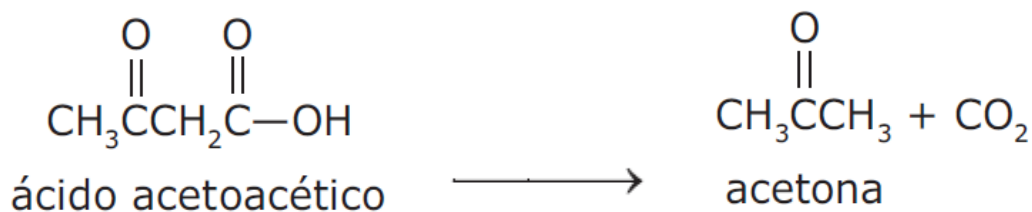
ATIVIDADES

- A obtenção do eteno, a partir do cloreto de etila, é uma reação de
a) adição b) substituição c) pirólise d) eliminação e) eletrólise
- As reações de eliminação são reações nas quais, partindo-se de um único composto orgânico, obtêm-se dois outros compostos, um orgânico e outro que normalmente é a água. Sobre as principais reações de eliminação, em álcoois, assinale a alternativa **INCORRETA**.
a) As desidratações intermoleculares ocorrem em temperaturas mais altas do que as desidratações intramoleculares.
b) As desidratações intermoleculares produzem éteres enquanto as intramoleculares produzem alcenos.
c) Nas desidratações, os ácidos inorgânicos são utilizados como catalisadores, pois são agentes desidratantes.
d) 2-metilpentan-3-ol por desidratação intramolecular origina em menor quantidade o 4-metilpent-2-eno.
e) O 2-metilpropan-2-ol desidrata com maior facilidade do que o propan-2-ol e este desidrata mais facilmente do que o propan-1-ol.
- A eliminação de água do álcool n-butílico, em meio ácido, leva à obtenção de dois tipos de compostos, dependendo da temperatura em que se desenvolve a reação. **ESCREVA** as equações das reações de formação desses dois tipos de compostos.
- O eteno, vulgarmente conhecido como etileno, é produzido por alguns frutos durante o seu amadurecimento. Substâncias pulverizadas sobre árvores frutíferas levam, muitas vezes, à lenta formação do etileno. Todas as reações a seguir levam à produção de etileno, **EXCETO**
a) Desidratação do etanol na presença do ácido.
b) Craqueio de alcanos maiores.
c) Desidroalogenação do cloreto de etila em solução alcoólica de hidróxido de potássio.

d) Adição de hidrogênio ao propeno.

e) Eliminação de Br₂ na presença de zinco em pó em meio alcoólico do 1,2-dibromoetano.

5. O “Diabetes Mellitus” é uma doença com várias características. O aumento da produção de acetona na corrente sanguínea é uma dessas características. Como a acetona é uma substância volátil, diabéticos, quando não tratados, possuem um hálito característico chamado “bafo cetônico”. No organismo humano, a acetona é produzida por uma série de reações.



A última reação da série mostrada anteriormente pode ser classificada como

- a) substituição b) esterificação c) eliminação
d) adição e) polimerização

6. Um halogeneto de alquila, com fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ e que apresenta isomeria óptica, foi submetido à reação em presença de KOH .

a) **ESCREVA** a reação completa.

b) **IDENTIFIQUE** os isômeros geométricos obtidos e **ESCREVA** suas fórmulas estruturais.

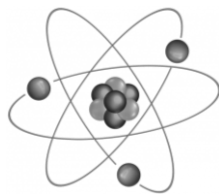
c) **EXPLIQUE** por que o halogeneto de partida apresenta isomeria ótica.

7. **INDIQUE** os produtos que podem ser obtidos nas desidratações intermoleculares dos álcoois etílico e isopropílico.

8. Quando cicloexanol é tratado com H_2SO_4 e aquecimento, há produção de um hidrocarboneto. Esse hidrocarboneto reage com o ácido bromídrico, formando um único produto.

a) **REPRESENTE** as equações químicas de ambas as reações.

b) **DÊ** o nome (IUPAC) dos produtos formados em ambas as reações.



AULA 46

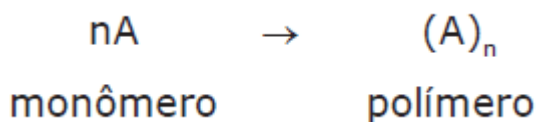
POLÍMEROS



tualmente, pode-se dizer que a área que mais se desenvolve dentro da Química Orgânica é a dos polímeros. A todo instante surgem novos materiais poliméricos com aplicações cada vez mais surpreendentes, tais como os *oleds* (leds orgânicos), usados na fabricação de monitores flexíveis, e os polímeros eletroativos, que ajudarão na medicina na área de implantes de músculos.

Mas, o que são os polímeros?

Polímeros (*poly*: muitas, *meros*: partes) são macromoléculas (moléculas gigantes) que apresentam unidades estruturais que se repetem regularmente. As moléculas que reagem para formar os polímeros são denominadas monômeros.



Existe uma variedade surpreendente de polímeros com as mais diversas aplicações no cotidiano. Desde nossa roupas, que podem ser de algodão (polímero natural) ou de alguma fibra sintética, passando pelos diversos tipos de plásticos, aos pneus e solados de borracha.



Uma imensidão de coisas podem ser fabricadas com os polímeros.

CLASSIFICAÇÃO DOS POLÍMEROS

Os polímeros podem ser classificados de diversas maneiras, de acordo com suas propriedades. As classificações a seguir são as mais importantes dentro deste nosso contexto.

QUANTO À ORIGEM

Polímeros naturais: são polímeros que já existem, normalmente, na natureza. Entre os mais importantes, estão os carboidratos (celulose, amido, glicogênio, etc.), as proteínas

(existentes em todos os seres vivos) e os ácidos nucleicos (existentes no núcleo das células vivas e responsáveis pelas características genéticas dos seres vivos).

Polímeros sintéticos: são polímeros fabricados pelo homem a partir de moléculas simples. Entre eles, estão o náilon, o polietileno, o PVC, etc.

QUANTO AO COMPORTAMENTO MECÂNICO

Plásticos: o termo “plástico” origina-se do grego *plastikos* (adequado à modelagem) e exprime a característica dos materiais quanto à moldabilidade. Os plásticos sofrem extrusão na forma de tubos ou folhas ou ainda podem ser espalhados sobre superfícies.

Elastômeros: são polímeros que apresentam a elasticidade característica das borrachas. Sofrem deformação por ação mecânica e retornam à forma original quando cessada a ação.

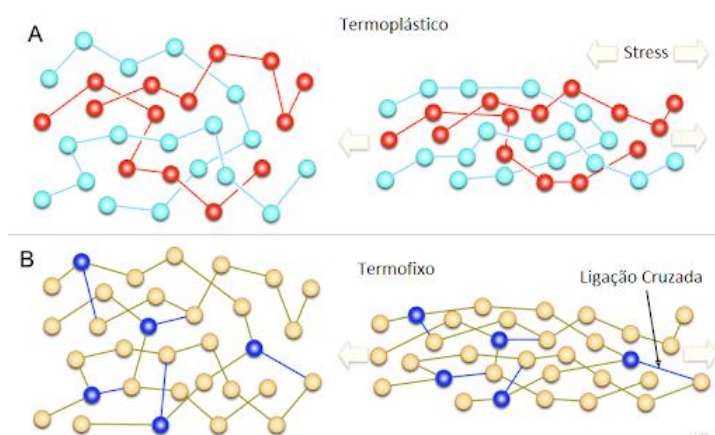
Fibras: são materiais poliméricos de cadeias lineares, na forma de longos filamentos com grande resistência na direção da fibra.



QUANTO AO COMPORTAMENTO TÉRMICO

Termoplásticos: são polímeros que amolecem (derretem) com o aumento da temperatura. Na sua maioria são de cadeias lineares. Esses polímeros podem ser moldados por aquecimento e reaquecimento, o que permite sua reciclagem.

Termofixos: são polímeros que mantêm sua estrutura tridimensional mesmo com aumento da temperatura. Suas cadeias são geralmente em rede ou lineares com uma alta densidade de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas.



Esquema ilustrativo da diferença entre os polímeros termoplásticos e os polímeros termofixos

QUANTO À COMPOSIÇÃO

Homopolímeros: são polímeros formados por um único tipo de monômero. O polímero é formado pela repetição de uma única estrutura básica.



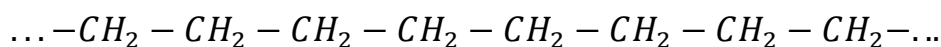
Copolímeros: são polímeros formados por mais de um tipo de monômero. Existem diversos tipos de copolímeros dependendo da disposição dos monômeros (alternantes, aleatórios, etc.)



QUANTO À ESTRUTURA FINAL DO POLÍMERO

Polímero linear: Nesse tipo de polímero, a macromolécula é formada por um encadeamento linear de átomos.

Exemplo: Polietileno



Mesmo que a cadeia apresente ramificações (desde que a ramificação não ligue uma cadeia à outra vizinha), o polímero continua sendo considerado linear.

Exemplo: Borracha sintética (neopreno)



Os polímeros lineares dão origem a materiais termoplásticos, isto é, plásticos que podem ser amolecidos pelo calor inúmeras vezes e, ao resfriarem, voltam a apresentar as mesmas propriedades iniciais.

Polímero tridimensional: Nesse tipo de polímero, a macromolécula se desenvolve em todas as direções, isto é, há ligações entre cadeias adjacentes por meio de átomos localizados ao longo da cadeia. Esses polímeros dão origem a materiais termofixos ou a materiais termoendurecentes.

No primeiro caso, pelo menos a última fase de produção da macromolécula deve ser feita simultaneamente com a modelagem do objeto desejado, pois, uma vez prontos, esses

polímeros não podem ser novamente amolecidos pelo calor (um aquecimento excessivo causa a decomposição até a queima do material, mas nunca seu amolecimento).

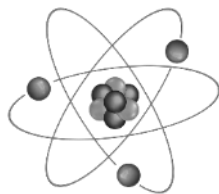
Consequentemente, esses polímeros não podem ser reaproveitados industrialmente na moldagem de novos objetos. Os polímeros termoendurecentes, quando prontos, só podem ser fundidos uma vez, pois, durante a fusão, as moléculas reagem entre si, aumentando a massa molecular do polímero e este, endurecendo, torna-se insolúvel e infusível.

QUANTO AO MÉTODO DE SÍNTESE

Os polímeros podem ainda ser classificados de acordo com o tipo de reação realizada na sua obtenção. Existem dois tipos principais que estudaremos nas próximas aulas: os polímeros de adição e os polímeros de condensação.

ATIVIDADES

1. O que são os polímeros?
2. Como podemos classificá-los?
3. Por que existe uma grande variabilidade das propriedades físico-químicas dos polímeros?



AULA 51

BIOQUÍMICA



bioquímica é a ciência que estuda os processos químicos que ocorrem nos organismos vivos. Mas a química orgânica também não estuda isto? A bioquímica está dentro da química orgânica. A química orgânica explora a síntese de compostos orgânicos e suas propriedades, enquanto a bioquímica investiga as biomoléculas, como proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos, e seus papéis nos processos biológicos.

Embora existam sobreposições, especialmente em áreas como a bioquímica de compostos orgânicos, essas disciplinas têm ênfases e aplicações distintas. Sendo assim, terminaremos nosso estudo de química com a apresentação das moléculas orgânicas e os processos químicos que ocorrem nos seres vivos.

Um organismo vivo possui biomoléculas que desempenham funções específicas para seu funcionamento. Dentre elas, é possível citar as proteínas, os lipídeos, os carboidratos e os ácidos nucleicos.

As proteínas são macromoléculas presentes em todos os seres vivos e são constituídas pelas combinações dos 20 aminoácidos primários mais comuns, por exemplo: a glicina, a glutamina, a lisina, a arginina e o ácido aspártico, entre os diversos presentes na natureza. Essas macromoléculas cumprem funções estruturais, reguladoras, de defesa, hormonais, energéticas e enzimáticas.

Os aminoácidos podem ser não essenciais (produzidos pelo próprio ser vivo) ou essenciais (ingeridos por meio de alimentos) e formam as proteínas por meio de ligações peptídicas que unem o grupo amina de um aminoácido com o grupo carboxila de outro.

Os lipídeos (gorduras) são macromoléculas que desempenham funções energéticas e estruturais no organismo de diferentes seres vivos. Os fosfolipídeos, por



A bioquímica estuda as moléculas orgânicas presentes nos seres vivos. Talvez as mais intrigantes sejam os ácidos nucleicos que compõem o DNA.

exemplo, são constituintes da membrana celular e desempenham função estrutural de grande importância biológica.

Os carboidratos, também denominados glicídios, constituídos por carbono, hidrogênio e oxigênio, são a fonte primária de energia para o organismo humano. Esses açúcares são classificados, segundo a sua estrutura molecular, em uma série de grupos: os monossacarídeos (frutose, galactose e glicose), os dissacarídeos (sacarose, maltose e lactose) e os polissacarídeos (amido, glicogênio e celulose).

Os organismos vivos são constituídos por moléculas, átomos e íons que, por si só, obviamente não possuem vida. Quando examinadas individualmente, essas partículas comportam-se obedecendo a todas as leis da física e da química, tal como qualquer outra partícula oriunda da matéria inanimada.

Se perguntarmos para o químico, o que distingue organismos vivos de objetos inanimados, por mais que as palavras já o digam (que é a presença de uma alma), uma boa resposta, sob o aspecto puramente material incluirá três pontos:

1. Capacidade de se reproduzir.
2. Capacidade de extrair, transformar e usar energia do meio.
3. Alto grau de complexidade e organização de suas moléculas.

A maioria dos constituintes dos seres vivos é composto orgânico. As propriedades do carbono, como já estudamos, permitem a formação de uma variedade de moléculas necessárias à vida.

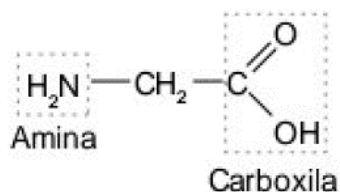
Esses compostos orgânicos são geralmente classificados como biomoléculas, simplesmente por serem os sistemas biológicos a principal fonte dessas moléculas.

Moléculas com massa molecular menor que 500 u , tal como os aminoácidos, os nucleotídeos e os monossacarídeos, servem como monômeros para as macromoléculas de proteínas, os ácidos nucleicos e os polissacarídeos, respectivamente. Outras moléculas, tais como os lipídeos, alcaloides e terpenos, servem como fonte de energia, unidades estruturais, hormônios, etc.

Estudaremos nestas próximas aulas as propriedades, a classificação e o comportamento químico das principais biomoléculas.

AMINOÁCIDOS

Por definição, aminoácidos são substâncias orgânicas que possuem um grupo amina e um grupo carboxila em sua estrutura. Um exemplo de aminoácido, no caso o menor aminoácido possível, é o ácido aminoetanoico (glicina):



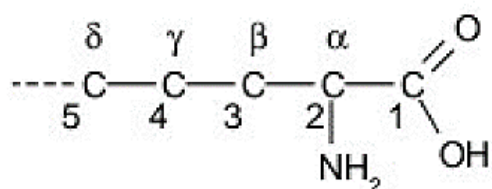
Fórmula estrutural da glicina.

O número de aminoácidos, baseado nesse conceito, é gigantesco; apesar disso, o número de aminoácidos naturais, ou seja, encontrados nos seres vivos, é pequeno, o que permite um estudo pormenorizado.

A principal fonte de aminoácidos naturais é a partir da hidrólise de proteínas. Proteínas podem ser decompostas por hidrólise em seus constituintes básicos (aminoácidos) por diversas metodologias.

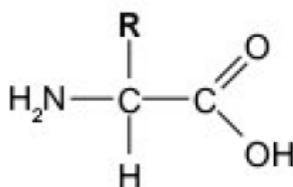
O número de proteínas, encontradas nos reinos Vegetal e Animal, alcança facilmente a casa dos bilhões; curiosamente, essas proteínas são formadas basicamente por apenas 20 aminoácidos diferentes, chamados de aminoácidos primários.

Todos os 20 aminoácidos primários são α -aminoácidos, o que quer dizer que o grupo amina está ligado ao carbono vizinho do grupo carboxila. Para localizar o grupo amina em um aminoácido, pode-se numerar a cadeia a partir da carboxila ou ainda, mais usualmente, utilizar letras gregas a partir do carbono dois:



Numeração dos carbonos da cadeia principal.

Analisando a estrutura dos 20 α -aminoácidos primários, observa-se que, em todos, o carbono alfa (α) possui um grupo carboxila, um grupo amina e um hidrogênio, de forma que a diferença entre os 20 aminoácidos primários fica a cargo da quarta ligação, feita com um grupo R.



Fórmula geral de um α -aminoácido.

Com exceção da glicina, cujo grupo **R** é um hidrogênio, os demais aminoácidos primários terão no mínimo um carbono quiral, exatamente o carbono alfa (α) da cadeia principal.

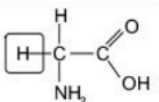
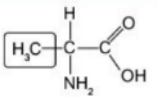
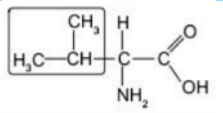
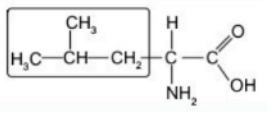
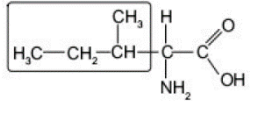
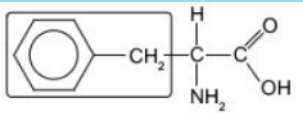
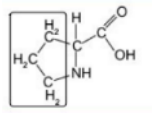
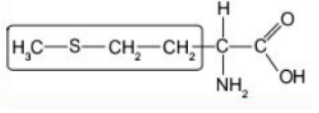
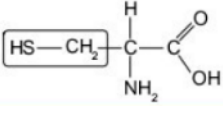
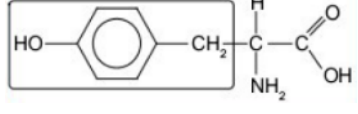
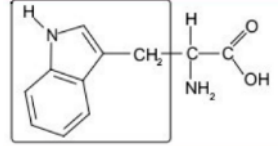
Outro dado curioso (ou providencial) em relação aos aminoácidos primários encontrados na natureza, é que todos possuem configuração absoluta L.

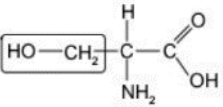
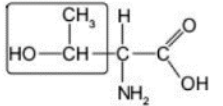
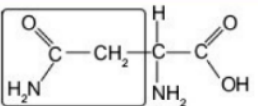
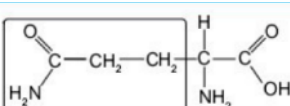
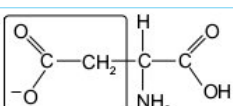
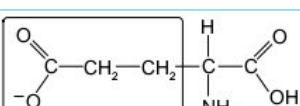
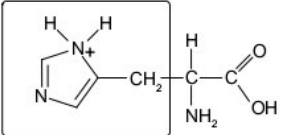
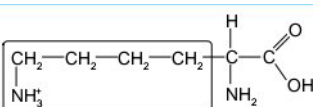
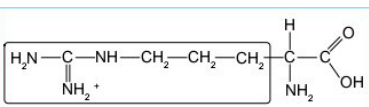
A nomenclatura DL foi desenvolvida por Emyl Fischer, em 1891, para se referir à configuração absoluta dos carbonos quirais de aminoácidos e açúcares. Por convenção, na configuração L, o grupo $\alpha - NH_2$ está projetado para a esquerda, mas se o grupo amina estiver para a direita a configuração do aminoácido será D. Essa nomenclatura não está relacionada com as designações *d* e *l* utilizadas para determinar o desvio da luz polarizada de

moléculas assimétricas. Apesar de todos os aminoácidos encontrados na natureza terem configuração L, 14 deles são dextrogiros (*d*) e cinco são levogiros (*l*).

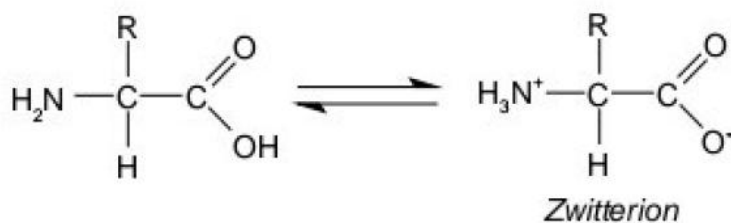
Uma classificação que os aminoácidos primários recebem referem-se às características do grupo R. Por exemplo, grupos R formados apenas por carbono e hidrogênio são classificados como apolares e/ou hidrofóbicos, enquanto a presença de um grupo hidroxila em um grupo R pequeno torna-o hidrofílico.

A tabela a seguir indica a estrutura, o nome, a classificação em relação ao grupo R e o desvio da luz polarizada dos vinte aminoácidos primários.

Nome	Abreviatura	Fórmula estrutural	Classificação do grupo R	Desvio da luz polarizada
Glicina	Gly		-	-
L-alanina	Ala		Apolar hidrofóbico	+14,5°
L-valina	Val		Apolar hidrofóbico	+28,2°
L-leucina	Leu		Apolar hidrofóbico	+15,4°
L-isoleucina	Ile		Apolar hidrofóbico	+41,1°
L-fenilalanina	Phe		Apolar hidrofóbico	-34,0°
L-prolina	Pro		Apolar hidrofóbico	-85,5°
L-metionina	Met		Apolar hidrofóbico	+23,3°
L-cisteína	Cys		Polar hidrofóbico	+8,8°
L-tirosina	Tyr		Polar hidrofóbico	-11,1°
L-triptofano	Trp		Polar hidrofóbico	-31,5°

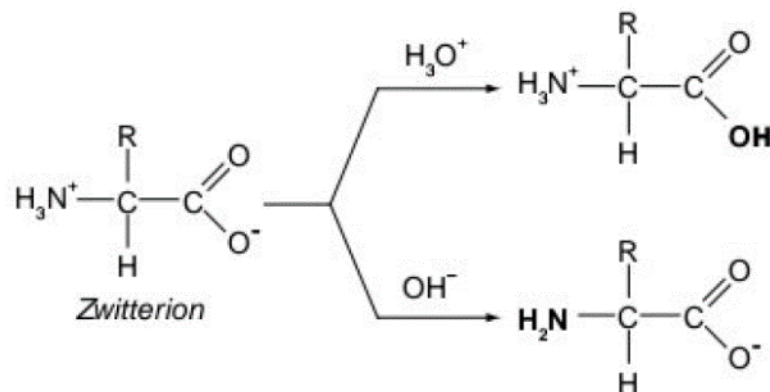
L-serina	Ser		Polar hidrofílico	+15,2°
L-treonina	Thr		Polar hidrofílico	-28,4°
Asparagina	Asn		Polar hidrofílico	+35,0°
Glutamina	Gln		Polar hidrofílico	+32,3°
Ácido L-aspartico	Asp		Carregado negativamente	+25,0°
Ácido L-glutâmico	Glu		Carregado negativamente	+25,5°
L-histidina	His		Carregado negativamente	+12,4°
L-lisina	Lys		Carregado negativamente	+21,0°
L-arginina	Arg		Carregado negativamente	+27,1°

Em decorrência do caráter ácido do grupo carboxila e do caráter básico do grupo amino, quando os aminoácidos são dissolvidos em água, sofrem neutralização interna e tornam-se íons dipolares ou *zwitterion* (palavra alemã para *íon híbrido* ou *sal interno*), que é um composto químico eletricamente neutro.



Ionização dos aminoácidos.

Essa característica dos aminoácidos permite que sofram reação tanto com ácido como com base. Compostos com esse comportamento são ditos anfóteros.

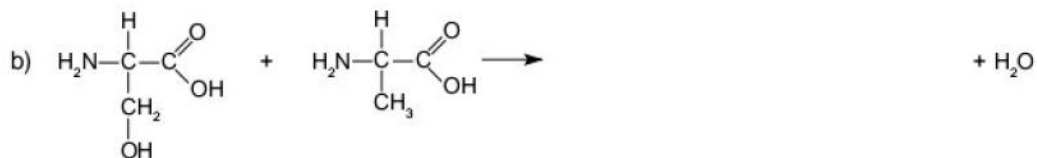
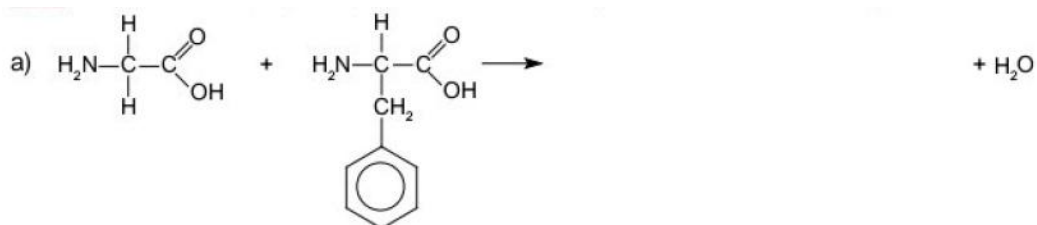


Não podemos confundir aminoácido primário com aminoácido essencial. Os primários são aminoácidos que entram na composição das proteínas. Praticamente todas as proteínas possuem sempre os 20 aminoácidos primários.

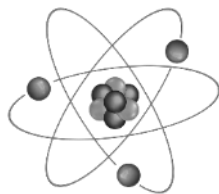
Os essenciais são aminoácidos que o organismo humano não é capaz de sintetizar, de forma que se tornam essenciais na dieta. Dos 20 aminoácidos primários, 10 são essenciais na dieta dos humanos, pois não podem ser sintetizados. Por exemplo, entre os essenciais, estão os aminoácidos que possuem cadeias ramificadas (Leu, Ile e Val).

ATIVIDADES

1. O que é a bioquímica e qual sua importância?
2. O que são aminoácidos?
3. Explique a relação entre os aminoácidos primários e os aminoácidos essenciais?
4. Complete as equações químicas de condensação de aminoácidos a seguir:



5. Escreva a fórmula estrutural e dê o nome oficial de:
 - a) uma cetona, de cadeia carbônica ramificada saturada, com o total de 7 átomos de carbono.
 - b) um aminoácido, com 4 átomos de carbono.



AULA 56

ATIVIDADES DE BIOQUÍMICA

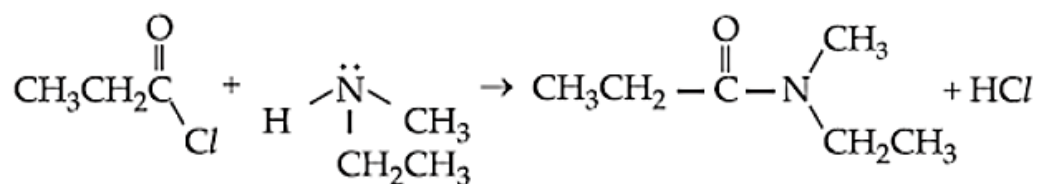
1. A reação de síntese entre 1 molécula de alanina, 1 de glicina e 1 de ácido glutâmico fornece um polímero:

- a) com igual número de grupos - NH₂ e - CO₂H.
- b) com duas ligações peptídicas.
- c) de massa molecular correspondente à soma das massas moleculares dos três reagentes.
- d) classificado como polímero de adição.
- e) constituído por três agrupamentos amina primária.

2. Os aminoácidos possuem a capacidade de condensar. Na formação de um peptídeo, a carboxila de uma molécula liga-se ao grupo amino de outra molécula. Essa ligação é denominada:

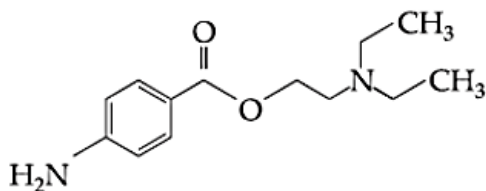
- a) estereoscópica; b) racêmica; c) peptídica; d) dativa; e) azeotrópica.

3. Observe a reação:

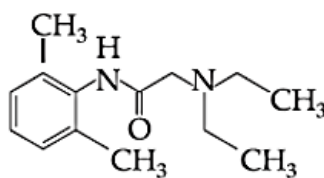


Na reação para síntese de N-etil-N-metil-propanamida, é formada uma ligação entre um átomo de carbono carbonílico e um átomo de nitrogênio, conhecida como ligação amida. Essa ligação, chamada peptídica, é também comum em macromoléculas de origem natural encontradas em seres vivos, as quais são:

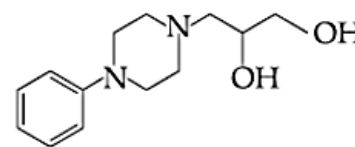
- a) o amido; b) os triglicerídeos; c) o naylon 66; d) o glicogênio; e) as proteínas.
4. Apresentam ligação peptídica:
- a) proteínas; b) aminas; c) lipídios; d) ácidos carboxílicos; e) hidratos de carbono.
5. Os três compostos abaixo têm uso farmacológico.



Procaína $C_{13}H_{20}N_2O_2$
(massa molar = 236 g/mol)



Lidocaína $C_{14}H_{22}N_2O$
(massa molar = 234 g/mol)



Dropropizina $C_{13}H_{20}N_2O_2$
(massa molar = 236 g/mol)

Considere as afirmações:

- I. Nas moléculas dos três compostos, há ligações peptídicas.
- II. A porcentagem em massa de oxigênio na dropropizina é praticamente o dobro da porcentagem do mesmo elemento na lidocaína.
- III. A procaína é um isômero da dropropizina.

Está correto somente o que se afirma em:

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

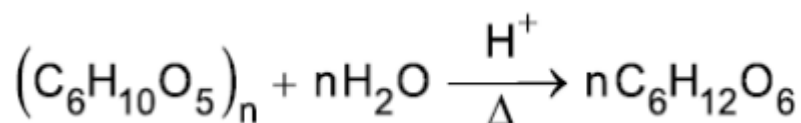
6. As reações:

1. de ácidos graxos com hidróxido de sódio;
2. de álcool com ácido sulfúrico concentrado;
3. de celulose com ácido clorídrico;

podem ser, respectivamente, utilizadas para a obtenção de:

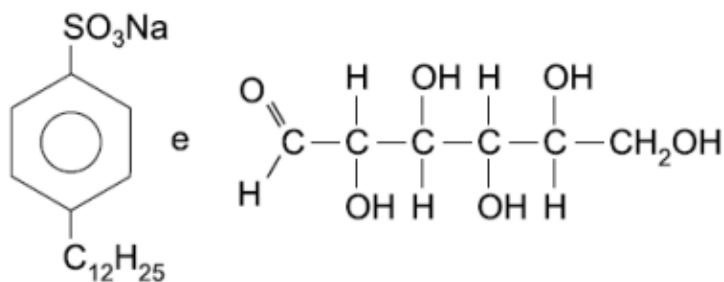
- a) açúcar/ éter/ sabão. b) açúcar/ sabão/ éter.
c) éter/ açúcar/ sabão. d) sabão/ éter/ açúcar.
e) sabão/ açúcar/ éter.

7. A equação acima representa, simplificada, o processo de fabricação da glicose a partir do amido. Com base nos conhecimentos sobre as reações químicas e polímeros, é correto afirmar:



- a) A glicose é um polímero do amido. b) É uma reação de condensação.
c) A glicose é um polissacarídeo. d) A equação representa a hidrólise do amido
e) A massa molecular da glicose é 24 u.

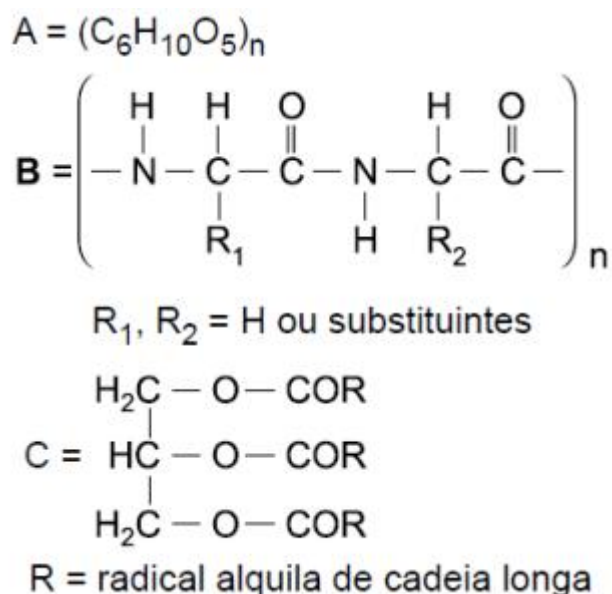
8. Observe as estruturas abaixo:



Elas representam, respectivamente:

- a) Um sabão e uma gordura.
- b) Um detergente e um sabão.
- c) Um detergente e um açúcar.
- d) Um sabão e um açúcar.
- e) Um detergente e uma proteína.

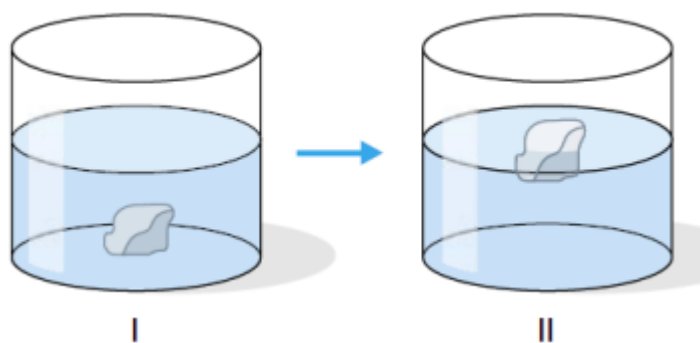
9. Fórmulas de alguns constituintes nutricionais:



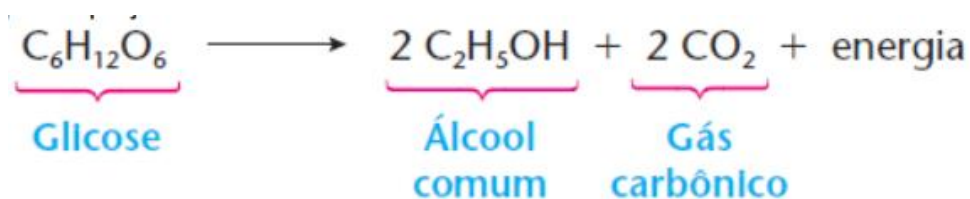
A, B e C são os constituintes nutricionais principais, respectivamente, dos alimentos:

- a) batata, óleo de cozinha e farinha de trigo.
- b) farinha de trigo, gelatina e manteiga.
- c) farinha de trigo, batata e manteiga.
- d) óleo de cozinha, manteiga e gelatina.
- e) óleo de cozinha, gelatina e batata.

10. No processo de fabricação de pão, os padeiros, após prepararem a massa utilizando fermento biológico, separam uma porção de massa em forma de bola e a mergulham num recipiente com água, aguardando que ela suba, como pode ser observado, respectivamente, em I e II do esquema abaixo. Quando isso acontece, a massa está pronta para ir ao forno.



Um professor de Química explicaria esse procedimento da seguinte maneira: A bola de massa torna-se menos densa que o líquido e sobe. A alteração da densidade deve-se à fermentação, processo que pode ser resumido pela equação:



Considere as afirmações abaixo.

I. A fermentação dos carboidratos da massa de pão ocorre de maneira espontânea e não depende da existência de qualquer organismo vivo.

II. Durante a fermentação, ocorre produção de gás carbônico, que vai se acumulando em cavidades no interior da massa, o que faz a bola subir.

III. A fermentação transforma a glicose em álcool. Como o álcool tem maior densidade do que a água, a bola de massa sobe.

Dentre as afirmativas, apenas:

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

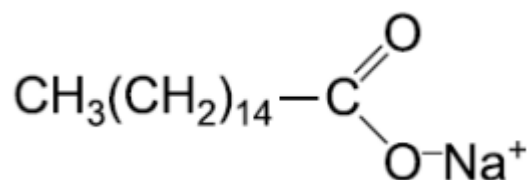
11. As margarinas são produzidas industrialmente pela hidrogenação catalítica parcial de triglicerídeos (lipídios) poli-insaturados. As matérias-primas que fornecem o hidrogênio e os triglicerídeos usados no processo são, respectivamente:

- a) gás metano e óleo vegetal. b) água e melaço de cana.
c) petróleo e gordura animal. d) gás metano e gordura animal.
e) calcário e óleo vegetal

12. O óleo de milho contém aproximadamente 59% de triglicerídeos poli-insaturados, enquanto a margarina contém em torno de 18% desses triglicerídeos. A preparação de margarina a partir do óleo de milho é uma reação de adição efetuada com:

- a) H_2 b) H_2O c) HI d) I_2 e) O_2

13. A fórmula de um sabão é:



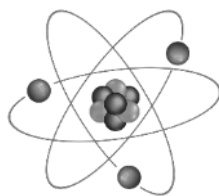
No processo de limpeza, uma parte das moléculas do sabão liga-se às gorduras e a outra à água. Qual parte se liga à gordura e qual se liga à água? Por quê?

14. Lipídios são compostos orgânicos de origem biológica que possuem em comum a propriedade de serem extraídos a partir de tecidos vegetais e animais por solubilização em éter etílico. Dividem-se os lipídios em várias subclasses de compostos cada uma caracterizada por uma constituição química que lhe é própria, o que permite a distinção entre elas. Assinale a alternativa em que os dois tipos de compostos biológicos citados são subclasses de lipídios e não de compostos biológicos de qualquer outra natureza.

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| a) glicerídios e fosfatídios. | b) oses e osídios. |
| c) holosídios e glicerídios. | d) heterosídios e cerídios. |

15. Aquecendo uma mistura de gordura com solução de soda cáustica, ocorre saponificação, na qual formam-se, como produtos

- a) sais de ácidos graxos e proteínas.
- b) ácidos graxos e etanol.
- c) ácidos graxos e propanol.
- d) proteínas e glicerol.
- e) sais de ácidos graxos e glicerol.



AULA 60

REVISÃO – CARACTERÍSTICAS DAS MOLÉCULAS

GEOMETRIA MOLECULAR



s pares eletrônicos existentes ao redor do átomo central “orientam” a geometria da molécula.

O que “determina” a geometria da molécula é a posição dos núcleos dos átomos que constituem a molécula.

Sequência para determinação da geometria molecular:

Montar a fórmula eletrônica da substância contando os pares de elétrons ao redor do núcleo central. Considere:

a) ligações $-$, $=$, $\equiv$, $\rightarrow$, como um único par de elétrons;

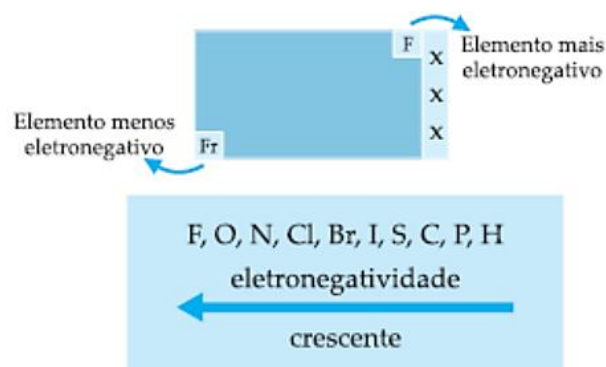
b) os pares de elétrons ao redor do átomo central que não participaram das ligações.

Os pares eletrônicos repelem-se entre si ao máximo (teoria da repulsão dos pares eletrônicos).

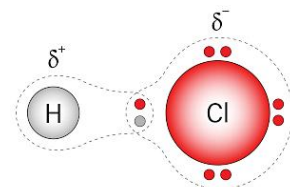
Nº de pares de e ⁻ ao redor do átomo central	Orientação dos pares	Número de núcleos	Geometria
2	$\times \times A \times \times$ (linear)	$\oplus \times \times \oplus \times \times \oplus$ (3)	linear
3	$\begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array} A \begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array}$	$\begin{array}{c} \times \oplus \\ \times \\ \times \end{array} \begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array}$ (3)	angular
	(triângulo equilátero)	$\begin{array}{c} \oplus \\ \times \\ \oplus \end{array} \begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array}$ (4)	triangular
	$\begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array} A \times \times$	$\begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array} \begin{array}{c} \oplus \\ \times \\ \oplus \end{array} \times \times$ (3)	angular
4	$\begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array} A \times \times$ (tetraedro)	$\begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array} \begin{array}{c} \oplus \\ \times \\ \oplus \end{array} \begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array}$ (4)	piramidal
		$\begin{array}{c} \oplus \\ \times \\ \oplus \end{array} \begin{array}{c} \times \\ \times \\ \times \end{array} \begin{array}{c} \oplus \\ \times \\ \oplus \end{array}$ (5)	tetraedro

POLARIDADE DA LIGAÇÃO

Eletronegatividade é a força de atração exercida pelo átomo sobre os elétrons de ligação.



Ligação covalente polar: o polo situa-se no elemento mais eletronegativo.

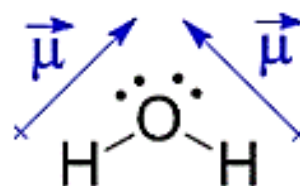


Ligação covalente apolar: átomos iguais, mesma eletronegatividade. O par eletrónico é igualmente compartilhado pelos dois átomos.

POLARIDADE DAS MOLÉCULAS

Cada ligação covalente polar será substituída por um vetor $\vec{\mu}$ (vetor momento dipolar).

A direção do vetor é a que passa pelos núcleos dos átomos ligados e o sentido é o do polo.

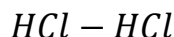


Se a molécula possuir mais de dois átomos ligados, deve-se analisar o vetor momento dipolar resultante $\vec{\mu}_r$. Se $\vec{\mu}_r = 0$, a molécula é apolar; se $\vec{\mu}_r \neq 0$, a molécula é polar.

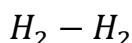
LIGAÇÕES INTERMOLECULARES

Atuam no estado sólido e líquido, mantendo as moléculas unidas.

1. Interações dipolo-dipolo: presente em moléculas polares.



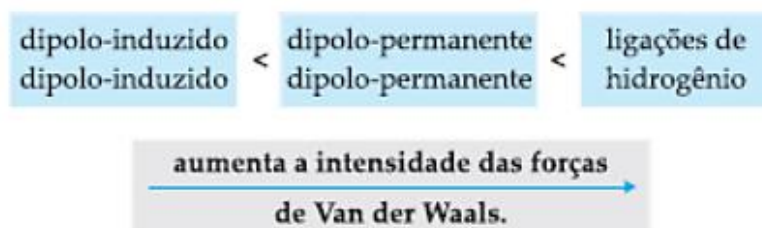
2. Interações dipolo induzido-dipolo induzido, também chamadas de forças de dispersão de London: presente em moléculas apolares.

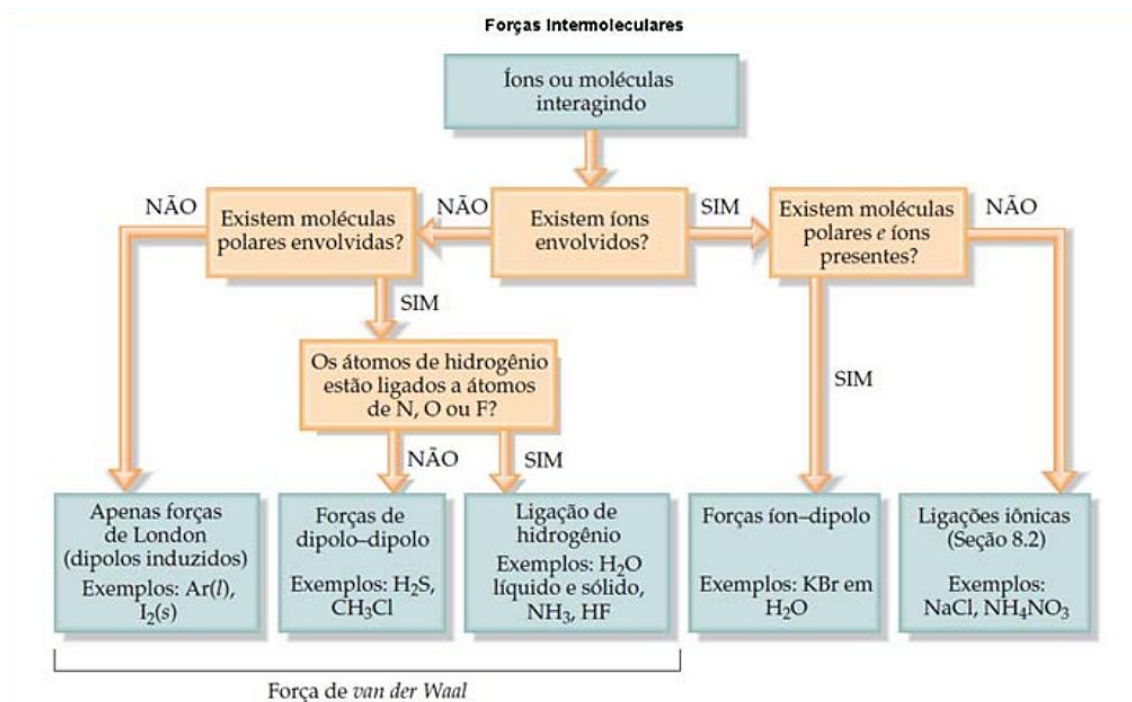


3. Interações tipo ligações de hidrogênio: presente em moléculas onde há $H - F$; $H - N -$ ou $H - O -$

De modo geral as forças intermoleculares recebem o nome forças de Van der Waals ou ligações secundárias.

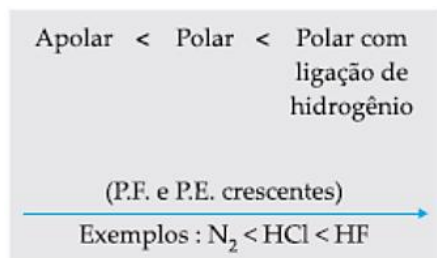
Intensidade das forças intermoleculares:





PROPRIEDADES FÍSICAS DAS SUBSTÂNCIAS MOLECULARES

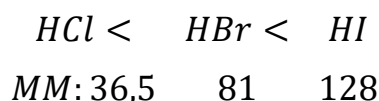
Para que uma substância molecular entre em ebulição é necessário romper as forças de Van der Waals (forças intermoleculares).



Quanto maiores as forças intermoleculares, mais unidas estarão as moléculas, mais difícil será separá-las, mais calor será necessário e, portanto, maiores os pontos de fusão e de ebulição.

Para moléculas com o mesmo tipo de forças intermoleculares, quanto maior a massa molar, maiores os pontos de fusão e de ebulição.

Ex:



PRINCÍPIO DA SOLUBILIDADE

“Semelhante dissolve semelhante”. Assim, solvente polar tende a dissolver soluto polar e solvente apolar tende a dissolver soluto apolar.

HIBRIDIZAÇÃO

Tipos de carbono	Ligações σ e π	Hibridação	Ângulos	Forma geométrica	Exemplos
simples $\begin{array}{c} \sigma \\ \\ \sigma - C - \sigma \\ \\ \sigma \end{array}$	4 σ e 0 π	sp ³	109°28'	espacial tetraédrica	CH ₄ $\begin{array}{c} H \\ \\ H - C - H \\ \\ H \end{array}$
uma dupla $\begin{array}{c} \sigma \\ \diagup \quad \diagdown \\ C \\ \diagdown \quad \diagup \\ \sigma \end{array} \quad \begin{array}{c} \sigma \\ \parallel \\ \pi \end{array}$	3 σ e 1 π	sp ²	120°	plana trigonal ou triangular	C ₂ H ₄ $\begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C = C \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$
tripla $\begin{array}{c} \sigma \\ \parallel \\ \sigma - C \equiv \pi \\ \parallel \\ \sigma \end{array} \quad \begin{array}{c} \pi \\ \parallel \\ \pi \end{array}$ duas duplas $\begin{array}{c} \sigma \\ \parallel \\ \sigma - C \\ \parallel \\ \sigma \end{array} \quad \begin{array}{c} \sigma \\ \parallel \\ \pi \end{array}$	2 σ e 2 π	sp	180°	linear	C ₂ H ₂ H—C≡C—H CO ₂ O=C=O

ATIVIDADES

1. A partir das configurações eletrônicas dos átomos constituintes e das estruturas de Lewis:

a) determine as fórmulas dos compostos mais simples que se formam entre os elementos:

I. hidrogênio e carbono;

II. hidrogênio e fósforo.

b) Qual é a geometria de cada uma das moléculas formadas, considerando-se o número de pares de elétrons? Números atômicos: H = 1; C = 6; P = 15.

2. O modelo de repulsão dos pares de elétrons da camada de valência estabelece que a configuração eletrônica dos elementos que constituem uma molécula é responsável pela sua geometria molecular. Relacione as moléculas com as respectivas geometrias:

Dados: números atômicos: H (Z = 1), C (Z = 6), N (Z = 7), O (Z = 8), S (Z = 16)

Coluna I - Geometria molecular

Coluna II - Moléculas

1 - linear

() SO₃

2 - quadrada

() NH₃

3 - trigonal plana

() CO₂

4 - angular

() SO₂

5 - pirâmide trigonal

6 - bipirâmide trigonal

3. Com relação à geometria das moléculas, a opção correta a seguir é:

- a) NO - linear, CO₂ - linear, NF₃ - piramidal, H₂O - angular, BF₃ - trigonal plana.
- b) NO - linear, CO₂ - angular, NF₃ - piramidal, H₂O - angular, BF₃ - trigonal plana.
- c) NO - linear, CO₂ - trigonal, NF₃ - trigonal, H₂O - linear, BF₃ - piramidal.
- d) NO - angular, CO₂ - linear, NF₃ - piramidal, H₂O - angular, BF₃ - trigonal.
- e) NO - angular, CO₂ - trigonal, NF₃ - trigonal, H₂O - linear, BF₃ - piramidal.

4. É molécula polar:

- a) C₂H₆
- b) 1,2-dicloroetano
- c) CH₃Cl
- d) p-diclorobenzeno
- e) ciclopropano

5. Dentre as afirmativas abaixo, assinalar a que contém a afirmação incorreta.

a) Ligação covalente é aquela que se dá pelo compartilhamento de elétrons entre dois átomos.

b) O composto covalente HCl é polar, devido à diferença de eletronegatividade existente entre os átomos de hidrogênio e cloro.

c) O composto formado entre um metal alcalino e halogênio é covalente.

d) A substância da fórmula Br₂ é apolar.

e) A substância da fórmula CaI₂ é iônica.

6. Considere as seguintes moléculas: H₂O; PCl₃; BH₃; SF₄ e CO₂.

a) Indique as espécies polares. Justifique.

b) Indique as espécies apolares. Justifique.

7. Um dos testes realizados para a determinação da quantidade de álcool na gasolina é aquele em que se lhe adiciona água, ocasionando a extração do álcool pela água. Isso pode ser explicado pelo fato de álcool e água possuírem:

a) Ligações covalentes simples e dativas.

b) Forças de atração por ligações de hidrogênio.

c) Forças de atração por forças de Van der Waals.

d) O grupo OH- carboxila.

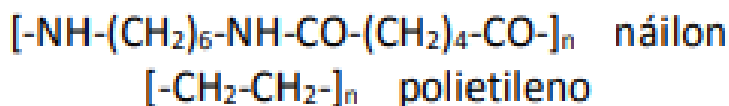
e) Moléculas apolares.

8. Associe o tipo de ligação ou interação (coluna da direita) que possibilita a existência das substâncias listadas (coluna da esquerda), no estado sólido.

1. Gelo	() Iônica
2. Parafina	() Covalente
3. Ferro	() Metálica
4. Carbonato de cálcio	() Ligação de hidrogênio
5. Diamante	() Van der Waals

9. Para se ter uma ideia do que significa a presença de polímeros sintéticos na nossa vida, não é preciso muito esforço. Imagine o interior de um automóvel sem polímeros, olhe

para sua roupa, para seus sapatos, para o armário do banheiro. A demanda por polímeros é tão alta que, em países mais desenvolvidos, o seu consumo chega a 150 kg por ano por habitante. Em alguns polímeros sintéticos, uma propriedade bastante desejável é a sua resistência à tração. Essa resistência ocorre, principalmente, quando átomos de cadeias poliméricas distintas se atraem. O náilon, que é uma poliamida, e o polietileno, representados a seguir, são exemplos de polímeros.

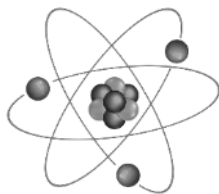


a) Admitindo-se que as cadeias destes polímeros são lineares, qual dos dois é mais resistente à tração? Justifique.

b) Desenhe os fragmentos de duas cadeias poliméricas do polímero que você escolheu no item a, identificando o principal tipo de interação existente entre elas que implica na alta resistência à tração.

10. Nos compostos triclorometano e trifluoreto de boro, o carbono e o boro apresentam, respectivamente, hibridação: Dados: Boro (n° atômico = 5) e Carbono (n° atômico = 6) Cl (7A) e F (7A)

- a) sp^2 e sp^3 .
- b) sp^3 e sp^3 .
- c) sp^3 e sp .
- d) sp e sp^2 .
- e) sp^3 e sp^2 .



AULA 63

REVISÃO – GRANDEZAS QUÍMICAS E GASES

MASSA ATÔMICA

Unidade de massa atômica (u): a massa de $\frac{1}{12}$ do átomo de carbono com número de massa igual a 12 (^{12}C).

A massa atômica de um átomo é sua massa determinada em u , ou seja, sua massa comparada com $\frac{1}{12}$ da massa do ^{12}C .

Massa atômica do ^4_2He	4,0030 u	4 u
Massa atômica do $^{19}_9\text{F}$	18,9984 u	19 u
Massa atômica do $^{27}_{13}\text{Al}$	26,9815 u	27 u

Massa atômica de um elemento (MA): é calculado pela média ponderada das massas atômicas de seus isótopos.

Massa molecular (MM): a massa da molécula ou do composto é numericamente igual à soma das massas dos átomos que a constituem.

Mol: quantidade de matéria que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos de ^{12}C contidos em 0,012 kg (12g) de ^{12}C .

Como em 12 g de ^{12}C existem $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos:

O mol é a quantidade de matéria que contém $6,02 \cdot 10^{23}$ entidades.

TRANSFORMAÇÕES GASOSAS

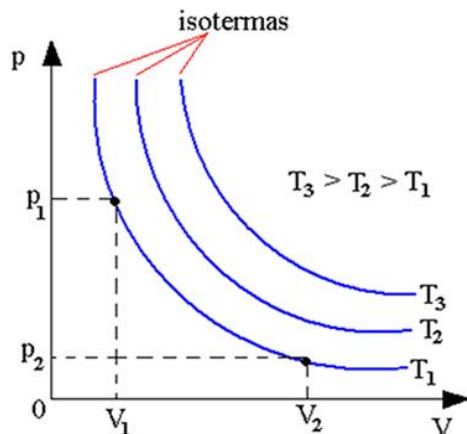


Variáveis de estado

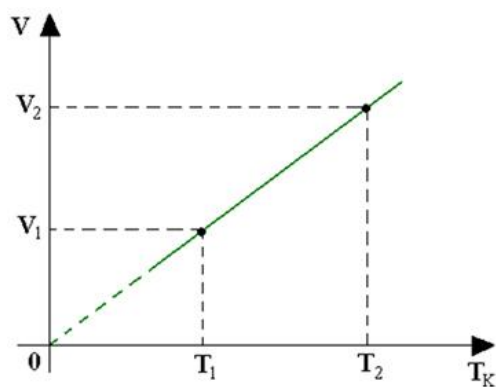
Pressão (P): força exercida pelo gás, dividida pela área, A, sobre a qual a força se aplica.

Volume (V): espaço ocupado por um gás.

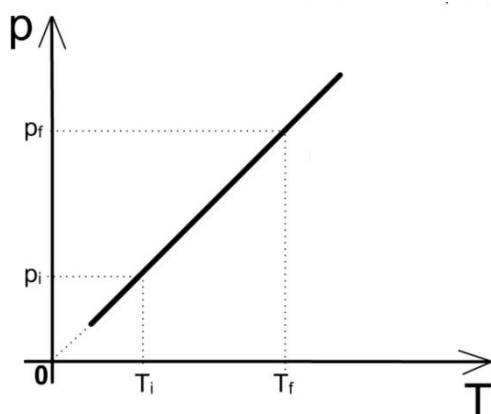
Temperatura (T): medida do grau de agitação das moléculas.



$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \rightarrow \text{Lei de Boyle}$$



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \text{Lei de Charles}$$



$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Volume molar de gases: volume ocupado por um mol de qualquer gás, a uma determinada pressão e temperatura.

$$\text{volume molar} = 22,4 \text{ L/mol nas CNTP}$$

EQUAÇÃO GERAL DOS GASES

$$PV = nRT$$

R é a constante universal dos gases perfeitos: $0,0082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1}$

ESTEQUIOMETRIA DAS REAÇÕES

Dados: $H = 1u$, $N = 14u$



Quantidade de matéria } 1 mol — 3 mols — 2 mols
 ↓ ↓ ↓

Massa (g): $1 \cdot 28 \text{ g} \longrightarrow 3 \cdot 2 \text{ g} \longrightarrow 2 \cdot 17 \text{ g}$

Volume (CNTP): $1 \cdot 22,4 \text{ L}$ — $3 \cdot 22,4 \text{ L}$ — $2 \cdot 22,4 \text{ L}$

Número de moléculas $\left\{ \begin{array}{l} 1 \cdot 6,10^{23} \text{ — } 3 \cdot 6,10^{23} \text{ — } 2 \cdot 6,10^{23} \end{array} \right.$

ATIVIDADES

1. Uma certa massa de gás está à pressão de 1 atm, temperatura de 25 °C, ocupando um volume de 1,00 m³. Isotermicamente ocorre uma redução na pressão de 30%. O novo volume que esta mesma massa gasosa ocupará será de aproximadamente:

- a) 700 L b) 970 L c) 1030 L d) 1300 L e) 1429 L

2. Certa massa gasosa mantida num frasco fechado, tem pressão igual a 300 mmHg a 27 °C. A qual temperatura a pressão desse gás no frasco fechado será igual a $5,0 \cdot 10^{-1}$ atm?

3. A pressão total do ar no interior de um pneu era de 2,30 atm, quando a temperatura do pneu era de 27 °C. Depois de se rodar um certo tempo com este pneu, mediu-se novamente sua pressão e verificou-se que era agora de 2,53 atm. Supondo variação de volume do pneu desprezível, a nova temperatura será:

- a) 29,7 °C b) 57,0 °C c) 33 °C d) 330 °C

e) Nenhuma das respostas anteriores.

4. Uma garrafa de 1,5 litros, indeformável e seca, foi fechada por uma tampa plástica. A pressão ambiente era de 1,0 atmosfera e a temperatura de 27 °C. Em seguida, essa garrafa foi colocada ao sol e, após certo tempo, a temperatura em seu interior subiu para 57 °C e a tampa foi arremessada pelo efeito da pressão interna.

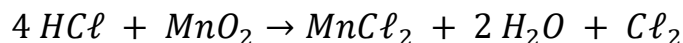
- a) Qual era a pressão interior da garrafa no instante imediatamente anterior à expulsão da tampa plástica?

- b) Qual é a pressão no interior da garrafa após a saída da tampa? Justifique.

5. Tem-se 0,8 mol de um gás ideal, ocupando o volume de 8,2 litros. Sabendo que a pressão exercida é de 5 atm, calcule em que temperatura o gás se encontra. Dado: $R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

- a) 273 °C b) 625 °C c) 352 °C d) 273 K e) 352 K

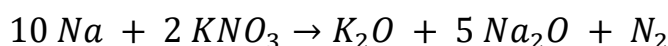
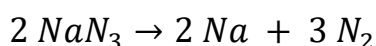
6. Que massa de dióxido de manganês (MnO_2) deve reagir com HCl , a fim de que o gás despreendido (Cl_2), atravessando uma solução de $NaOH$ concentrada e quente, produza 53,2 gramas de $NaClO_3$? (Dados: $O = 16$; $Na = 23$; $Cl = 35,5$; $Mn = 55$.)



- a) 21,72 g b) 130,5 g c) 213,12 g d) 420 g e) 522 g

7. O equipamento de proteção conhecido como “air bag”, usado em automóveis, contém substâncias que se transformam, em determinadas condições, liberando N_2 que infla um recipiente de plástico.

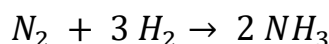
As equações das reações envolvidas no processo são:



a) Considerando que N_2 é gerado nas duas reações, calcule a massa de azoteto de sódio (NaN_3) necessária para que sejam gerados 80 L de nitrogênio, nas condições ambiente.

b) Os óxidos formados, em contato com a pele, podem provocar queimaduras. Escreva a equação da reação de um desses óxidos com a água contida na pele. Dados: volume molar de gás nas condições ambientes: 25 L/mol; massa molar do NaN_3 : 65 g/mol

8. Na fabricação de fertilizantes químicos (adubos) nitrogenados, a amônia é produto básico. As indústrias obtêm esse gás a partir do N_2 atmosférico conforme a equação:

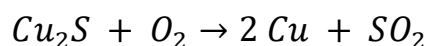


(Dados: massas atômicas - $N = 14$; $H = 1$)

A massa de nitrogênio necessária para a produção de 3,4 ton de amônia é:

- a) 0,6 t b) 1,2 t c) 1,4 t d) 2,8 t e) 5,6 t

9. O cobre participa de muitas ligas importantes, tais como latão e bronze. Ele é extraído de calcosita, Cu_2S , por meio de aquecimento em presença de ar seco, de acordo com a equação:

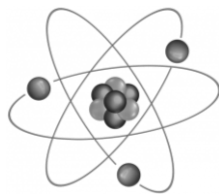


A massa de cobre que pode ser obtida a partir de 500 gramas de Cu_2S é, aproximadamente, igual a:

(Dados: massas atômicas - $Cu = 63,5$; $S = 32$)

- a) 200 g b) 400 g c) 300 g d) 600 g e) 450 g

10. Certa massa de sódio reagiu com água, produzindo o composto A, o qual com ácido clorídrico forneceu a substância B. Quando se tratou B com excesso de nitrato de prata, obteve-se um precipitado que, depois de lavado e seco, apresentou uma massa de 14,35 g. Qual a massa de sódio usada?

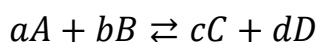


AULA 67

REVISÃO – EQUILÍBRIOS QUÍMICOS



odo sistema que reage reversivelmente procura o equilíbrio espontaneamente. Seja a reação:



As concentrações de A e B vão diminuindo e, conseqüentemente, diminui a velocidade da reação direta v_{direta} . As concentrações dos produtos C e D vão aumentando e aumenta a velocidade da reação inversa $v_{inversa}$.

Quando $v_{direta} = v_{inversa}$, dizemos que foi atingido o equilíbrio.

No equilíbrio:

- A velocidade da reação direta v_{direta} é igual à velocidade da reação inversa $v_{inversa}$.
- O equilíbrio é dinâmico, as reações continuam ocorrendo.
- As concentrações de todas as substâncias ficam constantes.

A **constante de equilíbrio (K_c)** é definida em termos das concentrações das espécies no equilíbrio, como uma razão direta das concentrações dos produtos e inversa das concentrações dos reagentes, tendo os respectivos coeficientes estequiométricos como suas potências. As concentrações utilizadas em uma constante de equilíbrio são, mais frequentemente, expressas em $mol.L^{-1}$

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

O valor de K_c é específico para cada tipo de reação e, para uma mesma reação, varia somente com a temperatura.

Se o sistema em equilíbrio apresentar componentes gasosos, a constante de equilíbrio pode ser expressa, também, em função das pressões parciais dos gases participantes. Nesse caso, a constante de equilíbrio é representada por K_p .

$$K_p = \frac{(p_{produtos})}{(p_{reagentes})}$$

Não deduziremos aqui, mas a relação entre as constantes K_c e K_p , pode ser expressa genericamente por:

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

R – constante universal dos gases. T – temperatura em kelvin.

Δn – diferença entre coeficientes estequiométricos dos produtos e dos reagentes.

DESLOCAMENTO DE EQUILÍBRIO

Deslocar um equilíbrio significa, por meio de um fator externo, fazer uma das duas reações ser favorecida, fazendo $v_{direta} \neq v_{inversa}$.

Princípio de Le Chatelier: “Quando se aplica uma força externa em um sistema em equilíbrio, este tende a reajustar-se no sentido de fugir à ação dessa força”.

Fatores que deslocam o equilíbrio:

– **Concentração:** quando aumentamos a concentração de uma substância em um sistema em equilíbrio, deslocamos o equilíbrio para o lado oposto em que se encontra a substância.

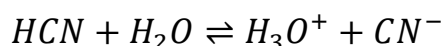
– **Temperatura:** um aumento da temperatura sobre um sistema desloca o equilíbrio no sentido da reação endotérmica.

– **Pressão:** um aumento de pressão no sistema gasoso desloca o equilíbrio no sentido da reação que ocorre com contração de volume.

– **Catalisador:** o catalisador não desloca o equilíbrio, ele altera o tempo em que o equilíbrio é atingido.

EQUILÍBRIO IÔNICO

É um caso de equilíbrio que envolve íons.



Constante de ionização:

$$K_i = \frac{[H_3O^+] \cdot [CN^-]}{[HCN]}$$

Generalizando, para eletrólitos fracos e em solução diluída, temos:

$$K_i = \frac{[produtos]}{[reagentes]}$$

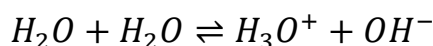
K_i pode ser chamado de: K_a – constante de ionização do ácido ou K_b – constante de ionização da base

GRAU DE IONIZAÇÃO

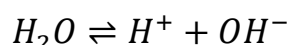
$$\alpha = \frac{n^{\circ} \text{ de mols ionizados ou dissociados}}{n^{\circ} \text{ total de mols dissolvidos}}$$

PRODUTO IÔNICO DA ÁGUA (K_w)

A água pura ioniza-se segundo a equação:



Ou



Assim, o produto iônico da água é:

$$K_w = [H^+].[OH^-]$$

Verifica-se, experimentalmente, que, para cada 1 litro de água (55,5 mols de água), à temperatura de 25 °C, apenas 10^{-7} mols de água ionizam, produzindo 10^{-7} mols de H^+ e também de OH^- . Portanto:

$$K_w = [H^+].[OH^-] = 10^{-7}.10^{-7} \Rightarrow K_w = 10^{-14}$$

Água pura (ou soluções neutras)	$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$
Soluções ácidas	$[H^+] > 10^{-7}$ e $[OH^-] < 10^{-7}$
Soluções básicas	$[H^+] < 10^{-7}$ e $[OH^-] > 10^{-7}$

PH E POH

O conceito de pH e pOH foi feito para expressar, de maneira mais conveniente, o caráter ácido ou básico de uma solução.

Por definição:

$$pH = -\log[H^+] \text{ potencial hidrogeniônico da solução}$$

$$pOH = -\log[OH^-] \text{ potencial hidroxiliônico da solução}$$

A partir da expressão:

$$[H^+].[OH^-] = 10^{-14}$$

Temos:

$$pH + pOH = 14$$

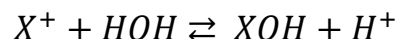
Água pura (ou soluções neutras)	$pH = pOH = 7$
Soluções ácidas	$pH < 7$ e $pOH > 7$
Soluções básicas	$pH > 7$ e $pOH < 7$

REVISÃO – HIDRÓLISE E SOLUBILIDADE

Soluções ácidas ou básicas podem ser obtidas pela dissolução de sais. Quando um sal se dissolve em água, ele se dissocia totalmente para produzir cátions e ânions, que podem reagir com a água através de um processo denominado hidrólise salina.

Hidrólise salina: processo em que o íon proveniente de um sal reage com água.

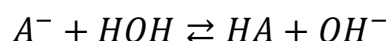
A reação de hidrólise de um cátion genérico (X^+) com a água pode ser representada pela equação a seguir:



Note que ocorreu a formação de íons H^+ , o que caracteriza soluções ácidas.

Hidrólise de cátions: produz íons H^+

A reação de hidrólise de um ânion genérico (A^-) com a água pode ser representada pela equação a seguir:

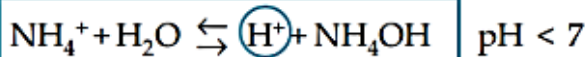
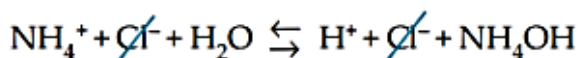
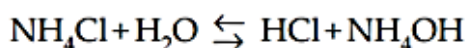


Note que ocorreu a formação de OH^- , o que caracteriza as soluções básicas.

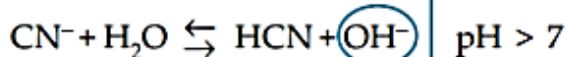
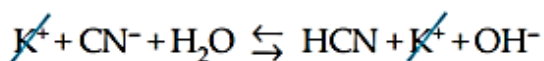
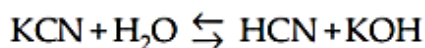
Hidrólise de ânions: produz íons OH^-

O pH da solução obtida pela dissolução do sal depende das concentrações em mol/L de H^+ e OH^- presentes na solução, as quais irão determinar se o pH será maior, menor ou igual a 7.

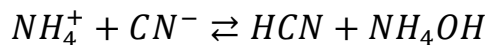
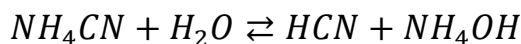
1º Hidrólise de um sal de ácido forte e base fraca:



2º Hidrólise de um sal de ácido fraco e base forte:



3º Hidrólise de um sal de ácido fraco e base fraca:

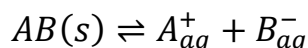
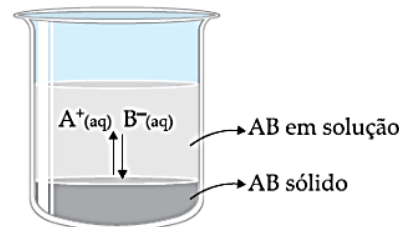


Se o ácido e a base forem igualmente fracos $\Rightarrow pH = 7$

PRODUTO DE SOLUBILIDADE

É definido para soluções saturadas de uma substância muito pouco solúvel em água.

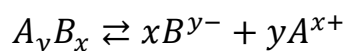
Verifica-se que ocorre um equilíbrio da dissolução do sal $AB_{(s)}$ em água.



$$K = \frac{[B^-] \cdot [A^+]}{[AB]} \text{ como } [AB] = cte, \text{ temos:}$$

$$K \cdot [AB] = [B^-] \cdot [A^+] \Rightarrow K_{PS} = [B^-] \cdot [A^+]$$

Generalizando para um eletrólito qualquer A_yB_x , temos:



$$K_{PS} = [B^{y-}]^x \cdot [A^{x+}]^y$$

Quanto menor o valor de K_{PS} , menos solúvel é a substância, desde que os íons presentes na solução se encontrem em uma mesma proporção. Caso o fato não seja observado, o menos solúvel é o de menor solubilidade.

O K_{PS} varia com a temperatura.

SOLUÇÃO TAMPÃO

Solução tampão é aquela que, ao adicionarmos uma pequena quantidade de ácido ou base, mesmo que fortes, mantém o seu pH praticamente invariável. É usada sempre que se necessita de um meio com pH praticamente constante e preparada dissolvendo-se em água:

- um ácido fraco e sal derivado deste ácido;
- uma base fraca e um sal derivado desta base.

Solução tampão constituída por um ácido fraco (HA) e um (CA) derivado deste ácido:

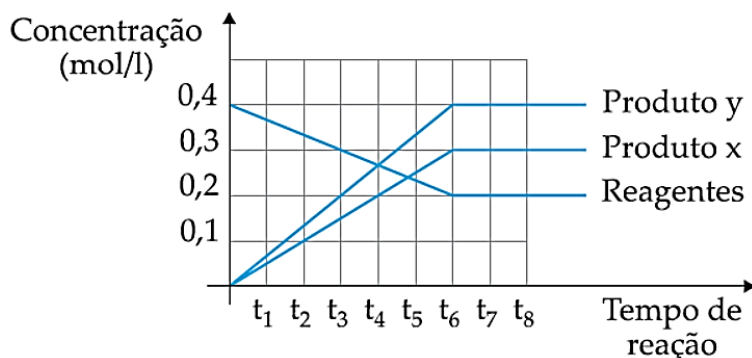
$$pH = pK_a + \log \frac{[sal]}{[ácido]}$$

Solução tampão constituída por uma base fraca (COH) e um sal (CA) derivado desta base:

$$pH = 14 - pK_b + \log \frac{[sal]}{[base]}$$

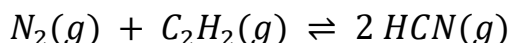
ATIVIDADES

1. Os gases hidrazina (N_2H_4) e dióxido de nitrogênio reagem produzindo vapor d'água e gás dinitrogênio (nitrogênio molecular). O processo da reação de um mol de hidrazina e um mol de dióxido de nitrogênio em um recipiente fechado, à temperatura ambiente, pode ser representado pelo gráfico abaixo.

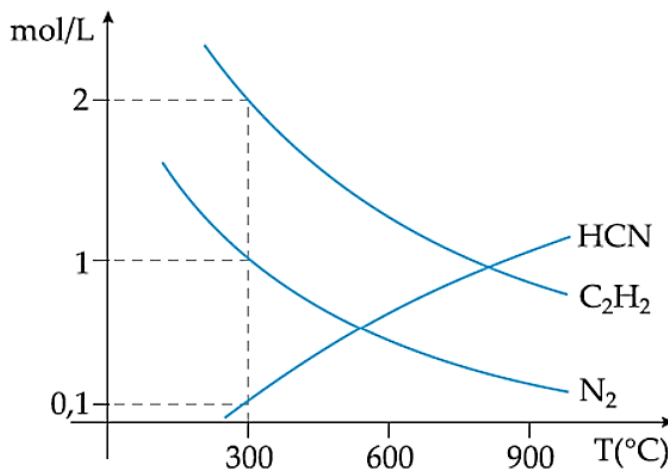


- Escreva a equação química balanceada para a reação entre a hidrazina e o dióxido de nitrogênio.
- Qual das curvas do gráfico representa as variações da concentração do vapor d'água no tempo? Justifique.
- Qual a coordenada de tempo em que o sistema gasoso atinge o estado de equilíbrio? Justifique.

2. Um método de produção de cianeto de hidrogênio é a nitrogenação do acetileno em fase gasosa, de acordo com a equação:

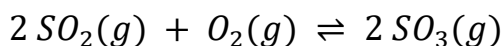


O diagrama a seguir indica os valores das concentrações (em mol/L) dos compostos N_2 , C_2H_2 e HCN em equilíbrio, várias temperaturas diferentes e mostra que a temperaturas distintas correspondem diferentes condições de equilíbrio.



- Determine a constante de reação K_c da equação de formação de HCN , à temperatura de $300^\circ C$.
- Explique por que a reação de produção de HCN é endotérmica.

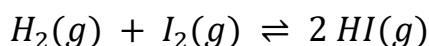
3. Um equilíbrio envolvido na formação da chuva ácida está representado pela equação:



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

- 0,53
- 0,66
- 0,75
- 1,33
- 2,33

4. Um recipiente fechado de 1 litro, contendo inicialmente, à temperatura ambiente, 1 mol de I_2 e 1 mol de H_2 , é aquecido a $300^\circ C$. Com isto, estabelece-se o equilíbrio:



cujas constantes são iguais a $1,0 \cdot 10^2$. Qual a concentração, em mol/L, de cada uma das espécies $H_2(g)$, $I_2(g)$ e $HI(g)$ nessas condições?

5. Considere a equação de equilíbrio entre os gases oxigênio e ozônio.

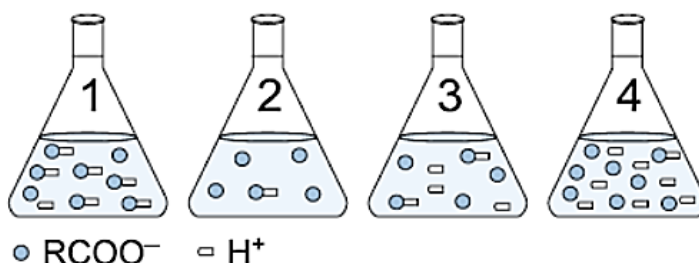


Justificando a resposta, dê o sentido do deslocamento do equilíbrio causado por:

- aumento da temperatura;
- diminuição da pressão.

6. 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

7. Entre os líquidos da tabela adiante

Líquido	$[H^+]$	$[OH^-]$
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.

8. Qual é o pH de uma solução que se obtém ao ser feita a dissolução de 5,6 g de KOH em um litro de água?

9. Quando se adiciona o indicador fenolftaleína a uma solução aquosa incolor de uma base de Arrhenius, a solução fica vermelha. Se a fenolftaleína for adicionada a uma solução aquosa de um ácido de Arrhenius, a solução continua incolor. Quando se dissolve cianeto de sódio em água, a solução fica vermelha após adição de fenolftaleína. Se a fenolftaleína for adicionada a uma solução aquosa de cloreto de amônio, a solução continua incolor.

- a) Explique o que acontece no caso do cianeto de sódio, utilizando equações químicas.
- b) Explique o que acontece no caso do cloreto de amônio, utilizando equações químicas.

2. Para se obter uma solução aquosa de pH maior que 7, deve-se dissolver em água pura:

- a) Ácido clorídrico.
- b) Bicarbonato de sódio.
- c) Cloreto de sódio.
- d) Álcool etílico.
- e) Cloreto de amônio.

10. Mediu-se o pH de soluções aquosas de NaCl , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ (benzoato de sódio) e NH_4Cl . Os resultados obtidos indicaram que a solução NaCl é neutra, a de $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ é básica e a de NH_4Cl é ácida.

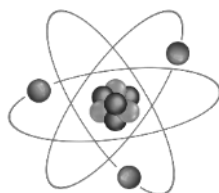
- a) Explique por que as soluções apresentam essas características.
- b) Escreva a equação química correspondente à dissolução de cada substância em água, nos casos em que ocorre hidrólise.

11. A solubilidade do fluoreto de cálcio, a 18°C , é $2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/litro}$. Qual é o produto de solubilidade desta substância na mesma temperatura?

12. Veja aqui nesta notícia de jornal: Uma indústria foi autuada pelas autoridades por poluir um rio com efluentes contendo íons Pb^{2+} . O chumbo provoca no ser humano graves efeitos toxicológicos. Acho que uma boa pergunta estaria relacionada ao possível tratamento desses efluentes para retirar o chumbo. Ele poderia ser precipitado na forma de um sal muito pouco solúvel e, a seguir, separado por filtração ou decantação.

a) Considerando apenas a constante de solubilidade dos compostos a seguir, escreva a fórmula do ânion mais indicado para a precipitação do Pb^{2+} . Justifique. Dados: Sulfato de chumbo, $K_s = 2 \cdot 10^{-8}$; Carbonato de chumbo, $K_s = 2 \cdot 10^{-13}$; Sulfeto de chumbo, $K_s = 4 \cdot 10^{-28}$.

b) Se num certo efluente aquoso há $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ de Pb^{2+} e se a ele for adicionada a quantidade estequiométrica do ânion que você escolheu no item a, qual é a concentração final de íons Pb^{2+} que sobra neste efluente? Admita que não ocorra diluição significativa do efluente.



AULA 71

REVISÃO – NOMENCLATURA E FUNÇÕES

Nomenclatura

Ciclo	Prefixo Indicativo do Número de Carbonos	Infixo que Caracteriza o Tipo de Ligação	Sufixo que Identifica a Função Orgânica
No caso de compostos que apresentam cadeia fechada	1 C - MET	AN - Simples Ligação	O - Hidrocarboneto
	2 C - ET	EN - Dupla Ligação	OL - Álcool
	3 C - PROP	IN - Tripla Ligação	ÓICO - Ácido Carboxílico
	4 C - BUT	DIEN - Duas Duplas	AL - Aldeído
	5 C - PENT	DIIN - Duas Triplas	ONA - Cetona
	6 C - HEX		
	7 C - HEPT		
	8 C - OCT		
	9 C - NON		
	10 C - DEC		

Obs.: Existindo dúvida sobre a posição de dupla ligação, tripla ligação, radicais ou grupos funcionais, deve-se indicar através dos menores números.

Hidrocarbonetos

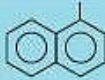
	Hidrocarboneto	Formula Geral	Exemplo
Hidrocarbonetos Compostos Formados apenas por Carbono e Hidrogênio	Alcanos (só simples ligações entre carbonos)	C_nH_{2n+2}	$H_3C-CH_2-CH_3$ Prop/an/o
	Alcenos (uma dupla ligação entre carbonos)	C_nH_{2n}	$H_2C=CH-CH_3$ Prop/en/o
	Alcinos (uma tripla ligação entre carbonos)	C_nH_{2n-2}	$HC\equiv C-CH_3$ Prop/in/o
	Alcadienos (duas duplas ligações entre carbonos)	C_nH_{2n-2}	$H_2C=CH-CH=CH_2$ 1-3 Buta/dien/o
	Cicloalcanos ou Ciclanos (cadeia fechada - somente simples ligações entre carbonos)	C_nH_{2n}	$\begin{array}{c} H_2C-CH_2 \\ \quad \\ H_2C-CH_2 \end{array}$ Ciclo/but/an/o
	Cicloalcenos ou Ciclenos (cadeia fechada - uma dupla ligação entre carbonos no anel)	C_nH_{2n-2}	$\begin{array}{c} HC=CH \\ \quad \\ H_2C-CH_2 \end{array}$ Ciclo/but/en/o
	Aromáticos	—	 Benzeno

Principais Funções

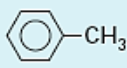
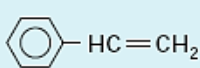
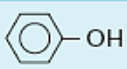
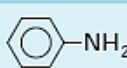
Função	Característica	Representação	Exemplos
Álcool	—OH ligado a carbono saturado	$R-OH$	H_3C-OH metanol
Fenol	—OH ligado a carbono aromático	$Ar-OH$	 -OH fenol comum
Aldeído	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ H \end{array}$	$R-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ H \end{array}$	$H_3C-CH_2-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ H \end{array}$ propanal
Cetona	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \\ \text{entre carbonos} \end{array}$	$R-C(=O)-R'$	$H_3C-C(=O)-CH_3$ propanona (acetona)
Ácido Carboxílico	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ OH \end{array}$	$R-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ OH \end{array}$	$H_3C-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ OH \end{array}$ ácido etanóico (ácido acético)
Éster	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ O- \end{array}$	$R-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ O-R' \end{array}$	$H_3C-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ O-CH_3 \end{array}$ etanoato de metil(a)
Éter	Presença do hetero-átomo oxigênio entre carbonos	$R-O-R'$	$H_3C-O-CH_3$ metóxi-metano
Haleto Orgânico	Halogênios (F, Cl, Br, I) ligados à cadeia principal	$R-X$ ou $Ar-X$	H_3C-CH_2-Cl cloro-etano
Cloreto de Ácido	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ Cl \end{array}$	$R-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ Cl \end{array}$	$H_3C-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ Cl \end{array}$ cloreto de acetila
Amina	Presença do grupo $-NH_2$; $-NH-$; $-N-$	$R-NH_2$; $R-NH-R'$; $R-N(R')-R''$	H_3C-NH_2 metil-amina  -NH ₂ fenil-amina (anilina)
Amida	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ N- \end{array}$	$R-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ N- \end{array}$	$H_3C-C \begin{array}{c} O \\ // \\ \backslash \\ NH_2 \end{array}$ etanamida
Nitrila ou Cianeto	Presença do grupo $-C \equiv N$	$R-CN$	H_3C-CN cianeto de metila
Nitrocomposto	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ // \\ -N \\ \backslash \\ O \end{array}$	$R-NO_2$ ou $Ar-NO_2$	H_3C-NO_2 nitro-metano  -NO ₂ nitro-benzeno
Anidrido	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ O \end{array}$	$R-C(=O)-C(=O)-R'$	$H_3C-C(=O)-C(=O)-CH_3$ anidrido etanóico ou anidrido acético
Ácido Sulfônico	Presença do grupo $\begin{array}{c} O \\ \\ -S-OH \\ \\ O \end{array}$	$-SO_3H$	H_3C-SO_3H ácido metano-sulfônico
Compostos de Grignard	Haleto de alquil-magnésio $-MgX$ onde X = Cl, Br, I	$R-MgX$	$H_3C-C-MgBr$ Brometo de Etil Magnésio

Principais radicais monovalentes

1. Para radicais de cadeia saturada, a nomenclatura é feita através de prefixo indicativo do número de carbonos seguido da terminação IL.
2. Para radicais de cadeia insaturada, a nomenclatura é feita através de prefixo indicativo do número de carbonos + infixo que caracteriza a insaturação + terminação IL.

1 carbono	$\text{H}_3\text{C}-$ metil
2 carbonos	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-$ etil $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-$ etenil ou vinil
3 carbonos	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ normal propil ou n-propil $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ isopropil
4 carbonos	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ normal butil ou n-butil $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ sec-butil ou s-butil $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ terc-butil ou t-butil $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-$ isobutil
Aromáticos	 fenil  α-naftil  benzil  β-naftil

Nomes Usuais Importantes

CH_4 (metano)	→ gás dos pântanos (Biogás ou lixogás)	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ (metil-propano)	→ isobutano
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ (eteno)	→ etileno	$\text{H}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{//} \\ \text{H} \end{smallmatrix}$ (metanal)	→ aldeído fórmico ou formol
$\text{HC}\equiv\text{CH}$ (etino)	→ acetileno	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{//} \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$ (etanóico)	→ ácido acético
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ (etanol)	→ álcool etílico álcool comum	$\text{H}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{//} \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$ (metanóico)	→ ácido fórmico
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ (2 - hidróxi-propano)	→ isopropanol ou álcool isopropílico	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ (propanona)	→ acetona
 (metil-benzeno)	→ tolueno	 (vinil-benzeno)	→ estireno
 (hidróxi-benzeno)	→ fenol comum	$\text{HO}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{//} \end{smallmatrix}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{//} \end{smallmatrix}-\text{OH}$ (etano-dióico)	→ ácido oxálico
 (fenil-amina)	→ anilina	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (etóxi-etano)	→ éter comum ou éter sulfúrico

ATIVIDADES

1. Escreva a fórmula estrutural e o nome do composto formado pela união dos radicais:

- a) metil e propil
- b) etil e isopropil
- c) propil e isopropil
- d) propil e tercbutil

2. Dê a fórmula estrutural dos compostos abaixo:

- a) 2,3-dimetilbutano
- b) 2,3-dimetilpentano
- c) 2,4-dimetilpentano
- d) 2,2,3-trimetilpentano
- e) 3-etil-2-metilpentano
- f) 4,4-dimetilpent-1-eno
- g) 3-etil-4-metilpent-2-eno
- h) 3-metilpenta-1,4-dieno
- i) 3,4-dietil-3,4,5,5-tetrametilhex-1-ino
- j) etilciclobutano
- k) 4-terc-butil-4-etil-2,2,3-trimetil-octano

3. Dê a fórmula estrutural dos compostos abaixo:

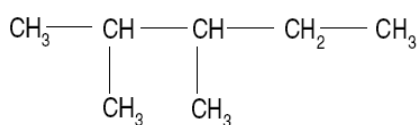
- a) etilciclopentano
- b) metilciclobutano
- c) 1,2-dimetilciclopropano
- d) 1,3-dietilcicloexano
- e) 3,4-dimetilcicloexeno
- f) 4-etil-2-metilcicloexeno

4. Faça a fórmula estrutural e molecular dos compostos:

- a) 3-etil-4fenilpenta-2,4-dieno
- b) 1,3,5-trietil-2,4-dimetilbenzeno
- c) ortodietilbenzeno

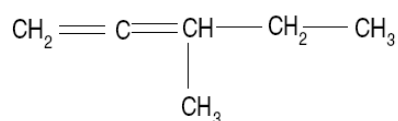
5. Dê o nome dos compostos abaixo:

a)

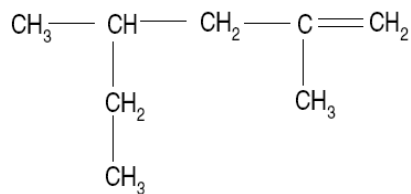
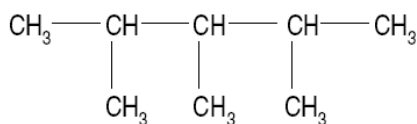


c)

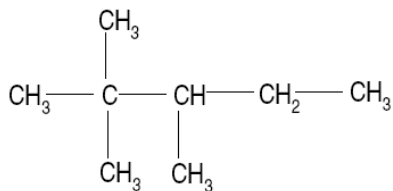
b)



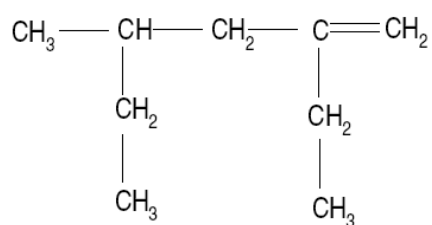
d)



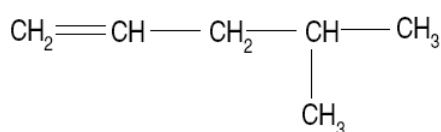
e)



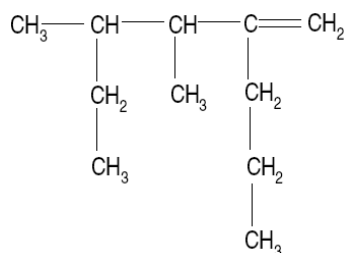
f)



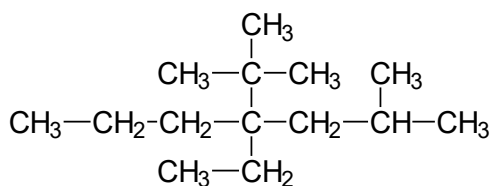
g)



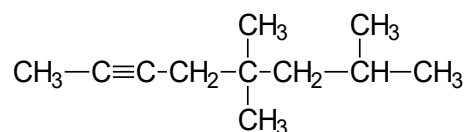
h)



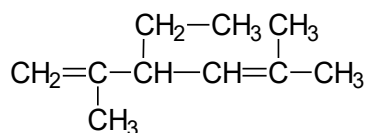
i)



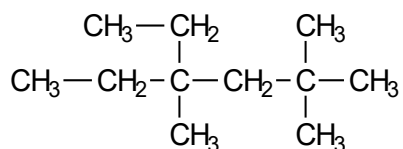
j)



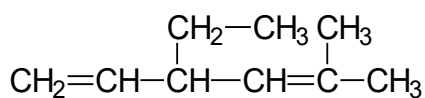
k)



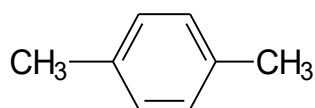
l)



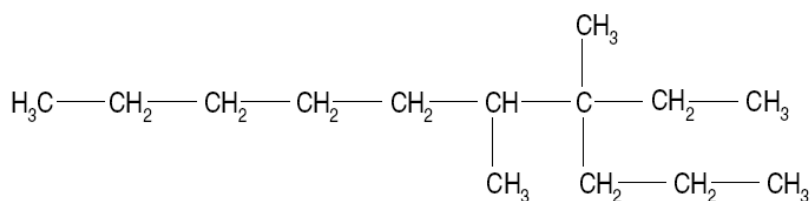
m)



n)



6. De acordo com o sistema da IUPAC, qual é o nome da estrutura seguinte?



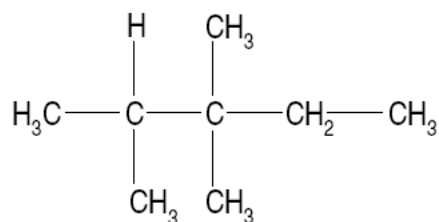
a) 3,4-dimetil-3-n-propilnonano

b) 4,5-dimetil-4-etildecano

c) 6,7-dimetil-7-propilnonano

d) 6,7-dimetil-7-decano

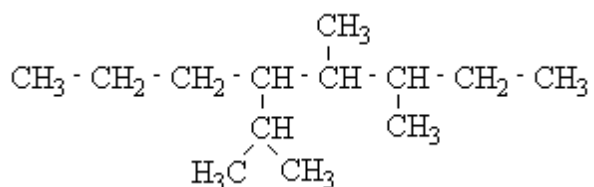
7. O nome correto do composto



É:

- a) 2-metil-3,3-pentano b) 2,3-dimetil-2-etilpentano
c) dimetiletilisobutilmetano d) nenhuma dessas

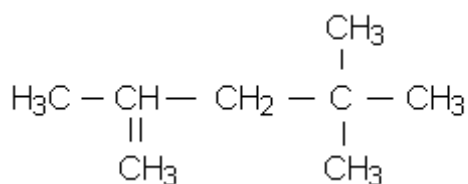
8. Analise, quanto à estrutura, o seguinte composto:



O composto apresenta

- a) Dois radicais etila.
b) Quatro carbonos terciários.
c) Radical acila.
d) Cadeia aberta, normal e saturada.

9. Dada a cadeia carbônica



verifica-se que a soma das posições dos carbonos na numeração da cadeia é:

- a) 4 b) 6 c) 8 d) 10 e) 12