

Prof. Marcus Ennes

Prof. Felipe Garcia

Química Orgânica

UNIDADE 53: Introdução à química orgânica

O estudo da química promove a evolução da humanidade a medida em que novos compostos com diversas utilidades são descobertos, revolucionando a todo momento o ambiente e a vida como a conhecemos.

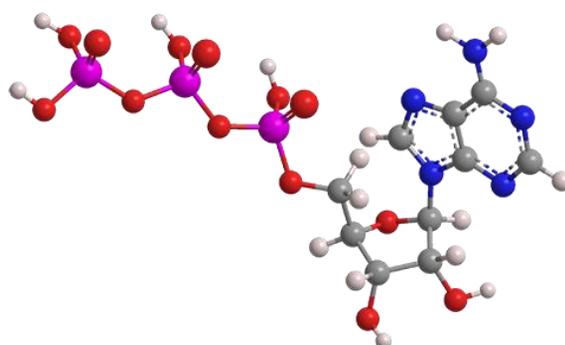
Uma das mais importantes áreas da química é a química orgânica, que é a também conhecida como química do carbono. A partir dos arranjos entre átomos de Carbono, Hidrogênio, Nitrogênio, Oxigênio e outros elementos químicos, revolucionamos o meio como nos transportamos, nos vestimos, a utilização de combustíveis fósseis, aumentamos a expectativa de vida conforme novos fármacos foram desenvolvidos e, claro, não podemos deixar de citar as grandes descobertas muito importantes para a biologia como a decodificação da estrutura do DNA.

São tantos horizontes a serem explorados que fica difícil de acreditar que a partir de apenas 4 possibilidades de ligações entre carbonos e de mais ou menos 6 elementos como base se combinando, temos nove milhões de compostos orgânicos catalogados. É realmente fantástica a quantidade de possibilidades de compostos que podemos formar.

Contudo, a má utilização desses recursos está trazendo diversas consequências para o planeta. A poluição atmosférica, a contaminação pelo uso indevido e pelo descarte inadequado dos plásticos estão em níveis alarmantes, colocando em risco nossa existência da maneira que vivemos em um

futuro não muito distante. Assim, de posse do domínio da química orgânica e da possibilidade de utilização das substâncias presentes em nosso planeta, somos diretamente responsáveis pelo nosso presente e nosso futuro como habitantes da Terra.

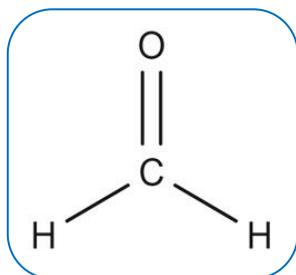
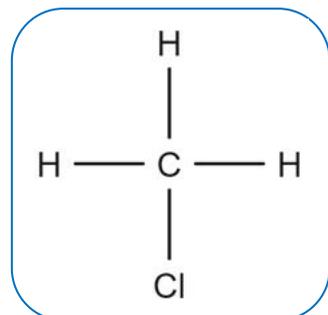
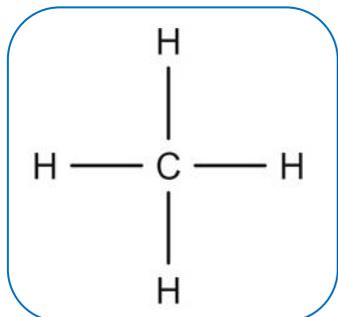
Atualmente o termo “orgânico” está em alta, devido a demanda crescente da sociedade pelo consumo de alimentos que foram cultivados sem utilização de agrotóxicos ou fertilizantes químicos, chamados de “alimentos orgânicos”. Porém o primeiro uso dessa expressão data do fim do século XVIII. À época foi utilizado para diferenciar substâncias de organismos vivos e compostos inorgânicos minerais. Hoje sabemos que existem também compostos inorgânicos em organismos vivos, como em nossos dentes e ossos, por exemplo. Também sabemos que um plástico é um composto orgânico, o que contraria o uso original do termo. Devemos ter em mente sempre o contexto no qual utiliza-se o termo “orgânico”, para entender de maneira adequada seu significado.



Propriedades do carbono

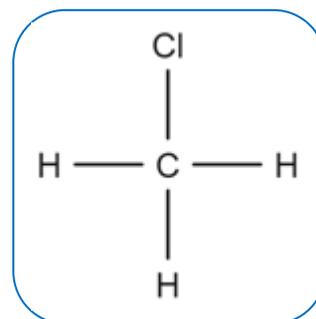
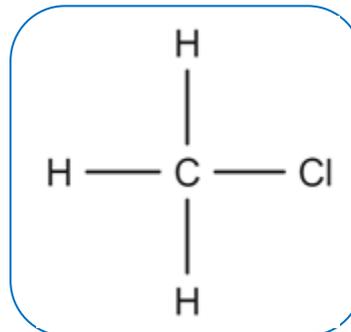
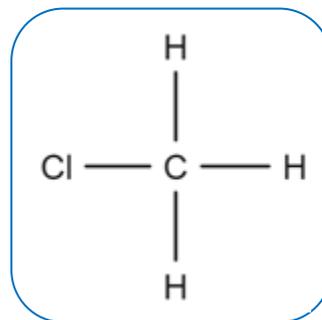
O átomo de Carbono passou a ser estudado no século XIX, por dois cientistas: Archibald Scott Couper (1831–1892) e Friedrich August Kekulé (1829–1896). Dessa forma, em homenagem a esses dois grandes cientistas, os estudos do átomo de carbono ficaram conhecidos como postulados de Couper – Kekulé. São eles:

O carbono é tetravalente: Isso significa que o átomo de carbono estabelece 4 ligações covalentes, sejam elas com átomos iguais ou diferentes. Também podemos ter configurações diferentes para as 4 ligações, como uma ligação dupla e duas simples, uma ligação tripla e uma simples, ou duas ligações duplas:



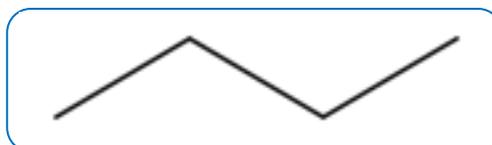
O átomo de carbono tem 4 valências iguais: Isto é, a posição do ligante não difere os compostos, pois a molécula continua sendo a mesma. Ao mudar as posições dos ligantes, obtêm-se o mesmo resultado que uma rotação

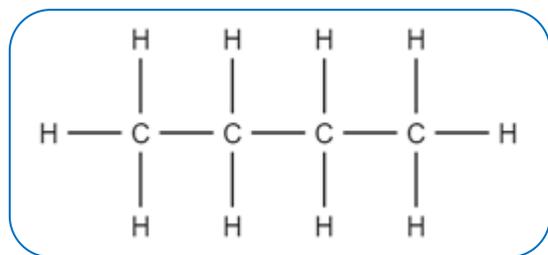
da molécula no espaço. Observe a molécula de clorofórmio a seguir (CH_3Cl):



Observe que ao variar a posição do átomo de cloro a molécula continua sendo a mesma. Seguindo uma ordem da esquerda para a direita nas figuras, é como se o clorofórmio fosse rotacionado no sentido anti-horário. Dessa forma, a posição do átomo de cloro não causa diferenciação na substância.

O carbono forma cadeias: Os átomos de carbono podem ser ligados uns aos outros em uma sequência formando as cadeias carbônicas, que nada são além de estruturas formadas por átomos de carbono. Na sequência temos duas possíveis representações de uma cadeia carbônica:





As fórmulas em questão são duas formas de se representar o composto denominado Butano, de fórmula molecular C_4H_{10} , um dos principais componentes do gás de cozinha.

Possui uma cadeia carbônica formada por quatro átomos de carbono em sequência e o restante das ligações são completadas com átomos de hidrogênio. Vale frisar que os hidrogênios, que só fazem 1 ligação química, serão sempre átomos periféricos, ou seja, estarão sempre **ao redor** dos carbonos, jamais **entre** átomos de carbono.

É importante salientar que a capacidade do carbono de formar cadeias é o que confere a enorme gama de possibilidades e arranjos das diferentes substâncias orgânicas, pois as cadeias formadas entre átomos de carbono podem se estender e diversificar.

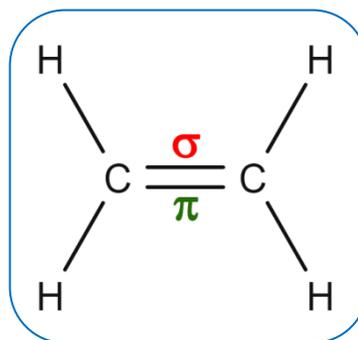
Ligações sigma (σ) e pi (π)

Ligação simples: apenas uma ligação do tipo sigma (σ). As ligações do tipo sigma são as principais, pois são a primeira ligação entre átomos. Observe a molécula do metano a seguir, contendo quatro ligações simples, todas do tipo sigma (σ):

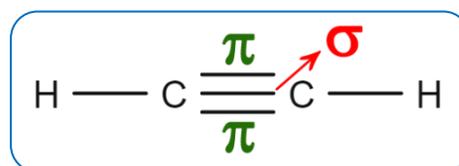


Ligação dupla: uma ligação sigma (σ) e uma ligação pi (π), tanto faz ser a de cima ou a de

baixo. As ligações do tipo pi são aquelas formadas após a ligação sigma (primeira a ser formada). Ligações pi aproximam mais ainda um átomo do outro. Observe a molécula de eteno abaixo:



Tripla: uma ligação sigma (σ), que é sempre a ligação central, e duas ligações pi (π), que serão sempre as ligações periféricas (cima e baixo). Observe a molécula do etino a seguir:



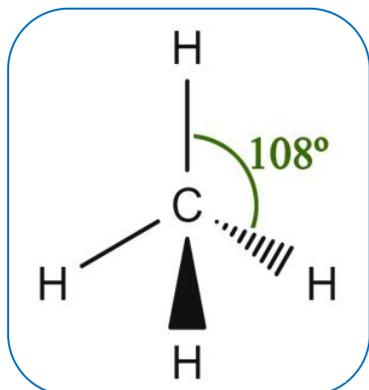
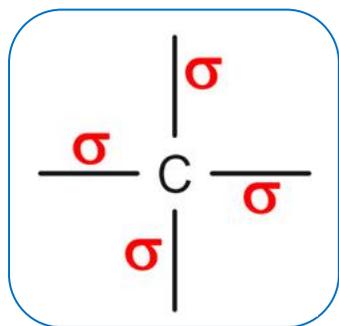
Hibridização do átomo de carbono

Teoricamente, os átomos de carbono, por terem apenas dois elétrons desemparelhados em seu subnível $2p^2$, poderiam fazer apenas duas ligações, de acordo com o que diz a TLV – teoria de ligação de valência. Porém, ocorre um rearranjo eletrônico na sua camada de valência, chamado de hibridação ou hibridização, o que tornará possível com que o carbono realize não duas, mas sim quatro ligações. Para facilitar, analisaremos as três possibilidades de hibridação e suas respectivas características, bem como a geometria exibida por cada um.

Hibridização sp^3

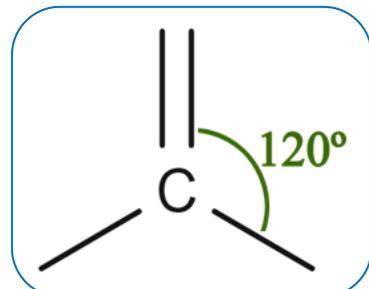
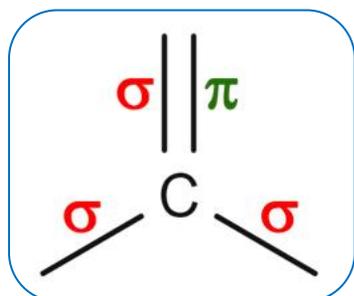
Os carbonos que possuem quatro ligações simples, do tipo sigma (σ), possuem hibridização do tipo sp^3 . Nesse tipo de hibridização, o ângulo formado entre as ligações é de aproximadamente 109° e esses carbonos

irão exibir uma geometria tetraédrica, conforme observamos nas figuras a seguir:



Hibridização sp^3

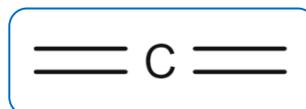
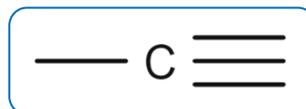
Os carbonos que possuem três ligações sigma (σ) e uma ligação pí (π), isto é, duas ligações simples e uma dupla, possuem hibridização do tipo sp^2 . O ângulo formado entre os orbitais em átomos de carbono sp^2 é de 120° , o que faz com que a geometria exibida por átomos de carbono desse tipo seja a trigonal planar.



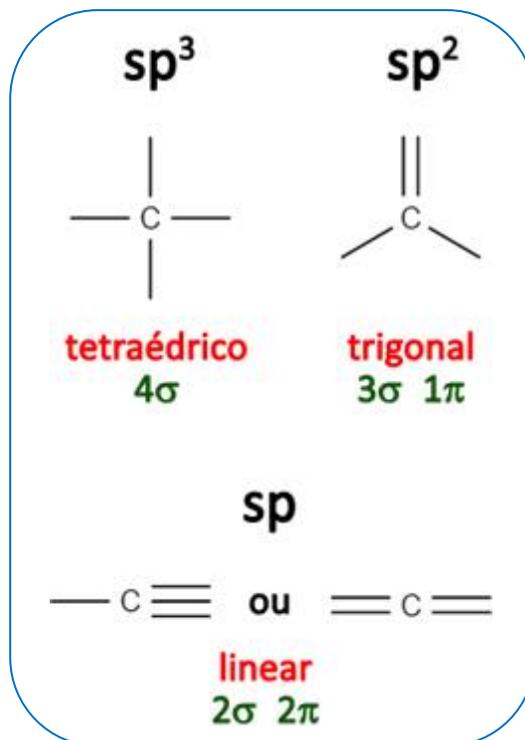
Hibridização sp

Átomos de carbono do tipo sp possuem duas ligações σ e duas ligações π .

Dessa forma, existem duas combinações possíveis para esse átomo hibridizado: A primeira é o átomo de carbono com uma ligação tripla e uma ligação simples, a segunda possibilidade é o átomo de carbono com duas ligações duplas. Nesse tipo de hibridização, o ângulo formado entre as ligações é de 180° , e esses carbonos terão geometria linear.



Resumindo todos os tipos de ligações, geometrias e hibridizações do átomo de carbono em um quadro, teremos:

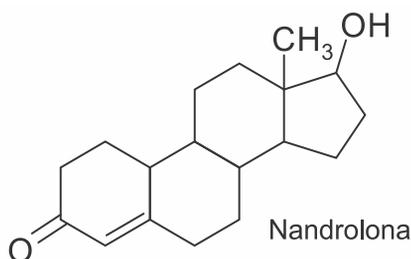


NOTAS:



ATIVIDADES PROPOSTAS

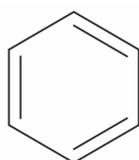
1) O Comitê Olímpico Internacional, durante as Olimpíadas Rio 2016, estava bastante atento aos casos de *doping* dos atletas. A nandrolona, por exemplo, é um hormônio derivado da testosterona muito utilizado pela indústria farmacêutica para a produção de derivados de esteroides anabólicos.



Quantos carbonos terciários com hibridação sp^3 possui esse hormônio na sua estrutura molecular?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

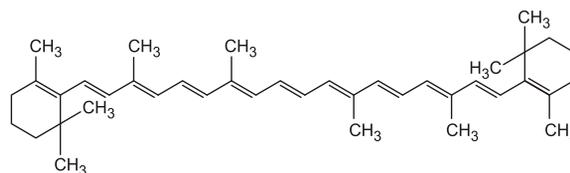
2) Um anel aromático tem estrutura plana porque seus carbonos têm hibridação



Anel aromático
 C_6H_6

- somente sp .
- somente sp^2 .
- somente sp^3 .
- sp e sp^2 alternadas.
- sp^2 e sp^3 alternadas.

3) A molécula a seguir representa o β -caroteno, uma substância encontrada na cenoura, que é precursora da vitamina A.



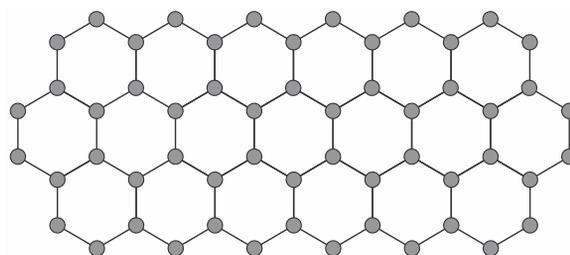
A respeito dessa substância, é correto afirmar que ela

- apresenta massa molar igual a 510 g/mol.
- possui fórmula molecular $C_{40}H_{30}$.
- contém 22 carbonos sp^2 .
- é um hidrocarboneto de cadeia saturada.

4) Considere o ácido 2-aminoetanoico, também conhecido como glicina, cuja fórmula molecular é $C_2H_5NO_2$. A respeito da estrutura da molécula do ácido 2-aminoetanoico, assinale a alternativa **CORRETA**:

- A hibridação do átomo de carbono do ácido carboxílico é sp^2 .
- O átomo de carbono do ácido carboxílico é considerado secundário.
- A molécula apresenta um átomo de carbono sp^3 e outro sp .
- A molécula de glicina contém os grupos funcionais amida e ácido carboxílico.
- Na molécula de glicina os átomos de carbono estão ligados por uma ligação dupla.

5) O grafeno é uma forma alotrópica do carbono constituído por uma folha planar (arranjo bidimensional) de átomos de carbono compactados e com a espessura de apenas um átomo. Sua estrutura é hexagonal, conforme a figura.



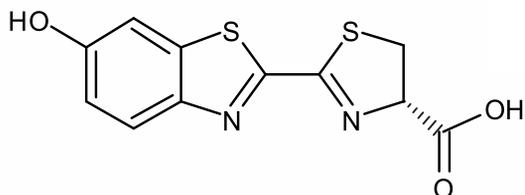
Nesse arranjo, os átomos de carbono possuem hibridação

- sp de geometria linear.
- sp^2 de geometria trigonal planar.
- sp^3 alternados com carbonos com hibridação sp de geometria linear.

- d) sp^3d de geometria planar.
e) sp^3d^2 com geometria hexagonal planar.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A luciferina é uma substância química presente em organismos bioluminescentes (como os vagalumes) que, quando oxidada, produz luz de cor azul esverdeada quase sem emitir calor. Este processo biológico é designado por bioluminescência e a fórmula estrutural dessa substância é descrita abaixo.



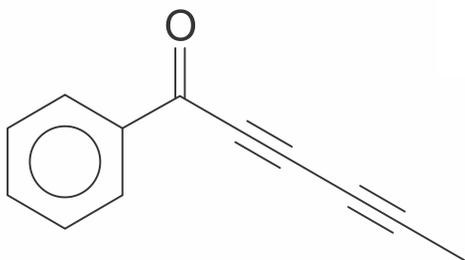
6) Sobre a molécula de luciferina, são feitas as seguintes afirmativas:

- I. Apresenta fórmula molecular $C_{11}H_8N_2O_3S_2$.
- II. Possui 6 ligações covalentes pi.
- III. Contém 8 carbonos com hibridação sp^2 .

Estão corretas as afirmativas

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

7) A capilina, cuja estrutura é representada em seguida, destaca-se entre os compostos orgânicos empregados como antifúngicos.



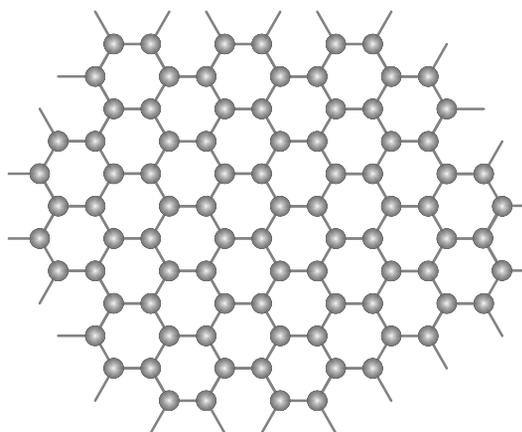
Considerando-se sua estrutura química, o número de carbonos com hibridação sp^2 e sp é, respectivamente,

- a) 4 e 6.
- b) 5 e 7.

- c) 6 e 5.
- d) 6 e 6.
- e) 7 e 4.

8) Um nanotubo é uma estrutura cilíndrica microscópica formada apenas por átomos de carbono com hibridação sp^2 .

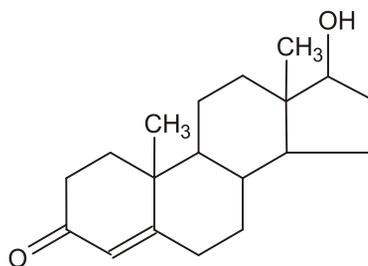
O esquema abaixo representa um corte lateral de um nanotubo. Cada esfera corresponde ao núcleo de um átomo e cada traço a uma ligação entre carbonos. Não estão indicadas no esquema as ligações do tipo pi.



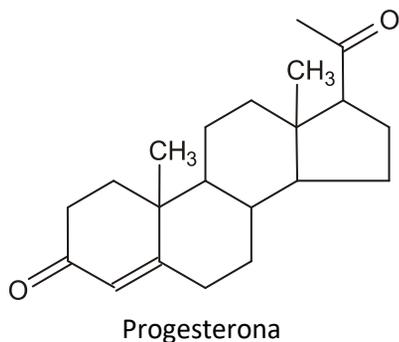
O número de ligações duplas realizadas por átomo em um nanotubo corresponde a:

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

9) O átomo de carbono sofre três tipos de hibridação: sp^3 , sp^2 e sp . Essa capacidade de combinação dos orbitais atômicos permite que o carbono realize ligações químicas com outros átomos, gerando um grande número de compostos orgânicos. A seguir são ilustradas estruturas de dois compostos orgânicos que atuam como hormônios.



Testosterona



Acerca da hibridação dos átomos de carbono nos dois hormônios, considere as seguintes afirmativas:

1. A testosterona possui dois átomos de carbono com orbitais híbridos sp^2 .
2. A progesterona possui quatro átomos de carbono com orbitais híbridos sp^2 .
3. Ambos os compostos apresentam o mesmo número de átomos de carbono com orbitais híbridos sp^3 .
4. O número total de átomos de carbono com orbitais híbridos sp^3 na testosterona é 16.

Assinale a alternativa correta.

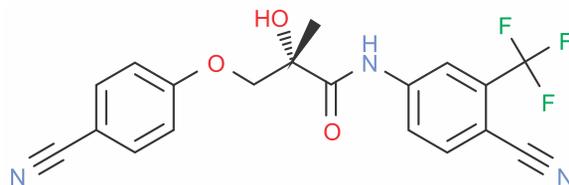
- a) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas 2, 3 e 4 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.
- e) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.

10) Tandara Caixeta, jogadora da seleção brasileira de vôlei, testou positivo para a substância ostarina, proibida em exame antidoping. Com o resultado, a atleta foi suspensa. A ABCD (Autoridade Brasileira de Controle de Dopagem) confirmou a presença da substância que faz parte da classe "SARM" (*Selective Androgen Receptor Modulators*), em português, moduladores seletivos do receptor de androgênio. "A ostarina é uma substância que imita a testosterona, só que supostamente com menos efeitos adversos". Com isso, o atleta que faz uso dessa substância tem ganho de massa muscular e melhor desempenho na competição. "Em relação a outro esportista que não utiliza, cria-se uma superioridade artificial."

Em janeiro de 2021, a Anvisa publicou uma

resolução proibindo todos os SARMS no Brasil. "A decisão foi tomada porque não existe estudo de segurança com essa substância."

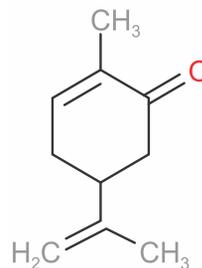
Representação química da substância ostarina (Enoboserm®)



Sobre a estrutura da ostarina, é correto afirmar:

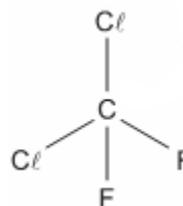
- a) Apresenta 10 ligações π .
- b) Não apresenta ligações π .
- c) Apresenta dois carbonos de hibridização sp .
- d) Apresenta 12 carbonos de hibridização sp^2 .
- e) Todas as ligações são do tipo sigma.

11) A estrutura química da carvona é mostrada a seguir. Esta substância é um monoterpene isolado de óleos essenciais, muito utilizada como flavorizantes em alimentos. No que tange a este composto, é CORRETO afirmar.



- a) Possui 1 carbono com hibridização sp .
- b) Possui 6 carbonos com hibridização sp^3 .
- c) Possui 6 carbonos com hibridização sp^2 .
- d) Possui 4 carbonos com hibridização sp^2 .
- e) Possui 5 carbonos com hibridização sp^2 .

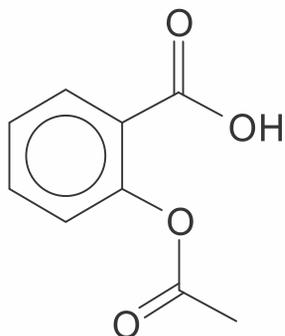
12) Sobre o composto diclorodifluorometano usado em refrigerantes e como propelente de aerossol, pode-se afirmar corretamente que ele tem:



Diclorodifluorometano

- a) quatro pares de elétrons compartilhados.
- b) um total de 26 elétrons de valência não ligantes.
- c) hibridização sp para o átomo de carbono.
- d) todas as ligações covalentes com a mesma energia.

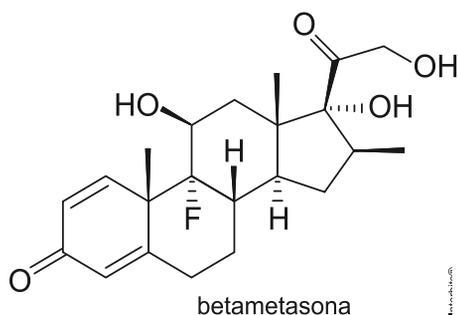
13) Observe a molécula abaixo:



O composto orgânico reproduzido acima apresenta várias características, dentre as quais, caracteriza-se como correta a

- a) presença de seis átomos de carbono com geometria trigonal planar.
- b) existência de três átomos de carbono com hibridização sp .
- c) presença de seis átomos de carbono com hibridização sp^2 .
- d) presença de cinco ligações covalentes em eixos paralelos (ligação π).

14) Observe a estrutura do corticoide betametasona.

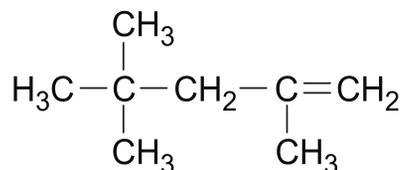


Com relação à estrutura representada, pode-se afirmar que

- a) o composto apresenta seis carbonos com geometria tetraédrica.
- b) o composto apresenta três átomos de carbono com hibridização do tipo sp .

- c) o composto apresenta dois átomos de carbono com geometria trigonal planar.
- d) o composto apresenta seis átomos de carbono com hibridização do tipo sp^2 .
- e) o composto apresenta 2 ligações do tipo π .

15) Analise o composto representado na figura abaixo:

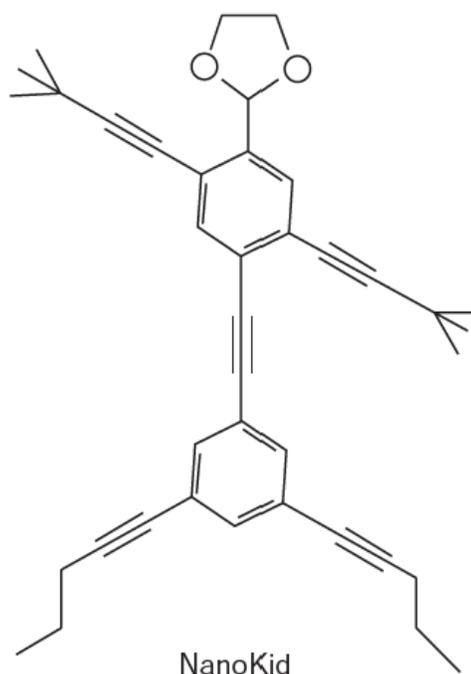


Sobre o composto, é **incorreto** afirmar que:

- a) apresenta duas ligações do tipo π .
- b) apresenta dois carbonos com hibridização sp^2 .
- c) apresenta seis carbonos tetraédricos.
- d) não apresenta carbonos com geometria linear.
- e) apresenta seis carbonos com hibridização sp^3 .

16) As moléculas de *nanoputians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica.

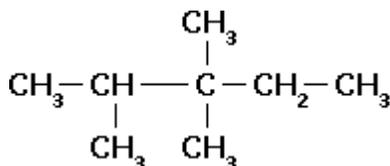
Um exemplo é o NanoKid, representado na figura a seguir:



Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono com hibridização sp^2 ?

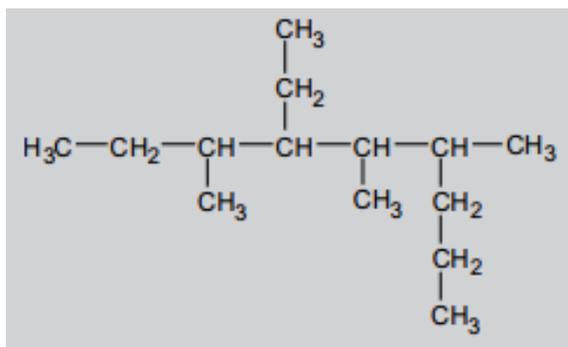
- Mãos.
- Cabeça.
- Tórax.
- Abdômen.
- Pernas.

17) O composto orgânico de fórmula plana abaixo possui:



- 5 carbonos sp^3 , 3 carbonos sp^2 , 1 carbono sp e 1 carbono linear.
- 3 carbonos tetraédricos, 3 carbonos sp^2 , 1 carbono sp .
- Todos os átomos de carbono apresentam hibridização do tipo sp^3 .
- 4 carbonos tetraédricos, 1 carbono trigonal e 2 carbonos lineares.

18) No composto:



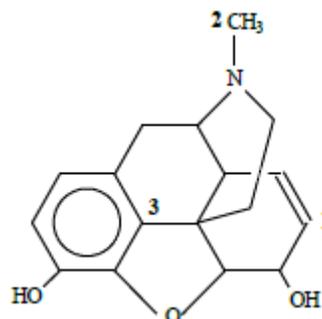
As quantidades totais de átomos de carbono com hibridização sp^3 , geometria tetraédrica e geometria trigonal planar são, respectivamente:

- 14, 12 e 4
- 12, 10 e 2
- 10, 8 e 1
- 14, 14 e 0
- 14, 14 e 1

19) As hibridações de orbitais sp , sp^2 e sp^3 possuem, respectivamente, os seguintes ângulos:

- 120° , 109° , 180°
- 120° , 180° , 109°
- 109° , 180° , 120°
- 180° , 120° , 109°
- 180° , 109° , 120°

20) A morfina, uma droga utilizada em tratamento de cancer, tem a fórmula estrutural:



Os carbonos assinalados possuem hibridização, respectivamente:

- $1-sp^2$; $2-sp^3$; $3-sp^2$.
- $1-sp$; $2-sp^3$; $3-sp^3$.
- $1-sp^2$; $2-sp$; $3-sp^2$.
- $1-sp$; $2-sp^3$; $3-sp^3$.
- $1-sp$; $2-sp^3$; $3-sp^2$.



GABARITOS

1) D

2) B

3) C

4) A

5) B

6) A

7) E

8) A

9) B

10) C

11) E

12) A

13) D

14) D

15) A

16) C

17) C

18) D

19) D

20) D