

Química Orgânica

TÓPICO 12: Nomenclatura e Isomeria

Na aula 11, aprendemos sobre o que é a Química Orgânica e seus principais compostos. Nessa aula, iremos aprender sobre a nomenclatura das moléculas e sobre as isomerias entre elas.

1 Nomenclatura

Na atualidade existem mais de 15 milhões de compostos orgânicos, cada um possui um nome apropriado para sua estrutura. A partir disso você deve estar pensando na dificuldade em criar vários nomes diferentes e únicos para essas moléculas, né? Foi pensando nisso que a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) desenvolveu um método de nomenclatura de compostos, onde você precisa saber o número de carbonos, o tipo de ligação entre eles e o grupo funcional.

O número de carbonos vai determinar o prefixo do nome da molécula, ou seja, a primeira parte dele. Para identificar qual é esse prefixo, utilizamos a tabela abaixo:

Tabela 1: Prefixos para nomenclatura.

Nº átomos de Carbono	Prefixo
1	Met
2	Et
3	Prop
4	But
5	Pent
6	Hex
7	Hept
8	Oct
9	Non
10	Dec

O tipo de ligação entre esses átomos de carbono vai ser o infixo no nome da molécula, ou seja, a parte do meio do nome. Esses infixos são:

Tabela 2: Infixos para nomenclatura.

Tipo de ligação entre os átomos de carbono	Infixo
Simples	an
1 Dupla	en
2 Duplas	dien
3 Duplas	trien
1 Tripla	in
2 Triplas	di-in

E, a última parte do nome, que chamamos de sufixo, vem do grupo funcional da molécula.

Tabela 3: Sufixos para nomenclatura.

Grupo funcional	Sufixo
Hidrocarbonetos	o
Álcoois	ol
Aldeídos	al
Cetonas	ona
Ácidos Carboxílicos	óico
Amidas	amina
Amidas	amida

Por exemplo, na Figura 1 observamos uma molécula com três carbonos, ligações simples e o grupo funcional hidrocarboneto.

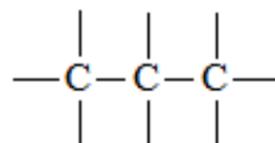


Figura 1: Molécula com três carbonos, ligações simples e grupo funcional hidrocarboneto.

Então, de acordo com as tabelas para a nomenclatura, o prefixo dessa molécula seria **Prop**, o infixo **an** e o sufixo **o**. Formando o nome: **Propano**.

Para a Figura 2, observamos uma molécula com dois carbonos, uma ligação dupla e grupo funcional hidrocarboneto.

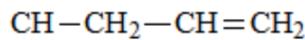


Figura 2: Estrutura com quatro carbonos, ligação dupla e grupo funcional hidrocarboneto.

O prefixo para ela seria o **But**, o infixo **en** e o sufixo **o**. Formando o nome **Buteno**.

1.1 Nomenclatura para cadeias fechadas

Por enquanto nomeamos apenas estruturas de cadeia aberta. Para estruturas de cadeia fechada devemos acrescentar a palavra **Ciclo** antes do nome. Como por exemplo a Figura 3, que observamos uma molécula de cadeia fechada, com seis carbonos, ligações simples e grupo funcional hidrocarboneto.

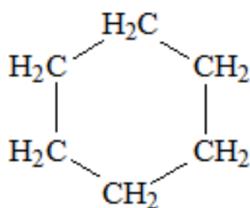


Figura 3: Molécula de cadeia fechada, com seis carbonos, ligações simples e grupo funcional hidrocarboneto.

O seu nome começa por **Ciclo**, representando sua cadeia fechada, seguido pelo prefixo **Hex**, infixo **an** e sufixo **o**. Formando o nome **Ciclo-Hexano**.

1.2 Nomenclatura para cadeias ramificadas

Já para as cadeias ramificadas, o nome da ramificação deve ser incluído antes do prefixo, confira na Figura 4 o nome de alguns substituintes mais comuns, com a indicação do carbono em que está ligado, em ordem alfabética (caso haja mais de uma) e separadas por hífen.

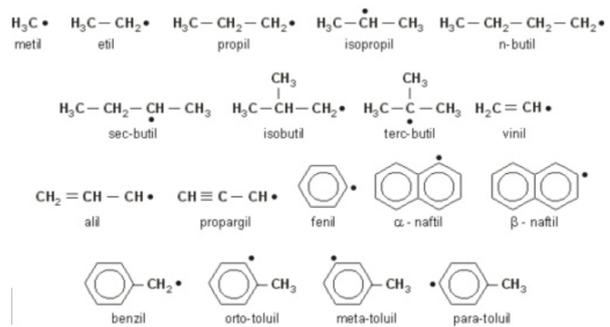


Figura 4: Exemplos de ramificações e suas nomenclaturas. (Fonte: <https://www.infoescola.com>)

Como por exemplo, na Figura 5 podemos observar uma estrutura ramificada.

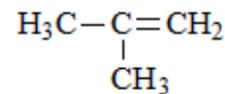


Figura 5: Estrutura ramificada

O seu nome é **2-metilpropeno**. O 2 representa que a ramificação está no segundo carbono, o primeiro carbono é o que está com a ligação dupla, ou seja da direita para a esquerda.

O metil representa a ramificação, ou seja, uma ramificação com apenas um carbono, como podemos observar na Figura 4. O sufixo é o **prop**, o infixo **en** e o sufixo **o**.

FIQUE LIGADO

Sempre contamos os carbonos a partir das ligações, onde a ligação tripla tem preferência sob a simples e a dupla, e a ligação dupla tem preferência sob a simples.

Para nomear moléculas com mais de uma ramificação apenas teremos que identificar em quais carbonos essas ramificações estão (o mesmo acontece com mais de uma ligação dupla ou tripla).

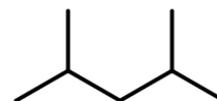


Figura 6: Representação de uma estrutura com duas ramificações.

Na estrutura representada na Figura 6, notamos duas ramificações, uma no carbono 2 e uma no carbono 4. Então, seu nome seria **2,4-dimetil-pentano**. Onde os

números 2 e 4 representam a posição das ramificações, o “di” representa que são duas ramificações metil, e o pentano representa a estrutura principal como já vimos nos tópicos anteriores.

1.3 Nomenclatura para compostos oxigenados

Os compostos oxigenados vão seguir com a mesma regra dos hidrocarbonetos, a diferença será no seu **sufixo**.

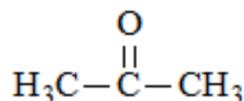


Figura 7: Representação de uma cadeia oxigenada.

Ao observarmos a estrutura representada na Figura 7, podemos notar que se trata de uma molécula do grupo funcional Cetona (os grupos funcionais foram vistos na Aula 11). Nessa estrutura contém 3 carbonos, o que identifica o prefixo **Prop**, as ligações entre esses carbonos são simples, então o infixo será o **an**, e por fim, o grupo funcional cetona tem o sufixo **ona**. Formando o nome: **2-Propanona**. O mesmo acontece para outros compostos oxigenados.

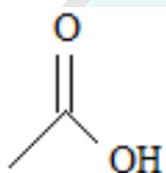


Figura 8: Representação de um ácido carboxílico.

A nomenclatura da estrutura representada na Figura 8 fica **Ácido Etanóico**. Já para a Figura 9, sua nomenclatura é **Propanal**.

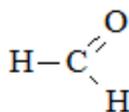


Figura 9: Representação de um aldeído.

Já para os grupos funcionais Éter e Éster, a nomenclatura é um pouco diferente. Por exemplo, na Figura 10 temos a representação de um éster:

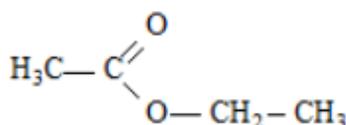


Figura 10: Representação de um éster.

Para nomear esse composto precisamos contar quantos carbonos vem antes do oxigênio e quantos vem depois. Observamos que nesse caso existem dois carbonos antes e dois carbonos depois, o que significa o prefixo **Et** para ambos os lados. A primeira parte do nome vai ser composta pelo nome do hidrocarboneto, ou seja prefixo + infixo + sufixo, mais a palavra **ato**. E a segunda parte vai ser composta pelo prefixo do hidrocarboneto + **ila**. Formando o nome: **Etanoato de Etila**.

Já os Éteres vão seguir outro tipo de nomenclatura. Por exemplo, na Figura 11 podemos observar um Éter.

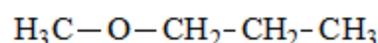


Figura 11: Representação de um éter.

Assim como para os Ésteres, vamos contar quantos carbonos temos antes do oxigênio e quantos carbonos temos depois. Para a Figura 11, observamos que existe um carbono antes do oxigênio e três carbonos depois. Então, o prefixo para o primeiro lado vai ser **Met** e para o segundo lado vai ser **Prop**.

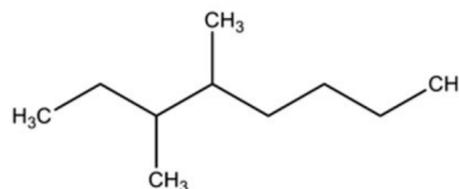
Com essa informação, primeiro vamos designar os nomes como se fossem duas cadeias separadas, uma com um carbono e uma com três carbonos, e como se fossem apenas hidrocarbonetos. Então, para a primeira cadeia temos o nome **Metano** e para a segunda cadeia temos o nome **Propano**. E, para formar o nome do Éter vamos juntar o primeiro hidrocarboneto com **oxi** e o segundo com **o**.

Metano + oxi e Propano + o

Formando o nome: **Metoxipropano**.

Problema 1

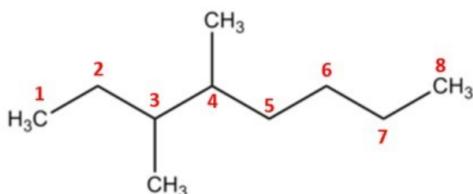
O nome correto do hidrocarboneto ramificado, cuja fórmula está esquematizada a seguir é:



- 3,4-dietil-octeno
- 3,4-dimetil-octano
- 3,4-dietil-octano
- 3,4-dipropil-octano
- 3,4-dimetil-octeno

RESOLUÇÃO: Para nomearmos esse composto, devemos começar contando os carbonos. Nesse caso, temos uma ramificação mais perto da es-

querda, então contaremos os carbonos da esquerda para a direita, como mostra a figura abaixo:



Então, sabemos que temos uma ramificação no carbono 3 e uma no carbono 4, as duas com apenas um carbono, ou seja, de nome Metil. Também observamos que são 8 carbonos, identificando o prefixo Oct. Então, a nomenclatura do composto é: 3,4-dimetil-octano.

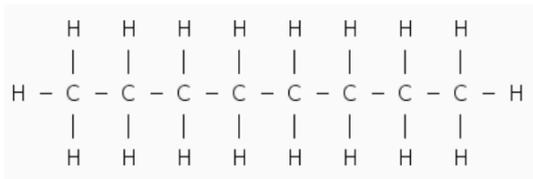
Resposta: B.

Problema 2

(Unesp) O octano é um dos principais constituintes da gasolina, que é uma mistura de hidrocarbonetos. A fórmula molecular do octano é:

- C_8H_{18}
- C_8H_{16}
- C_8H_{14}
- $C_{12}H_{24}$
- $C_{18}H_{38}$

RESOLUÇÃO: O octano é um alcano, possui apenas ligações simples e oito carbonos. Portanto, possui 18 hidrogênios.



Resposta: A.

2.1 Isomeria Plana

A Isomeria plana trabalha compostos estruturais planos e é dividida em cinco categorias: Função, Cadeia, Posição, Compensação e Tautomeria.

Isomeria de Função: Nessa isomeria, os compostos possuem a mesma fórmula molecular, porém, pertencem a diferentes grupos funcionais. Como por exemplo entre um álcool e um éter.

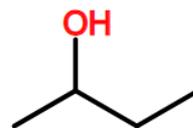


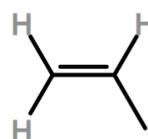
Figura 12: Representação de um álcool.



Figura 13: Representação de um éter.

Ao observarmos as duas estruturas, ambas possuem 4 carbonos, 10 hidrogênios e 1 oxigênio. Tendo como fórmula molecular: $C_4H_{10}O$. Mas, as duas possuem grupos funcionais diferentes, então, podemos dizer que são isômeros de função.

Isomeria de Cadeia: Nessa isomeria os compostos vão apresentar a mesma função orgânica e a mesma fórmula molecular, porém, em cadeias diferentes. Como mostra a Figura 14.



Propeno



Ciclopropano

Figura 14: Isômeros de cadeia.

2 Isomeria

Na Química Orgânica existem muitos compostos que são similares em sua estrutura, porém, não podemos considerar que são iguais. Nós chamamos esses compostos de Isômeros, ou seja, que possuem alguma característica em comum, porém são diferentes.

Isomeria de Posição: Nessa isomeria, dois compostos possuem a mesma função orgânica, a mesma fórmula molecular e a mesma cadeia, a diferença entre eles vai ser a posição da função orgânica, de um grupo substituinte ou de uma insaturação. Como por exemplo a Figura 15.

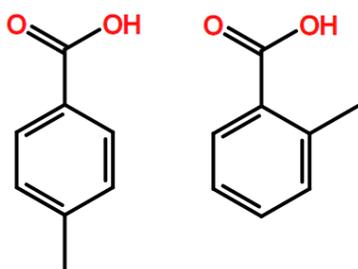


Figura 15: Isômeros de posição.

Isomeria de compensação (Metameria): São compostos que pertencem ao mesmo grupo funcional, tem a mesma cadeia principal e a mesma fórmula molecular, mas, se diferenciam quanto a posição de um heteroátomo. Como por exemplo os dois Éteres da Figura 16.



Figura 16: Isômeros de compensação.

Tautomeria: Essa isomeria acontece quando dois compostos estão em equilíbrio e entram em ressonância, em alguns casos de isomeria funcional uma dupla ligação pode se deslocar para o átomo vizinho. Geralmente acontece entre enóis e cetonas ou enóis e aldeídos. Como por exemplo na Figura 17.

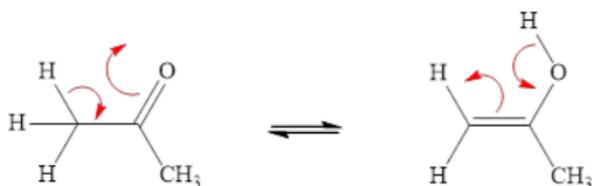


Figura 17: Tautomeria. (Fonte: preufsc.blumenau.ufsc.br)

2.2 Isomeria espacial

Nesse caso, temos que observar os compostos em sua conformação espacial, não só mais em sua forma plana, pois eles vão se diferenciar em sua organização estrutural.

2.2.1 Isomeria Geométrica

Para essa isomeria vamos ter dois tipos de compostos, “e” e “z”, e os “cis” e “trans”. Essa isomeria vai diferenciar compostos com dupla ligação ou cíclicos.

Isômeros “z” Indica um composto com átomos de massas diferentes, e os que tem as massas maiores ficam do mesmo lado em relação aos carbonos de uma

dupla ligação. Como por exemplos na Figura 18, onde os átomos de Cl e Br estão em lados iguais.

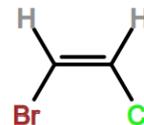


Figura 18: Isômero z.

Isômeros “e” Indica um composto com dois carbonos ligados por uma dupla ligação, e dois dos seus ligantes são halogênios com massas diferentes e lados opostos, como por exemplo a Figura 19, onde o átomo de Cl se encontra em lado oposto ao átomo de Br.

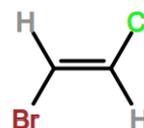


Figura 19: Isômero e.

A diferença entre isômeros “e” e “z” para os “cis” e “trans” são os ligantes, nos isômeros “cis” e “trans” os ligantes de um carbono são iguais ao ligante do outro, a diferença vai ser em sua posição. Como por exemplo a Figura 20.

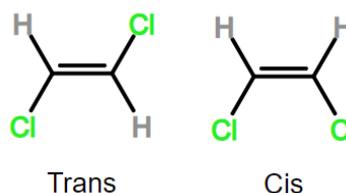


Figura 20: Isômero trans e cis.

2.2.2 Isomeria Óptica

A Isomeria Óptica ocorre em compostos que contém pelo menos um carbono quiral (carbono com quatro ligantes diferentes). Essa isomeria pode passar facilmente despercebida pois os compostos são muito parecidos entre si, mas, ao analisarmos bem podemos observar que são compostos espelhados, e quando colocamos eles sobrepostos notamos suas diferenças. Como por exemplo a Figura 21.

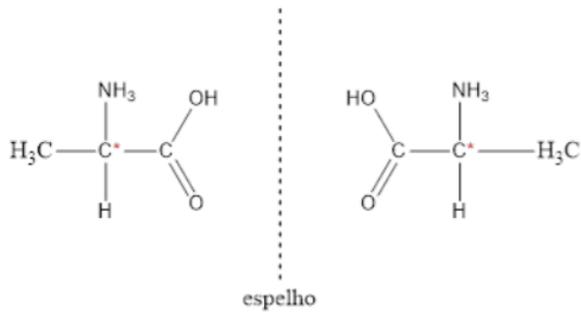
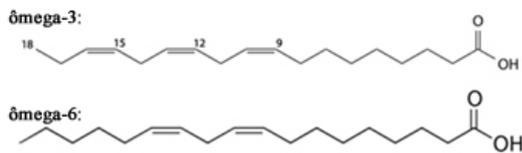


Figura 21: Isômeros Ópticos. (Fonte: preufsc.blumenau.ufsc.br)

Uma molécula é o espelho da outra, porém, são diferentes quando colocadas sobre a outra.

Problema 3

Os ácidos graxos ômega-3 (ácido linolenílico ou ácido cis-9-cis-12-cis-15-octadecadienoico) e ômega-6 (ácido linoleico ou ácido cis-9-cis-12-octadecadienoico), 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 entre si. Suas fórmulas estão representadas abaixo:



O ômega-3 e o ômega-6 apresentam que tipo de isomeria plana?

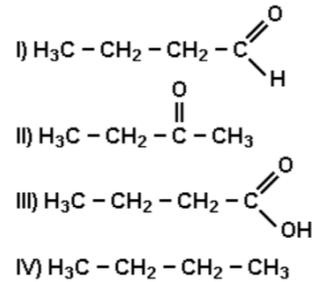
- De função.
- De cadeia.
- De posição.
- Metameria.
- Sem isomeria.

RESOLUÇÃO: Ao analisarmos as fórmulas moleculares entre as duas cadeias, notamos que o Ômega-3 possui $C_{18}H_{30}O_2$ e o Ômega-6 possui $C_{18}H_{32}O_2$, portanto, não há possibilidade de serem isômeros.

Resposta: E.

Problema 4

(UFSC) A seguir, temos compostos pertencentes a quatro funções orgânicas distintas.



01. O composto I chama-se Butanal e o composto II, Butanona.

02. O composto III chama-se ácido Butanóico e o composto IV, Butano.

04. O composto I e o composto II apresentam isomeria de função.

08. A cadeia do composto IV é acíclica ou aberta, normal, homogênea e saturada.

16. A cadeia do composto II é acíclica ou aberta, ramificada, heterogênea e insaturada.

RESOLUÇÃO:

01. O primeiro composto é um aldeído com quatro carbonos e ligações simples, portanto seu nome é Butanal. O segundo composto é uma cetona com quatro carbonos e ligações simples, portanto seu nome é Butanona.

02. O terceiro composto é um ácido carboxílico com quatro carbonos e ligações simples, portanto seu nome é Ácido Butanóico. O quarto composto é um hidrocarboneto com quatro carbonos e ligações simples, portanto seu nome é Butano.

04. O composto I e o composto II possuem a mesma fórmula molecular e se diferenciam em seu grupo funcional, portanto, são isômeros de função.

08. O composto IV possui cadeia aberta, normal, homogênea e saturada.

16. O composto II não é ramificado e nem insaturado.

Resposta: 01, 02, 04, 08, somatório = 15

COLABORADORES DESTA AULA

- Texto:**
Iohana Souza Santarelli
- Diagramação:**
Laura Dacoreggio Volpato Braz
- Revisão:**
Wagner Maurício Pachekoski
Eduardo Ribeiro

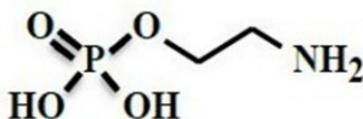
Referências Bibliográficas

- ANTUNES, M. T. et al. (2013). *Ser Protagonista: Química Manual do Professor*. 2ª ed. Vol. 3. São Paulo: Edições SM.
- Chaban, E., M. A. Jerry e Ananias M. Neto (2005). *Resumo e Exercícios de Física*. Vol. Único. Florianópolis: JC Gráfica e Editora.
- MÓL, G. e W. Santos (2006). *Química cidadã*. 3ª ed. Vol. 3. São Paulo: Editora AJS.
- Portal de estudos em química (2019). URL: <https://www.profpc.com.br/>.

3 Lista de Problemas

Alguns dos exercícios apresentados na lista abaixo, bem como algumas soluções apresentadas nos resolvidos desta aula foram retirados de Chaban, Jerry e Neto, 2005.

1. (UFSC) Fosfoetanolamina: a “pílula do câncer”? No decorrer de 2016, circularam diversas notícias acerca de testes clínicos e da liberação da utilização da fosfoetanolamina sintética por pacientes em tratamento contra o câncer. Entretanto, existem pesquisadores que defendem sua eficácia e outros que a questionam. Em meados de julho de 2016, foram iniciados em São Paulo os testes clínicos da fosfoetanolamina sintética em humanos. Essa substância foi estudada por um grupo de pesquisadores brasileiros e a rota sintética protegida por patente utiliza, como reagentes, o ácido fosfórico e o 2-aminoetanol, entre outros. Sobre o assunto, é CORRETO afirmar que:

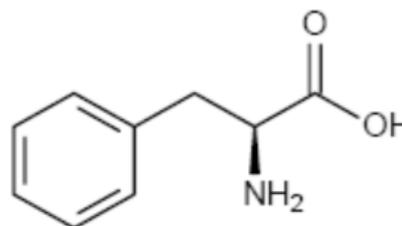


Fosfoetanolamina

01. o 2-aminoetanol é isômero óptico do 1-aminoetanol.
02. a cadeia carbônica da fosfoetanolamina é classificada como alifática, insaturada e heterogênea.
04. a fosfoetanolamina é apolar e, portanto, deve ser administrada juntamente com alimentos ricos em lipídios para facilitar sua dissolução.
08. as moléculas de 2-aminoetanol e de fosfoetanolamina apresentam o grupo amino ligado a um átomo de carbono saturado.
16. o ácido fosfórico, que pode ser usado na síntese da fosfoetanolamina, é caracterizado como um ácido poliprótico.

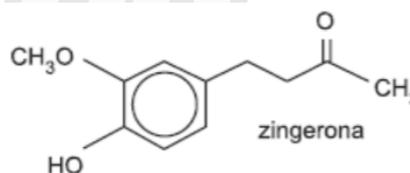
32. a ordem crescente de raio atômico dos elementos químicos presentes no ácido fosfórico é: hidrogênio < oxigênio.

2. (PUC - RJ) Nossos corpos podem sintetizar onze aminoácidos em quantidades suficientes para nossas necessidades. Não podemos, porém, produzir as proteínas para a vida a não ser ingerindo os outros nove, conhecidos como aminoácidos essenciais.



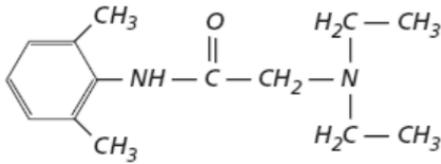
Assinale a alternativa que indica apenas funções orgânicas encontradas no aminoácido essencial fenilalanina, mostrada na figura acima.

- a) Álcool e amida.
b) Éter e éster.
c) Ácido orgânico e amida.
d) Ácido orgânico e amina primária.
e) Amina primária e aldeído.
3. (FGV - SP) O gengibre é uma planta da família das zingiberáceas, cujo princípio ativo aromático está no rizoma. O sabor ardente e acre do gengibre vem dos fenóis gingerol e zingerona.



Na molécula de zingerona, são encontradas as funções orgânicas

- a) álcool, éter e éster.
b) álcool, éster e fenol.
c) álcool, cetona e éter.
d) cetona, éter e fenol.
e) cetona, éster e fenol.
4. (VUNESP) Em agosto de 2005 foi noticiada a apreensão de lotes de lidocaína que teriam causado a morte de diversas pessoas no Brasil, devido a problemas de fabricação. Este fármaco é um anestésico local muito utilizado em exames endoscópicos, diminuindo o desconforto do paciente. Sua estrutura molecular está representada ao lado e apresenta as funções:



- A) amina secundária e amina terciária.
 B) amida e amina terciária.
 C) amida e éster.
 D) éster e amina terciária.
 E) éster e amina secundária.

5. (UFRJ) As substâncias A, B e C têm a mesma fórmula molecular (C_3H_8O). O componente A tem apenas um hidrogênio ligado a um carbono secundário e é isômero de posição de C. Tanto A quanto C são isômeros de função de B. As substâncias A, B e C são, respectivamente:

- a) 1-propanol, 2-propanol e metoxietano.
 b) etoxietano, 2-propanol e metoxietano.
 c) isopropanol, 1-propanol e metoxietano.
 d) metoxietano, isopropanol e 1-propanol.
 e) 2-propanol, metoxietano e 1-propanol.

6. (PUC - MG) Numere a segunda coluna relacionando os pares de compostos com o tipo de isomeria na primeira coluna.

Isomeria:

1. de cadeia
2. de função
3. de posição
4. de compensação
5. tautomeria

Pares:

- () etoxi-propano e metoxi-butano
 () etenol e etanal
 () etanoato de metila e ácido propanóico
 () 1-propanol e 2-propanol
 () n-pentano e neopentano

A numeração CORRETA encontrada, de cima para baixo, é:

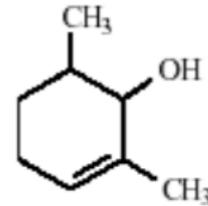
- a) 5 - 4 - 2 - 3 - 1
 b) 3 - 1 - 2 - 4 - 5
 c) 5 - 2 - 4 - 3 - 1
 d) 3 - 5 - 1 - 2 - 4
 e) 4 - 5 - 2 - 3 - 1

7. (Mack) Luvas cirúrgicas, balões e chupetas são feitos de poliisopreno, material obtido na polimerização do isopreno. O isopreno, cujo nome oficial é metil-1,3-butadieno,

- a) tem fórmula molecular C_4H_6 .
 b) é isômero do ciclopenteno.

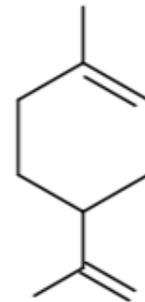
- c) é isômero do 3-metil-1-pentino.
 d) possui cadeia carbônica aberta, saturada e ramificada.
 e) possui dois carbonos terciários.

8. (Uniupe-2001) De acordo com as regras oficiais de nomenclatura (IUPAC), o nome da substância, cuja fórmula estrutural simplificada é mostrada abaixo, é:



- A) 1,3-dimetil-ciclohex-3-en-2-ol
 B) 2,4-dimetil-ciclohex-1-en-3-ol
 C) 1,3-dimetil-ciclohex-1-en-2-ol
 D) 2,6-dimetil-ciclohex-2-en-1-ol

9. (UFF/1-2000) O Limoneno, um hidrocarboneto cíclico insaturado, principal componente volátil existente na casca da laranja e na do limão, é um dos responsáveis pelo odor característico dessas frutas.



Observando-se a fórmula estrutural acima e com base na nomenclatura oficial dos compostos orgânicos (IUPAC) o limoneno é denominado:

- (A) 1-metil-4-(isopropenil)cicloexeno
 (B) 1-metil-2-(4-propenil)cicloexeno
 (C) 1-(isopropenil)-4-metil-cicloexeno
 (D) 1-metil-4-(1-propenil)cicloexeno
 (E) 1-(isopropenil)-4-metil-3-cicloexeno

4 Gabarito

1. 08, 16 e 32. Somatório: 56.
2. Alternativa D.

3. Alternativa D.
4. Alternativa B.
5. Alternativa E.
6. Alternativa E.
7. Alternativa B.
8. Alternativa D.
9. Alternativa A.

