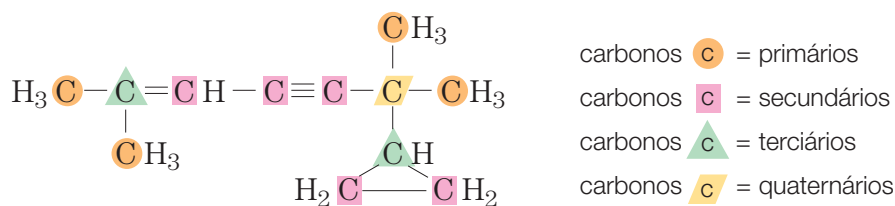


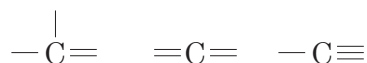
Agora, utilizando as definições vistas, vamos classificar todos os átomos de carbono presentes na estrutura a seguir:



Observe que a presença de dupla ou tripla ligação não influi na classificação do carbono.

Uma outra maneira de classificar os carbonos é quanto ao tipo de ligação existente em cada carbono:

- a) **saturado**: quando apresenta quatro ligações simples $\begin{array}{c} | \\ -C- \\ | \end{array}$. Essas ligações são denominadas sigma (σ).
- b) **insaturado**: quando apresenta pelo menos uma ligação dupla ($=$) ou então uma tripla (\equiv). Assim, temos:

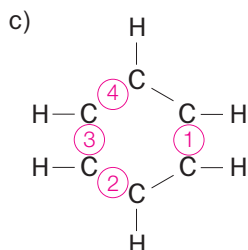
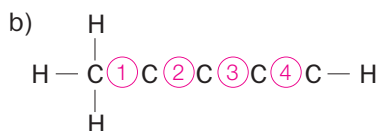
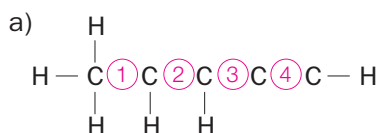


Na dupla ligação, uma é denominada sigma (σ) e a outra, pi (π).

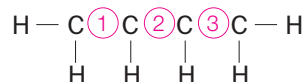
Na tripla ligação, uma é denominada sigma (σ) e duas, pi (π).

Exercícios de classe

1. Quais as ligações (simples, duplas ou triplas) **entre** átomos de carbono que completam de maneira adequada as estruturas, nas posições indicadas por ①, ②, ③ e ④?

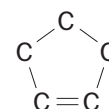
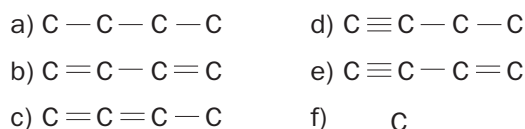


2. O eritreno é um monômero que pode ser utilizado para a produção de borracha sintética. Sua fórmula estrutural pode ser representada por:



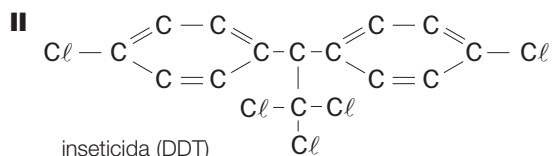
As posições ①, ② e ③ correspondem a ligações que existem entre carbonos. Indique quais são essas ligações, escrevendo a fórmula estrutural do eritreno.

3. As estruturas a seguir têm suas moléculas constituídas apenas por carbono e hidrogênio. Complete as valências dos carbonos com átomos de hidrogênio e escreva suas fórmulas estruturais simplificadas:

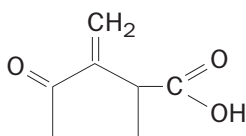


4. Abaixo estão representadas duas cadeias carbônicas:





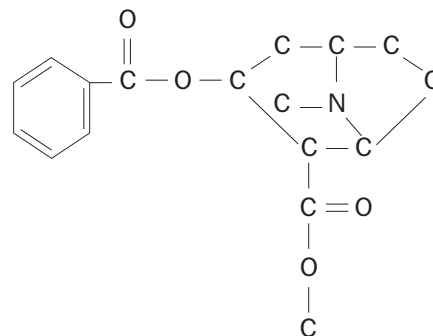
- a) Escreva as duas fórmulas estruturais, completando as valências dos carbonos com os átomos de hidrogênio necessários.
- b) Indique o número de carbonos primários, secundários, terciários e quaternários existentes em cada estrutura.
5. Um quimioterápico utilizado no tratamento do câncer é a sarcomicina, cuja fórmula estrutural pode ser representada por:



Escreva sua fórmula molecular e indique o número de carbonos secundários existentes em uma molécula deste quimioterápico.

6. A cocaína é um alcalóide extraído a partir das folhas da coca, usada como anestésico local e, ilegalmente, consumida como estimulante do sistema nervoso central. O uso da cocaína pode levar à dependência física e provocar períodos de grande depressão. Sua ingestão pode ser letal, mesmo em doses muito pequenas, dependendo da sensibilidade de cada pessoa.

Sua estrutura pode ser representada por:



Determine sua fórmula molecular.

CLASSIFICAÇÃO DAS CADEIAS CARBÔNICAS

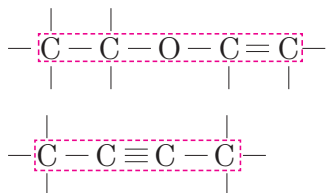
Cadeia carbônica é o conjunto de todos os átomos de carbono e de todos os heteroátomos que constituem a molécula de qualquer composto orgânico.

Existem vários critérios para classificar as cadeias. Vamos estudá-los separadamente.

DISPOSIÇÃO DOS ÁTOMOS DE CARBONO

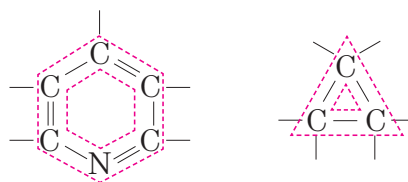
Cadeia aberta, acíclica ou alifática

Apresenta pelo menos duas extremidades e nenhum ciclo ou anel.



Cadeia fechada ou cíclica

Não apresenta extremidades, e os átomos originam um ou mais ciclos (anéis).



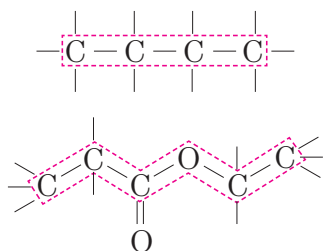
Essa classificação inicial é subdividida em classificações mais específicas.

Cadeias abertas, acíclicas ou alifáticas

Uma das maneiras de classificar as cadeias abertas é quanto à disposição dos átomos de carbono.

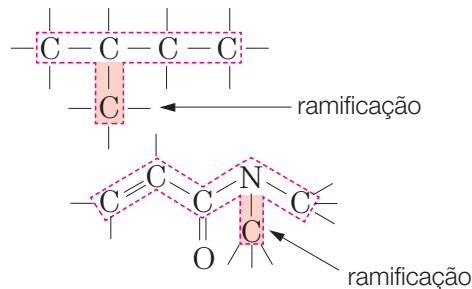
Cadeia normal, reta ou linear

Apresenta somente duas extremidades, e seus átomos estão dispostos numa única seqüência.



Cadeia ramificada

Apresenta no mínimo três extremidades, e seus átomos não estão dispostos numa única seqüência.

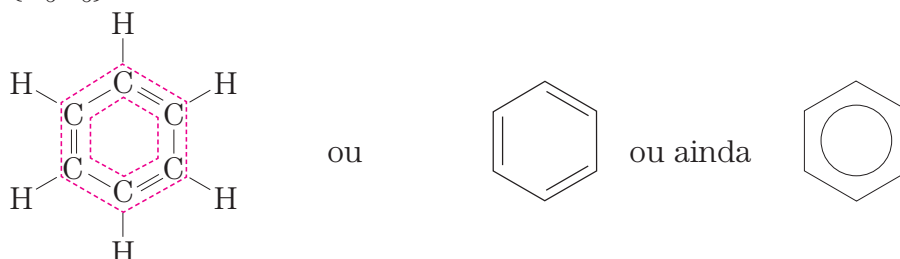


Cadeias fechadas ou cíclicas

As cadeias cíclicas subdividem-se em dois grupos: cadeias **aromáticas** e cadeias **alicíclicas**, ou **não-aromáticas**, ou **cicloalifáticas**.

Cadeias aromáticas

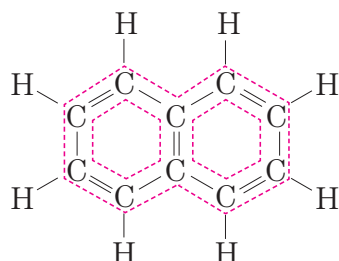
São aquelas que apresentam pelo menos um anel benzênico. A mais simples delas é o benzeno (C_6H_6).



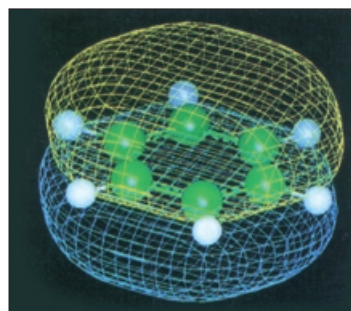
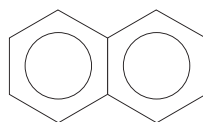
O círculo dentro do hexágono usado na última representação mostra um fenômeno estrutural destes compostos: a **ressonância**.

Esse fenômeno consiste na deslocalização das ligações π ao longo de todo o anel, formando duas nuvens eletrônicas — uma superior, outra inferior — que recobrem o anel (núcleo).

Veja outros exemplos de cadeias aromáticas:

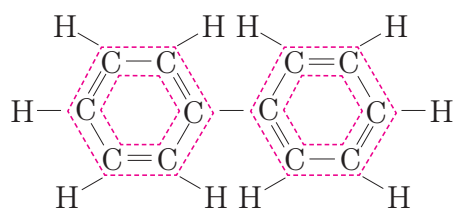


ou

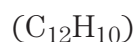
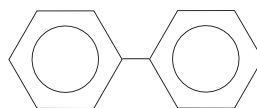


Modelo representa a deslocalização da dupla ligação.

polinuclear condensada (mais de um anel — núcleo — com átomos de carbono comuns)



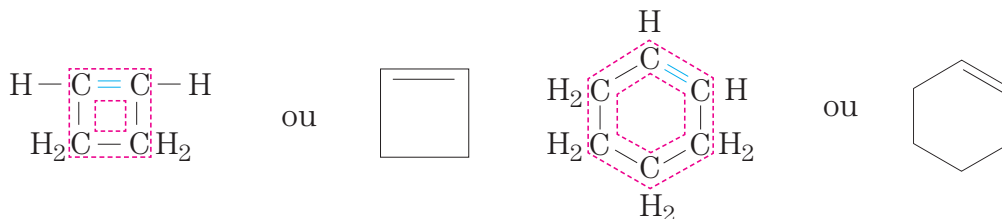
ou



polinuclear isolada (mais de um núcleo sem átomos de carbono comuns)

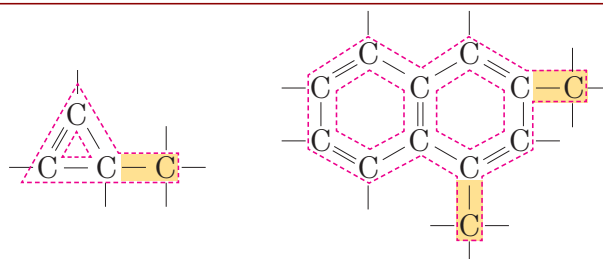
Cadeias alicíclicas, ou não-aromáticas, ou cicloalifáticas

São cadeias fechadas que não apresentam o núcleo aromático ou benzênico.



Observação:

Existem cadeias carbônicas cuja estrutura apresenta extremidades livres e ciclos. São denominadas cadeias mistas:

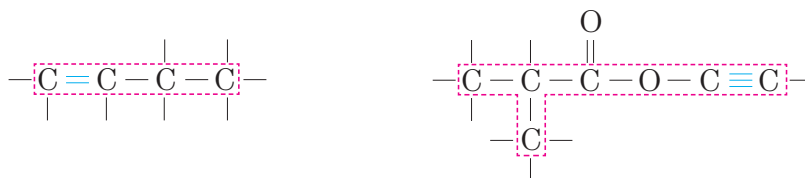


TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE OS ÁTOMOS DE CARBONO

a) **Cadeia saturada** — é aquela que apresenta somente ligações **simples** entre os átomos de carbono constituintes da cadeia. Exemplos:



b) **Cadeia insaturada** ou **não-saturada** — apresenta pelo menos uma ligação **dupla** ou **tripla** entre os átomos de carbono. Exemplos:



NATUREZA DOS ÁTOMOS QUE COMPÕEM A CADEIA

a) **Cadeia homogênea** — é constituída somente por átomos de **carbono**. Exemplos:



b) **Cadeia heterogênea** — existe pelo menos um heteroátomo entre os átomos de carbono que constituem a cadeia, sendo que os heteroátomos mais comuns são **O**, **N**, **S** e **P**. Exemplos:

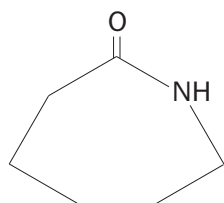


SINOPSE DAS CADEIAS CARBÔNICAS	
Aberta, alifática, acíclica	Fechada, cíclica
<ul style="list-style-type: none"> • normal, reta ou linear • ramificada 	<ul style="list-style-type: none"> • aromática • alicíclica, ou não-aromática, ou cicloalifática mononuclear = 1 anel polinuclear = mais de 1 anel
	<ul style="list-style-type: none"> • saturada • insaturada
	<ul style="list-style-type: none"> • homogênea • heterogênea



EXERCÍCIO RESOLVIDO

Uma das variedades de náilon pode ser obtida a partir da matéria-prima denominada **caprolactana**, que apresenta a seguinte fórmula estrutural:

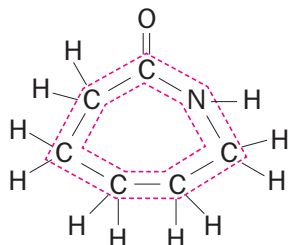


A respeito dessa substância, pede-se:

- a) sua fórmula molecular;
- b) a classificação da sua cadeia.

SOLUÇÃO

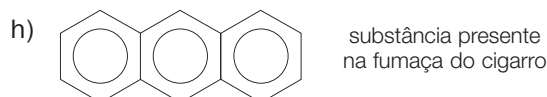
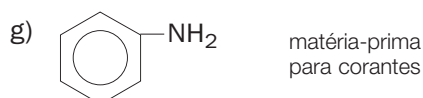
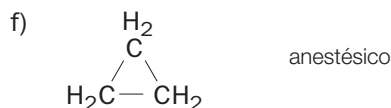
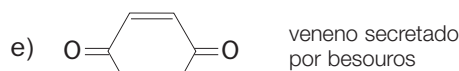
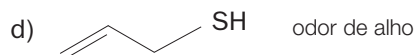
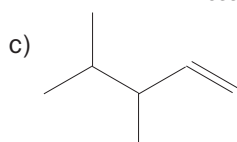
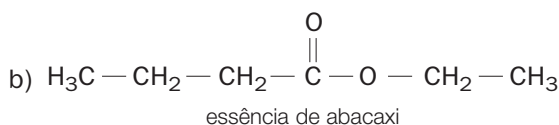
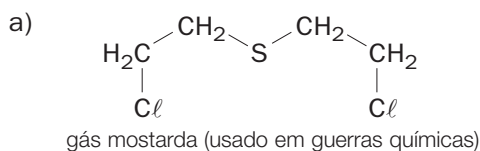
Inicialmente vamos escrever a estrutura, representando os carbonos e os hidrogênios e destacando a cadeia:



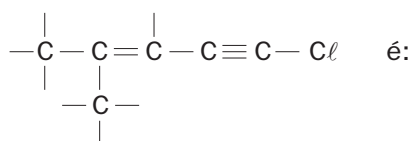
- Sua fórmula molecular é **C₆H₁₁ON**.
- A classificação da cadeia é:
 - fechada alicíclica;
 - saturada;
 - heterogênea (heterocíclica);
 - mononuclear (monocíclica).

Exercícios de classe

1. Classifique as cadeias carbônicas dos compostos indicados a seguir e determine suas fórmulas moleculares.

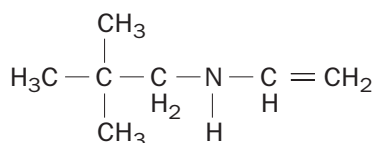


2. (UNA-MG) A cadeia



- aberta, heterogênea, saturada e normal.
- acíclica, homogênea, insaturada e normal.
- acíclica, homogênea, insaturada e ramificada.
- alifática, heterogênea, ramificada e insaturada.
- cíclica, aromática.

3. (LAVRAS) O composto

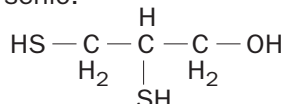


apresenta uma cadeia que pode ser classificada como:

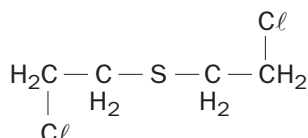
- alícíclica, normal, heterogênea e saturada.
- alícíclica, ramificada, homogênea e saturada.
- alifática, ramificada, homogênea e insaturada.
- alifática, ramificada, heterogênea e insaturada.
- alifática, normal, homogênea e saturada.

4. Considere as seguintes substâncias e suas fórmulas estruturais:

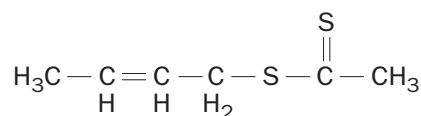
I — Antídoto efetivo no envenenamento por arsênio:



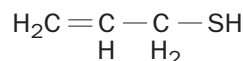
II — Gás mostarda, usado nas guerras químicas:



III — Uma das substâncias responsáveis pelo cheiro desagradável do gambá:

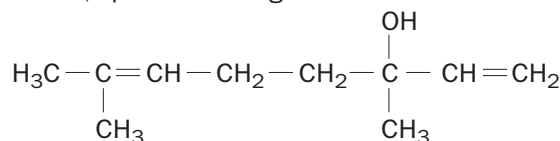


IV — Uma das substâncias responsáveis pelo cheiro de alho:



Qual(is) pode(m) ser classificada(s) como uma cadeia alifática, normal, insaturada e heterogênea?

5. (UFPA) O linalol, substância isolada do óleo de alfazema, apresenta a seguinte fórmula estrutural:



Essa cadeia carbônica é classificada como:

- acíclica, normal, insaturada e homogênea.
- acíclica, ramificada, insaturada e homogênea.
- alícíclica, ramificada, insaturada e homogênea.
- alícíclica, normal, saturada e heterogênea.
- acíclica, ramificada, saturada e heterogênea.

6. (UEFS-BA) $\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{CHCOOH}$



A fórmula estrutural acima representa a metionina, um aminoácido importante para as funções hepáticas.

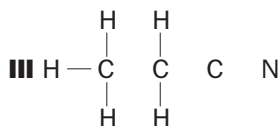
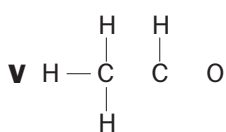
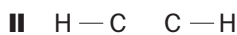
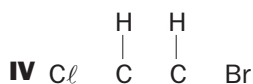
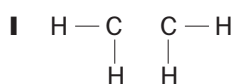
A cadeia desse composto pode ser classificada como:

- aromática e heterogênea.
- ramificada e homogênea.
- insaturada e cíclica.
- aromática e homogênea.
- acíclica e heterogênea.

Exercícios propostos

• Tipos de carbonos

1. (UFSC) Observe as estruturas orgânicas incompletas e identifique o(s) item(itens) correto(s):



(01) Na estrutura I falta uma ligação simples entre os átomos de carbono.

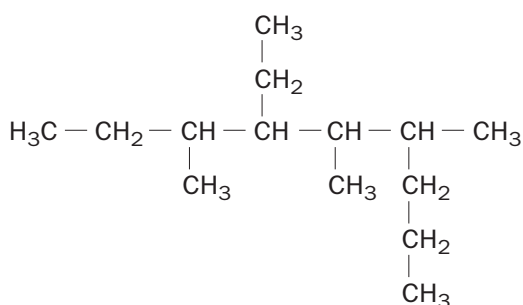
(02) Na estrutura II falta uma ligação tripla entre os átomos de carbono.

(03) Na estrutura III faltam duas ligações simples entre os átomos de carbono e uma tripla entre os átomos de carbono e nitrogênio.

(04) Na estrutura IV faltam duas ligações simples entre os átomos de carbono e os halogênios e uma dupla entre os átomos de carbono.

(05) Na estrutura V falta uma ligação simples entre os átomos de carbono e uma simples entre os átomos de carbono e oxigênio.

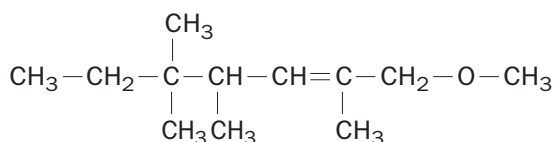
2. (UFSM-RS) No composto



as quantidades totais de átomos de carbono primário, secundário e terciário são, respectivamente:

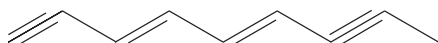
- a) 5, 2 e 3. d) 6, 4 e 4.
 b) 3, 5 e 2. e) 5, 6 e 5.
 c) 4, 3 e 5.

3. (UEPI) Na estrutura abaixo



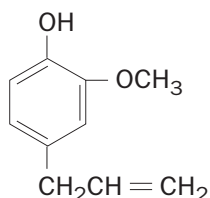
as quantidades de carbonos primário, secundário, terciário e quaternário são, respectivamente:

- a) 6, 3, 2 e 2.
 b) 6, 2, 2 e 1.
 c) 7, 2, 2 e 1.
 d) 5, 4, 3 e 2.
 e) 5, 3, 3 e 1.
4. (PUC-RJ) A fórmula molecular de um hidrocarboneto com cadeia carbônica



é:

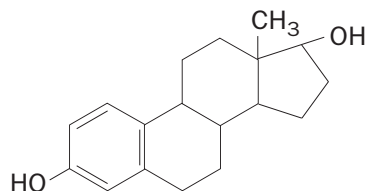
- a) C_9H_8 . d) C_9H_{12} .
 b) C_9H_7 . e) C_6H_{11} .
 c) C_9H_{10} .
5. (UNEB-BA) O eugenol, um composto orgânico extraído do cravo-da-índia, pode ser representado pela fórmula estrutural:



Com base nessa informação, pode-se concluir que a fórmula molecular do eugenol é:

- a) $\text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{O}$. d) $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}$.
 b) $\text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{O}_3$. e) $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$.
 c) $\text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{O}_2$.

6. O estradiol é o mais importante dos hormônios conhecidos como estrógenos. Os estrógenos são responsáveis pelo desenvolvimento de características sexuais femininas e exercem um papel importante na estimulação da ovulação. Sua estrutura pode ser representada por:

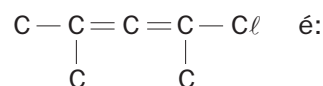


Com base na estrutura do estradiol, indique sua fórmula molecular.

7. Determine as fórmulas estruturais e moleculares de uma substância que não apresenta anéis na sua estrutura e é formada por hidrogênios, cinco carbonos primários, um carbono quaternário e um carbono terciário.

• Classificação das cadeias

8. (Unitau-SP) A cadeia



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

9. (Fafeod-MG) Identifique a cadeia carbônica ramificada, homogênea, saturada:

- a) $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)_2$
 b)



- c) $\text{CH}_3 - \overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{C}}} \text{H} - \text{CH} = \text{C}(\text{CH}_3)_2$
 d) $(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \overset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}} - \text{CH}_3$
 e) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$

10. (UFSC) Quanto à classificação das cadeias carbônicas, pode-se afirmar que:

- I — uma cadeia saturada contém ligações duplas entre carbono e carbono.
 II — uma cadeia heterogênea apresenta um átomo diferente do átomo de carbono ligado pelo menos a dois carbonos.
 III — uma cadeia normal apresenta cadeias laterais ou ramificações.

Exercícios

• Tipos de ligações covalentes

1. Conceitue os seguintes tipos de ligações covalentes:

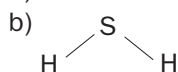
a) sigma σ_{s-s} ; b) sigma σ_{s-p} .

2. O que diferencia uma ligação σ_{p-p} de uma ligação π_{p-p} ?

3. Indique os tipos de ligações covalentes presentes em cada fórmula estrutural a seguir:

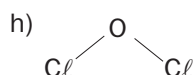
a) H — H

f) N \equiv N

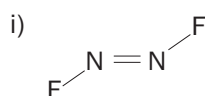
b) 

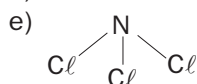
g) Br — Br

c) O = O

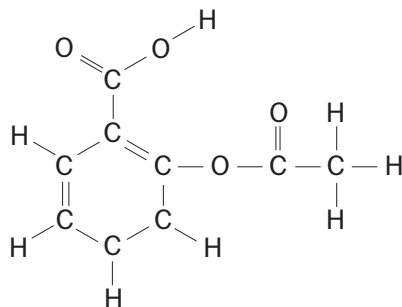
h) 

d) H — Cl

i) 

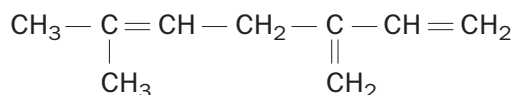
e) 

4. Um dos mais conhecidos analgésicos é o ácido acetilsalicílico (AAS). Sua fórmula estrutural pode ser representada por:



Indique o número de ligações sigma (σ) e pi (π) presentes em uma molécula do AAS.

5. (UERJ) O gosto amargo da cerveja é devido à seguinte substância de fórmula estrutural plana:

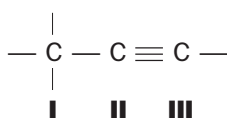


Essa substância, denominada mirceno, provém das folhas de lúpulo adicionadas durante a fabricação da bebida. O número de ligações pi presentes na estrutura do mirceno é igual a:

a) 3. b) 5. c) 8. d) 15.

• Hibridização

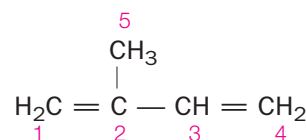
6. (Unifor-CE) Considere a seguinte estrutura:



Os carbonos I, II e III têm hibridização:

	I	II	III
a)	sp	sp ²	sp ²
b)	sp ²	sp ³	sp
c)	sp ³	sp	sp
d)	sp ²	sp ³	sp ³
e)	sp ²	sp	sp

7. (Centec-BA) Na estrutura representada a seguir, os carbonos numerados são, respectivamente:



a) sp², sp, sp², sp², sp³.

b) sp, sp³, sp², sp, sp⁴.

c) sp², sp², sp², sp², sp³.

d) sp², sp, sp, sp², sp³.

e) sp³, sp, sp², sp³, sp⁴.

8. (ITA-SP) A(s) ligação(ões) carbono-hidrogênio existente(s) na molécula de metano (CH₄) pode(m) ser interpretada(s) como sendo formada(s) pela interpenetração frontal dos orbitais atômicos **s** do átomo de hidrogênio, com os seguintes orbitais atômicos do átomo de carbono:

a) Quatro orbitais **p**.

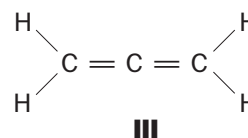
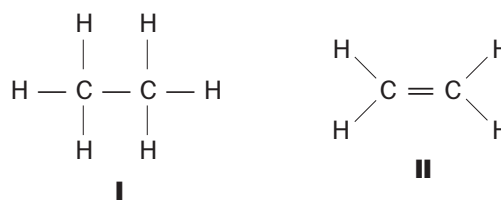
b) Quatro orbitais sp³.

c) Um orbital híbrido sp³.

d) Um orbital **s** e três orbitais **p**.

e) Um orbital **p** e três orbitais sp².

9. (UFCE) Observe os compostos abaixo e indique a alternativa correta:

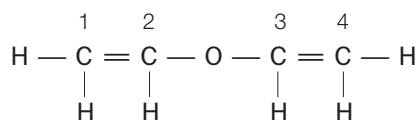


a) O composto III apresenta seis ligações sigma e duas pi.

b) O composto II apresenta duas ligações pi e seis ligações sigma.

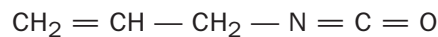
- c) O composto I apresenta dez ligações sigma e três ligações pi.
 d) No composto I, os átomos de carbono apresentam hibridização tipo sp^2 .
 e) No composto III, os átomos de carbono apresentam hibridização tipo sp^3 .

10. (UEPI) Os anestésicos gerais causam inconsciência e conseqüentemente insensibilidade à dor. Foi por volta de 1800 que o N_2O passou a ser usado com essa finalidade; o éter e o clorofórmio, a partir de 1840. A primeira demonstração pública do uso do éter como anestésico só aconteceu em 1946, nos Estados Unidos. Na estrutura do éter vinílico, representada abaixo, a hibridação dos carbonos 1, 2, 3 e 4 é, respectivamente:



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

11. (UERJ) Na composição de corretores do tipo *Liquid Paper*, além de hidrocarbonetos e dióxido de titânio encontra-se a substância isocianato de alila, cuja fórmula estrutural plana é representada por



Com relação a essa molécula, é correto afirmar que o número de carbonos com hibridação sp^2 é igual a:

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

12. (UFRS) O hidrocarboneto que apresenta todos os átomos de carbono com orientação espacial tetraédrica é o:

- a) $H_2C = CH_2$ c) $HC = CH$
 d) $H_2C = C = CH_2$
 e) $H_3C - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - CH_3$

