

## Histórico da Química Orgânica (Resumo)

O início do estudo da Química Orgânica data da metade do século XVIII, quando acreditava-se que os compostos orgânicos eram somente sintetizados pelos organismos vivos. Ao mesmo tempo, os compostos inorgânicos eram aqueles originários de organismos não-vivos, os quais pertenciam ao Reino Mineral.

A Teoria da Força Vital postulava que as substâncias orgânicas não poderiam ser sintetizadas em laboratório, pois apenas os organismos vivos possuíam a energia necessária para isso.

Porém, em 1828, o químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882) sintetizou a ureia em laboratório a partir de um composto inorgânico, o cianato de amônio. Com isso, ele demonstrou que nem sempre os compostos orgânicos são originários de organismos vivos.

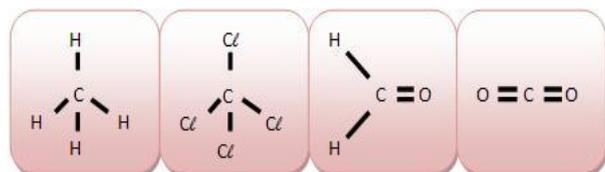
A partir daí a Química Orgânica passou a se referir apenas ao estudo dos compostos de carbono.

### Teoria estrutural de Kekulé

Kekulé foi um grande químico e professor que elaborou a teoria estrutural que se baseia em quatro princípios ou postulados gerais.

#### I- Tetra valência constante

O átomo de carbono é tetravalente, ligando-se a quatro átomos monovalentes.



#### II- As quatro valências são equivalentes

O carbono apresenta quatro valências equivalentes, por um composto com a fórmula  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , denominado de monoclorometano ou cloreto de metila. Se as quatro valências não fossem equivalentes, haveria quatro compostos com a fórmula  $\text{CH}_3\text{Cl}$ .

#### III- Encadeamento

Os átomos de carbono se ligam entre si formando as cadeias. Estas cadeias são variáveis e de todos os tipos. Ainda existem cadeias não tão longas e tão variadas como as do elemento carbono.

#### IV- Ligações entre os átomos de carbono

Se tratando dos átomos de carbono, podemos dizer que eles podem se ligar através de uma, duas ou três valências.

#### • Ligação Simples

Na ligação simples, dois átomos de carbono, são capazes de se ligar por meio de uma unidade de valência. A representação simbólica se dá através de um traço simples.

#### • Ligação dupla

Na ligação dupla, dois átomos de carbono são capazes de se ligar por meio de duas unidades de valência. A representação simbólica se dá através de dois traços.

#### • Ligação tripla

Na ligação tripla, dois átomos de carbono, são capazes de se ligar por meio de três unidades de valência. A representação simbólica se dá através de três traços.

### Elementos Organógenos

Elementos organógenos são os elementos químicos que podem ser encontrados em compostos orgânicos. Os principais são:

- C (carbono)
- H (hidrogênio)
- O (oxigênio)
- N (nitrogênio)

Também aparecem com bem menos frequência, os elementos S (enxofre) e P (fósforo), e todos os elementos da família 7A:

- F (flúor)
- Cl (cloro)
- Br (bromo)
- I (iodo)
- At (astato)

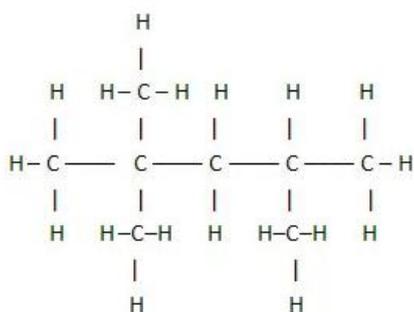
### Fórmulas dos Compostos Orgânicos

Os compostos orgânicos podem ser representados de diversas formas, como por meio de uma fórmula estrutural plana, de uma fórmula estrutural simplificada ou condensada ou de uma fórmula de traços. No entanto, a representação mais simples é por meio da fórmula molecular.

**A fórmula molecular indica o número de átomo de cada elemento em uma molécula da substância.**

**a- Fórmula Estrutural Plana:** essa fórmula mostra a arrumação ou a disposição dos átomos dentro da molécula. Por exemplo, abaixo temos a fórmula

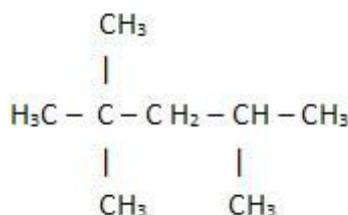
estrutural plana de um dos hidrocarbonetos presentes na gasolina.



Veja que, nessa fórmula, todos os átomos e todas as ligações existentes entre eles são mostrados. Agora, para determinar a fórmula molecular desse composto, basta contar a quantidade de átomos de cada elemento e colocar um índice do lado inferior direito do elemento em questão.

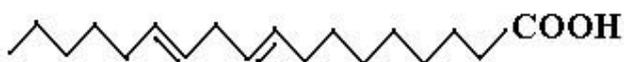
Um aspecto importante a ser ressaltado é que sempre começamos a fórmula molecular dos compostos orgânicos a partir do elemento carbono, pois ele é o constituinte principal dessas substâncias.

**b- Estrutural simplificada ou condensada:** nesse tipo de fórmula, a quantidade de hidrogênios é abreviada. Por exemplo, veja a mesma fórmula da molécula encontrada na gasolina, agora de forma condensada:



**c- Fórmula de traços:** essa fórmula simplifica ainda mais a forma de representar os compostos orgânicos, sendo que ela omite os grupos C, CH, CH<sub>2</sub> e CH<sub>3</sub>.

Um exemplo é a molécula de linoleico, veja como ela fica:



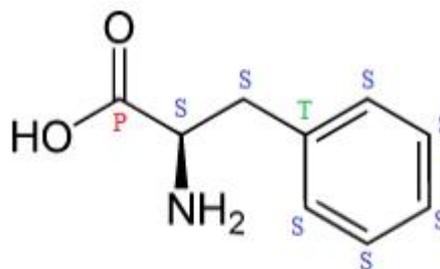
### Classificação do carbono

Essa classificação pode ser feita principalmente de duas formas: **(1) de acordo com a quantidade de carbonos ligados** e **(2) de acordo com os tipos de ligações que realizam**.

Nessas duas classificações, analisamos cada átomo de carbono da cadeia separadamente. Segundo o primeiro critério, são observados quantos átomos de carbono estão ligados diretamente ao carbono analisado, podendo haver quatro possibilidades:

<p><b>* Carbono primário:</b> Está ligado a apenas outro átomo de carbono.</p> <p>Exemplos:</p>	<p><b>* Carbono secundário:</b> Está ligado a dois outros átomos de carbono.</p> <p>Exemplos:</p>
<p><b>* Carbono terciário:</b> Está ligado a três outros átomos de carbono.</p> <p>Exemplo:</p>	<p><b>* Carbono quaternário:</b> Está ligado a quatro outros átomos de carbono.</p> <p>Exemplo:</p>

Veja o exemplo da fenilalanina abaixo, em que a classificação de cada carbono é simbolizada apenas pela inicial, ou seja, se for primário, terá a letra “p”, se for secundário, aparecerá a letra “s”, e assim por diante:



Observação: O carbono do metano (CH<sub>4</sub>) não pode ser classificado segundo esse critério porque ele não está ligado a nenhum outro átomo de carbono.

O segundo tipo de classificação dos carbonos é de acordo com o tipo de ligação que eles realizam. Dentro desse critério, podemos ter dois tipos de carbono:

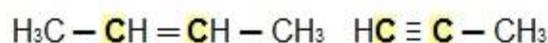
**\* Saturado:** Realiza apenas ligações simples (sigma “σ”).

Exemplos:



**\* Insaturado:** Realiza pelo menos uma ligação dupla (=) ou tripla (≡).

Exemplos:



## Hibridização do Carbono

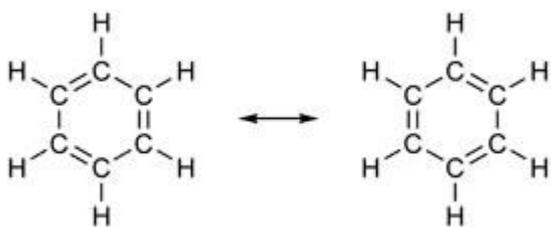
HIBRIDIZAÇÃO	TIPO DE C	GEOMETRIA	ÂNGULO ADJACENTE
$sp^3$	$\begin{array}{c}   \\ -C- \\   \end{array}$	 tetraédrica	$109^\circ 28'$
$sp^2$	$\begin{array}{c}   \\ -C= \\ \end{array}$	 trigonal	$120^\circ$
$sp$	$\begin{array}{c} -C\equiv \\ =C= \end{array}$	$\begin{array}{c} -e\equiv \\ \equiv e- \end{array}$ linear (digonal)	$180^\circ$

### Ressonância (efeito mesomérico)

Ressonância, ou efeito mesomérico, é o deslocamento de elétrons ao longo de uma cadeia carbônica provocado pela diferença de eletronegatividade entre os átomos ligantes na estrutura.

Obs: é um fenômeno físico que ocorre exclusivamente em moléculas insaturadas, ou seja, moléculas que apresentam pelo menos uma ligação dupla ou uma ligação tripla.

Alguns compostos possuem em sua estrutura ligações duplas alternadas com ligações simples. O mais famoso de todos eles é o benzeno, cuja estrutura foi proposta em 1865, pelo químico alemão Friedrich August Kekulé (1829-1896). Sua estrutura seria cíclica e formada por três ligações duplas intercaladas com três ligações simples, conforme as figuras abaixo:

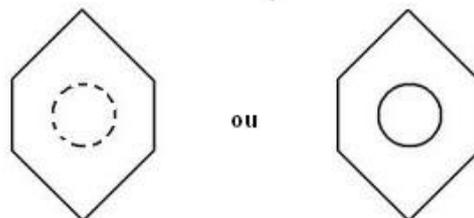
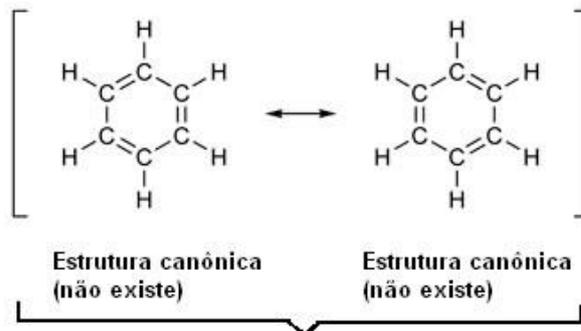


As duas formas de representar o benzeno são aceitas, pois é possível mudar os elétrons das ligações  $\pi$  sem mudar a posição dos átomos. Entretanto, nenhuma representa exatamente o que ele é e nem explica seu comportamento. Ele deveria se comportar como um alceno e provocar reações de adição, porém, na prática, isto não ocorre. O benzeno é bastante estável e age como se não tivesse as ligações duplas; ele dá reações de substituição como nos alcanos.

Em 1930, o cientista americano Linus Pauling propôs a teoria da ressonância que explicou esta aparente contradição. Esta teoria dizia o seguinte:

**“Sempre que, em uma fórmula estrutural, pudermos mudar a posição dos elétrons sem mudar a posição dos átomos, a estrutura real não será nenhuma das**

**estruturas obtidas, mas sim um híbrido de ressonância daquelas estruturas.”**



**Estrutura real (híbrido de ressonância)**

### Compostos Orgânicos Aromáticos

O termo aromaticidade é usado para designar uma característica apresentada por algumas estruturas – como os anéis conjugados de ligações insaturadas, orbitais vazios ou pares de elétrons isolados. Criado e usado inicialmente pelo químico alemão August Wilhelm von Hoffman no ano de 1855, o termo objetivava isolar substâncias de odor agradável de algumas plantas.

No entanto, apesar de essa ter sido a causa de sua denominação, atualmente o termo nem sempre está relacionado ao odor dos compostos. Inclusive, apesar de a maioria estar associada à constituição de carbono, não é uma propriedade exclusiva de um grupo de hidrocarbonetos.

A ocorrência se deve, normalmente, ao movimento constante dos elétrons livres por arranjos circulares de átomos – estabelecendo uma ligação simples e uma ligação dupla entre si, alternadamente.

### Classificação das cadeias carbônicas

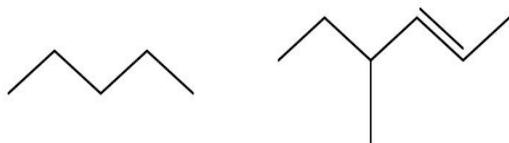
Existem milhões de compostos orgânicos cujas estruturas formadas principalmente por átomos de carbono são chamadas de cadeias carbônicas. Essas cadeias carbônicas podem ser classificadas de acordo com quatro critérios principais:

- **Fechamento da cadeia,**
- **Disposição dos átomos,**

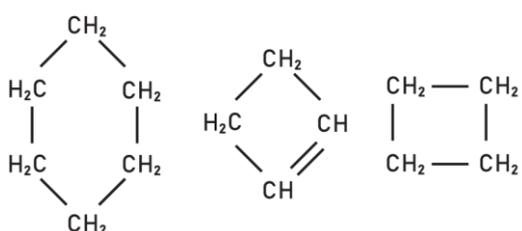
- Tipos de ligação e
- Natureza dos átomos.

### Classificação de acordo com o fechamento da cadeia

1) **Cadeia aberta, alifática ou acíclica:** é composta pelo menos de duas extremidades e não apresenta ciclos na cadeia.

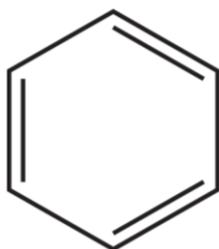


2) **Fechadas Também são chamadas de cíclicas,** porque seus átomos de carbono ligam-se, formando um ou mais ciclos ou anéis aromáticos, **não possuindo nenhuma extremidade livre.**



As cadeias fechadas, por sua vez, subdividem-se em dois grupos:

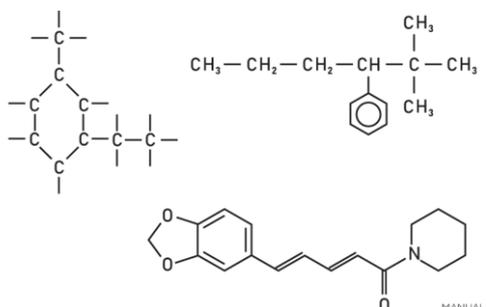
→ **Aromáticas:** são aquelas que **possuem pelo menos um anel benzênico**, mostrado abaixo:



→ **Não aromáticas:** não possuem anel benzênico.

### 3) Mistas

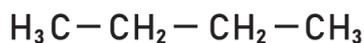
Possuem **uma parte aberta** com pelo menos uma extremidade e também possuem **uma parte cíclica.**



### Classificação de acordo com a disposição dos átomos na cadeia

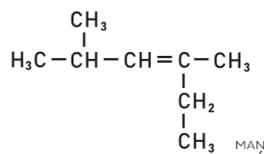
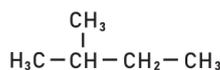
- Normal

Também chamada de **cadeia reta ou linear**, esse tipo de cadeia apresenta apenas duas extremidades. Exemplos



- Ramificada

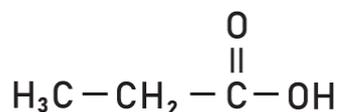
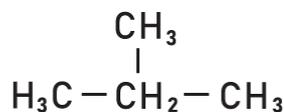
Possui **mais de duas extremidades e possui carbonos terciário ou quaternário.** Exemplos



### Classificação de acordo com os tipos de ligações entre os carbonos

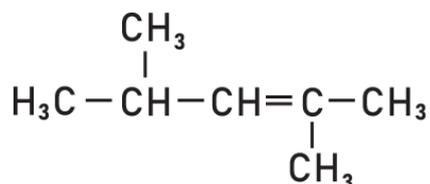
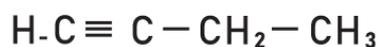
- Saturadas

Quando as ligações entre os carbonos são **apenas ligações simples.** Exemplos



- Insaturadas

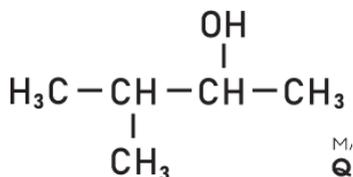
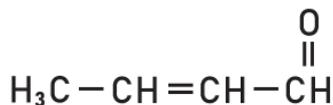
Quando possui **pelo menos uma dupla ou tripla ligação** entre carbono. Exemplos:



## Classificação de acordo com a natureza dos átomos que existem na cadeia

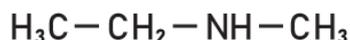
### • Homogênea

Se na cadeia carbônica não houver **nenhum outro tipo de átomo** entre os carbonos. Exemplos:



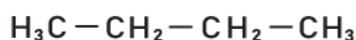
### • Heterogênea

Se houver pelo **menos um átomo de outro elemento** entre dois carbonos da cadeia, isto é, um heteroátomo.

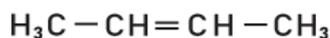


### Exemplos das classificações

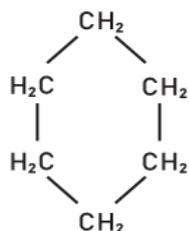
Agora observe as cadeias carbônicas abaixo e como elas podem ser classificadas:



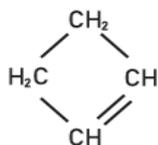
- Aberta;
- Normal;
- Saturada;
- Homogênea.



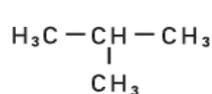
- Aberta;
- Normal;
- Insaturada;
- Homogênea.



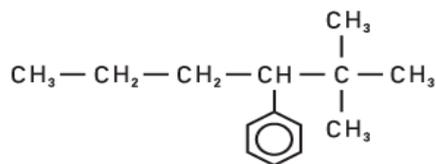
- Fechada;
- Não aromática (Alicíclica);
- Insaturada;
- Homogênea.



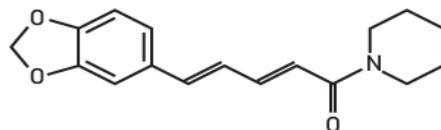
- Fechada;
- Não aromática (Alicíclica);
- Insaturada;
- Homogênea.



- Aberta;
- Ramificada;
- Saturada;
- Homogênea.



- Mista;
- Aromática;
- Ramificada;
- Insaturada;
- Homogênea.



- Mista;
- Aromática;
- Insaturada;
- Heterogênea.



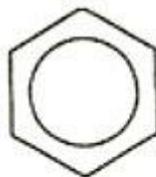
- Aberta;
- Normal;
- Saturada;
- Heterogênea.

### Cadeias fechadas aromáticas:

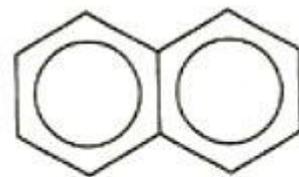
As cadeias fechadas aromáticas são classificadas em:

**Mononucleares:** quando possuem apenas um anel aromático, como o benzeno.

**Polinucleares:** quando possuem mais de um anel aromático, como o naftaleno.



benzeno



naftaleno

### Ligação sigma e pi

Ligação simples (—): é sempre uma ligação sigma;

Ligação dupla (=): uma ligação é sigma, e a outra é uma ligação pi;

Ligação tripla (≡): uma ligação é sigma, e as outras duas são ligações pi;

Ligação coordenada dativa (→): é sempre uma ligação sigma.

**Classificação dos carbonos – quanto a quantidade dos demais átomos de carbono a ele ligados.**

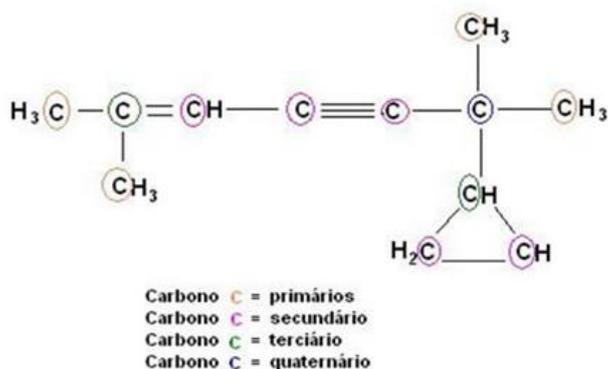
**Carbono primário:** ligado diretamente, no máximo, a 1 outro carbono.

**Carbono secundário:** ligado diretamente a 2 outros carbonos;

**Carbono terciário:** ligado diretamente a 3 outros

carbonos;

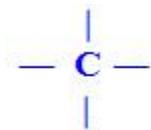
**Carbono quaternário:** ligado diretamente a 4 outros carbonos.



A outra classificação se refere aos tipos de ligação que unem os carbonos.

O carbono pode ser classificado em função das ligações que apresenta:

a) **Carbono Saturado:** apresenta somente ligações simples, chamadas de sigma ( $\sigma$ ).



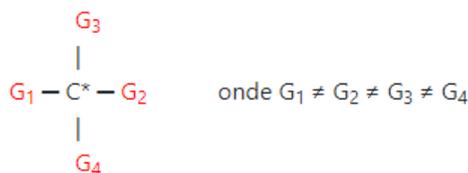
b) **Carbono Insaturado:** presença de duplas ligações, denominadas de pi ( $\pi$ ). Ou ainda, carbono que apresenta ligação tripla.



### Carbono Assimétrico ou Quiral

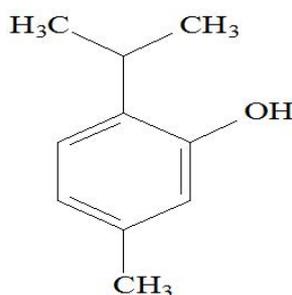
É chamado de carbono quiral ou carbono assimétrico o átomo de carbono que se liga à quatro ligantes diferentes. Os ligantes podem ser radicais, grupos funcionais, etc. Consequentemente, esse carbono sempre será saturado. Ele é geralmente representado por  $\text{C}^*$ .

Genericamente, temos:



### Exercícios de Fixação

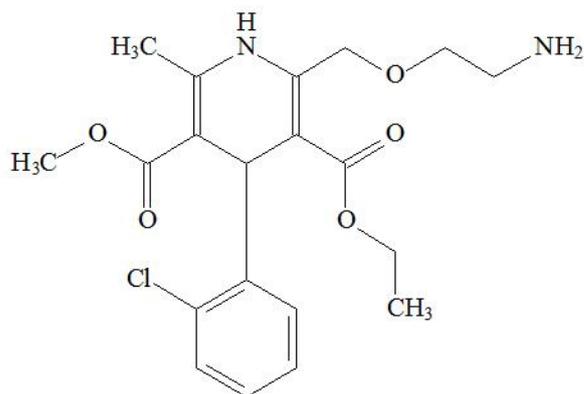
1- As bactérias são micro-organismos que durante muitos e muitos anos foram, e continuam sendo, um problema para a medicina, principalmente pelo potencial que elas apresentam em provocar infecções durante cirurgias. Desde o ano de 1867, soluções à base de fenol são utilizadas para eliminar ou diminuir a quantidade de bactérias. Essas soluções são denominadas antissépticos, como a estrutura a seguir:



Com base na estrutura química acima, qual o número de ligações sigma presentes nela?

- a) 21
- b) 22
- c) 23
- d) 24
- e) 25

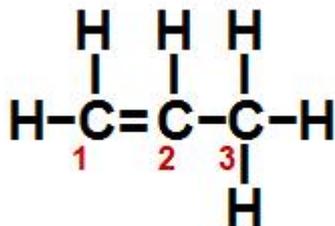
2- A fórmula estrutural a seguir pertence a uma substância denominada anlodipino, a qual é utilizada como vasodilatadora, isto é, que aumenta o diâmetro dos vasos sanguíneos, e hipotensora, cuja função é diminuir a pressão arterial.



Analisando sua estrutura, podemos afirmar que se encontram nela quantas carbonos secundários e primários respectivamente?

- a) 7 e 5
- b) 4 e 7
- c) 7 e 8
- d) 6 e 7
- e) 7 e 6

3 - (ITA-SP) Em relação à molécula esquematizada abaixo, são feitas as seguintes afirmações:

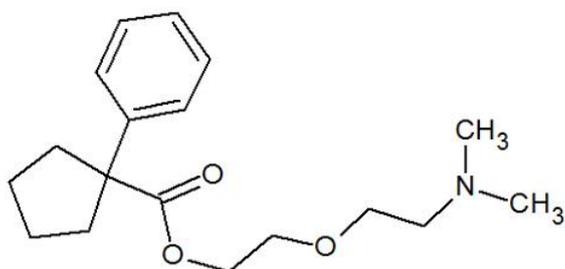


- I. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existe uma ligação sigma.
- II. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existe uma ligação pi.
- III. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existem duas ligações sigma.
- IV. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existem duas ligações pi.
- V. Todas as ligações entre os átomos de carbono e hidrogênio são ligações sigma.

Entre as afirmações feitas, estão corretas apenas:

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

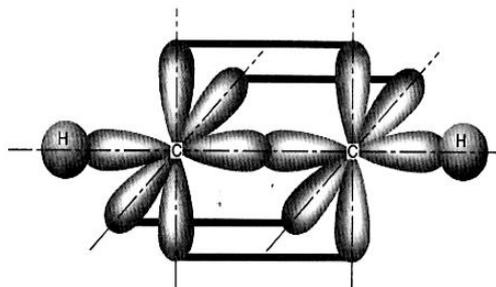
4 -A tosse pode ser combatida por meio da utilização de um composto orgânico denominado pentoxiverina, cuja fórmula estrutural está representada a seguir:



Analisando a fórmula estrutural desse importante princípio ativo, podemos afirmar que nela existem quantas ligações pi?

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

5- O etino é um alcino de baixa massa molar que se apresenta no ambiente no estado gasoso por causa de seu baixo ponto de ebulição. Sua fórmula estrutural pode ser representada de forma esquemática, como da seguinte maneira:



Sobre essa molécula, podemos afirmar que:

- a) Possui uma ligação pi e três ligações sigma.
- b) Possui duas ligações pi e duas sigmas.
- c) Possui duas ligações sigma e uma pi.
- d) Possui três ligações pi e uma ligação sigma.
- e) possui duas ligações pi e três sigmas.

6- (PUC-MG) A substância responsável pelo odor característico da canela (*Cinnamomum zeulanicum*) tem nome usual de aldeído cinâmico.

Qual o número de ligações pi presentes nesse composto:

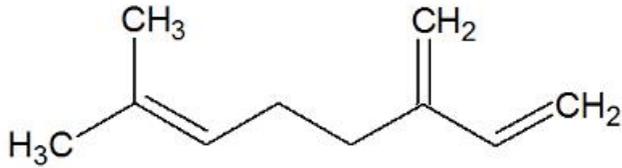
- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 5
- e) 6

7- (Unifaminas/2019 adaptada) O ácido 2-hidroxiopropanoico, liberado no suor, possui massa molar de 90 g/mol e, ainda, função mista. Assinale a alternativa que corresponde corretamente ao número de ligações sigma e pi, respectivamente, deste composto.

- a) 3 e 0
- b) 10 e 2

- c) 10 e 2  
 d) 11 e 1  
 e) 11 e 2

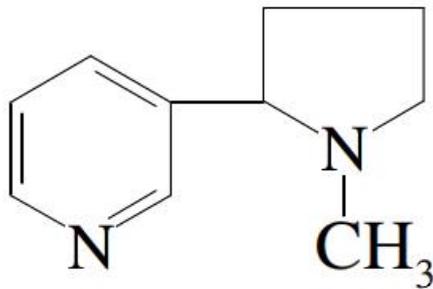
8 - (UNIVALI-SC) O gosto amargo, característico da cerveja, deve-se ao composto mirceno, proveniente das folhas de lúpulo, adicionado à bebida durante a sua fabricação.



A fórmula estrutural do mirceno apresenta:

- a) um carbono terciário.  
 b) cinco carbonos primários.  
 c) cadeia carbônica heterogênea.  
 d) cadeia carbônica saturada e ramificada.  
 e) cadeia carbônica acíclica e insaturada.

9- A nicotina, uma substância presente no cigarro e capaz de aumentar a frequência cardíaca, apresenta a seguinte estrutura:



Ela apresenta uma quantidade de ligações pi em carbonos secundários igual a:

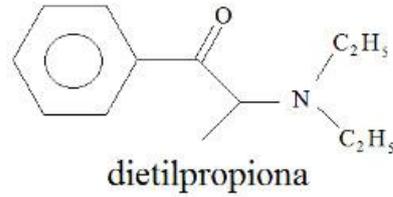
- a) 1  
 b) 2  
 c) 3  
 d) 4  
 e) 5

10 - (PUC-MG) O composto abaixo que se apresenta como molécula quiral é:

- a)  $\text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H}$   
 b)  $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CO}_2\text{H}$   
 c)  $\text{HOCH}_2\text{CO}_2\text{H}$

- d)  $\text{CH}_3\text{CHOHCO}_2\text{H}$   
 e)  $\text{CHOC}_2\text{H}_5$

11- A dietilpropiona mostrada abaixo é uma das substâncias presentes em drogas psicoestimulantes:



Fórmula estrutural da dietilpropiona

Assinale a alternativa em que está circulado o átomo de carbono quiral da dietilpropiona:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

12- A 3,4-metilenodioximetanfetamina (MDMA) foi sintetizada na Alemanha, em 1914, e utilizada como moderador de apetite. Na década de 70, essa droga passou a ter fins psicoterápicos, mas seu uso se tornou abusivo, provocando lesões nos neurônios e, com isso, ela passou a ser proibida. Muito comum no meio dos adolescentes, ela é conhecida como ecstasy, XTC, Adam e Droga do amor. Ela pode ser classificada como um psicoestimulante, semelhante às anfetaminas e à cocaína, como também ser agrupada com os alucinógenos, devido às alucinações e flashbacks, se usada em doses muito altas. A fórmula estrutural 3,4-metilenodioximetanfetamina encontra-se representada

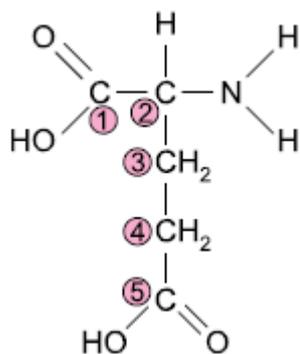
na figura abaixo, bem como as principais formas de comprimidos desse composto.

Determine o número de carbonos assimétricos presentes na fórmula estrutural da MDMA.



- Encontram-se três carbonos assimétricos.
- Encontram-se dois carbonos assimétricos.
- Encontra-se apenas um carbono assimétrico.
- Encontram-se onze carbonos assimétricos
- Não existem carbonos assimétricos na fórmula da 3,4-metilenodioximetanfetamina.

13- (UNIVAG/2017-2) Considere a representação da estrutura do ácido glutâmico, um aminoácido não essencial. Nessa representação, os átomos de carbono estão identificados por números.



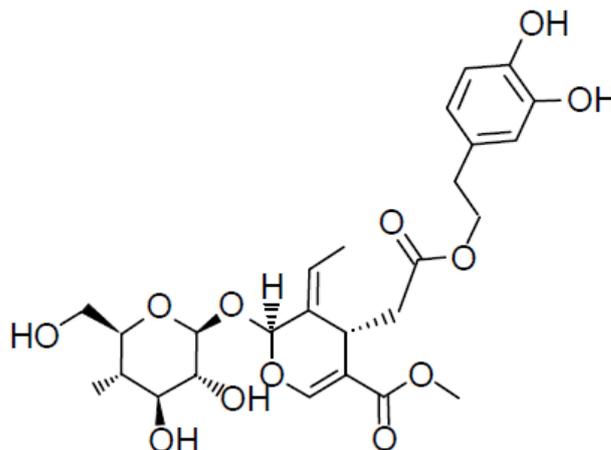
O átomo de carbono assimétrico da molécula do ácido glutâmico é o identificado pelo número

- 3.
- 4.
- 2.
- 1.
- 5.

14- (CESMAC/2016 – Medicina) As azeitonas, ao serem colhidas, têm um sabor amargo intenso causado pela

oleuropeína. Para ficarem saborosas, precisam ser maturadas em salmoura (solução salina) por alguns meses.

Sabendo que a oleuropeína tem fórmula estrutural:

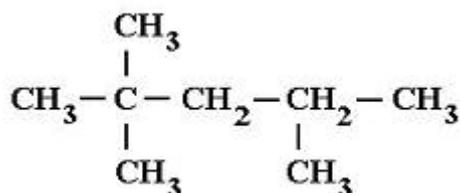


três afirmações foram feitas:

- Possui os grupos éster, éter e álcool.
  - Possui átomos de carbono com geometria tetraédrica ou trigonal planar.
  - Apresenta isomeria ótica, pois possui carbonos assimétricos (quirais).
- Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- 1 apenas.
- 2 apenas.
- 1 e 2 apenas.
- 1 e 3 apenas.
- 1, 2 e 3.

15- A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que apresentam molécula em torno de oito carbonos. Sua qualidade é expressa por meio da octanagem. Dizer que sua octanagem é 70, significa que no motor o rendimento é o mesmo que uma mistura de 70% de isooctano e 30% de heptano. A fórmula estrutural do isooctano está representado a seguir:



Considere as seguintes afirmações sobre o isooctano:

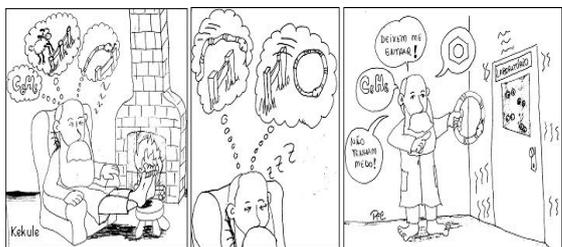
- Possui cadeia carbônica aberta e homogênea.
- Sua nomenclatura segundo a IUPAC é 2,2,4 – trimetil – pentano.
- Apresenta 3 carbonos terciários.

IV – Sua cadeia principal possui oito carbonos, o que justifica o nome isooctano.

Dentre as afirmativas, APENAS

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

16 - Em 11 de março de 1890, químicos de várias partes do mundo reuniram-se em Berlim para comemorar o aniversário de 25 anos da publicação do químico alemão August Kekulé, sobre a estrutura cíclica do benzeno. Na ocasião, Kekulé comentou sobre as circunstâncias da elaboração de sua teoria e descreveu um episódio que, posteriormente, tornou-se um dos mais polêmicos relatos da história da química: o sonho que o influenciou na proposição da estrutura cíclica do benzeno. Veja a charge a seguir.



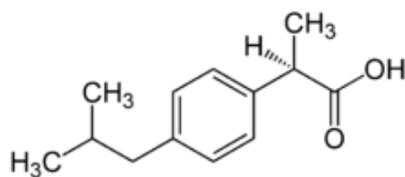
Disponível em:

<http://profcarlaquimica.blogspot.com/2010/04/charges-quimicos-famosos.html>. Acesso em 01 nov. 2011. (adaptado)

Com base nas características da estrutura sonhada e proposta por Kekulé (o benzeno), é correto afirmar que

- a) possui a mesma porcentagem em massa de carbono e hidrogênio.
- b) possui alternância de duplas e tríplexes ligações no anel.
- c) possui cadeia fechada ramificada.
- d) possui ora cadeia aberta, ora cadeia fechada.
- e) possui um heteroátomo

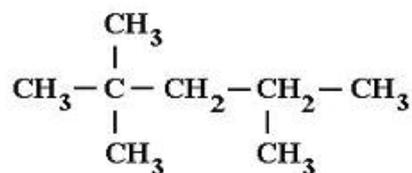
17 - O ibuprofeno é um fármaco do grupo dos anti-inflamatórios não esteroides (AINE) sendo também analgésico e antipirético, utilizado frequentemente para o alívio sintomático da dor de cabeça (cefaleia), dor dentária, dor muscular (mialgia), moléstias da menstruação (dismenorreia), febre e dor pós-cirúrgica. Esse fármaco é um derivado do ácido propanoico. A sua estrutura está representada a seguir:



A respeito da estrutura do ibuprofeno e de suas propriedades físicas e químicas, é CORRETO afirmar que

- a) a cadeia principal deste composto orgânico é constituída por seis átomos de carbono.
- b) trata-se de uma substância bastante solúvel em água.
- c) apresenta uma cadeia carbônica ramificada, saturada e heterogênea.
- d) essa substância pode ser usada para combater a acidez estomacal.
- e) pertence à família dos ácidos carboxílicos.

18 - A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que apresentam molécula em torno de oito carbonos. Sua qualidade é expressa por meio da octanagem. Dizer que sua octanagem é 70, significa que no motor o rendimento é o mesmo que uma mistura de 70% de isooctano e 30% de heptano. A fórmula estrutural do isooctano está representado a seguir:



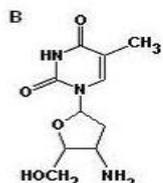
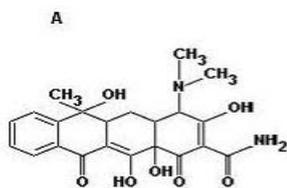
Considere as seguintes afirmações sobre o isooctano:

- I – Possui cadeia carbônica aberta e homogênea.
- II – Sua nomenclatura segundo a IUPAC é 2,2,4 – trimetil – pentano.
- III – Apresenta 3 carbonos terciários.
- IV – Sua cadeia principal possui oito carbonos, o que justifica o nome isooctano.

Dentre as afirmativas, APENAS

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

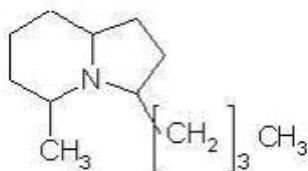
19 - As estruturas a seguir representam as moléculas do antibiótico tetraciclina (A) e do antivírus AZT (B).



Em relação à fórmula estrutural da tetraciclina e do AZT pode-se AFIRMAR que

- A) As duas substâncias apresentam a função amida.
- B) O AZT apresenta 3 carbonos terciários.
- C) A tetraciclina não apresenta heteroátomo.
- D) A tetraciclina apresenta aminas secundárias.
- E) O AZT possui anel aromático.

20 - Feromônios são substâncias químicas produzidas e secretadas por indivíduos de determinada espécie. Por exemplo, as formigas percorrem uma mesma trilha devido ao feromônio que deixam pelo caminho.

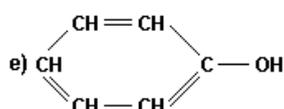
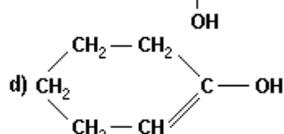


O número de CARBONOS QUIRAIS existente no feromônio da formiga é:

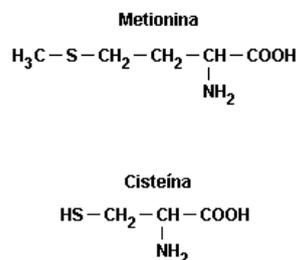
- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

21 - A fórmula estrutural que representa corretamente um álcool com cadeia carbônica alifática e insaturada é:

- a)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
- b)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{OH}$
- c)  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

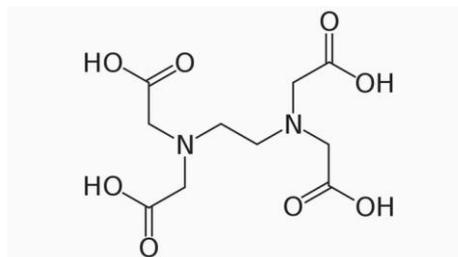


22 - Considerando a metionina e a cisteína, assinale a afirmativa correta sobre suas estruturas.



- a) Ambos os aminoácidos apresentam um átomo de carbono cuja hibridização é  $sp^2$  e cadeia carbônica homogênea.
- b) Ambos os aminoácidos apresentam um átomo de carbono cuja hibridização é  $sp^2$ , mas a metionina tem cadeia carbônica heterogênea e a cisteína, homogênea.
- c) Ambos os aminoácidos apresentam um átomo de carbono cuja hibridização é  $sp^2$  e cadeia carbônica heterogênea.
- d) Ambos os aminoácidos apresentam os átomos de carbono com hibridização  $sp$  e cadeia carbônica homogênea.
- e) Ambos os aminoácidos apresentam os átomos de carbono com hibridização  $sp$ , mas a metionina tem cadeia carbônica homogênea e a cisteína, heterogênea.

23- EDTA, cujo nome completo é ácido etilenodiaminotetraacético, é um composto orgânico com diversas aplicações. Sua capacidade de ligar-se a íons metálicos o faz um agente quelante muito utilizado tanto em laboratório quanto industrialmente.



Sobre o EDTA é correto afirmar que a cadeia carbônica é:

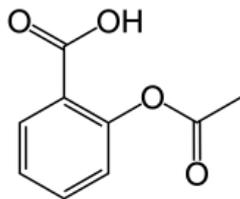
- a) alifática, homogênea e insaturada.
- b) Fechada, heterogênea e saturada.
- c) Aberta, heterogênea e insaturada.
- d) Fechada, homogênea e saturada.
- e) Acíclica, heterogênea e saturada.

24- A Aspirina é um remédio que contém como substância ativa o ácido acetilsalicílico, que é um anti-inflamatório não esteroide, que serve para tratar a inflamação, aliviar a dor e baixar a febre em adultos e crianças.

Além disso, em baixas doses, o ácido acetilsalicílico é usado em adultos como inibidor da agregação plaquetária, para reduzir o risco de infarto agudo do

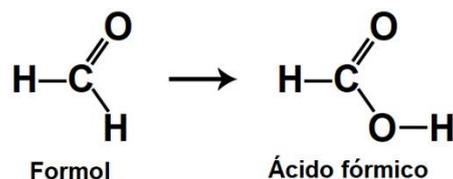
miocárdio, prevenir o AVC, angina de peito e trombozes em pessoas que apresentam alguns fatores de risco.

Com base na estrutura da aspirina indicada a baixo, qual o número total de ligações sigmas presentes nos carbonos insaturados



- a) 16
- b) 06
- c) 12
- d) 21
- e) 17

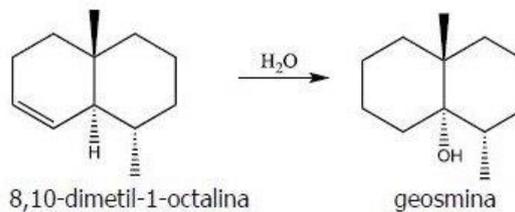
25- (UERJ) O formol ou formalina é uma solução aquosa de metanal utilizada na conservação dos tecidos de animais e de cadáveres humanos para estudos em Biologia e Medicina. Ele é oxidado a ácido fórmico segundo a equação a seguir a fim evitar que os tecidos animais sofram deterioração ou oxidação.



Nessa transformação, o número de oxidação do carbono sofreu uma variação de:

- a) - 4 para + 4
- b) - 3 para - 2
- c) - 2 para - 1
- d) 0 para + 2
- e) + 4 para - 4

26- A geosmina é a substância responsável pelo cheiro de chuva que vem do solo quando começa a chover. Ela pode ser detectada em concentrações muito baixas e possibilita aos camelos encontrarem água no deserto. A bactéria *Streptomyces coelicolor* produz a geosmina, e a última etapa da sua biossíntese é mostrada abaixo.



Considere as seguintes informações, a respeito da 8,10-dimetil-1-octalina e da geosmina.

- I. A 8,10-dimetil-1-octalina é um hidrocarboneto cíclico insaturado
  - II. A geosmina é um heterociclo saturado.
  - III. Cada um dos compostos apresenta dois carbonos quaternários. Quais estão corretas?
- a) Apenas I.
  - b) Apenas II.
  - c) Apenas III.
  - d) Apenas I e II.
  - e) I, II e III.

### 1. Hidrocarbonetos:

São compostos binários formados exclusivamente por C e H, sendo a classe de compostos orgânicos mais simples. Na nomenclatura oficial apresentam terminação **o**. São numerosos, e por isso é conveniente organizá-los em famílias que exibem similaridades estruturais. O aspecto chave estrutural dos hidrocarbonetos (e de muitas outras substâncias orgânicas) é a presença de ligações carbono-carbono estáveis. O carbono é o único elemento capaz de formar cadeias estendidas e estáveis de átomos unidos por ligações simples, duplas e triplas.

Os hidrocarbonetos podem ser divididos em:

- Alcanos
- Alcenos
- Alcinos
- Dienos
- Ciclanos
- ciclenos
- Hidrocarbonetos aromáticos

### 2. Alcanos:

São hidrocarbonetos alifático, acíclicos e saturados, sendo também chamados hidrocarbonetos parafínicos (apresentam baixa reatividade química) ou metânicos (derivam teoricamente do metano).

Os alcanos são hidrocarbonetos que contêm apenas ligações simples, como no etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>). Uma vez que os alcanos contêm um maior número possível de átomos de hidrogênio por átomo de carbono, são chamados hidrocarbonetos saturados. A tabela abaixo relaciona vários dos mais simples alcanos. O metano é o principal componente do gás natural, utilizado em fogões a gás. O propano é o principal componente do gás engarrafado (GLP) usado para aquecimento doméstico e na cozinha o butano é usado em isqueiros descartáveis. Os alcanos de 5 a 12 átomos de carbono por molécula são encontrados na gasolina.

- **Propriedades físicas dos alcanos:**

Os alcanos são substâncias apolares, o que justifica sua baixa solubilidade em água. Considerando estruturas não-ramificadas, os alcanos de 1 a 4 carbonos são gases; com 5 a 17 carbonos são líquidos e com 18 carbonos em diante são sólidos.

O petróleo é uma enorme mistura de hidrocarbonetos e você sabe que esse líquido flutua no mar. Isso ocorre porque a densidade dos hidrocarbonetos líquidos é menor que a da água.

- **Propriedades químicas dos alcanos:**

A principal reação química dos alcanos é a **combustão**, que pode ser completa ou não, dependendo das quantidades relativas de combustível e gás oxigênio.

Combustão completa:  $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Combustão incompleta:  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + 2 \text{H}_2\text{O}$  (fuligem)

- **Propriedades bioquímicas dos alcanos:**

As propriedades fisiológicas dos alcanos variam de acordo com o tamanho da cadeia. O metano parece ser fisiologicamente inerte. Em um aposento com alta concentração dessa substância, há riscos que não derivam de uma ação biológica desse gás. Uma amostra de ar contendo 15% de metano, por ex. torna-se explosiva sob a ação de uma simples faísca. Um outro ex. pode ser a respiração humana em uma atmosfera carregada de metano. Nesse ambiente a respiração pode ser prejudicada não pela ação do metano em si, mas pela proporção de gás oxigênio na mistura, que pode provocar asfixia. Alcanos gasosos não possuem cheiro. Para que se possa detectar vazamentos em botijões domiciliares, costuma-se acrescentar ao gás de botijão outro gás de cheiro forte, como as mercaptanas. Alcanos com cadeias maiores, como os componentes líquidos da gasolina, podem provocar náuseas e vômitos, quando ingeridos ocasionalmente, ou problemas de pele (dermatites), quando manuseados. Mas, por outro lado, alcanos obtidos com grande massa molecular, são usados como

creme amaciante. A vaselina, por ex., é um dos componentes empregados na fabricação de cremes cosméticos.

## Formula Geral



## Nomenclatura de hidrocarbonetos

Os hidrocarbonetos são os compostos químicos formados por carbono e hidrogênio.

De modo geral, a nomenclatura dos hidrocarbonetos segue a seguinte ordem:

- **Prefixo:** Indica o número de carbonos presentes na cadeia principal;
- **Infixo:** Indica o tipo de ligação encontrada na cadeia;
- **Sufixo:** Indica a função orgânica dos hidrocarbonetos terminando com a letra "o".

Prefixo	Infixo	Sufixo
1 C - MET	AN – Ligação Simples EN – Ligação dupla IN – Ligação tripla DIEN – Duas ligações duplas DIIN – Duas ligações triplas	O
2 C - ET		
3 C - PROP		
4 C - BUT		
5 C - PENT		
6 C - HEX		
7 C - HEPT		
8 C - OCT		
9 C - NON		
10 C - DEC		

## Nomenclatura dos alcanos normais

Os alcanos apresentam cadeia aberta formada por ligações simples. Eles possuem a nomenclatura mais simples.

A nomenclatura dos alcanos não ramificados é dado pelo **prefixo + ano**. O prefixo indica o número de carbonos. A terminação ANO deriva das ligações simples e do sufixo dos hidrocarbonetos.

### Exemplos:

CH<sub>4</sub> = Metano (1 carbono)

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> = Etano (2 carbonos)

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> = Propano (3 carbonos)

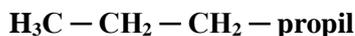
C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> = Butano (4 carbonos)

C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> = Pentano (5 carbonos)

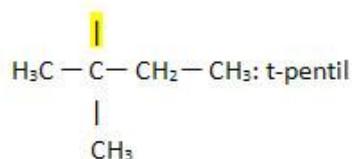
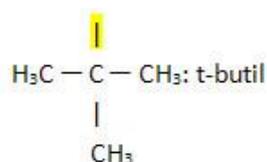
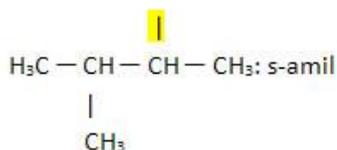
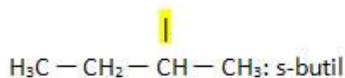
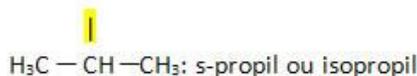
C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> = Hexano (6 carbonos)

## Principais Ramificações

H<sub>3</sub>C – metil



### Outras Ramificações

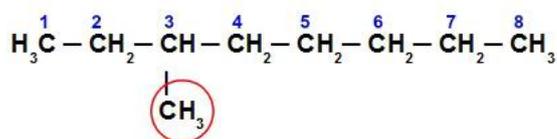


### Nomenclatura dos Alcanos Ramificados

**Caso exista mais de uma ramificação, as regras são as seguintes:**

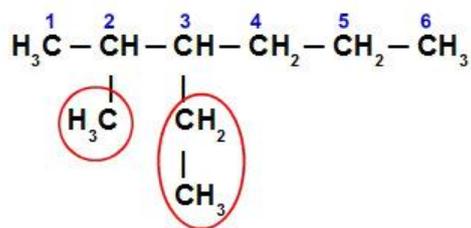
1. Quando existem duas ou mais ramificações iguais elas são indicadas usando os prefixos di, tri, tetra, etc.
2. Quando as ramificações são diferentes elas são citadas em ordem alfabética.
3. Deve-se numerar a cadeia carbônica obedecendo a regra dos menores valores.
4. O nome do composto deve ser iniciado pelas ramificações em ordem alfabética acompanhado de seus respectivos números
5. O nome do composto é concluído através da cadeia principal.

#### Exemplo 1



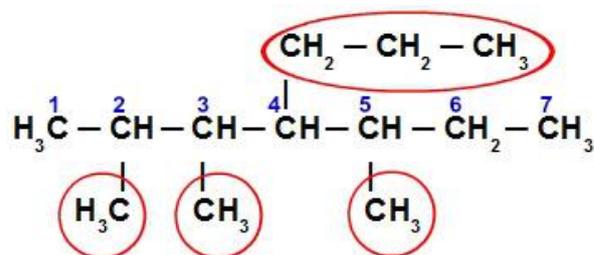
3-metil-octano

#### Exemplo 2



3-etil-2-metil-hexano

#### Exemplo 3



2,3,5-trimetil-4-propil-heptano

### 2. Alcenos:

São hidrocarbonetos alifáticos, acíclicos e insaturados com uma dupla ligação, sendo também chamados alquenos, hidrocarbonetos olefínicos (originam líquidos oleosos em presença de halogêneos) ou etilênicos (derivam teoricamente do eteno, também conhecido como etileno). Os alcenos são hidrocarbonetos insaturados que contém uma ligação C = C. O alceno mais simples é o CH<sub>2</sub> = CH<sub>2</sub>, chamado eteno (Iupac) ou etileno. O etileno é um hormônio vegetal. Ele tem papel importante na germinação das sementes e no amadurecimento das frutas. O próximo membro da série é CH<sub>3</sub> - CH = CH<sub>2</sub>, chamado propeno ou propileno. Para os alcenos com 4 ou mais átomos de C existem vários isômeros para cada fórmula molecular. O nome dos alcenos são baseados na cadeia contínua mais longa de átomos de C que conte a ligação dupla. O nome dado a cadeia é obtido a partir do nome do alceno correspondente trocando a terminação de **-ano** para **-eno**. A localização da ligação dupla ao longo da cadeia do alceno é indicada por um prefixo numérico que designa o número do átomo de C que é parte da ligação dupla e que está mais próximo de um lado da cadeia. A cadeia é sempre numerada do lado que leva a ligação dupla mais rapidamente e, portanto, fornece o menor prefixo numérico. No propeno a única posição possível para a ligação dupla é entre o primeiro e o segundo C; assim um prefixo que indique sua localização torna-se desnecessário. Para o buteno existem duas posições possíveis para a ligação dupla: depois do primeiro carbono (1-buteno) ou depois do segundo carbono (2-buteno).

- *Propriedades físicas dos alcenos*

Alcenos até quatro carbonos são gases pouco solúveis em água, porém um pouco mais solúveis que os alcanos correspondentes. Todos os alcenos são menos densos que a água, e suas temperaturas de ebulição e fusão aumentam à medida que cresce a cadeia.

- **Propriedades químicas dos alcenos:**

A principal reação química dos alcenos consiste na quebra parcial da ligação dupla, em um processo genericamente denominado **reação de adição**.

Pelo fato de existirem muitas possibilidades de reações de adição, os alcenos são fontes para a produção de várias substâncias, constituindo-se assim, em matérias-primas muito importantes para as indústrias. O eteno por ex., está em quarto lugar na lista das substâncias mais produzidas no mundo, enquanto o propeno ocupa um considerável nono lugar.

- **Propriedades bioquímicas dos alcenos:**

As propriedades fisiológicas dos alcenos são semelhantes às dos alcanos. Assim como ocorre com os alcanos gasosos, o etileno pode causar desmaios (e até a morte) por asfixia. Os alcenos de cadeia longa, porém, fazem parte do metabolismo de alguns seres vivos. O 1-octeno, por ex., é encontrado no limão e o octadeceno (C<sub>18</sub>H<sub>36</sub>) faz parte do metabolismo no fígado de peixes. Além disso, o etileno é produto do metabolismo de frutas, sendo utilizado para acelerar seu amadurecimento.

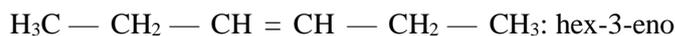
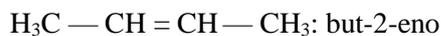
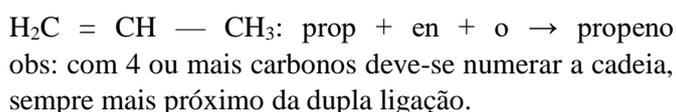
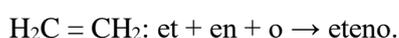
### Formula Geral



### Nomenclatura dos alcenos normais

Prefixo	Infixo	Sufixo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de carbonos:</li> <li>• 1 C = met</li> <li>• 2 C = et</li> <li>• 3 C = prop</li> <li>• 4 C = but</li> <li>• 5 C = pent</li> <li>• 6 C = hex</li> <li>• 7 C = hept</li> <li>• 8 C = oct</li> <li>• 9 C = non</li> <li>• 10 C = dec</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de ligação entre carbonos;</li> <li>• Em alcenos que possuem apenas ligações simples, o infixo é "en".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo Funcional;</li> <li>• Em alcenos que são do grupo dos hidrocarbonetos, o infixo é "o".</li> </ul>

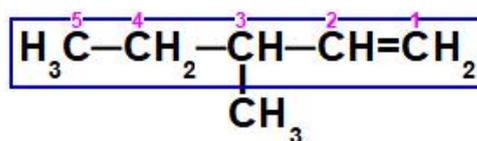
Ex:



### Nomenclatura dos Alcenos Ramificados

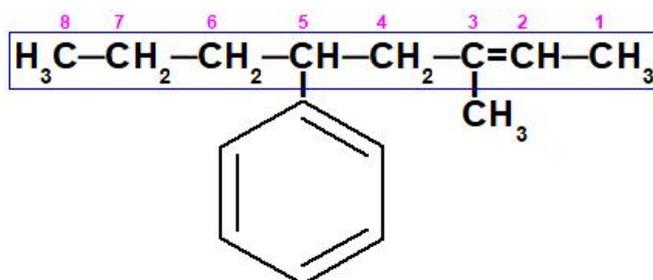
As regras são as mesmas já estudadas anteriormente.

Exemplo 1:



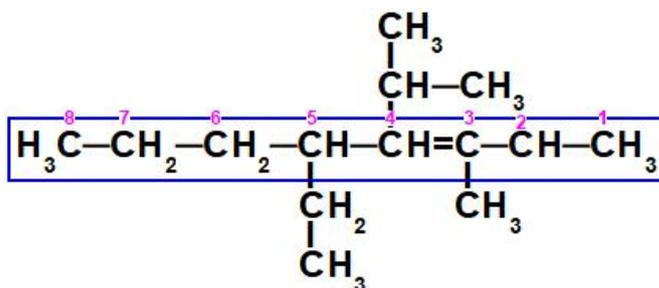
3-metil-pent-1-eno.

Exemplo 2:



5-fenil-3-metil-oct-2-eno.

Exemplo3:



4-etil-3-isopropil-2-metil-oct-3-eno.

### 3. Alcinos:

São hidrocarbonetos alifáticos, acíclicos e insaturados com uma tripla ligação, sendo também chamados alquinos e hidrocarbonetos acetilênicos (derivam

teoricamente do etino, conhecido como acetileno). Os alcinos são hidrocarbonetos insaturados que contém uma ou mais ligações  $C \equiv C$ . Os alcinos que apresentam tripla ligação na extremidade da cadeia são denominados verdadeiros; os que apresentam insaturação entre os demais átomos de C são chamados falsos. Os alcinos, em geral, são moléculas altamente reativas. Por causa de sua alta reatividade, não estão bastante distribuídos na natureza como os alcenos; entretanto, os alcinos são intermediários importantes em muitos processos industriais. Os alcinos, em geral, são poucos solúveis em água, mas dissolvem-se em solventes orgânicos, como o benzeno e o clorofórmio. Ao contrário dos alcanos, os alcinos possuem odor característico, mas também têm ação asfixiante. Eles são nomeados com a identificação da cadeia contínua mais longa na molécula contendo a ligação tripla e com a modificação da terminação do nome, de **-ano** para **-ino**.

Formula Geral



### Nomenclatura dos Alcinos Normais

#### Regra: Prefixo + ino

A nomenclatura dos alcinos normais é feita escrevendo-se o prefixo que indica o número de carbonos, o infixo "in" e o sufixo "o".

$HC \equiv CH$ : etino

$HC \equiv C - CH_3$ : propino

**obs: com 4 ou mais carbonos deve-se numerar a cadeia, sempre mais próximo da dupla ligação.**

$H_2C = CH - CH_2 - CH_3$ : but-1-ino

$H_3C - CH = CH - CH_3$ : but-2-ino

$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$ : pent-1-ino

$H_3C - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH_3$ : hex-3-ino

$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH = CH - CH_3$ : hex-2-ino

### Nomenclatura dos Alcinos Ramificados

No caso de alcinos ramificados (com mais de duas extremidades), as regras são as mesmas vistas no texto Nomenclatura de hidrocarbonetos ramificados. Basta numerar a cadeia principal, que obrigatoriamente deve ser a que detém a ligação tripla e a maior quantidade de carbonos. Acompanhe os exemplos a seguir:

$H_3C - C \equiv C - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3$ : 5-metil-hept-2-ino

$H_3C - CH_2 - CH - C \equiv C - CH - CH_3$ : 5-etil-2-metil-hept-3-ino

### 4. Alcadienos:

São hidrocarbonetos alifáticos, acíclicos e insaturados **com duas duplas ligações**.

Os alcadienos são classificados em função da posição das duas duplas ligações em:

- Alcadienos de duplas acumuladas, quando elas são consecutivas:



Propadieno

- Alcadienos de duplas conjugadas, quando elas estão separadas por uma ligação simples:



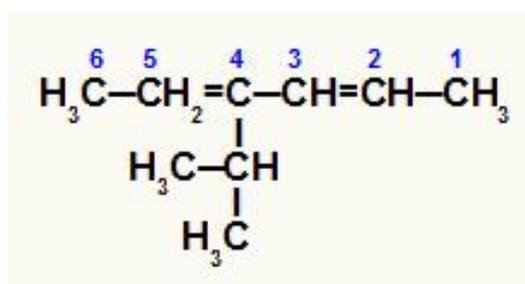
1,3-butadieno

- Alcadienos de duplas isoladas, quando elas estão separadas por mais de uma ligação simples:

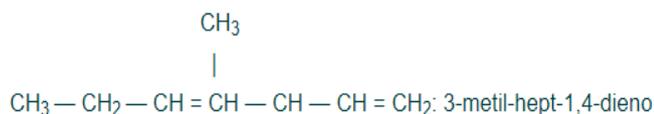
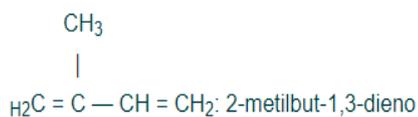


1,5-heptadieno

### Alcadienos Ramificados



4-isopropil-hex-2,4-dieno

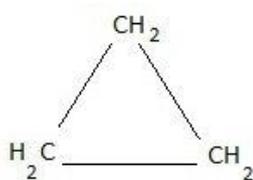


## 5. Ciclanos

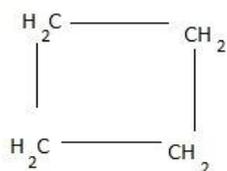
Os ciclanos, também denominados cicloalcanos ou cicloparafinas, são **hidrocarbonetos cíclicos** com ligações simples entre carbonos. Representam o composto que resulta da retirada de dois átomos de hidrogênio de um alcano para formar um ciclo, que corresponde a uma cadeia fechada com átomos de carbono e hidrogênio.

A fórmula geral dos ciclanos é  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$

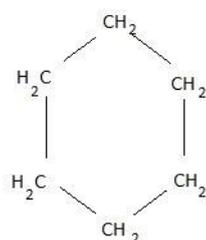
### Nomenclatura ciclanos normais



**Ciclopropano**



**Ciclobutano**



**Ciclohexano**

## Nomenclatura ciclanos Ramificados

### a) Se o ciclano tiver apenas uma ramificação

Em ciclanos com apenas uma ramificação, não é necessário numerar o ciclo. Assim, basta escrever o nome da ramificação antes do nome do ciclano. Veja um exemplo:

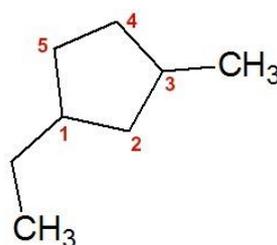


Metil-ciclopentano

### b) Ciclano com dois radicais diferentes em carbonos diferentes

Se o ciclano apresenta radicais diferentes em carbonos diferentes, é necessário numerar a cadeia (ciclo) a partir do radical que será escrito primeiro – obedecendo à ordem alfabética – e seguir a numeração de forma a dar o menor número possível ao carbono do outro radical.

Por fim, escrevemos as posições dos radicais e seus nomes, em ordem alfabética, antes do termo ciclo. Veja um exemplo:

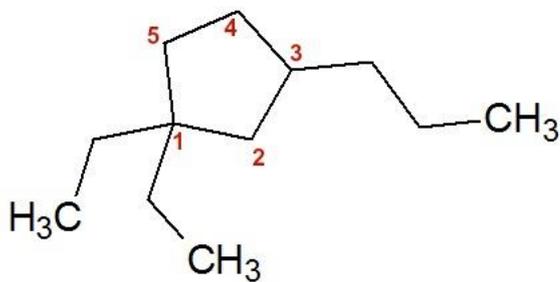


1-etil-3-metil-ciclopentano

### c) Ciclano com dois radicais no mesmo carbono

Se o ciclano apresenta mais de um radical no mesmo carbono, esse carbono receberá obrigatoriamente o número 1. Depois, basta seguir a numeração de forma a dar o menor número possível ao carbono dos outros radicais.

Por fim, escrevemos as posições dos radicais e seus nomes, em ordem alfabética, antes do termo ciclo. Veja um exemplo:



**1,1-diethyl-3-propil-ciclopentano**

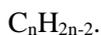
## 6. ciclenos

Os ciclenos são substâncias que pertencem à função orgânica dos hidrocarbonetos e apresentam como principais características:

- Cadeias fechadas, cíclicas ou alicíclicas;
- Insaturação (uma única dupla ligação);
- Cadeia homogênea.

Esses compostos são chamados de ciclenos porque apresentam uma única ligação dupla, assim como os alcenos. Como possuem cadeias fechadas, o termo ciclo é utilizado para diferenciá-los dos alcenos, que apresentam cadeias abertas.

Formula Geral

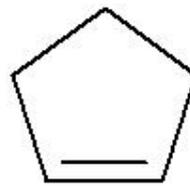


### Nomenclatura de ciclenos

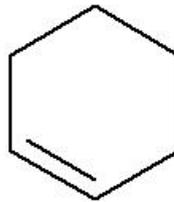
A regra de nomenclatura IUPAC para um cicleno (de cadeia normal) é:

**Ciclo** + **prefixo** + **en** + **o**  
**do número**  
**de carbonos**

Exemplos:



Ciclopenteno

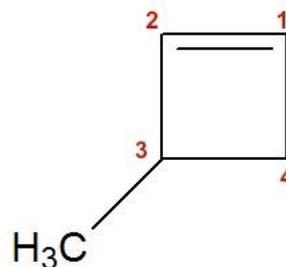


Ciclo-hexeno

### Nomenclatura ciclenos Ramificados

#### a) Cadeia com uma ramificação

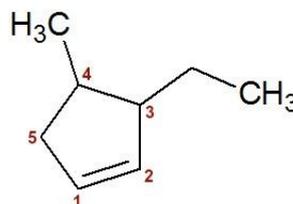
A numeração da cadeia sempre se inicia com o número 1 em um dos carbonos da dupla. Assim sendo, o número 2 automaticamente fica no outro carbono da dupla. O restante da cadeia deve ser numerado de forma a proporcionar o menor número possível ao carbono do radical.



**3-metil-ciclobuteno.**

#### b) Cadeia com duas ou mais ramificações

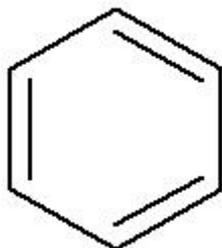
A numeração da cadeia sempre se inicia com o número 1 em um dos carbonos da dupla. Assim sendo, o outro carbono da dupla sempre recebe o número 2. O restante da cadeia deve ser numerado de forma a proporcionar o menor número possível ao carbono do radical, que deve obedecer à ordem alfabética para ser escrito. Acompanhe um exemplo:



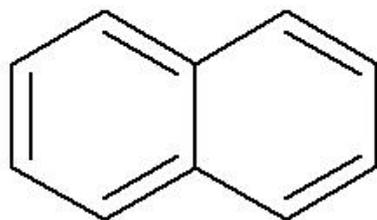
### 3-etil-4-metil-ciclopenteno.

#### Nomenclatura de aromáticos

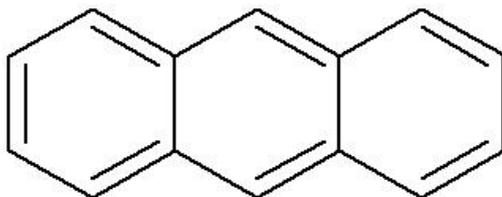
A regra de nomenclatura IUPAC para um aromático envolve o nome do aromático que está sendo utilizado. Os aromáticos mais utilizados são:



Fórmula estrutural do benzeno



Fórmula estrutural do Naftaleno

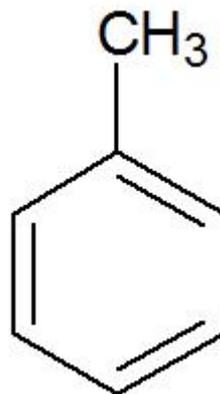


Fórmula estrutural do Antraceno

Se os aromáticos forem ramificados, devemos obedecer aos passos a seguir:

#### a) Benzeno com mais de uma ramificação

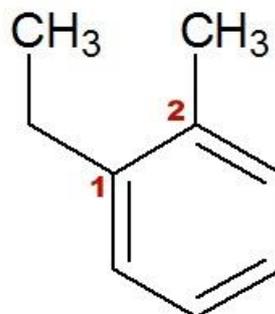
Caso o benzeno apresente apenas uma ramificação, não é necessária a numeração da cadeia. Basta escrever o nome da ramificação e o nome benzeno.



Metil-benzeno

#### b) Benzeno com mais de uma ramificação

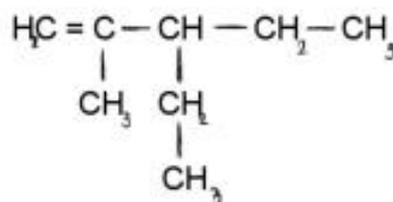
Se o benzeno tiver duas ou mais ramificações, receberá o número 1 o carbono que estiver ligado ao radical que deve ser escrito primeiramente na ordem alfabética. O restante da cadeia será numerado de forma a proporcionar o menor número possível ao carbono do radical.

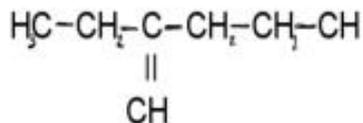


1-etil-2-metil-benzeno

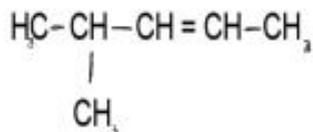
#### Exercícios Propostos

1- (Fesp-Pe) analise os nomes dos compostos de acordo com a IUPAC:





II



III

Os compostos I, II e III são, respectivamente:

- a) 2-metil-3-etil-but-1-eno; 2-etilpent-1-eno; 2-metilpent-2-eno.  
 b) 2,3-dimetilpent-1-eno; 3-metil-hexano; 2-metilpentano.  
 c) 2-etil-3-metilbut-3-eno; 2-metil-hex-3-eno; 4-metilpent-1-eno.  
 d) 3-etil-2-metilpent-1-eno; 2-etilpent-1-eno; 4-metilpent-2-eno.  
 e) 2-metil-3-etilbuteno; 2-etilpent-2-eno; 2-metilpent-3-eno.

2- (Unifor-CE) O 2,2,5-trimetil-3-heptino é um hidrocarboneto cujas moléculas têm cadeia carbônica:

- I. insaturada;  
 II. ramificada;  
 III. aromática.

Dessas afirmações, somente:

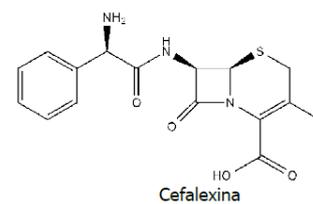
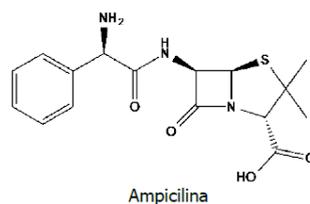
- a) I é correta.  
 b) II é correta.  
 c) III é correta.  
 d) I e II são corretas.  
 e) I e III são corretas.

3- (UFRGS) Octanagem ou índice de octano serve como uma medida da qualidade da gasolina. O índice faz relação de equivalência à resistência de detonação de uma mistura percentual de isoctano e n-heptano.

O nome IUPAC do composto isoctano é 2,2,4-trimetilpentano e o número de carbono(s) secundário(s) que apresenta é:

- a) 0  
 b) 1  
 c) 2  
 d) 3  
 e) 4

4- A produção industrial de antibióticos do tipo  $\beta$ -lactama está sofrendo uma enorme transformação pela substituição de processos químicos estequiométricos convencionais por processos catalíticos que usam enzimas muito mais eficientes. Muitas dessas enzimas são obtidas pelo princípio da evolução dirigida, técnica que recebeu o reconhecimento pelo Prêmio Nobel de Química de 2018. As estruturas da Ampicilina e da Cefalexina, antibióticos que podem ser sintetizados com o uso de enzimas do tipo Penicilina Acilase, são mostradas abaixo.



Considere as afirmações abaixo, em relação à Ampicilina e à Cefalexina.

- I - Ambas apresentam o mesmo número de átomos de oxigênio, nitrogênio, enxofre e carbono.  
 II - Ambas contêm 1 anel de 4 membros.  
 III - Ambas apresentam o mesmo número de carbonos assimétricos.

Quais estão corretas?

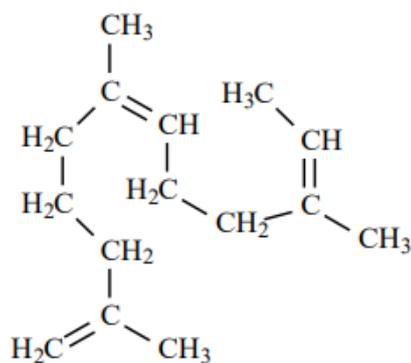
- a) Apenas I.  
 b) Apenas III.  
 c) Apenas I e II.  
 d) Apenas II e III.  
 e) I, II e III.

5- (Uema 2014) GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), também conhecido popularmente como gás de cozinha, é um combustível fóssil não renovável que pode se esgotar de um dia para o outro, caso não seja utilizado com planejamento e sem excesso. Ele é composto, dentre outros gases, por propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) e pequenas quantidades de propeno ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ) e buteno ( $\text{C}_4\text{H}_8$ ). Esses compostos orgânicos são classificados como hidrocarbonetos que apresentam semelhanças e

diferenças entre si. Com base no tipo de ligação entre carbonos e na classificação da cadeia carbônica dos compostos acima, pode-se afirmar que os compostos:

- os compostos insaturados são propano e butano.
- os compostos insaturados são propeno e buteno.
- os compostos insaturados são propeno e butano.
- os compostos apresentam cadeias homocíclicas.
- os compostos possuem cadeias heterocíclicas.

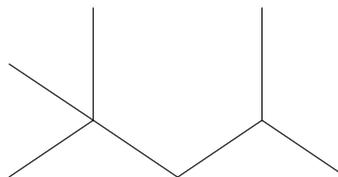
6- **(FURG RS)** A estrutura a seguir representa o farnaseno, um trieno, terpeno encontrado no óleo de ervacidreira. Quando tratado com três moles de hidrogênio (H<sub>2</sub>) em presença do catalisador paládio, tem-se a formação do alcano correspondente.



O nome IUPAC do reagente e do produto são, respectivamente:

- 2,6,10-trimetil-1,6,10-dodecatrieno e 2,6,10-trimetildecano.
- 3,7,11-trimetil-2,6,11-decatrieno e 3,7,11-trimetildecano.
- 3,7,11-trimetil-2,6,11-decatrieno e 2,6,11-trimetildecano.
- 3,7,11-trimetil-2,6,11-dodecatrieno e 3,7,11-trimetildodecano.
- 2,6,10-trimetil-1,6,10-dodecatrieno e 2,6,10-trimetildodecano.

7- **(UFPR)** A qualidade de um combustível é caracterizada pelo grau de octanagem. Hidrocarbonetos de cadeia linear têm baixa octanagem e produzem combustíveis pobres. Já os alcanos ramificados são de melhor qualidade, uma vez que têm mais hidrogênios em carbonos primários e as ligações C-H requerem mais energia que ligações C-C para serem rompidas. Assim, a combustão dos hidrocarbonetos ramificados se torna mais difícil de ser iniciada, o que reduz os ruídos do motor. O isoctano é um alcano ramificado que foi definido como referência, e ao seu grau de octanagem foi atribuído o valor 100. A fórmula estrutural (forma de bastão) do isoctano é mostrada abaixo.

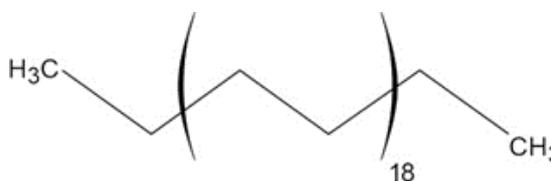


Isoctano

Qual é o nome oficial IUPAC desse alcano?

- 2,2,4-trimetilpentano.
- 2-metil-4-terc-butil-pentano.
- 1,1,1,3,3-pentametilpropano.
- 1-metil-1,3-di-isopropilpropano.
- 1,1,1-trimetil-4,4-dimetil-pentano.

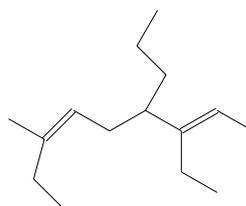
8- **(PUC Camp SP)** O corpo de uma vela é constituído de parafina, uma mistura de hidrocarbonetos que contém o tetracontano, cuja fórmula está representada a seguir.



A fórmula molecular desse composto é

- C<sub>36</sub>H<sub>78</sub>
- C<sub>36</sub>H<sub>80</sub>
- C<sub>40</sub>H<sub>78</sub>
- C<sub>40</sub>H<sub>80</sub>
- C<sub>40</sub>H<sub>82</sub>

9- **(PUC MG)** Sobre o composto que apresenta a estrutura de linha abaixo, fazem-se as seguintes afirmativas:



- É um hidrocarboneto alifático e ramificado.
- Apresenta 6 carbonos sp<sup>3</sup> e 4 carbonos sp<sup>2</sup>.
- Possui fórmula molecular C<sub>15</sub>H<sub>28</sub>.
- A nomenclatura correta, segundo a IUPAC, é 3-etil-7-metil-4-propil-nona-2,6-dieno.
- Possui interação intermolecular do tipo ligação de hidrogênio. São **VERDADEIRAS**:

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

### Funções Oxigenadas

Funções Oxigenadas são um dos 4 grupos funcionais dos compostos orgânicos. Os compostos que pertencem a essa função são formados por oxigênio, sendo os Aldeídos, as Cetonas, os Ácidos carboxílicos, os Ésteres, os Éteres, os Fenóis e os Álcoois.

#### 1- Álcoois

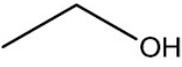
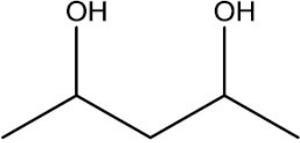
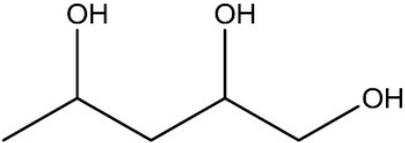
Os **álcoois** (**função álcool**) são compostos que apresentam como grupo funcional a hidroxila (-OH), ligados a carbonos saturados, em sua estrutura. Podem possuir insaturações, cadeias cíclicas e ramificações. Em geral são solúveis em água e até onze carbonos são líquidos.

**Fórmula geral dos álcoois:** R-OH

Os álcoois podem ser classificados de acordo com o número de grupos hidroxilas presentes na estrutura:

- Uma hidroxila: **monoálcool**
- Duas hidroxilas: **diálcool ou diol**
- Mais de três hidroxilas: **poliálcool e triol**

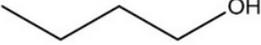
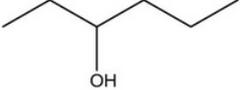
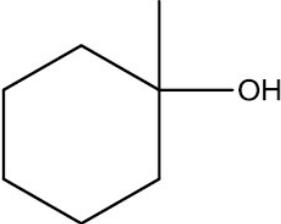
Exemplos:

Monoálcool	Diálcool
	
Triálcool	
	

Uma outra forma de classificar os álcoois, é de acordo com o tipo de carbono ligado à hidroxila:

- Carbono primário: **álcool primário**
- Carbono secundário: **álcool secundário**
- Carbono terciário: **álcool terciário**

Exemplos:

Álcool primário	Álcool secundário
	
Álcool terciário	
	

### Nomenclatura dos álcoois

**Regra:**

**Prefixo + tipo de ligação + OL**

Como nos álcoois há a presença de um grupo funcional, a contagem da cadeia principal deve iniciar na extremidade mais próxima da hidroxila.

Exemplo:

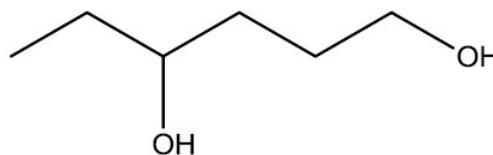
CH<sub>3</sub>-OH **METANOL**

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH **ETANOL**

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH **PROPANOL**

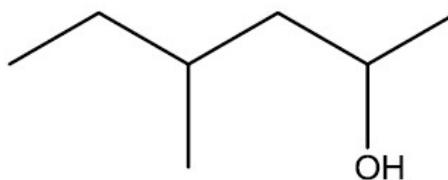
CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH **BUTANOL**

Em estruturas que possuem mais de um grupo hidroxila, a contagem deve ser a que proporciona a menor numeração para estes grupos e, deve-se usar, os prefixos di, tri, tetra para designar a quantidade de hidroxilas



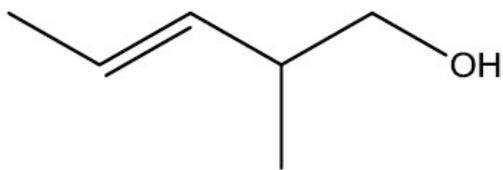
Hexan-1,4-diol

Em cadeias ramificadas, valem as regras na IUPAC, sendo a contagem da cadeia principal a que contenha a ramificação na menor numeração a partir da hidroxila.



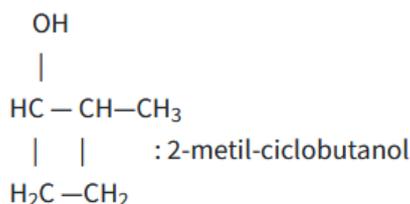
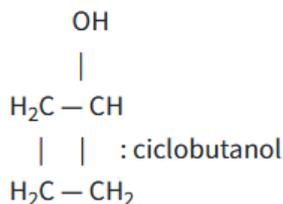
4-metil-hexan-2-ol

Em álcoois insaturados, em seus nomes devem constar as posições do grupo funcional, das insaturações e das ramificações, sendo esta a ordem de prioridade.



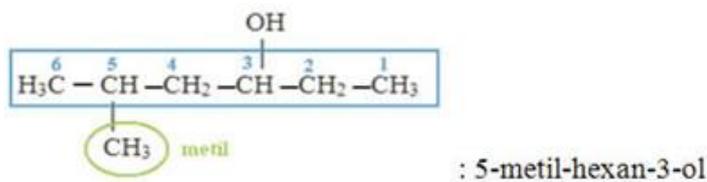
2-metil-pent-3-enol

### Álcool cíclico

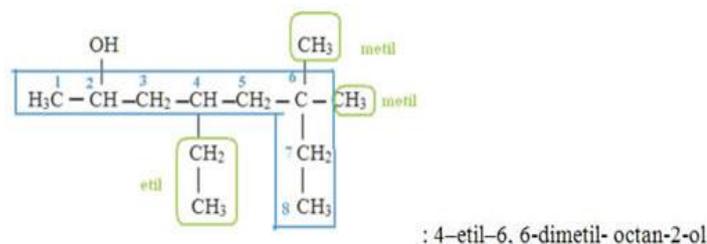


### Exemplos de nomenclatura para monoálcoois ramificados:

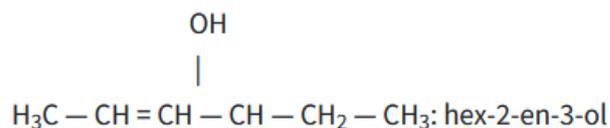
Nesse caso é necessário numerar as posições das ramificações também e citá-las no início do nome do composto:



Se houver mais de uma ramificação, elas são todas citadas em ordem alfabética:



Note que a ordem alfabética é mantida sem a interferência do sufixo “di”. Além disso, se o monoálcool for insaturado, isto é, se houver uma ou mais ligações duplas ou triplas entre carbonos, deve-se numerar também o lugar da insaturação\*:



### Alguns álcoois importantes

#### Álcool metílico (metanol)

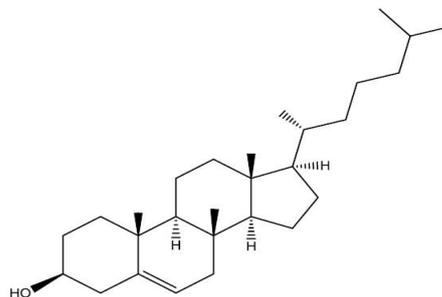
O metanol (CH<sub>3</sub>OH) é um líquido inflamável de chama invisível, muito utilizado na fórmula Indy. Devido a característica de sua chama, as equipes de trabalho na área recebem treinamento especial para evitar acidentes. Seu manuseio exige cuidados especiais e cautela ao contato com a pele, pois o metanol causa irritação às membranas das mucosas, tendo efeito mais agressivo no sistema nervoso.

#### Álcool etílico (etanol)

O etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) é muito usado como combustível, principalmente em países mais tropicais, devido a sua baixa temperatura de operação e sua queima limpa em comparação à gasolina e ao óleo diesel, pois não libera compostos de enxofre na atmosfera. No Brasil, é obtido pela fermentação principalmente da cana-de-açúcar, mas pode ser obtido de diversas outras fontes.

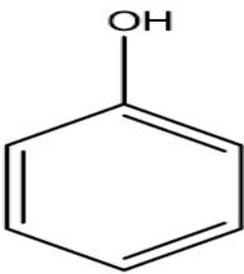
#### Colesterol

O colesterol (C<sub>27</sub>H<sub>45</sub>OH) é um esteroide que compõe as membranas celulares de todos os mamíferos, sendo transportado pelo plasma sanguíneo. É um álcool policíclico de cadeia longa, insolúvel em água e no sangue, e por esta razão, ao ser transportado, se liga a proteínas hidrossolúveis.



#### 2- Fenóis

Os fenóis (função fenol) são compostos que apresentam um ou mais radicais hidroxila (-OH) ligados diretamente a um átomo de carbono do anel aromático.



Fórmula geral dos fenóis:  $C_{\text{aromático}}-\text{OH}$

### Classificação dos Fenóis

De acordo com o número de hidroxilas presentes na molécula, os fenóis são classificados em:

**Monofenóis:** molécula formada por uma hidroxila

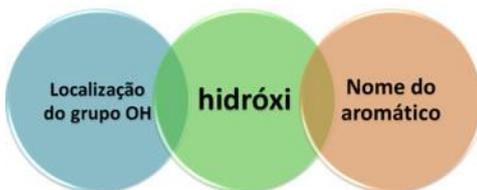
**Difenóis:** molécula formada por duas hidroxilas

**Trifenóis:** moléculas formadas por três hidroxilas

### Nomenclatura dos fenóis

A nomenclatura dos fenóis é feita utilizando a palavra hidroxibenzeno, precedida dos seus possíveis substituintes, ou simplesmente **fenol**. Nos anéis aromáticos ramificados, é comum utilizar a seguinte designação para as posições das ramificações:

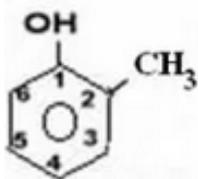
A IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) estabeleceu uma nomenclatura particular para esses compostos aromáticos, que é dada através do seguinte esquema:



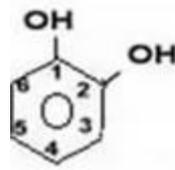
Exemplo:



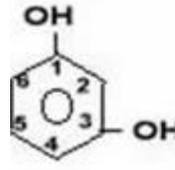
: benzenol ou hidróxi-benzeno



: 1-hidróxi-2-metil-benzeno



: 1,2-di-hidroxibenzeno



: 1,3-di-hidroxibenzeno



: 1,4-di-hidroxibenzeno

### Exemplos de Fenol

**Cresol:** Encontrado, em grande parte, na natureza (alimentos, madeira, fumo de tabaco, no alcatrão da hulha), os cresóis são utilizados para conservar a madeira mediante seu poder repelente, na produção de antissépticos, corantes, perfumes, inseticidas, resinas, geradores, explosivos, solventes, dentre outros; são popularmente conhecidos pelos nomes: creolina e lisol. Há três tipos de cresóis: Ortocresol (O-cresol), Metacresol (M-Cresol) e Paracresol (P-Cresol), de fórmula molecular:  $C_7H_8O$ .

**Hidroquinona:** Conhecido com quinol, esse fenol vem sendo muito utilizada nos tratamentos de pele, como o peeling. Além da medicina, a hidroquinona é utilizada na produção de polímeros, herbicidas e antioxidantes; sua fórmula molecular é  $C_6H_6O_2$ .

**Eugenol:** Conhecido como óleo de cravo, o eugenol possui propriedade antissépticas, anestésicas, medicinais e bactericidas. Está presente no cravo, na canela e na mirra, sendo também um composto muito utilizado pela indústria de cosméticos; sua fórmula molecular é:  $C_{10}H_{12}O_2$ .

**Ácido Pírico:** Conhecido como trinitrofenol, esse fenol é ácido e forte, utilizado na produção de fármacos bem como na produção de granadas, bombas, armamentos, polímeros e foguetes; sua fórmula molecular  $C_6H_3N_3O_7$ .

### Curiosidades

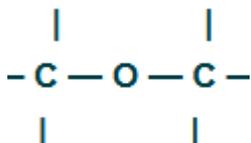
A **aspirina** (ácido acetil-salicílico) é produzida por meio da reação com fenol.

O **THC** (tetra-hidrocarbinol), é o princípio ativo presente na planta de maconha (cannabis), sendo portanto, o fenol responsável por seus efeitos.

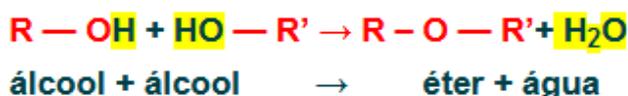
### 3- Éteres

Os éteres são compostos orgânicos que possuem o elemento oxigênio entre dois carbonos:

#### Grupo funcional dos éteres

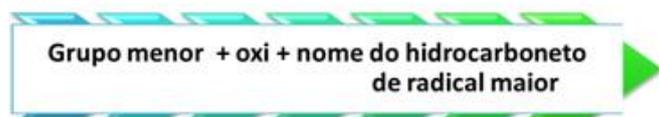


Eles podem ser obtidos pela condensação de moléculas de álcoois e/ou fenóis, com eliminação de água:

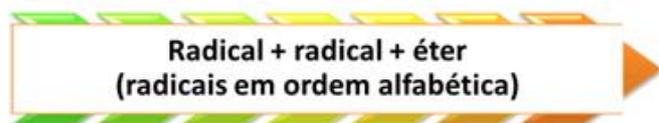


A nomenclatura desses compostos pode ser realizada de duas formas:

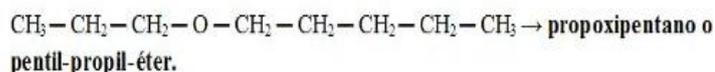
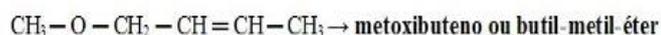
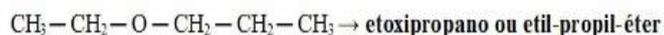
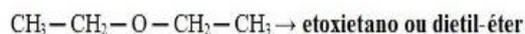
1



2



Exemplos:



#### Alguns éteres importantes

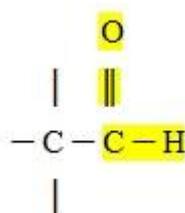
**Éter etílico:** é controlado pela Polícia Federal por duas razões: primeiro devido a sua alta volatilidade, o que o torna extremamente inflamável, e segundo porque ele é usado como solvente na extração de cocaína das folhas de coca. É uma substância bastante utilizada como anestésico, pois relaxa os músculos, afetando ligeiramente a pressão arterial, a pulsação e a respiração.

As maiores desvantagens são causar irritação no trato respiratório e a possibilidade de provocar incêndios nas salas de cirurgia.

**Epóxidos:** são éteres cíclicos usados na obtenção de resinas epóxi, que são usadas como adesivos ou materiais estruturais. Os epóxidos também são denominados de poliéteres por serem derivados de um éter, podem ser encontrados na forma líquida e incolor, são solúveis em álcool, éter e benzeno.

### 4- Aldeídos

Os aldeídos são um grupo de compostos orgânicos caracterizados pela presença do grupo carbonila (C = O) em um carbono primário da cadeia, ou seja, esse grupo sempre vem em uma extremidade:

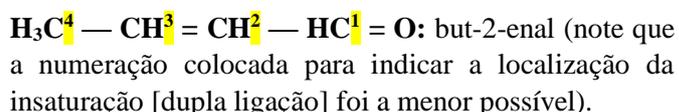
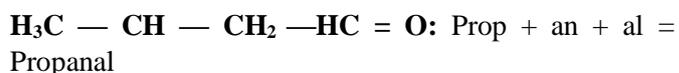
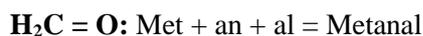


A nomenclatura desses compostos segue as regras estabelecidas pela IUPAC para a nomenclatura dos compostos orgânicos com a terminação “al”, que indica o grupo funcional:

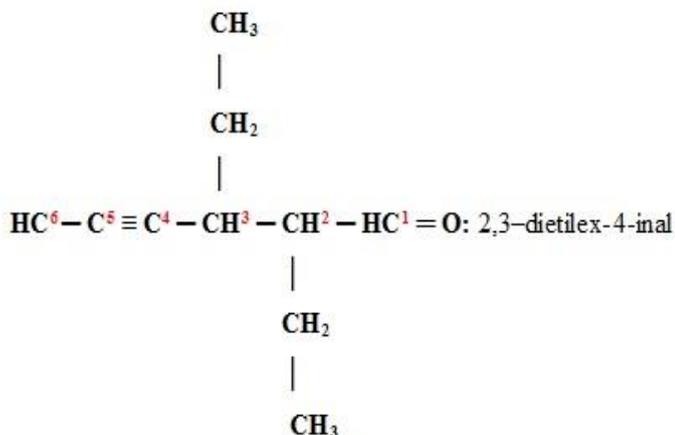
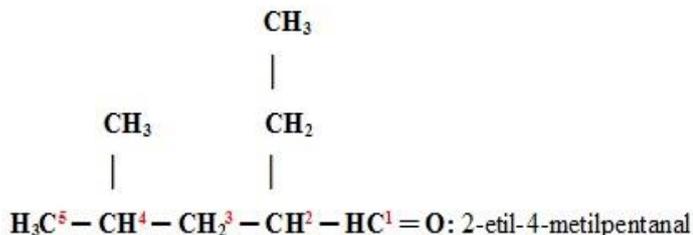
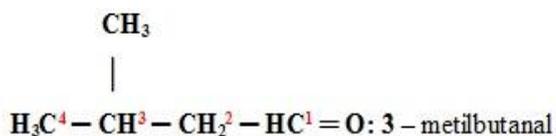


Não é necessário numerar de onde está saindo o grupo funcional, pois conforme já foi explicado, ele vem somente na extremidade da cadeia. Se a carbonila ocorresse em outro carbono, seria uma cetona, e não um aldeído.

Exemplos:



#### Nomenclatura dos Aldeídos Ramificados



### "Principais aldeídos:

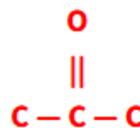
**Etanal:** de fórmula C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O, esse composto é usado como matéria-prima na indústria de pesticidas e medicamentos. É também conhecido como aldeído acético, e possui uma importante função na fabricação de espelhos: o etanal reduz os sais de prata através de reação e os fixa no espelho para reflexão da imagem.

**Metanal:** quem já visitou um laboratório de anatomia sabe bem do que se trata esta substância, aquele cheiro que irrita as narinas provém de uma solução de metanal (37% de metanal e 63% de água), essa solução é usada para conservar cadáveres humanos e animais para estudos posteriores. Na verdade é mais conhecida como formol e é empregada ainda na fabricação de desinfetantes (anti-sépticos) e na indústria de plásticos e resinas. O formol (ou formaldeído) é um gás incolor em temperatura ambiente que tem a propriedade de desnaturar proteínas, essas ficam mais resistentes não sendo degradadas pela ação de bactérias, daí o porquê do formol ser aplicado como fluido de embalsamamento.

Os aldeídos são muito reativos em razão do grupo carbonila que é muito polar, este grupo polar atrai outras substâncias para formar ligações."

### 5- Cetonas

Cetona é todo composto orgânico que possui o grupo carbonila (C=O) em um carbono secundário da cadeia, ou seja, esse grupo sempre vem entre dois carbonos:



### Grupo funcional das cetonas

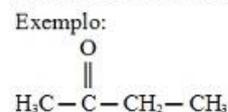
#### Classificação:

As cetonas podem ser classificadas de acordo com a quantidade de carbonilas. Se há apenas um grupo carbonila na cadeia, trata-se de uma **monocetona**; se há dois grupos, **trata-se de uma dicetona**; se são três grupos, trata-se de uma **triketona**.

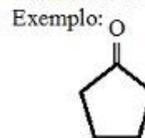
Se os dois radicais ligados ao carbono da carbonila são iguais, há uma **cetona simétrica**; mas se são diferentes, há uma **cetona assimétrica**.

Outra classificação das cetonas é em relação aos tipos de radicais ligados ao grupo carbonila. Veja:

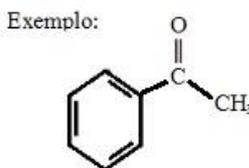
**Cetona alifática**  
Radicais de cadeia aberta



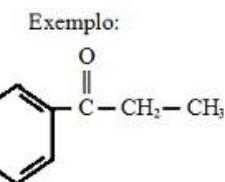
**Cetona alicíclica**  
Radicais de cadeia fechada



**Cetona aromática**  
O radical é um anel benzênico



**Cetona mista**  
Possui um grupo aromático e um de cadeia aberta



#### Simétricas ou assimétricas

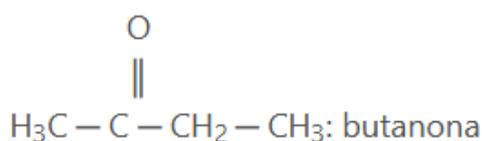
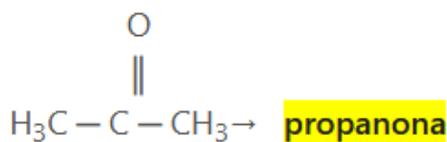
As cetonas também podem ser classificadas como simétricas ou assimétricas. São simétricas quando a molécula da carbonila está ligada a dois **radicais gêmeos**, enquanto a assimétrica a carbonila está ligada a dois **radicais distintos**.

#### Nomenclatura das cetonas



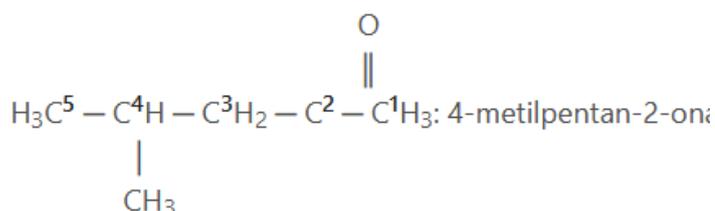
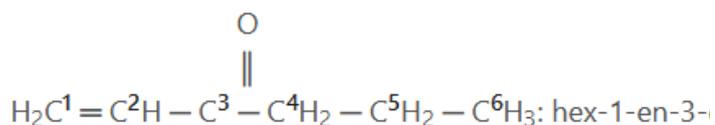
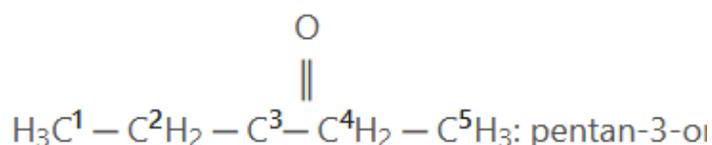
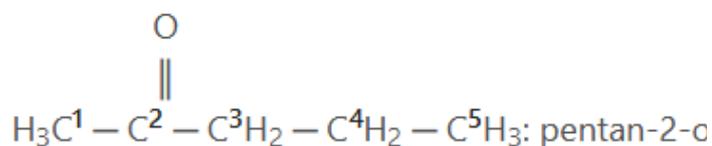
"Nesse caso não é necessário numerar a cadeia carbônica porque não há outra possibilidade de localização para a carbonila. Se o oxigênio viesse ligado a qualquer dos outros carbonos, não seria mais uma cetona, mas sim um aldeído, porque viria na extremidade, em carbonos primários.

Isso também ocorre no caso da butanona, que sempre cairá no carbono 2:"

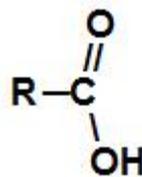


"Mas, em outros casos, faz-se necessário realizar a numeração da cadeia, sempre começando da extremidade mais próxima do grupo carbonila. Se houver insaturações ou ramificação ao longo da cadeia, também é necessário indicar o número do carbono em que estão ocorrendo.

Veja os exemplos abaixo:"



São compostos orgânicos que apresentam o grupo funcional carboxila, isto é, um carbono que realiza uma ligação dupla com oxigênio e uma ligação simples com um grupo OH.

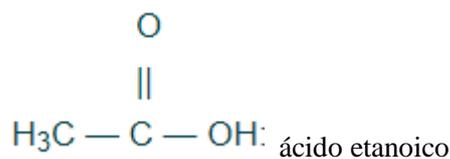
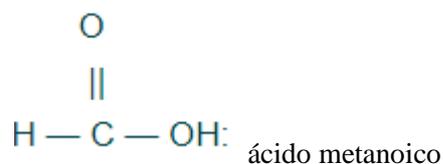


### Características dos ácidos carboxílicos

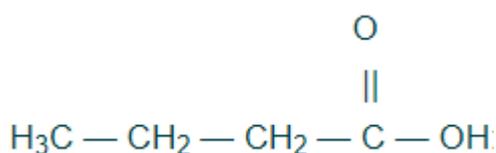
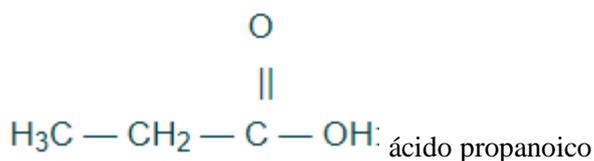
- De forma geral, são solúveis em solventes orgânicos;
- Os únicos ácidos carboxílicos que são solúveis em água são aqueles que possuem até quatro átomos de carbono em sua estrutura;
- Em geral, os ácidos carboxílicos são mais densos que a água, com exceção dos ácidos com um ou dois átomos de carbono;
- Os ácidos carboxílicos que apresentam até nove carbonos são líquidos em temperatura ambiente;
- No estado sólido, são esbranquiçados e com aspecto ceroso (de cera);
- No estado líquido, são incolores;
- Como apresentam a carboxila, eles são capazes de estabelecer ligações de hidrogênio;
- Seus compostos são polares;
- Em geral, são inodoros, com exceção dos ácidos com até três carbonos, que possuem cheiro irritante, e aqueles com até seis carbonos, que possuem cheiro repugnante;

### "Nomenclatura dos ácidos carboxílicos"

Ácido + prefixo + infixo + oico

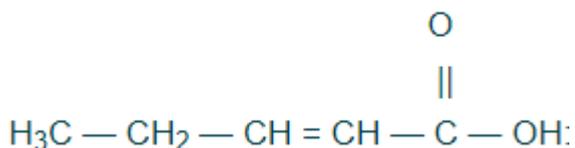


## 6- Ácidos Carboxílicos

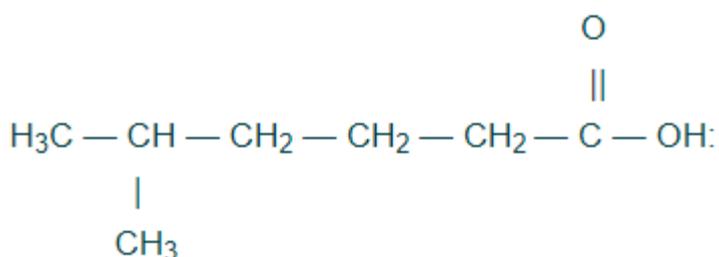


ácido butanoico

Quando tiver alguma insaturação (dupla ou tripla ligação) ou ramificação e houver mais de uma possibilidade para ambas, isto é, se a insaturação e a ramificação puderem sair de outro carbono da cadeia, é necessário numerar de qual carbono se trata, começando a numeração da cadeia a partir do grupo carboxila. Veja os exemplos:

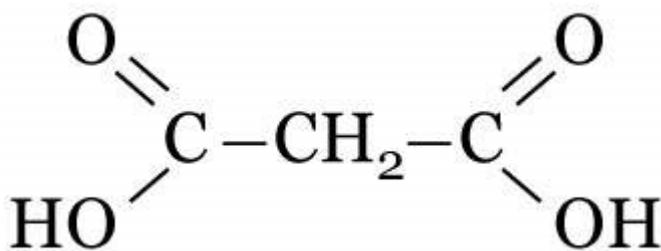


Ácido pent-2-enoico



Ácido 5-metil- hexanoico

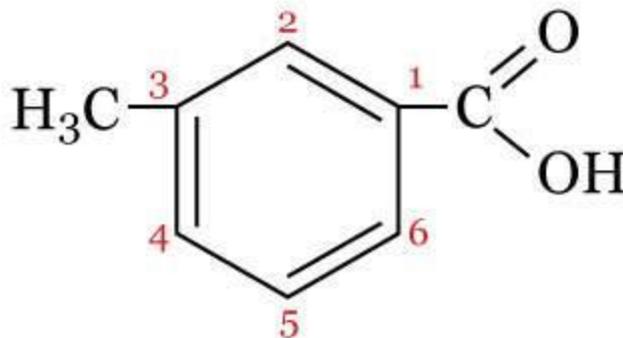
**Observação:** Já nesse exemplo, o ácido é formado por três átomos de carbono (prefixo prop-), ligações simples entre os carbonos (infixo -an-) e duas carboxilas (sufixo -dioico). Essa substância é nomeada como ácido propanodioico.



ácido propanodioico.

Esse último caso exige bastante atenção, pois trata-se de composto com cadeia aromática. Deste modo, a nomenclatura considera o nome do aromático somado ao termo -oico.

Em seguida é realizada a numeração. O carbono do anel aromático, ligado ao carbono da carboxila, será o carbono de número 1 da cadeia. Contudo, se ele tiver uma ramificação, a numeração continua de forma que seja dado o menor número ao radical. Essa substância é nomeada de ácido 3-metil-benzoico.



ácido 3-metil-benzoico.

### Tipos de ácidos carboxílicos

A maioria dos compostos orgânicos podem ser encontrados na natureza, sintetizados pelos seres vivos. Portanto, essa condição vale para os ácidos carboxílicos que podem ser encontrados facilmente no cotidiano. Os principais tipos são:

**Ácido etanoico (CH<sub>3</sub>COOH)** - conhecido também como ácido acético, na sua forma bruta, é popularmente identificado como vinagre. Esse ácido é um líquido incolor, solúvel em água, com odor agudo e corrosivo.

**Ácido metanoico (CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)** - conhecido também como ácido fórmico, em virtude de ter sido extraído inicialmente a partir da destilação de formigas vermelhas. Esse ácido é um líquido, incolor (ligeiramente avermelhado), altamente tóxico e inflamável.

**Ácido benzoico (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH)** – esse é o mais simples dos ácidos carboxílicos, sendo utilizado como conservante de alimentos, atua como anti-fúngico e está presente naturalmente em algumas plantas.

**Ácido butírico ou butanoico (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>COOH):** presente no leite e em derivados.

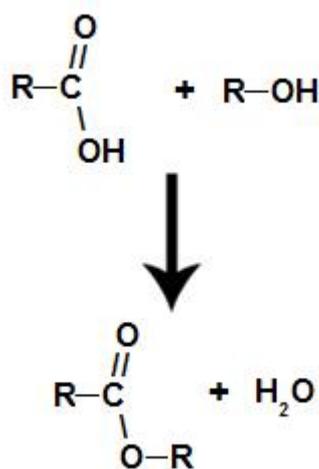
**Ácido valérico ou pentanoico (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>COOH):** fármaco usado como calmante/sedativo, aplicado também no tratamento de acnes.

## 7- Ésteres

**Éster** é uma função orgânica que pode ser **identificada pela presença de um grupo R-COO-R'**, sendo R o radical orgânico. Os ésteres estão presentes nas ceras produzidas por plantas e animais, para reduzir a perda de água, nas essências das frutas, em produtos alimentícios artificiais e em medicamentos e biocombustível. Podem ser formados por esterificação, em que os reagentes são um ácido carboxílico e um álcool.

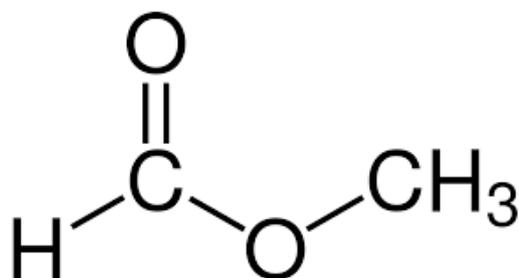
### Reação de esterificação

Trata-se da **reação química que origina um éster e uma molécula de água a partir da interação entre um ácido carboxílico e um álcool qualquer**, como na equação abaixo:

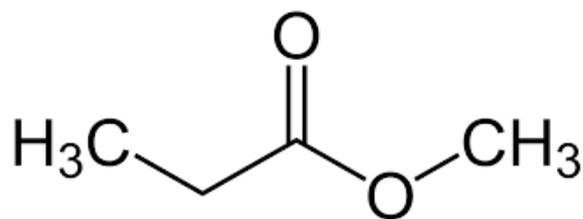


### Nomenclatura dos ésteres

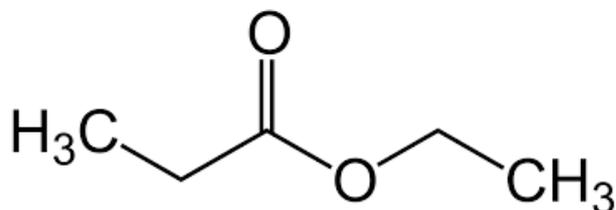
Para dar nome a um éster, é necessário conhecer as regras da União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac) para compostos orgânicos.



Metanoato de metila



Propanoato de metila



Propanoato de etila

### Características dos ésteres

Enquanto composto orgânico, os ésteres possuem as seguintes características:

- Apresentam aroma de frutas e flores;
- São líquidos e sólidos, de acordo com a baixa massa ou a alta massa molar, respectivamente;
- Comparados aos álcoois e ácidos carboxílicos, eles apresentam pontos de fusão e ebulição baixos;

Ésteres de massa molar mais baixos são menos densos do que a água e quando possuem menor massa molar, quase não são solúveis em água.

Os ésteres podem ser encontrados em três classificações: **essências, óleos e ceras**. Essas classificações acontecem a depender da reação e dos reagentes envolvidos:

#### Essências

Esta forma é obtida a partir da reação com ácidos e álcoois de cadeia curta. Todavia, o produto final é usado na indústria de alimentos, com diferentes sabores e aromas, usados em produtos artificiais, com sabores de uva, banana, maçã verde e outros.

#### Óleos

Estes produtos derivados dos ésteres, estão em nosso cotidiano, na forma de gorduras. Alguns exemplos são o óleo de soja (éster dos ácidos linoléico e oléico) e a gordura animal, também conhecida como sebo (matéria-prima para sabões e sabonetes).

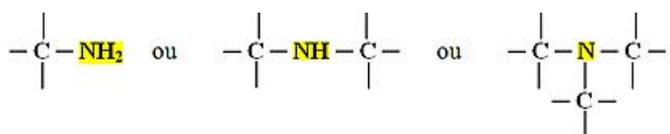
#### Ceras

Este tipo de classificação se dá a partir de álcoois com elevado número de carbonos que acabam reagindo com ácidos. Todavia, os melhores exemplos estão na cera de abelha e na cera de carnaúba, que dão origem a velas, graxas para sapatos e ceras para pisos.

## Outras funções oxigenadas - parte II

### 8- Aminas

As aminas são compostos derivados da amônia pela substituição de um ou mais hidrogênios por grupos alquila ou arila.

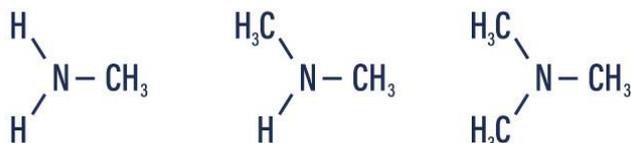


De acordo com a quantidade de hidrogênios substituídos, as aminas podem ser classificadas em:

**Aminas primárias:** 1 hidrogênio substituído;

**Aminas secundárias:** 2 hidrogênios substituídos;

**Aminas terciárias:** 3 hidrogênios substituídos.

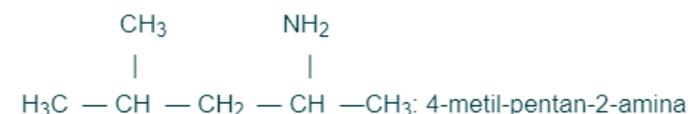
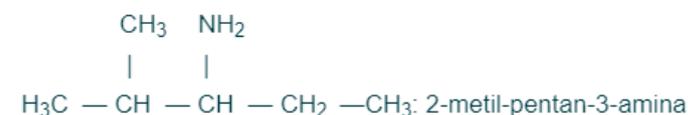
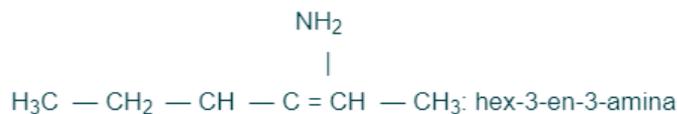
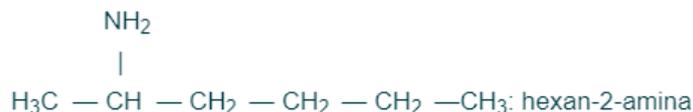


A **nomenclatura** oficial das aminas primárias segue a seguinte regra estabelecida pela IUPAC:

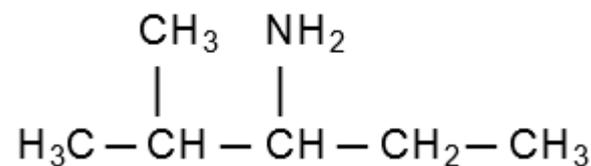


Lembrando que se houver insaturações ou ramificações, é necessário numerar a cadeia partindo da extremidade mais próxima do grupo  $NH_2$  e mostrar em qual carbono ocorre:

Exemplo:



Outras aminas



2-metil-pentan-3-amina

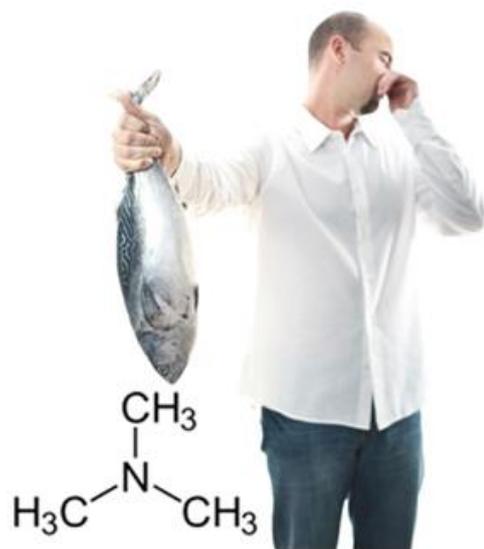
### Principais propriedades das aminas:

As aminas possuem **caráter básico** porque elas derivam da amônia e seu átomo de nitrogênio possui um par de elétrons não compartilhados, sendo possível, portanto, oferecer esse par de elétrons (segundo a teoria eletrônica de Gilbert Newton Lewis, uma base é toda espécie química capaz de oferecer um par de elétrons). Além disso, o par de elétrons possibilita que as aminas também possam receber um próton  $H^+$  (segundo a teoria protônica de Brønsted-Lowry, base é toda espécie química capaz de receber um próton  $H^+$ ).

**As aminas podem ser encontradas nas condições ambientes dos três estados de agregação:**

- **Gases:** Aminas com 1 a 3 substituintes metil e a etilamina;
- **Líquidas:** Da propilamina à dodecilamina;
- **Sólidas:** Aminas com mais de 12 átomos de carbono (acima da dodecilamina) são sólidas.

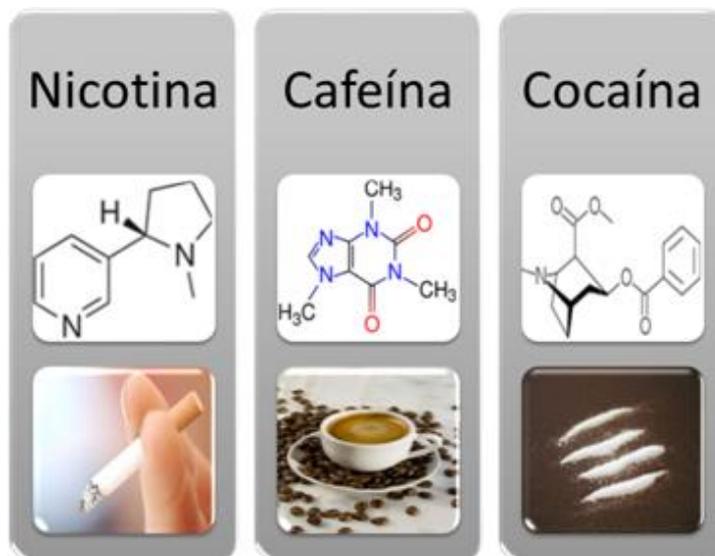
A metilamina e a etilamina têm o cheiro parecido com o da amônia, as demais aminas possuem cheiro de peixe, que pode ser eliminado com caldo de limão. Inclusive, uma das aminas responsáveis pelo cheiro do próprio peixe é a trimetilamina.



As aminas aromáticas são tóxicas e letais.

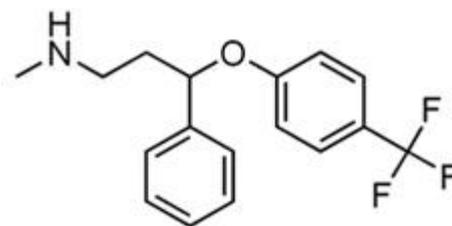
### Aminas no cotidiano:

No cotidiano, esse grupo funcional é encontrado nas moléculas de muitas substâncias **estimulantes** e em **drogas**, tais como a cafeína, a nicotina, anfetaminas (um de seus derivados é o *ecstasy*), a cocaína e o crack



As **vitaminas** fundamentais para a manutenção da vida são também aminas, daí o nome: “vital + amina”. Mas nem todas as vitaminas são aminas. Nos alimentos e no nosso organismo existem também os **aminoácidos**, que são compostos com o grupo amina e também com o grupo carboxila.

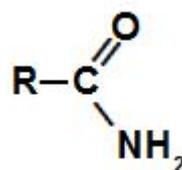
Também estão presentes em **anestésicos**, **antibióticos**, um exemplo é a penicilina, e em **antidepressivos**, como a fluoxetina.



As aminas são usadas na síntese de compostos orgânicos, na produção de certos tipos de sabões e na vulcanização da borracha. As aminas aromáticas são muito usadas na fabricação de **corantes** (como a anilina, que é a benzenoamina) e de **explosivos**.

### 9- Amidas

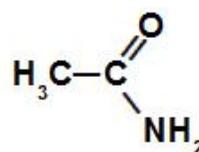
são compostos orgânicos nitrogenados que apresentam como principal característica a presença de um grupo carbonila (carbono que realiza uma ligação dupla com o oxigênio), ligado diretamente a um nitrogênio, que, por sua vez, pode ligar-se a dois átomos de hidrogênio.



#### Classificação das amidas

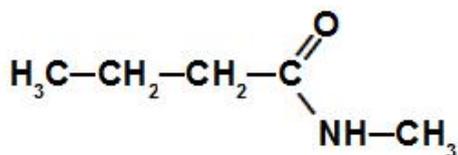
##### a) Amida simples

É a **amida** que apresenta dois hidrogênios ligados ao nitrogênio do grupo funcional.



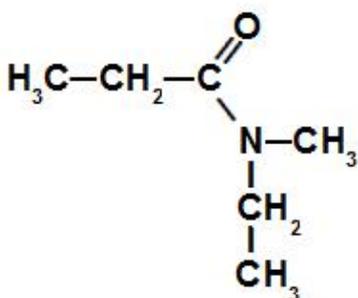
##### b) Amida monossubstituída

É a **amida** que apresenta apenas um hidrogênio ligado ao nitrogênio do grupo funcional, já que o outro foi substituído por radical orgânico



### c) Amida dissubstituída

É a **amida** que não apresenta nenhum hidrogênio ligado ao nitrogênio do grupo funcional, já que todos eles foram substituídos por radicais orgânicos.



**Classificação de acordo com o número de carbonilas ligadas ao nitrogênio. As amidas podem ser classificadas também de acordo com o número de carbonilas ligadas diretamente ao nitrogênio da molécula.**

**Amidas primárias:** apenas um grupo acila ligado ao nitrogênio (R-CO)NH<sub>2</sub>.

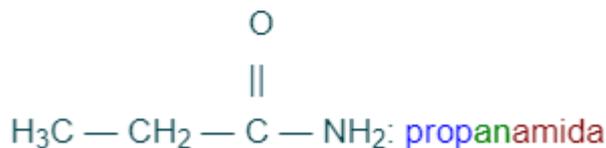
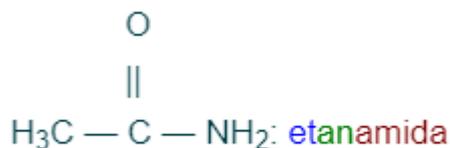
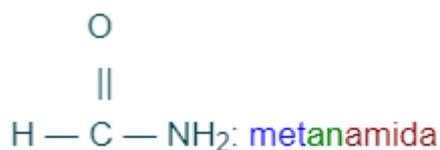
**Amidas secundárias:** duas carbonilas ou grupo acila ligado ao nitrogênio (R-CO)<sub>2</sub>NH.

**Amidas terciárias:** três grupos acilas ligados ao nitrogênio (R-CO)<sub>3</sub>N.

**A nomenclatura dessas amidas primárias é feita de acordo com a seguinte regra:**

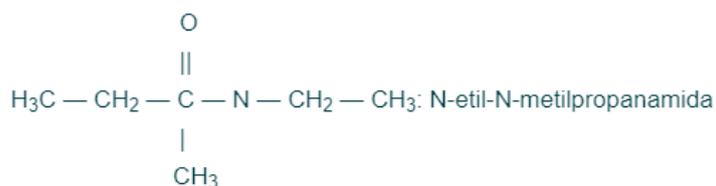
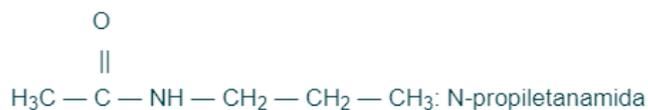
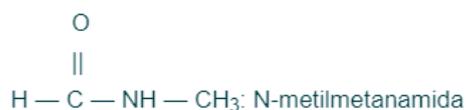
Prefixo	Infixo	Grupo funcional
• Quantidade de carbonos	• Tipo de ligação	• Amida

**Exemplos:**



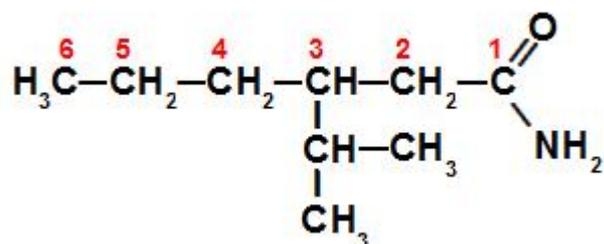
Mas pode acontecer de um radical orgânico ligar-se ao nitrogênio, substituindo um de seus hidrogênios. Nesse caso, dizemos que é uma amida N substituída e, por isso, coloca-se a letra N antes de se mencionar os radicais no nome.

Veja alguns exemplos:

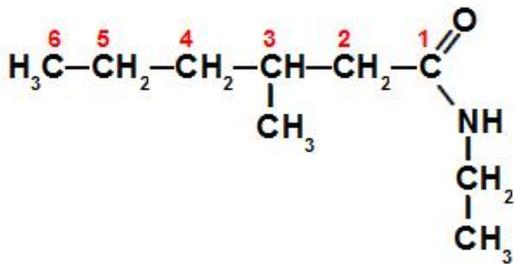


**Caso a amida seja ramificada, o nome e a posição de cada radical serão escritos antes do prefixo, conforme foi convencionado.**

**Observe o exemplo abaixo:**



3-isopropil-hexanamida.



N-etil-3-metil-hexanamida.

Como essa **amida**, além de substituída, é ramificada, é fundamental determinar sua cadeia principal. Assim, temos uma cadeia principal com 6 carbonos (prefixo hex), apenas ligações simples (infixo an) entre os carbonos, um radical metil no carbono 3 e um radical etil no nitrogênio. Dessa forma, o nome dessa amida é N-etil-3-metil-hexanamida.

### Características físicas das amidas

- São menos densas que a água;
- Apresentam caráter básico;
- Apresentam moléculas polares;
- As forças intermoleculares que mantêm as moléculas das amidas coesas são as dipolo permanente;
- São encontradas no estado sólido à temperatura ambiente, com exceção da metanamida, que é líquida;
- Apresentam boa solubilidade em água quando possuem poucos átomos de carbono. Porém, quanto maior o número de carbono, menor a solubilidade em água, e maior a solubilidade em solventes orgânicos;
- Possuem ponto de fusão e de ebulição maiores, quando comparados a outros compostos orgânicos.

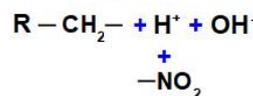
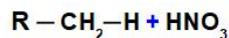
### Utilizações das amidas

De uma forma geral, as **amidas** são utilizadas, por exemplo:

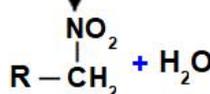
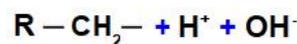
- Na síntese (produção) de diversos compostos orgânicos;
- Na fabricação de explosivos;
- Na produção de lacas (certo tipo de resina);
- Na produção de fertilizantes;
- Na produção de medicamentos;
- Na produção de cremes e pomadas.

### 10- Nitrocomposto

é um composto orgânico derivado da reação química entre o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e um alcano (hidrocarboneto saturado de cadeia aberta) ou um aromático. Quando o ácido nítrico reage com o alcano ou o aromático, ocorre uma reação de substituição na qual o ácido perde um grupo hidroxila (OH), e o composto orgânico perde um hidrogênio:



Em seguida, temos a formação de uma molécula de água, resultante da união entre o OH e o H, enquanto o **grupo**  $\text{NO}_2$  (que restou do ácido) liga-se no alcano ou no aromático, formando o **nitrocomposto**



Assim, a principal característica estrutural de um **nitrocomposto** é a presença de um ou mais **grupos nitro** ( $\text{NO}_2$ ) ligados a um alcano ou a um aromático.

### Propriedades

Com relação às **propriedades** físicas, podemos destacar:

- Em geral, são líquidos viscosos em temperatura ambiente (com exceção dos **nitrocompostos** de massa molar baixa, que são líquidos fluidos);
- Possuem pontos de fusão e de ebulição elevados;
- São mais densos que a água;
- Em geral, são insolúveis em água, com exceção do nitrometano e do nitroetano;
- Quando formados por cadeia alifática, possuem um aroma agradável e não são venenosos. Agora, se formados por cadeia aromática, são venenosos e possuem um aroma desagradável;
- O tipo de força intermolecular que une suas moléculas é o dipolo permanente, já que apresentam características polares.

Em relação às propriedades químicas, devemos saber que os **nitrocompostos** são bastante reativos, ou seja, são

utilizados em diversas reações orgânicas, como as reações de substituição.

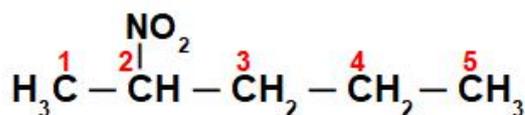
## Nomenclatura

A regra de nomenclatura oficial, proposta pela IUPAC (União Internacional da Química Pura e Aplicada), para os **nitrocompostos** é:

**Nitro + prefixo + infixo + o**

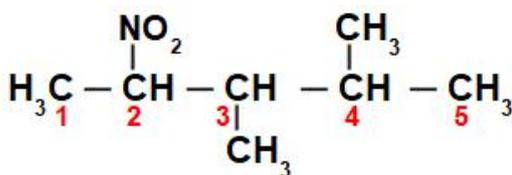
**Obs.:** O prefixo está relacionado com o número de carbonos presentes na cadeia do nitrocomposto. O infixo está relacionado com o tipo de ligações presentes entre os carbonos.

### Nomenclatura de um nitrocomposto de cadeia normal



2-nitropentano.

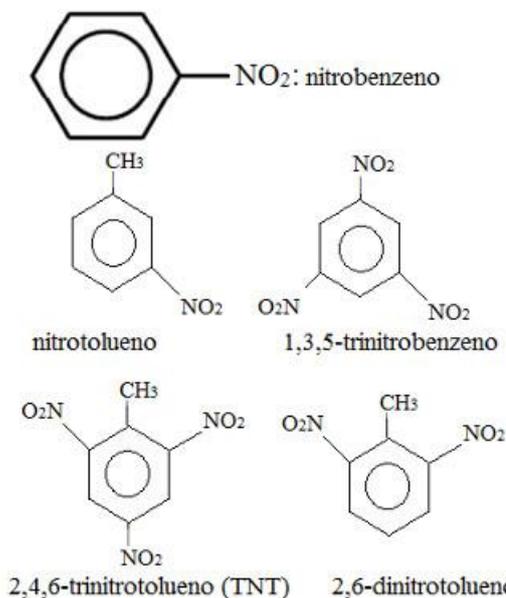
### Nomenclatura de um nitrocomposto de cadeia ramificada



3,4-dimetil-2-nitropentano.

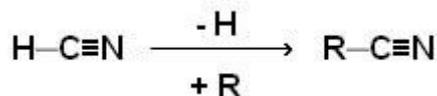
## Utilizações

Os **nitrocompostos**, de forma geral, podem ser utilizados na fabricação de agrotóxicos, corantes, anilina, bactericidas, fungicidas, aditivos, solventes; atuam também como explosivos e no refino do petróleo.



## 11- Nitrilas

As nitrilas, também denominadas cianetos, são uma classe de compostos orgânicos em que seu grupo funcional ( $-\text{C}\equiv\text{N}$ ) é obtido substituindo-se o hidrogênio do gás cianídrico ( $\text{HCN}$  – daí o nome cianeto) por algum radical orgânico. O próprio gás cianídrico é considerado uma nitrila.



Nomenclatura:

A nomenclatura das nitrilas pode ser feita de duas maneiras:



$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$ : etanonitrila ou cianeto de metila

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{N}$ : butanonitrila ou cianeto de propila

$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$ : propenonitrila ou cianeto de vinila

### Usos, aplicações e obtenção:

As nitrilas aparecem em várias partes da natureza, veja algumas dessas aparições:

\* **Extração de pesticidas:** a etanonitrila, mais conhecida como acetonitrila, é um solvente muito utilizado em Química Orgânica para extrair pesticidas em amostras de plantas, sementes e derivados de soja. Com isso é possível identificar quais foram os pesticidas utilizados;

\* **Sistema de defesa de animais:** o polidésmodo é um animal decompositor cego, que vive nos restos de vegetais, frutas e carne. Ele se protege produzindo o ácido cianídrico, que afasta seus inimigos. O ácido cianídrico é o gás cianídrico em meio aquoso, liberando os íons  $\text{H}^+$  e  $\text{CN}^-$ . Esse último íon é extremamente tóxico, podendo matar;

\* **Em sementes e vegetais:** sementes de frutas como pêssego, uva, cereja e maçã, contêm em pequenas quantidades uma nitrila chamada amigdalina, cuja estrutura é mostrada abaixo. Além disso, esse composto também está presente nas folhas e raízes da mandioca-brava. Por isso, ao alimentar o gado com esse vegetal é necessário picá-lo bem e deixá-lo secando ao sol, para que o  $\text{HCN}$  evapore. E ao fazer alimentos para o ser humano é necessário cozinhar por bastante tempo;

**Manufatura de tecidos sintéticos:** a acetonitrila ou cianeto de vinila é a nitrila mais usada para esse tipo de produção;

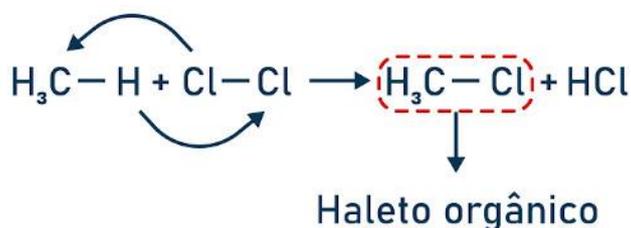
\* **Metalurgia e eletrodeposição metálica (galvanoplastia):** soluções de cianeto são largamente utilizadas em indústrias para esses fins;

\* **Venenos:** muitos filmes de espionagem ou policiais mostram que cápsulas contendo cianeto de sódio ou de potássio reagem com o ácido clorídrico do estômago e provocam a morte da pessoa por envenenamento. Um caso real disso foi o do monge russo Rasputin, que, em 1916, sofreu uma tentativa de envenenamento por cianeto que estava misturado em um pudim. Ele não morreu porque a glicose e a sacarose se combinam com o cianeto, gerando cianidrina, que não tem praticamente nenhuma toxicidade.

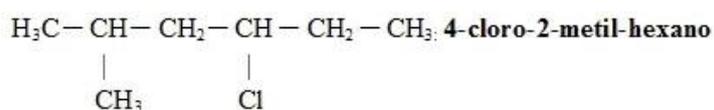
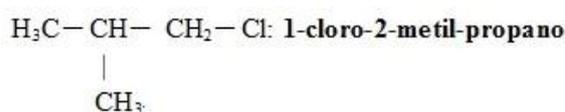
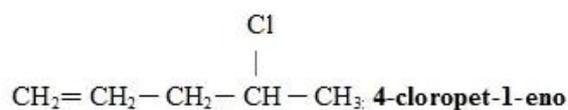
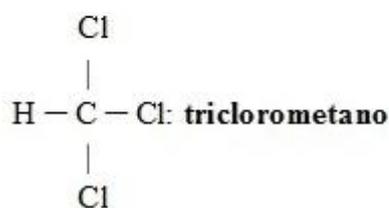
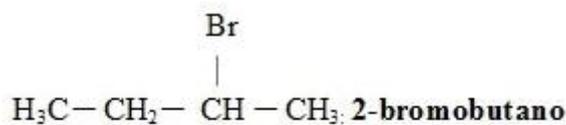
## 12- Haletos Orgânicos

Os **haletos orgânicos** são substâncias formadas pela **junção de um hidrocarboneto com um ou mais halogênios**, elementos da família 7A. São substâncias, em sua maioria, tóxicas, sendo utilizadas comercialmente como gás de refrigeração, anestésico e pesticida.

Podem ser classificados de acordo com o halogênio presente na molécula, ou conforme a estrutura da cadeia carbônica (aberta ou fechada), ou ainda de acordo com a quantidade de halogênios ligados. A nomenclatura oficial dos haletos orgânicos é composta por prefixo quantificando o número de halogênios, localização e nome do halogênio, bem como a nomenclatura do hidrocarboneto.

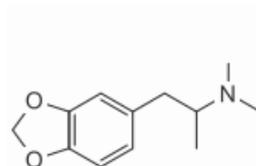


A **nomenclatura** oficial dos haletos orgânicos segue a seguinte regra:

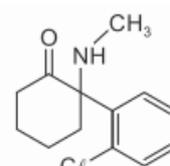


### Exercícios propostos

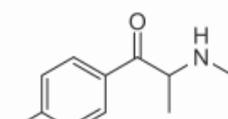
1- (Uel 2017) Estimulantes do grupo da anfetamina (ATS, *amphetamine-type stimulants*) são consumidos em todo o mundo como droga recreativa. Dessa classe, o MDMA, conhecido como ecstasy, é o segundo alucinógeno mais usado no Brasil. Em alguns casos, outras substâncias, como cetamina, mefedrona, mCPP, são comercializadas como ecstasy. Assim, um dos desafios da perícia policial é não apenas confirmar a presença de MDMA nas amostras apreendidas, mas também identificar sua composição, que pode incluir novas drogas ainda não classificadas. As fórmulas estruturais das drogas citadas são apresentadas a seguir.



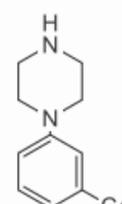
MDMA



Cetamina



Mefedrona



mCPP

Sobre as funções orgânicas nessas moléculas, assinale a alternativa correta.

- Em todas as moléculas, existe a função amida.
- Na molécula MDMA, existe a função éster.
- Na molécula cetamina, existe a função cetona.
- Na molécula mefedrona, existe a função aldeído.
- Na molécula mCPP, existe a função amida ligada ao grupo benzílico

2- (EsPCEEx - 2015) O composto denominado comercialmente por *Aspartame* é comumente utilizado como adoçante artificial, na sua versão enantiomérica denominada S, Saspártamo. A nomenclatura oficial do Aspartame especificada pela *União Internacional de Química Pura e Aplicada* (IUPAC) é ácido 3-amino-4-[(benzil-2-metóxi-2-oxoetil)amino]-4-oxobutanoico e sua estrutura química de função mista pode ser vista abaixo



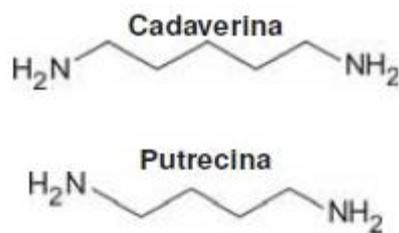
A fórmula molecular e as funções orgânicas que podem ser reconhecidas na estrutura do *Aspartame* são:

- $C_{14}H_{16}N_2O_4$ ; álcool; ácido carboxílico; amida; éter.
- $C_{12}H_{18}N_2O_5$ ; amina; álcool; cetona; éster.
- $C_{14}H_{18}N_2O_5$ ; amina; ácido carboxílico; amida; éster.
- $C_{13}H_{18}N_2O_4$ ; amida; ácido carboxílico; aldeído; éter.
- $C_{14}H_{16}N_3O_5$ ; nitrocomposto; aldeído; amida; cetona.

3- UEL 2018: Leia o texto a seguir.

Durante a vida e após a morte, o corpo humano serve de abrigo e alimento para diversos tipos de bactérias que produzem compostos químicos, como a cadaverina e a putrescina. Essas moléculas se formam da decomposição de proteínas, sendo responsáveis, em parte, pelo cheiro de fluidos corporais nos organismos vivos e que também estão associadas ao mau odor característico dos cadáveres no processo de putrefação.

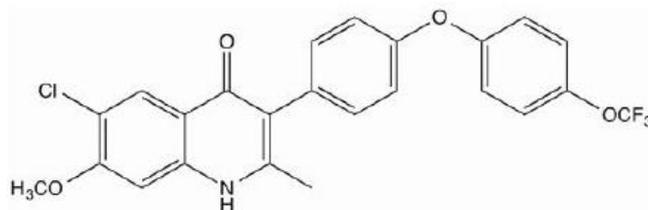
As fórmulas estruturais da cadaverina e da putrescina são apresentadas a seguir.



Com base nos conhecimentos sobre funções orgânicas e propriedades de compostos orgânicos, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a característica dessas moléculas.

- Apresentam caráter ácido.
- Contém grupo funcional amida.
- Possuem cadeia carbônica heterogênea.
- Pertencem às aminas primárias.
- Classificam-se como apolares.

4- O ELQ-300 faz parte de uma nova classe de drogas para o tratamento de malária. Testes mostraram que o ELQ-300 é muito superior aos medicamentos usados atualmente no quesito de desenvolvimento de resistência pelo parasita.

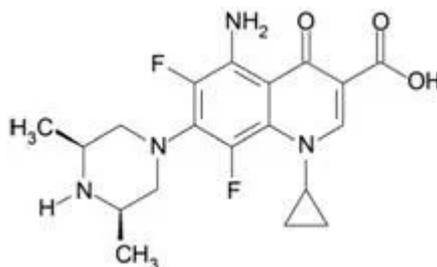


ELQ-300

São funções orgânicas presentes no ELQ-300:

- amina e cetona.
- amina e éster.
- amida e cetona.
- cetona e éster.
- éter e ácido carboxílico.

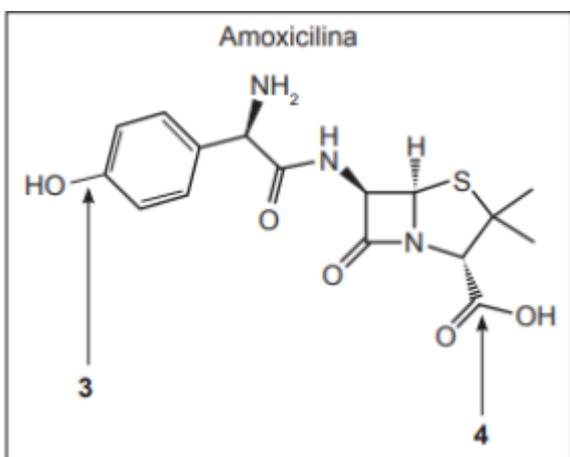
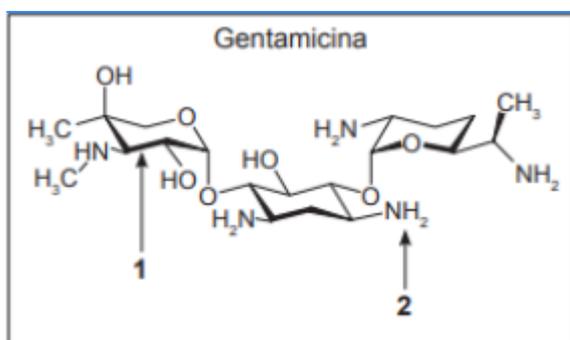
5- (PUC RJ, 2013) A esparfloxacina é uma substância pertencente à classe das fluoroquinolonas, que possui atividade biológica comprovada.



Analisar a estrutura e indicar as funções orgânicas presentes:

- a) amida e haleto orgânico.
- b) amida e éster.
- c) aldeído e cetona.
- d) ácido carboxílico e aldeído.
- e) ácido carboxílico e amina.

6- O uso de antibióticos é um dos grandes recursos da medicina moderna para o tratamento de infecções bacterianas. Há várias classes de antibióticos atualmente em uso, e a cada ano novas fórmulas são apresentadas, tendo em vista o desenvolvimento progressivo de resistência entre as variedades de bactérias. As fórmulas estruturais abaixo mostram dois antibióticos de uso comum, a gentamicina e a amoxicilina. As setas 1, 2, 3 e 4 indicam diferentes características ou grupos funcionais presentes nas moléculas.



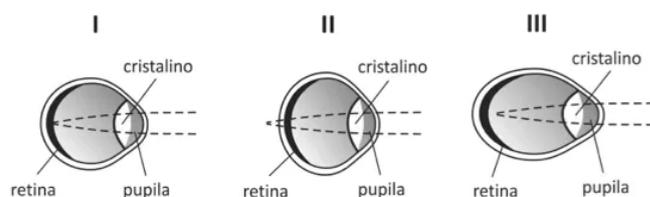
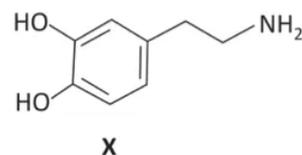
As setas 1, 2, 3 e 4 indicam, respectivamente:

- a) anel aromático – amina – álcool – alceno.
- b) anel não-aromático – éter – fenol – cetona.
- c) anel aromático – amida – álcool – aldeído.

d) anel não-aromático – amina – fenol – ácido carboxílico.

e) anel aromático – éter – álcool – éster.

7- Estudos recentes parecem indicar que o formato do olho humano e a visão são influenciados pela quantidade da substância X, sintetizada pelo organismo. A produção dessa substância é favorecida pela luz solar, e crianças que fazem poucas atividades ao ar livre tendem a desenvolver dificuldade para enxergar objetos distantes. Essa disfunção ocular é comumente chamada de miopia. Considere a fórmula estrutural da substância X e os diferentes formatos de olho:



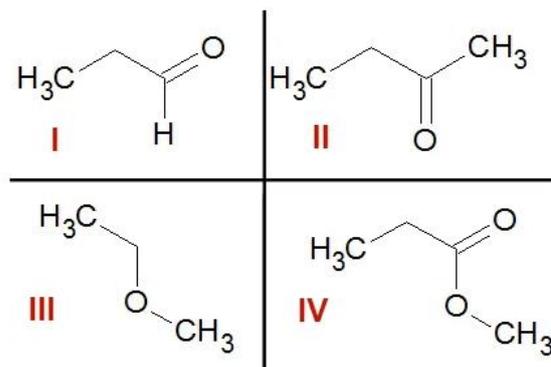
Observação: As linhas tracejadas representam o feixe de luz incidente no olho.

Com base nessas informações, conclui-se corretamente que a miopia poderá atingir crianças cujo organismo venha a produzir \_\_\_\_\_ X em quantidade insuficiente, levando à formação de olho do tipo \_\_\_\_\_.

As lacunas da frase acima devem ser preenchidas, respectivamente, por

- a) o aminoácido; III.
- b) a amina; II.
- c) o aminoácido; I.
- d) o fenol; I.
- e) a amina; III.

8- (ITA) Considere as seguintes substâncias:



e as seguintes funções químicas:

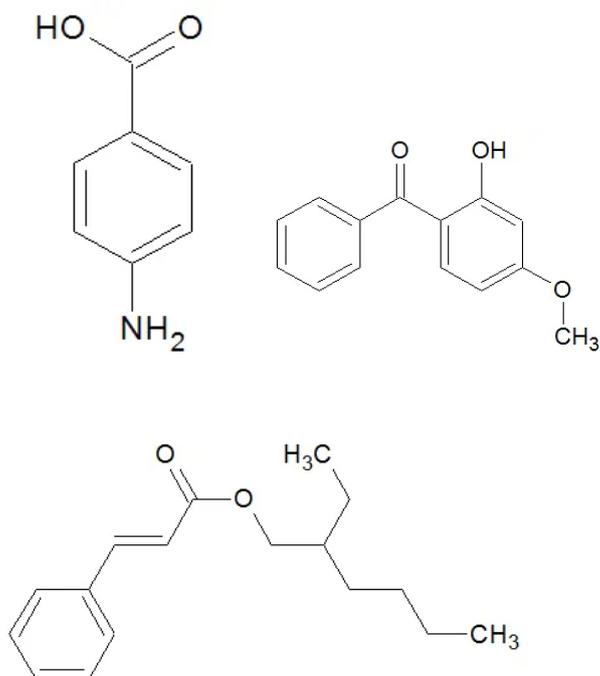
- a. ácido carboxílico;      d. cetona;

- b. álcool; e. éster;  
c. aldeído; f. éter.

A opção que associa CORRETAMENTE as substâncias com as funções químicas é:

- a) Id; IIc; IIIe; IVf.  
b) Ic; IId; IIIe; IVa.  
c) Ic; IIc; IIIf; IVe.  
d) Id; IIc; IIIf; IVe.  
e) Ia; IIc; IIIe; IVd.

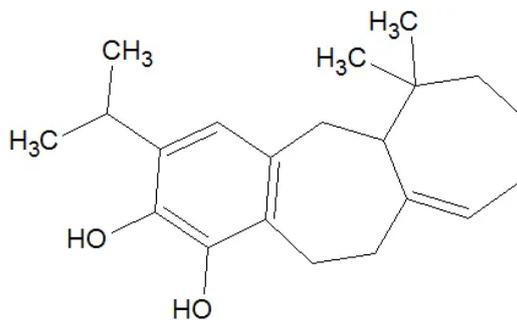
9- (EFOA-MG) As estruturas abaixo representam algumas substâncias usadas em protetores solares.



A função que NÃO está presente em nenhuma dessas estruturas é:

- a) cetona.  
b) éter.  
c) éster.  
d) amina.  
e) álcool.

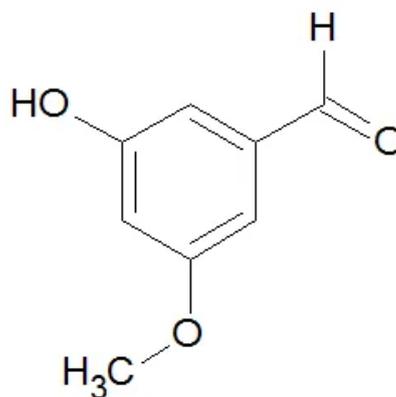
10- A fórmula estrutural abaixo pertence ao barbatusol, que é a principal substância presente em uma planta conhecida como boldo. Essa planta é muito utilizada porque a substância em questão é eficiente para tratar males do fígado e também problemas relacionados com a digestão.



Analisando a fórmula estrutural do barbatusol, qual é o nome da função oxigenada presente em sua estrutura?

- a) álcool  
b) éster  
c) fenol  
d) éter  
e) aldeído

11- A fórmula estrutural abaixo pertence à substância vanilina, que é responsável pelo aroma e sabor característicos da baunilha:



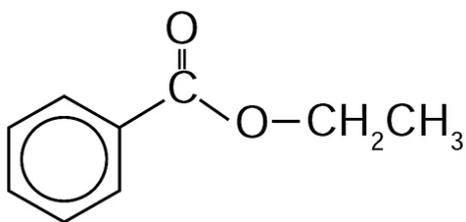
Analisando a estrutura da vanilina, quais são as substâncias oxigenadas presentes em sua estrutura?

- a) álcool, éter e éster  
b) álcool, ácido e fenol  
c) aldeído, álcool e éter  
d) aldeído, éster e álcool  
e) aldeído, éter e fenol

12- (UFRGS) Nos compostos orgânicos, além do carbono e do hidrogênio, é muito frequente a presença do oxigênio. Assinale a alternativa em que os três compostos apresentam oxigênio.

- a) formaldeído, ácido acético, cloreto de etila.  
b) trinitrotolueno, etanol, fenilamina.  
c) ácido fórmico, butanol-2, propanona.  
d) isooctano, metanol, metóxi-etano.  
e) acetato de isobutila, metil-benzeno, hexeno-2

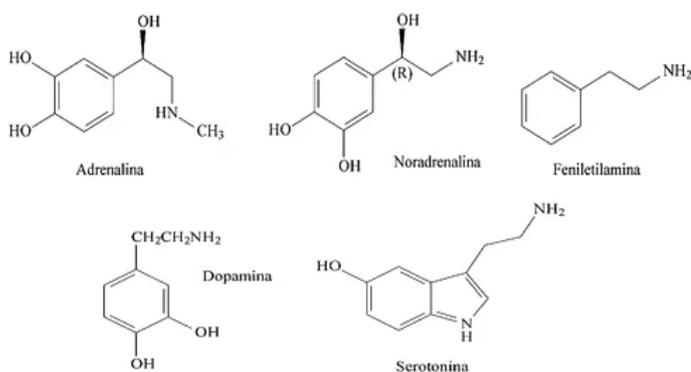
13- (Enem/2012) A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento. Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do  $C_6H_5CO_2CH_2CH_3$ , cuja estrutura está mostrada a seguir.



O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente,

- ácido benzoico e etanol.
- ácido propanoico e hexanol.
- ácido fenilacético e metanol.
- ácido propiônico e ciclohexanol.
- ácido acético e álcool benzílico.

14- (Enem/2014) Você já ouviu essa frase: rolou uma química entre nós! O amor é frequentemente associado a um fenômeno mágico ou espiritual, porém existe a atuação de alguns compostos em nosso corpo, que provocam sensações quando estamos perto da pessoa amada, como coração acelerado e aumento da frequência respiratória. Essas sensações são transmitidas por neurotransmissores, tais como adrenalina, noradrenalina, feniletilamina, dopamina e as serotoninas.

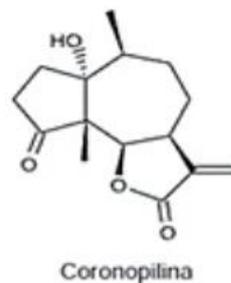
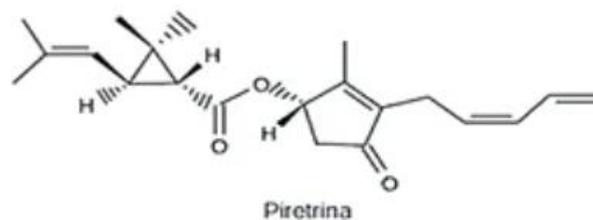


Os neurotransmissores citados possuem em comum o grupo funcional característico da função

- éter.
- álcool.
- amina.
- cetona.
- ácido carboxílico.

15- (Enem/2012) A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso

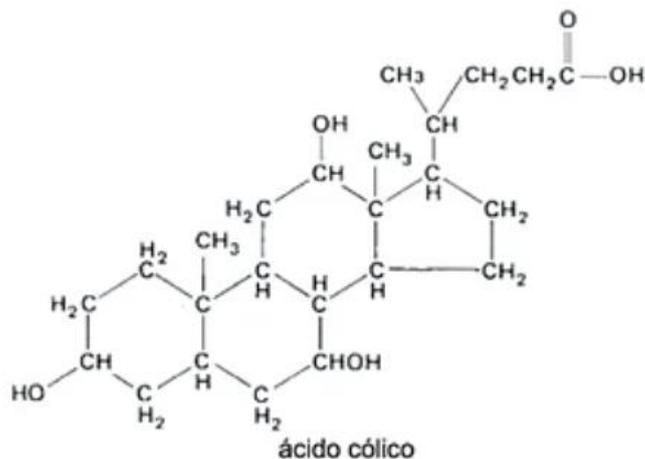
frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e a coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados:

- Éter e éster.
- Cetona e éster.
- Álcool e cetona.
- Aldeído e cetona.
- Éter e ácido carboxílico.

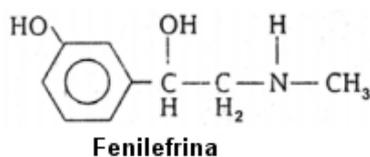
16- (Enem/2011) A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicocólico e taurocólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do aminoácido taurina.



A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo:

- a) carboxila do ácido cólico.
- b) aldeído do ácido cólico.
- c) hidroxila do ácido cólico.
- d) cetona do ácido cólico.
- e) éster do ácido cólico.

16- (UFPR-modificada) A fenilefrina, cuja estrutura está representada abaixo, é usada como descongestionante nasal por inalação.

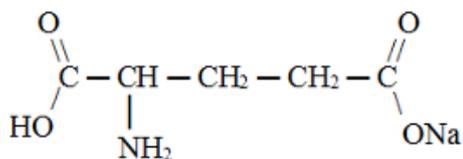


### Estrutura da fenilefrina

Sobre a fenilefrina, é incorreto afirmar que:

- a) na sua estrutura existem duas hidroxilas.
- b) as funções existentes nesse composto são fenol, álcool e amina.
- c) a função amina presente caracteriza uma amina primária, porque só tem um nitrogênio.
- d) a função amina presente é classificada como secundária.
- e) os substituintes do anel aromático estão localizados em posição meta.

17- (USJT-SP) Alguns compostos são muito utilizados para intensificar o sabor de carnes enlatadas, frangos, carnes congeladas e alimentos ricos em proteínas. Por exemplo:



Esse composto não contribui, por si só, com o sabor. Sua função é explicada por duas teorias:

- estimula a atividade das papilas do gosto;
- aumenta a secreção celular.

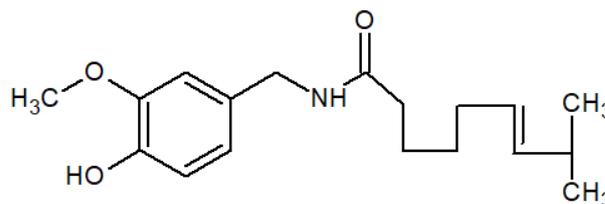
Quais as funções orgânicas existentes no composto acima?

- a) Amida, amina e ácido.
- b) Anidrido de ácido e sal orgânico.
- c) Amina, ácido carboxílico e sal orgânico.

d) Amida, ácido carboxílico e sal orgânico.

e) Amido, ácido orgânico e éster de ácido.

18- A capsaicina, cuja fórmula estrutural simplificada está mostrada abaixo, é uma das responsáveis pela sensação picante provocada pelos frutos e sementes da pimenta-malagueta (*Capsicum* sp.).

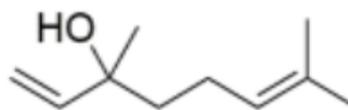


Na estrutura da capsaicina, encontram-se as seguintes funções orgânicas:

- a) amina, cetona e éter.
- b) amida, fenol e éter.
- c) amida, álcool e éster.
- d) amina, fenol e éster.

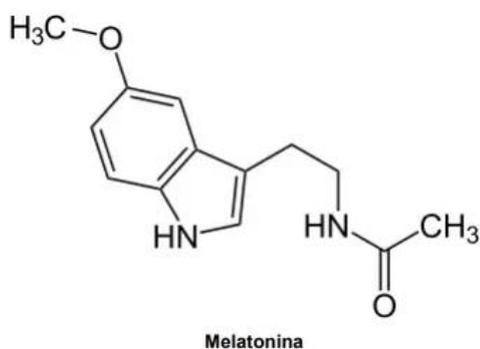
19- O linalol é uma substância orgânica de origem natural presente em óleos essenciais de diversas plantas aromáticas, como a lavanda e o manjeriço. Essa substância é utilizada como um fixador de fragrâncias na indústria química e apresenta uma série de propriedades biológicas, por exemplo, atividade analgésica. Na estrutura química do linalol, mostrada ao lado, estão presentes duas metilas (como grupos substituintes), além das funções químicas alqueno e álcool.

Com base nas informações acima e nos conhecimentos de nomenclatura de compostos orgânicos, assinale a alternativa que apresenta o nome do linalol recomendado pela IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada).



- a) 2,6-dimetilocta-1,6-dien-3-ol.
- b) 2,6-dimetilocta-2,7-dien-6-ol.
- c) 3,7-dimetilocta-1,6-dien-3-ol.
- d) 3,7-dimetilocta-2,7-dien-3-ol.
- e) 3,7-dimetilocta-2,7-dien-6-ol.

20- (FACERES) Utilize o texto e a fórmula estrutural da melatonina, que seguem abaixo, para responder a questão.

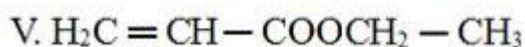
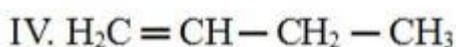
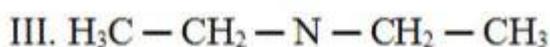
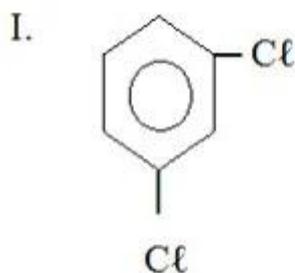


O nível de melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) pode indicar grau de malignidade de tumores, é o que aponta uma pesquisa feita na USP. Quanto maior a produção de melatonina pelas células tumorais, menos agressiva é a doença. Por isso, avaliar a capacidade das células tumorais de produzir o hormônio melatonina pode se tornar uma estratégia inovadora de medir o grau de malignidade em alguns tipos de câncer.

A fórmula molecular da melatonina e uma das funções orgânicas presentes nessa molécula são, respectivamente:

- $C_{15}H_{14}N_2O_2$  e amida.
- $C_{13}H_{16}N_2O_2$  e amida.
- $C_{15}H_{14}N_2O_2$  e éter.
- $C_{13}H_{16}N_2O_2$  e fenol.
- $C_{13}H_{16}N_2O_2$  e ácido carboxílico.

21- (ENCE-UERJ-Cefet) Observe as fórmulas estruturais a seguir:

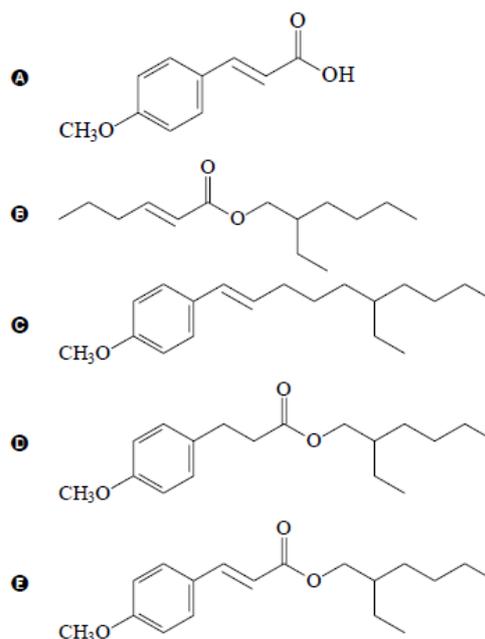


Segundo a ordem em que aparecem, sua nomenclatura oficial é:

- 1,3-diclorobenzeno, ácido etanoico, dietilamida, 1-buteno e propanoato de etila.
- ácido etanoico, 1,3-diclorobenzeno, dietilamina, 3-buteno e propanoato de etila.
- 2,4-diclorobenzeno, ácido etanoico, dietilamida, 2-buteno e etanoato de propenila.
- 1,3-diclorobenzeno, ácido etanoico, dietilamina, 1-buteno e propanoato de etila.
- 2,4-diclorobenzeno, ácido etanoico, dietilamina, 2-buteno e propanoato de etila.

22- O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.

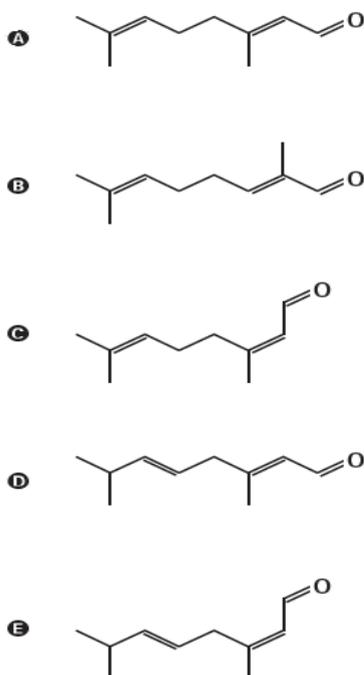
De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?



23- O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero *Apis*, pois seu cheiro é

semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é  $C_{10}H_{16}O$ , com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6; e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. O citral possui dois isômeros geométricos, sendo o *trans* o que mais contribui para o forte odor.

Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:

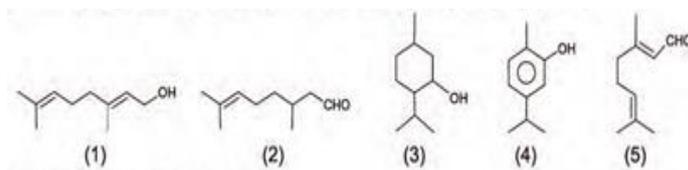


24- (ENEM) A enorme quantidade de resíduos gerados pelo consumo crescente da sociedade traz para a humanidade uma preocupação socioambiental, em especial pela quantidade de lixo produzido. Além da reciclagem e do reuso, pode-se melhorar ainda mais a qualidade de vida, substituindo polímeros convencionais por polímeros biodegradáveis. Esses polímeros têm grandes vantagens socioambientais em relação aos convencionais porque:

- A) não são tóxicos.
- B) não precisam ser reciclados.
- C) não causam poluição ambiental quando descartados.
- D) são degradados em um tempo bastante menor que os convencionais.
- E) apresentam propriedades mecânicas semelhantes aos convencionais.

25- Um microempresário do ramo de cosméticos utiliza óleos essenciais e quer produzir um creme com fragrância de rosas. O principal componente do óleo de rosas tem cadeia poli-insaturada e hidroxila em carbono

terminal. O catálogo dos óleos essenciais apresenta, para escolha da essência, estas estruturas químicas:



Qual substância o empresário deverá utilizar?

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

26- Nos dias atuais, o amplo uso de objetos de plástico gera bastante lixo, que muitas vezes é eliminado pela população por meio da queima. Esse procedimento é prejudicial ao meio ambiente por lançar substâncias poluentes. Para constatar esse problema, um estudante analisou a decomposição térmica do policloreto de vinila (PVC), um tipo de plástico, cuja estrutura é representada na figura.

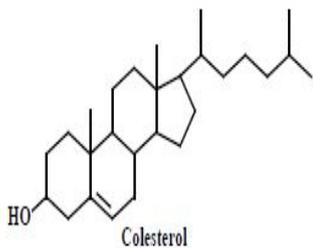


Para realizar esse experimento, o estudante colocou uma amostra de filme de PVC em um tubo de ensaio e o aqueceu, promovendo a decomposição térmica. Houve a liberação majoritária de um gás diatômico heteronuclear que foi recolhido em um recipiente acoplado ao tubo de ensaio. Esse gás, quando borbulhado em solução alcalina diluída contendo indicador ácido-base, alterou a cor da solução. Além disso, em contato com uma solução aquosa de carbonato de sódio ( $Na_2CO_3$ ), liberou gás carbônico.

Qual foi o gás liberado majoritariamente na decomposição térmica desse tipo de plástico?

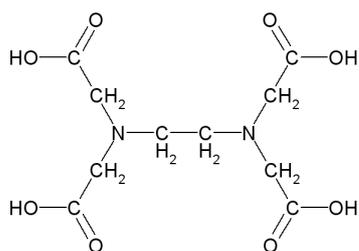
- A)  $H_2$
- B)  $Cl_2$
- C) CO
- D)  $CO_2$
- E) HCl

27- Indique o número de carbonos terciários presente na estrutura abaixo:



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

28- (PUC-RS) O ácido etilenodiaminotetracético, conhecido como EDTA, utilizado como antioxidante em margarinas, de fórmula

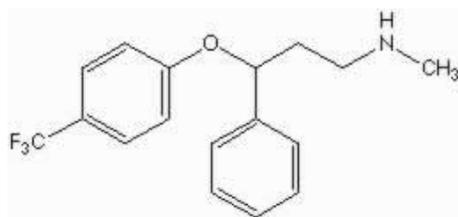


Fórmula do EDTA (ácido etilenodiaminotetracético)

Apresenta cadeia carbônica

- a) acíclica, insaturada, homogênea.  
b) acíclica, saturada, heterogênea.  
c) acíclica, saturada, homogênea.  
d) cíclica, saturada, heterogênea.  
e) cíclica, insaturada, homogênea.

29- (PUC-RS) A “fluoxetina”, presente na composição química do Prozac®, apresenta fórmula estrutural:



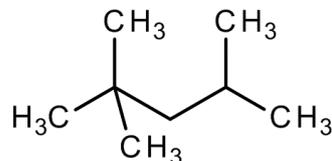
Com relação a esse composto, é correto afirmar que ele apresenta:

- a) cadeia carbônica cíclica e saturada  
b) cadeia carbônica aromática e homogênea  
c) cadeia carbônica mista e heterogênea  
d) somente átomos de carbonos primários e secundários

e) fórmula molecular C<sub>17</sub>H<sub>16</sub>ONF

30- Isoctano é um dos principais hidrocarbonetos que compõem a gasolina. Sua estrutura é desejada na composição desse combustível porque apresenta ramificação capaz de fornecer maior potência para o motor.

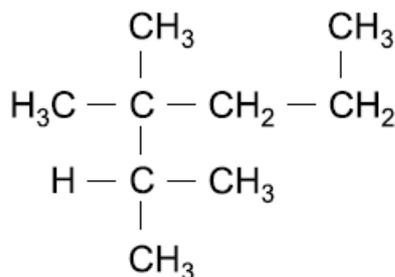
A seguir é representada a estrutura química do isoctano:



Baseado na estrutura apresentada, assinale a alternativa que apresenta a correta classificação da cadeia carbônica do isoctano.

- a) alifática, saturada, ramificada e homogênea.  
b) cíclica, saturada, normal e homogênea.  
c) cíclica, saturada, ramificada e homogênea.  
d) alifática, saturada, ramificada e heterogênea.  
e) aberta, insaturada, ramificada e homogênea.

31- (Vunesp) O nome correto do composto orgânico de fórmula é:



- a) 3-isopropil-2-metilpentano.  
b) 2-isopropil-2,4-dimetilbutano.  
c) 2,3,3-trimetilexano.  
d) 2,2,4-trimetilpentano.  
e) 3,3-dimetil-5-metilpentano

32- (UEMA-2014) A OGX energia, braço de exploração de petróleo no Maranhão do grupo EBX, do empresário Eike Batista, descobriu uma reserva gigante de gás natural, uma mistura de hidrocarbonetos leves, constituído principalmente por etano, propano, isobutano, butano, pentano, isopentano, dentre outros, na cidade de Capinzal do Norte, localizada a 260 km de São Luís. As reservas, segundo a OGX, têm de 10 trilhões a 15 trilhões de pés cúbicos de gás, o equivalente a 15 milhões de metros cúbicos por dia – metade do que a Bolívia manda ao Brasil diariamente.

Fonte: Disponível em: <<http://www.jucema.ma.gov.br>>. Acesso em: 01 jul. 2013. (adaptado)

A nomenclatura desses hidrocarbonetos leves, constituintes do gás natural é baseada, dentre alguns critérios, na quantidade de carbonos presentes no composto. O número correto de carbonos nos seis primeiros compostos citados no texto, são, respectivamente,

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

33- (UPF) O alcatrão de hulha é um líquido escuro e viscoso que apresenta em sua composição o benzeno, o tolueno, os dimetilbenzenos, o naftaleno e o fenantreno. Sobre o tema, considere as seguintes afirmações:

I. Os hidrocarbonetos aromáticos são aqueles que possuem pelo menos um anel ou núcleo aromático, isto é, um ciclo plano com seis átomos de carbono que estabelecem entre pi ligações ressonantes.

II. Devido à ressonância das ligações duplas, os aromáticos não são compostos estáveis e só reagem em condições enérgicas.

III. O metilbenzeno, conhecido comercialmente por tolueno, é um composto aromático derivado do benzeno e possui fórmula molecular  $C_7H_{14}$ .

IV. O benzeno é um composto aromático bastante estável devido à ressonância das ligações duplas.

Está correto apenas o que se afirma em:

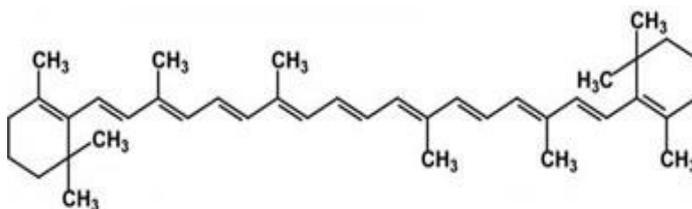
- a) I, II e IV.
- b) II, III e IV.
- c) I, II e III.
- d) I, III e IV.
- e) I e IV.

34- (UFU-MG) O fosgênio ( $COCl_2$ ), um gás, é preparado industrialmente por meio da reação entre o monóxido de carbono e o gás cloro. A fórmula da molécula do fosgênio apresenta:

- a) uma ligação dupla e duas ligações simples.
- b) uma ligação dupla e três ligações simples.
- c) duas ligações duplas e duas ligações simples.
- d) uma ligação tripla e duas ligações simples.

e) duas ligações duplas e uma ligação simples.

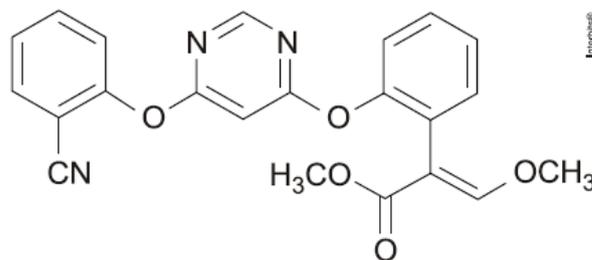
35- (UERJ) O betacaroteno, cuja fórmula estrutural está representada a seguir, é um pigmento presente em alguns vegetais, como cenoura e tomate.



Dentre os solventes abaixo, aquele que melhor solubiliza o betacaroteno é:

- a) água
- b) etanol
- c) hexano
- d) propanona
- e) etanal

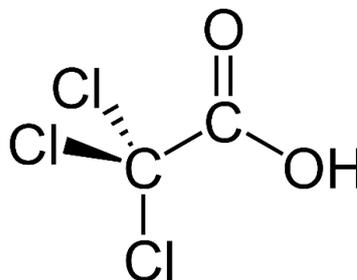
36- (PUC-Rio-2013) A substância representada é conhecida comercialmente como azoxistrobina e é muito utilizada como fungicida em plantações de alho, amendoim e arroz, no combate às pragas.



De acordo com a sua estrutura, é correto afirmar que azoxistrobina apresenta as seguintes funções orgânicas:

- a) éter e éster.
- b) éster e cetona.
- c) álcool e fenol.
- d) aldeído e éter.
- e) ácido carboxílico e amina.

37- (PUC-SP) O cloral, usado na fabricação do inseticida DDT, de fórmula abaixo, oficialmente é chamado:

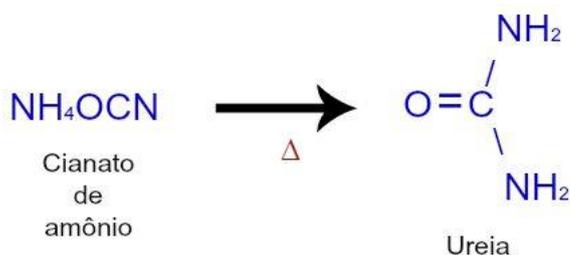


- a) ácido tricloroacético.
- b) tricloroetanal.
- c) tricloroetanol.
- d) triclorometanol.
- e) ácido tricloroetanoico.

## ISOMERIA

A **isomeria** é um fenômeno no qual dois ou mais compostos diferentes apresentam a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais. A Química Orgânica estuda os compostos formados pelo elemento carbono com propriedades características.

A **isomeria** começou a ser considerada em 1823 quando os químicos Liebig e Wohler criaram, respectivamente, o isocianato de prata (AgONC) e o cianato de prata (AgOCN). Quando o químico alemão Friedrich Wohler (discípulo do químico sueco Jons Jacob Berzelius) realizou a síntese da ureia a partir da amônia, a isomeria foi confirmada:



Com essa síntese, Wohler observou que tanto a ureia quanto o cianato de amônio apresentavam os mesmos constituintes químicos, ou seja, a mesma fórmula molecular. Com essa observação, surgiu a definição de isomeria:

**O estudo da isomeria é dividido em duas grandes áreas:**

**Isomeria plana ou constitucional;**

**Isomeria espacial ou estereoisomeria.**

**a) Isomeria plana ou constitucional**

É a isomeria em que os compostos apresentam a mesma fórmula molecular, mas fórmulas estruturais planas diferentes. Esse fenômeno origina substâncias completamente diferentes em relação às propriedades físicas e químicas. Os tipos de isomeria plana são:

- **Isomeria plana de função:** os isômeros pertencem a diferentes funções;

Existem quatro casos mais comuns e mais importantes de isomerias de função, que são:

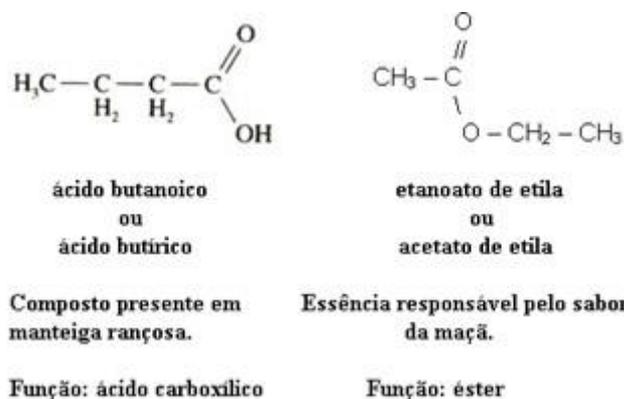
1. **Isomeria éter-álcool:** a seguir vemos o caso de compostos que apresentam a mesma fórmula molecular (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), porém um isômero (metoximetano) pertence ao grupo dos éteres, enquanto que o outro (etanol) pertence ao grupo dos álcoois.



2. **Isomeria cetona-aldeído:** os isômeros do exemplo abaixo possuem a fórmula molecular C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O:



3. **Isomeria éster-ácido carboxílico:** fórmula molecular dos isômeros a seguir: C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>:



4. **Isomeria fenol-álcool aromático- éter aromático:** nesse caso, um isômero é fenol com um substituinte alquila, enquanto que os outros isômeros são um álcool aromático e um éter aromático.

Exemplo: Fórmula molecular: C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>O

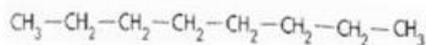


- **Isomeria plana de cadeia:** os isômeros pertencem à mesma função, mas apresentam cadeias planas com características diferentes;

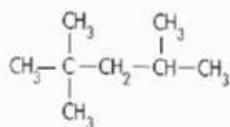
1. **Isomeria entre cadeia normal e cadeia ramificada:**

Um exemplo importante desse tipo de isomeria ocorre entre o isoctano (2,2,4-trimetilpentano) e o n-octano (ou simplesmente octano). Esses dois isômeros possuem a mesma fórmula molecular, que é C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>. Ambos são

hidrocarbonetos; no entanto, o isoctano apresenta ramificações em sua cadeia, enquanto que o n-octano possui uma cadeia normal, reta, sem ramificações. Veja suas estruturas abaixo:



n-octano

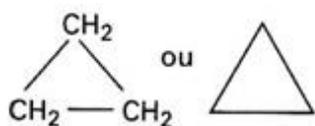


isooctano

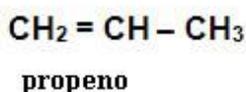
O fato de possuírem estruturas diferentes resulta em terem propriedades físicas e químicas também diferentes. Por exemplo, o isooctano tem um índice de octanagem muito maior por apresentar um bom número de ramificações. Isso significa que a sua combustão é gradual, homogênea e constante. Já o n-octano não é um bom combustível, pois sua combustão é mais brusca, não resiste à compressão projetada e sofre explosões prematuras, produzindo impactos inconstantes no motor, que causam perda de potência.

## 2. Isomeria entre cadeia fechada e cadeia aberta:

Observe o exemplo de dois isômeros que são da função dos hidrocarbonetos e possuem a mesma fórmula molecular ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ), mas, conforme pode ser visto nas suas estruturas abaixo, um é um ciclano (de cadeia fechada) e o outro é um alceno (de cadeia aberta):



ciclopropano



Esses dois compostos apresentam propriedades tão diferentes que o ciclopropano é usado como anestésico, enquanto que o propeno é usado como matéria-prima para a produção de polímeros.

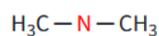
## 3. Isomeria entre cadeia heterogênea e cadeia homogênea:

Os **heteroátomos** são átomos de outros elementos que ficam entre os carbonos na cadeia. Os elementos diferentes do carbono que mais frequentemente podem fazer parte da cadeia carbônica são: oxigênio (O), nitrogênio (N), enxofre (S) e fósforo (P).

Assim, nesse tipo de isomeria, a diferença consiste na posição do heteroátomo tornando a cadeia homogênea (sem heteroátomos entre carbonos) sem alterar o grupo funcional.

Por exemplo, a seguir temos duas aminas com a mesma fórmula molecular ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{N}$ ). A diferença consiste no fato de que a primeira é heterogênea (o nitrogênio está entre

os carbonos) e a segunda é homogênea (não há nenhum elemento entre os carbonos):



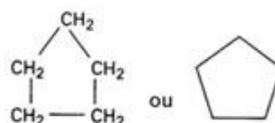
dimetilamina



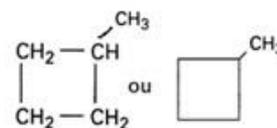
etilamina

## 4. Isomeria entre cadeia fechada com ramificações e cadeia fechada sem ramificações:

Exemplo:



ciclopentano



metilciclobutano

Ambos possuem a mesma fórmula molecular ( $\text{C}_5\text{H}_{10}$ ) e são hidrocarbonetos, porém, um não tem ramificações na sua cadeia (ciclopentano) e o outro possui uma ramificação (metilciclobutano).

- **Isomeria plana de posição:** os isômeros pertencem à mesma função, a mesma característica de cadeia, mas diferem quanto à posição de algum grupo (ramificação, insaturação ou grupo funcional);

### 1. Posição da insaturação:

A insaturação é uma ligação dupla ou tripla entre carbonos. Isômeros planos posicionais possuem essas ligações em diferentes posições, isto é, entre diferentes carbonos ao longo da cadeia, e para tal é necessário que esses compostos não sofram ressonância e tenham no mínimo 4 carbonos.

Exemplos:

- Fórmula molecular:  $\text{C}_4\text{H}_8$

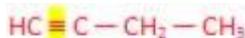


but-1-eno



but-2-eno

- Fórmula molecular:  $\text{C}_4\text{H}_6$



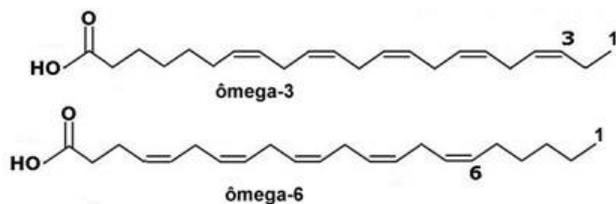
but-1-ino



but-2-ino

- Os ácidos ômega-3 e ômega-6, presentes em peixes gordurosos como o salmão, atum e sardinha, e óleos vegetais como o de nozes, de avelã e de amêndoas, são essenciais para o organismo humano. Esses dois compostos são

isômeros de posição e se diferenciam pela posição da insaturação, conforme pode ser visto abaixo:



Veja que no ômega-3 a primeira ligação dupla está disposta no terceiro carbono e no ômega-6 a primeira insaturação sai do carbono 6.

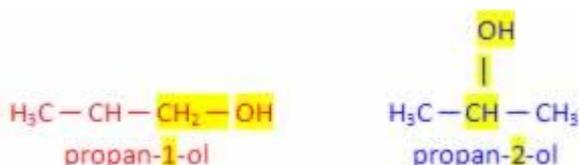
Essa grande quantidade de insaturações faz com que esses ácidos graxos tenham a capacidade de combater algumas doenças do sistema circulatório, como trombose, doenças vasculares e arteriosclerose, e também processos inflamatórios, artrite e proliferação tumoral.

## 2. Posição do grupo funcional:

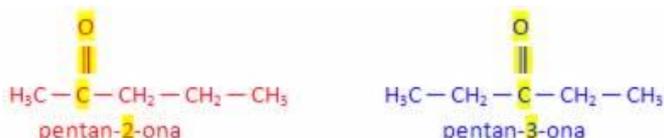
Nesse caso, o que muda é a posição em que o grupo funcional está ligado à cadeia homogênea, como os grupos dos álcoois (caracterizados pela hidroxila) e das cetonas (caracterizados pelo grupo carbonila entre dois carbonos).

Exemplos:

- Fórmula molecular:  $C_3H_8O$  (grupo funcional: álcool)



- Fórmula molecular:  $C_5H_{10}O$  (grupo funcional: cetona)



## 3. Posição de um heteroátomo:

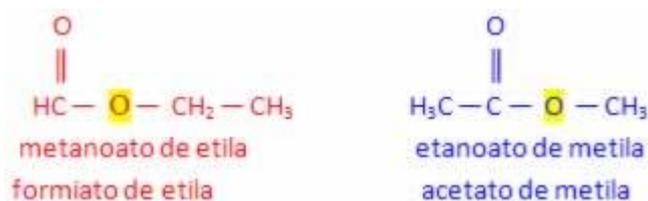
Heteroátomo é todo elemento que aparece entre dois carbonos na cadeia. Assim, geralmente nos ésteres, éteres, aminas e aminas, aparecem os heteroátomos oxigênio (O) e o nitrogênio (N) em diferentes posições.

Exemplos:

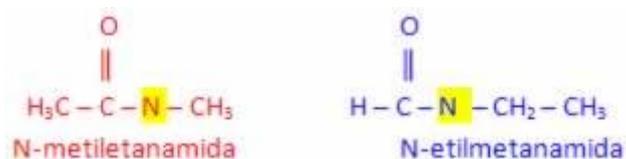
- Fórmula molecular:  $C_4H_{10}O$  (grupo funcional: éter)



- Fórmula molecular:  $C_3H_6O_2$  (grupo funcional: éster)



- Fórmula molecular:  $C_3H_7ON$  (grupo funcional: amida)

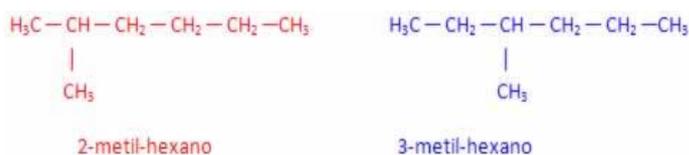


## 4. Posição de um substituinte (radical):

Ocorre em compostos acíclicos com no mínimo 6 átomos de carbono ou em compostos cíclicos com no mínimo 5 átomos de carbono.

Exemplos:

- Fórmula molecular:  $C_7H_{16}$  (hidrocarboneto acíclico)



- Fórmula molecular:  $C_7H_8O$  (fenol)



- Fórmula molecular:  $C_5H_{10}$  (hidrocarboneto cíclico)



- Isomeria plana por metameria:** os isômeros pertencem à mesma função, possuem a mesma característica de cadeia, mas diferenciam-se quanto à posição de um heteroátomo;

Segundo a definição acima, a Metameria é, na realidade, **um tipo de isomeria de posição**, sendo que seus isômeros pertencem ao mesmo grupo funcional, apresentam a mesma cadeia principal heterogênea e podem ser cíclicos ou acíclicos.

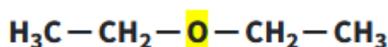
Um heteroátomo é qualquer elemento que apareça na cadeia carbônica entre dois carbonos. Os principais heteroátomos são o oxigênio, o nitrogênio e o enxofre. Em razão disso, a isomeria de compensação é mais comum nas seguintes funções: éteres, ésteres, tioéteres, aminas (monossustituídas ou dissustituídas) e amidas.

Os **metâmeros** são isômeros de mesma função, só mudando a localização do heteroátomo. É daí que vem o nome **Metameria** (*meta* = mudança + *meros* = partes).

Veja alguns exemplos:

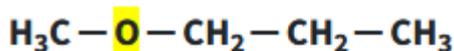
- **Éteres:**

Os dois compostos abaixo são éteres e apresentam a mesma fórmula molecular (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O). Veja que a diferença se dá na localização do oxigênio, que muda da posição 2 para a 3.



**etoxietano**

**Utilizado como anestésico comum (éter)**



**metoxipropano**

**Utilizado em sínteses industriais**

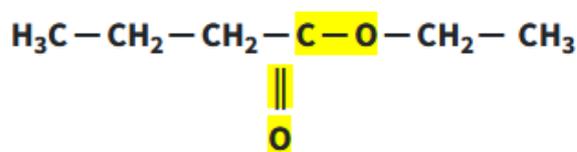
Um exemplo no cotidiano do aparecimento de metâmeros pode ocorrer em alguns cosméticos como xampus, cremes dentais, enxaguantes bucais e desodorantes. Os metâmeros que podem aparecer nesses casos são as dioxanas, diéteres cíclicos que se apresentam de três formas isômeras:



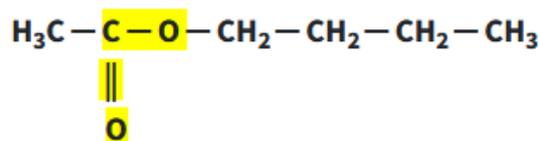
A 1,4-dioxana tem potencial carcinogênico, por isso as indústrias tomam o cuidado de eliminá-la durante a produção.

- **Ésteres:**

No exemplo a seguir o butanoato de etila e o etanoato de etila possuem a seguinte fórmula molecular: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>:



**butanoato de etila**



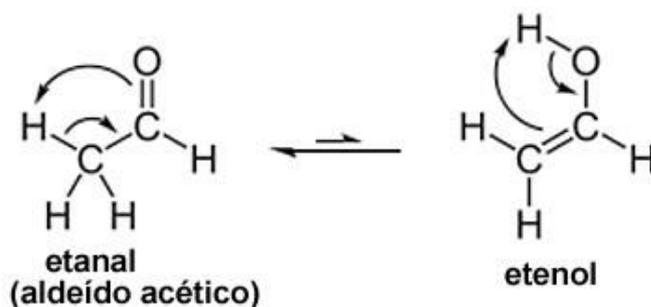
**etanoato de etila**

- **Isomeria plana por tautomeria:** tipo especial de isomeria que ocorre entre um enol e um aldeído ou entre um enol e uma cetona.

Os dois casos principais de isomeria dinâmica ou tautomeria são os explanados abaixo:

**1. Tautomeria aldolenólica:** nesse caso, coexistem em equilíbrio dinâmico um **aldeído e um enol** (composto instável que possui o grupo hidroxila (OH) ligado a um carbono insaturado).

Por exemplo, em uma solução de aldeído acético ocorre que uma pequena parte se transforma em etenol, que, por sua vez, regenera o aldeído e é estabelecido um equilíbrio. Conforme mostra essa reação abaixo, isso acontece porque o átomo de hidrogênio do carbono vizinho migra para o oxigênio da carbonila, produzindo uma substância que pertence à outra função, que no caso é um enol.

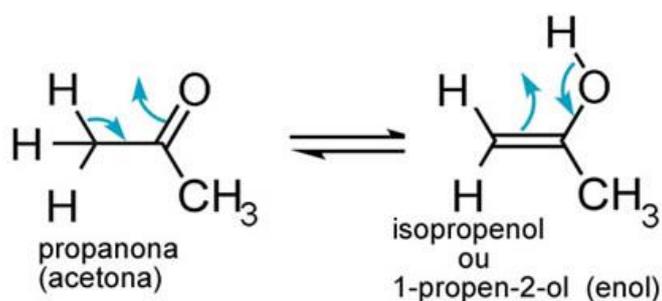


Depois que o eteno é formado, a alta eletronegatividade do oxigênio atrai fortemente os elétrons da dupla ligação que o carbono realiza, que é uma ligação fraca e fácil de deslocar. Por isso, o etanal é regenerado e as duas substâncias passam a existir em equilíbrio dinâmico.

Porém, o equilíbrio está deslocado para a direita, ou seja, para a formação do aldeído, que estará presente no meio em maior quantidade que o enol. Isso ocorre porque o caráter ácido do hidrogênio do carbono 2 do aldeído é menor que o caráter ácido do hidrogênio do grupo hidroxila do enol. Portanto, o aldeído libera o átomo de hidrogênio com menor intensidade que o enol, e a reação ocorre mais intensamente para a esquerda.

2. **Tautomeria cetoenólica:** essa tautomeria se dá entre **cetonas** e **enóis** em meio aquoso.

O princípio de funcionamento é o mesmo que o explicado no item anterior; veja um exemplo:



A tautomeria é muito importante nas formações cetoenólicas da **guanina**, que é uma das quatro bases nitrogenadas que compõem o DNA. A guanina sempre se emparelha com a citosina, na formação da dupla-hélice do DNA.

### b) Isomeria Espacial ou Estereoisomeria

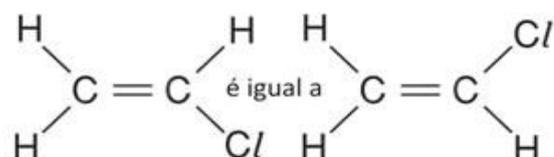
É a parte da isomeria que analisa as posições de cada um dos ligantes de um isômero no plano espacial. Assim, podemos ter duas moléculas da mesma substância, mas com ligantes em posições diferentes no espaço. Há dois tipos de isomeria espacial:

- **Isomeria geométrica:** Ocorre em moléculas em que dois dos carbonos de uma cadeia aberta ou fechada não apresentam rotação em seus eixos. Assim, os seus ligantes sempre ocupam planos fixos no mesmo plano ou em planos diferentes. Essa isomeria é diferenciada por meio de dois sistemas de nomenclatura:

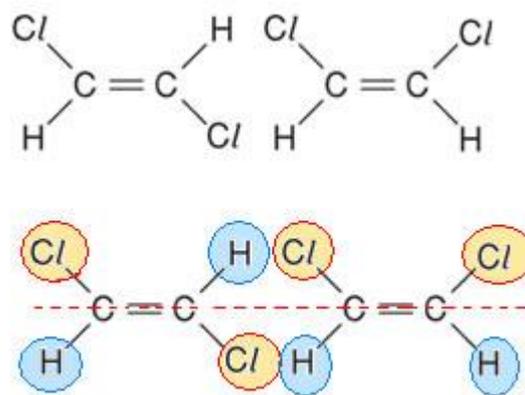
#### **Cis-trans** (os carbonos apresentam ligantes iguais)

A característica necessária para que a isomeria cis-trans ocorra em compostos de cadeia aberta é que os ligantes de cada átomo de carbono que realiza a ligação dupla sejam diferentes entre si e iguais aos ligantes do outro carbono.

Por exemplo, a fórmula estrutural do cloro-etileno está representada a seguir de duas formas. Observe que apesar de parecer que o arranjo espacial dos átomos de cloro das duas fórmulas está diferente, na verdade, trata-se da mesma substância. Elas apenas foram escritas ao contrário, uma em relação à outra:

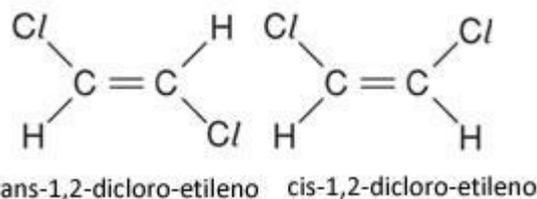


No entanto, no caso do 1,2-dicloroetileno, teremos sim dois isômeros cis-trans:



Observe que ao traçarmos um plano imaginário para visualizar espacialmente o arranjo dos átomos nas moléculas, veremos que os ligantes iguais ficam em lados opostos no primeiro isômero, que é então denominado de isômero **trans**, que vem do latim e significa **“através de”**. Já na segunda estrutura, os ligantes iguais ficam do mesmo lado do plano, sendo então denominado de isômero **cis**, que quer dizer **“próximo de”**.

Assim, temos:

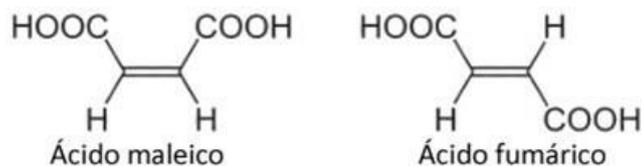


Essa diferença na estrutura pode até parecer pouca coisa, porém, **representa uma grande diferença nas características físicas e químicas desses isômeros**. Por exemplo, pegando o exemplo do próprio 1,2-dicloro-etileno, veja no quadro abaixo os diferentes pontos de ebulição, de fusão e de densidade de cada um:

	Cis-1,2-dicloro-etileno	Trans-1,2-dicloro-etileno
Ponto de Fusão (°C)	-80,5	-50
Ponto de Ebulição (°C)	60,3	47,5
Densidade (a 20 °C)	1,284 g/mL	1,265 g/mL

Para exemplificar como as propriedades químicas também variam de um isômero geométrico para o outro, veja o caso do ácido maleico e do ácido fumárico mostrados abaixo. O ácido maleico é o isômero cis e o fumárico é o isômero trans. Visto que as carboxilas do ácido maleico se encontram no mesmo plano espacial, elas podem interagir e sofrer uma desidratação intramolecular, liberando uma molécula de água e, assim, produzindo o anidrido maleico.

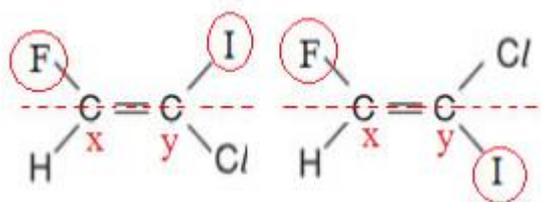
Porém, o ácido fumárico não é capaz de realizar uma desidratação intramolecular e, portanto, não produz um anidrido. Isso ocorre porque os seus grupos carboxila estão em planos opostos.



### E-Z os carbonos apresentam ligantes diferentes entre si)

O sistema de isomeria E-Z foi desenvolvido pelos químicos Christopher Kelk Ingold (1893-1970), Vladimir Prelog (1906-1998) e colaboradores. Nessa nomenclatura, consideramos como átomos ou grupos de átomos ligantes “iguais” os que apresentam maior número atômico. A letra E vem da palavra alemã *entgegen*, que significa “opostos”, e Z vem da palavra alemã *zusammen*, que quer dizer “juntos”.

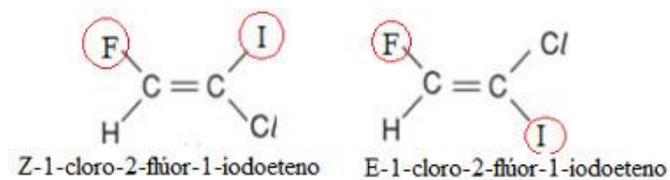
Desse modo, vamos observar novamente as moléculas do 1-cloro-2-flúor-1-iodoeteno e determinar qual é o ligante de cada carbono da dupla que possui maior número atômico:



Análise dos ligantes do 1-cloro-2-flúor-1-iodoeteno

Consultando uma tabela periódica, conseguimos determinar que, entre os ligantes do carbono x, o de maior número atômico é o F ( $Z = 9$ ), enquanto entre os ligantes do carbono y, o de maior número atômico é o I ( $Z = 53$ ).

Assim, na molécula à esquerda, os ligantes considerados de prioridade estão do mesmo lado do plano, sendo esse o isômero “Z”; mas na estrutura à direita, os ligantes de maior número atômico estão em lados opostos do plano, constituindo o isômero “E”.



Isômeros E-Z do 1-cloro-2-flúor-1-iodoeteno

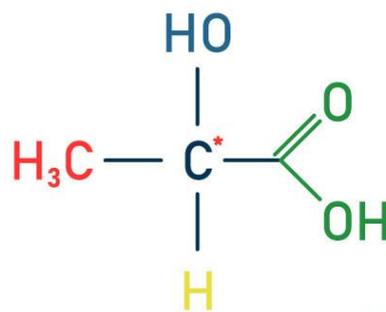
- **Isomeria óptica:** É a isomeria presente em moléculas que apresentam carbono assimétrico ou quiral. Por essa razão, não é possível dividir

a estrutura em duas partes iguais. Os isômeros ópticos apresentam a capacidade de polarizar e desviar o plano da luz. Eles podem ser chamados de:

A **isomeria óptica** estuda as características, propriedades e o comportamento de substâncias químicas com a mesma massa molar e que possuem a capacidade de **desviar o plano da luz polarizada**. A essas substâncias damos o nome de substâncias **ópticamente ativas**.

Para que uma molécula apresente isomeria óptica, é necessário que a substância seja composta por uma molécula assimétrica, o que a torna capaz de desviar a luz polarizada para a direita, chamada de **dextrogiro (d)**, ou para a esquerda, chamada de **levogiro (l)**.

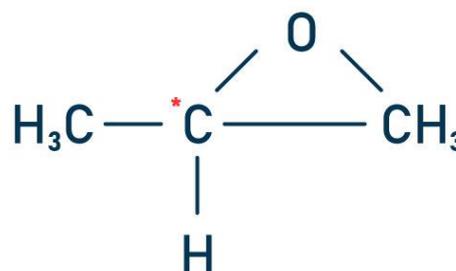
A forma mais simples de estabelecer a assimetria de uma molécula é identificando a **presença de um carbono assimétrico** (indicado pelo asterisco na imagem a seguir), que é um carbono que possui quatro ligantes diferentes.



A presença de um carbono assimétrico **possibilita a existência de duas moléculas diferentes**. Chamadas de isômeros ópticos, uma é a imagem especular da outra, não sendo **sobreponíveis**.

### Isomeria óptica em compostos cíclicos

Para que ocorra isomeria óptica em compostos cíclicos, basta que haja um carbono com um **centro assimétrico**, que aparece quando esse elemento apresenta **dois ligantes diferentes fora do ciclo** e as sequências de ligantes ao longo do ciclo são diferentes entre si em cada direção. Veja no exemplo:



O carbono assimétrico, indicado pelo asterisco, possui **dois ligantes diferentes fora do anel: -H e -CH<sub>3</sub>**, e as sequências de ligantes ao longo do ciclo são diferentes nos dois sentidos: **-O-CH<sub>2</sub>-, no sentido horário**, e -

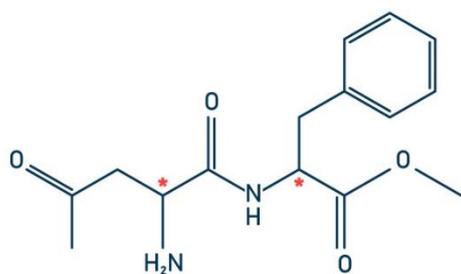
**CH<sub>2</sub>-O-**, no sentido **anti-horário**. Caso tenha maior curiosidade sobre esse tema, leia nosso texto: [Isomeria em compostos cíclicos](#).

### Isômeros opticamente ativos

Podemos **calcular a quantidade de isômeros opticamente ativos** (ou seja, isômeros que desviam o plano da luz polarizada) de uma substância com base na quantidade de carbonos assimétricos ( $n$ ) presentes na molécula, bem como na fórmula  $2^n$ .

Quando temos apenas um carbono assimétrico na fórmula estrutural, a substância apresenta apenas dois isômeros opticamente ativos, o **dextrogiro** e o **levogiro**, que desviam a luz em sentidos opostos, mas com o mesmo ângulo de inclinação.

Quanto mais carbonos assimétricos na molécula, maior a possibilidade de isômeros possíveis para essa. Vejamos o exemplo do **aspartame**:



Por possuir dois carbonos assimétricos (indicados pelo asterisco), será possível encontrar **quatro isômeros** opticamente ativos para a substância em questão. Caso tenha mais interesse nesse tema, leia nosso texto: [Isômeros opticamente ativos](#).

### Isômeros opticamente inativos

Quando uma substância apresenta isômeros que **não desviam o plano da luz polarizada**, dizemos que temos isômeros opticamente inativos, que nada mais são do que uma **mistura equimolar** entre os isômeros dextrogiro e levogiro, denominada **mistura racêmica**.

Caso a molécula possua mais de um carbono assimétrico em sua estrutura, podemos calcular a quantidade de isômeros opticamente inativos com base na seguinte **fórmula**:

$$2^{n-1}$$

Em que  $n$  é a quantidade de carbonos assimétricos da molécula.

Continuando com o exemplo do aspartame, podemos calcular a quantidade de isômeros opticamente inativos possíveis na molécula. Utilizando a fórmula e sabendo que o aspartame possui dois átomos de carbono assimétricos, temos que o aspartame apresenta dois isômeros opticamente inativos. ( $2^{n-1} = 2^{2-1} = 2$ ).

## CÁLCULOS QUÍMICOS –

### Massa Atômica e Molecular

#### Introdução:

A Química é uma ciência experimental que visa compreender, medir e explicar os fenômenos químicos, isto é, as transformações da matéria. Neste assunto vamos explorar os aspectos quantitativos da matéria. Em suma vamos estudar como a matéria é medida através de Grandezas Químicas, tais como : Massa, Volume, Quantidade de matéria e de partículas.

#### ◆ Determinação da Massa Atômica:

É óbvio que não existem balanças capazes de medir a massa de um átomo. Na verdade a massa atômica é calculada de forma indireta, comparando-se por exemplo a relação entre as massas dos elementos que reagem entre si.

Atualmente o método mais moderno e preciso para determinar as massas atômicas é o do ESPECTROGRAFO DE MASSAS, que é um aparelho em que os átomos são ionizados, acelerados e desviados por um campo eletromagnético, de acordo com o maior ou menor desvio sofrido pelo átomo pode-se calcular a massa atômica.



**Espectrógrafo de massas**

#### Massa Molecular:

Corresponde a massa da molécula medida em Unidades de Massa Atômica(u). Para se calcular a massa molecular basta somar as massas atômicas de todos os átomos que compõem a molécula. Por exemplo:

Água: H<sub>2</sub>O

$$H = 1 \times 2 = 2$$

$$O = 16 \times 1 = 16 +$$

$$H_2O = 18u$$

Gás Carbônico: CO<sub>2</sub>

$$C = 12 \times 1 = 12$$

$$O = 16 \times 2 = 32 +$$

$$CO_2 = 44 u$$

Ácido Sulfúrico: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

$$H = 1 \times 2 = 2$$

$$S = 32 \times 1 = 32$$

$$O = 16 \times 4 = 64 +$$

$$H_2SO_4 = 98 u$$

Fosfato de Cálcio: Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>:

$$Ca = 40 \times 3 = 120$$

$$P = 31 \times 2 = 62$$

$$O = 16 \times 8 = 128 +$$

$$Ca_3(PO_4)_2 = 310 u$$

### ➤ CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO

**1- Conceito:** É o cálculo das quantidades de reagentes e produtos que participam de uma reação química.

Ex: Reação de formação da Amônia



1 Mol	3 Mol	2 Mol	
$1.6 \cdot 10^{23}$	$3.6 \cdot 10^{23}$	$2.6 \cdot 10^{23}$	Nº Partículas (moléculas, átomos ou ions).
1.28,0g	3.2,0g	2.17,0g	Massa Molar (gramas).
1.22,4L	3.22,4L	2.22,4L	Volume Molar (litros).

#### 1.1- Casos Gerais

##### • Receita para resolver

1º) Balancear a equação química.

2º) Escrever dado e pedido nas suas unidades.

3º) Montar uma proporção usando os coeficientes e os integrantes da equação nas suas unidades.

4º) Resolver a regra de três simples

#### • Unidades do Problema

**Grama**            coeficiente x    (Massa Molar "M")  
g

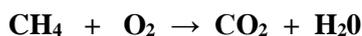
**Litro**            coeficiente x    22,4 L (só para gás  
na CNTP)

**Nº de Partículas**   coeficiente x     $6 \cdot 10^{23}$  partículas  
(moléculas, átomos e íons)

**Mol**            coeficiente (somente)

#### Aplicações

1- Calcule a massa de água liberada na combustão de 160 g de metano (CH<sub>4</sub>). (Dado: C = 12, O = 16, H = 1)



2- Qual o volume de amônia nas CNTP liberada na decomposição de 4 mols de carbonato de amônio? (Dado: C = 12, H = 1, N = 14, O = 16)



### 1.2- Casos Particulares

#### a) Pureza dos Reagentes

#### • Receita para resolver:

1º) Quando é *dada* a massa *impura*, calcula-se inicialmente a massa *pura* assim:

2º) A partir daí o problema é resolvido normalmente como nos casos gerais.

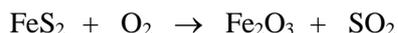
**Obs.2:** A massa impura é sempre maior que a massa pura, pois a massa impura é a *soma da massa pura com as impurezas*.

Quant. Impura	_____	100%
x	_____	% pureza (dada)
Onde x = quantidade pura		

**Obs.2:** A massa impura é sempre maior que a massa pura, pois a massa impura é a *soma da massa pura com as impurezas*.

3- A pirita (FeS<sub>2</sub>) é um minério de ferro, cuja ustulação (combustão) produz óxido férrico e dióxido de enxofre. Calcule o volume de dióxido de enxofre obtido nas CNTP, quando ustulamos completamente 60 kg de pirita, de 80% de pureza.

Dado: Fe = 56; S = 32; O = 16



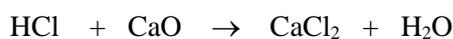
4- Deseja-se obter 180 l de dióxido de carbono medidos nas condições normais, pela calcinação de um calcário de 90% de pureza. Pede-se a massa de calcário necessária.

Dado: C = 12; O = 16; Ca = 40



5- 20 g de cal virgem impura (CaO) reagem completamente com 21,9 g de ácido clorídrico, produzindo cloreto de cálcio. Calcule a porcentagem de pureza da cal virgem utilizado.

Dado: Ca = 40; Cl = 35,5; O = 16; H = 1



#### b) Rendimento de Reação

#### • Receita para resolver

1º) Quando é dado o **rendimento** da reação, calcula-se inicialmente o que foi pedido de maneira normal, como nos casos gerais, ou seja, para um “**rendimento de 100%**”.

2º) Depois, calcula-se o valor pedido (**real**) que é o rendimento menor que 100%, assim

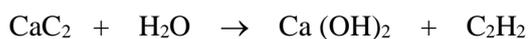
Quant. Calculada	—	100%
X	—	% rendimento (dado)
Onde x = quant. pedida no rendimento		

### Aplicações

6- Quantos litros de acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), nas CNTP, podem ser obtidos a partir de carbeto de cálcio (CaC<sub>2</sub>) na reação deste com 18 g de água. Sabendo-se que a reação também produz hidróxido de cálcio?

Sabe-se, ainda, que tal reação tem um rendimento de apenas 40%.

(Dado: Ca = 40, C = 12, O = 16, H = 1)



7- Deseja-se obter 40 kg de mercúrio segundo a equação: HgS + O<sub>2</sub>(Ar) → Hg + SO<sub>2</sub> que se processa com um rendimento de 80 %. Qual a massa de sulfeto mercúrio a ser empregado?

Dado: Hg = 200; S = 32; O = 16

8- Reagindo 18 g de alumínio com sulfato cúprico obteve-se 0,9 mols de cobre. Calcule o rendimento da reação.

Dado: Cu = 63,5; Al = 27; S = 32; O = 16



### d) Reagente em Excesso e Limitante

#### IMPORTANTE!!

1º) Numa reação química, os reagentes presentes **nem sempre** estão de acordo com os coeficientes da equação química balanceada.

2º) Nesse caso, um dos reagentes será consumido primeiro e vai determinar o final da reação, sendo chamado de **Reagente Limitante**.

3º) O outro reagente que não foi totalmente consumido ou “restou” é chamado de **Reagente em Excesso**.

#### • Receita para resolver

Quando são dadas duas quantidades de reagentes uma delas provavelmente está em excesso.

a) Risca-se uma delas colocando-se **X**

**X** for igual ao riscado: Não há excesso.

/

b) Se **X** for ↓ que o riscado: excesso no riscado.

\

**X** for ↑ que o riscado: excesso no outro dado.

### Aplicações

9- Reagindo 2 Mol de H<sub>2</sub> com 3 Mol de Cl<sub>2</sub>, calcule:

a) o número de Mol de HCl produzidos;

b) o número de Mol em excesso.

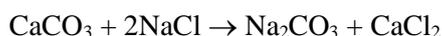
10- Calcule a massa de sulfato de sódio formada e a massa do reagente em excesso pela mistura de 147g de ácido sulfúrico com 100g de hidróxido de sódio. Dados: M.A ⇒ H = 1u; S = 32u; O = 16u; Na = 23u.

### Exercícios

1 - A embalagem de um sal de cozinha comercial com reduzido teor de sódio, o chamado "sal light", traz a seguinte informação: "Cada 100g contém 20 g de sódio ...". Isto significa que a porcentagem (em massa) de NaCl nesse sal é aproximadamente igual a : (massas molares [g/mol] Na = 23 ; NaCl = 58)

- a) 20
- b) 40
- c) 50
- d) 60
- e) 80

2 - O carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), utilizado na fabricação do vidro, é encontrado em quantidades mínimas. Ele, entretanto, pode ser obtido a partir de produtos naturais muito abundantes: O carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e o cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) com mostra a equação abaixo:



Determine quantos mols de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  estão presentes em 159 g desse sal. (M. atômica Na = 23; C = 12; O = 16)

- a) 15 mol
- b) 1,5mol
- c) 1, 05mol
- d) 0,15 mol
- e) 2,5 mol

3 - De um cilindro contendo 640 g de gás metano ( $\text{CH}_4$ ) foram retirados  $12,04 \cdot 10^{23}$  moléculas. Quantos mols do gás restaram no cilindro? (massas atômicas C= 12 ; H= 1)

- a) 20 mol
- b)38 mol
- c) 48 mol
- d) 58 mol
- e) 80 mol

4 Uma maneira de remover dióxido de carbono de naves espaciais é o uso de cal ( $\text{CaO}$ ) , que se transforma em carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Durante uma viagem espacial foram produzidos 50 kg de  $\text{CaCO}_3$  . A quantidade de dióxido de carbono expirada pelos astronautas é (Dados: m.at. : C= 12 ; Ca = 40 ; O = 16)

- a) 22 kg
- b) 44 kg
- c) 56 kg
- d) 44 kg
- e) 50 kg

5 - O cobre é um metal encontrado na natureza em diferentes minerais. Sua obtenção pode ocorrer pela reação da calcosita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) com a cuprita ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )



Numa reação com 60% de rendimento, determine a massa de cobre em g obtida a partir de 200 g de calcosita com 20,5 % de impureza (m. at. Cu = 63,5; S = 32 ; O = 16)

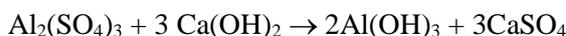
- a) 228,6 g
- b) 446,3 g
- c) 44,63 g
- d) 2,226 g
- e) 228,6 g

6 Uma amostra contendo 2,10 g de carbonato de magnésio ( $\text{MgCO}_3$ ) foi tratada com ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ) obtendo-se 476 mL de gás carbônico, medidos nas CNTP. Determine o rendimento da reação (m. at. Mg = 24; C = 12; O = 16).



- a) 83,5%
- b) 75%
- c) 95%
- d) 55%
- e) 85%

7 Nas estações de tratamento de água, eliminam-se as impurezas sólidas em suspensão através do arraste por flóculos de hidróxido de alumínio, produzidas na reação representada por:



Para tratar  $1,0 \times 10^6 \text{ m}^3$  de água foram adicionadas 17 toneladas de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Qual a massa de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  necessária para reagir completamente com esse sal aproximadamente (Dados: massas molares:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 342 \text{ g/mol}$ ;  $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74 \text{ g/mol}$ )?

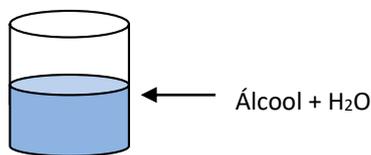
- a) 11,1 ton.
- b) 12,1 ton.
- c) 13,1 ton.
- d) 14,1 ton.
- e)15,5 ton.

8 (UFRGS) O dióxido de nitrogênio contribui para a formação de chuva ácida, como resultado de sua reação com água na atmosfera, de acordo com a equação abaixo.



Na reação entre 2,76g de  $\text{NO}_2$  e 0,54g de água , ocorre:

- a) excesso de 0,18g de água
- b) Produção de 1,26g de ácido nítrico
- c) formação de 0,90g de óxido nítrico ,NO.
- d) Formação de uma massa total de produtos (HNO<sub>3</sub>+ NO) igual a 3,30g.
- e) Consumo de 1,38g de dióxido de nitrogênio



## Soluções

**1- CONCEITO:** é toda mistura homogênea (dispersão) entre duas ou mais substâncias.

Ex: Água com açúcar, refrigerantes, ar atmosférico, vinagre etc.

➤ **Mistura Homogênea:** é a associação de duas ou mais substâncias puras, possuindo as mesmas propriedades em toda sua extensão.

**Obs:** Toda solução é formada por soluto e solvente

**SOLUÇÃO = SOLUTO + SOLVENTE**

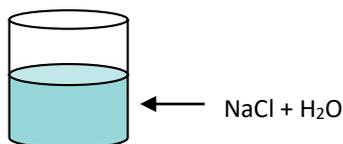
- **Soluto (disperso):** Em geral está em menor quantidade.

- **Solvente (dispersante):** Em geral está em maior quantidade e é quem determina o estado físico da solução (a solução terá o estado físico do solvente).

### • Importante!!!

Quando não for especificado o nome do solvente, subentende-se que o mesmo é a **H<sub>2</sub>O**.

Ex: Solução Aquosa de NaCl ou Solução de NaCl (NaCl + água)



Solução Alcoólica (Álcool + Água)

## 2- Classificação das Soluções

### 2.1- Quanto ao Estado Físico (depende do estado físico do solvente)

- **Líquidas** (+ usada em problemas)

Ex: H<sub>2</sub>O + SAL; H<sub>2</sub>O + Álcool...

- **Sólidas**

Ex: Au + Hg (liga metálica); Pt + H<sub>2</sub> ...

- **Gasosas**

Ex: Ar atmosférico (N<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>)

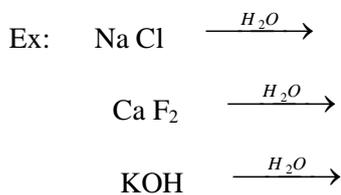
• O que está grifado é o solvente (↑ quantidade)

### 2.2- Quanto à Condutividade Elétrica.

**a) Soluções Iônicas ou Eletrolíticas:** são aquelas que conduzem a corrente elétrica, pois as partículas dispersas são íons.

Ex: **ácidos, bases e sais** quando dissolvidos em H<sub>2</sub>O formam soluções eletrolíticas.

- **Dissociação Iônica:** é a separação dos íons de uma “substância iônica” (**bases e sais**) que ocorre quando esta se dissolve em H<sub>2</sub>O.



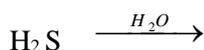
• **Importante!!!**

1- Quando a substância dissolvida é “iônica”, a solução resultante será sempre iônica, portando conduzirá a corrente elétrica.

2- Quando a substância dissolvida é “molecular”, a solução resultante poderá ser iônica ou molecular, dependendo da mesma sofrer ou não “ionização”.

- **Ionização:** é uma reação onde há a formação de íons, quando “certas” substâncias moleculares (**ácidos**) se dissolvem em  $\text{H}_2\text{O}$ .

Ex:



**b) Soluções Moleculares ou Não – Eletrolíticas:** são aquelas que não conduzem a corrente elétrica, pois às partículas dissolvidas são moléculas.

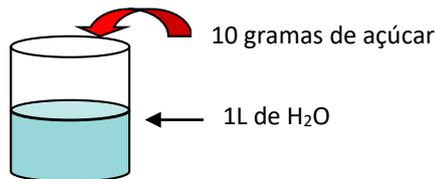
Ex: **sacarose, glicose e etanol** quando dissolvidos em água formam soluções não-eletrolíticas.

**Obs:** toda substância “molecular pura” não conduz corrente elétrica em nenhum estado físico, enquanto que as substâncias “iônicas puras” podem conduzir somente quando fundidas, pois no estado líquido os íons possuem mobilidade e no estado sólido estão presos no retículo cristalino.

**2.3- Quanto a Relação Solutivo/Solvente**

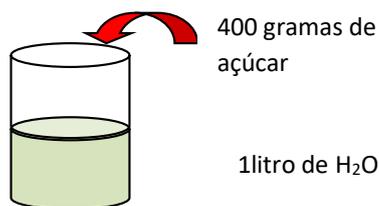
- **Soluções Diluídas:** é quando a quantidade de soluto é muito pequena em relação a quantidade de solvente.

Ex: Solução que contém 10 gramas de açúcar dissolvidos em 1 litro de solução.



- **Soluções Concentradas:** é quando a quantidade de soluto é grande em relação à quantidade de solvente.

Ex: Solução que contém 400 gramas de açúcar dissolvidos em 1 litro de solução.

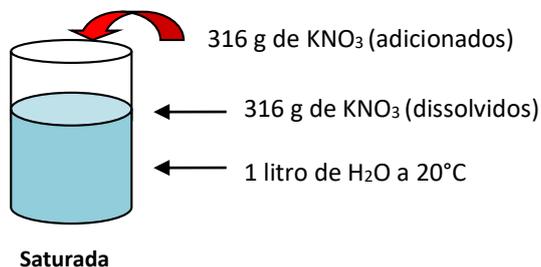


• **Coefficiente de Solubilidade  $K_s$  ou  $C_s$  :** é a massa de soluto que se pode dissolver em uma quantidade padrão de solvente para formar uma solução saturada a dada temperatura e pressão.

Ex:  $K_s$  do  $\text{KNO}_3$  em  $\text{H}_2\text{O}$  a  $20^\circ\text{C} = 316 \text{ g KNO}_3/1 \text{ litro g H}_2\text{O}$

- **Solução Saturada:** é aquela que possui a máxima quantidade de soluto dissolvido em determinada quantidade padrão de solução (**coeficiente de solubilidade**).

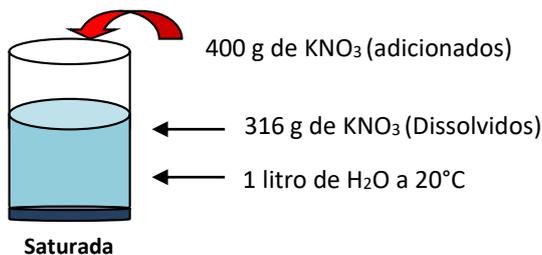
Ex: Em 1 litro de água a  $20^\circ\text{C}$  dissolve-se no máximo 316 g de nitrato de potássio.



Ex: Ks do KNO<sub>3</sub> em várias temperaturas.

Obs: em geral as substâncias aumentam a sua solubilidade com o aumento da temperatura (dissolução endotérmica), enquanto que outras diminuem a solubilidade com o aumento da mesma (dissolução exotérmica).

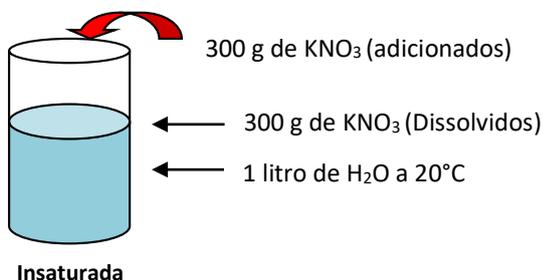
3- **CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES:** é a relação entre quantidade de soluto existente em uma quantidade definida de solvente ou solução.



Com corpo de fundo

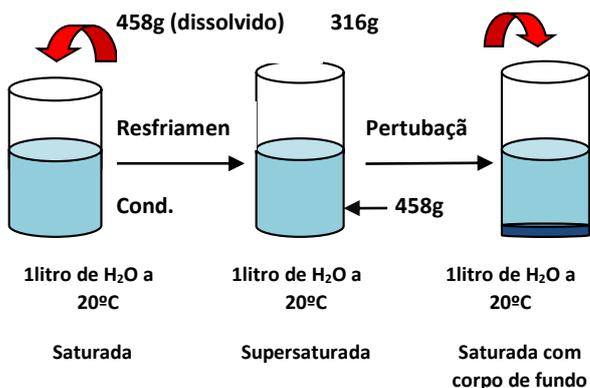
- **Solução Insaturada:** é aquela que possui a menor quantidade de soluto dissolvido que a solução saturada na mesma temperatura.

Ex:



- **Solução Supersaturada:** é aquela que possui uma quantidade maior de soluto que o Cs na mesma temperatura.

Ex:



Curvas de Solubilidade: são gráficos que relacionam os Ks das substâncias em função da temperatura.

$$\text{Concentração} = \frac{\text{Quantidade de Soluto}}{\text{Quantidade de Solvente ou Quantidade de Solução}}$$

• **Convenção:**

- Índice 1 para Soluto.
- Índice 2 para Solvente.
- Para a solução, não se usará índice.

**Tipos de concentração:**

3.1. TÍTULO

a) **TÍTULO EM MASSA (Tm):** é a relação entre a massa do soluto (m<sub>1</sub>) e a massa da solução (m).

$$Tm = \frac{m_1}{m} \text{ (adimensional)}$$

Onde:  $m = m_1 + m_2$

$$Tm = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

**Obs:** T% ou % em massa (%m): é a massa de soluto existente em 100 g de solução.

**Ex:** Solução de Glicose a 10% m

10g de Glicose \_\_\_\_\_ 100g de Solução (T% = 10% → T = 0,10)

$$\%m = Tm \times 100$$

ou

$$\%m = \frac{m_1}{m} \times 100$$

### QUESTÕES:

1- Qual o título e a percentagem em massa (% p/p) de uma solução que contém 50 g de NaOH dissolvidos em 350 g de solvente?

2- Que massa de solução 25% em massa, podemos preparar com 2 g de soluto?

**b) TÍTULO EM VOLUME (Tv):** é a relação entre o volume do soluto (V<sub>1</sub>) e o volume da solução (V).

$$TV = \frac{V_1}{V}$$

Onde:  $v = v_1 + v_2$

$$TV = \frac{V_1}{V_1 + V_2}$$

$$0 < T < 1$$

**Obs:** Tv% ou % em volume (%v): é o volume de soluto existente em 100 ml de solução.

**Ex:** Solução Alcoólica a 20% v

20 ml de álcool \_\_\_\_\_ 100ml de solução (Tv% = 20% → Tv = 0,20)

$$\%V = TV \times 100$$

ou

$$\%V = \frac{V_1}{V} \times 100$$

### QUESTÕES:

3- Qual a % V de uma solução que possui 800 ml de soluto dissolvidos em 4.200 ml de solução?

**3.2. CONCENTRAÇÃO COMUM (C):** é a relação entre a massa do soluto e o volume da solução.

$$C = \frac{m_1}{V}$$

**Unidade:** g/l (mais usado)

m<sub>1</sub> = massa de soluto.

V = volume de solução.

### QUESTÕES:

5- Qual a concentração comum de solução que possui 10 g de NaCl em 200 ml de solução?

6- 500 cm<sup>3</sup> de uma solução contém 8 g de soluto por litro de solução. Qual a massa de soluto da referida solução.

**DENSIDADE (d):** é a relação entre a massa da solução e o volume da solução.

$$d = \frac{m}{V}$$

Unidade: g/ml ou g/cm<sup>3</sup>

m = massa da solução

V = volume do sistema

• **Relação entre Concentração Comum, Densidade e Título:**

$$C = d \cdot T \rightarrow (d = \text{g/l})$$

$$C = d \cdot T \cdot 1000 \rightarrow (d = \text{g/ml})$$

↻ **QUESTÕES:**

7- Uma estação de tratamento de água adicionou cloro (Cl<sub>2</sub>), um eficiente bactericida, até 0,4% em massa. Sabendo-se que a solução final apresentou densidade igual a 1,0 g/ml, determine a concentração de cloro em gramas por litro.

8- Uma solução de Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> apresenta densidade igual 1,15 g/cm<sup>3</sup>. Sabendo que 150 g dessa solução contém 60 g de Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>, calcular a concentração comum dessa solução.

**3.3. CONCENTRAÇÃO MOLAR OU MOLARIDADE (M):** é a relação entre o número de mols do soluto e o volume da solução.

$$M = \frac{n_1}{V(l)}$$

$$n_1 = \frac{m_1}{\text{Massa Molar}_1}$$

$$M = \frac{m_1}{\text{Massa Molar}_1 \cdot V(l)}$$

Unidade: Molar ou mol/l

**Ex:** Solução decimolar (0,1 mol/l) de NaCl (em cada 1 l de solução existem 0,1 mol de NaCl dissolvidos).

↻ **QUESTÕES:**

11- São dissolvidos 19,6 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em água suficiente para 800 cm<sup>3</sup> de solução. Qual é a molaridade dessa solução?

12- Determine a massa de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> que deve ser dissolvida em H<sub>2</sub>O para obter 1,2 L de solução 2,0 M.

**Obs: MOLARIDADE DE ÍONS** (depende de 2 fatores)

- 1- Do número de cátions e ânions liberados por cada fórmula da substância.
- 2- Do grau de ionização (**Ácido**) ou dissociação iônica (**Base e Sal**)  $\alpha$  da substância que irá corrigir o fator acima para valores reais.

↻ **QUESTÕES:**

13- Qual a concentração real dos íons Mg<sup>+2</sup> e PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> em uma solução 0,5 M, sabendo-se que o grau de dissociação iônica da substância é igual a 70%.

14- 200 ml de uma solução contém 5,3 g de carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Calcular a concentração molar dessa solução em relação ao sal e aos íons Na<sup>+</sup> e CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>.

• **Relação entre Concentração Comum, Molaridade e Densidade.**

$$C = M \cdot \text{Massa Molar}_1$$

$$M = \frac{d \cdot T}{\text{Massa Molar}_1}$$

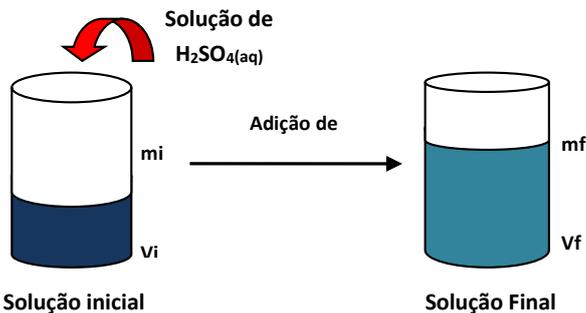
## QUESTÕES:

15- Temos 400 ml de uma solução 0,15 M de NaOH. Determinar a massa de NaOH nessa solução e a concentração comum.

16- Qual é a molaridade de uma solução aquosa de etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) de concentração igual a 4,6 g/L? (Massa molar do etanol = 46 g mol<sup>-1</sup>)?

4. **Diluição de Soluções:** diluir uma solução consiste em adicionar uma porção de solvente puro, ou seja, diminuir a concentração de uma solução.

Ex:



$$\text{-Solução inicial: } C_i = \frac{m_i}{V_{i(0)}} \rightarrow m_i = C_i \cdot V_{i(0)}$$

$$\text{-Solução final: } C_f = \frac{m_f}{V_{f(0)}} \rightarrow m_f = C_f \cdot V_{f(0)}$$

\* Uma vez que **m** é constante temos:

$$\text{(inicial) } m_1 = m_1 \text{ (final)}$$



$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

$$V_f = V_i + V_{ad}$$

Pode-se também utilizar:

$$M_i \cdot V_i = M_f \cdot V_f$$

$$T_i \cdot V_i = T_f \cdot V_f$$

Obs: A adição de solvente não altera a quantidade de soluto (**m<sub>1</sub>**, **n<sub>1</sub>** e **neq<sub>1</sub>**), mas aumenta a quantidade total de solução (**m** e **V**), o que provoca uma diminuição da concentração.

## QUESTÕES:

17- Diluindo-se 200 ml de solução 5 molar de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 250 ml, qual a molaridade final?

18- Qual o volume de H<sub>2</sub>O que se deve adicionar a 250 ml de solução 2 M de NaOH a fim de torna-la 0,5 M?

19- Qual a concentração comum de uma solução 80 g/l se adicionarmos 40 ml de H<sub>2</sub>O a 60 ml de solução?

## TERMOQUÍMICA

1- **CONCEITO:** estuda as variações de energia que ocorrem em uma reação química (estuda o calor das reações).

**Importante!!**

A- Toda reação química é acompanhada de uma variação de energia.

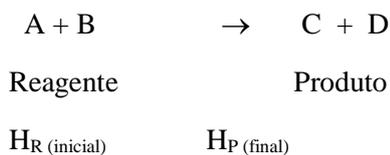
B- A variação de energia mais comum numa reação é o calor.

C- Como as reações são efetuadas em geral a pressão (1atm) constante (ao ar livre), o calor medido é chamado de variação de entalpia ( $\Delta H$ ).

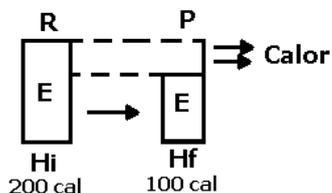
2- **ENTALPIA (H)**: é o conteúdo de energia do sistema, ou seja, é a energia armazenada no sistema.

• **Variação de Entalpia ( $\Delta H$ )** (Convenção)

$$\Delta H = H_P (\text{produtos}) - H_R (\text{reagentes})$$



•  $\Delta H < 0$  (-)  $\Rightarrow$  processo exotérmico

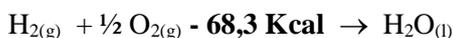


$$\Delta H = H_P - H_R (H_P < H_R)$$

$$\Delta H = 100 - 200 \Rightarrow \Delta H = -100 \text{ cal}$$

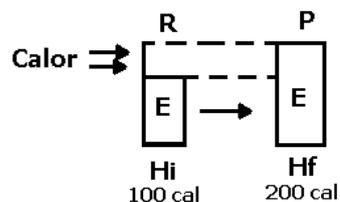
• **Reação Exotérmica (libera calor)**

Ex:



$$\Delta H = H_P - H_R (H_P < H_R) \quad \Delta H < 0 (-)$$

•  $\Delta H > 0$  (+)  $\Rightarrow$  processo endotérmico

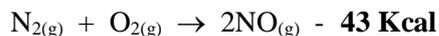
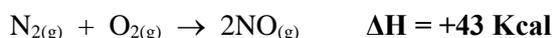


$$\Delta H = 200 - 100 (H_P > H_R)$$

$$\Delta H = +100 \text{ cal}$$

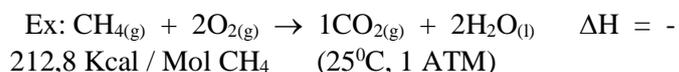
• **Reação Endotérmica (absorve calor)**

Ex:



$$\Delta H = H_P - H_R (H_P > H_R) \quad \Delta H > 0 (+)$$

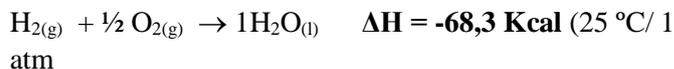
4- **EQUAÇÃO TERMOQUÍMICA**: é a forma correta de representar uma reação química e o calor envolvido na mesma.



Obs: Condições normais "C.N.T.P." (0°C, 1 ATM)

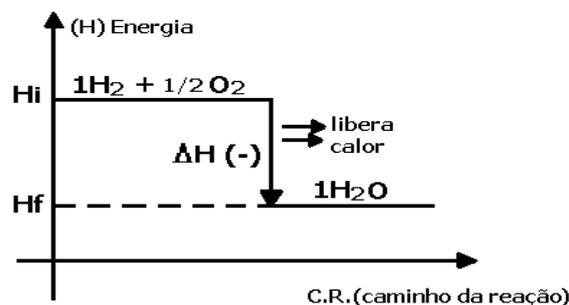
### 5- GRÁFICOS DE ENTALPIA (H)

EX1: Reação de formação de 1 mol de H<sub>2</sub>O.



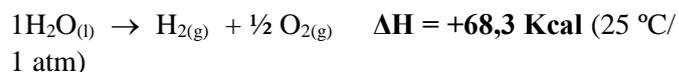
$$\Delta H = H_P - H_R (H_P < H_R)$$

$$\Delta H < 0 (-)$$



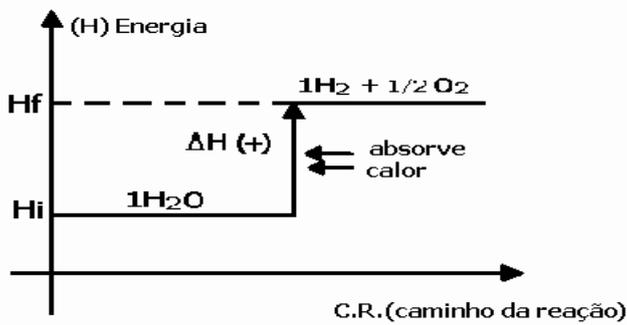
EX2:

Reação de decomposição de mol de H<sub>2</sub>O



$$\Delta H = H_P - H_R (H_P > H_R)$$

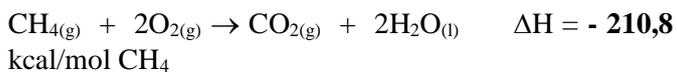
$$\Delta H > 0 (+)$$



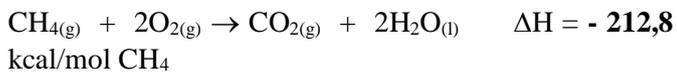
## 6- FATORES QUE INFLUENCIAM NO ΔH

**a- Temperatura:** o ΔH depende da variação de temperatura.

### • 20°C t<sub>1</sub> (experimento 1)



### • 25°C t<sub>2</sub> (experimento 2)



**b- Quantidade de substância:** o ΔH depende da quantidade de substância reagente.



$$\Delta H = - 24 \text{ Kcal}$$



$$\Delta H = - 48 \text{ Kcal}$$

## 8- Cálculo teórico do ΔH de uma reação.

### 8.1- Cálculo do ΔH pela entalpia de formação das substâncias

$$\Delta H_{\text{reação}} = \sum \Delta H_f^\circ (\text{produtos}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{reagentes})$$

FINAL                      INICIAL

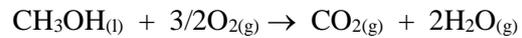
## Exercícios

4- Calcular a variação de entalpia observada na queima de metanol (CH<sub>3</sub>OH).

Dados:  $\Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{OH}) = - 57,0 \text{ Kcal.mol}^{-1}$

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) = - 68,0 \text{ Kcal.mol}^{-1}$$

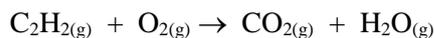
$$\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2) = - 94,0 \text{ Kcal.mol}^{-1}$$



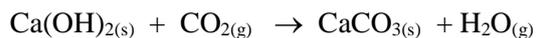
5- Dadas as entalpias de formação de 1 atm e 25 °C

Substância	ΔH <sub>f</sub> (Kcal/mol)
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (g) _____	+ 54
CO <sub>2</sub> (g) _____	- 94,1
H <sub>2</sub> O(g) _____	- 68,3

Determinar a entalpia de combustão de acetileno segundo a reação.



6- Os romanos utilizavam CaO como argamassa nas construções rochosas. O CaO era misturado com água, produzindo Ca(OH)<sub>2</sub>, que reagia lentamente com o CO<sub>2</sub> atmosférico, dando calcário.



Dados :

$$\Delta H_f^\circ \text{ Ca}(\text{OH})_2 = - 1000 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ CaCO}_3 = - 1.200 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2 = - 400 \text{ KJ/mol}$$

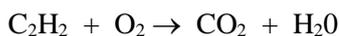
$$\Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O} = - 240 \text{ KJ/mol}$$

A partir dos dados:

Determine a variação de entalpia da reação em KJ/mol.

7- Sabendo-se que os calores de formação da  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  e  $\text{CO}_{2(g)}$  são respectivamente  $-68,3$  Kcal/mol e  $-94,1$  Kcal/mol e que o calor de combustão do gás metano é  $-212,8$  Kcal/mol. Determinar o calor de formação do gás metano.

8- O acetileno é um gás de grande uso comercial, sobretudo em maçaricos de oficinas de funilaria. Qual a quantidade de calor fornecida pela combustão completa de **5,2 kg** de acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ), a **25°C**, sabendo-se que as entalpias de formação, a **25°C**, são: do  $\text{CO}_{2(g)}$  = **-94,1 kcal/mol**; da  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  = **-68,3 kcal/mol**; do  $\text{C}_2\text{H}_{2(g)}$  = **+54,2 kcal/mol**.



## 8.2- Cálculo do $\Delta H$ pela lei de HESS

### • Lei de Hess

A variação de entalpia de uma reação química depende somente dos estados "INICIAL e FINAL" da reação, independentemente dos estados intermediários que a reação passou.

### • Conseqüência da Lei de Hess

Uso das equações termoquímicas como se fossem equações matemáticas, pois podemos soma-las, subtraí-las, multiplica-las, dividi-las e invertê-las.

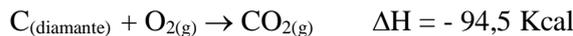
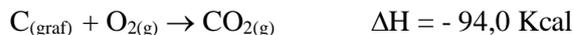
### • Importância da Lei de Hess

Permite o cálculo da  $\Delta H$  teórico de reações difíceis de serem calculadas experimentalmente.

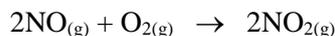
**Conclusão:** O  $\Delta H$  de um processo é o mesmo, seja numa transformação direta ou em etapas.

Exercícios

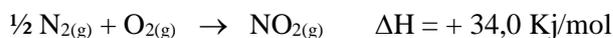
9- Dadas as equações de combustão do carbono grafite e diamante. Determine o valor de  $\Delta H$  na transformação de  $\text{C}_{(\text{graf})} \rightarrow \text{C}_{(\text{diamante})}$ .



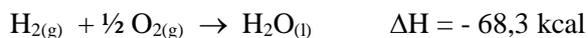
10- Em grandes centros urbanos, é possível encontrar uma coloração marron no ar, decorrente da formação de gás  $\text{NO}_2$  na reação entre o  $\text{NO}_{(g)}$  produzido por motores à combustão, com oxigênio do ar:



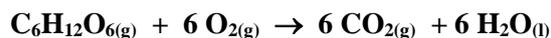
Determine a variação de entalpia desse processo, em KJ/mol de  $\text{NO}_{2(g)}$ .



11- Determine a entalpia de combustão ( $\Delta H$ ) do etileno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), sendo dado:

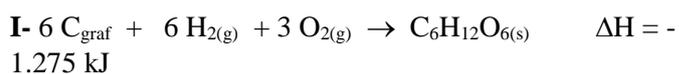


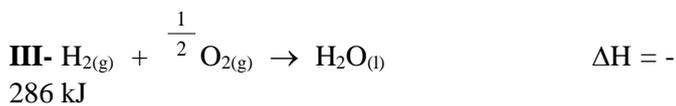
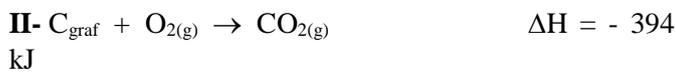
12- Na respiração celular a glicose reage com o oxigênio de acordo com a equação:



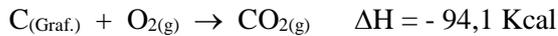
Qual o  $\Delta H$  do processo?

Dados:



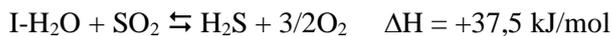


13- Dadas às equações termoquímicas das reações abaixo:



Calcule a entalpia de formação do benzeno ( $C_6H_6$ ).

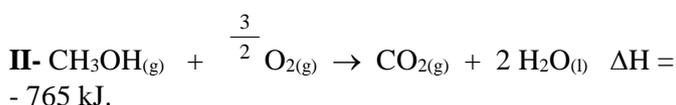
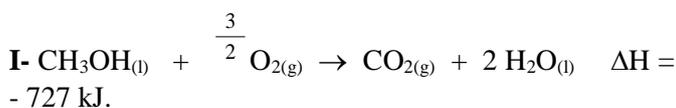
14- A água da chuva nunca teve a pureza que o senso comum lhe atribui, mas por obra e graça de nossa civilização, os gases, matéria orgânica e fuligens, que resultam de atividades humanas, interferem no processo de formação das nuvens, o que redundará em chuva ácida. Com base nas reações I, II e III, a entalpia da reação de formação da chuva ácida ( $H_2S + 2O_2 \rightleftharpoons H_2SO_4$   $\Delta H = ?$ ) é:



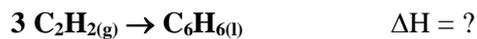
15- Determine o  $\Delta H$  da liquefação de **1 mol** de metanol, de acordo com a seguinte equação:



Dados:

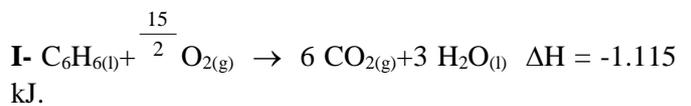


16- O gás acetileno,  $C_2H_2$ , pode transformar-se em benzeno, um importante solvente para substâncias apolares, de acordo com a seguinte equação:



Com base nessas informações, determine o  $\Delta H$  desse processo.

Dados:



### Exercícios extras Soluções

#### Questão 01

UESPI

Certa substância x pode ser dissolvida em até 53 g a cada 100 mL de água ( $H_2O$ ). As soluções formadas por essa substância, descritas a seguir, podem ser classificadas, respectivamente, como

1. 26,5 g de X em 50 mL de  $H_2O$
2. 28 g de X em 100 mL de  $H_2O$
3. 57,3 g de X em 150 mL de  $H_2O$
4. 55 g de X em 100 mL de  $H_2O$

A) Insaturada, insaturada, saturada com precipitado e saturada.

B) Saturada, saturada, saturada com precipitado e insaturada.

C) Saturada com precipitado, insaturada, saturada e saturada.

D) Saturada com precipitado, insaturada, insaturada e saturada.

E) Saturada, insaturada, insaturada e saturada com precipitado.

### Questão 02

As soluções são misturas homogêneas que possuem uniformidade em suas propriedades. Sobre soluções, é correto afirmar que:

- A) Para gases dissolvidos em um líquido, o aumento da temperatura resulta em aumento da solubilidade.
- B) O aumento da pressão aumenta a solubilidade de um gás em um líquido.
- C) A mistura do gás acetileno com o gás oxigênio não pode ser considerada uma solução homogênea.
- D) Não existem soluções sólidas.
- E) Nem todas as misturas gasosa

### Questão 03

No laboratório, um estudante do curso de química da UVA preparou soluções aquosas dos seguintes compostos: ácido clorídrico (HCL) e hidróxido de sódio (NaOH). Assim, pode-se dizer que:

I - moléculas de HCl se ionizam doando prótons às moléculas da água, que se tornam íons hidrônio.

II - cristais de NaOH se dissociam doando prótons às moléculas da água, que se transformam em íons hidróxido.

III - uma solução acida reage com uma solução alcalina neutralizando-a, formando óxido mais água.

IV - certas substâncias (indicadores), na presença de um ácido, apresentam uma cor e, na presença de uma base, adquirem uma cor diferente.

A sequência correta está em:

- A) F-V-F-V.
- B) V-F-F-V.
- C) V-F-V-F.
- D) F-V-V-F.

### Questão 04

A titulação é uma técnica analítica que permite determinar a concentração de uma solução a partir de uma solução padrão. A titulação é empregada, principalmente, na determinação de acidez ou basicidade de soluções.

Um analista, para determinar a acidez de uma amostra de ácido clorídrico (HCl), de 1,5 mL, realizou a sua titulação com uma solução padrão de KOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup>. Após ter feito a titulação por 3 vezes, o analista encontrou o volume médio de consumo de KOH igual a 5,5 mL. Após realizar os cálculos necessários, o analista determinou que [HCl] era igual a:

- A) 0,366 mol.L<sup>-1</sup>
- B) 0,466 mol.L<sup>-1</sup>
- C) 4,000 mol.L<sup>-1</sup>
- D) 7,000 mol.L<sup>-1</sup>

### Questão 05

O soro caseiro, que serve para combater a desidratação causada por diarreia ou vômito, é uma solução aquosa contendo sal de cozinha (NaCl) e açúcar (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>). Ele pode ser feito misturando-se 3,5g de sal de cozinha e 20g de açúcar em 1L de água. Em relação ao soro caseiro, assinale a alternativa CORRETA:

Dados:

Coefficiente de Solubilidade do NaCl: 36g NaCl/100mL de água a 20°C; Coeficiente de Solubilidade do C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>: 33g C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>/100mL de água a 20°C.

- A) Sabendo que o sal de cozinha e o açúcar são dissolvidos totalmente na solução, podemos afirmar que esta é uma solução supersaturada.
- B) O açúcar pode ser considerado o solvente da solução, já que está em maior quantidade que o sal de cozinha.
- C) Considerando a solubilidade do NaCl em água e a quantidade de sal de cozinha adicionado para preparar o soro caseiro, podemos dizer que todo o NaCl estará dissolvido nesta solução a 20°C.
- D) Considerando a solubilidade do C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> em água, podemos afirmar que parte do açúcar adicionado na preparação do soro caseiro a 20°C não se dissolve, formando um corpo de fundo.
- E) Ao misturarmos água, sal de cozinha e açúcar, nas proporções mencionadas, formamos uma mistura heterogênea.

### Questão 06

Analise as afirmações a seguir.

I - A solução é uma propriedade que uma substância possui de formar com outra substância uma solução.

II - Solutos é o material que se dispersa no solvente, formando uma mistura homogênea.

III - A solubilidade é um sistema formado por duas ou mais substâncias que apresenta aspecto uniforme em toda sua extensão.

IV - Coeficiente de solubilidade é a máxima quantidade de soluto que se dissolve em certa quantidade fixa de solvente a determinada temperatura.

Todas as afirmações **corretas** estão em:

A) I - II - III

B) II - III - IV

C) II - IV

D) III - IV

### Questão 07

As soluções podem ser classificadas de acordo com a quantidade de soluto presente nas mesmas. A temperatura tem uma influência significativa nesta classificação, mas também no coeficiente de solubilidade de um determinado soluto. Como seria classificada uma solução de um determinado soluto que apresenta um coeficiente de solubilidade hipotético de 15g soluto / 100 g de H<sub>2</sub>O (27°C), quando em um copo de 100 mL for dissolvido 15,5g de tal soluto? Considere que o volume de água é de 100 mL e a temperatura ambiente é de 27°C. (d = 1 g/mL).

A) Saturada

B) Insolúvel

C) Insaturada

D) Supersaturada

E) Saturada com corpo de fundo

### Questão 08

Ao estudar a solubilidade das substâncias I, II e III utilizando água e gasolina como solventes, um estudante obteve os dados apresentados na tabela seguinte:

Solventes	Substâncias		
	I	II	III
Água	Solúvel	Insolúvel	Solúvel
Gasolina	Pouco Solúvel	Solúvel	Pouco Solúvel

Marque a alternativa que apresenta a afirmação correta em relação aos dados da tabela.

A) A substância II é polar.

B) As forças intermoleculares que existem entre as moléculas da substância II são do tipo ligações de hidrogênio.

C) Pode-se assegurar que I e III correspondem à mesma substância.

D) As substâncias II e III são apolares.

E) As substâncias I e III são polares.

### Questão 09

PUC-RS

Adoçar um cafezinho com algumas colheres de açúcar é uma experiência familiar a todos. Sobre essa situação, é correto afirmar que

A) Maiores quantidades de açúcar permitem adoçar o café mais rapidamente, já que a superfície de contato com a solução é menor.

B) A presença de açúcar previamente dissolvido no café favorece a dissolução de mais açúcar, com base no princípio “semelhante dissolve semelhante”.

C) O uso de açúcar de granulação grossa retarda a dissolução, já que os grãos maiores são mais robustos e menos quebradiços.

D) A agitação com colher acelera sensivelmente a velocidade de dissolução, pois a maior movimentação das partículas produz um aumento de temperatura.

E) A temperatura elevada do café favorece a rápida dissolução do açúcar, uma vez que as partículas se movem com maior velocidade e todos os processos moleculares ficam acelerados, inclusive o de dissolução.

### Questão 10

UESPI

Certa substância x pode ser dissolvida em até 53 g a cada 100 mL de água (H<sub>2</sub>O). As soluções formadas por essa substância, descritas a seguir, podem ser classificadas, respectivamente, como

1. 26,5 g de X em 50 mL de H<sub>2</sub>O

2. 28 g de X em 100 mL de H<sub>2</sub>O

3. 57,3 g de X em 150 mL de H<sub>2</sub>O

4. 55 g de X em 100 mL de H<sub>2</sub>O

- A) Insaturada, insaturada, saturada com precipitado e saturada.
- B) Saturada, saturada, saturada com precipitado e insaturada.
- C) Saturada com precipitado, insaturada, saturada e saturada.
- D) Saturada com precipitado, insaturada, insaturada e saturada.
- E) Saturada, insaturada, insaturada e saturada com precipitado.

### Questões extras de estequiometria

#### Questão 01

UFPE

Considere as reações químicas seguintes.

1.  $2 K_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2 KCl_{(s)}$
2.  $2 Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2 MgO_{(s)}$
3.  $PbSO_{4(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow PbS_{(s)} + Na_2SO_{4(s)}$
4.  $CH_{4(g)} + 2 O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2 H_2O_{(l)}$
5.  $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$

Podemos afirmar que

- A) Todas estão balanceadas.
- B) 2, 3 e 4 estão balanceadas.
- C) Somente 2 e 4 estão balanceadas.
- D) Somente 1 não está balanceada.
- E) Nenhuma está corretamente balanceada, porque os estados físicos dos reagentes e dos produtos são diferentes.

#### Questão 02

São Camilo-SP

Um frasco de 150 mL de um medicamento para tratamento de azia contém suspensão oral de hidróxido de alumínio Al(OH)<sub>3</sub>. Cada 10 mL dessa suspensão contém 0,624 g de Al(OH)<sub>3</sub>. O hidróxido de alumínio apresenta uma ação antiácida reagindo com o ácido

clorídrico do estômago, resultando em cloreto de alumínio e água.

Disponível em: < www.anvisa.gov.br >. Adaptado.

A soma dos menores valores inteiros dos coeficientes estequiométricos da equação balanceada para a reação química descrita no texto é

- A) 8
- B) 7
- C) 4
- D) 5
- E) 6

#### Questão 03

PUC-RJ

O óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) é utilizado como antiácido. A reação que ocorre no estômago é:



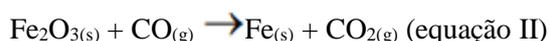
Os coeficientes x, y, z e w são, respectivamente,

- A) 1, 2, 3 e 6.
- B) 1, 6, 2 e 3.
- C) 2, 3, 1 e 6.
- D) 2, 4, 4 e 3.
- E) 4, 2, 1 e 6.

#### Questão 04

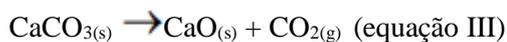
FTT-SP

A siderurgia é um dos setores industriais mais importantes no Brasil. A produção do ferro-gusa ocorre em reatores denominados altos-fornos. Nele empregam-se como matérias-primas o minério de ferro, rico em hematita, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e o coque, material rico em carbono que, no interior do alto-forno, dá origem ao monóxido de carbono, que participa da formação do ferro metálico. Essas reações são representadas por



Nos altos-fornos são empregados, também, o calcário, rico em CaCO<sub>3</sub>. Essa substância se decompõe formando CaO que, por sua vez, reage com as impurezas do

minério de ferro, a sílica,  $\text{SiO}_2$ , formando  $\text{CaSiO}_3$ , que é removido como subproduto na forma de escória.



A soma dos menores valores inteiros dos coeficientes estequiométricos da equação II corretamente balanceada é

- A) 4
- B) 5
- C) 7
- D) 8
- E) 9

### Questão 05

USCS-SP

O ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) é utilizado como acidulante nos refrigerantes. Esse ácido pode ser preparado pela reação do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) com fosfato de sódio ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ), da qual resulta também o sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). A somatória dos menores valores inteiros dos coeficientes estequiométricos da equação da reação, corretamente balanceada, é

- A) 8
- B) 6
- C) 12
- D) 10
- E) 4

### Questão 06

Fuvest-SP

Um sólido S é decomposto por aquecimento, e o produto sólido obtido, ao reagir com água, forma hidróxido de cálcio. Este reage com carbonato de sódio, produzindo soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ) e regenerando o sólido S, que é reciclado.

Qual é a fórmula de S e sua respectiva massa necessária para iniciar um ciclo de produção de soda cáustica a partir de 1,06 tonelada de carbonato de sódio?

Admita, em todas as etapas, um rendimento de 100%.

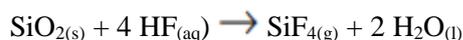
Dados Massas molares (g/mol): C = 12; O = 16; Na = 23; Ca = 40

- A) CaO e 0,56 t
- B) CaO e 1,12 t
- C)  $\text{Ca(OH)}_2$  e 1,06 t
- D)  $\text{CaCO}_3$  e 1,00 t
- E)  $\text{CaCO}_3$  e 2,00 t

### Questão 07

UERJ

Em processos de gravação de letras e figuras em peças de vidro, o ácido fluorídrico reage com o dióxido de silício, principal constituinte do vidro, de acordo com a seguinte equação:



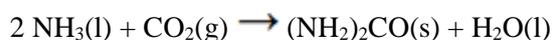
Na gravação de uma determinada peça de vidro, foi empregada uma solução aquosa de HF com concentração de  $2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , verificando-se a formação de 1,12 L de  $\text{SiF}_4$ , medidos nas CNTP.

O volume, em mililitros, de solução ácida utilizado correspondeu a

- A) 50
- B) 100
- C) 150
- D) 200

### Questão 08

A ureia e creatinina são duas substâncias presentes na corrente sanguínea, que podem ser dosadas através de exame de sangue. As concentrações de ureia e creatinina aumentam quando a capacidade dos rins de filtrar o sangue fica afetada, passando a funcionar de forma inadequada. Amônia e gás carbônico podem reagir formando ureia e água, de acordo com a equação abaixo:



Qual é a massa aproximada de gás carbônico, minimamente necessária, para reação completa com 170 g de amônia?

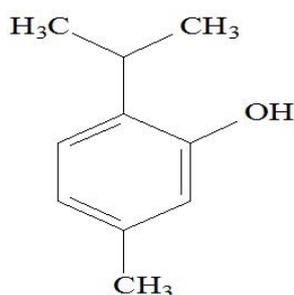
Dados: massas molares em  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ : H = 1; C = 12; O = 16; N = 14.

- A) 55 g
- B) 110 g
- C) 220 g
- D) 330 g
- E) 440 g

# Revisão

## 1 AULA 1 – INTRODUÇÃO À ORGÂNICA

1- As bactérias são micro-organismos que durante muitos e muitos anos foram, e continuam sendo, um problema para a medicina, principalmente pelo potencial que elas apresentam em provocar infecções durante cirurgias. Desde o ano de 1867, soluções à base de fenol são utilizadas para eliminar ou diminuir a quantidade de bactérias. Essas soluções são denominadas antissépticos, como a estrutura a seguir:

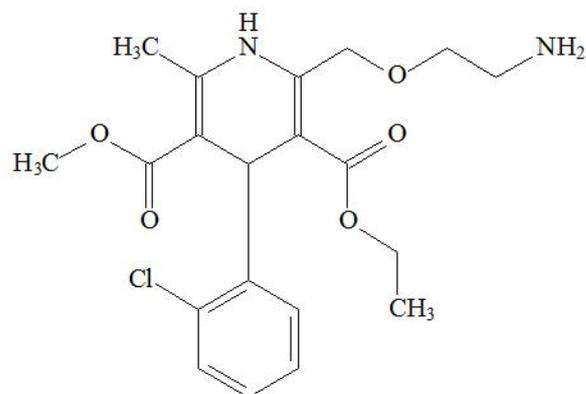


Com base na estrutura química acima, qual o número de ligações sigma presentes nela?

- a) 21
- b) 22
- c) 23
- d) 24
- e) 25

2- A fórmula estrutural a seguir pertence a uma substância denominada anlodipino, a qual é utilizada como vasodilatadora, isto é, que aumenta o diâmetro dos vasos sanguíneos, e hipotensora, cuja função é diminuir

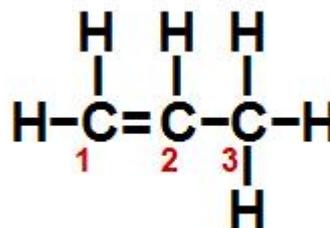
a pressão arterial.



Analisando sua estrutura, podemos afirmar que se encontram nela quantas carbonos secundários e primários respectivamente?

- a) 7 e 5
- b) 4 e 7
- c) 7 e 8
- d) 6 e 7
- e) 7 e 6

3 - (ITA-SP) Em relação à molécula esquematizada abaixo, são feitas as seguintes afirmações:



- I. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existe uma ligação sigma.
- II. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existe uma ligação pi.
- III. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existem duas ligações sigma.
- IV. Entre os átomos de carbono 1 e 2 existem duas ligações pi.
- V. Todas as ligações entre os átomos de carbono e hidrogênio são ligações sigma.

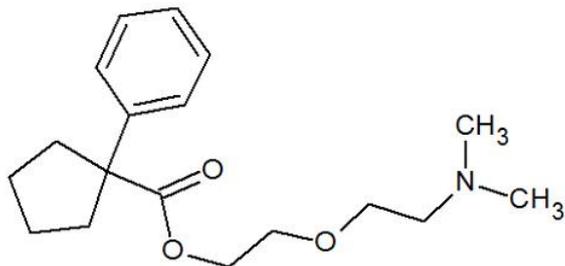
Entre as afirmações feitas, estão corretas apenas:

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

d) I, III e V.

e) II, IV e V.

4 -A tosse pode ser combatida por meio da utilização de um composto orgânico denominado pentoxiverina, cuja fórmula estrutural está representada a seguir:



Analisando a fórmula estrutural desse importante princípio ativo, podemos afirmar que nela existem quantas ligações pi?

a) 1

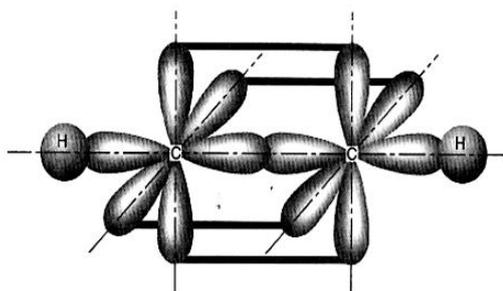
b) 2

c) 3

d) 4

e) 5

5- O etino é um alcino de baixa massa molar que se apresenta no ambiente no estado gasoso por causa de seu baixo ponto de ebulição. Sua fórmula estrutural pode ser representada de forma esquemática, como da seguinte maneira:



Sobre essa molécula, podemos afirmar que:

a) Possui uma ligação pi e três ligações sigma.

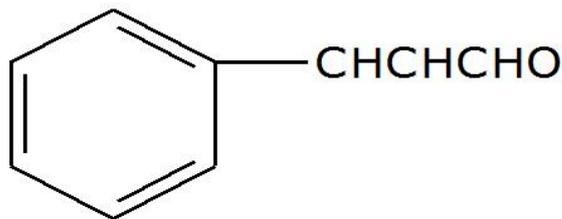
b) Possui duas ligações pi e duas sigmas.

c) Possui duas ligações sigma e uma pi.

d) Possui três ligações pi e uma ligação sigma.

e) possui duas ligações pi e três sigmas.

6- (PUC-MG) A substância responsável pelo odor característico da canela (*Cinnamomum zeulanicum*) tem nome usual de aldeído cinâmico.



Qual o número de ligações pi presentes nesse composto:

a) 1

b) 2

c) 3

d) 5

e) 6

7- (Unifaminas/2019 adaptada) O ácido 2-hidroxiopropanoico, liberado no suor, possui massa molar de 90 g/mol e, ainda, função mista. Assinale a alternativa que corresponde corretamente ao número de ligações sigma e pi, respectivamente, deste composto.

a) 3 e 0

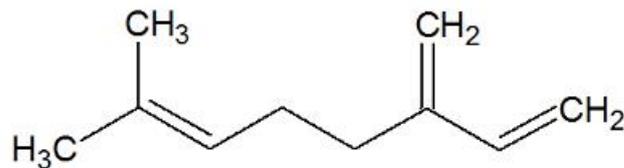
b) 10 e 2

c) 10 e 2

d) 11 e 1

e) 11 e 2

8 - (UNIVALI-SC) O gosto amargo, característico da cerveja, deve-se ao composto mirceno, proveniente das folhas de lúpulo, adicionado à bebida durante a sua fabricação.



A fórmula estrutural do mirceno apresenta:

a) um carbono terciário.

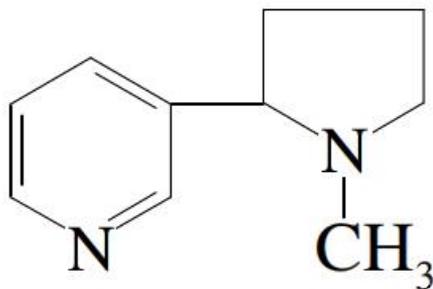
b) cinco carbonos primários.

c) cadeia carbônica heterogênea.

d) cadeia carbônica saturada e ramificada.

e) cadeia carbônica acíclica e insaturada.

9- A nicotina, uma substância presente no cigarro e capaz de aumentar a frequência cardíaca, apresenta a seguinte estrutura:



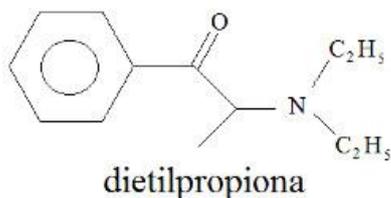
Ela apresenta uma quantidade de ligações pi em carbonos secundários igual a:

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

10 - (PUC-MG) O composto abaixo que se apresenta como molécula quiral é:

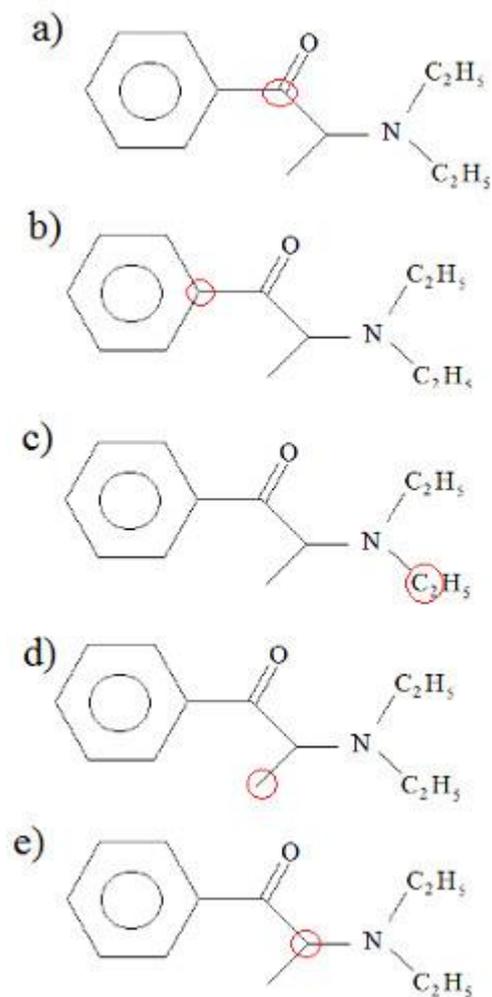
- a)  $\text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H}$
- b)  $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CO}_2\text{H}$
- c)  $\text{HOCH}_2\text{CO}_2\text{H}$
- d)  $\text{CH}_3\text{CHOHCO}_2\text{H}$
- e)  $\text{CHOC}_2\text{H}_5$

11- A dietilpropiona mostrada abaixo é uma das substâncias presentes em drogas psicoestimulantes:



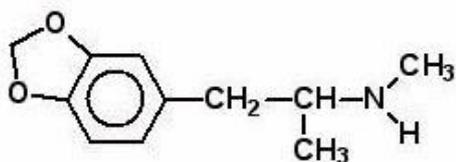
Fórmula estrutural da dietilpropiona

Assinale a alternativa em que está circulado o átomo de carbono quiral da dietilpropiona:



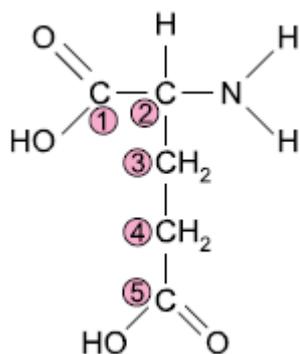
12- A 3,4-metilenodioximetanfetamina (MDMA) foi sintetizada na Alemanha, em 1914, e utilizada como moderador de apetite. Na década de 70, essa droga passou a ter fins psicoterápicos, mas seu uso se tornou abusivo, provocando lesões nos neurônios e, com isso, ela passou a ser proibida. Muito comum no meio dos adolescentes, ela é conhecida como ecstasy, XTC, Adam e Droga do amor. Ela pode ser classificada como um psicoestimulante, semelhante às anfetaminas e à cocaína, como também ser agrupada com os alucinógenos, devido às alucinações e flashbacks, se usada em doses muito altas. A fórmula estrutural 3,4-metilenodioximetanfetamina encontra-se representada na figura abaixo, bem como as principais formas de comprimidos desse composto.

Determine o número de carbonos assimétricos presentes na fórmula estrutural da MDMA.



- Encontram-se três carbonos assimétricos.
- Encontram-se dois carbonos assimétricos.
- Encontra-se apenas um carbono assimétrico.
- Encontram-se onze carbonos assimétricos
- Não existem carbonos assimétricos na fórmula da 3,4-metilenodioximetanfetamina.

13- (UNIVAG/2017-2) Considere a representação da estrutura do ácido glutâmico, um aminoácido não essencial. Nessa representação, os átomos de carbono estão identificados por números.

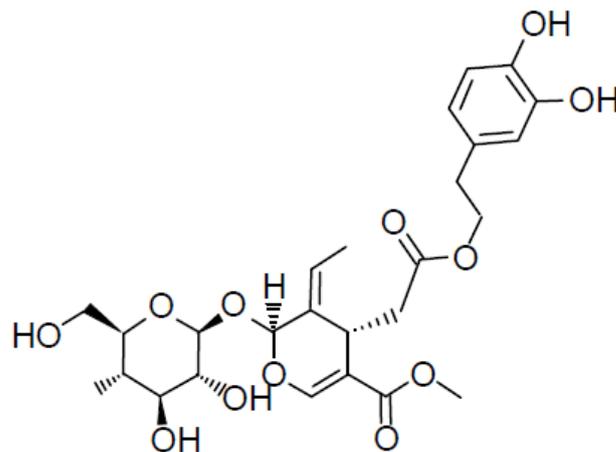


O átomo de carbono assimétrico da molécula do ácido glutâmico é o identificado pelo número

- 3.
- 4.
- 2.
- 1.
- 5.

14- (CESMAC/2016 – Medicina) As azeitonas, ao serem colhidas, têm um sabor amargo intenso causado pela oleuropeína. Para ficarem saborosas, precisam ser maturadas em salmoura (solução salina) por alguns meses.

Sabendo que a oleuropeína tem fórmula estrutural:

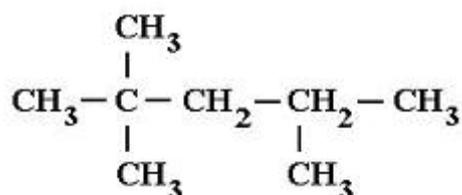


três afirmações foram feitas:

- Possui os grupos éster, éter e álcool.
  - Possui átomos de carbono com geometria tetraédrica ou trigonal planar.
  - Apresenta isomeria ótica, pois possui carbonos assimétricos (quirais).
- Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- 1 apenas.
- 2 apenas.
- 1 e 2 apenas.
- 1 e 3 apenas.
- 1, 2 e 3.

15- A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que apresentam molécula em torno de oito carbonos. Sua qualidade é expressa por meio da octanagem. Dizer que sua octanagem é 70, significa que no motor o rendimento é o mesmo que uma mistura de 70% de isooctano e 30% de heptano. A fórmula estrutural do isooctano está representado a seguir:



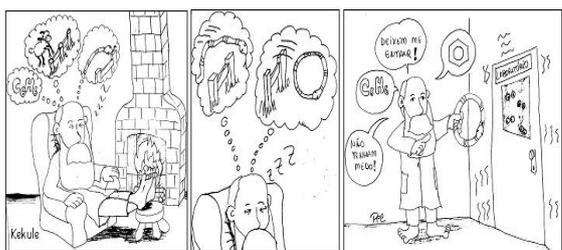
Considere as seguintes afirmações sobre o isooctano:

- Possui cadeia carbônica aberta e homogênea.
- Sua nomenclatura segundo a IUPAC é 2,2,4 – trimetil – pentano.
- Apresenta 3 carbonos terciários.
- Sua cadeia principal possui oito carbonos, o que justifica o nome isooctano.

Dentre as afirmativas, APENAS

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

16 - Em 11 de março de 1890, químicos de várias partes do mundo reuniram-se em Berlim para comemorar o aniversário de 25 anos da publicação do químico alemão August Kekulé, sobre a estrutura cíclica do benzeno. Na ocasião, Kekulé comentou sobre as circunstâncias da elaboração de sua teoria e descreveu um episódio que, posteriormente, tornou-se um dos mais polêmicos relatos da história da química: o sonho que o influenciou na proposição da estrutura cíclica do benzeno. Veja a charge a seguir.



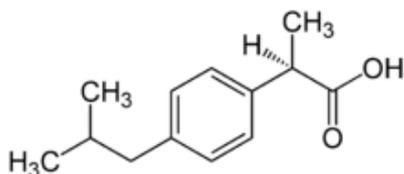
Disponível em:

<http://profcarlaquimica.blogspot.com/2010/04/charges-quimicos-famosos.html>. Acesso em 01 nov. 2011. (adaptado)

Com base nas características da estrutura sonhada e proposta por Kekulé (o benzeno), é correto afirmar que

- a) possui a mesma porcentagem em massa de carbono e hidrogênio.
- b) possui alternância de duplas e triplas ligações no anel.
- c) possui cadeia fechada ramificada.
- d) possui ora cadeia aberta, ora cadeia fechada.
- e) possui um heteroátomo

17 - O ibuprofeno é um fármaco do grupo dos anti-inflamatórios não esteroides (AINE) sendo também analgésico e antipirético, utilizado frequentemente para o alívio sintomático da dor de cabeça (cefaleia), dor dentária, dor muscular (mialgia), moléstias da menstruação (dismenorreia), febre e dor pós-cirúrgica. Esse fármaco é um derivado do ácido propanoico. A sua estrutura está representada a seguir:

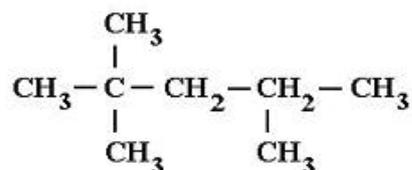


A respeito da estrutura do ibuprofeno e de suas propriedades físicas e químicas, é CORRETO afirmar que

- a) a cadeia principal deste composto orgânico é constituída por seis átomos de carbono.
- b) trata-se de uma substância bastante solúvel em água.
- c) apresenta uma cadeia carbônica ramificada, saturada e heterogênea.
- d) essa substância pode ser usada para combater a acidez estomacal.
- e) pertence à família dos ácidos carboxílicos.

## AULA 2 - HIDROCARBONETOS

1 - A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que apresentam molécula em torno de oito carbonos. Sua qualidade é expressa por meio da octanagem. Dizer que sua octanagem é 70, significa que no motor o rendimento é o mesmo que uma mistura de 70% de isooctano e 30% de heptano. A fórmula estrutural do isooctano está representado a seguir:



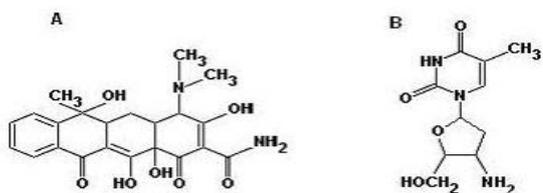
Considere as seguintes afirmações sobre o isooctano:

- I – Possui cadeia carbônica aberta e homogênea.
- II – Sua nomenclatura segundo a IUPAC é 2,2,4 – trimetil – pentano.
- III – Apresenta 3 carbonos terciários.
- IV – Sua cadeia principal possui oito carbonos, o que justifica o nome isooctano.

Dentre as afirmativas, APENAS

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

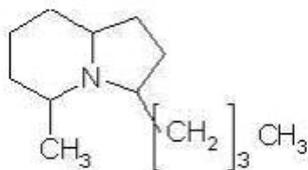
2 - As estruturas a seguir representam as moléculas do antibiótico tetraciclina (A) e do antivírus AZT (B).



Em relação à fórmula estrutural da tetraciclina e do AZT pode-se AFIRMAR que

- A) As duas substâncias apresentam a função amida.
- B) O AZT apresenta 3 carbonos terciários.
- C) A tetraciclina não apresenta heteroátomo.
- D) A tetraciclina apresenta aminas secundárias.
- E) O AZT possui anel aromático.

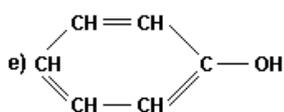
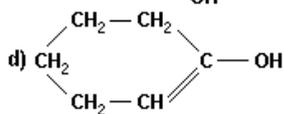
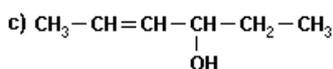
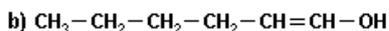
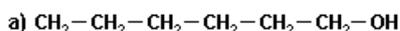
3 - Feromônios são substâncias químicas produzidas e secretadas por indivíduos de determinada espécie. Por exemplo, as formigas percorrem uma mesma trilha devido ao feromônio que deixam pelo caminho.



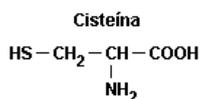
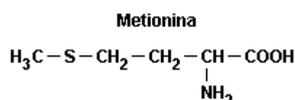
O número de CARBONOS QUIRAIS existente no feromônio da formiga é:

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

4 - A fórmula estrutural que representa corretamente um álcool com cadeia carbônica alifática e insaturada é:

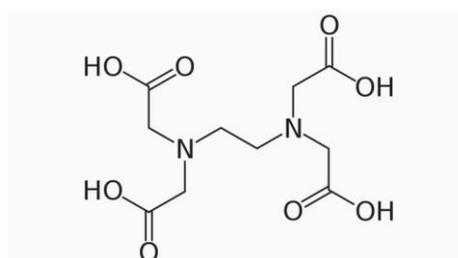


5 - Considerando a metionina e a cisteína, assinale a afirmativa correta sobre suas estruturas.



- a) Ambos os aminoácidos apresentam um átomo de carbono cuja hibridização é  $\text{sp}^2$  e cadeia carbônica homogênea.
- b) Ambos os aminoácidos apresentam um átomo de carbono cuja hibridização é  $\text{sp}^2$ , mas a metionina tem cadeia carbônica heterogênea e a cisteína, homogênea.
- c) Ambos os aminoácidos apresentam um átomo de carbono cuja hibridização é  $\text{sp}^2$  e cadeia carbônica heterogênea.
- d) Ambos os aminoácidos apresentam os átomos de carbono com hibridização  $\text{sp}$  e cadeia carbônica homogênea.
- e) Ambos os aminoácidos apresentam os átomos de carbono com hibridização  $\text{sp}$ , mas a metionina tem cadeia carbônica homogênea e a cisteína, heterogênea.

6- EDTA, cujo nome completo é ácido etilenodiaminotetraacético, é um composto orgânico com diversas aplicações. Sua capacidade de ligar-se a íons metálicos o faz um agente quelante muito utilizado tanto em laboratório quanto industrialmente.



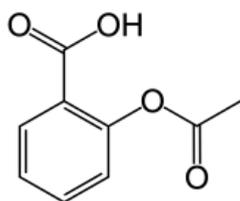
Sobre o EDTA é correto afirmar que a cadeia carbônica é:

- a) alifática, homogênea e insaturada.
- b) Fechada, heterogênea e saturada.
- c) Aberta, heterogênea e insaturada.
- d) Fechada, homogênea e saturada.
- e) Acíclica, heterogênea e saturada.

7- A Aspirina é um remédio que contém como substância ativa o ácido acetilsalicílico, que é um anti-inflamatório não esteroide, que serve para tratar a inflamação, aliviar a dor e baixar a febre em adultos e crianças.

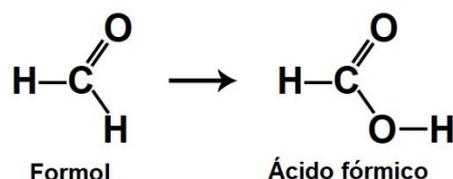
Além disso, em baixas doses, o ácido acetilsalicílico é usado em adultos como inibidor da agregação plaquetária, para reduzir o risco de infarto agudo do miocárdio, prevenir o AVC, angina de peito e trombozes em pessoas que apresentam alguns fatores de risco.

Com base na estrutura da aspirina indicada a baixo, qual o número total de ligações sigmas presentes nos carbonos insaturados



- a) 16
- b) 06
- c) 12
- d) 21
- e) 17

8- (UERJ) O formol ou formalina é uma solução aquosa de metanal utilizada na conservação dos tecidos de animais e de cadáveres humanos para estudos em Biologia e Medicina. Ele é oxidado a ácido fórmico segundo a equação a seguir a fim evitar que os tecidos animais sofram deterioração ou oxidação.

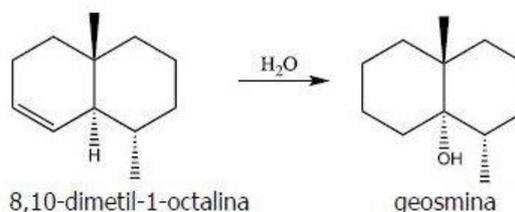


Nessa transformação, o número de oxidação do carbono sofreu uma variação de:

- a) - 4 para + 4
- b) - 3 para - 2

- c) - 2 para - 1
- d) 0 para + 2
- e) + 4 para - 4

9- A geosmina é a substância responsável pelo cheiro de chuva que vem do solo quando começa a chover. Ela pode ser detectada em concentrações muito baixas e possibilita aos camelos encontrarem água no deserto. A bactéria *Streptomyces coelicolor* produz a geosmina, e a última etapa da sua biossíntese é mostrada abaixo.

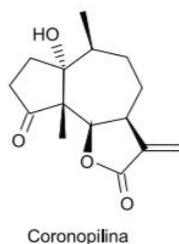
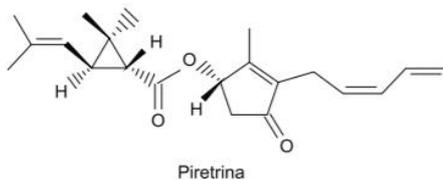


Considere as seguintes informações, a respeito da 8,10-dimetil-1-octalina e da geosmina.

- I. A 8,10-dimetil-1-octalina é um hidrocarboneto cíclico insaturado
- II. A geosmina é um heterociclo saturado.
- III. Cada um dos compostos apresenta dois carbonos quaternários. Quais estão corretas?

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

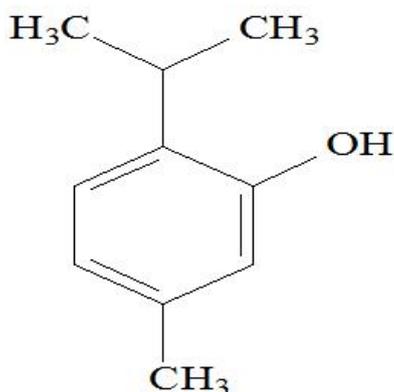
10- (ENEM 2012) A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados:

- Éter e éster.
- Cetona e éster.
- Álcool e cetona.
- Aldeído e cetona.
- Éter e ácido carboxílico.

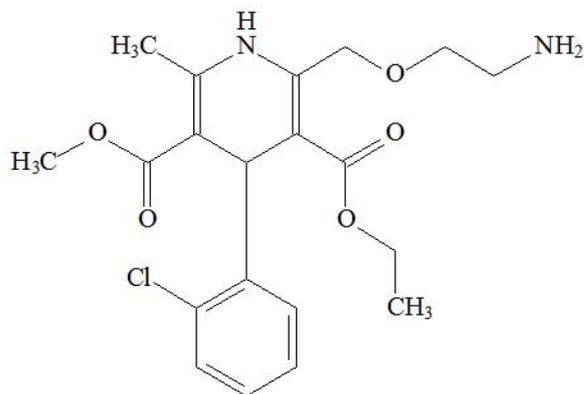
11 - As bactérias são micro-organismos que durante muitos e muitos anos foram, e continuam sendo, um problema para a medicina, principalmente pelo potencial que elas apresentam em provocar infecções durante cirurgias. Desde o ano de 1867, soluções à base de fenol são utilizadas para eliminar ou diminuir a quantidade de bactérias. Essas soluções são denominadas antissépticos, como a estrutura a seguir:



Com base na estrutura química acima, qual o número de ligações sigma presentes nela?

- 21
- 22
- 23
- 24
- 25

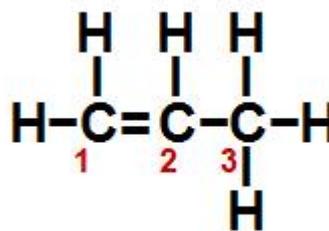
12- A fórmula estrutural a seguir pertence a uma substância denominada anlodipino, a qual é utilizada como vasodilatadora, isto é, que aumenta o diâmetro dos vasos sanguíneos, e hipotensora, cuja função é diminuir a pressão arterial.



Analisando sua estrutura, podemos afirmar que se encontram nela quantos carbonos secundários e primários respectivamente?

- 7 e 5
- 4 e 7
- 7 e 8
- 6 e 8
- 7 e 6

13 - (ITA-SP) Em relação à molécula esquematizada abaixo, são feitas as seguintes afirmações:

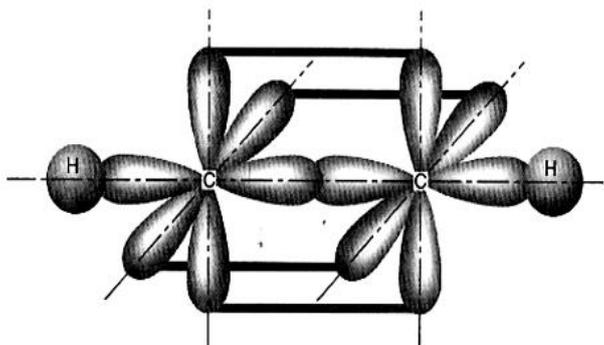


- Entre os átomos de carbono 1 e 2 existe uma ligação sigma.
- Entre os átomos de carbono 1 e 2 existe uma ligação pi.
- Entre os átomos de carbono 1 e 2 existem duas ligações sigma.
- Entre os átomos de carbono 1 e 2 existem duas ligações pi.
- Todas as ligações entre os átomos de carbono e hidrogênio são ligações sigma.

Entre as afirmações feitas, estão corretas apenas:

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

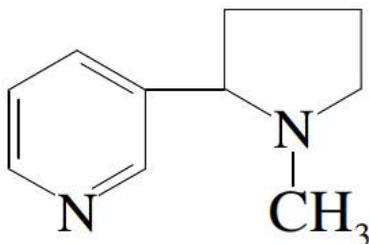
14 - O etino é um alcino de baixa massa molar que se apresenta no ambiente no estado gasoso por causa de seu baixo ponto de ebulição. Sua fórmula estrutural pode ser representada de forma esquemática, como da seguinte maneira:



Sobre essa molécula, podemos afirmar que:

- a) Possui uma ligação pi e três ligações sigma.
- b) Possui duas ligações pi e duas sigmas.
- c) Possui duas ligações sigma e uma pi.
- d) Possui três ligações pi e uma ligação sigma.
- e) possui duas ligações pi e três sigmas.

15- A nicotina, uma substância presente no cigarro e capaz de aumentar a frequência cardíaca, apresenta a seguinte estrutura:

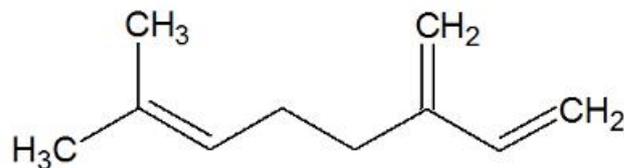


Ela apresenta uma quantidade de ligações pi em carbonos secundários igual a:

- a) 1
- b) 2

- c) 3
- d) 4
- e) 5

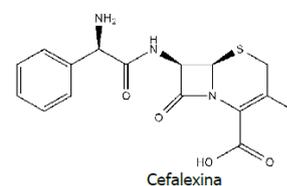
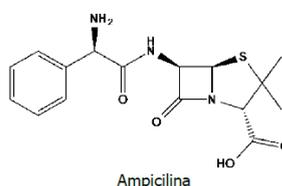
16- O gosto amargo, característico da cerveja, deve-se ao composto mirceno, proveniente das folhas de lúpulo, adicionado à bebida durante a sua fabricação.



A fórmula estrutural do mirceno apresenta:

- a) um carbono terciário.
- b) cinco carbonos primários.
- c) cadeia carbônica heterogênea.
- d) cadeia carbônica saturada e ramificada.
- e) cadeia carbônica acíclica e insaturada.

17- A produção industrial de antibióticos do tipo  $\beta$ -lactama está sofrendo uma enorme transformação pela substituição de processos químicos estequiométricos convencionais por processos catalíticos que usam enzimas muito mais eficientes. Muitas dessas enzimas são obtidas pelo princípio da evolução dirigida, técnica que recebeu o reconhecimento pelo Prêmio Nobel de Química de 2018. As estruturas da Ampicilina e da Cefalexina, antibióticos que podem ser sintetizados com o uso de enzimas do tipo Penicilina Acilase, são mostradas abaixo.



Considere as afirmações abaixo, em relação à Ampicilina e à Cefalexina.

- I - Ambas apresentam o mesmo número de átomos de oxigênio, nitrogênio, enxofre e carbono.
- II - Ambas contêm 1 anel de 4 membros.
- III - Ambas apresentam o mesmo número de carbonos assimétricos.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.

b) Apenas III.

c) Apenas I e II.

d) Apenas II e III.

e) I, II e III.

18- (Uema 2014) GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), também conhecido popularmente como gás de cozinha, é um combustível fóssil não renovável que pode se esgotar de um dia para o outro, caso não seja utilizado com planejamento e sem excesso. Ele é composto, dentre outros gases, por propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) e pequenas quantidades de propeno (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>) e buteno (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>). Esses compostos orgânicos são classificados como hidrocarbonetos que apresentam semelhanças e diferenças entre si. Com base no tipo de ligação entre carbonos e na classificação da cadeia carbônica dos compostos acima, pode-se afirmar que os compostos:

a) os compostos insaturados são propano e butano.

b) os compostos insaturados são propeno e buteno.

c) os compostos insaturados são propeno e butano.

d) os compostos apresentam cadeias homocíclicas.

e) os compostos possuem cadeias heterocíclicas.

19- O composto denominado comercialmente por *Aspartame* é comumente utilizado como adoçante artificial, na sua versão enantiomérica denominada S, *S*-aspartame. A nomenclatura oficial do Aspartame especificada pela *União Internacional de Química Pura e Aplicada* (IUPAC) é ácido 3-amino-4-[(benzil-2-metóxi-2-oxoetil)amino]-4-oxobutanoico e sua estrutura química de função mista pode ser vista abaixo



A fórmula molecular e as funções orgânicas que podem ser reconhecidas na estrutura do *Aspartame* são:

a) C<sub>14</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ; álcool; ácido carboxílico; amida; éter.

b) C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; amina; álcool; cetona; éster.

c) C<sub>14</sub>H<sub>18</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; amina; ácido carboxílico; amida; éster.

d) C<sub>13</sub>H<sub>18</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; amida; ácido carboxílico; aldeído; éter.

e) C<sub>14</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; nitrocomposto; aldeído; amida; cetona.

### AULA 3

1- (Unitau-SP) Na combustão do ciclexano (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>), qual é a quantidade em mol de oxigênio consumida para 3 mol de ciclexano queimado?

a) 6

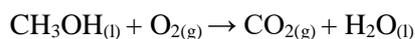
b) 9

c) 12

d) 15

e) 27

2- (PUC-Camp) A combustão completa do metanol pode ser representada pela equação:



Quando se utilizam 5,0 mol de metanol nessa reação, quantos mols de CO<sub>2</sub> são produzidos?

a) 1,0

b) 2,5

c) 5,0

d) 7,5

e) 10

3- (FCA-PA) O número de mols existentes em 160 g de hidróxido de sódio (NaOH) é: Dados: Na=23; O=16; H=1.

a) 2,0 mols

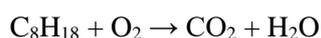
b) 3,0 mols

c) 4,0 mols

d) 5,0 mols

e) 6,0 mols

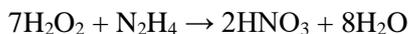
4- (UFMA) Considere que a gasolina seja constituída apenas de 2,2,4-trimetil-pentano. Se abastecermos um veículo com 25 mol de gasolina, qual a quantidade de dióxido de carbono que será lançada na atmosfera, quando toda a gasolina for consumida? Dados: C=12u; O=16u



a) 5,2 kg

- b) 6,4 kg
- c) 8,8 kg
- d) 5,4 kg
- e) 7,2 kg

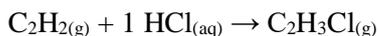
5- (PUC-RJ) A hidrazina,  $N_2H_4$ , e o peróxido de hidrogênio,  $H_2O_2$ , são utilizados como propelentes de foguetes. Eles reagem de acordo com a equação:



Quando forem consumidos 3,5 moles de peróxido de hidrogênio, a massa, em gramas, de  $HNO_3$  formada será de: ( dados , O = 16, H= 1, N= 14 )

- a) 3,5
- b) 6,3
- c) 35,0
- d) 63,0
- e) 126,0

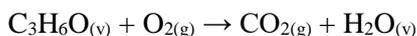
6- (PUC-MG) Sob condições apropriadas, gás acetileno ( $C_2H_2(g)$ ) e ácido clorídrico reagem para formar cloreto de vinila,  $C_2H_3Cl(g)$ . Essa substância é usada para produzir policloreto de vinila (P.V.C.) – plástico – e foi considerada recentemente carcinogênica. A reação na formação do  $C_2H_3Cl$  pode ser representada pela equação:



Quando se obtêm 2 mol de cloreto de vinila, o volume de gás acetileno consumido, nas CNTP ( $0^\circ C$  e 1 atm), é igual a:

- a) 11,2 L
- b) 22,4 L
- c) 33,6 L
- d) 44,8 L
- e) 89,2 L

7- A reação de combustão completa da acetona pode ser representada pela seguinte equação:



calcule o volume, aproximadamente, de gás carbônico,  $CO_2(g)$ , obtido na queima completa de 3,0 g,  $C_3H_6O(v)$ , na CNTP?

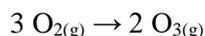
Dados : C= 12u , O= 16u , H= 1u.

- a) 22,4 L.
- b) 2,93 L.
- c) 6,32 L.
- d) 3,5 L.
- e) 36180 L

8- (FEI-SP) Nas condições normais de pressão e temperatura (CNTP), o volume ocupado por 10 g de monóxido de carbono (CO) é de: (Dados: C = 12 u, O = 16 u, volume molar = 22,4 L).

- a) 6,0 L
- b) 8,0 L
- c) 9,0 L
- d) 10 L
- e) 12 L

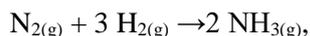
9- O gás oxigênio ( $O_2$ ), quando submetido a faíscas elétricas, é transformado em gás ozônio ( $O_3$ ), de acordo com a equação:



Se submetermos 60 L de  $O_2$  a esse processo, obteremos qual volume de  $O_3$  nas CNTP?

- a) 60 L.
- b) 40 L.
- c) 30 L.
- d) 20 L.
- e) 10 L.

10- Considerando a reação



Calcule quantos litros de  $NH_3(g)$  são obtidos a partir de três litros de  $N_2(g)$ . Considere todos os gases nas CNTP.

- a) 6
- b) 15
- c) 23
- d) 8
- e) 18

### AULA 3 – FUNÇÕES INORGÂNICAS / ESTEQUIOMETRIA

1. (ITA) Num exame foi pedido aos alunos que citassem propriedades do trióxido de enxofre,  $\text{SO}_3$ . Aqui seguem algumas das afirmações feitas pelos alunos em relação a esse tópico:

- I - O  $\text{SO}_3$  nas condições ambientes é um sólido branco.
- II - O  $\text{SO}_3$  é solúvel em ácido sulfúrico puro, sendo que as soluções resultantes são chamadas de “oleum”.
- III - O  $\text{SO}_3$  pode ser obtido na forma gasosa acrescentando  $\text{HCl}$  a  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .
- IV - O  $\text{SO}_3$  é o óxido que se forma fácil e diretamente na queima do enxofre ao ar.
- V - Em regiões, onde se queimam grandes quantidades de combustíveis fósseis, forma-se  $\text{SO}_3$  na atmosfera.
- VI - Chuvas ácidas em certas regiões altamente industrializadas podem ser consequência de  $\text{SO}_3$  poluindo a atmosfera.
- VII - O  $\text{SO}_3$  é um exemplo de composto molecular, não iônico, que ao ser dissolvido em água forma soluções que conduzem bem a corrente elétrica.

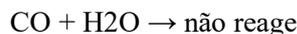
Destas afirmações estão incorretas:

- a) V, VI e VII.
- b) III e IV.
- c) Nenhuma.
- d) As de números pares.
- e) As de número ímpares.

2. Os peróxidos e superóxidos se diferem dos óxidos em relação ao número de oxidação ( $\text{Nox}$ ) do átomo de oxigênio. Identifique a alternativa correta que relaciona corretamente os números de oxidação do oxigênio nestes compostos.

- a) Óxidos  $\text{Nox} = -2$ , peróxidos  $\text{Nox} = -1$ , superóxidos  $\text{Nox} = +1/2$
- b) Óxidos  $\text{Nox} = +2$ , peróxidos  $\text{Nox} = -1$ , superóxidos  $\text{Nox} = +1/2$
- c) Óxidos  $\text{Nox} = -2$ , peróxidos  $\text{Nox} = +1$ , superóxidos  $\text{Nox} = -1/2$
- d) Óxidos  $\text{Nox} = -2$ , peróxidos  $\text{Nox} = -1$ , superóxidos  $\text{Nox} = -1/2$
- e) Óxidos  $\text{Nox} = -2$ , peróxidos  $\text{Nox} = 0$ , superóxidos  $\text{Nox} = +1/2$

3. (Mackenzie/SP)



Nas equações acima, do comportamento mostrado pelos óxidos conclui-se que:

- a)  $\text{K}_2\text{O}$  é um peróxido
- b)  $\text{CO}$  é um óxido neutro ou indiferente
- c)  $\text{K}_2\text{O}$  é um óxido ácido
- d)  $\text{N}_2\text{O}_5$  é um óxido duplo ou misto
- e)  $\text{N}_2\text{O}_5$  é um óxido básico

4. (UFCE) De uma maneira geral, a reação dos óxidos de metais alcalinos com água produz bases, conforme o seguinte exemplo:  $\text{M}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MOH}$ , onde o M é um metal alcalino. Ao reagirmos o óxido de potássio com a água teremos a formação de 2 mols de:

- a)  $\text{K}_2\text{OH}$
- b)  $\text{KOH}$
- c)  $\text{K}_2\text{O}$
- d)  $\text{K}_2\text{O}_3$
- e)  $\text{K}(\text{OH})_2$

5. (PUC-RS) Dióxido de carbono, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio são, atualmente, considerados poluentes atmosféricos. Em relação a esses compostos é correto afirmar que:

- a) são binários, formados por um metal e oxigênio.
- b) são iônicos.
- c) são ácidos oxigenados.
- d) reagem com ácidos, formando sal e água.
- e) reagem com água, formando ácidos.

6. (Ufrgs) A alternativa que apresenta a reação entre um óxido ácido e um óxido básico, produzindo um sal de caráter básico, é?

- a)  $\text{ZnO} + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$
- b)  $\text{SO}_3 + \text{CaO} \rightarrow \text{CaSO}_4$
- c)  $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$
- d)  $\text{K}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{KCrO}_2$
- e)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{KAlO}_2$

7. (UFPE) Anidrido sulfúrico é a denominação do óxido de enxofre, que, ao reagir com água, forma o ácido sulfúrico, sendo assim um dos causadores das chuvas ácidas. Qual deve ser a fórmula molecular desse óxido?

- a) SO<sub>2</sub>.
- b) S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- c) SO<sub>3</sub>.
- d) SO<sub>4</sub>.
- e) S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

8. (Mackenzie) Na combustão do magnésio, a substância produzida é um:

- a) óxido molecular de fórmula MgO<sub>2</sub>.
- b) sal iônico de fórmula MgCl<sub>2</sub>.
- c) sal iônico de fórmula Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub>.
- d) óxido molecular de fórmula Mg<sub>2</sub>O.
- e) óxido iônico de fórmula MgO.

Dados: Mg (2A); N (5A) O (6A); Cl (7A).

9. (CESGRANRIO) O sonar, equipamento usado em submarinos para detectar a posição de objetos imersos em água, utiliza-se da emissão de ultrassom e da recepção e identificação do eco. Para tanto, ele é provido de uma pastilha de titanato de bário (BaTiO<sub>3</sub>), que pode ser obtido a partir da reação entre um óxido de titânio e o hidróxido de bário. Identifique, nas opções adiante, o óxido usado na reação citada e a sua devida classificação.

- a) TiO – básico
- b) Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – anfótero
- c) TiO<sub>2</sub> – peróxido
- d) TiO<sub>2</sub> – anfótero
- e) TiO<sub>3</sub> – ácido

10. (MACKENZIE - SP) O ferro é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre. Em Carajás, o principal minério de ferro é a hematita, substância constituída, principalmente, por óxido férrico (ou óxido de ferro III), cuja fórmula é:

- a) FeO.
- b) Fe<sub>3</sub>O.
- c) FeO<sub>3</sub>.
- d) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- e) Fe<sub>3</sub>O<sub>2</sub>.

11. (FUVEST) A respiração de um astronauta numa nave espacial causa o aumento da concentração de dióxido de carbono na cabine. O dióxido de carbono é continuamente eliminado através da reação química com reagente apropriado. Qual dos reagentes a seguir é o mais indicado para retirar o dióxido de carbono da atmosfera da cabine?

- a) ácido sulfúrico concentrado.
- b) hidróxido de lítio.
- c) ácido acético concentrado.
- d) água destilada.
- e) fenol.

12. (FATEC) São conhecidos vários óxidos de nitrogênio. Abaixo listamos propriedades de alguns desses óxidos:

- I. Dissolve-se em água, formando HNO<sub>2</sub> e HNO<sub>3</sub>.
- II. Forma-se pelo aquecimento de N<sub>2</sub>(g) e O<sub>2</sub>(g) e não reage com a água.
- III. Decompõe-se por aquecimento, em NO<sub>2</sub>.

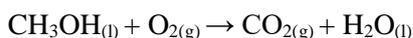
As propriedades I, II e III podem ser atribuídas, respectivamente, a:

- a) N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.
- b) NO, NO, N<sub>2</sub>O.
- c) NO, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.
- d) NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NO.
- e) NO<sub>2</sub>, NO, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

13- (Unitau-SP) Na combustão do ciclexano (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>), qual é a quantidade em mol de oxigênio consumida para 3 mol de ciclexano queimado?

- a) 6
- b) 9
- c) 12
- d) 15
- e) 27

14- (PUC-Camp) A combustão completa do metanol pode ser representada pela equação:



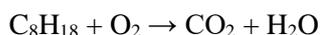
Quando se utilizam 5,0 mol de metanol nessa reação, quantos mols de CO<sub>2</sub> são produzidos?

- a) 1,0
- b) 2,5
- c) 5,0
- d) 7,5
- e) 10

14- (FCA-PA) O número de mols existentes em 160 g de hidróxido de sódio (NaOH) é: Dados: Na=23; O=16; H=1.

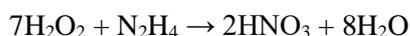
- a) 2,0 mols
- b) 3,0 mols
- c) 4,0 mols
- d) 5,0 mols
- e) 6,0 mols

15- (UFMA) Considere que a gasolina seja constituída apenas de 2,2,4-trimetil-pentano. Se abasteceremos um veículo com 25 mol de gasolina, qual a quantidade de dióxido de carbono que será lançada na atmosfera, quando toda a gasolina for consumida? Dados: C=12u; O=16u



- a) 5,2 kg
- b) 6,4 kg
- c) 8,8 kg
- d) 5,4 kg
- e) 7,2 kg

16- (PUC-RJ) A hidrazina,  $\text{N}_2\text{H}_4$ , e o peróxido de hidrogênio,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , são utilizados como propelentes de foguetes. Eles reagem de acordo com a equação:



Quando forem consumidos 3,5 moles de peróxido de hidrogênio, a massa, em gramas, de  $\text{HNO}_3$  formada será de: ( dados , O = 16, H= 1, N= 14 )

- a) 3,5
- b) 6,3
- c) 35,0
- d) 63,0
- e) 126,0

18- (PUC-MG) Sob condições apropriadas, gás acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ ) e ácido clorídrico reagem para formar cloreto de vinila,  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}(\text{g})$ . Essa substância é usada para produzir policloreto de vinila (P.V.C.) – plástico – e foi considerada recentemente carcinogênica. A reação na formação do  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$  pode ser representada pela equação:



Quando se obtêm 2 mol de cloreto de vinila, o volume de gás acetileno consumido, nas CNTP ( $0^\circ\text{C}$  e 1 atm), é igual a:

- a) 11,2 L
- b) 22,4 L
- c) 33,6 L
- d) 44,8 L
- e) 89,2 L

## AULA 4- ÁCIDOS INORGÂNICOS

1- (PUC-MG) A tabela apresenta algumas características e aplicações de alguns ácidos:

Nome do ácido	Aplicações e características
Ácido muriático	Limpeza doméstica e de peças metálicas (decapagem)
Ácido fosfórico	Usado como acidulante em refrigerantes, balas e gomas de mascar
Ácido sulfúrico	Desidratante, solução de bateria
Ácido nítrico	Indústria de explosivos e corantes

As fórmulas dos ácidos da tabela são, respectivamente:

- a)  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ .
- b)  $\text{HClO}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_2$ .
- c)  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_2$ .
- d)  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ .
- e)  $\text{HClO}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ .

2- Os ácidos, segundo a teoria de dissociação de Arrhenius, são compostos moleculares que, ao ser dissolvidos em água, geram íons  $\text{H}^+(\text{aq})$ . Como é chamado o processo de formação de íons que ocorre quando um ácido é dissolvido em água?

- a) Dissociação iônica.
- b) Ionização.
- c) Eletrólise.
- d) Hidratação.
- e) Eletrolítica.

3- Qual das alternativas a seguir indica somente ácidos inorgânicos:

- a)  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ .
- b)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{HMnO}_4$ .
- c)  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .

d) HI, HClO<sub>4</sub>, HCNS.

e) HF, HCN, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

4- Com relação aos oxiácidos, sabe-se que ácidos com sufixo “oso” apresentam um oxigênio a menos que os terminados em “ico”. Com base nisso, assinale a alternativa que completa corretamente os espaços em branco na tabela abaixo respectivamente:

Nome	Fórmula
Ácido nítrico	HNO <sub>3</sub>
Ácido nitroso	-----
-----	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Ácido fosforoso	H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>
Ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
-----	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>

a) H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>, ácido fosforídrico, ácido sulfuroso

b) HNO<sub>2</sub>, ácido fosforídrico, ácido sulfuroso

c) H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>, ácido fosfórico, ácido sulfídrico

d) HNO<sub>2</sub>, ácido fosfórico, ácido sulfuroso

e) H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>, ácido fosfórico, ácido sulfuroso

5- Elementos de um mesmo grupo apresentam similaridades nas propriedades e também nas fórmulas que podem formar. Por exemplo, existem alguns halogênios, como o cloro, o bromo e o iodo, que têm a capacidade de formar quatro tipos de oxiácidos diferentes. Veja o caso do cloro: HClO (ácido hipocloroso), HClO<sub>2</sub> (ácido cloroso), HClO<sub>3</sub> (ácido clórico) e HClO<sub>4</sub> (ácido perclórico). De acordo com essas informações, indique o nome correto do seguinte ácido: HbrO<sub>2</sub>:

a) Ácido bromídrico.

b) Ácido hipobromoso.

c) Ácido brômico.

d) Ácido perbrômico

e) Ácido bromoso.

6- A água da chuva é naturalmente ácida em virtude da presença normal de CO<sub>2(g)</sub> (dióxido de carbono) na atmosfera, que reage com a água e forma o ácido de fórmula H<sub>2</sub>CO<sub>3(aq)</sub>. No entanto, óxidos de enxofre, como o SO<sub>2(g)</sub>, e de nitrogênio, como o NO<sub>2(g)</sub>, contribuem para elevar ainda mais o pH da água, porque, ao se combinar com ela, eles reagem e formam os ácidos H<sub>2</sub>SO<sub>3(aq)</sub> e HNO<sub>3(aq)</sub>. Os nomes respectivos dos três ácidos mencionados são:

a) carbônico, sulfúrico e nítrico.

b) carbônico, sulfuroso e nítrico.

c) carbonoso, sulfuroso e nítrico.

d) percarbônico, persulfúrico e nítrico.

e) hipocarbonoso, sulfúrico e hiponitroso.

7- (Mack-SP) Certo informe publicitário alerta para o fato de que, se o indivíduo tem azia ou pirose com grande frequência, deve procurar um médico, pois pode estar ocorrendo refluxo gastroesofágico, isto é, o retorno do conteúdo ácido do estômago. A fórmula e o nome do ácido que, nesse caso, provoca queimação no estômago, a rouquidão e mesmo dor torácica são:

a) HCl e ácido clórico.

b) HClO<sub>2</sub> e ácido cloroso.

c) HClO<sub>3</sub> e ácido clórico.

d) HClO<sub>3</sub> e ácido clorídrico.

e) HCl e ácido clorídrico.

8- (USJT-SP) O ácido cianídrico é o gás de ação venenosa mais rápida que se conhece: uma concentração de 0,3 mg por litro de ar é imediatamente mortal. É o gás usado nos estados americanos do Norte, que adotam a pena de morte por câmara de gás. A primeira vítima foi seu descobridor, Carl Wilhelm Sheele, que morreu ao deixar cair um vidro contendo solução de ácido cianídrico, cuja fórmula molecular é:

a) HCOOH

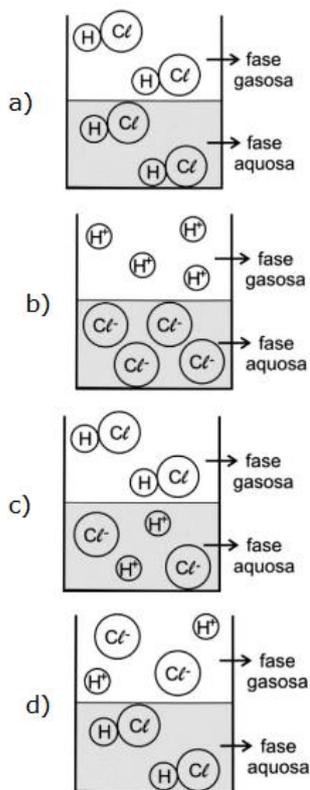
b) HCN

c) HCNS

d) HCNO

e) H<sub>4</sub>Fe (CN)<sub>6</sub>

9- Observa-se que uma solução aquosa saturada de HCl libera uma substância gasosa. Uma estudante de química procurou representar, por meio de uma figura, os tipos de partículas que predominam nas fases aquosa e gasosa desse sistema – sem representar as partículas de água. A figura com a representação mais adequada seria:



10- ( ENEM) É possível identificar adulterantes do leite de vaca por meio da adição do indicador azul de bromofenol. A presença de agentes oxidantes provoca a descoloração do indicador, mantendo a cor branca na amostra, característica do leite. Substâncias redutoras presentes no leite reagem com o azul de bromofenol, gerando a cor verde. A diminuição do valor de pH do leite torna o indicador amarelo. Em pH mais elevado, o indicador adquire a cor violeta e, em meio neutro, a cor azul. Considere que um lote industrial de leite em embalagem longa vida foi adulterado com excesso de soda cáustica.

Em uma inspeção sanitária do lote adulterado, qual será a cor apresentada pelo leite após adição do indicador azul de bromofenol?

- Azul
- Verde
- Violeta
- Branco
- Amarelo

11- (ENEM) Uma dona de casa acidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas e que esses compostos se comportam como bases.

Na tabela são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

Material	Concentração de $H_3O^+$ (mol/L)
Suco de limão	$10^{-2}$
Leite	$10^{-6}$
Vinagre	$10^{-3}$
Álcool	$10^{-8}$
Sabão	$10^{-12}$
Carbonato de sódio/barrilha	$10^{-12}$

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- Álcool ou sabão.
- Suco de limão ou álcool.
- Suco de limão ou vinagre.
- Suco de limão, leite ou sabão
- Sabão ou carbonato de sódio/barrilha.

12- (ENEM) Uma antiga forma de produzir um dos constituintes de argamassas é o aquecimento a altas temperaturas de materiais componentes dos sambaquis, que são sítios arqueológicos formados essencialmente por restos de moluscos. A decomposição térmica da principal substância desses sítios arqueológicos resulta na formação de dois compostos apenas. Um deles é um óxido sólido e o outro é um óxido gasoso. A reação do primeiro com água resulta na formação de  $Ca(OH)_2$  (aquoso), enquanto a reação do segundo resulta em  $H_2CO_3$  (aquoso).

A fórmula da principal substância encontrada nesses sítios arqueológicos é

- CaO
- CaC<sub>2</sub>
- CaCO<sub>3</sub>
- Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
- Ca(OH)HCO<sub>3</sub>

13- (Enem) O ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) é um dos ácidos mais utilizados em indústrias e em laboratórios. O resíduo ácido gerado pelo seu uso pode provocar sérios danos ao meio ambiente. Em um laboratório, gerou-se uma grande quantidade de resíduo ácido a partir do ácido sulfúrico, o qual necessita ser neutralizado para o seu descarte. O técnico desse laboratório tem à sua disposição cinco substâncias: CaO,  $K_2SO_4$ ,  $NaHSO_4$ ,  $CH_3CH_2OH$  e  $C_5H_9CONH_2$ .

Qual dessas substâncias é a adequada para realizar esse tratamento?

Alternativas

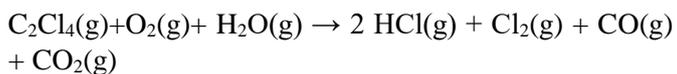
- a) CaO
- b) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- c) NaHSO<sub>4</sub>
- d) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH
- e) C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>CONH<sub>2</sub>

**14-** (ENEM) Um produto, obtido industrialmente da eletrólise de solução aquosa de cloreto de sódio, tem sido amplamente empregado na indústria, por exemplo, na fabricação de papéis, tecidos e sabões. Normalmente, esse produto é usado na desobstrução de encanamentos e sumidouros, pois é capaz de reagir com gorduras. No entanto, a sua manipulação exige cuidados, pois é altamente corrosivo, podendo, em contato com a pele, provocar vermelhidão, irritação ou “queimaduras” de tecidos vivos. Além disso, se o frasco do produto for abandonado aberto por um longo período de tempo, ele pode absorver CO<sub>2</sub>, convertendo-se em um sal.

Esse produto industrial é o

- a) cloro molecular, Cl<sub>2</sub>.
- b) ácido clorídrico, HCl.
- c) ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- d) hidróxido de sódio, NaOH.
- e) carbonato de sódio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

**15-**(Enem) O solvente tetracloreto ou percloroetileno é largamente utilizado na indústria de lavagem a seco e em diversas outras indústrias, tais como a de fabricação de gases refrigerantes. Os vapores desse solvente, quando expostos à elevada temperatura na presença de oxigênio e água, sofrem degradação produzindo gases poluentes, conforme representado pela equação:



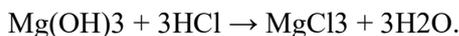
Os produtos dessa degradação, quando lançados no meio ambiente, contribuem para a

- a) elevação do pH do solo.
- b) formação de chuva ácida.
- c) eutrofização de mananciais.
- d) elevação dos níveis de ozônio na atmosfera
- e) formação de óxidos de enxofre na atmosfera.

**16-** (UECE) Uma das formas de combater a azia, devido o excesso de produção de ácido clorídrico pelo

organismo, é usar o leite de magnésia que possui caráter básico, que é um antiácido estomacal. O leite de magnésia reage com o ácido clorídrico, existente no estômago, formando um sal, neutralizando, assim, o excesso de ácido que provoca a acidez (azia) estomacal. Assinale a afirmação verdadeira.

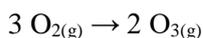
- a) O leite de magnésia possui em sua composição o Mg(OH)<sub>2</sub>.
- b) A fórmula química do sal formado nesta reação é Mg(OH)Cl.
- c) O leite de magnésia apresenta pH menor do que 7.
- d) A equação química correta desta reação é:



**17-** (URCA) Ao se fazer contato de água destilada com pedaços de sódio metálico e adição de gotas de solução de fenolftaleína em um tubo de ensaio, observase uma reação violenta do sódio com a água, resultando numa chama na superfície exposta do metal e coloração rósea na solução. A chama e a coloração resultam, respectivamente:

- a) Da queima de gás oxigênio produzido na reação e aumento de pH do meio.
- b) Da queima de gás nitrogênio produzido na reação e aumento de pH do meio.
- c) Da queima de gás hidrogênio produzido na reação e aumento de pH do meio.
- d) Da queima de gás oxigênio produzido na reação e diminuição de pH do meio.
- e) Da queima de gás hidrogênio produzido na reação e diminuição de pH do meio.

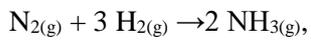
**18-** O gás oxigênio (O<sub>2</sub>), quando submetido a faíscas elétricas, é transformado em gás ozônio (O<sub>3</sub>), de acordo com a equação:



Se submetermos 60 L de O<sub>2</sub> a esse processo, obteremos qual volume de O<sub>3</sub> nas CNTP?

- a) 60 L.
- b) 40 L.
- c) 30 L.
- d) 20 L.
- e) 10 L.

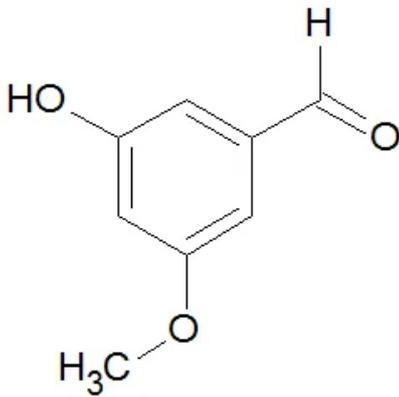
**19-** Considerando a reação



Calcule quantos litros de  $\text{NH}_{3(\text{g})}$  são obtidos a partir de três litros de  $\text{N}_{2(\text{g})}$ . Considere todos os gases nas CNTP.

- a) 6
- b) 15
- c) 23
- d) 8
- e) 18

20- A fórmula estrutural abaixo pertence à substância vanilina, que é responsável pelo aroma e sabor característicos da baunilha:



Analisando a estrutura da vanilina, quais são as substâncias oxigenadas presentes em sua estrutura?

- a) álcool, éter e éster
- b) álcool, ácido e fenol
- c) aldeído, álcool e éter
- d) aldeído, éster e álcool
- e) aldeído, éter e fenol